

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING  
INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES  
EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS  
COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Astrid Aracelly Tacora Mariaca

Bach. Miriam Elizabeth Rivera Charca

TACNA – PERÚ

2020

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING  
INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN  
LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS  
COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020”

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Enero del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE:**



---

Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

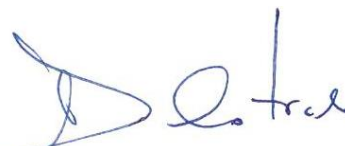
**SECRETARIO:**



---

Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

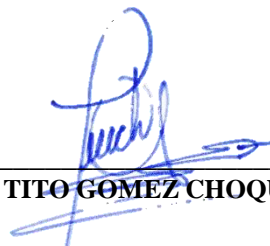
**VOCAL:**



---

Mtro. DINA MARLENE COTRADO FLORES

**ASESOR:**



---

Mtro. SANTOS TITO GÓMEZ CHOQUEJAHUA

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Astrid Aracelly Tacora Mariaca**, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con **DNI N° 70095011**.

Yo, **Miriam Elizabeth Rivera Charca**, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con **DNI N° 74031463**.

### **Declaramos bajo juramento que:**

1. Somos autores de la tesis titulada:

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020”

la misma que presentó para optar el:

### **Título Profesional de Ingeniero Civil**

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que

podieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 04 de Enero del 2021.

**FIRMA**

**ASTRID ARACELLY TACORA MARIACA**

**DNI: 70095011**

**FIRMA**

**MIRIAM ELIZABETH RIVERA CHARCA**

**DNI: 74031463**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía siempre, a mis padres y hermanas, por ser mi soporte e inspiración para seguir adelante.

A mis docentes, por sus enseñanzas y conocimientos impartidos.

**(Astrid Aracelly Tacora Mariaca)**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes siempre me dan su apoyo incondicional en cada proyecto trazado por mi persona.

**(Miriam Elizabeth Rivera Charca)**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darnos mucha fuerza y constancia para culminar la presente investigación y permitirnos lograr uno de nuestros objetivos de vida.

A la Universidad Privada de Tacna, nuestra alma máter, por su impecable enseñanza y formación profesional.

Al Mg. Ing. Santos Gómez, por el asesoramiento constante, por su confianza y orientación durante y después de la realización de este trabajo.

A todas las personas, que de alguna forma participaron de este proyecto de vida que nos hizo aprender y desarrollar como personas.

**(Astrid Aracelly Tacora Mariaca, Miriam  
Elizabeth Rivera Charca)**

## ÍNDICE GENERAL

<b>CARÁTULA DE LA TESIS.....</b>	<b>1</b>
<b>PÁGINA DEL JURADO .....</b>	<b>II</b>
<b>DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XVI</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2.1 <i>Problema Principal</i> .....	3
1.2.2 <i>Problemas Secundarios</i> .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 <i>Objetivo General</i> .....	6
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	7
1.5 HIPÓTESIS.....	7
1.5.1 <i>Hipótesis General</i> .....	7
1.5.2 <i>Hipótesis Específicas</i> .....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	9
2.1.1 <i>Antecedentes internacionales</i> .....	9

2.1.2	<i>Antecedentes Nacionales</i> .....	13
2.2	<b>BASES TEÓRICAS</b> .....	20
2.2.1	<i>CONCEPTO BIM</i> .....	20
2.2.2	<i>HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL BIM</i> .....	22
2.2.3	<i>ETAPAS BIM</i> .....	24
2.2.4	<i>HERRAMIENTAS BIM</i> .....	28
2.2.5	<i>DIMENSIONES BIM</i> .....	30
2.2.6	<i>BIM EN EL PERÚ</i> .....	32
2.2.7	<i>GESTIÓN DEL ALCANCE</i> .....	35
2.2.8	<i>CENTROS COMERCIALES</i> .....	36
2.3	<b>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS</b> .....	37
	<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>40</b>
3.1	<b>TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	40
3.1.1	<i>Según su finalidad</i> .....	40
3.1.2	<i>De acuerdo a los tipos de datos analizados</i> .....	40
3.1.3	<i>De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis</i> .....	41
3.2	<b>POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO</b> .....	42
3.2.1	<i>Población</i> .....	42
3.2.2	<i>Muestra</i> .....	43
3.3	<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....	44
3.4	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS</b> .....	44
3.4.1	<i>Técnicas</i> .....	44
3.4.2	<i>Instrumentos</i> .....	45
3.5	<b>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	46
	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
4.1	<b>DIAGNÓSTICO SITUACIONAL</b> .....	47



4.1.1	<i>ESQUEMA DE LA ENCUESTA REALIZADA</i> .....	47
4.1.2	<i>RESULTADOS DE LA ENCUESTA</i> .....	48
4.2	<i>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</i> .....	80
4.2.1	<i>PRECEDENTES</i> .....	80
4.2.2	<i>NIVEL DE MODELAMIENTO</i> .....	83
4.2.3	<i>INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE</i> .....	84
4.2.4	<i>GENERACIÓN DEL MODELADO BIM</i> .....	84
4.2.5	<i>ANÁLISIS DE INCOMPATIBILIDADES E INTERFERENCIAS</i> .....	92
4.2.6	<i>SIMULACIÓN 4D</i> .....	101
4.2.7	<i>COORDINACIÓN BIM</i> .....	103
4.2.8	<i>PROYECTO MODELADO TRADICIONALMENTE</i> .....	106
4.2.9	<i>PROYECTO IMPLEMENTADO CON BIM</i> .....	108
4.3	<i>VALIDACIÓN DE EXPERTOS</i> .....	110
4.3.1	<i>PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO</i> .....	110
4.3.2	<i>REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA</i> .....	110
4.3.3	<i>ESPECIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS PREVISIBLES DE LA INICIATIVA</i> <i>111</i>	
4.3.4	<i>VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</i> .....	113
	<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b> .....	<b>119</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>122</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>124</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>126</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>131</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables .....	44
Tabla 2. Cuestionario .....	46
Tabla 3. Profesión .....	48
Tabla 4. Centro de trabajo.....	50
Tabla 5. Participación en obras de construcción.....	51
Tabla 6. Experiencia laboral .....	52
Tabla 7. Nivel de conocimiento.....	54
Tabla 8. Uso de la Metodología BIM .....	55
Tabla 9. Tiempo de uso del CAD .....	57
Tabla 10. Comunicación entre Diseño y Obra.....	58
Tabla 11. Tipo de problema.....	60
Tabla 12. Implementación de la Metodología BIM.....	61
Tabla 13. Implementación BIM – empresa y/o entidad.....	63
Tabla 14. Herramientas BIM .....	64
Tabla 15. Importancia BIM .....	65
Tabla 16. Implementación plan BIM – PERÚ.....	67
Tabla 17. Estado del arte BIM.....	68
Tabla 18. Proyectos BIM.....	70
Tabla 19. Capacitación BIM Profesionales .....	71
Tabla 20. Capacitación BIM Universitarios .....	73

Tabla 21. Formación BIM .....	74
Tabla 22. Factores.....	75
Tabla 23. Presente y Futuro BIM.....	77
Tabla 24. Recapitulación del estudio estadístico .....	78
Tabla 25. Roles BIM.....	111
Tabla 26. Matriz del instrumento de validación .....	112
Tabla 27. Resultados de la aplicación de la Metodología BIM.....	113
Tabla 28. Áreas de la Distribución t-Student.....	116
Tabla 27. Valores obtenidos de media y desviación estándar del SPSS.....	117
Tabla 28. Información del RFI .....	81
Tabla 29. Requerimientos del cliente .....	82
Tabla 30. Software BIM .....	84
Tabla 31. Sesiones ICE.....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de un Proyecto.....	21
Figura 2. Desarrollo de la definición BIM.....	22
Figura 3. Madurez BIM dividida en tres etapas.....	25
Figura 4. Lista de tipos de pasos para etapas BIM .....	28
Figura 5. Dimensiones BIM.....	32
Figura 6. Plan estratégico – Comité BIM del Perú .....	33
Figura 7. Representación gráfica de la pregunta 1.....	49
Figura 8. Representación gráfica de la pregunta 2.....	50
Figura 9. Representación gráfica de la pregunta 3.....	51
Figura 10. Representación gráfica de la pregunta 4.....	53
Figura 11. Representación gráfica de la pregunta 5.....	54
Figura 12. Representación gráfica de la pregunta 6.....	56
Figura 13. Representación gráfica de la pregunta 7.....	57
Figura 14. Representación gráfica de la pregunta 8.....	59
Figura 15. Representación gráfica de la pregunta 9.....	60
Figura 16. Representación gráfica de la pregunta 10.....	62
Figura 17. Representación gráfica de la pregunta 11.....	63
Figura 18. Representación gráfica de la pregunta 11.....	64
Figura 19. Representación gráfica de la pregunta 13.....	66
Figura 20. Representación gráfica de la pregunta 14.....	67
Figura 21. Representación gráfica de la pregunta 15.....	69

Figura 22. Representación gráfica de la pregunta 16.....	70
Figura 23. Representación gráfica de la pregunta 17.....	72
Figura 24. Representación gráfica de la pregunta 18.....	73
Figura 25. Representación gráfica de la pregunta 19.....	74
Figura 26. Representación gráfica de la pregunta 20.....	76
Figura 27. Representación gráfica de la pregunta 21.....	77
Figura 28. Tabla de áreas de la distribución t-Student .....	115
Figura 29. Región de aceptación Tabla t-Student.....	116
Figura 30. Cronograma de Coordinación BIM .....	83
Figura 31. Modelo arquitectónico.....	85
Figura 32. Modelo estructural.....	86
Figura 33. Modelo MEP – Instalaciones Sanitarias.....	87
Figura 34. Modelo MEP – Instalaciones Eléctricas.....	87
Figura 35. Metrado del volumen de concreto en zapatas .....	88
Figura 36. Metrado del acero en los elementos estructurales .....	89
Figura 37. Detección de conflictos en Navisworks .....	90
Figura 38. Recorrido virtual del 1er nivel en Navisworks.....	90
Figura 39. Recorrido virtual del 2do nivel en Navisworks.....	91
Figura 40. Recorrido virtual de baños en Navisworks.....	91
Figura 41. Incompatibilidad en la placa del ascensor .....	92
Figura 42. Incompatibilidad entre los parapetos y las vigas.....	93
Figura 43. Incompatibilidad entre columna en plano de estructuras y arquitectura .....	93

Figura 44. Incompatibilidad entre el tablero general empotrado al muro de albañilería	94
Figura 45. Incompatibilidad entre las tuberías de desagüe y el muro de albañilería	95
Figura 46. Incompatibilidad entre la luminaria y la viga	95
Figura 47. Incompatibilidad entre las tuberías de desagüe y los cimientos corridos	96
Figura 48. Incompatibilidad entre el 1er nivel y 2do nivel en planos de arquitectura	97
Figura 49. Incompatibilidad entre el cimiento de la escalera y zapatas	97
Figura 50. Interferencia entre tuberías para instalaciones eléctricas y acero	98
Figura 51. Interferencia entre tuberías de desagüe y agua fría y sobrecimiento armado	99
Figura 52. Interferencia entre piso y tubería de instalaciones eléctricas	99
Figura 53. Interferencia entre tuberías de instalaciones sanitarias	100
Figura 54. Interferencia entre tuberías de instalaciones eléctricas	100
Figura 55. Modelo integrado en Navisworks	101
Figura 56. Inicio de simulación	102
Figura 57. Fin de simulación	103
Figura 58. Modelo compatibilizado e integrado	105
Figura 59. Clasificación de RFI utilizando la tecnología CAD	106
Figura 60. Clasificación de las Deficiencias del diseño CAD	107
Figura 61. Tipos de RFI utilizando la metodología BIM	108
Figura 62. RFI por especialidad mediante la metodología BIM	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Matriz de Consistencia .....	131
Anexo B. Cantidad de Ingenieros Civiles.....	132
Anexo C. Modelo de Encuesta .....	133
Anexo D. Informe de Juicio de Expertos.....	138
Anexo E. Planos CAD de Arquitectura .....	140
Anexo F. Planos CAD de Estructuras.....	142
Anexo G. Planos CAD de Instalaciones Sanitarias .....	147
Anexo H. Planos CAD de Instalaciones Eléctricas .....	150

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna.

**Metodología:** Es una investigación aplicada, debido a que es la que resuelve inconvenientes prácticos, busca nuevos conocimientos para lograr ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. Esta investigación tiene como fin utilizar la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna, siendo de tipo de diseño No experimental, debido a que evalúa una situación, sociedad, acontecimiento, fenómeno en un punto del tiempo y determina o ubica cuál es la interacción entre un grupo de variables en un rato, dirigida a mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna.

**Resultados:** Mediante las encuestas se pudo analizar el estado situacional, se obtuvo lo siguiente: un bajo nivel de conocimiento sobre la Metodología BIM de parte de los encuestados, luego de haber aplicado las herramientas BIM se obtuvo las incompatibilidades e interferencias que fueron resueltas anticipadamente y finalmente los expertos validaron la propuesta de aplicación con un nivel de confianza del 95%.

**Conclusiones:** Se concluye que la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling), es viable y óptima, ya que se pudo solucionar 953 de 1040 incompatibilidades e interferencias detectadas, tal como lo demuestra el caso del proyecto “Centro Comercial Bohemias Tacneñas”, mediante la compatibilización del modelo 4D en la etapa de diseño que aporta una visión global del impacto de cada cambio y de la exactitud y rapidez del flujo de información, anticipándonos a estos errores y realizando las correcciones necesarias en su debida oportunidad. Por ende, se redujo la cantidad de RFI en un 92%.

**Palabras Clave:** Metodología BIM, alcance, diseño, CAD, LOD, REVIT, Navisworks.



## ABSTRACT

**Objective:** To determine the influence with the application of the BIM Methodology (Building Information Modeling) to improve the scopes in the design stage in Projects of Shopping Centers in the City of Tacna.

**Methodology:** It is an applied research, because it is the one that solves practical problems, it looks for new knowledge to be applied in the field of civil engineering. The purpose of this research is to use the BIM Methodology (Building Information Modeling) to improve the scope in the design stage of shopping center projects in the city of Tacna. It is a non-experimental design, because it evaluates a situation, society, event, phenomenon at a point in time and determines or locates the interaction between a group of variables at a time, aimed at improving the scope in the design stage of shopping center projects in the city of Tacna.

**Results:** By means of the surveys it was possible to analyze the situational state, the following was obtained: a low level of knowledge about the BIM Methodology on the part of those surveyed, after having applied the BIM tools the incompatibilities and interferences were obtained, which were resolved in advance and finally the experts validated the application proposal with a 95% confidence level.

**Conclusions:** It is concluded that the influence with the application of the BIM Methodology (Building Information Modeling), is viable and optimal, since it was possible to solve 953 of 1040 incompatibilities and interferences detected, as it is demonstrated in the case of the project "Centro Comercial Bohemias Tacneñas", by means of the compatibility of the 4D model in the design stage that contributes a global vision of the impact of each change and of the accuracy and speed of the information flow, anticipating to these errors and making the necessary corrections in its due opportunity. As a result, the amount of RFI was reduced by 92%.

**Keywords:** BIM Methodology, scope, design, CAD, LOD, REVIT, Navisworks.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en Tacna se vienen elaborando múltiples proyectos de infraestructura tales como hospitales, residenciales, centros comerciales, instituciones educativas entre otros; cuyo diseño arquitectónico, estructural y detalles en instalaciones comprende procesos constructivos no convencionales.

En este contexto, cada vez los requerimientos de estos proyectos son más aventurados y requieren un nivel de detalle avanzado en la etapa de diseño. Sin embargo, ante estos cambios progresivos, en Tacna se siguen usando el sistema tradicional en la concepción del proyecto. Por lo que como respuesta tienden al riesgo de contemplar una serie de ineficiencias en la etapa de ejecución.

Diversas definiciones del BIM se hallan en los textos académicos; algunos lo definen como una tecnología, otros como una metodología y hasta como una filosofía. Al margen del imprescindible empleo de sus softwares o tecnología para llevarlo a cabo, lo cierto es que implementar el BIM en los proyectos supone algunos cambios en los procesos de la organización y quienes lo logran con éxito reconocen que hicieron algunos ajustes en su “filosofía de trabajo” sobre todo en la integración de los involucrados y en la comunicación fluida y abierta.

El BIM en la ciudad de Tacna no ha tenido una evolución significativa por diferentes aspectos culturales, rechazan su aplicación en la etapa de diseño argumentando que su aplicación es muy cara, no posee el potencial de resolver los inconvenientes

surgentes y que ni siquiera compensa al retorno de la inversión.

Por esto, la presente tesis nace con el fin de determinar la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de Centros Comerciales y como objetivos específicos: analizar el diagnóstico situacional de la aplicación BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna, aplicar las herramientas BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna y validar la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna por los expertos.

Para poder realizar esta investigación, se diseña un centro comercial aplicando la metodología BIM, mediante el uso de los softwares Revit y Navisworks y una coordinación óptima para detectar y solucionar los problemas nacientes en la etapa de diseño y la compatibilización entre las especialidades involucradas en el proyecto. Asimismo, se realiza encuestas y entrevistas a ingenieros civiles para conocer el contexto tacneño.

Para ello, se tuvo como base otras investigaciones desarrolladas, tanto nacionales e internacionales.

El presente trabajo de investigación está compuesto de cinco capítulos los cuales se hace mención a continuación:

En el capítulo I (El problema) se describe la formulación del problema, justificando la investigación, planteando los objetivos principales y específicos, finalmente definimos la hipótesis general y específicas de la investigación.

En el capítulo II (Marco Teórico) se detallan los antecedentes del estudio, las bases teóricas en relación a las dos variables (1) Variable independiente (Metodología BIM) y (2) Variable Dependiente (Los alcances en la etapa de diseño) y la definición de términos.

En el capítulo III (Marco metodológico) definimos el tipo y diseño de la investigación, la población y/o muestra de estudio, operacionalización de variables, las técnicas de recolección de datos y los análisis estadísticos de datos a aplicar.

En el capítulo IV (Resultados), contiene tres subcapítulos: (1) Diagnóstico situacional, se analizó la información obtenida de las encuestas aplicadas, sobre los datos generales del encuestado, el conocimiento del problema y la percepción de la necesidad de una propuesta de innovación, (2) Aplicación de la Metodología BIM, se presenta el modelado del Centro Comercial Bohemias Tacneñas haciendo uso de las herramientas BIM, donde se detallan los precedentes, equipo BIM y la infraestructura tecnológica BIM y (3) Validación de expertos, se detallan los resultados obtenidos mediante la validación de los expertos y la confrontación de la hipótesis general.

En el capítulo V (Discusión), se detalla la confrontación de resultados con otras investigaciones similares a la propuesta, respecto al alcance referente con la aplicación de la metodología BIM utilizada en esta investigación.

Para finalizar, se describen las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó con la presente investigación y se adjuntan los anexos.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Es de conocimiento global que la industria de la construcción es una de las más indispensables actualmente, debido a que un país, una ciudad, comunidad necesita parte de este sector para poder determinar su desarrollo económico y social. Sin embargo, a medida que la construcción se ejecute de forma eficiente y sostenible, se reflejara competitividad, permitiendo la mejora en dicho sector y demás.

También, en la actualidad la industria considerada como la más ineficiente es la de construcción, por estar ostenta a cambios y adopciones tardías de los avances tecnológicos. En este sentido, la necesidad de actualizarse e incorporar nuevas tecnologías a los procesos ya existentes, trae consigo un aporte experimental significativo.

De acuerdo con Eyzaguirre (2015), el aporte que el mundo actualmente demanda ofreciendo cambios tecnológicos en los proyectos de construcción, se muestra en la escasa y tardía integración interdisciplinaria, en el desarrollo de las tecnologías de información e innovación de nuevas ideas de gestión. Sin embargo, los requerimientos de eficiencia, productividad, calidad, tiempo y precios de los proyectos; pide al sector, ni siquiera permanecer ajeno al aumento de la tecnología, debido a que se necesita llevar a cabo mejoras en la administración de la creación, aumentando la productividad de la mano de obra especializada y profesional, así como los medios y técnicas de organización.

A lo largo de un enorme lapso de tiempo en la ciudad de Tacna, se ha manejado toda la información técnica de proyectos por medio de planimetrías en 2D, sin la utilización de ningún tipo de metodología que se preocupe por la sostenibilidad y la adhesión de un plan. La carencia de depuración de procesos, automatización y la interferencia comunicativa de los expertos encargados de la elaboración de expedientes técnicos, evidencian la necesidad de utilizar novedosas tecnologías en el proceso de diseño del sector de la construcción tanto público como privado.

Conforme a esta problemática, diferentes disciplinas de la ingeniería en todo el mundo poseen la labor de desarrollar una tecnología capaz de unificar, mejorar y agilizar los diferentes procesos que atraviesa una obra civil a partir de su concepción. No obstante, una de las metodologías aplicables en el Perú, conocida como BIM (Building Information Modeling), nos posibilita la utilización de la información de forma coordinada, coherente, computable y continua, por medio de una red, con ingreso para distintas personas simultáneamente. Es un software que permiten modelar el plan en 3 magnitudes y adicionar información a los mismos para la administración del plan mediante un modelo 3D que, actualiza automáticamente cada una de las vistas del proyecto (planos, elevaciones, cortes, etc.). De esta forma, permitiéndonos apoyar al desarrollo sustentable del sector construcción.

De todo lo descrito, se puede concluir que el problema radica en la falta de integración de las especialidades y el trabajo colaborativo entre todos los especialistas, por ende, se presentan problemas como las incompatibilidades e interferencias entre

elementos, así también la falta de información, deficiencias en el desarrollo del diseño/ingeniería, omisiones, información no clara o confusa, entre otros. Con esto queda en prueba, la necesidad de iniciar a desarrollar trabajos de averiguación que aporten información importante sobre esta metodología, especialmente que ayuden a conocer y entender la modalidad de operación, las propiedades y los beneficios que da los instrumentos BIM (Building Information Modeling) y que logren servir de alusión y orientación para alumnos universitarios y expertos en ejercicio al instante de diseñar o modelar una construcción.

Ante ello, es pertinente efectuar las siguientes preguntas ¿Los ingenieros civiles de la ciudad de Tacna tienen conocimiento acerca de la Metodología BIM (Building Information Modeling)? ¿El uso de la Metodología BIM (Building Information Modeling) es inadecuada o nula? ¿BIM o CAD?

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema Principal**

¿Cuál es la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna?



### **1.2.2 Problemas Secundarios**

- a) ¿Cuál es la situación actual de la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna?
- b) ¿Cuál es el nivel de mejora de los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales, después de la aplicación de las herramientas BIM (Building Information Modeling)?
- c) ¿Cuál es la opinión de los expertos respecto a la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La industria de la construcción, viene a formar parte de uno de los sectores más importantes del país y el mundo, debido a que esta conlleva una amplia relación con el derecho humano; por lo que es imprescindible la consumación eficiente de obras de construcción para lograr un correcto bien común. No obstante, hoy en día este sector posee diversas deficiencias en cuanto a la planificación, diseño, ejecución y término.

Esta investigación se justifica porque busca eliminar las incompatibilidades e interferencias entre especialidades existentes en la etapa de diseño, usando la metodología BIM (Building Information Modeling) para contribuir en la mejora de la planificación,

reducir la incertidumbre y ayudar con una mejor comunicación. Para efectos de llevar a cabo el cumplimiento del segundo hito del plan nacional de competitividad y productividad; la Dirección general de programación multianual de inversiones (2020), ha elaborado el plan de implementación y hoja de ruta del plan BIM, donde señala que la adopción de BIM es eficiente, ya que es un requisito para el sector construcción contar con un marco nacional BIM de Perú, para garantizar la claridad y coherencia de su aplicación e implementación en diferentes sectores de la industria nacional.

“El DS 289-2019-EF hace referencia fundamental sobre la implementación del Plan BIM Perú, con el objetivo de minimizar sobrecostos y atrasos en la ejecución de infraestructura pública, hacer más eficiente su operación y mantenimiento para propiciar la transparencia de la inversión pública”. (MEF, 2019)

Además, Nieto (2016), señala que el BIM es el paradigma del futuro del diseño, tal y como lo fue el CAD. También se dice que en un no muy lejano cercano estos diseños arquitectónicos, estructurales y análisis de elementos finitos se unan en una sola herramienta tecnológica, por lo que conocer el manejo de REVIT representaría una enorme ventaja en el campo ocupacional del Ingeniero Civil.

Con interacción a la problemática Alcántara (2013), hace hincapié en las deficiencias del proceso de participación, comunicación e unión entre los especialistas de diseño e ingeniería que se encargan netamente de la preparación de documentos para la creación (planos y especificaciones técnicas), esto a lo largo de la fase de diseño.

No obstante, la realización de esta investigación nace a raíz de dicha problemática, que engloba necesidades, tales como el uso de herramientas tecnológicas adaptadas a las condiciones de nuestra realidad, como es la metodología BIM a través de Revit y Navisworks; quien pueda permitirnos mejorar aspectos durante la etapa de diseño. Por eso se decide experimentar directamente con el uso de esta nueva tecnología, el cual permite estudiar cómo hacer aplicaciones específicas y conocer su verdadero impacto en el entorno de trabajo en comparación al sistema tradicional.

De tal manera, se propone esta tesis de pre-grado titulada “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA”, la cual aportará recursos básicos para otras indagaciones con interacción a la tecnología BIM. Por eso, esta investigación pretende contribuir a las mejoras en tiempo, costo y calidad con el uso de las herramientas BIM dentro de los proyectos de Centros Comerciales, mejorando así el porcentaje de éxito de las empresas constructoras.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a) Analizar el diagnóstico situacional de la aplicación BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna.
- b) Aplicar las herramientas BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna.
- c) Validar la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna por los expertos.

## **1.5 HIPÓTESIS**

### **1.5.1 Hipótesis General**

La influencia de la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) mejora significativamente los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna.

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- a) El uso y aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna es bajo.

- b) La aplicación de las herramientas BIM (Building Information Modeling) mejora los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna.
  
- c) La validación por los expertos demuestra que es viable la aplicación de la metodología BIM para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la ciudad de Tacna.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

En base a la revisión bibliográfica efectuada, se destacan los siguientes antecedentes, se tiene:

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

Una investigación realizada en Santiago de Chile por Tabilo (2019), compone a un estudio de la metodología BIM en la gestión de construcción y aplicación demostrativa, donde el objetivo de estudio fue “desarrollar y aplicar la metodología BIM en la gestión de construcción de un edificio residencial en altura”.

Donde, se propuso la metodología para aplicar a una empresa constructora dedicada al rubro de edificación de edificios residenciales, a partir de un diseño ya definido para promover la aplicación de la metodología BIM en la gestión de la construcción observando sus beneficios. Por lo que, concluye que Revit es un software nuevo muy utilizado, que se ha impuesto positivamente en el mercado por el respaldo de Autodesk y se destaca principalmente por dos peculiaridades:

- Tiene una estructura muy potente interna de información, que obliga a estructurar el proyecto, por lo tanto, la información es fácil de clasificar y categorizar.

- Tiene un “API”, Application Programming Interfaces (Interfaces de programación de aplicaciones) que permite escribir un programa dentro y permite que Revit haga funciones que no hace de forma nativa (p.84)

Del mismo modo, Vera (2018) desarrolló una investigación denominada aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. Modelo BIM 5D Costes, con el objeto de aplicar la tecnología BIM para la construcción de una obra lineal, modelando un corredor de transporte que da acceso a una zona industrial, en un tramo donde transcurren de forma paralela una carretera y una vía ferroviaria.

Llegando a la conclusión, que dicha metodología abarca cambio de archivos, interoperabilidad, inclusión de planificación y presupuestos; lo cual, no es adecuada para la ejecución de obras civiles, como es el caso de las infraestructuras lineales principalmente. Sin embargo, en el grado de interoperabilidad entre softwares de diseño, planificación y/o costos no existen referencias a nivel de documentos, lo que da muestra del nivel de desarrollo (p.11).

Asimismo, Chacón & Cuervo (2017), desempeñaron un estudio denominado implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit, realizando una evaluación del estado de arte de la mencionada metodología, identificando medios de aprendizaje y creando una guía que sirva para el desarrollo de un modelo BIM. Por lo que, afirman que los softwares BIM son el futuro de la industria de

la construcción, tal es el caso del software Revit, ya que es una herramienta primordial para el desarrollo de un modelo BIM, debido a que nos permite modelar un proyecto desde planos y elementos parametrizados (familias), cuya información se rige desde dimensiones, resistencia, propiedades físicas, costo, partida y muchos más, inclusive se puede optar por la creación de nuevos parámetros demandados (p.8).

Con respecto a lo anterior, Sánchez (2017), también desarrolló una investigación denominada aplicación de la metodología BIM (modelación de la información en la construcción) a un proyecto de interés social, tesis para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería de la Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en la que se concluye que “según el punto de vista vigente, el uso de estas herramientas BIM, con la inserción de revisiones visuales, nos concede realizar mejoras en la causa del empalme de diversas ramas en un momento dado. Por otro lado, el conocimiento de las actividades planificadas, vistas desde el formato 3D, nos permitirá generar revisiones que evalúan una secuencia lógica de los trabajos, tanto en tiempo y espacio, obedeciendo la vinculación de varias áreas” (p.10).

Asimismo, Nieto (2016), realizó una investigación denominada manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, con el objeto de estudio propiamente de estudiar la propuesta de la metodología BIM (Software REVIT); conociendo e investigando el manejo del software, identificando ventajas de modelar estructuras y definiendo su alcance.



Donde, concluye que “al diseñar y construir un proyecto virtualmente con la herramienta REVIT, se puede realizar correcciones de todo tipo de disyunciones, que suelen presentarse entre el diseño arquitectónico y la ingeniería estructural, en hidrosanitaria, eléctrica, electrónica y mecánica; lo que obliga al constructor a cambiar el diseño original e incluso incita a variaciones significativas en el presupuesto” (p.5).

De igual forma, en un estudio realizado en el país de Chile – BIM forum por Eliash (2015), se precisa el desarrollo de una investigación denominada entendiendo el uso de BIM en los procesos de diseño y coordinación de especialidades en Chile, tesis de Maestría de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde se tuvo como objetivo principal “comprender como las empresas y los profesionales de la industria de la construcción usan BIM en los procesos de diseño y coordinación de especialidades”, por ello se precisaron indicadores para definir el grado del uso de la metodología BIM.

Concluyendo que, “de acuerdo a la implementación de dichos indicadores, se pudo determinar que las empresas han ido generando conocimientos, procedimientos, estándares, metodologías de trabajo y capacidad del capital humano, principalmente. Lo que ha reconocido la importancia de la utilización de esta metodología y la capacidad significativa de entregar un servicio de alto nivel. Por lo que se considera relevante destacar, que el personal que realiza el uso de las metodologías BIM, se halla satisfecho con las herramientas que poseen las empresas” (p.7).

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

Por consiguiente, un estudio realizado por Candela & Carbajal (2019), efectuaron un Modelado virtual de información para el control de edificación del instituto de seguridad minera, distrito La Victoria, año-2019, tuvieron como objetivo primordial “mejorar el control de proyecto y contribuir en la solución de problemas que se originan cuando se ejecuta bajo un sistema tradicional”.

Por lo que, habiendo desarrollado el modelado y considerado las especificaciones necesarias, concluyeron que la implementación de este modelado virtual del proyecto de edificación, ayudó a esclarecer y pronosticar todos los RFI que se hubiesen mostrado durante el proyecto, debido a la presencia de incompatibilidades. Además, la implementación BIM y la fase 4D permitieron observar y/o implantar cronogramas más eficientes para la ejecución y detectar problemas antes de desempeñar alguna otra actividad (p.8).

Un estudio en correspondencia a lo preliminar se denomina mejora de la productividad en proyectos de edificación mediante el sistema de gestión BIM – LEAN, desarrollado por Choqueza (2019):

Tuvo como objetivo de estudio “dar a conocer un sistema moderno de gestión de la productividad en proyectos de edificación”, para lo cual, impartió conocimientos de la metodología BIM y filosofía Lean, propuso un sistema de gestión de productividad y lo comparó con el sistema tradicional. Ultimando que, “la metodología BIM-LEAN, no

busca sustituir el sistema tradicional, busca enriquecer agregando estabilidad al sistema en su conjunto. Asimismo, cabe mencionar que el sistema de gestión BIM-LEAN, aporta agilidad en la solución de imprevistos, anticipando eventos que puedan darse. El compromiso de la gente con el proyecto aumenta cada semana y al ver los resultados aumenta la motivación y la productividad, los tiempos de ejecución disminuyen y por ende se genera mayor rentabilidad y calidad en el proyecto” (p.11).

Martinez (2019), desarrolló una investigación denominada propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación, tesis de pregrado de la Universidad Nacional de Piura, que tiene como objeto de estudio “proponer una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM”, para lo cual presentó la situación actual del BIM en nuestro país, definió procesos de implementación, identificó técnicas y herramientas tecnológicas y finalmente integró procesos, técnicas y herramientas.

Por tanto, concluye que fue posible identificar las herramientas tecnológicas que brinda el BIM, resaltando principalmente a los softwares Revit y Navisworks por su buena compatibilización y complementación. Sin embargo, no esta demás destacar que el Revit permitió en general, modelar todas especialidades e integrarlas en uno sólo y Navisworks permitió gestionar la información brindada, logrando de esta manera, optimizar tiempo y recursos (p.15).

Tambien, Prado (2018), desarrolló una investigación denominada determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de

construcción, cuyo objetivo de estudio fue netamente “determinar los usos BIM que están alineados con los principios valorados por las agencias públicas peruanas (proyectos públicos)”, determinando los principios valorados y barreras observadas por los agentes públicos. Por sintetiza que “la metodología BIM propone muchos cambios respecto a la forma tradicional de trabajo. Uno de dichos cambios es la utilización de herramientas tecnológicas para el mejor conocimiento del plan y la obtención de resultados en mucho menor tiempo, por lo que vendría a ser más efectivo el proyecto. (p.4).

Villa (2017), desarrolló una investigación denominada implementación de tecnologías BIM-REVIT en los procesos de diseño de proyectos en la empresa consultora JC. INGENIEROS S.R.L, tesis de pregrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde el objeto de estudio fue “determinar los beneficios de la implementación de BIM-Revit”, observando la cantidad de partidas con diferenciación en sus metrados, evaluando los costos y comprobando el nivel de calidad del proyecto.

Concluyendo que, actualmente el BIM-Revit viene a ser una de las tecnologías más indispensables y necesarias para el diseño de proyectos, sean públicos o privados. Ya que, en el proyecto estudiado pudimos apreciar que dicha metodología nos permite descubrir errores en la etapa de diseño, lo que evitaría, probables sobre-costos en la ejecución (p.10).

Ayasta, Guillen & Izquierdo (2016), desarrollaron una investigación denominada aplicación de la tecnología BIM al facility management de un centro comercial en el Perú, cuyo objetivo de estudio fue “optimizar en tiempo y costo la operación y mantenimiento

de un centro comercial”, disponiendo de información en arquitectura actualizada y reduciendo el tiempo y costo en el levantamiento de información.

Concluyen que “el BIM a través del Navisworks o Revit, permite visualizar todos los ambientes e instalaciones del centro comercial, por lo cual es una herramienta que facilita la negociación con los clientes potenciales que desean alquilar ABL, ya que pueden ver gráficamente la mejor ubicación para sus negocios”(p.6).

De igual forma, un estudio realizado por Farfan & Chavil (2016) precisa el tema de análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas, con el objetivo de “evaluar el estado en el que se encuentra la implementación de la metodología BIM en las empresas peruanas”, desarrollando un análisis de los impactos que se producen su aplicación y el retorno de la inversión de la empresas.

Para lo cuál, ultiman que la tecnología BIM implica a diversos resultados beneficiosos que son corroborados con resultados reales de empresas extranjeras, que vienen usando desde tiempo atrás en sus proyectos; instaurando amplias expectativas en los usuarios que estan utilizando recientemente, en nuestro pais (p.6).

Del mismo modo, Goyzueta & Puma (2016), desempeñaron una investigación llamada implementación de la metodología BIM y el sistema Last Planner 4D para la mejora de gestión de la obra “residencial Montesol-Dolores - Tomo I”, con el objeto de estudio “implementar la metodología BIM y el sistema Last Planner 4D en la ejecución de etapas de pre-construcción y construcción”; diseñando una propuesta, aplicando

principios generales, simulando el proceso constructivo y comparando con el método tradicional conocido.

Por tanto, se llega a la conclusión que la aplicación de esta metodología, tiene una gran relevancia en la mejora del sistema de coordinación en el proyecto, ya que se puede identificar problemas y realizar las consultas respectivas en tiempo real, permitiendo optar por mejores soluciones, ahorrar tiempo y costo (p.5).

Apaza (2015), desarrolló la investigación denominada “Aplicación de la metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna”, cuyo objetivo principal fue “enseñar a mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna mediante el uso de las metodologías BIM”.

En la cual logró demostrar que la hipótesis principal de utilizar metodologías BIM, mejorará la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna, debido a que se cumple lo siguiente:

- Se obtuvieron metrados más confiables mediante las metodologías BIM.
- Se detectaron en total 211 interferencias e incompatibilidades mediante las metodologías BIM.
- Se optimizó el tiempo tanto en campo como en oficina mediante metodologías BIM (p.16).

De forma similar, Bances & Falla (2015), realizaron una investigación nombrada la tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles” en Trujillo-Perú, con el objeto de estudio “identificar la eficiencia que puede generar el uso de la tecnología BIM en el proyecto multifamiliar “Los Claveles”. Por lo que, luego de la implementación concluyeron que el uso de esta tecnología trae muchas ventajas en comparación al tradicional, como son:

- Con la utilización del CAD puede decirse que las elecciones son tomadas una vez terminados los planos para creación, mientras tanto que en un programa BIM tienen la posibilidad de tomar elecciones proactivas en cada una de los periodos del diseño.
- En el CAD el metrado se hace una vez que se poseen los planos constructivos, en lo que en el BIM el metrado está durante todo el diseño (p.4).

Asimismo, Siccha & Villarruel (2015), en su investigación denominada propuesta de ejecución constructiva de la obra “Los dijes del golf” para mejorar la productividad mediante el proceso BIM con el software Revit, en la ciudad de Trujillo del 2015; infieren y resaltan que gracias al software, se pudo desarrollar el modelamiento en 3D de la obra y en el diseño del modelado. Por lo que se encontró 30 incompatibilidades, las cuales se solucionaron en el modelamiento; evitándose así problemas posteriores (p.10).

Alcántara (2013), desarrolló también un estudio cuyo título lleva metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías

BIM, en la que concluye el hacer un modelado BIM-3D de la construcción posibilita equivocarnos virtualmente en el modelo 3D, ahorrando precios por procesos mal diseñados, ya que nos permite evaluar aspectos que mas adelante puedan facilitar un buen planeamiento y control de actividades (p.7)

En último lugar, Ulloa & Salinas (2013), ejecutaron una investigación denominada mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan, con el objeto de proponer avances en cada proceso. Lo que “sintetiza que para lograr implementar BIM, obedecen a establecer políticas de la mano con capacitaciones a un equipo de trabajo (internos y externos a la organización). Por lo que, se logró crear en los proyectistas la necesidad del uso de BIM, ya que los procesos son más eficientes y brindan confianza; todo gracias a los productos bien desarrollados y con toda la información necesaria.

De los primeros párrafos puntualizados se puede concretar que el objetivo fundamental de aplicar la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño es corregir las incompatibilidades, por lo que consta una adecuada comunicación de todas las especialidades, se obtiene una ingeniería más minuciosa, también cabe indicar la baja de las órdenes de cambio e incremento a las respuestas de los RFI, por lo cual ayuda y mejora la comunicación con los clientes. Asimismo, al implementar y fomentar el uso de la tecnología BIM conseguimos crear una elevada rentabilidad a las entidades y/o empresas en la ejecución de sus proyectos, por



consiguiente, la empresa tendrá una elevada ventaja competitiva en la industria de la construcción y lo llevará a destacar frente a sus competidores.

Bajo los argumentos especificados y en favor de continuar y aplicar estos procedimientos esta investigación propone la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar el alcance en la etapa de diseño en proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

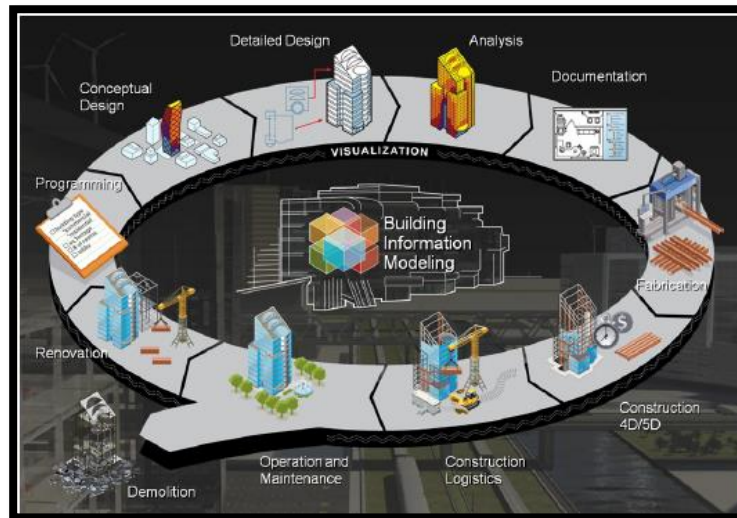
### **2.2.1 CONCEPTO BIM**

Según Eliash (2015), BIM en español significa modelado de información de la edificación. Cabe mencionar que hasta el momento no existe una definición exacta para este término.

De acuerdo con American Institute of Architects (2015), indica que el BIM es una alternativa digital de todas las particularidades de un proyecto. Por otro lado, el concepto “Model” puede explicar uno o diversos modelos utilizados en grupo. BIM también hace referencia al proceso y tecnología utilizados para producir el modelo.

Por otro lado, la National BIM Standards (2015), citado por Eliash (2015), alude que BIM es un perfil de las propiedades físicas y funcionales de una infraestructura. Es necesario señalar que un modelo BIM es una fuente colaborativa de datos acerca de la infraestructura, creando una base confidencial para elecciones

a lo largo de su periodo de vida.



*Figura 1. Ciclo de vida de un Proyecto*

*Fuente: Autodesk*

Si lo vemos desde un punto de vista tecnológico, de uno de los proveedores más significativos de softwares a nivel mundial en lo que respecta a la construcción; define al BIM como un modelo inteligente digital que permite colaborar, ayudar a planificar, diseñar, edificar y gestionar proyectos de construcción.(Autodesk, 2015)

Si las personas nos centramos en aspectos tecnológicos, consideraríamos que el BIM viene a formar parte de un modelo tridimensional paramétrico, incluyendo la geometría e información asociada, en cual vendría a ser utilizado eficientemente durante todo el periodo de vida del proyecto.

## 2.2.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL BIM

### 2.2.2.1 Orígenes y Evolución

Como es conocimiento nuestro, el BIM no viene a ser parte de alguien en particular, ya que este fluye a raíz de distintas contribuciones de información; las que involucran y enfatizan a los Estados Unidos, Japón y una parte del continente europeo. Esto, gracias a que se aprecian publicaciones y documentos disponibles de autores desde dichos países.

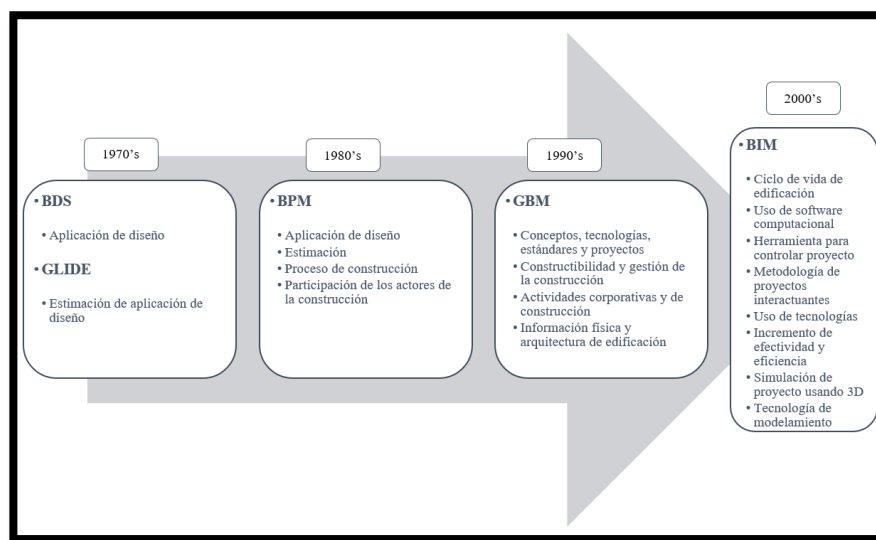


Figura 2. Desarrollo de la definición BIM

Fuente: Adaptado de Ahmad L., Brahim, J. & Fathi, M. (2014)

La metodología BIM nació a raíz del diseño CAD, el diseño clásico que todos conocemos, puesto que el primer programa CAM comercial, apareció en 1957 gracias al Dr. Hanratty, el que luego incursionó en gráficos provocados por

computadora, llegando al DAC, o diseño automatizado por computadoras. Se paso de dibujar planos a mano a realizarlos en computadora, este fue el primer sistema CAD/CAM.

Es necesario señalar que esta tecnología padeció varios cambios en la época, debido a que era primordial saciar los requerimientos de los enormes proyectos. Por lo cual diversas propiedades eran añadidas a estas herramientas, para disminuir tiempo de trabajo, errores de diseño, conseguir modelos de área y rígidos. Aun de esta forma, seguía siendo complejo editar, actualizar, ingresar y sustraer información de los modelos. Por esto, se creó la tecnología paramétrica, a fin de optimizar todo el proceso.

El International Foundation Class (IFC) se creó para permitir el flujo de datos por medio de las diferentes plataformas, realizando compatible un documento con diversos programas BIM en el año 1995.

El software Revit fue desarrollado por ArchiCAD, en el año 2000, programa que revolucionó el BIM por medio de la utilización de un motor de cambio paramétrico por medio de la programación dirigida a objetos y la construcción de una plataforma que permitía agregar la magnitud tiempo

En el año 2002 Revit ha sido comprado por Autodesk, compañía que se logró con varios softwares catalogables como BIM en aquel entonces, y que ha seguido desarrollándolos hasta el presente.

Es así como BIM ha alcanzado todas sus aristas en la época. El trabajo colaborativo, el diseño paramétrico, la bidireccionalidad de la información y bases de datos compartidas han concurrido a una misma metodología que se ha internalizado en numerosas organizaciones, tanto prestadoras de “servicios” BIM como en la misma interna de otras que han visto mejoras significativas en su aplicación.

Las experiencias actuales en la arquitectura, ingeniería y creación se fueron direccionando a la participación. Esto ha impactado significativamente a la industria, inclusive, llevando paulatinamente los contratos de licitación en camino a un sistema integrado de entrega de proyectos donde todos trabajan en un grupo de modelos BIM mutuamente disponibles.

Con el extenso recorrido que ha tenido esta tecnología, junto con sus resultados, son algunas las organizaciones y entidades que la usan en el planeta y son, además, más las naciones que adoptan esta modalidad de laborar, llegando inclusive a la institucionalización.

### **2.2.3 ETAPAS BIM**

Succar (2008) establece y propone períodos, por lo que deben pasar los comprendidos en AECO, para la ejecución BIM y que precisan el nivel de madurez en su aplicación. Dichas etapas se pueden dividir en Pre-BIM, tres etapas de madurez BIM y la etapa de Entrega de Proyecto Integrado (IPD).

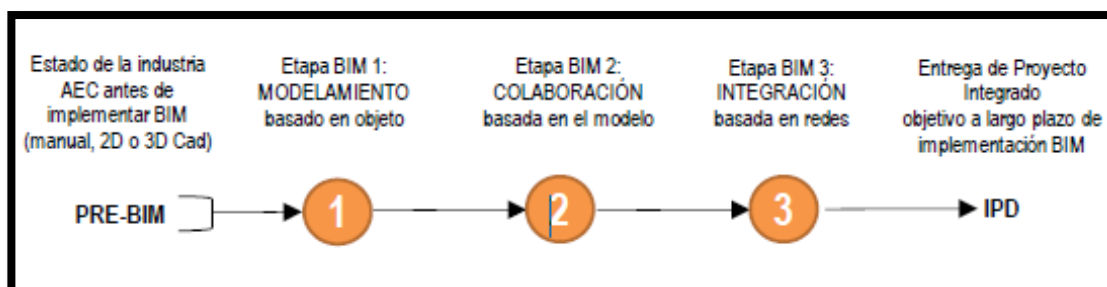


Figura 3. Madurez BIM dividida en tres etapas

Fuente: Succar (2008)

### 2.2.3.1 Pre – BIM

La industria de la construcción se identifica por las colaboraciones antagónicas y existe mucha dependencia en la documentación 2D para explicar la verdad 3D. Aunque las observaciones 3D son generadas, estas son constantemente incoherentes y se apoyan en documentación 2D y en detalles. Las porciones, estimaciones de precios y especificaciones ni siquiera son derivadas del modelo ni permanecen vinculadas a la documentación.

### 2.2.3.2 Etapa BIM 1 (Modelamiento basado en el objeto)

Por medio del uso de un programa paramétrico 3D con base en el objeto como ArchiCAD, Revit, Tekla, etc, se inicia la utilización BIM. En este periodo, los usuarios producen modelos independientes en cualquier etapa del plan (diseño, creación u operación). Los entregables del modelamiento son modelos para arquitectura o creación utilizados primordialmente para automatizar la generación y coordinación de la documentación 2D y visualización 3D.

### ***2.2.3.3 Etapa BIM 2 (Colaboración basada en el modelo)***

En este periodo los relacionados, luego de haber alcanzado vivencia en el desempeño del modelo, activamente colaboran entre sí. Esto incluye el trueque de modelos o piezas de éste por medio de diferentes formatos. Esta fase puede suceder en una etapa o entre etapas de un plan; ejemplificando: trueque de modelos de arquitectura y construcciones en el diseño, intercambios de modelos entre el diseño y la creación o entre el diseño y la operación.

Aun cuando la comunicación entre los relacionados todavía es asincrónica, las barreras entre éstos empiezan desaparecer. Los modelos poseen cada vez más detalle y reemplazan a los modelos utilizados en las demás fases.

### ***2.2.3.4 Etapa BIM 3 (Integración basada en redes)***

En este periodo modelos incluidos son creados, colaborados y progresivos colaborativamente durante cada una de las etapas del proyecto. Los modelos BIM en este periodo son interdisciplinarios que permiten estudio complicados en fases tempranas de diseño y creación.

Los entregables van más allá de sólo objetos con características puesto que además se incluyen los principios lean, políticas ecológicas y el precio completo del periodo de vida.

Para la utilización de esta fase se necesita un replanteamiento de las colaboraciones contractuales, modelos de asignación de peligros y flujos de métodos. Los prerrequisitos

para todos dichos cambios es la madurez de las tecnologías de programa y redes para que se consiga un modelo compartido interdisciplinario que provea un ingreso en 2 sentidos a todos los miembros.

#### ***2.2.3.5 Entrega de Proyectos Integrada (IPD)***

Según Succar (2008), el IPD representa la perspectiva a extenso plazo a la que debería apuntar BIM por medio de la fusión de las tecnologías, procesos y políticas.

El IPD es un enfoque que integra un grupo de personas, sistemas, construcciones de negocios y prácticas en un proceso que colaborativamente aprovecha los talentos e ideas de todos los competidores para optimizar los resultados del proyecto, aumentar costo para el propietario, minimizar desperdicio y maximizar la eficiencia por medio de cada una de las etapas de diseño, construcción y creación.

#### ***2.2.3.6 Entrega de Proyectos Integrada (IPD)***

Succar (2008) instituye una secuencia de pasos que deben ser cumplidos para lograr continuar entre los periodos de utilización BIM. Dichos pasos se han dividido en funcionalidad de los campos BIM (tecnología, proceso y política).

- Tecnología: programa, hardware y redes. Ejemplo: la disponibilidad de un instrumento BIM que posibilite la migración del dibujo a objetos.
- Proceso: liderazgo, infraestructura y recursos humanos. Ejemplo: procesos de participación y capacidades para compartir base de datos son necesarios para lograr una participación basada en el modelo (etapa 2).
- Políticas: contratos, regulaciones, averiguación y enseñanza. Ejemplo:



convenios contractuales con peligros compartidos y basados en alianzas son pre-requisitos para poder hacer prácticas integradas (etapa 3).

Dichos pasos además permiten evaluar los niveles de madurez de las empresas, qué pasos se consiguieron y qué pasos faltan llevar a cabo.

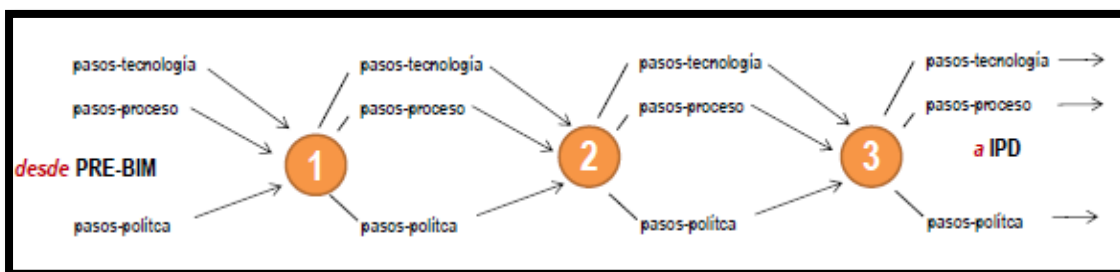


Figura 4. Lista de tipos de pasos para etapas BIM

Fuente: Succar (2008)

## 2.2.4 HERRAMIENTAS BIM

### 2.2.4.1 Autodesk Revit

Este es un programa que posibilita diseñar con recursos de modelación y dibujo paramétrico. La plataforma del programa es del todo distinta a la de AutoCAD debido a que posibilita a los usuarios diseñar tanto por medio de un modelo 3D como 2D. Mientras el cliente trabaja en el dibujo, Revit recopila datos sobre el proyecto de creación y coordina esta información por medio de cada una de las demás representaciones del plan. El motor de cambios paramétricos de Revit coordina automáticamente los cambios hechos en cualquier sitio, en vistas de modelo, hojas de dibujo, calendarios, secciones y planos.

Revit está compuesto por diversos softwares que contienen Revit Architecture,

Revit Structure and Revit MEP.

#### **2.2.4.2 *Navisworks***

Es una de las superiores herramientas que pudimos encontrar en la actualidad en el mercado para la visualización de proyectos, archivos y trabajos en 3D. Este programa se ha vuelto bastante famosa en el mercado corporativo y entre los expertos de las disciplinas de diseño arquitectónico, y ramas semejantes que ofrecen uso a los beneficios y beneficios que este instrumento puede tener para ellos.

El software Navisworks contribuye:

- La incorporación de especialidades en archivos Revit Architecture 2019 del Proyecto obteniendo un perfil digital final de la obra.
- La demostración de interferencias, incidencias y probables errores que en el momento de hacer la obra en la vida real logren surgir.
- La simulación de creación 4D para entender el fondo y saber cómo se realizará la creación del mismo.
- El estudio de la creación progresiva de la obra o de la figura en la vida real.

#### **2.2.4.3 *Bentley Systems***

Es un programa parecido al Revit pero que trabaja sobre MicroStation que es un programa CAD desarrollado por el mismo Bentley. En medio de las fortalezas que tiene es que posibilita laborar con maneras geométricas complicadas y con proyectos enormes que poseen bastantes detalles. Y entre sus debilidades es que tiene una interface difícil de aprender y navegar; y sus librerías de objetos son menos amplias.

#### ***2.2.4.4 Tekla Structures***

Es un programa de diseño de construcción asistida por computadora en 3D (tres dimensiones) para el diseño, descriptivo, despiece, construcción y montaje de toda clase de construcciones para la construcción. Por medio de Tekla es viable modelar por completo la composición metálica, logrando generar cualquier tipo composición, ni siquiera importando su tamaño o complejidad, todo lo mencionado siendo viable de una manera bastante fácil, con monumental exactitud y más que nada con monumental velocidad.

#### ***2.2.4.5 ArchiCAD***

ArchiCAD posibilita laborar al cliente con representaciones 2D o 3D en pantalla. Los diseños en "2 magnitudes" tienen la posibilidad de ser exportados en cualquier instante, inclusive en el modelo; la base de datos continuamente almacena los datos en "3 magnitudes". Planos, alzados y secciones son causados a partir del modelo del inmueble virtual de 3 magnitudes y son una y otra vez renovados.

### **2.2.5 DIMENSIONES BIM**

#### ***2.2.5.1 3D: Representación tridimensional del proyecto***

Comprende la representación 3D, a partir de toda la información recopilada que nos servirá como base para el resto del ciclo de vida del proyecto. La utilización de herramientas a la vanguardia para la ejecución de un modelo digital de una obra de creación posibilita brindar atención al detalle gráfico de nuestro diseño. Esto nos asegura

una representación realista de la parte estética y una óptima conexión geométrica con los recursos modelados.

#### **2.2.5.2 4D: Programación**

He aquí la primordial seña de identidad que caracteriza y diferencia a BIM de otras metodologías y/o softwares de trabajo clásicos: el dinamismo. A lo que hasta ahora podría considerarse algo estático se le aporta la dimensión del tiempo. De modo que podemos definir las fases del proyecto, establecer su planificación temporal; así como realizar simulaciones de parámetros temporales -ciclo de vida, sol, viento, energía, etc.

#### **2.2.5.3 5D: Análisis de costos**

Esta fase trata del control de costes y estimación de gastos del proyecto. El primordial objetivo de esta dimensión es mejorar la rentabilidad del proyecto.

#### **2.2.5.4 6D: Sostenibilidad**

Se trata del planteamiento y simulación de las alternativas contingentes y analizarlas, con el fin de establecer cuál de ellas es más correcta para ser hecha. Es decir, es una etapa de elección de la elección óptima teniendo presente cada una de las magnitudes del proyecto.

#### **2.2.5.5 7D: La gestión del ciclo de vida**

La administración del periodo de vida BIM representa un ámbito de administración en el cual se encuentra y organiza información en cuanto a una

infraestructura durante toda su historia eficaz. De esta manera, el programa almacena cada una de las propiedades de los recursos dispuestos en el plan, como por ejemplo magnitudes, costes, planes de mantenimiento, etc. Así, existe un proceso de modificación y retroalimentación continua que registra cada una de las variaciones entre el proyecto inicial y la verdad, de tal forma que exista una total correspondencia entre el modelo BIM y el resultado real.



*Figura 5. Dimensiones BIM*

Fuente: *Adaptación de Succar (2008)*

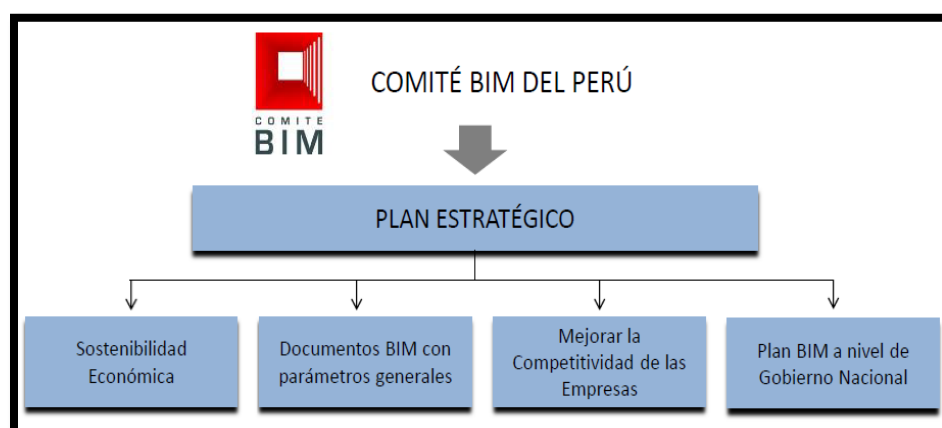
## 2.2.6 BIM EN EL PERÚ

### 2.2.6.1 Comité BIM

El Comité BIM del Perú, fue creado el seis de septiembre del 2012. Principalmente los miembros pertenecientes al Comité son profesionales expertos involucrados en su totalidad con el mundo BIM en todas sus etapas. Dicha organización lo avala y pertenece

al Instituto de la Construcción y el Desarrollo (ICD) de la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO. (BIM, 2019)

De acuerdo con Almonacid, Navarro, & Rodas (2015), el objetivo primordial del Comité BIM Perú es fomentar y difundir los beneficios de la Metodología a nivel nacional, así poder lograr conseguir una estandarización en el uso y aplicación del BIM, para así fomentar las buenas prácticas en la generación de modelos BIM en todo tipo de proyectos.



*Figura 6. Plan estratégico – Comité BIM del Perú*

*Fuente: Costos Educa (2018)*

### **2.2.6.2 Plan BIM - Perú**

Según el DS 289-2019-EF, establece que el Plan BIM como un hito y meta nacional en lo que respecta a la implementación gradual del uso y aplicación de la Metodología en todas las fases de inversión en las entidades estatales, todo esto previa coordinación con el sector privado y las universidades (MEF, 2019).

Es preciso recalcar que el Plan BIM Perú tiene como objetivo reducir los sobrecostos y atrasos en la realización de obras públicas, ya que hace más eficiente su operación y mantenimiento, así como favorecer la transparencia en los procesos de inversión estatal.

Tal como lo indica en el DS 289-2019-EF, el Plan BIM Perú comprende lo siguiente:

- En primera instancia se encuentra el análisis de la aplicación de BIM, así como la construcción de una línea de base que permita el alcance de su aplicación y el cálculo de sus resultados.
- Como segundo punto están las líneas de acción y objetivos prioritarios para la aplicación creciente de BIM.
- Seguidamente podemos encontrar la estrategia de implementación de estándares para el uso semejante de BIM.
- Posteriormente la táctica para el desarrollo de capacidades en el uso de BIM.
- A continuación, la táctica para la estandarización de requerimientos BIM.
- También están los lineamientos para la incorporación de tecnologías habilitantes para el uso de BIM.
- Igualmente podemos encontrar a la estrategia para la creación de bibliotecas de objetos e intercambio de información.

- Además, están las metas para la adopción obligatoria de BIM.
- Finalmente, la estrategia para la comunicación y propagación del uso de BIM.

### 2.2.7 GESTIÓN DEL ALCANCE

Según la Guía para la Gestión de Proyecto – PMBOK, la Gestión del Alcance del Proyecto se define como todos aquellos procedimientos conteniendo todos los trabajos necesarios para respaldarlo exitosamente. Considera estos procesos:

- a. **Planificar la Gestión del Alcance:** Consiste en la creación de un Plan de Gestión del Alcance del proyecto. Este informa qué se empleará para recopilar, definir, crear, validar y controlar el alcance de un proyecto.
- b. **Recopilar Requisitos:** Diagnostica los requerimientos de los interesados, con la finalidad de cumplir los objetivos que se desean del proyecto.
- c. **Definir el Alcance:** Describe detalladamente el proyecto.
- d. **Crear la EDT/WBS:** Desintegra el proyecto en entregables (trabajos) más pequeños y más sencillos de controlar.
- e. **Validar el Alcance:** Acepta formalmente los entregables (trabajos) terminados.
- f. **Controlar el Alcance:** Examina la situación actual del alcance del proyecto, así mismo administra los cambios sucedidos en la línea base del alcance.

Cabe recalcar que una carencia de información ocasiona inevitablemente que el presupuesto de obra sea mayor a lo estimado, a causa de los cambios emergentes propios



del mismo en la etapa de ejecución, que, sin embargo, pudieron ser resueltos con anticipación si se aplicara una correcta gestión del alcance.

### **2.2.8 CENTROS COMERCIALES**

El Peruano (2006), expresa la Norma A.070 - reglamento de edificaciones de nuestro país, la norma legal sobre comercio se denomina edificación comercial a aquella destinada a desarrollar actividades cuya finalidad es la comercialización de bienes o servicios. El Centro Comercial se define como una edificación que agrupan un conjunto de locales comerciales, tiendas por departamentos u oficinas con la finalidad de ofrecer la compra y venta de bienes, productos y/o servicios, etc.

Se clasifican en dos categorías de centros comerciales, según la ISCS (Internacional Council Of Shopping Center): Malls (Centros Comerciales) y Open Air Centers (Centros de aire libre). Y estas se subdividen en:

- a) Centros comerciales o Malls
  - Centro Regional: Comprende un espacio cerrado donde se ofrecen productos de perfumería, calzado, ropa, etc.
  - Súper Centro Regional: Comprende la misma decisión del Centro Regional, pero a gran escala, ofreciendo mayores opciones de compra.
- b) Centros comerciales al aire libre

- Centro del vecindario: Se define como un establecimiento donde se ofrecen alimentos y demás productos, generalmente se refiere al supermercado y comercios minoristas.
- Centro Comunitario: Generalmente se encontrará un supermercado, una farmacia incluyendo una tienda departamental cercana.
- Centro de “estilo de vida”: Se refiere a aquel centro comercial pequeño que adicionan depósitos, establecimientos de comida rápida y entretenimiento.
- Centro de poder: Por lo general, contienen depósitos de cadenas grandes.
- Centro de Descuentos: Se define como el centro comercial donde sus establecimientos ofrecen descuentos masivos permanentemente.

### **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

#### **a) BIM**

Metodología que se utiliza para la toma de decisiones en el diseño, construcción e incluso mantenimiento durante la línea de vida de un proyecto, lo que involucra una gestión de información detallada al alcance de todos los interesados del mismo (BIM Forum, 2017)

#### **b) Proyecto**

Trabajos temporales que se ejecutan para generar un producto o resultado (PMI, 2017).

#### **c) CAD**

Conjunto de herramientas tecnológicas tipo software utilizadas para el diseño o dibujo 2D y 3D que aplican diversas áreas como la de construcción.

**d) AutoCAD**

Software CAD usado para los dibujos 2D y también modelado tridimensional.

**e) Revit**

Software que tiene como función el modelado de información de construcción mediante objetos inteligentes y en tercera dimensión.

**f) Categoría**

Conjunto de familias que tienen en común el mismo comportamiento y/o función.

Ejemplo: Pilar estructural.

**g) Familia**

Conjunto de características (parámetros en común) que asocian largo, ancho, altura, tipo de material y acabado, visibilidad del gráfico, reglas de cálculo, etc. Ejemplo: Pilar estructural de concreto armado.

**h) Tipo**

Una familia se descompone en tipos, los cuales comparten la misma configuración, que puede ser una dimensión específica o tipo de estilo. Ejemplo: Pilar estructural de concreto armado tipo 1 (30x50cm)

**i) Elemento**

Elemento individual tridimensional que se asocia a una representación espacial.

**j) Navisworks**

Es una herramienta de la casa Autodesk destinada a la mejora de la calidad de los proyectos de construcción mediante técnicas de Gestión BIM.

**k) LOD**

Escala que informa hasta qué punto se ha desarrollado un elemento del modelo (geometría + información).

**l) RFI**

Proceso de comunicación utilizada para obtener información por escrito acerca de consultas sobre confirmación de interpretación o solicitar cierto detalle, especificación en los planos u otros documentos.

**m) Etapa de diseño**

Creación del expediente técnico: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos, memoria de cálculo, presupuesto, cronogramas, etc.

**n) Centros Comerciales**

Los centros comerciales son un conjunto de locales, tiendas, oficinas y áreas comunes, agrupadas en un espacio determinado. Tienen la finalidad de aglomerar clientes potenciales al presentarles diversidad de productos y servicios. Incluyen tiendas ancla, locatarios menores, patio de comidas, áreas comunes, áreas de servicio.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 Según su finalidad**

Es una investigación aplicada, debido a que es la que resuelve inconvenientes prácticos, busca nuevos conocimientos para lograr ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. Esta investigación tiene como fin utilizar la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna.

#### **3.1.2 De acuerdo a los tipos de datos analizados**

- a) Es una Investigación cuantitativa, ya que se conocieron todos los datos analizados del proyecto al principio y después los datos cuantificables conseguidos al ejercer la aplicación de la metodología BIM, y de esta forma, se contestó las interrogantes de la indagación y comprobamos las premisas y/o hipótesis establecidas de la tesis
- b) Es una Investigación cualitativa, una vez conseguidos los resultados después de la aplicación de la metodología BIM, se ha podido interpretar, y distinguir los beneficios de la Metodología en mención, por ende, los resultados de los objetivos específicos pudieron cumplirse, y de esta forma, llegar a cumplir el objetivo principal, dando como exitosa esta aplicación.

### 3.1.3 De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis

Su tipo de diseño de la presente investigación es No experimental:

- a) Es una Investigación detallada y/o descriptiva, ya que se implementó un modelado virtual de información por medio de la metodología BIM a un proyecto que se ejecutó por medio de un sistema clásico, se describirán las cambiantes de la averiguación que van a servir para establecer y estimar los resultados usando las herramientas BIM (Revit y Navisworks).
- b) Es una Averiguación explicativa, ya que se buscaron las razones y se explican las causas del mal control de construcción de un proyecto que se realizó bajo un sistema clásico en el que se relacionarán las variables con las metas del proyecto.
- c) Es una Investigación transversal, ya que se hizo una comparación de las dos metodologías; el sistema clásico y el BIM. Esta comparación ha sido elaborada en 2 periodos, a partir de un principio con el sistema clásico, y la utilización del BIM después. De igual manera, se pudieron mirar las distintas cambiantes en un solo instante debido a que se analizan la época de entrega y costes del proyecto.

## 3.2 POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

### 3.2.1 Población

- a. La población para la presente investigación lo conforma los proyectos de Centros Comerciales que se ejecutaron con el Sistema Tradicional en la ciudad de Tacna. Según Quiñonez (2016), en su investigación lo clasifica en:
  - Centros Comerciales y Tiendas para el hogar, como Solari Plaza (2011), Plaza Vea, La Genovesa y Maestro Home Center (2012).
  - Otras Edificaciones con fines comerciales, como Asociación Centro Comercial “Mercadillo Bolognesi”, Mercadillo 28 de Julio, Centro Comercial Polvos Rosados, Galerías Coronel Mendoza, Galería Comercial "Pacífico", Centro Comercial Túpac Amaru I, Centro Comercial Siempre Tacna / Francisco Antonio de Zela, Feria Lima, Asociación de Pequeños Comerciantes Minoristas "Luis Banchero Rossi", Asociación de Comerciantes Minoristas "Micaela Bastidas", Feria Caplina y Centro Comercial Tacna Centro.
  
- b. 1353 profesionales de Ingeniería Civil de la Región Tacna: Según la carta N°231-2020/CIP-CDT se identifica la proporción de ingenieros civiles (Ver anexo 1).

- c. La población de estudio para la validación del presente trabajo de investigación, serán 5 ingenieros con amplia experiencia en la Metodología BIM (Building Information Modeling).

### 3.2.2 Muestra

- a. La muestra (caso de estudio) corresponde al Proyecto “Centro Comercial Bohemias Tacneñas”, proyecto realizado dentro de la ciudad Heroica de Tacna.
- b. 90 profesionales de ingeniería civil que han elaborado, ejecutado y/o supervisado proyectos de construcción en la Región Tacna, periodo 2020: Para el cálculo del tamaño de la muestra, se usará la siguiente formula:
- Tamaño poblacional= 1353 (N)
  - Z= Nivel de confianza 95% (Z= 1.96 valor de la distribución normal estándar)
  - Proporción = 0.5 (P)
  - Error estándar = 0.10 (E)

$$n = \frac{1353 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(1353 - 1) * 0.10^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = 90$$



### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1.

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
X1: Metodología BIM (Building Information Modeling) Integración	Metodología que se utiliza para la toma de decisiones en el diseño, construcción e incluso mantenimiento durante la línea de vida de un proyecto.	Alto Moderado Bajo	Integración Trabajo Colaborativo Mejora continua Tiempo Calidad Costo
Y1: Los alcances en la etapa de diseño	La Gestión del Alcance del Proyecto se define como todos aquellos procedimientos conteniendo todos los trabajos necesarios para respaldarlo exitosamente.	Óptima Buena Regular Deficiente	Procesos de planificación Procesos de recopilación Procesos de ejecución Procesos de monitoreo y evaluación

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

#### 3.4.1 Técnicas

En la investigación se recopiló información sobre el estado situacional de la aplicación BIM (Building Information Modeling) a los profesionales de ingeniería civil que han participado en proyectos de construcción en la Región de Tacna y para ello se utilizarán las siguientes técnicas:

##### a) La Encuesta

Se aplicó como herramienta la encuesta a los ingenieros civiles que hayan participado en la preparación, ejecución y/o supervisión de proyectos, en la Ciudad de

Tacna. A quienes se les solicitó que evalúen todas las interrogantes y respondan con sinceridad, en funcionalidad a la problemática.

**b) La entrevista:**

Se realizarán entrevistas a los expertos en la materia identificados, a fin de que se valide la presente investigación aplicada.

**3.4.2 Instrumentos**

Los instrumentos para la recolección de datos serán los siguientes:

**a) Cuestionario:**

Se diseñó un formato de encuesta para las encuestas a las unidades de observación. Para el caso del diagnóstico, el cuestionario estuvo compuesto por tres componentes, el esquema fue el siguiente:

Componente N° 01: Datos generales del encuestado.

Componente N° 02: Conocimiento del problema.

Componente N° 03: Percepción de la propuesta.

Tabla 2.

*Cuestionario*

COMPONENTES	ÍTEM DE LA PREGUNTA
A.- Datos generales del encuestado	1,2,3,4
B.- Conocimiento del problema	5,6,7,8,9,10,11,12
C.-Percepción de calidad de la propuesta	13,14,15,16,17,18,19,20,21

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La recolección de datos se dará en la ciudad de Tacna proporcionada por el personal que se desempeñan como ingenieros civiles que han participado en la elaboración, ejecución y/o supervisión de proyectos de construcción en la región de Tacna, se procesará las encuestas. Se aplicará las técnicas de análisis estadístico descriptivo, para el cual se usará el Software SPSS.

La información compilada permitirá diferenciar y validar las hipótesis planteadas, con un análisis concluyente que sustente y valide la hipótesis y permita formular propuestas que amplíen la investigación sobre el área de estudio.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

#### 4.1.1 ESQUEMA DE LA ENCUESTA REALIZADA

Los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados a los encuestados, se estructuraron secuencialmente mediante tablas y gráficos trabajados con frecuencias porcentuales; asimismo se ha realizado su análisis o interpretación en función a los objetivos de la investigación.

Para ello, el procesamiento y análisis de datos se realizó con el programa estadístico SPSS.

La información procesada se presenta según el siguiente orden:

##### ***4.1.1.1 Estudio estadístico sobre los datos en general del encuestado***

- Estudio de resumen de la información estadística procesada.

##### ***4.1.1.2 Estudio estadístico sobre el entendimiento del problema***

- Estudio de resumen de la información estadística procesada.

##### ***4.1.1.3 Estudio estadístico sobre la percepción de calidad de la iniciativa***

- Estudio de resumen de la información estadística procesada.

#### 4.1.1.4 *Recapitulación de los resultados producto del proceso*

- a) Enunciado de la interrogante.
- b) Representación de la tabla con los datos obtenidos.
- c) Representación gráfica SPSS.
- d) Estudio e interpretación de datos

### 4.1.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

#### 4.1.2.1 *Estudio estadístico sobre los datos en general del encuestado*

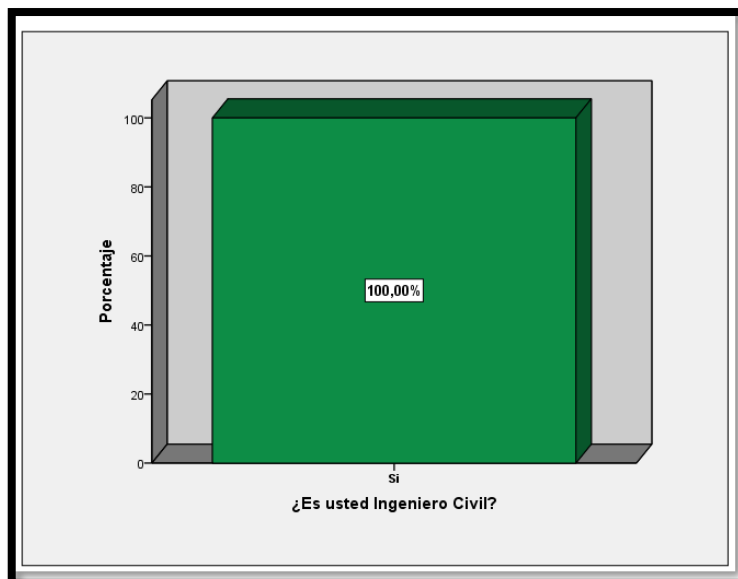
#### **Pregunta N° 01: ¿Es usted Ingeniero Civil?**

Tabla 3.

*Profesión*

<b>PROFESIÓN</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Si	90.00	100.00
No	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 7. Representación gráfica de la pregunta 1*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Comentario de los resultados:**

Se aprecia que en la tabla 3 y figura 7, comprende los datos referentes a la profesión de los encuestados, quienes se desempeñan en la elaboración, ejecución de y/o supervisión de obras de construcción en la ciudad de Tacna, se observa que el 100% son ingenieros civiles.

Por ende, se concluye que 100% de profesionales encuestados en su totalidad fueron Ingenieros Civiles quienes participan en la elaboración, ejecución de y/o supervisión de obras de construcción en la ciudad de Tacna.

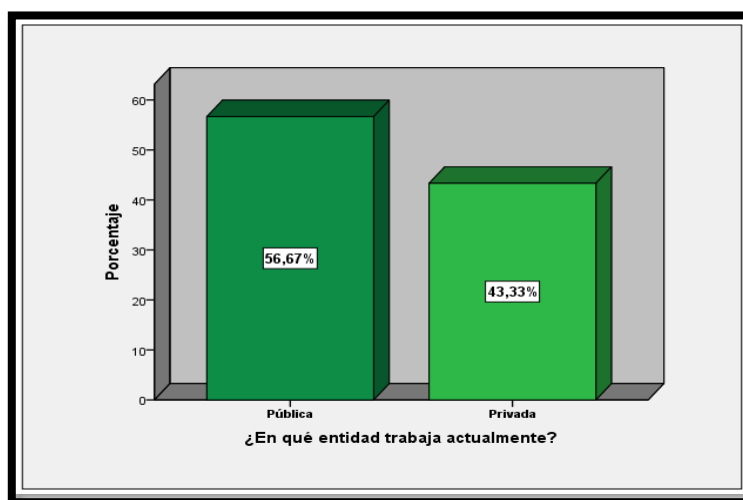
### Pregunta N° 02: ¿En qué entidad trabaja actualmente?

Tabla 4.

*Centro de trabajo*

Centro de trabajo	F.A.	(%)
Pública	51.00	56.67
Privada	39.00	43.33
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 8. Representación gráfica de la pregunta 2*

*Fuente: Elaboración propia*

#### **Comentario de los resultados:**

Se aprecia que en la tabla 4 y figura 8 comprende los datos referentes al lugar de trabajo de los encuestados, quienes se desempeñan en la elaboración, ejecución de y/o supervisión de obras de construcción en la ciudad de Tacna, se observa que el 56.50% de profesionales labora en la entidad pública y el 43.50% labora en el sector privado.

Por ende, se concluye que del 100% de profesionales encuestados la mayor parte labora en la entidad pública con un 56.50% y el resto trabaja en el sector privado.

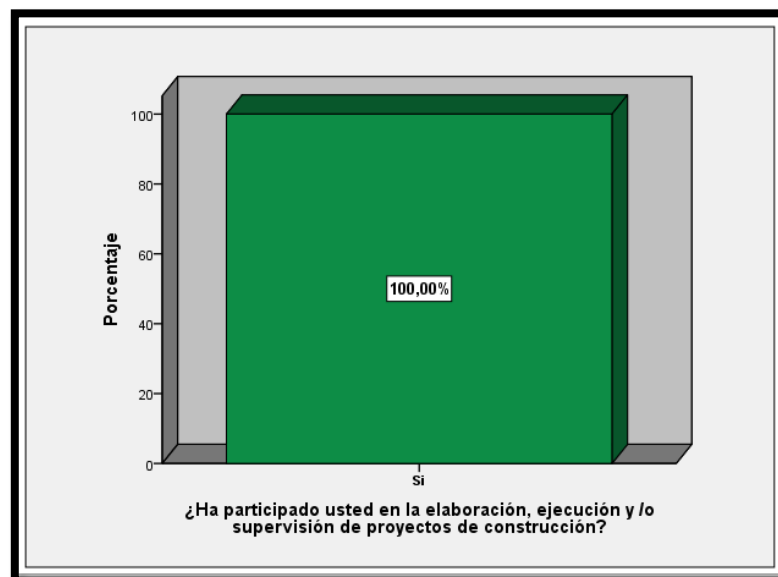
**Pregunta N° 03: ¿Ha participado usted en la elaboración, ejecución y /o supervisión de proyectos de construcción?**

Tabla 5.

*Participación en obras de construcción*

<b>PARTICIPACIÓN EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Si	90.00	100.00
No	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 9. Representación gráfica de la pregunta 3*

*Fuente: Elaboración propia*



### Comentario de los resultados:

Se aprecia que en la tabla 5 y figura 9 comprende los datos referentes a la participación de los encuestados en la elaboración, ejecución de y/o supervisión de obras de construcción en la ciudad de Tacna, se observa que el **100.00%** de profesionales participaron en obras de construcción.

Por ende, se concluye que del 100% de profesionales encuestados participaron en la elaboración, ejecución de y/o supervisión de obras de construcción en la ciudad de Tacna.

### Pregunta N° 04: ¿Cuántos años de experiencia tiene usted elaborando, ejecutando y/o supervisando proyectos de construcción?

Tabla 6.

#### *Experiencia laboral*

<b>EXPERIENCIA LABORAL</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
6 meses a 1 año	16.00	17.78
De 1 año a 5 años	24.00	26.67
De 5 años a 10 años	32.00	35.56
De 10 años a 15 años	13.00	14.44
Mayor a 15 años	5.00	5.56
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

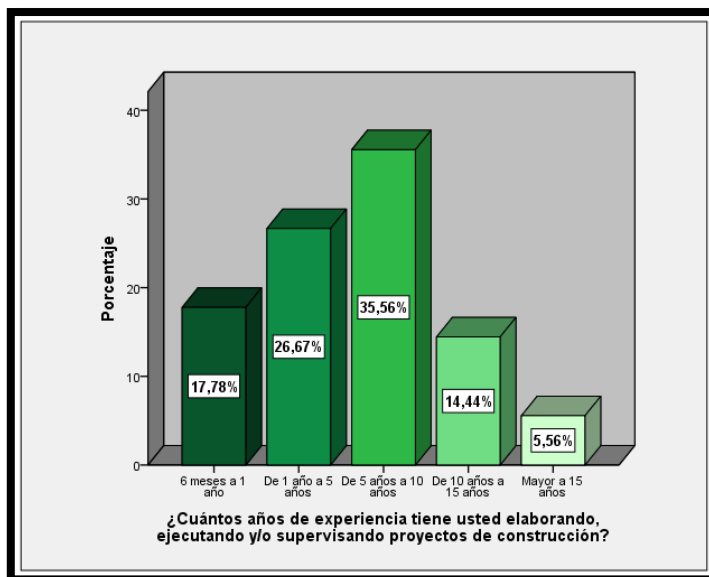


Figura 10. Representación gráfica de la pregunta 4

Fuente: Elaboración propia

### Comentario de los resultados:

Se aprecia que en la tabla 6 y figura 10 comprende los datos referentes a los años de experiencia de los encuestados en la elaboración, ejecución de y/o supervisión de obras de construcción en la ciudad de Tacna, se observa que el 17.78% de profesionales tienen experiencia laboral comprendidas entre 6 meses a un año, 26.67% de un año a cinco años, 35.56% de cinco a diez años, 14.44% de diez a quince años y por último el 5.56% mayor a quince años.

Por ende, se concluye que del 100% de profesionales encuestados, el 35.56% representa el porcentaje mayor que comprende a profesionales que tienen experiencia entre cinco a diez años.

#### 4.1.2.2 Estudio estadístico sobre el entendimiento del problema

### Pregunta N° 05: ¿Cuál es su nivel de conocimiento de la Metodología BIM?

Tabla 7.

*Nivel de conocimiento*

NIVEL DE CONOCIMIENTO	F.A.	(%)
Muy alto	-	-
Alto	5.00	5.56
Moderado	27.00	30.00
Bajo	42.00	46.67
Muy bajo	16.00	17.78
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

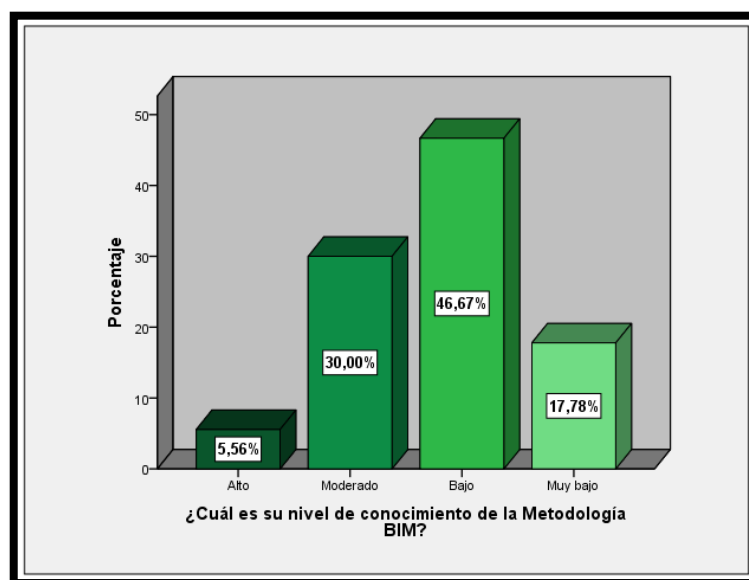


Figura 11. Representación gráfica de la pregunta 5

*Fuente: Elaboración propia*

### Comentario de los resultados:

Se aprecia que en la tabla 7 y figura 11 se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 5.56% indicó que es alto, el 30.00% que es moderado, el 46.67% que es bajo y el 17.78% que es muy bajo que conocen de la Metodología BIM.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, solo el 5.56% tiene un alto nivel de conocimiento respecto a la Metodología BIM y el resto se encuentra en un nivel entre Moderado, Bajo y Muy bajo. Por ende, se puede decir que el nivel de conocimiento acerca de la Metodología BIM en la ciudad de Tacna es BAJO en base a los encuestados.

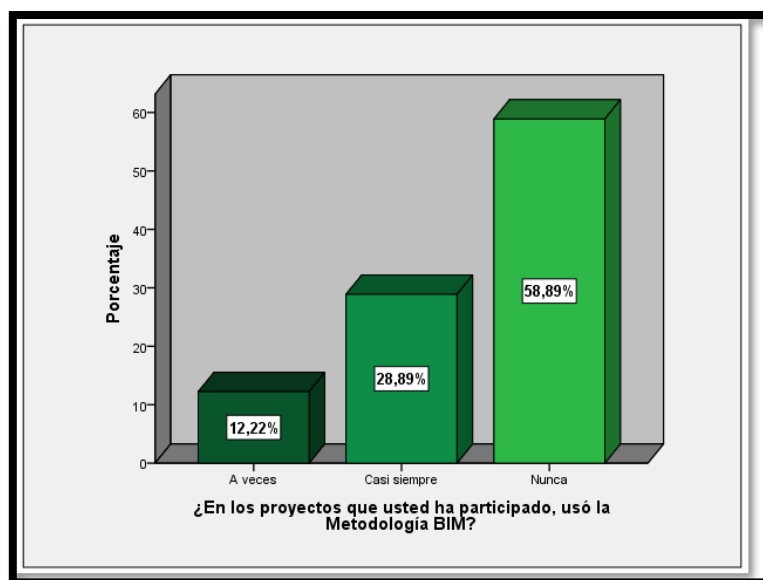
### Pregunta N° 06: ¿En los proyectos que usted ha participado, usó la Metodología BIM?

Tabla 8.

*Uso de la Metodología BIM*

<b>USO DE LA METODOLOGÍA BIM</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Siempre	-	-
Casi Siempre	-	-
A veces	11.00	12.22
Casi nunca	26.00	28.89
Nunca	53.00	58.89
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 12. Representación gráfica de la pregunta 6*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Comentario de los resultados:**

De la tabla 8 y figura 12, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 12.22% indicó que a veces, el 28.89% que casi nunca y el 58.89% que nunca usaron y/o aplicaron la Metodología BIM.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, solo el 12.22% hizo uso de la Metodología BIM y el resto nunca. Por ende, se puede decir que el uso y/o aplicación de la Metodología BIM en la ciudad de Tacna es BAJO en base a los encuestados.

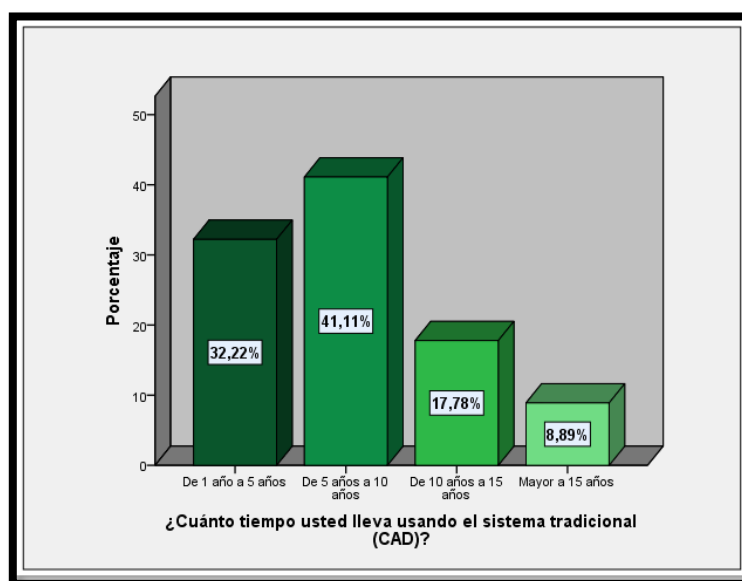
**Pregunta N° 07: ¿Cuánto tiempo usted lleva usando el sistema tradicional (CAD)?**

Tabla 9.

*Tiempo de uso del CAD*

<b>TIEMPO DE USO DEL CAD</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
De 1 año a 5 años	29.00	32.22
De 5 años a 10 años	37.00	41.11
De 10 años a 15 años	16.00	17.78
Mayor a 15 años	8.00	8.89
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 13. Representación gráfica de la pregunta 7*

*Fuente: Elaboración propia*

### Comentario de los resultados:

De la tabla 9 y figura 13, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 32.22% lleva usando de un año a cinco años, el 41.11% de cinco a diez años, el 17.78% de diez a quince años y el 8.89% más de quince años usan el sistema tradicional (CAD).

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, continúan haciendo uso del sistema tradicional (CAD). Por ende, se puede decir que el uso y/o aplicación del sistema tradicional (CAD) en la ciudad de Tacna es ALTO en base a los encuestados.

### Pregunta N° 08: ¿Qué valor usted asignaría a la comunicación que existe entre el área de diseño y obra?

Tabla 10.

*Comunicación entre Diseño y Obra*

COMUNICACIÓN ENTRE DISEÑO Y OBRA	F.A.	(%)
Muy alto	-	-
Alto	13.00	14.44
Moderado	49.00	54.44
Bajo	19.00	21.11
Muy bajo	9.00	10.00
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

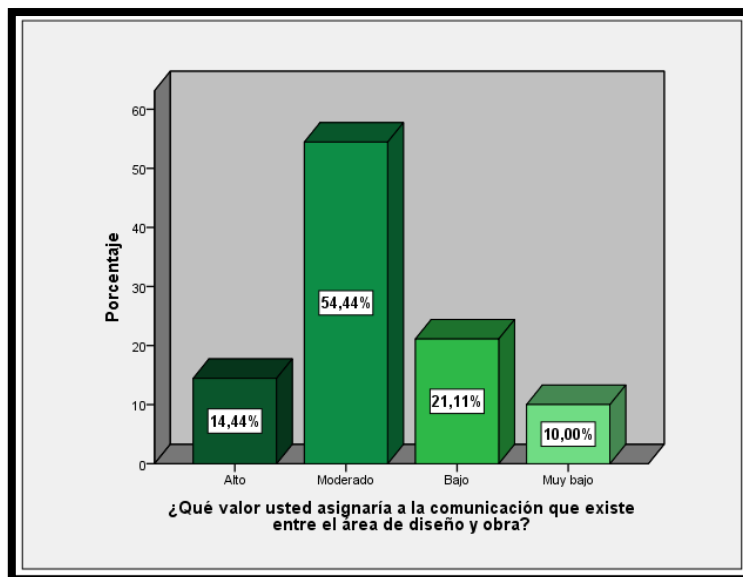


Figura 14. Representación gráfica de la pregunta 8

Fuente: Elaboración propia

#### **Comentario de los resultados:**

De la tabla 10 y figura 14, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 14.44% indica que es alto, el 54.44 % que es moderado, el 21.11% que es bajo y el 10.00 % que es muy bajo la comunicación entre el área de diseño y obra.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que no es considerable la comunicación entre el área de diseño y obra, por ende, se puede decir que el resultado es MODERADO en base a los encuestados.



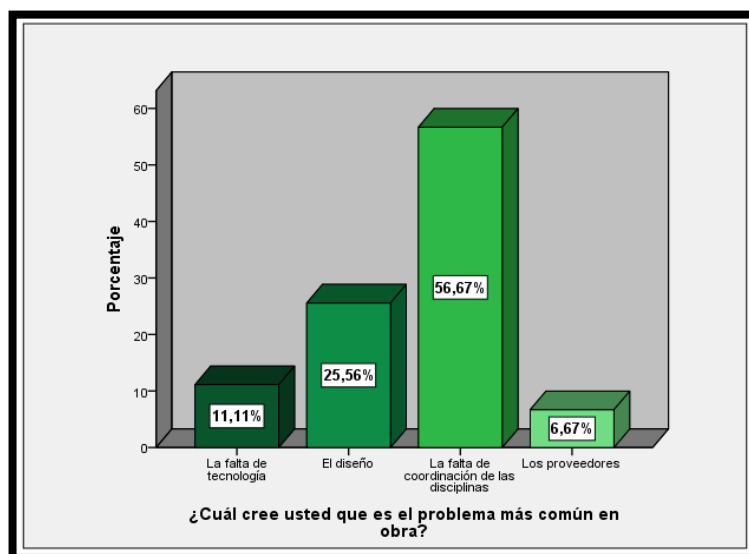
**Pregunta N° 09: ¿Cuál cree usted que es el problema más común en obra?**

Tabla 11.

*Tipo de problema*

<b>TIPO DE PROBLEMA</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
La falta de tecnología	10.00	11.11
El diseño	23.00	25.56
La falta de coordinación de especialidades	51.00	56.67
El personal	-	-
Los proveedores	6.00	6.67
Otros	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 15. Representación gráfica de la pregunta 9*

*Fuente: Elaboración propia*

### Comentario de los resultados:

De la tabla 11 y figura 15, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 11.11% considera que es la falta de tecnología, el 25.56 % que es el diseño, el 56.67% que es la falta de coordinación de especialidades y el 6.67 % que son los proveedores el problema más común en obra.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que el problema más común en obra es la falta de coordinación de las especialidades, por ende, se puede decir que el resultado es ALTO en base a los encuestados.

### Pregunta N° 10: ¿Cree usted que en los proyectos de construcción se debe de implementar la Metodología BIM?

Tabla 12.

#### *Implementación de la Metodología BIM*

<b>Implementación de la Metodología BIM</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Completamente de acuerdo	51.00	56.67
De acuerdo	27.00	30.00
Parcialmente de acuerdo	12.00	13.33
En desacuerdo	-	-
Completamente en desacuerdo	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

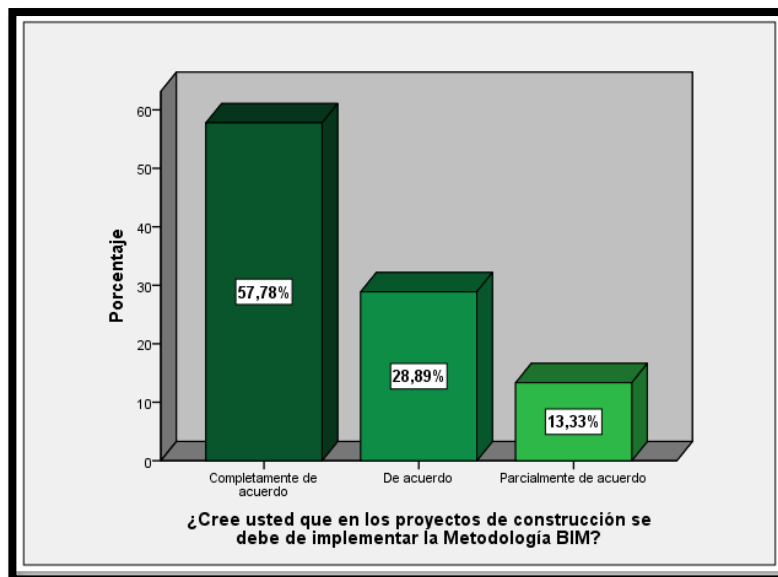


Figura 16. Representación gráfica de la pregunta 10

Fuente: Elaboración propia

### Comentario de los resultados:

De la tabla 12 y Fig. 16, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 56.67 % está de completamente de acuerdo, el 30.00 % está de acuerdo y el 13.33 % está parcialmente de acuerdo que se debe de implementar en los proyectos la Metodología BIM.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que es viable la implementación de la Metodología BIM en los proyectos de la ciudad de Tacna, por ende, se puede decir que el resultado es ALTO en base a los encuestados.

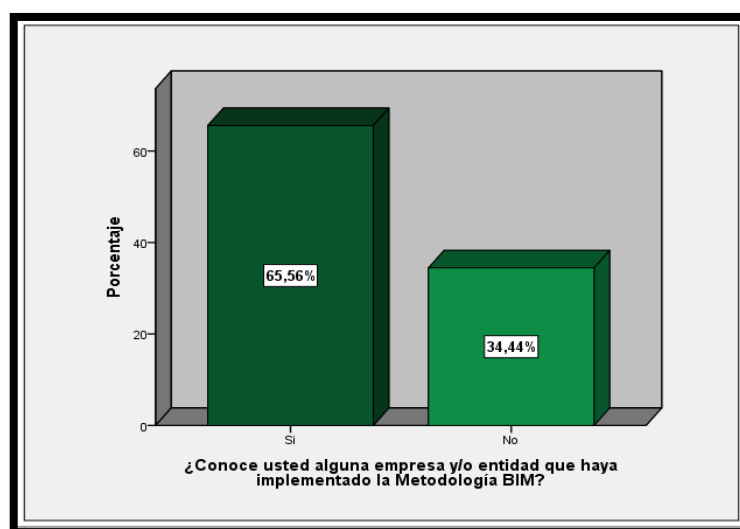
**Pregunta N° 11: ¿Conoce usted alguna empresa y/o entidad que haya implementado la Metodología BIM?**

Tabla 13.

*Implementación BIM – empresa y/o entidad*

<b>Implementación BIM – empresa y/o entidad</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Si	59.00	65.56
No	31.00	34.44
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 17. Representación gráfica de la pregunta 11*

*Fuente: Elaboración propia*

**Comentario de los resultados:**

De la tabla 13 y figura 17 se desprende que del 100% de profesionales encuestados,

el 65.56 % si conoce una empresa y/o entidad que implementó la Metodología BIM, frente a un 34.44% que no conoce. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.

### Pregunta N° 12: ¿Qué herramienta BIM usa usted?

Tabla 14.

#### Herramientas BIM

HERRAMIENTA BIM	F.A.	(%)
Autodesk Revit	32.00	35.56
Tekla Structures	-	-
Autodesk Navisworks	5.00	5.56
Graphisoft ArchiCAD	10.00	11.11
Bentley Architecture	-	-
Otros	43.00	47.78
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

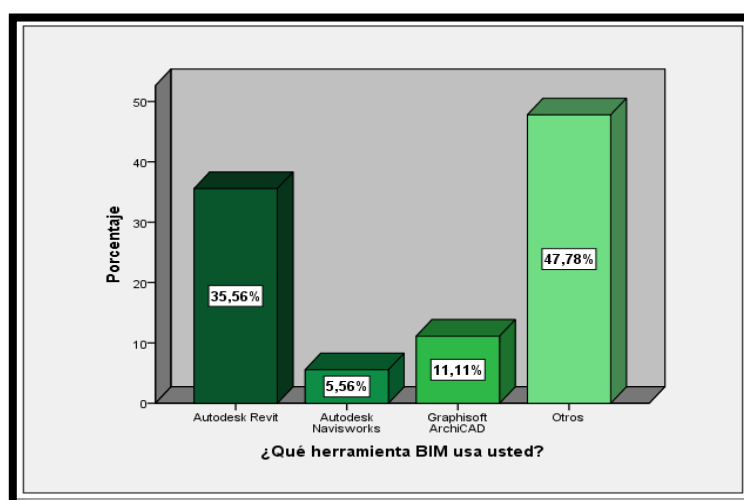


Figura 18. Representación gráfica de la pregunta 12

Fuente: Elaboración propia

### Comentario de los resultados:

De la tabla 14 y figura 18, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 35.56 % usa Autodesk Revit, el 5.56 % Autodesk Navisworks y el 11.11% Graphisoft ArchiCAD.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, es MODERADO el uso de las herramientas BIM en la ciudad de Tacna en base a los encuestados.

#### 4.1.2.3 Estudio estadístico sobre la percepción de calidad de la iniciativa

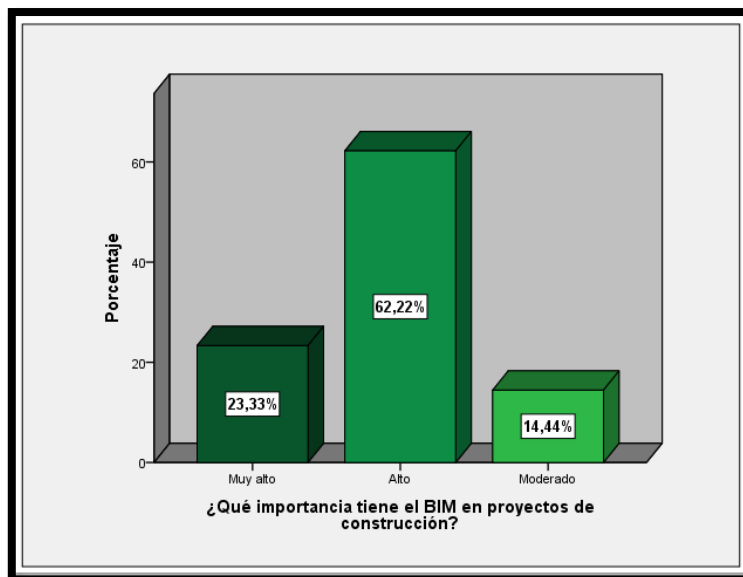
### Pregunta N° 13: ¿Qué importancia tiene el BIM en proyectos de construcción?

Tabla 15.

#### Importancia BIM

IMPORTANCIA BIM	F.A.	(%)
Muy alto	21.00	23.33
Alto	56.00	62.22
Moderado	13.00	14.44
Bajo	-	-
Muy bajo	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia



*Figura 19. Representación gráfica de la pregunta 13*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Comentario de los resultados:**

De la tabla 15 y figura 19, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 23.33% indica que es muy alto, el 62.22% que es alto y el 14.44% que es importante el BIM en proyectos.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, es ALTO la importancia de la Metodología BIM en la ciudad de Tacna en base a los encuestados.

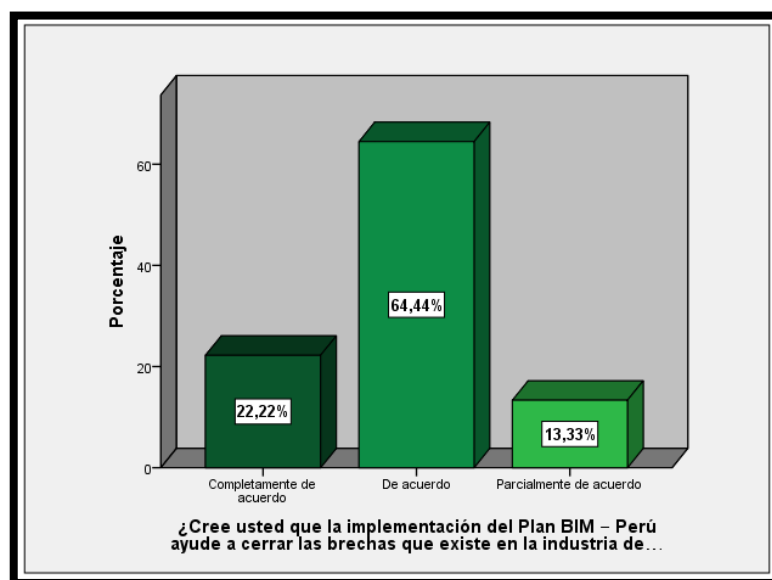
**Pregunta N° 14: ¿Cree usted que la implementación del Plan BIM – Perú ayude a cerrar las brechas que existe en la industria de la construcción?**

Tabla 16.

*Implementación plan BIM – PERÚ*

<b>Implementación plan BIM – PERÚ</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Completamente de acuerdo	20.00	22.22
De acuerdo	58.00	64.44
Parcialmente de acuerdo	12.00	13.33
En desacuerdo	-	-
Completamente en desacuerdo	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 20. Representación gráfica de la pregunta 14*

*Fuente: Elaboración propia*



### Comentario de los resultados:

De la Tabla 16 y Fig. 20 se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 22.22% indica que está completamente de acuerdo, el 64.44% que está de acuerdo y el 13.33% que está parcialmente de acuerdo que la implementación del Plan BIM – Perú ayude a cerrar las brechas en la industria de la construcción.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, considera ALTO la importancia de la implementación del Plan BIM – Perú que ayudará a cerrar las brechas en la industria de la construcción.

### Pregunta N° 15: ¿Cuál es el estado del arte del BIM en el Perú, en la etapa de diseño?

Tabla 17.

*Estado del arte BIM*

Estado del arte BIM	F.A.	(%)
Muy alto	-	-
Alto	12.00	13.33
Moderado	57.00	63.33
Bajo	21.00	23.33
Muy bajo	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

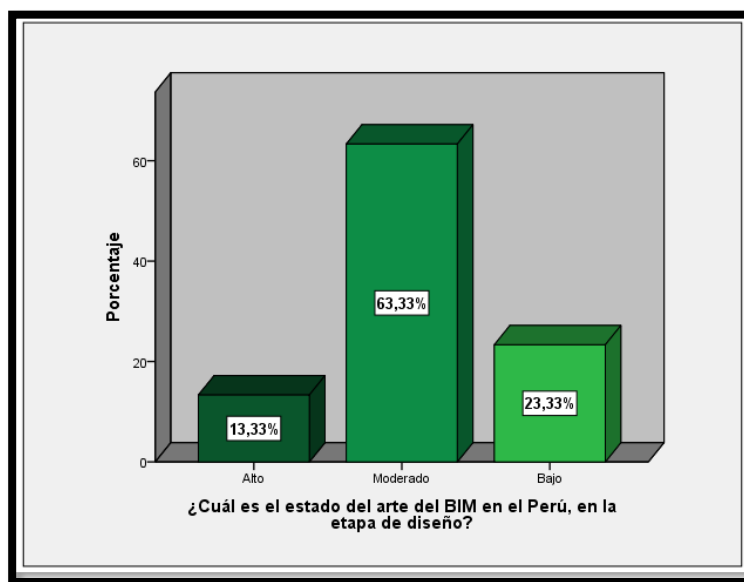


Figura 21. Representación gráfica de la pregunta 15

Fuente: Elaboración propia

### Comentario de los resultados:

De la tabla 17 y figura 21, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 13.33% indicó que es alto, el 63.33% que es moderado y el 23.33% que es bajo el estado del arte de la Metodología BIM en el Perú en la etapa de diseño.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, solo el 13.33% considera que el Perú tiene un alto nivel de conocimiento respecto del estado de arte de la Metodología BIM en el Perú en la etapa de diseño. Por ende, se puede decir que el nivel del estado de arte de la Metodología BIM en el Perú en la etapa de diseño es MODERADO en base a los encuestados.

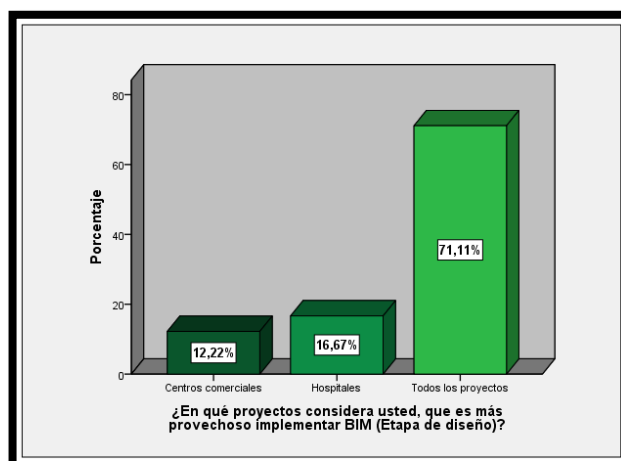
**Pregunta N° 16: ¿En qué proyectos considera usted, que es más provechoso implementar BIM (Etapa de diseño)?**

Tabla 18.

*Proyectos BIM*

<b>Proyectos BIM</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Carreteras	-	-
Viviendas	-	-
Centrales Hidroeléctricas	-	-
Oficinas	-	-
Centros Comerciales	11.00	12.22
Hospitales	15.00	16.67
Todos los proyectos	64.00	71.11
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 22. Representación gráfica de la pregunta 16*

*Fuente: Elaboración propia*

### Comentario de los resultados:

De la tabla 18 y figura 22, se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 12.22% indicó que, en centros comerciales, el 16.67% que en hospitales y el 71.11% en todos los proyectos es provechoso implementar BIM.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, señala que es provechoso implementar BIM en todos los proyectos, por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.

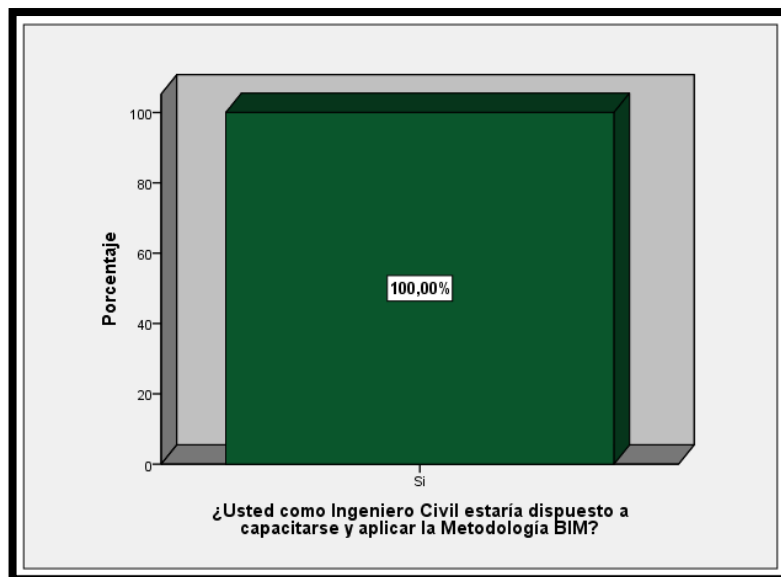
### Pregunta N° 17: ¿Usted como Ingeniero Civil estaría dispuesto a capacitarse y aplicar la Metodología BIM?

Tabla 19.

#### Capacitación BIM Profesionales

CAPACITACIÓN BIM PROFESIONALES	F.A.	(%)
Si	90.00	100.00
No	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia



*Figura 23. Representación gráfica de la pregunta 17*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Comentario de los resultados:**

En la tabla 19 y figura 23, contiene datos referentes a la capacitación y aplicación BIM por parte de los encuestados, se observa que el 100.00% de profesionales está dispuesto a recibir una capacitación en BIM. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.

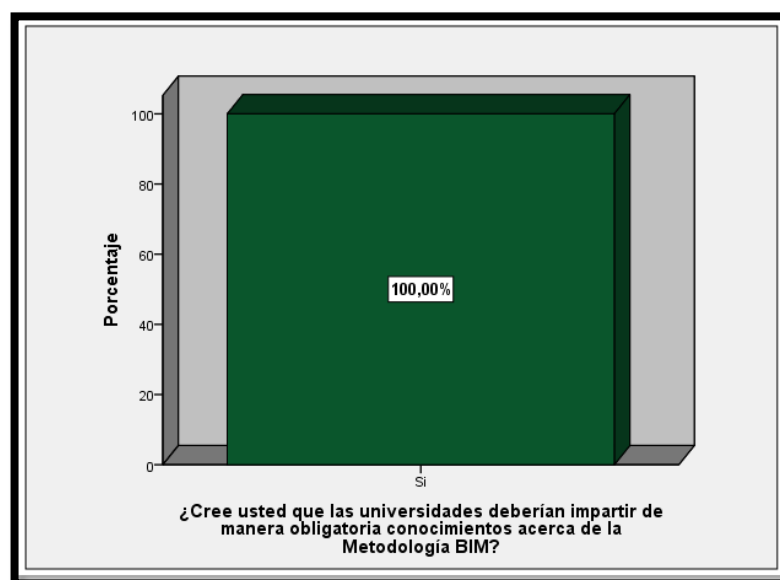
**Pregunta N° 18: ¿Cree usted que las universidades deberían impartir de manera obligatoria conocimientos acerca de la Metodología BIM?**

Tabla 20.

*Capacitación BIM Universitarios*

<b>CAPACITACIÓN BIM UNIVERSITARIOS</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Si	90.00	100.00
No	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 24. Representación gráfica de la pregunta 18*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Comentario de los resultados:**

En la Tabla 20 y Fig. 24 contiene datos referentes a la capacitación de estudiantes universitarios de manera obligatoria acerca de la Metodología BIM, se observa que el

100.00% de profesionales coincide que las Universidades deben de impartir de manera obligatoria conocimientos acerca de la Metodología BIM. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.

### Pregunta N° 19: ¿Tiene usted previsto recibir formación sobre BIM?

Tabla 21.

#### Formación BIM

FORMACIÓN BIM	F.A.	(%)
No	-	-
Si, a largo plazo	17.00	18.89
Si, a medio plazo	48.00	53.33
Si, en los próximos meses	25.00	27.78
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

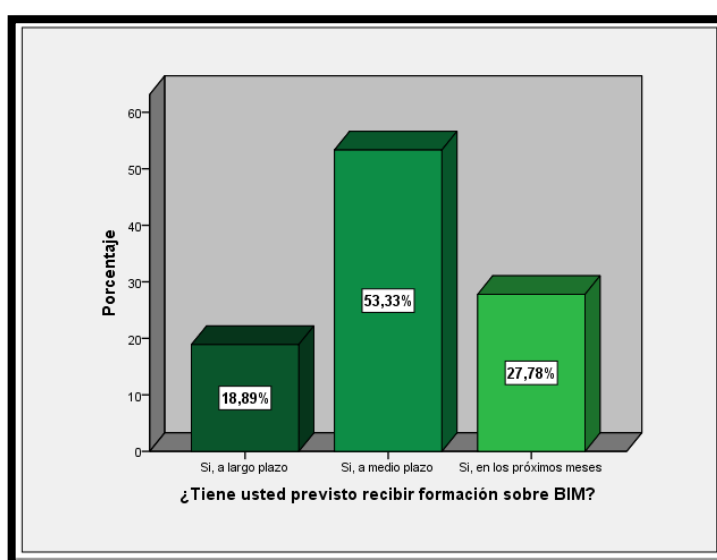


Figura 25. Representación gráfica de la pregunta 19

Fuente: Elaboración propia

### Comentario de los resultados:

De la Tabla 21 y Fig. 25 se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 18.89% indicó que si a largo plazo, el 53.33% que si a medio plazo y el 27.78% que si en los próximos meses recibir formación en BIM.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, la mayoría está interesado en recibir formación en cuanto a la Metodología BIM. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.

### Pregunta N° 20: ¿Qué factores cree usted que podrían influir en la adopción más generalizada de la Metodología BIM?

Tabla 22.

*Factores*

<b>FACTORES</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Que exista mayor oferta de capacitación.	23.00	25.56
Que se exija en todos los proyectos.	52.00	57.78
Que el software tenga menor precio.	-	-
Que más profesionales lo usen.	15.00	16.67
Que el gobierno establezca una estrategia nacional.	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



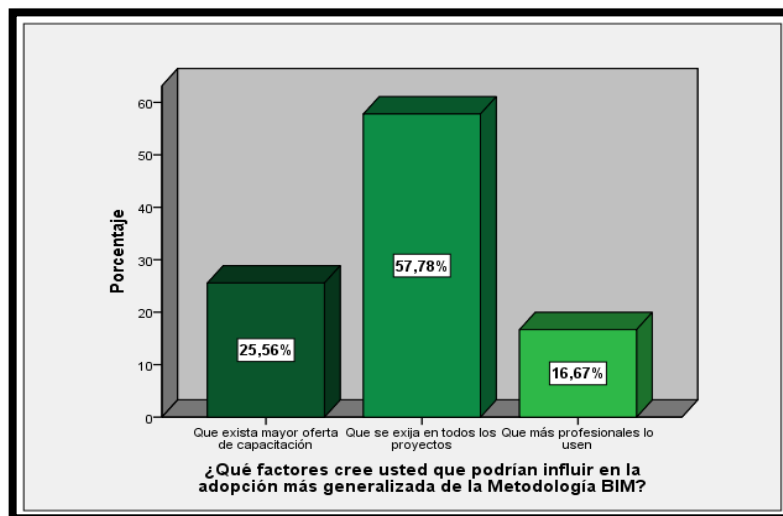


Figura 26. Representación gráfica de la pregunta 20

Fuente: Elaboración propia

#### Comentario de los resultados:

De la Tabla 22 y Fig. 26 se desprende que del 100% de profesionales encuestados, el 25.56% indicó que exista mayor oferta de capacitación, el 57.78% que se exija en todos los proyectos y el 16.67% que más profesionales lo usen son los factores que influirían significativamente en la adopción generalizada del BIM.

Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, manifiestan que el uso y adopción más generalizada de la Metodología BIM sería cuando se exija en todos los proyectos de construcción. Por ende, la respuesta ALTO en base a los encuestados.

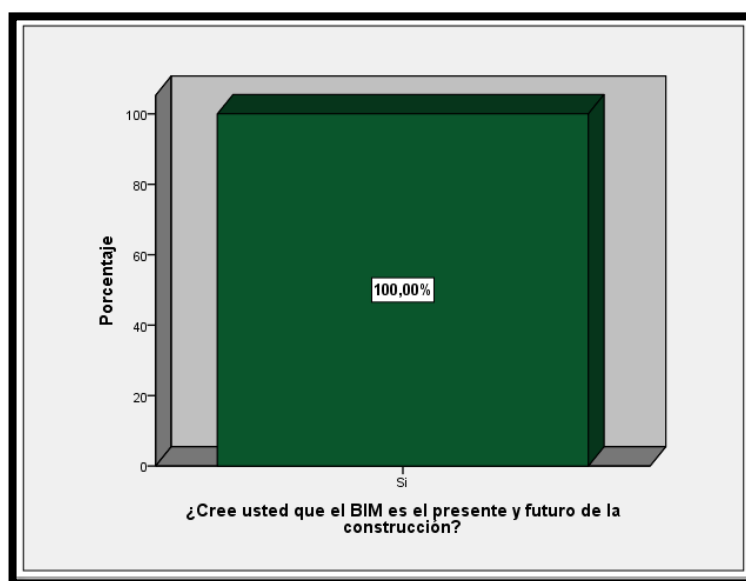
**Pregunta N° 21: ¿Cree usted que el BIM es el presente y futuro de la construcción?**

Tabla 23.

*Presente y Futuro BIM*

<b>PRESENTE Y FUTURO BIM</b>	<b>F.A.</b>	<b>(%)</b>
Si	90.00	100.00
No	-	-
<b>Total</b>	<b>90.00</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 27. Representación gráfica de la pregunta 21*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Comentario de los resultados:**

En la Tabla 23 y Fig. 27 contiene datos referentes al presente y futuro de la Metodología BIM, se observa que el 100.00% de profesionales indica que la Metodología

BIM es el presente y futuro en la industria de la construcción. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.

#### **4.1.2.4 Recapitulación del Estudio Estadístico**

Realizar el estudio de las encuestas fue muy importante y las conclusiones procedentes de esta, ya que se ratificó el bajo uso y/o aplicación de la Metodología BIM en proyectos de construcción en la ciudad de Tacna por parte de todos los profesionales encuestados.

De la encuesta realizada se puede concluir con los resultados siguientes:

Tabla 24.

#### *Recapitulación del estudio estadístico*

N°	CONCLUSIONES	VALORACIÓN
<b>Estudio estadístico sobre los datos en general del encuestado</b>		
01 - 04	Se concluye que todos los encuestados por su profesión, edad, centro de trabajo y tiempo de experiencia manifiestan información cierta, significativa y confiable sobre el contexto en el que se desarrolla la presente investigación.	ALTO
<b>Estudio estadístico sobre el entendimiento del problema</b>		
05	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, solo el 5.56% tiene un alto nivel de conocimiento respecto a la Metodología BIM y el resto se encuentra en un nivel entre Moderado, Bajo y Muy bajo.	BAJO
06	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, solo el 12.22% hizo uso de la Metodología BIM y el resto nunca. Por ende, se puede decir que el uso y/o aplicación de la Metodología BIM en la ciudad de Tacna es BAJO en base a los encuestados.	BAJO
07	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, continúan haciendo uso del sistema tradicional (CAD). Por ende, se puede decir que el uso y/o	ALTO

	aplicación del sistema tradicional (CAD) en la ciudad de Tacna es ALTO en base a los encuestados.	
08	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que no es considerable la comunicación entre el área de diseño y obra, por ende, se puede decir que el resultado es MODERADO en base a los encuestados.	MODERADO
09	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que el problema más común en obra es la falta de coordinación de las especialidades, por ende, se puede decir que el resultado es ALTO en base a los encuestados.	ALTO
10	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que es viable la implementación de la Metodología BIM en los proyectos de la ciudad de Tacna, por ende, se puede decir que el resultado es ALTO en base a los encuestados.	ALTO
11	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, es ALTO el conocimiento que tienen los profesionales al conocer empresas y/o entidades que implementaron BIM en sus proyectos.	ALTO
12	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, es MODERADO el uso de las herramientas BIM en la ciudad de Tacna en base a los encuestados.	MODERADO
<b>Estudio estadístico sobre la percepción de calidad de la iniciativa</b>		
13	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, consideran que es de suma importancia la Metodología BIM en los proyectos de construcción.	ALTO
14	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, considera ALTO la importancia de la implementación del Plan BIM – Perú que ayudará a cerrar las brechas en la industria de la construcción.	ALTO
15	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, solo el 13.33% considera que el Perú tiene un alto nivel de conocimiento respecto del estado de arte de la Metodología BIM en el Perú en la etapa de diseño. Por ende, se puede decir que el nivel del estado de arte de la Metodología BIM en el Perú en la etapa de diseño es MODERADO en base a los encuestados.	MODERADO
16	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, señala que es provechoso implementar BIM en todos los proyectos, por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.	ALTO
17	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, está dispuesto a recibir una capacitación en BIM. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.	ALTO
18	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, manifiestan y coinciden en su totalidad que las Universidades deben de impartir de manera obligatoria	ALTO

	conocimientos acerca de la Metodología BIM. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.	
19	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, la mayoría está interesado en recibir formación en cuanto a la Metodología BIM. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.	ALTO
20	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, manifiestan que el uso y adopción más generalizada de la Metodología BIM sería cuando se exija en todos los proyectos de construcción. Por ende, la respuesta ALTO en base a los encuestados.	ALTO
21	Se concluye entonces que del 100% de profesionales encuestados, manifiestan en su totalidad que la Metodología BIM es el presente y futuro en la industria de la construcción. Por ende, la respuesta es ALTO en base a los encuestados.	ALTO

*Fuente: Elaboración propia*

## **4.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM**

En el presente capítulo se desarrolla la aplicación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura “Centro Comercial Bohemias Tacneñas”, donde se evalúa inicialmente los antecedentes del proyecto, se proyecta el alcance estimado y sus riesgos, seguidamente se genera de modelamiento 3D mediante Revit y la detección de interferencias e incompatibilidades mediante Navisworks, así mismo se logrará alcanzar una simulación 4D compatibilizada.

### **4.2.1 PRECEDENTES**

#### **4.2.1.1 Hacer un Diagnóstico del RFI**

Primeramente, la metodología en estudio partió desde la evaluación de los RFI obtenidos de la empresa constructora S&G Edifica S.A.C., cuyo expediente técnico consiste en la habilitación para uso de comercio especializado; cabe mencionar su

elaboración fue bajo la metodología tradicional (CAD); se obtuvieron los planos generales arquitectónicos, estructurales e instalaciones sanitarias y eléctricas y la memoria descriptiva. Esto ayudó a crear una directriz a seguir y se llevó un control diario de lo que se ejecutó.

De la cual se cuenta con la siguiente información:

Tabla 25.

*Información del RFI*

PROPIETARIOS:	<b>Centro Comercial Bohemias Tacneñas</b>
UBICACIÓN:	Intersección de la Av. Municipal y Av. Bohemia Tacneña asignado como Sub-Lote 02 (Comercio)
LINDEROS Y PERÍMETROS DEL TERRENO:	Por el Norte: Colinda con la Av. Bohemia Tacneña, en línea recta de 33.06 ml. Por el Este: Colinda con la Av. Municipal, en línea recta de 96.31 ml. Por el Sur: Colinda con la Calle Lúcuma, en línea recta de 90.68 ml. Por el Oeste: Colinda con la Calle Chirimoya, en línea recta de 77.20
ÁREA:	El terreno tiene un área de 4776.36 m <sup>2</sup>
PERÍMETRO:	El terreno tiene un perímetro de 297.25 m

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.1.2 Definir el Alcance**

Fue importante conocer lo que el cliente quiere en base a sus necesidades donde se plantearon las propuestas sobre la concepción del proyecto. También se definió el producto final obtenido de la implementación BIM.

Tabla 26.

*Requerimientos del cliente*

<b>REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE</b>			
<b>PROYECTO</b>	<b>PLANOS CAD</b>	<b>MODELO BIM 3D</b>	<b>BIM COORDINACION</b>
Arquitectónicos	Diseños 2D y	Diseños y	Diseños en 4D.
Estructurales	Coordinación	Coordinación	Compatibilización.
Eléctricos	Básica	BIM 3D	Coordinación detallada.
Sanitarios			

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 26, se definió los objetivos que cada especialidad influyente en el proyecto tuvo que lograr mediante la coordinación de acuerdo a los principios de diseño y demás detalles técnicos que fueron los puntos de arranque de cada especialidad para su correspondiente compatibilización.

#### **4.2.1.3 Crear la EDT**

Se definió los plazos por especialidad y las fechas del inicio y fin de las actividades que se realizaron a fin de aplicar la metodología BIM. (Ver Figura 28).

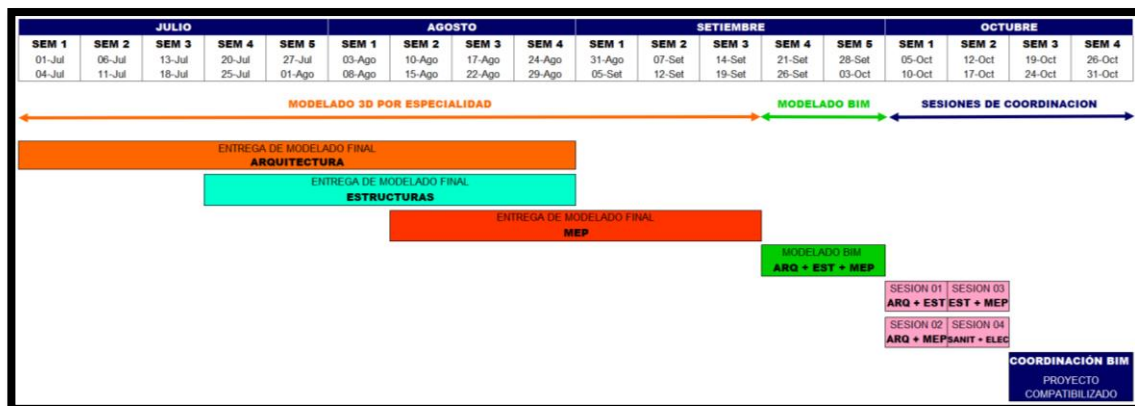


Figura 28. Cronograma de Coordinación BIM

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.4 Establecer riesgos

Los riesgos involucrados fueron el costo y tiempo debido a la capacitación de softwares BIM.

También lograr una colaboración y coordinación bajo los procesos aplicados en la presente metodología, mediante una comunicación permanente y óptima, capaces de participar activamente como equipo.

#### 4.2.2 NIVEL DE MODELAMIENTO

Se discutió que el modelamiento será en base a un nivel de desarrollo LOD 350 en BIM, para una transferencia de la información entendible y clara para todos los miembros del equipo.



### 4.2.3 INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE

#### a) Selección del Software

En tabla 30, se detalla el software empleado de acuerdo a su disciplina y uso. Se propuso utilizar el programa REVIT para el diseño tridimensional y NAVISWORKS para la compatibilización interdisciplinaria y el diseño 4D y por último DROPBOX para la recolección y actualización de información.

Tabla 27.

*Software BIM*

USO BIM	DISCIPLINA	SOFTWARE
Modelado	Arquitectura, estructuras y especialidades	Autodesk REVIT
Integración de modelos y revisión	Todas	Autodesk NAVISWORKS
Sesiones ICE	Todas	Autodesk NAVISWORKS
Compartir archivos de coordinación	Todas	Dropbox

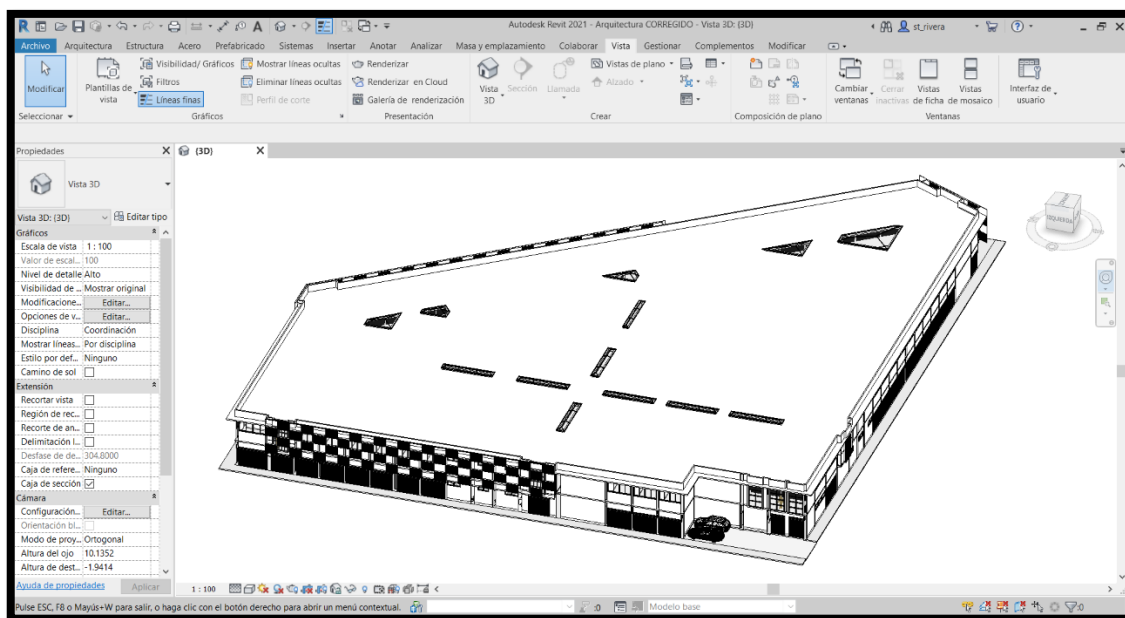
*Fuente: Elaboración propia*

### 4.2.4 GENERACIÓN DEL MODELADO BIM

#### 4.2.4.1 Estructuración en Revit

Teniendo como base los planos 2D adquiridos del RFI, en esta sección, mediante el empleo del Revit se definió la arquitectura del proyecto de manera más detallada como las dimensiones y cantidades del elemento constructivo, también se especificó los tipos

de materiales, usos, interacciones entre diferentes disciplinas y demás propiedades adherentes a los planos de detalles arquitectónicos obtenidos.

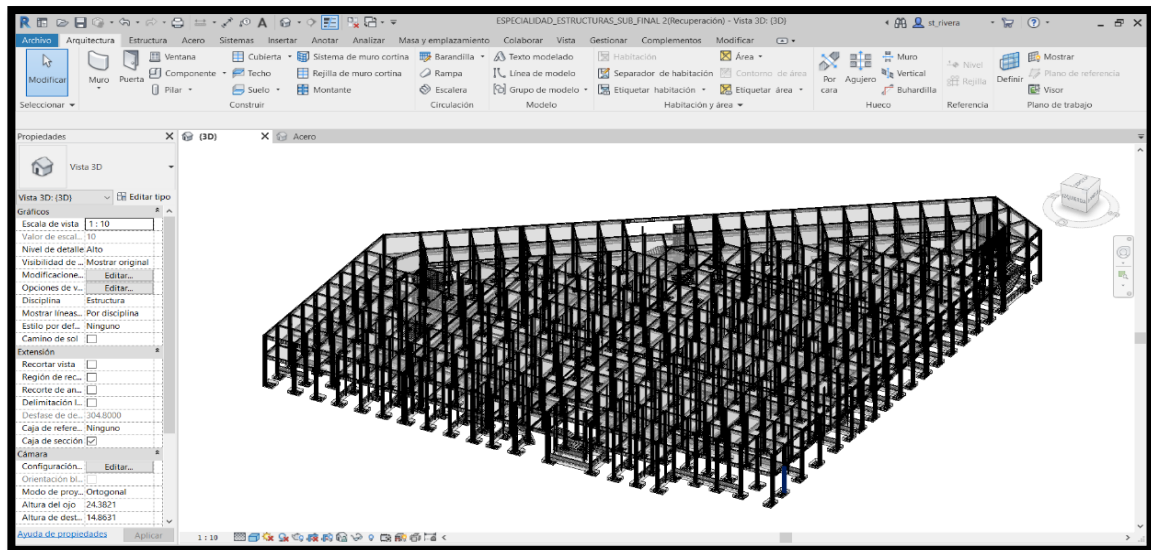


*Figura 29. Modelo arquitectónico*

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se demuestra en la figura anterior la volumetría del modelo arquitectónico del centro comercial mediante el empleo de Revit. (Ver Figura 29)

A continuación, la disciplina de estructuras trabajó de acuerdo a la planimetría importada de AutoCAD, en esta acción también se detectaron ciertas incompatibilidades con arquitectura.



*Figura 30. Modelo estructural*

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a la Figura 30, se generó la volumetría del modelo estructural del centro comercial mediante el empleo de Revit.

Para las instalaciones eléctricas y sanitarias, estas especialidades se vincularon con la arquitectura del proyecto. En su integración, también se detectaron incompatibilidades entre planos.

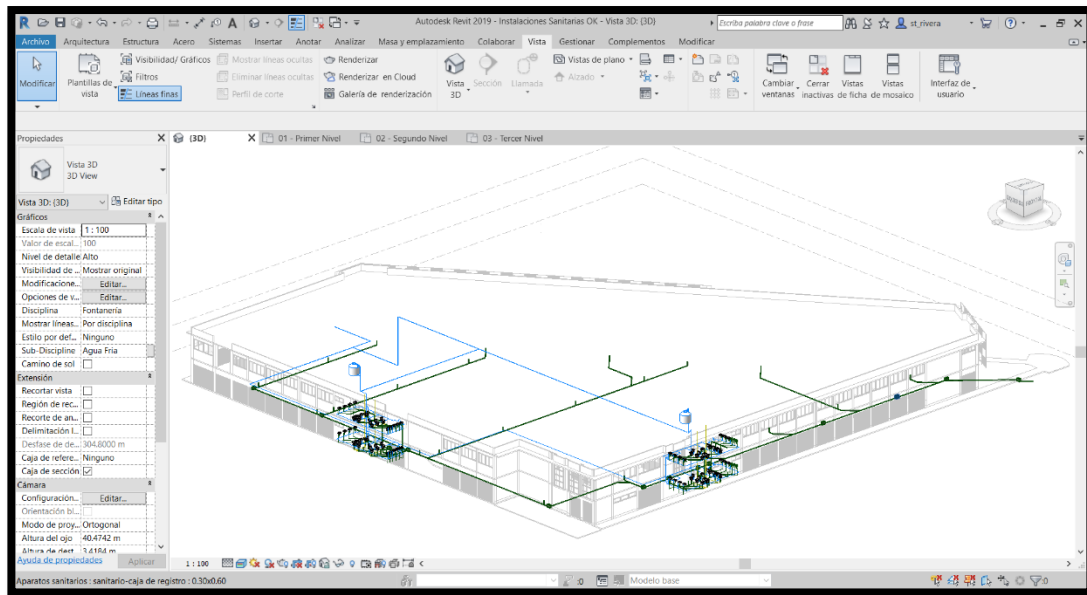


Figura 31. Modelo MEP – Instalaciones Sanitarias

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 31, se elaboró la volumetría del modelo en instalaciones sanitarias del proyecto mediante el empleo de Revit.

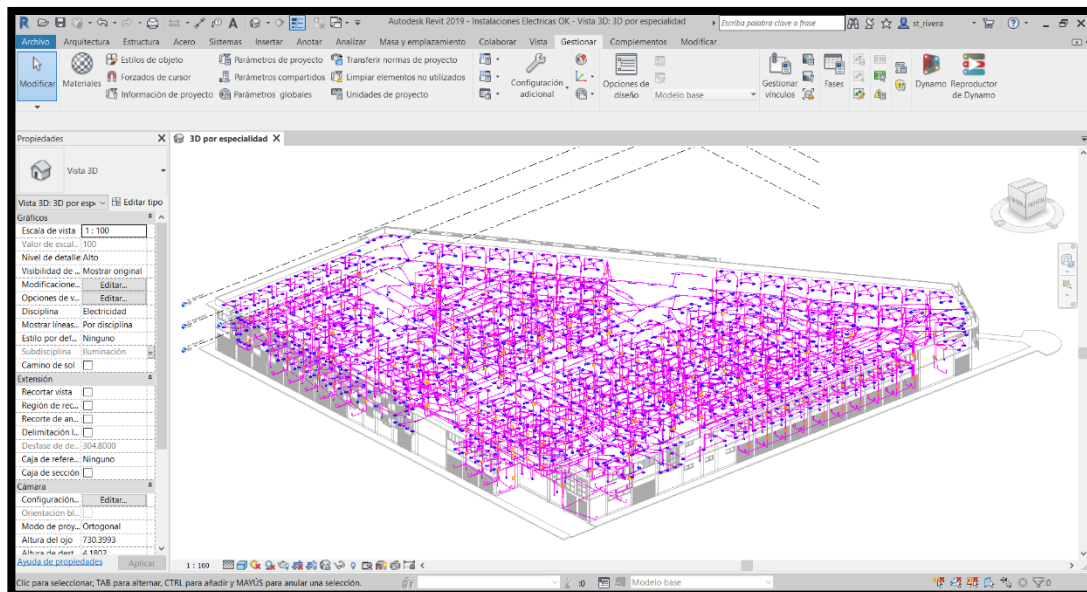


Figura 32. Modelo MEP – Instalaciones Eléctricas

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la Figura 32, se elaboró la volumetría de modelo en instalaciones eléctricas del proyecto mediante el empleo de Revit.

Con el software de BIM, Revit, pudimos modelar la constructibilidad del proyecto, visualizando detalladamente todos los elementos colocados por especialidad.

#### 4.2.4.2 Cuantificación BIM

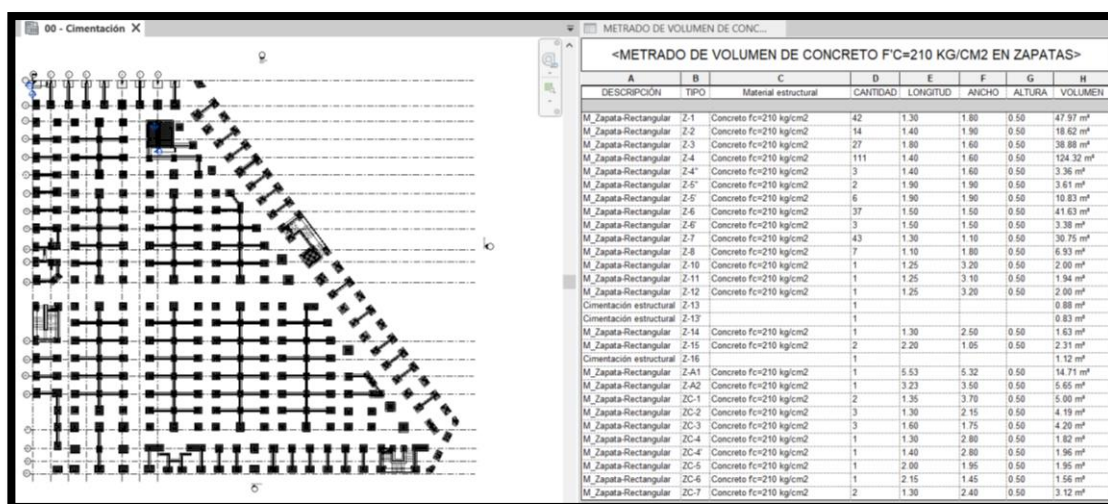


Figura 33. Metrado del volumen de concreto en zapatas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33, se observa el cálculo del volumen del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> de zapatas se clasificó de acuerdo a su descripción, tipo, longitud, ancho y altura.

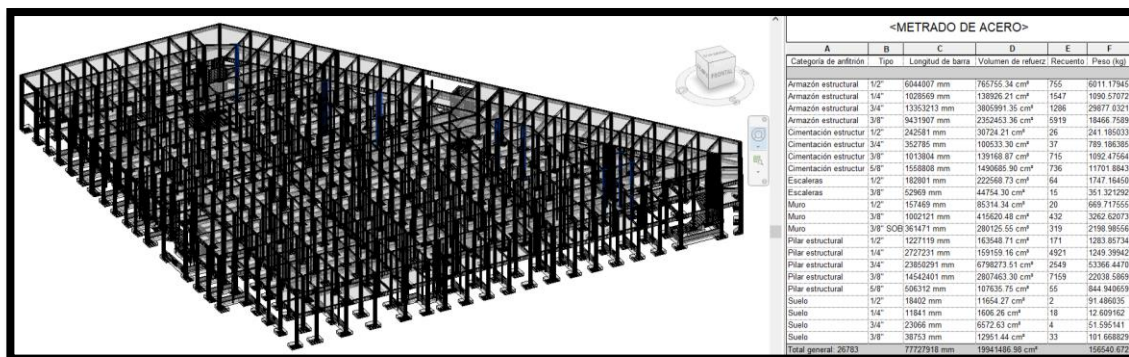


Figura 34. Metrado del acero en los elementos estructurales

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34, se observa el cálculo del acero en los elementos estructurales del centro comercial.

Revit, como una de sus funciones más destacables, es su aptitud para calcular cantidades, volúmenes, áreas y otros automáticamente, esto nos genera un mayor alcance en la información del proyecto y por lo tanto más acertada que trabajar con planos CAD.

#### 4.2.4.3 Interferencias y recorridos virtuales en Navisworks

Se trabajó con Navisworks para realizar la detección de interferencias y recorridos virtuales, se observó la interrelación en conjunto de las especialidades participes del proyecto.

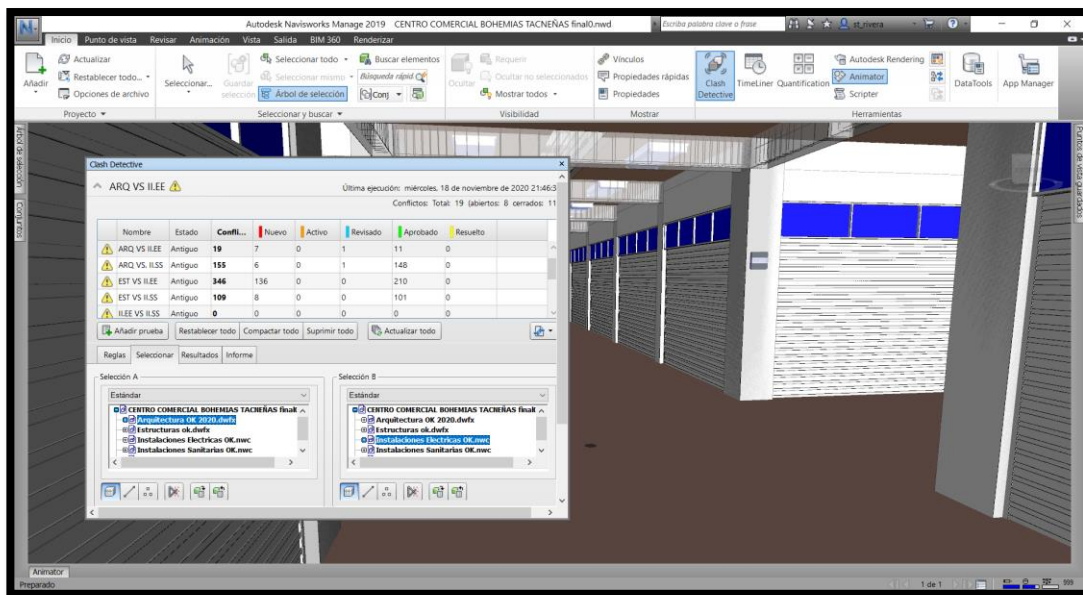


Figura 35. Detección de conflictos en Navisworks

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 35, se visualizan las pruebas realizadas para la detección de interferencias, cuyos informes se devaluaron a las especialidades para la respectiva subsanación.



Figura 36. Recorrido virtual del 1er nivel en Navisworks

Fuente: Elaboración propia



*Figura 37. Recorrido virtual del 2do nivel en Navisworks*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 38. Recorrido virtual de baños en Navisworks*

*Fuente: Elaboración propia*

En las figuras 36, 37 y 38 se visualiza los pasillos y baños de la primera y segunda planta a través del recorrido virtual; esta es otra opción para localizar las incompatibilidades y ciertas interferencias.

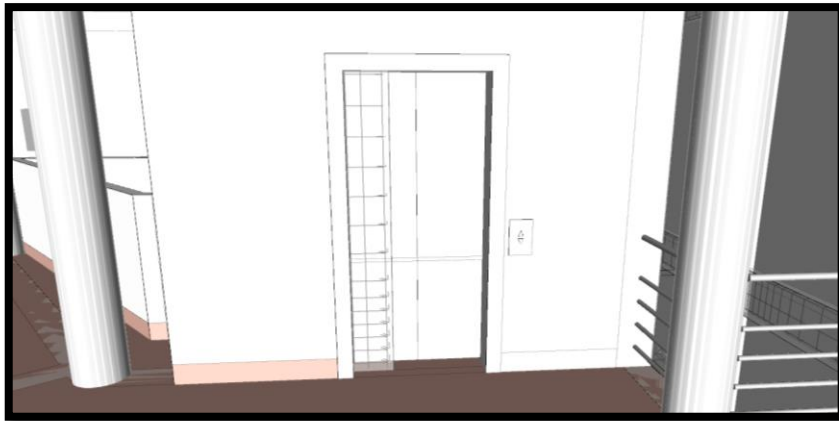


#### 4.2.5 ANÁLISIS DE INCOMPATIBILIDADES E INTERFERENCIAS

Mediante Navisworks, obtenidas las interferencias se evaluó la información y clasificó de acuerdo por orden de cambio y conflictos entre elementos del proyecto. Luego se derivó a las especialidades para subsanar las observaciones.

El chequeo de interferencias con modelos BIM es uno de los principales usos que se le da a esta herramienta. Este análisis reduce los RFI del proyecto.

##### a) Incompatibilidad entre los planos de arquitectura y estructuras

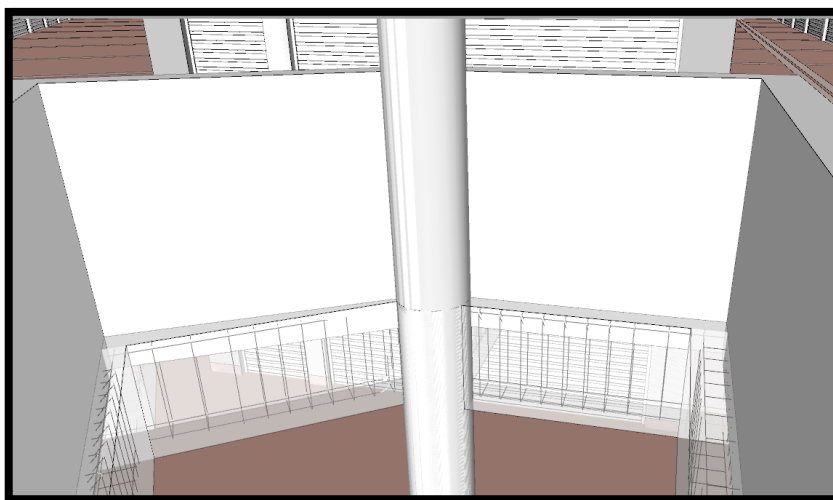


*Figura 39. Incompatibilidad en la placa del ascensor*

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se observa en la Figura 39, la placa intercepta con la puerta del ascensor, por lo que se produjo una diferencia entre las especialidades de arquitectura y estructuras; según arquitectura es una placa tipo C y un lado para la puerta de ascensor mientras que

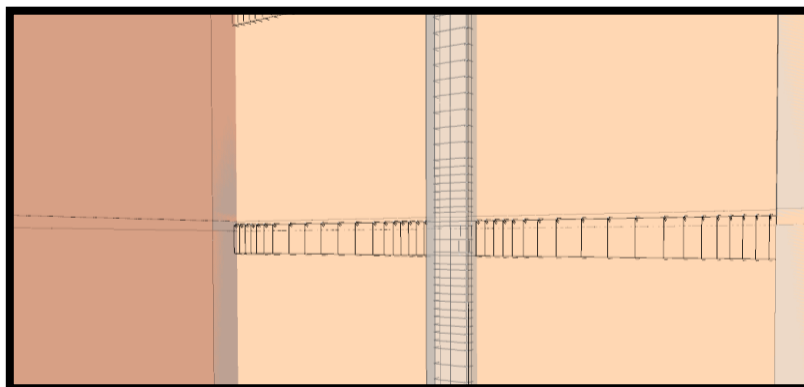
en estructuras la placa del ascensor es el perímetro y 1.60m. de largo para la ubicación de la puerta del ascensor.



*Figura 40. Incompatibilidad entre los parapetos y las vigas*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 40, se puede observar la incorrecta ubicación de los parapetos en el 2do nivel puesto que estos deben ir perpendicularmente a las vigas permitiendo un vacío libre con vista al primer nivel.

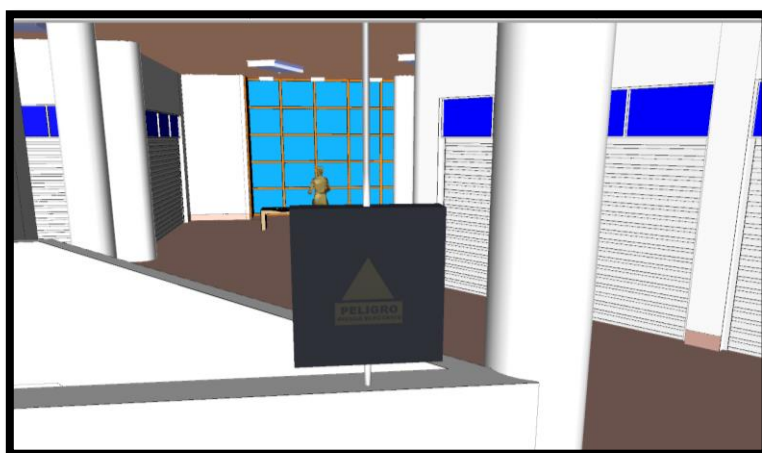


*Figura 41. Incompatibilidad entre columna en plano de estructuras y arquitectura*

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se muestra dentro de la Figura 41, en los planos de arquitectura no se consideró la columna por lo que de acuerdo a la vista se aprecian el concreto y los aceros considerado en el plano de estructuras.

b) **Incompatibilidad entre los planos arquitectónicos e instalaciones eléctricas**

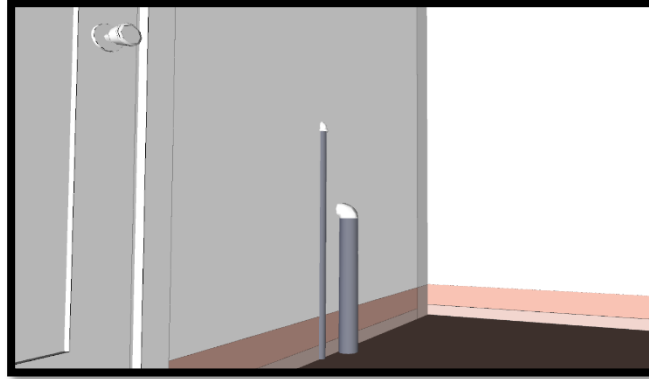


*Figura 42. Incompatibilidad entre el tablero general empotrado al muro de albañilería*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 42, se observa la ausencia del muro de albañilería en el plano de arquitectura por lo que el tablero general, de acuerdo a la ubicación establecida en el plano de instalaciones eléctrica, se encuentra descubierto de igual manera los tubos de PVC que lo conectan tanto a los aparatos luminarios como a los tomacorrientes.

c) **Incompatibilidad entre los planos arquitectónicos e instalaciones sanitarias**

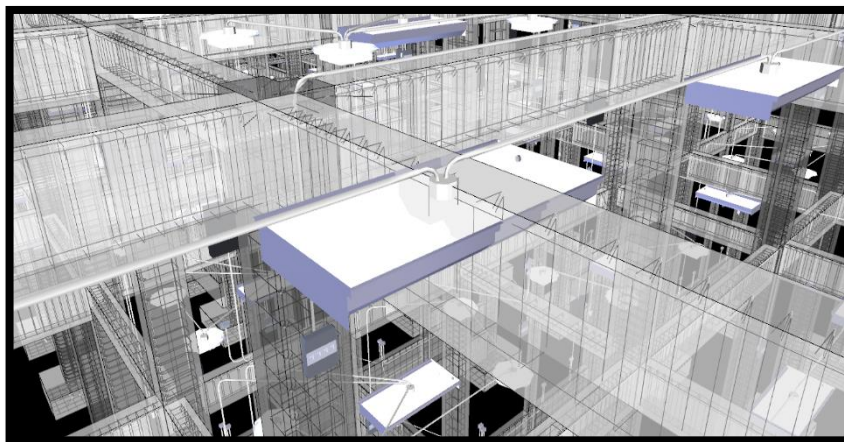


*Figura 43. Incompatibilidad entre las tuberías de desagüe y el muro de albañilería*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 43, se observa que la tubería de agua fría y desagüe de acuerdo al plano de instalaciones sanitarias sobresalen del muro de albañilería de espesor de 15cm proyectado en el plano de arquitectura, esta incompatibilidad sucede porque la ubicación del muro de albañilería en el plano de arquitectura e instalaciones sanitarias son diferentes.

**d) Incompatibilidad entre los planos de estructuras e instalaciones eléctricas**

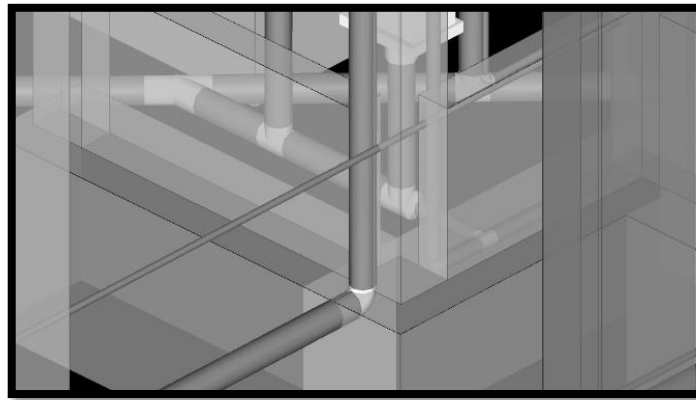


*Figura 44. Incompatibilidad entre la luminaria y la viga*

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se observa en la Figura 44, la luminaria se intercepta con la viga y su acero. Las luminarias colocadas en los pasillos según el plano de instalaciones eléctricas no fueron compatibilizadas con el plano de estructuras, puesto que esta incompatibilidad se repite continuamente.

e) **Incompatibilidad entre los planos de estructuras e instalaciones sanitarias**



*Figura 45. Incompatibilidad entre las tuberías de desagüe y los cimientos corridos*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 45, se observa que el cemento corrido del plano de estructuras se traslapa con el codo y la tubería de desagüe del plano de instalaciones sanitarias.

f) **Incompatibilidad entre los niveles en los planos de arquitectura**

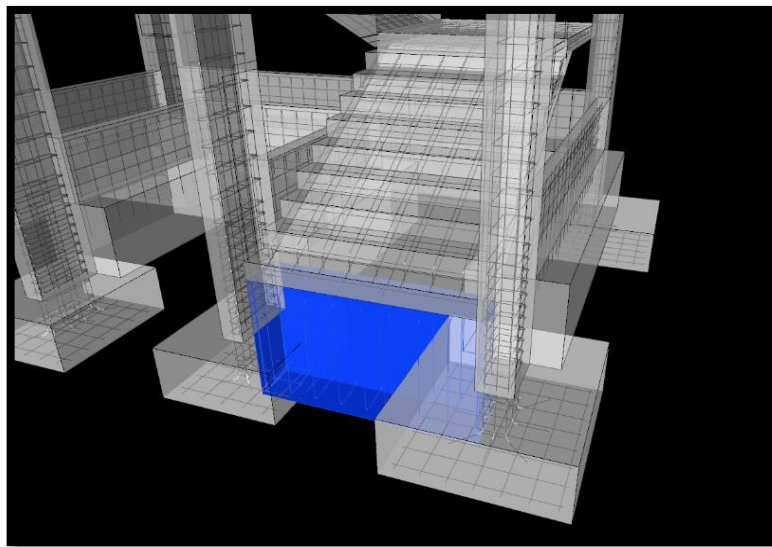


*Figura 46. Incompatibilidad entre el 1er nivel y 2do nivel en planos de arquitectura*

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a la Figura 46, se halla la existencia de muros y losa en el primer nivel mientras que en el segundo nivel no se proyectan por lo que obstruyen el vacío y generan una incompatibilidad entre ambos niveles.

**g) Incompatibilidad entre niveles en los planos de estructuras**

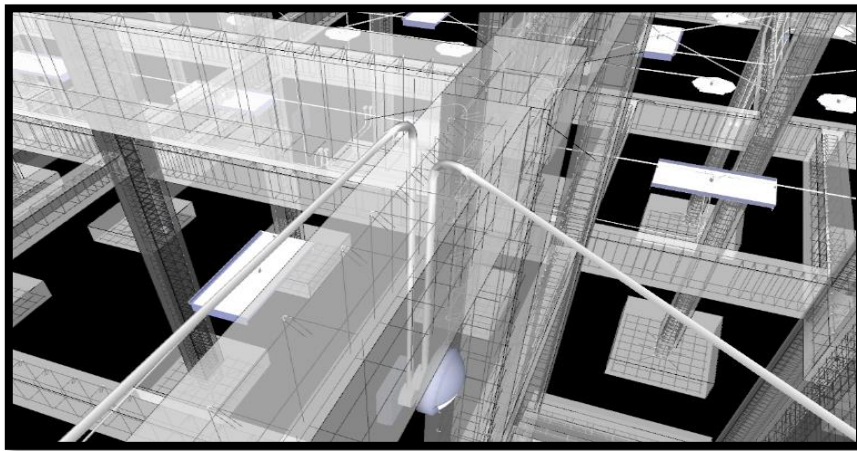


*Figura 47. Incompatibilidad entre el cimiento de la escalera y zapatas*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 47, se observa que el concreto del cimiento de la escalera se traslapa con las zapatas debido a que fueron dibujados en 2D cada una individualmente según su detalle, por lo que esta incompatibilidad no fue detectada.

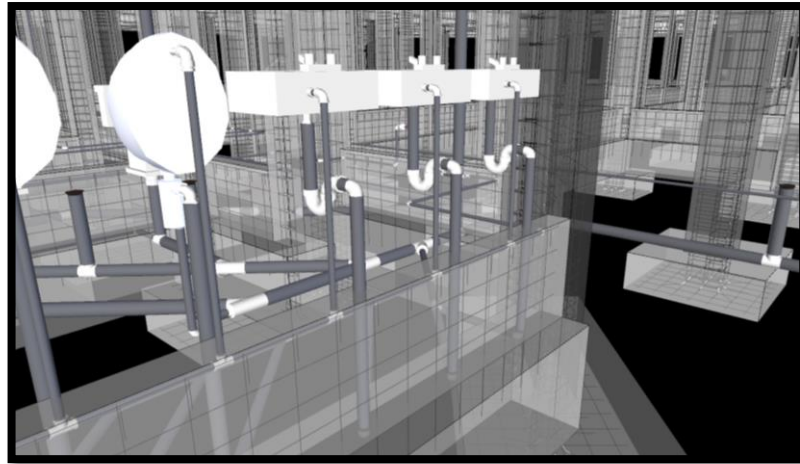
#### **h) Interferencia entre elementos de estructuras e instalaciones**



*Figura 48. Interferencia entre tuberías para instalaciones eléctricas y acero*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 48, se observa que las tuberías utilizadas para las conexiones de instalaciones eléctricas se incrustan dentro del recubrimiento de la viga y se traslapan con el estribo colocado según el plano de estructuras.

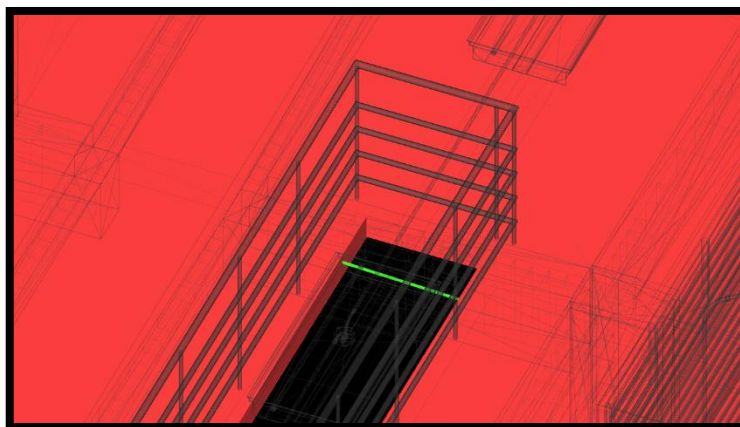


*Figura 49. Interferencia entre tuberías de desagüe y agua fría y sobrecimiento armado*

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se muestra en la Figura 49, las tuberías de desagüe, así como agua fría del plano de instalaciones sanitarias obstruyen la armadura de acero del sobrecimiento de estructuras por lo que generará un conflicto y tiempo cuando se ejecute.

**i) Interferencia entre elementos de arquitectura e instalaciones**



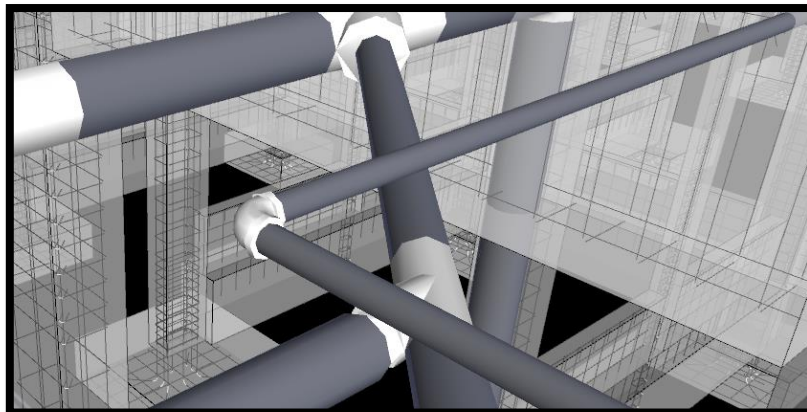
*Figura 50. Interferencia entre piso y tubería de instalaciones eléctricas*

*Fuente: Elaboración propia*



La tubería utilizada para las conexiones en instalaciones eléctricas se encuentra descubiertas, sin ningún elemento que la sostenga. (Ver Figura 50).

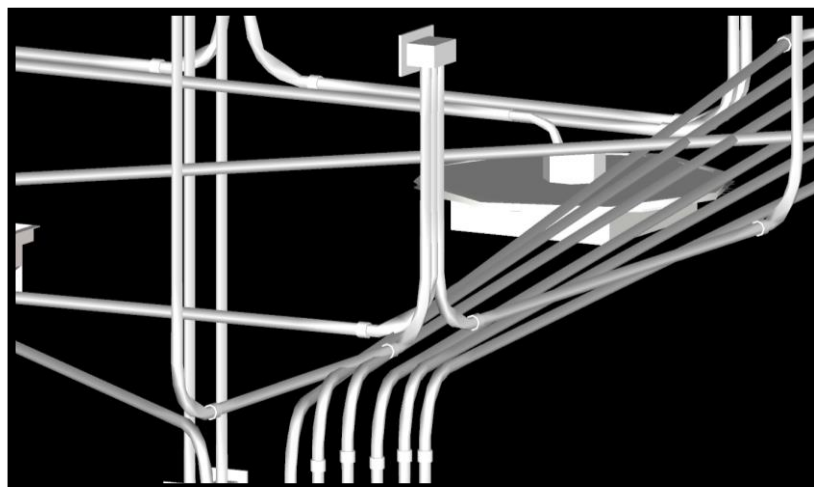
**j) Interferencia entre elementos de instalaciones**



*Figura 51. Interferencia entre tuberías de instalaciones sanitarias*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 51, se observa que las tuberías de agua fría se traslapan con las tuberías de desagüe en el segundo nivel del plano de instalaciones sanitarias.



*Figura 52. Interferencia entre tuberías de instalaciones eléctricas*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 52, se observa que las tuberías de PVC se traslapan e interceptan entre sí en el plano de instalaciones eléctricas.

#### 4.2.6 SIMULACIÓN 4D

Se trabajó con Navisworks para realizar la simulación 4D mediante las animaciones constructivas, se observó la interrelación en conjunto de las especialidades participantes del proyecto.

La gran ventaja de aplicar esta herramienta BIM es un control total sobre el proceso constructivo del proyecto, esto permite una mejor gestión de cada partida (elementos) ejecutada en obra.

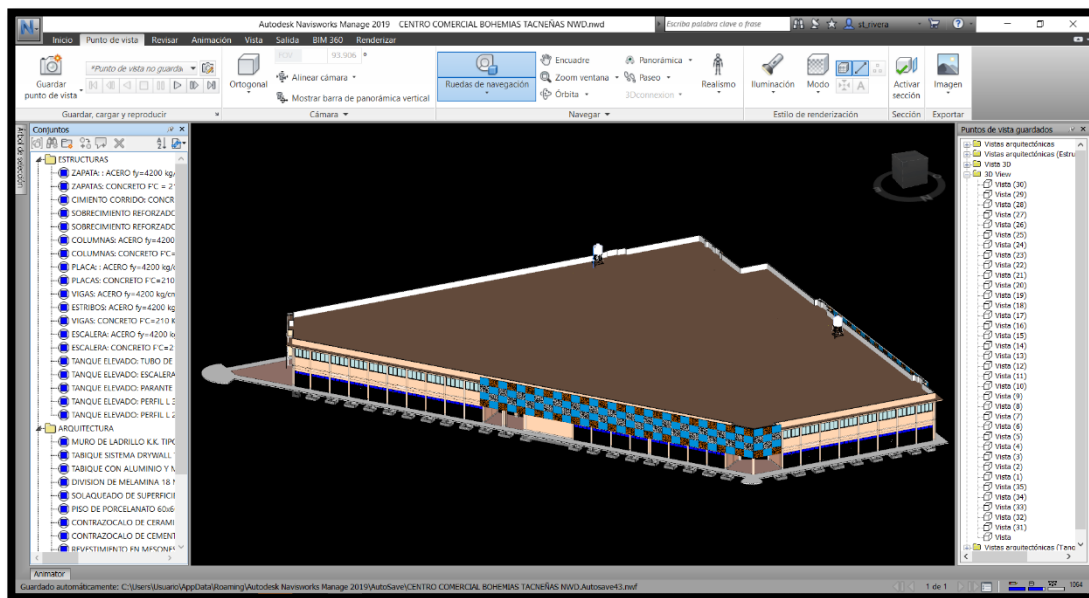


Figura 53. Modelo integrado en Navisworks

Fuente: Elaboración propia

En la figura 53, se observa las especialidades integradas en un solo modelo mediante el uso de Navisworks. Se crearon conjuntos, donde se agruparon los elementos de acuerdo a su tipo y propiedad, así como vistas 3D para generar un video virtual.

El modelo tridimensional del proyecto fue planificado y programado bajo una nueva dimensión BIM: el tiempo (4D), donde se crearon partida. Por lo tanto, nos dio un mayor alcance del desplazamiento y posición de lo que será en un futuro la ejecución del mismo.

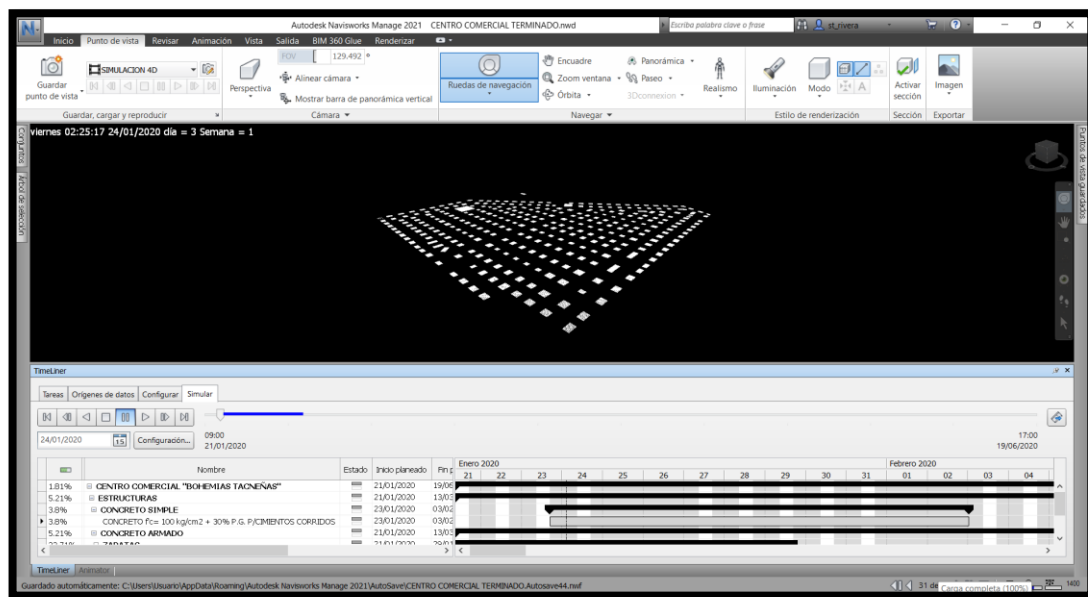
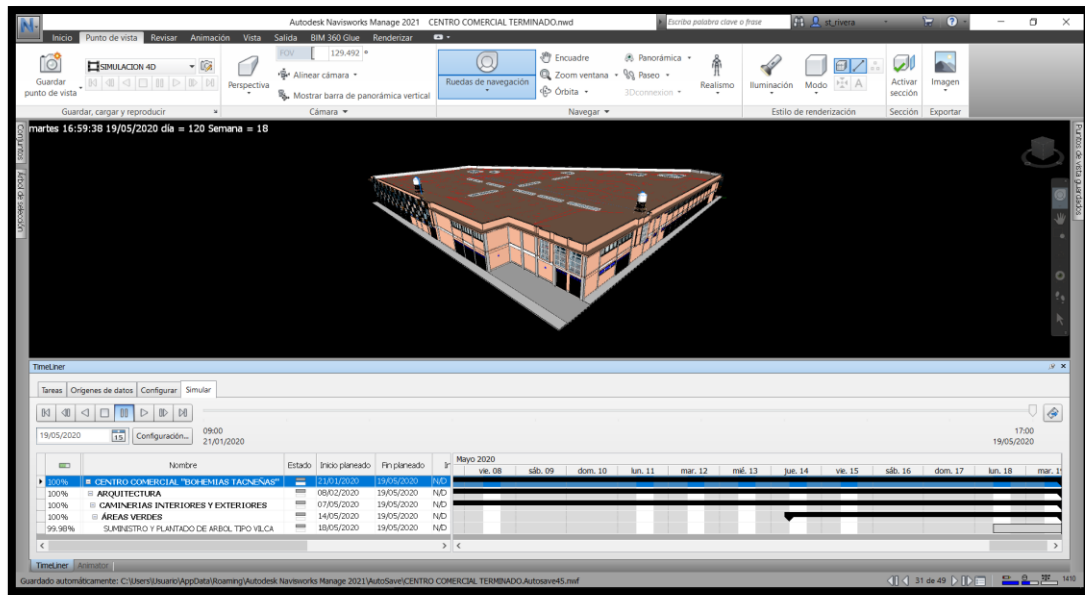


Figura 54. Inicio de simulación

Fuente: Elaboración propia



*Figura 55. Fin de simulación*

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura 54 y 55 se realiza la simulación mediante la vinculación de las partidas creadas. Se elaboró el cronograma Gantt que se ejecutará en la etapa constructiva.

## 4.2.7 COORDINACIÓN BIM

### 4.2.7.1 Planificar el flujo de comunicación

Para la actualización del modelo BIM se requirió una mayor comunicación entre las partes, de forma ordenada, en cada sesión de revisión en la cual cada interferencia fue documentada para medir el impacto que producirá en la etapa de ejecución.

Tabla 28.

*Sesiones ICE*

<b>SESIONES ICE</b>	<b>TEMAS</b>	<b>PARTICIPANTES ESENCIALES</b>
Reunión de iniciación al proyecto	Revisión y lectura de planos.	Todos
Coordinación de criterios de diseño	Se definió los softwares a utilizar para el diseño y la gestión de alcance. Se estableció el cronograma de coordinación. Se distribuyeron las labores de los participantes del proyecto por especialidades.	Todos
Reunión de planificación de avances y entregables	De acuerdo al cronograma se evaluó cada entrega e informó la situación por especialidades.	Todos
Coordinación de revisión de modelos	Levantamiento de interferencias e incompatibilidades para generar un modelo compatibilizado del proyecto. Sesión 01: Arquitectura - Estructuras Sesión 02: Arquitectura - MEP Sesión 03: Estructuras - MEP Sesión 04: Inst. Sanitarias - Inst. Eléctricas	Todos
Coordinación BIM	Retroalimentación. Revisión última para aprobar el modelo 4D compatibilizado.	Todos

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se aprecia en la tabla 28, conforme se corrigió el modelo se realizaron varias reuniones donde se informó las acciones tomadas para resolver las interferencias e incompatibilidades interdisciplinarias, por ello se usó el software Dropbox, donde se

compartieron el modelo con el objetivo de mantener una sincronización continua entre archivos. Se realizaron tantas actualizaciones necesarias para obtener un solo modelo compatible.

#### ***4.2.7.2 Coordinación final de revisión del modelo***

Se requirió una última revisión del modelo integrado y compatible, con las interferencias subsanadas, cada especialidad conforme se dio por finalizada la labor y se aguardó de forma organizada la información en Dropbox para la disponibilidad de todos los participantes, asimismo podrá utilizarse para futuros RFI en la etapa de construcción.



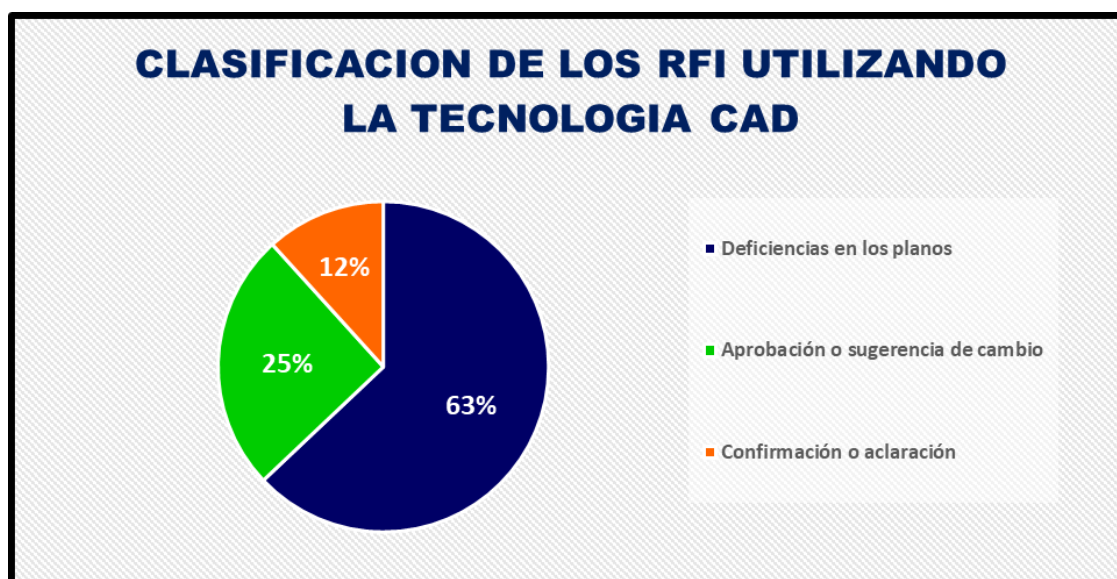
*Figura 56. Modelo compatible e integrado*

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.8 PROYECTO MODELADO TRADICIONALMENTE

Esta sección corresponde a los resultados de los planos elaborados completamente bajo la metodología tradicional, es decir, en la etapa de diseño no se empleó BIM.

Se clasificó los tipos de RFI en 3 grupos: por deficiencias en los planos de diseño, de aprobación o sugerencia de cambio, de confirmación o aclaración. Los resultados son:



*Figura 57. Clasificación de RFI utilizando la tecnología CAD*

*Fuente: Elaboración propia*

De la figura 57, se obtuvo que el 63% de los RFI pertenecen a las deficiencias en los planos, en el que están incluidas las incompatibilidades (errores u omisiones) entre los planos de la misma especialidad o interdisciplinaria e interferencias entre elementos no visualizados.



*Figura 58. Clasificación de las Deficiencias del diseño CAD*

*Fuente: Elaboración propia*

La figura 58 demuestra la clasificación de todas las deficiencias encontradas en los planos CAD. La mayor incidencia está vinculada a las interferencias entre elementos estructurales e instalaciones, interferencias entre elementos arquitectónicos e instalaciones; seguidamente se encuentran las incompatibilidades de los planos propios de arquitectura e incompatibilidades entre los planos de instalaciones eléctricas y estructuras.

Los resultados obtenidos concluyen que existen un total aproximado de 1040 incompatibilidades e interferencias que no fueron resueltos en la etapa de diseño bajo la metodología tradicional.



#### 4.2.9 PROYECTO IMPLEMENTADO CON BIM

Esta sección corresponde a los RFI resueltos en la etapa de diseño con la metodología BIM.

A continuación, se representan los resultados obtenidos de la clasificación bajo el tipo de RFI, identificándose en 4 grupos: “aprobación o sugerencia de cambio”, “confirmación o aclaración”, “incompatibilidad u omisión” y de “interferencias”. Estos son:



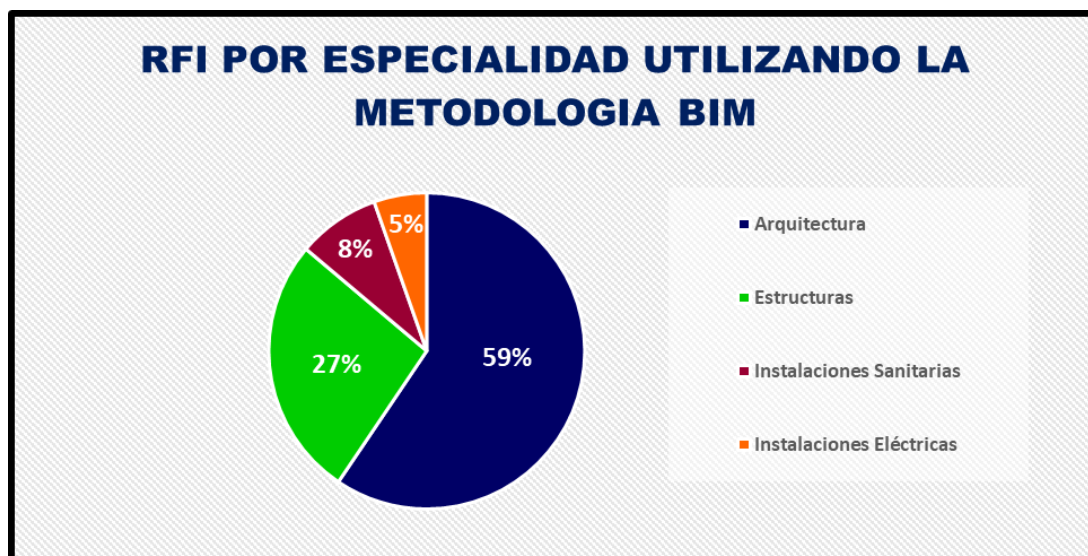
Figura 59. Tipos de RFI utilizando la metodología BIM

Fuente: Elaboración propia

El mayor porcentaje del RFI lo obtiene el grupo de “aprobación o sugerencia de cambio” seguido por las de “confirmación o aclaración de información” e “incompatibilidad u omisión”. En promedio, el 49% son de aprobación o sugerencia de

cambio, el 23% corresponden a “confirmación o aclaración de información”, mientras que 21% como “incompatibilidades u omisiones” y el 7% “interferencias”. (Ver Figura 59)

También, se determinó qué especialidades contenían el mayor porcentaje de RFI en la etapa de diseño, los resultados obtenidos son:



*Figura 60. RFI por especialidad mediante la metodología BIM*

*Fuente: Elaboración propia*

Se obtuvo que el mayor porcentaje del RFI implican a Arquitectura y Estructuras. 59% y 27% del RFI guardan relación a ambas especialidades respectivamente; se debe a que el diseño arquitectónico es la especialidad variable del proyecto, por ende, las demás especialidades se verán afectadas consecuentemente. (Ver figura 60)

Los resultados obtenidos concluyen que se resolvieron 953 RFI en el modelo 4D compatibilizado.

### **4.3 VALIDACIÓN DE EXPERTOS**

#### **4.3.1 PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO**

El presente trabajo de campo consistió en hacer una encuesta a los ingenieros civiles que han realizado, ejecutado y/o supervisado proyectos de creación. La encuesta ha sido diseñada por medio de un cuestionario, los cuales se clasificaron en 3 piezas: la primera corresponde a datos en general el cual tiene 4 preguntas, la segunda corresponde al entendimiento de la problemática y consta de 8 preguntas y la tercera corresponde a la percepción de calidad de la iniciativa el cual consta de 9 preguntas.

El detalle del formato de la encuesta realizada se adjunta en el Anexo N° 02 Encuesta para la Aplicación de la Metodología BIM.

#### **4.3.2 REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA**

El cuestionario se realizó de la siguiente manera:

Se envió la encuesta vía correo electrónico a los ingenieros que han elaborado, ejecutado y/o supervisado proyectos de construcción, para que por medio de la misma vía envíen el cuestionario con las respuestas a las interrogantes formuladas. Cabe indicar que también se compartió el link generado del Google Forms.

#### 4.3.2.1 Evaluación de la encuesta

Una vez de desarrollada la encuesta, se procedió a ordenar y clasificar la información, para su debido procesamiento en el programa SPSS Versión 22, cuyos resultados se muestran en el capítulo IV del presente trabajo de investigación.

### 4.3.3 ESPECIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS PREVISIBLES DE LA INICIATIVA

#### 4.3.3.1 Explicación de la validación de Expertos

Se ejecutó una segunda encuesta para la validación de la propuesta, pero sólo a un grupo de expertos, se encuestó a 5 profesionales que cumplen con la denominación de expertos en el contexto de la investigación, quienes laboran en entidades privadas que aplican la Metodología BIM, desde hace más de 5 años en el Perú.

Tabla 29.

*Roles BIM*

ROLES BIM	CANTIDAD
BIM Designer	2
BIM Manager	2
BIM Coordinator	1
<b>TOTAL DE EXPERTOS</b>	<b>5</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Se elaboró un formato tipo cuestionario, cuya matriz se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 30.

*Matriz del instrumento de validación*

<b>MATRIZ DEL INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN</b>			
<b>Marque con una "X" su respuesta Alto, Medio o Bajo; según corresponda.</b>			
<b>TESIS: "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020"</b>			
ÍTEM DE EVALUCIÓN	GRADO DE VALIDEZ		
	ALTO 3	MEDIO 2	BAJO 1
¿Que grado de validez le otorga al presente trabajo de investigación de aplicar la Metodología BIM para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna?			
¿Qué grado de validez le otorga usar las herramientas BIM, para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna?			

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 30, se aprecian la matriz del instrumento de validación, en la primera columna se muestra el ítem de evaluación, donde se hace una pregunta señalando el nivel de validez que le proporciona el ítem de evaluación que corresponde; y en la segunda columna, el encuestado determinará el nivel de validez conforme con la escala de valoración indicada en esa tabla, o sea, tres si el nivel de validez es elevado; dos, si el nivel de validez se estima medio y uno si se estima un nivel de validez bajo.

### 4.3.3.2 Resultados esperados de la propuesta

En la tabla 31 se puede apreciar los resultados de la aplicación de la Metodología BIM obtenida de la encuesta de validación a los expertos.

Tabla 31.

*Resultados de la aplicación de la Metodología BIM*

ÍTEM DE EVALUACIÓN	GRADO DE VALIDEZ
¿Qué grado de validez le otorga al presente trabajo de investigación de aplicar la Metodología BIM para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna?	ALTO
¿Qué grado de validez le otorga usar las herramientas BIM, para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna?	ALTO

*Fuente: Elaboración propia*

## 4.3.4 VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

### 4.3.4.1 Validez de la prueba estadística

Para lograr implantar el grado de validez de la iniciativa de aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna, se lleva a cabo la siguiente prueba de conjetura:

#### A. Formulación de la Hipótesis estadística

Considerando dos ítems de evaluación y tres grados de libertad (alto, medio y bajo), se tiene lo siguiente:

$$\begin{array}{l}
 \text{Puntaje máximo: } 2 \times 3 = 6 \\
 \text{Puntaje mínimo: } 2 \times 1 = 2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Puntaje máximo: } 2 \times 3 = 6 \\ \text{Puntaje mínimo: } 2 \times 1 = 2 \end{array}} \right\} \text{Donde: } \mu = \text{Media}$$

Por lo tanto, la conjetura (hipótesis) para la aplicación será:

Conjetura nula (H0) :  $\mu \leq 4$ ; la iniciativa tiene baja validez

Conjetura alterna (H1):  $\mu > 4$ ; la iniciativa tiene alta validez

### **B. Grado de significancia**

$\alpha = 5\%$ ; Nivel de significación (95% de nivel de confianza)

### **C. Estadígrafo de prueba**

Se aplicará la prueba de “t” de Student

Fórmula:

$$t(\text{obtenido}) = \frac{X - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

Donde:

X, representa la Media Muestral

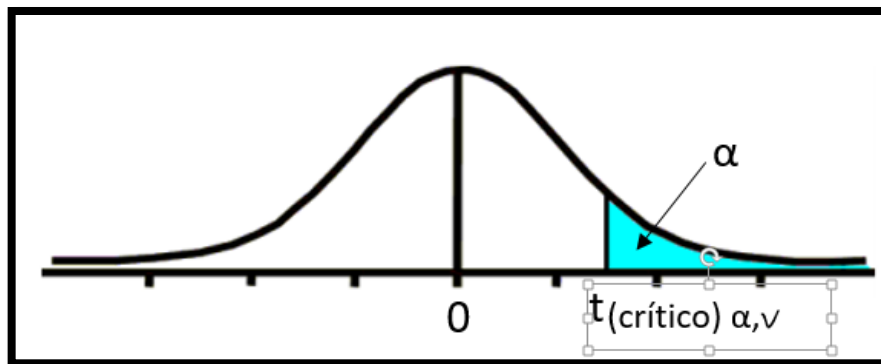
$\mu$ , representa la Media Poblacional

S, representa la desviación estándar.

n, representa el tamaño de muestra.

#### D. Valor crítico

$t$  (crítico) = valor obtenido de la tabla t-Student



*Figura 61. Tabla de áreas de la distribución t-Student*

*Fuente: Prueba t-student*

#### - **Determinación del grado de libertad:**

Conocemos que  $n = 5$ ; tamaño de la muestra (expertos entrevistados)

Grado de libertad (Gl) =  $5 - 1$

Grado de libertad (Gl) = 4

#### - **Línea de aceptación y de rechazo:**

Para:

$\alpha = 5\%$  o 0,05

Grado de libertad (Gl) = 4 *Fuente: Prueba t-student*



Tabla 32.

*Áreas de la Distribución t-Student*

Grados de Libertad	Áreas de cola crítica (= $\alpha$ para prueba de una cola, = $\alpha/2$ para prueba de dos colas)									
	.4	.25	.1	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	.816	.1886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214	12.924
4	.271	.741	1.508	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869

Fuente: Prueba t-Student

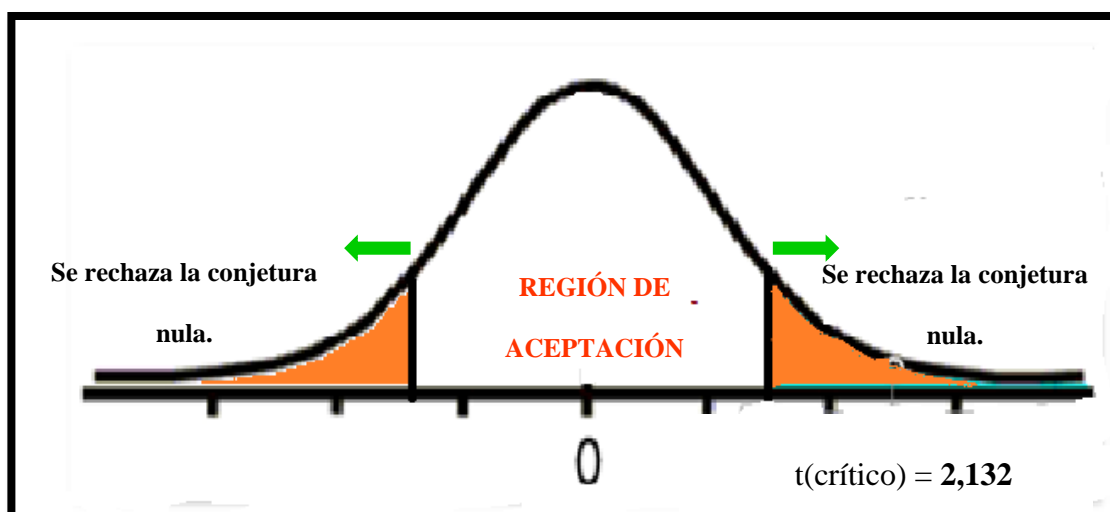


Figura 62. Región de aceptación Tabla t-Student

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención del  $t(\text{crítico})$ , se debe recurrir a la tabla de áreas de la distribución t-Student, se tiene un nivel de significancia  $\alpha = 5\%$  y un grado de libertad  $Gl = 4$  por ende, se tiene como resultado final un  $t(\text{crítico}) = 2,132$ .

### E. Aplicación estadística

Tabla 33.

Valores obtenidos de media y desviación estándar del SPSS

RESULTADOS	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR
Validación	8.60	0.894

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando los datos del estudio estadístico, se obtiene lo siguiente:

$$t(\text{obtenido}) = \frac{X - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

$$t(\text{obtenido}) = \frac{8.60 - 4}{0.894 / \sqrt{5}}$$

Por lo tanto, obtenemos el valor de  $t(\text{obtenido}) = 11.51$

#### F. Criterio de decisión

Opción 1: Si  $t(\text{obtenido}) < t(\text{crítico})$ ; entonces se acepta la hipótesis nula.

Opción 2: Si  $t(\text{obtenido}) > t(\text{crítico})$ ; entonces se rechaza la hipótesis nula.

#### G. Decisión

Mediante el cálculo realizado, se desprende lo siguiente:

$t(\text{obtenido}) = 11.51$  es mayor a  $t(\text{crítico}) = 2,132$ .

Por lo tanto, se decide rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y en consecuencia se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

## H. Conclusión estadística

Por medio de todo el proceso llevado a cabo se concluye que, con un grado de confianza del 95% el grado de validez de la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna propuesta es alta; por consiguiente, constituye una opción posible para la solución del problema de investigación, según los expertos.

### *4.3.4.2 Confrontación de la hipótesis general*

La presente investigación tiene como hipótesis general:

**“La influencia de la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) mejora significativamente los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna”.**

Tomando en cuenta los resultados de la crítica de los expertos, se determina que la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna, constituye una elección viable, obteniendo un grado de confianza del 95%. Por lo manifestado, queda verificada la premisa.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se necesita discutir ciertos puntos de enorme trascendencia respecto al alcance referente con la aplicación de la metodología BIM utilizada en esta investigación.

En primer lugar, esta metodología genera impactos positivos perceptibles desde la etapa de diseño. Por lo tanto, mejora la sostenibilidad, productividad y eficacia. Además, aporta una visión completa del impacto de cada cambio y de la exactitud y rapidez del flujo de información, también se trata de una coordinación colaborativa. Dichos precedentes otorgan cuenta del por qué el Plan BIM Perú tiene como objetivo minimizar los sobrecostos y atrasos en la ejecución de infraestructura estatal, que exista mayor eficacia en la operación y mantenimiento, así como fomentar la transparencia en los procesos de inversión estatal como lo establece el DS 289-2019-EF (2019).

Candela & Carbajal (2019), desarrollaron su investigación destinados a optimizar el control de proyecto y ayudar en la solución de inconvenientes que se producen cuando se hace bajo un sistema clásico. En la cual declaran en sus resultados que la utilización del modelado virtual de información al Proyecto de construcción ayudó a aclarar y anticipar cada una de las consultas que se hubiesen llevado a cabo en el transcurso de desarrollo del proyecto. Adquirieron como consecuencia la proporción de 244 incompatibilidades a lo largo del proyecto, incompatibilidades que han sido resueltas anticipadamente por los ingenieros a cargo. Asimismo, esta investigación por medio de la aplicación de las herramientas BIM localizó incompatibilidades e interferencias detectadas que han sido solucionadas. Por esto concordamos que la localización temprana

de errores, la identificación de incompatibilidades u observaciones funcionales, nos facilita resolver en la etapa de diseño. Además, nos acerca a la compatibilización de todas las disciplinas en la etapa de modelado, para edificar lo cual realmente se creó.

(Prado, 2018) en su indagación expone que el más grande desafío para llevar a cabo la implementación de la Metodología BIM es el capital humano. Con respecto a este punto la tabla 23 (Recapitulación del estudio estadístico) considera que los encuestados (ingenieros civiles colegiados de la ciudad de Tacna) el 12.22% hizo uso de la Metodología BIM y el resto nunca, mientras que el 5.56% tiene un alto nivel de conocimiento respecto a la Metodología BIM y el resto se encuentra en un nivel entre Moderado, Bajo y Muy bajo.

Farfan & Chavil (2016), en su investigación desarrollada da veracidad al objetivo planteado y concluyen que la suma de RFI's concebidas durante la fase de estructuras se comprimiría en un 94% si se aplicara la Metodología BIM en el diseño. Mientras por cada S/.1.00 invertido en la compatibilización de un proyecto de oficinas se logra un ROI de S/.4.32. También enfatizan que el promedio de adicionales en proyecto de oficinas es de 2.65% causados por la falta de eficacia del expediente. Respecto a esta investigación se redujo la cantidad de RFI en un 92%. Esto significa un gran golpe positivo sobre la gestión de proyectos, ya que no se manejará gran parte del período en identificar consultas y derivarlas a la supervisión, sino que sus esfuerzos se concentrarían en exigencias más importantes. Además, contribuye un enfoque global del impacto de cada cambio y de la exactitud y rapidez del flujo de indagación.

Respecto a nuestra hipótesis general, podemos señalar que esta se cumple. De acuerdo con los resultados obtenidos nos proporciona un alcance significativo de la información relacionada al proyecto de esta investigación desde su concepción. Esto se podría relacionar con lo que plantean Ulloa & Salinas (2013), donde demuestran que alrededor del 18.7% de RFI's se descubre durante el diseño y el 81.3% sobrante se descubre durante la construcción en la etapa de estructuras. Además, esto se coincide con lo expuesto anteriormente de acuerdo a la falta de calidad del expediente técnico, la cual indica que se reduce 0.45% de 2.65% de adicionales en promedio si se implementara BIM en el diseño (Farfan & Chavil, 2016).

## CONCLUSIONES

### - **Primera conclusión:**

Se concluye que la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling), es viable y óptima, ya que se pudo solucionar 953 de 1040 incompatibilidades e interferencias detectadas, tal como lo demuestra el caso del proyecto “Centro Comercial Bohemias Tacneñas”, mediante la compatibilización del modelo 4D en la etapa de diseño que aporta una visualización y control total ante cada cambio y de una exactitud y rapidez del flujo de información, anticipándonos a estos errores y realizando las correcciones necesarias en su debida oportunidad. Por ende, se redujo la cantidad de RFI en un 92%. Esto significa un gran impacto positivo sobre la gestión de proyectos, ya que no se utilizará gran parte del tiempo en solicitar información y emitir las a supervisión, sino que se aprovecharía en requerimientos más importantes propios del punto de partida de la obra.

### - **Segunda conclusión:**

Se analizó el diagnóstico situacional, a través de la aplicación de un cuestionario a 90 profesionales. Mediante las encuestas respondidas por ingenieros civiles en la ciudad de Tacna se pudo clasificar la información respecto al uso de la metodología BIM, su grado de aplicación así mismo su percepción. Concluyendo que existe, en promedio, solamente el 5.56% tiene un alto nivel de conocimiento y el 12.22% realizó proyectos usando esta metodología; sin embargo, es necesario resaltar el interés mostrado por parte de los encuestados en poder recibir formación BIM, teniendo en cuenta que en la

actualidad es necesario estar a la vanguardia con los avances tecnológicos debido a nuevos proyectos más arriesgados y complejos.

- **Tercera conclusión:**

Se obtuvo que la mayor cantidad de RFI, utilizando softwares BIM, corresponden al tipo “aprobación o sugerencia de cambio” que representa un 49% y seguido del 23% de la “confirmación o aclaración de información”. Mientras que, entre los planos de la misma especialidad, la mayor suma de RFI involucran a la especialidad de Arquitectura con un 59% y Estructuras un 27%.

- **Cuarta conclusión:**

La aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) propuesta fue validada por expertos, determinando que la aplicación de la Metodología BIM propuesta, constituye una alternativa viable para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna, con un nivel de confianza del 95%.



## RECOMENDACIONES

### - **Primera recomendación:**

En primera instancia, se recomienda a la Universidad Privada de Tacna implementar dentro de su enseñanza la Metodología BIM, incluir en su malla curricular cursos especializados con docentes expertos, para estudiantes de ingeniería civil, debido a que en la actualidad es una necesidad la utilización y/o aplicación de la Metodología BIM para proyectos de construcción, de acuerdo con el DS N°289-2019-EF, donde especifica que se decretan disposiciones para la adhesión progresiva del BIM en la inversión estatal, señalada dentro del artículo 5 donde puntualiza la aprobación e implementación del Plan BIM Perú.

### - **Segunda recomendación:**

Se recomienda a los ingenieros civiles de la ciudad Tacna que estén inmersos en proyectos de construcción, adquirir formación y capacitación sobre BIM, puesto que les ofrecerá un control permanente sobre su proyecto mediante sus herramientas, procesos y equipo de trabajo planteado, esto representará un cambio favorecedor en su dinámica laboral. Es recomendable que, durante el desarrollo de todas las etapas del proyecto de construcción se cuente con un experto o un grupo de expertos, a fin de que se facilite la adecuada comunicación entre todas las especialidades y se fomente el trabajo colaborativo pilar fundamental de la Metodología BIM.

- **Tercera recomendación:**

Se recomienda a las Empresas Constructoras Tacneñas, Gobierno Regional, Municipalidades e Instituciones Gubernamentales ligadas a la construcción ingresar e involucrarse en el mundo BIM. Mientras el cambio se realice más temprano, en etapas iniciales del ciclo de vida del proyecto, mayor será su retorno de inversión en la etapa de ejecución, es decir, se reducirán las ampliaciones de plazo y adicionales típicos de toda obra. Se sugiere también a los representantes de las empresas constructoras y autoridades de gobiernos locales brindar capacitaciones a su personal, para así poder tener un avance y crecimiento en el proceso de implementación de la Metodología BIM.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Rojas, P. V. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Almonacid, K., Navarro, J., & Rodas, I. (2015). *Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología bim en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ proyecta*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- American Institute of Architects . (28 de Agosto de 2015). *American Institute of Architects (AIA)*.  
Obtenido de American Institute of Architects (AIA): <http://www.aia.org/>
- American Institute of Architects. (28 de Agosto de 2015). *American Institute of Architects - (AIA)*.  
Obtenido de American Institute of Architects - (AIA): <http://www.aia.org>
- Apaza Vizcarra, J. A. (2015). *Aplicación de la metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Autodesk. (28 de Agosto de 2015). *Compañía Norteamericana Autodesk*. Obtenido de Compañía Norteamericana Autodesk: <http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling/overview>
- Ayasta Cachay, P. E., Guillen Cerna, J. A., & Izquierdo Esquivel, D. K. (2016). *Aplicación de la tecnología BIM al facility management de un centro comercial en el Perú*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Bances Nuñez, P. X., & Falla Ravines, S. H. (2015). *La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles” en Trujillo-Perú*. Trujillo: Universidad Privada Antero Orrego.

BIM. (15 de Mayo de 2019). *Comité BIM Perú*. Obtenido de Comité BIM Perú: <http://www.comitebimdelperu.com/2014/index.html>

BIM Forum. (2017). *Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones*. Santiago de Chile. Obtenido de [http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/bc90\\_6\\_guia\\_inicial\\_para\\_implementar\\_bim\\_en\\_las\\_organizaciones\\_-\\_version\\_imprensa.pdf](http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/bc90_6_guia_inicial_para_implementar_bim_en_las_organizaciones_-_version_imprensa.pdf)

Candela Rafael, R. H., & Carbajal Calampa, O. M. (2019). *Modelado virtual de información para el control de edificación del instituto de seguridad minera, distrito la Victoria, año-2019*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Chacón, D. E., & Cuervo Coronado, G. (2017). *Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit*. Bárbula: Universidad de Carabobo.

Choqueza López, L. S. (2019). *Mejora de la productividad en proyectos de edificación mediante el sistema de gestión BIM - LEAN*. Tacna : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Dirección general de programación multianual de inversiones. (2020). *Plan nacional de competitividad y productividad - Plan BIM Perú*. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

El Peruano. (2006). Reglamento nacional de edificaciones. *Norma A.070 - Comercio*.

- Eliash Méndez, A. B. (2015). *Entendiendo el uso de BIM en los procesos de diseño y coordinación de especialidades en Chile*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Eyzaguirre Vela, R. R. (2015). *Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Farfan Tataje, E. Z., & Chavil Pisfil, J. D. (2016). *Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Goyzueta Balarezo, G. J., & Puma Lupo, H. (2016). *Implementación de la metodología BIM y el sistema Last Planner 4D para la mejora de gestión de la obra “residencial Montesol-Dolores - Tomo I*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Martinez Ayala, S. J. (2019). *Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (08 de Octubre de 2019). *El Peruano*. Obtenido de El Peruano: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-disposiciones-para-la-incorporacion-progresiva-de-b-decreto-supremo-n-289-2019-ef-1804998-2/>
- National BIM Standars . (28 de Agosto de 2015). *National BIM Standars - (NBS)*. Obtenido de National BIM Standars - (NBS): <http://www.thenbs.com/bim/what-is-bim.asp>

- Nieto Salas, M. D. (2016). *Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua*. Ambato - Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
- Prado Luján, G. A. (2018). *Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de construcción*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Project Management Institute. . (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Lima: PMI.
- Quiñones Ccalla, G. R. (2016). “*Centro Comercial Tipo Mall para contribuir al desarrollo económico asociado al comercio en la Ciudad de Tacna*”. Tacna : Universidad Privada de Tacna.
- Sánchez Morales, R. J. (2017). *Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua*. Costa Rica : Instituto Tecnológico de Costa Rica .
- Siccha Pachamango, A. E., & Villarruel Pastor, J. C. (2015). *Propuesta de ejecución constructiva de la obra “Los dijes del golf” para mejorar la productividad mediante el proceso BIM con el software Revit, en la ciudad de Trujillo del 2015*. Trujillo: Universidad Privada Antero Orrego.
- Tabilo Vallade, M. I. (2019). *Estudio de la metodología BIM en la gestión de construcción y aplicación demostrativa*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Ulloa Román, K., & Salinas Saavedra, J. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Vera Galindo, C. (2018). *Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. modelo BIM 5D costes*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Villa Quiroz, J. J. (2017). *Implementación de tecnologías BIM-REVIT en los procesos de diseño de proyectos en la empresa consultora JC. INGENIEROS S.R.L.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

## ANEXOS

## Anexo A. Matriz de Consistencia

## TÍTULO: “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020”

INTERROGANTE DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS	PRUEBA ESTADÍSTICA O ESTRATEGIA		
<p><b>1. PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cuál es la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna?</p> <p><b>2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) ¿Cuál es la situación actual de la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna?</p> <p>b) ¿Cuál es el nivel de mejora de los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales, después de la aplicación de las herramientas BIM (Building Information Modeling)?</p> <p>c) ¿Cuál es la opinión de los expertos respecto a la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna?</p>	<p><b>1. OBJETIVO PRINCIPAL</b> Determinar la influencia con la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna.</p> <p><b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Analizar el diagnóstico situacional de la aplicación BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna.</p> <p>b) Aplicar las herramientas BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la Ciudad de Tacna.</p> <p>c) Validar la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna por los expertos.</p>	<p><b>1. HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> La influencia de la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) mejora significativamente los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna.</p> <p><b>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) El uso y aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna es bajo.</p> <p>b) La aplicación de las herramientas BIM (Building Information Modeling) mejora los alcances en la etapa de diseño en Proyectos de Centros Comerciales en la ciudad de Tacna.</p> <p>c) La validación por los expertos demuestra que es viable la aplicación de la metodología BIM para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la ciudad de Tacna.</p>	<p><b>X1:</b>  Metodología BIM (Building Information Modeling)</p> <p><b>Y1:</b>  Los alcances en la etapa de diseño</p>	Integración	<p><b>1. TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> a) Aplicada</p> <p><b>2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> a) No experimental</p> <p><b>3. ÁMBITO DE ESTUDIO</b> Región Tacna</p> <p><b>4. TIEMPO SOCIAL</b> Año 2020</p> <p><b>5. POBLACIÓN</b> a) La población para la presente investigación lo conforma los proyectos de Centros Comerciales que se ejecutaron con el Sistema Tradicional en la ciudad de Tacna. Representando un total de 16 entre Centros Comerciales y/o Tiendas para el hogar y Otras Edificaciones con fines comerciales.</p> <p>b) 1353 profesionales de Ingeniería Civil de la Región Tacna: De acuerdo a la carta N°231-2020/CIP-CDT se identifica la cantidad de ingenieros civiles.</p> <p>c) La población de estudio para la validación del presente trabajo de investigación, serán 5 ingenieros con amplia experiencia en la Metodología BIM.</p> <p><b>6. MUESTRA</b> a) La muestra (caso de estudio) corresponde al Proyecto “Centro Comercial Bohemias Tacneñas”, proyecto realizado dentro de la ciudad Heroica de Tacna.</p> <p>b) 90 profesionales de ingeniería civil que han elaborado, ejecutado y/o supervisado proyectos de construcción en la Región Tacna, periodo 2020: El cálculo del tamaño de la muestra cuando el tamaño de la población es conocido y se desea estimar la proporción poblacional con variable cualitativa.</p>	<p><b>1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b></p> <p>a) Encuesta</p> <p>b) Entrevista</p> <p>c) Cuestionario</p> <p>d) Juicio de expertos</p> <p><b>2. PROCESAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>a) Programa estadístico SPSS.</p>		
				Trabajo Colaborativo			Mejora continua	Tiempo

Fuente: Elaboración propia



## Anexo B. Cantidad de Ingenieros Civiles



**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
**CONSEJO DEPARTAMENTAL DE TACNA**

**"Año de la Universalización de la Salud"**

Tacna, 12 de noviembre del 2020

**CARTA N° 231-2020/CIP-GDT**

Señorita:

**ASTRID ARACELLY TACORA MARIACA**

**Presente.-**

**Asunto : Respuesta a lo solicitado**  
**Ref. : Email recepcionado 10-11-2020**

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y a la vez de acuerdo al documento de la referencia, se le informa que el número actual de Ingenieros Civiles en nuestra sede departamental es de 1353 colegiados.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

**Atentamente,**

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL TACNA  
  
 Ing. CIP-FRANCISCO RAMIRO FLORES  
 DECARO

C.C.  
 FRF/sk



Av. Manuel A. Odría N° 1562 - Tacna, Perú

secretaria@cipotacna.org.pe / secretariacip@tacna@gmail.com

052 411577 / 969 320 988

www.cipotacna.org.pe

## Anexo C. Modelo de Encuesta

<b>MODELO DE ENCUESTA</b>			
<p>Estimado Sr. (a):            Esta encuesta se realiza en el marco de la Tesis de Investigación para pregrado en Ingeniería Civil, es por esta razón que se ha elaborado el presente cuestionario con la finalidad de conocer el diagnóstico situacional de la Metodología BIM en la industria de la construcción. Le agradecería que evalúe cada una de las preguntas y responda con sinceridad.            NOTA: La información que proporciona es estrictamente confidencial.</p>			
<b>A) ANÁLISIS ESTADÍSTICO SOBRE DATOS GENERALES DEL ENCUESTO</b>			
<b>1- ¿Es usted Ingeniero Civil?</b>			
<input type="checkbox"/>	Si		
<input type="checkbox"/>	No		
<b>2- ¿En qué entidad trabaja actualmente?</b>			
<input type="checkbox"/>	Pública		
<input type="checkbox"/>	Privada		
<b>3- ¿Ha participado usted en la elaboración, ejecución y /o supervisión de proyectos de construcción?</b>			
<input type="checkbox"/>	Si		
<input type="checkbox"/>	No		
<b>4- ¿Cuántos años de experiencia tiene usted elaborando, ejecutando y/o supervisando proyectos de construcción?</b>			
<input type="checkbox"/>	6 meses a 1 año	<input type="checkbox"/>	De 10 años a 15 años
<input type="checkbox"/>	De 1 año a 5 años	<input type="checkbox"/>	Mayor a 15 años
<input type="checkbox"/>	De 5 años a 10 años		

**B) ANÁLISIS ESTADÍSTICO SOBRE CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA**

5- ¿Cuál es su nivel de conocimiento de la Metodología BIM?

Muy alto

Bajo

Alto

Muy bajo

Moderado

6- ¿En los proyectos que usted ha participado, usó la Metodología BIM?

Siempre

Casi nunca

Casi siempre

Nunca

A veces

7- ¿Cuánto tiempo usted lleva usando el sistema tradicional (CAD)?

De 1 año a 5 años

De 10 años a 15 años

De 5 años a 10 años

Mayor a 15 años

8- ¿Qué valor usted asignaría a la comunicación que existe entre el área de diseño

Muy alto

Bajo

Alto

Muy bajo

Moderado

9- ¿Cuál cree usted que es el problema más común en obra?

- |                          |   |                          |                 |
|--------------------------|---|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | La falta de tecnología                      | <input type="checkbox"/> | El personal     |
| <input type="checkbox"/> | Diseño                                      | <input type="checkbox"/> | Los proveedores |
| <input type="checkbox"/> | La falta de coordinación de las disciplinas | <input type="checkbox"/> | Otros           |

10- ¿Cree usted que en los proyectos de construcción se debe de implementar la Metodología BIM?

- |                          |                          |                          |                             |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Completamente de acuerdo | <input type="checkbox"/> | En desacuerdo               |
| <input type="checkbox"/> | De acuerdo               | <input type="checkbox"/> | Completamente en desacuerdo |
| <input type="checkbox"/> | Parcialmente de acuerdo  |                          |                             |

11- ¿Conoce usted alguna empresa y/o entidad que haya implementado la Metodología BIM?

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | Si |
| <input type="checkbox"/> | No |

12- ¿Qué herramienta BIM usa usted?

- |                          |                     |                          |                      |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Autodesk Revit      | <input type="checkbox"/> | Graphisoft ArchiCAD  |
| <input type="checkbox"/> | Tekla Structures    | <input type="checkbox"/> | Bentley Architecture |
| <input type="checkbox"/> | Autodesk Navisworks | <input type="checkbox"/> | Otros                |

**C) ANÁLISIS ESTADÍSTICO SOBRE PERCEPCIÓN SOBRE CALIDAD DE PROPUESTA**
**13- ¿Qué importancia tiene el BIM en proyectos de construcción?**

- |                          |          |                          |          |
|--------------------------|----------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | Muy alto | <input type="checkbox"/> | Bajo     |
| <input type="checkbox"/> | Alto     | <input type="checkbox"/> | Muy bajo |
| <input type="checkbox"/> | Moderado |                          |          |

**14- ¿Cree usted que la implementación del Plan BIM – Perú ayude a cerrar las brechas que existe en la industria de la construcción?**

- |                          |                          |                          |                             |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Completamente de acuerdo | <input type="checkbox"/> | En desacuerdo               |
| <input type="checkbox"/> | De acuerdo               | <input type="checkbox"/> | Completamente en desacuerdo |
| <input type="checkbox"/> | Parcialmente de acuerdo  |                          |                             |

**15- ¿Cuál es el estado del arte del BIM en el Perú, en la etapa de diseño?**

- |                          |          |                          |          |
|--------------------------|----------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | Muy alto | <input type="checkbox"/> | Bajo     |
| <input type="checkbox"/> | Alto     | <input type="checkbox"/> | Muy bajo |
| <input type="checkbox"/> | Moderado |                          |          |

**16- ¿En qué proyectos considera usted, que es más provechoso implementar BIM (Etapa de diseño)?**

- |                          |                           |                          |                     |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> | Carreteras                | <input type="checkbox"/> | Centros comerciales |
| <input type="checkbox"/> | Viviendas                 | <input type="checkbox"/> | Hospitales          |
| <input type="checkbox"/> | Centrales hidroeléctricas | <input type="checkbox"/> | Todos los proyectos |
| <input type="checkbox"/> | Oficinas                  |                          |                     |

**17- ¿Usted como Ingeniero Civil estaría dispuesto a capacitarse y aplicar la Metodología BIM?**

Si

No

**18- ¿Cree usted que las universidades deberían impartir de manera obligatoria conocimientos acerca de la Metodología BIM?**

Si

No

**19- ¿Tiene usted previsto recibir formación sobre BIM?**

No

Si, a medio plazo

Si, a largo plazo

Si, en los próximos meses

**20- ¿Qué factores cree usted que podrían influir en la adopción más generalizada de la Metodología BIM?**

Que exista mayor oferta de capacitación

Que más profesionales lo usen

Que se exija en todos los proyectos

Que el gobierno establezca una estrategia nacional

Que el software tenga menor precio

**21- ¿Cree usted que el BIM es el presente y futuro de la construcción?**

Si

No

## Anexo D. Informe de Juicio de Expertos

# INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

## 1- DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES	
PROFESIÓN	
INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA	
CARGO QUE DESEMPEÑA	
TIEMPO DE EXPERIENCIA	

## 2- VALIDACIÓN

Marque con una "X" su respuesta Alto, Medio o Bajo; según corresponda.

**TESIS: "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020"**

ÍTEM DE EVALUCIÓN	GRADO DE VALIDEZ		
	ALTO	MEDIO	BAJO
	3	2	1
¿Que grado de validez le otorga al presente trabajo de investigación de aplicar la Metodología BIM para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna?			
¿Qué grado de validez le otorga usar las herramientas BIM, para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la Ciudad de Tacna?			

**3- RESULTADOS**

VALORACIÓN TOTAL		
OPINIÓN	METODOLOGÍA VALIDADA	
	METODOLOGÍA NO VALIDADA	

**4- RECOMENDACIONES**

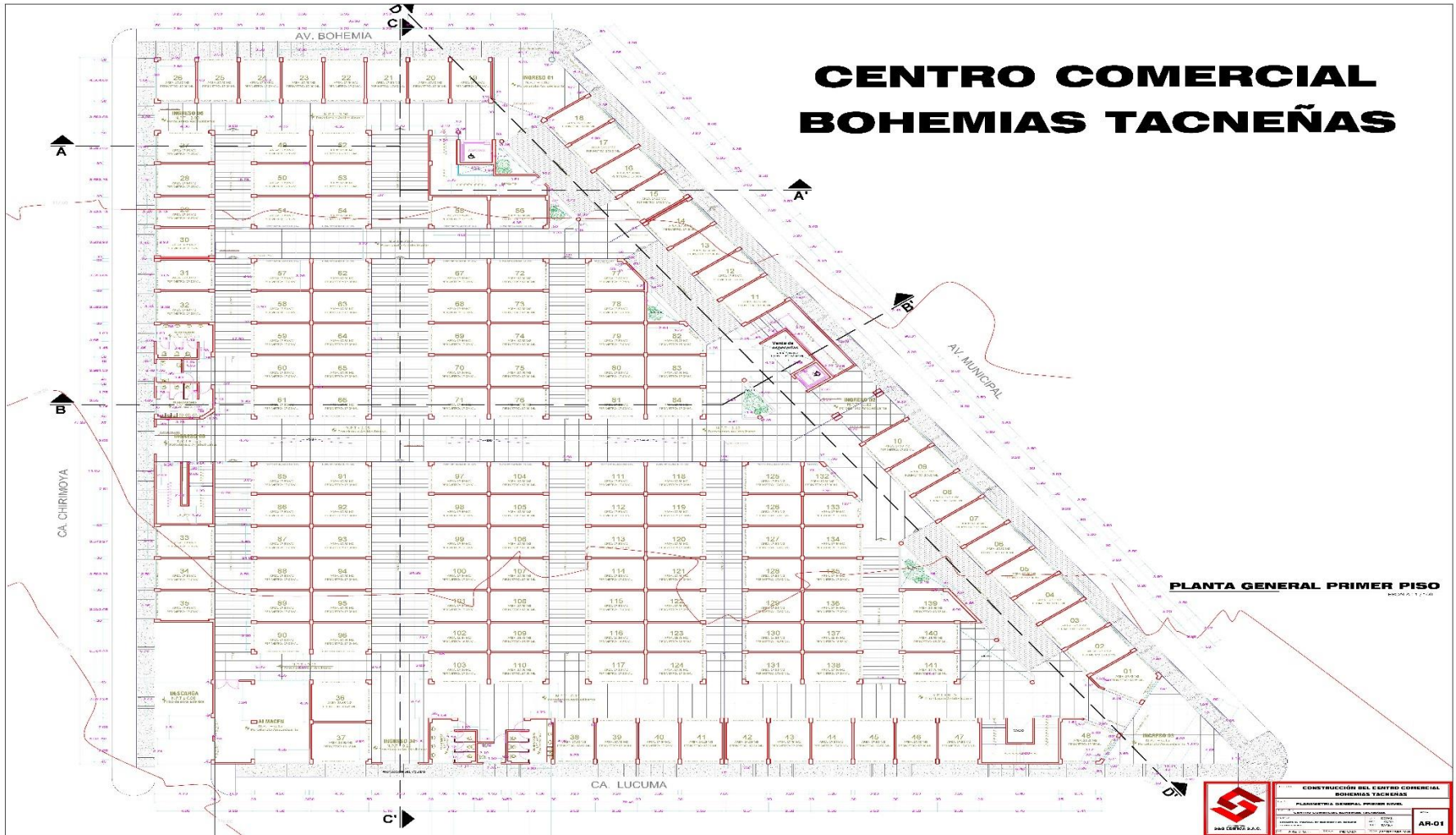
Usted como especialista en BIM (Building Information Modeling), mencione algunas sugerencias o recomendaciones para mejorar la aplicación de la Metodología BIM en la etapa de diseño.

--

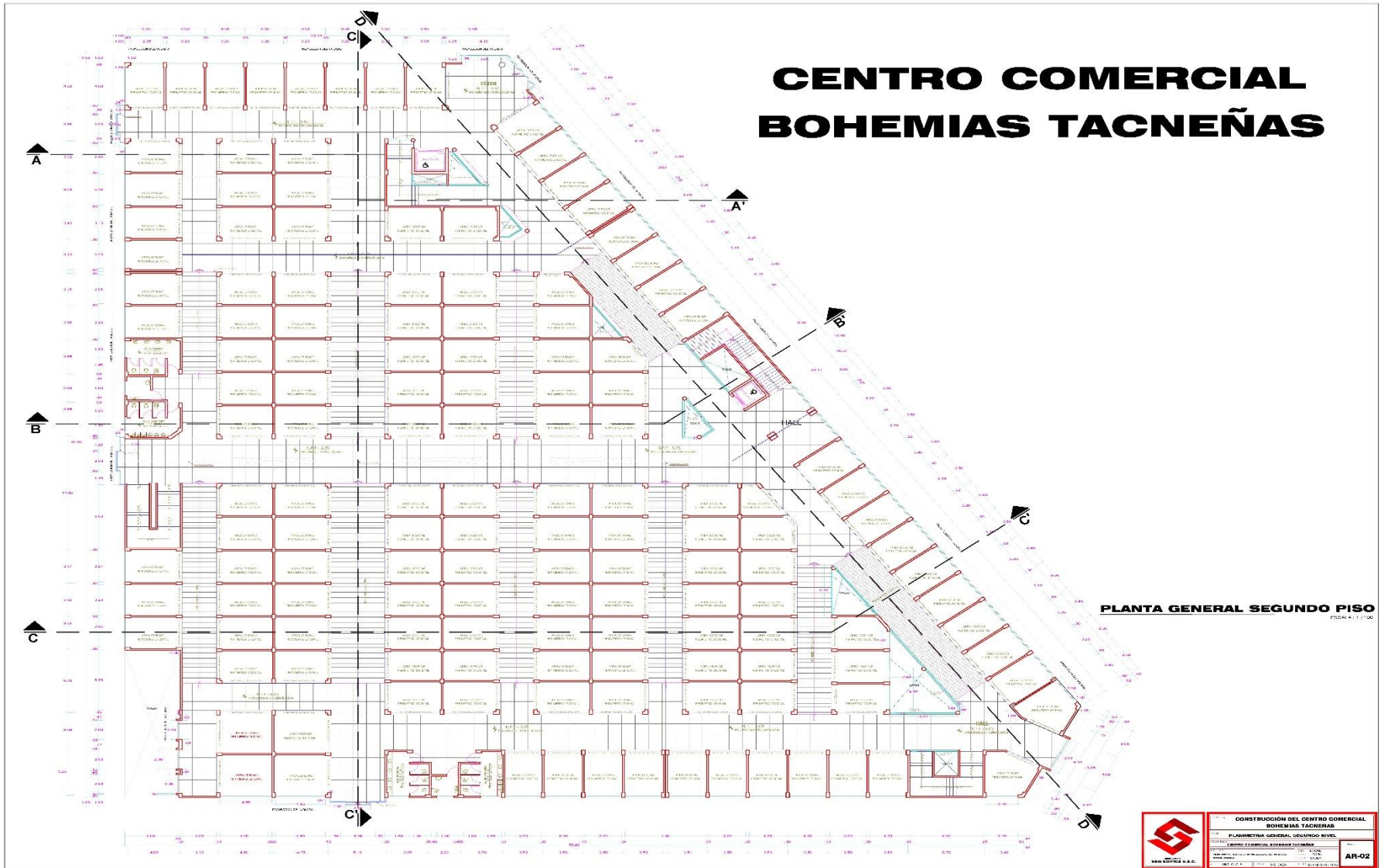
FIRMA DEL EXPERTO	
-------------------	--



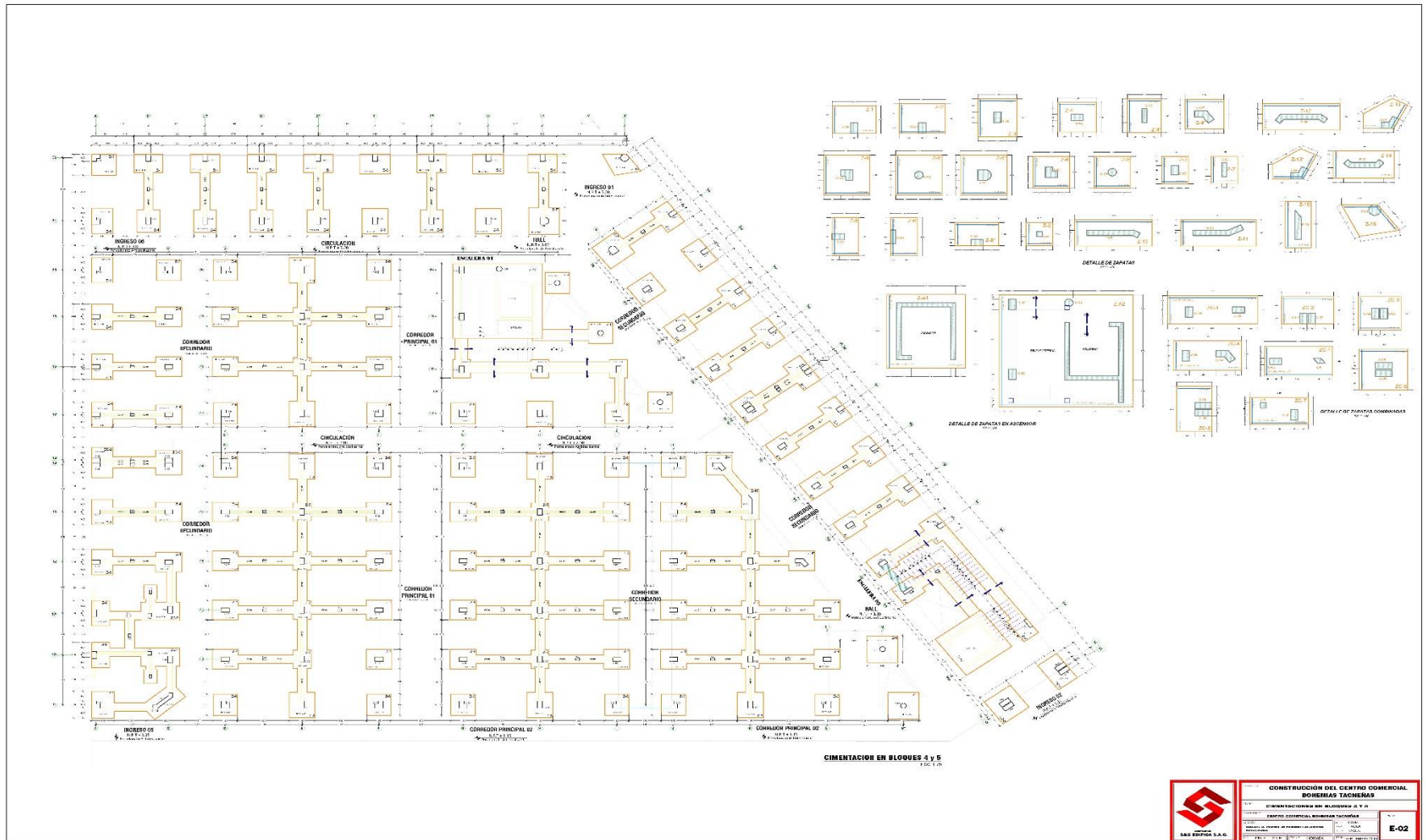
Anexo E. Planos CAD de Arquitectura



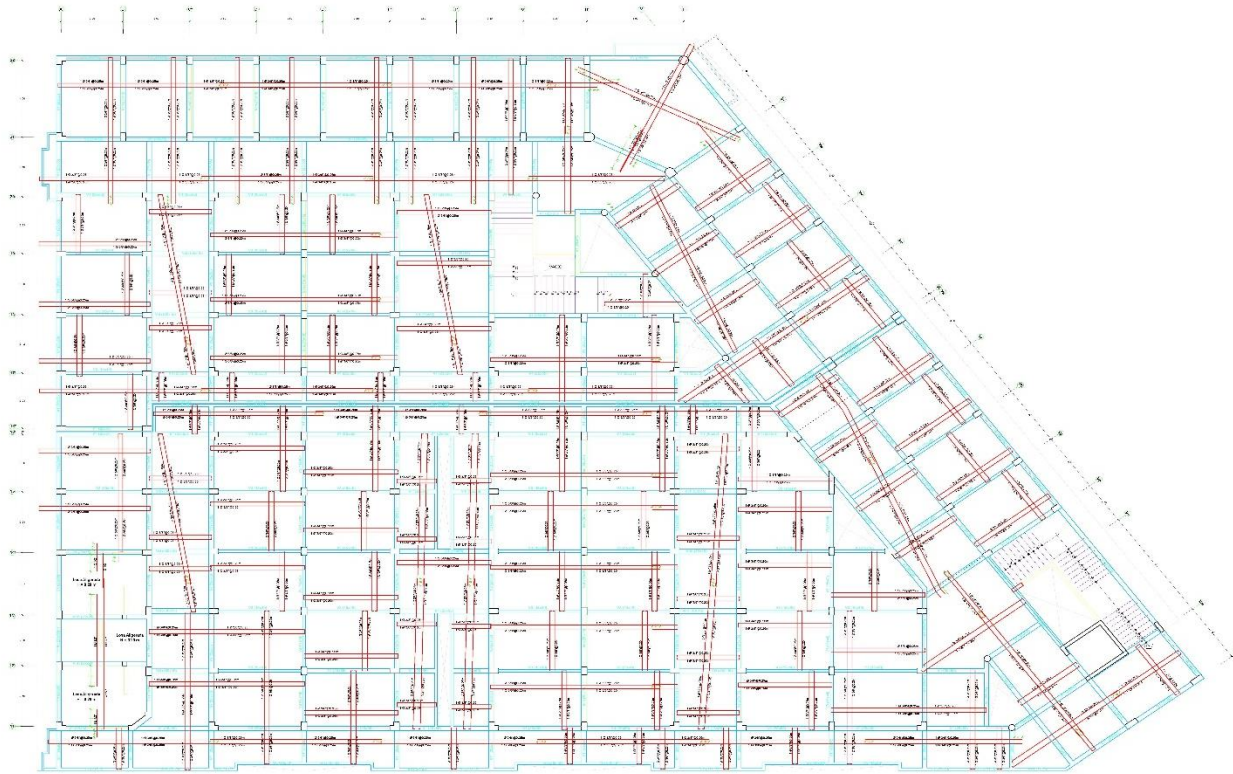
# CENTRO COMERCIAL BOHEMIAS TACNEÑAS



Anexo F. Planos CAD de Estructuras



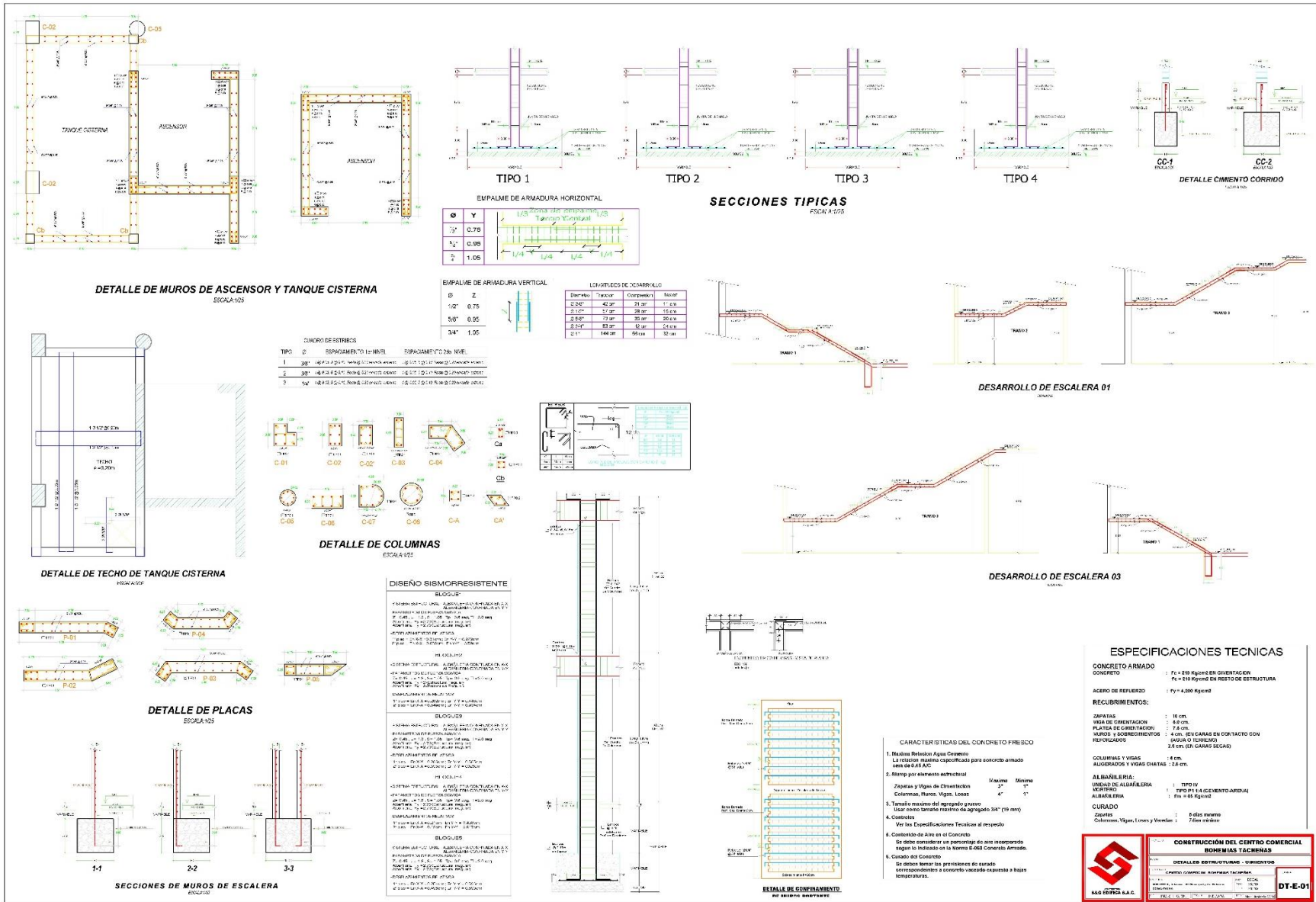




ENCOFRADO DE TECHO 1er PISO EN BLOQUES 4 y 5  
Sistema Techo: 100/100  
Estructura: 220/220  
S.B.A.

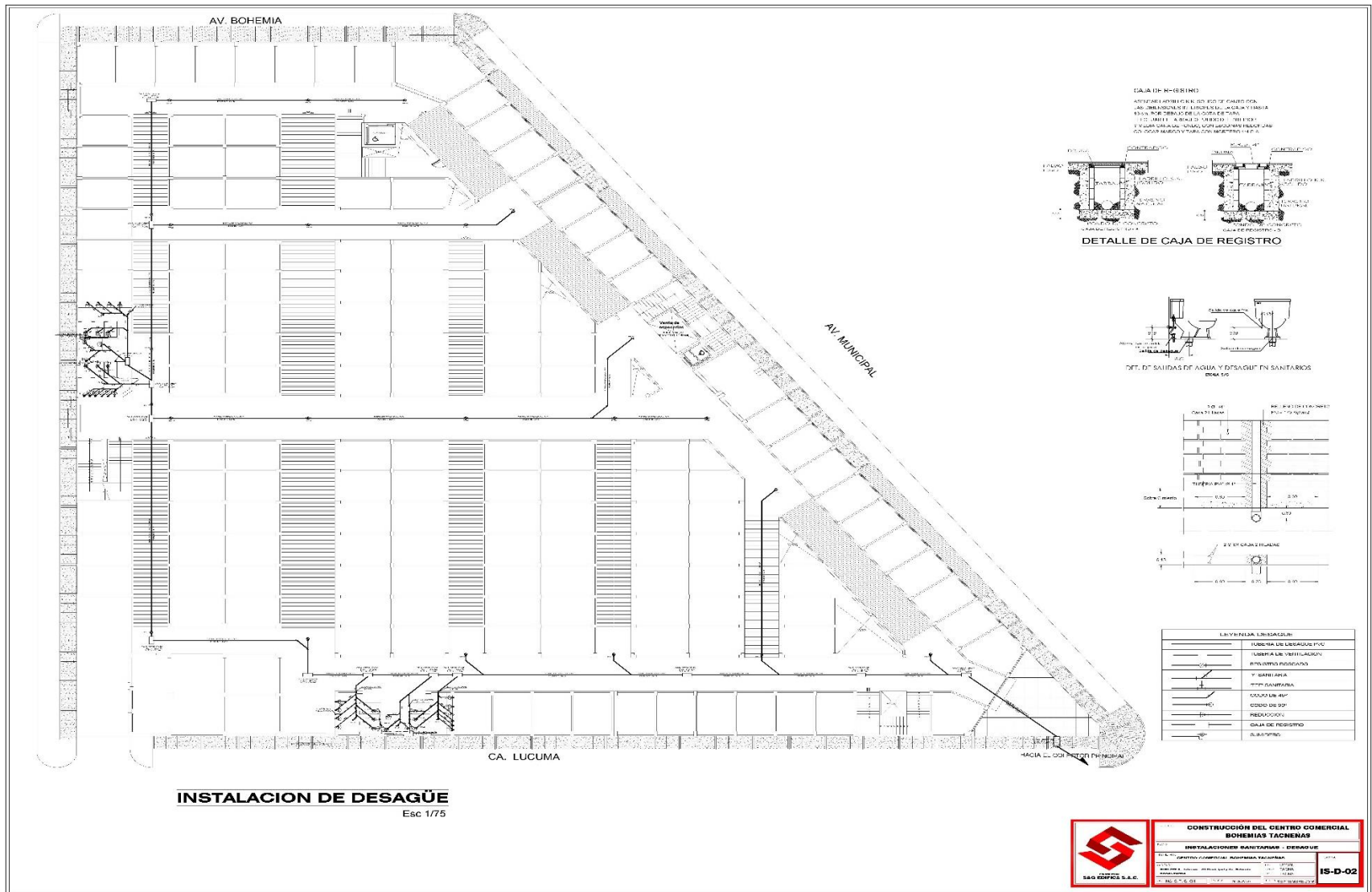
 SAS EDIFICIOS S.A.S.	<b>CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL BOHEMIAS YACMERAS</b>	
	ESTRUCTURAS ALIENACION DEBENEFICIA CENTRO COMERCIAL BOHEMIAS YACMERAS	
AUTORIZADO POR: [Signature]		
E-05		

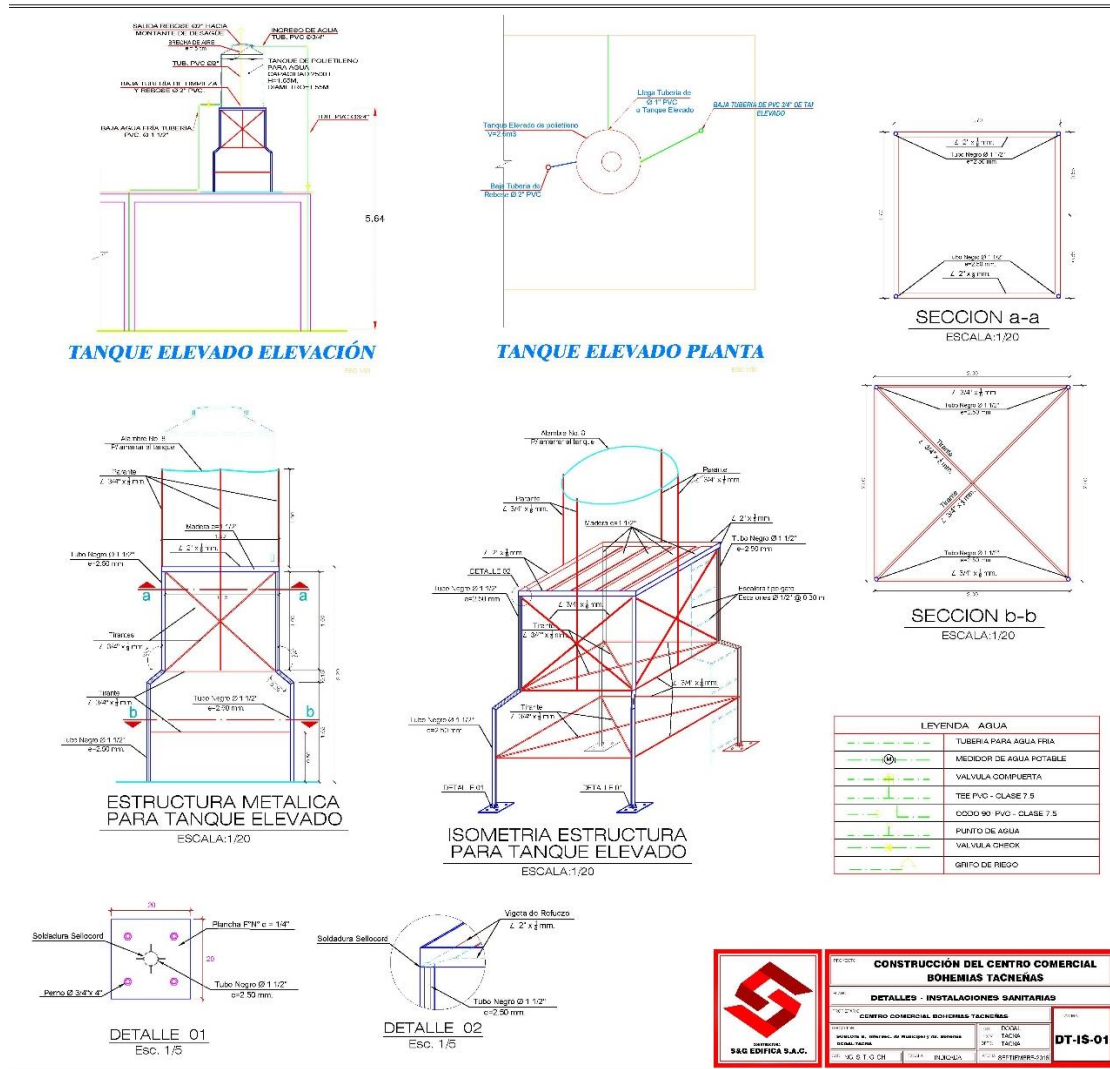












**CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL BOHEMIAS TACNEÑAS**

**DETALLES - INSTALACIONES SANITARIAS**

PROYECTO: CENTRO COMERCIAL BOHEMIAS TACNEÑAS

FECHA: 2018

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

**DT-IS-01**

Anexo H. Planos CAD de Instalaciones Eléctricas

