



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de un condominio en el AA.HH. Almirante Grau - Las Palmeras - II etapa utilizando la metodología BIM - Piura 2019”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Espinoza Aponte, Jose Andrés (ORCID: 0000-0002-6612-7499)

García Chumacero, Katya Fabiola (ORCID: 0000-0003-0211-5496)

Pumayali Cisneros, Allison Steven (ORCID: 0000-0001-8857-6255)

ASESORA:

Dra. Ramos Farroñan, Emma Verónica (ORCID: 0000-0003-1755-7967)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA - PERÚ

2019

Dedicatoria

A la Mg. Emma Verónica Ramos Farroñan

A la Universidad César Vallejo

Agradecimiento

El presente trabajo de investigación se lo dedicamos en primer lugar a Dios, por ser la luz que ilumina nuestro camino, a nuestros padres, por brindarnos ese apoyo incondicional en todo momento y por ser la principal motivación e inspiración para seguir adelante con nuestros sueños y, por último, a nuestros amigos por sus palabras de aliento en esos momentos difíciles

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	vi
Resumen.....	2
Abstract	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MÉTODOS	24
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	24
2.2. Operacionalización de Variables	24
2.3. Población, Muestra y Muestreo.....	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	26
2.5. Método de análisis de datos.....	27
2.6. Aspectos éticos	28
III. RESULTADOS	31
IV. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Operacionalización de variables</i>	25
Tabla 2 <i>Matriz de investigación</i>	30
Tabla 3 <i>Conocimiento de la Metodología BIM</i>	31
Tabla 4 <i>Conocimiento de Softwares BIM</i>	32
Tabla 5 <i>Metodología usada en la actualidad</i>	33
Tabla 6 <i>Uso del CAD</i>	34
Tabla 7 <i>Uso del BIM</i>	35
Tabla 8 <i>Problemas en los proyectos</i>	36
Tabla 9 <i>Conocimiento de la Metodología BIM</i>	37
Tabla 10 <i>Metodología recomendada</i>	38
Tabla 11 <i>BIM en condominios</i>	39
Tabla 12 <i>BIM como solución</i>	40
Tabla 13 <i>Características de las viviendas en función a sus materiales de construcción</i> ..	41

Índice de figuras

Figura 1 Conocimiento de la Metodología BIM.....	31
Figura 2 Conocimiento de Softwares BIM	32
Figura 3 Metodología usada en la actualidad	33
Figura 4 Uso del CAD	34
Figura 5 Uso del BIM	35
Figura 6 Problemas en los proyectos.....	36
Figura 7 Conocimiento de la Metodología BIM.....	37
Figura 8 Metodología recomendada.....	38
Figura 9 BIM en condominios	39
Figura 10 BIM como solución	40
Figura 11 Características de las viviendas del sector estudiado	42

Resumen

El objetivo del trabajo de investigación es determinar la utilización de la metodología BIM en la etapa de diseño de una vivienda multifamiliar, identificando las deficiencias del diseño tradicional e identificando el conocimiento de los profesionales encargados de proyectos del sector construcción, así como realizando un modelo de un condominio mediante los programas Revit y ETABS.

Para realizar el presente estudio se aplicaron encuestas a profesionales encargados de proyectos en el Gobierno Regional de Piura con la finalidad de conocer sus percepciones sobre la metodología BIM en los proyectos, así como entrevistas a profesionales que nos determinan los problemas más complejos que han encontrado en sus proyectos y sus causas.

La finalidad de la investigación consiste en determinar si es posible el uso de la metodología BIM en los diseños de condominios como primer paso para la implementación de esta nueva metodología en la ciudad de Piura.

Se llegó a la conclusión de que existen profesionales con capacidades y conocimiento sobre la metodología BIM que aún se encuentra aplicando la metodología CAD, y que se encuentran de acuerdo con la aplicación de la metodología en el diseño de condominios y edificaciones. Así mismo, se logró determinar que la metodología BIM permite realizar diseños estructurales y que del mismo modo sirvan como modelos 3D en donde se puede tener una mejor percepción de los errores que los diseños tradicionales traen consigo.

Palabras claves: Building Information Modeling, diseños modernos, implementación del BIM, Piura

Abstract

The objective of the research work is to determine the use of the Bim methodology in the design stage of a multifamily house, identifying the deficiencies of the traditional design and identifying the knowledge of the professionals in charge of projects in the construction sector, as well as making a model of a condominium through the Revit and ETABS programs.

To carry out this study, surveys were applied to professionals in charge of projects in the Regional Government of Piura in order to know their perceptions about the BIM methodology in the projects, as well as interviews with professionals who determine the most complex problems they have encountered in Your projects and their causes.

The purpose of the investigation is to determine if it is possible to use the BIM methodology in condominium designs as the first step for the implementation of this new methodology in the city of Piura.

It was concluded that there are professionals with skills and knowledge about the BIM methodology that is still applying the CAD methodology, and that they agree with the application of the methodology in the design of condominiums and buildings. Likewise, it was possible to determine that the BIM methodology allows structural designs to be made and that in the same way they serve as 3D models where you can have a better perception of the errors that traditional designs bring with them.

Keywords: Building Information Modeling, modern designs, BIM implementation, Piura

I. INTRODUCCIÓN

La metodología BIM, cuyas siglas en español significa Modelamiento con Información para la Construcción, se sustenta en el desarrollo de modelos digitales en varias dimensiones, los cuales mediante un software simulan las actividades de un proyecto brindando así beneficios adicionales a los tradicionales dibujos en dos dimensiones (2D) como el mejoramiento de la eficiencia de la construcción, que permite cuantificar la cantidad de materiales a utilizar y detectar las interferencias que se originan durante el modelamiento de las distintas especialidades del proyecto. Asimismo, el BIM garantiza una mejor interpretación de las actividades que se desean ejecutar en la obra y una mejor comunicación entre los profesionales involucrados en la toma de decisiones del proyecto (proyectistas, ingenieros y contratistas).

Las investigaciones refieren a que la metodología BIM está en pleno desarrollo. Sin embargo, países como EE. UU ha elaborado guías sólidas para su implementación, seguido por países europeos. Por ejemplo, los proyectos públicos de Reino Unido se encuentran obligados a usar BIM desde el 2016 y en Corea del Sur en aquellas obras de más de 27.6 millones. (Zhou, Yang y Yang, 2019). En Latinoamérica, países como Perú, Brasil, Chile y Colombia recién implementaran esta metodología en el desarrollo de sus proyectos.

La adopción del BIM en la industria de la construcción a nivel mundial aún es baja debido a los riesgos que conlleva adaptarse a todo cambio; puesto que, para su implementación es conveniente la aparición de bibliografía que cimiente los pilares para la aplicación de esta nueva metodología, las investigaciones refieren como principales países modelos a: República de Corea, Estados Unidos, China (Vilutiene, Hosseine, Pellicer y Zavadskas, 2019)

Una encuesta realizada por McGraw Hill Construction a contratistas alrededor del mundo determinó que la mitad los contratistas de EE. UU y Canadá ha empleado el BIM durante periodos de 3 a 5 años y un 8% durante 11 años; puesto que, en el 2014 un cuarto de los propietarios exigió el uso del BIM en sus proyectos mientras que el 43% sugirió su uso, pero no lo empleó. (Lan, Omran, Hanafi, Khalid, Zainee y Hooi; 2015). Estas cifras reflejan que la implementación

del BIM en el desarrollo de proyectos ha incrementado debido a los beneficios que ofrece.

En Colombia, la implementación del BIM ha revolucionado la planificación y supervisión de los proyectos civiles. Este fenómeno se produce por los esfuerzos realizados de las principales universidades del país como Eafit, Ander y Javeriana que utilizan esta metodología con el objetivo de mejorar las etapas de los proyectos. (Porras, Sánchez, Galvis, Jaimez, Castañeda, 2015). Esto demuestra que las universidades son la fuente principal de información para la aplicación de esta metodología en los proyectos importantes de un país, puesto que los profesionales, durante su formación, adquieren nuevas herramientas que mejoren los modelos convencionales en la ejecución de proyectos.

En nuestro país, el sector de la construcción se viene desarrollando hasta la actualidad, en base a una metodología tradicional, que consiste en desarrollar proyectos en 2D, los cuales resultan ser ineficientes al momento de integrar las diferentes especialidades que involucran un proyecto: arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas; puesto que, para realizar el diseño, costos y presupuestos y programación, los profesionales especializados en las ramas antes mencionadas no llegan a detectar previamente las interferencias e inconsistencias del proyecto. Por esta razón, el uso de esta metodología se ha convertido en uno de los principales problemas que enfrenta el sector de la construcción por la aparición de tres restricciones como lo son el alcance, el costo y el tiempo, las cuales si no se mantienen en equilibrio pueden generar el incumplimiento de los plazos establecidos en la programación de la obra y adicionales.

En base a esta problemática, surge la necesidad de aplicar metodologías que busquen reducir costos y optimizar la eficiencia de las obras civiles. La Metodología BIM constituye ser la mejor alternativa de información y tecnología de comunicación dentro de la industria de la ingeniería y la construcción.

Si bien es cierto, la metodología BIM provee de muchos beneficios para el desarrollo de un proyecto, dicha herramienta recién se está implementando en el Perú a partir de los Juegos Panamericanos Lima 2019. Según el diario electrónico Semana Económica "El viceministro de Economía, Michel Canta, indicó que el BIM

es uno de los instrumentos exitosos usados en los Juegos Panamericanos Lima 2019...” debido a esto “...se elaborará el Plan BIM Perú, que será la hoja de ruta para la implementación, a partir de marzo del año 2020, de esta metodología en los procesos de inversión pública...” (2019).

Cabe resaltar, que la brecha de infraestructura peruana es un gran problema que obstaculiza el desarrollo de la nación y esto a pesar de haber sido considerado por el Banco Mundial como un país de ingresos medios altos. Según el Ministerio de Economía y Finanzas “...la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) recomendó que el país diversifique su economía para evitar caer en la «trampa de los ingresos medios», que ocurre cuando un país ya no puede crecer a base de los motores tradicionales y que en el Perú son la pesca y la minería.” (2019, p. 14), por esta razón, el país debe invertir para mejorar la industria e infraestructura con tecnologías modernas que aumenten su productividad.

Es necesario que se implementen nuevos métodos y paradigmas en el desarrollo de proyectos de construcción como el BIM, puesto que esta metodología permite reducir los costos de diseño de un proyecto al brindar la facilidad de coordinar todas sus especialidades mediante un solo modelo, y además que este pueda ser usado para controlar el proceso de ejecución de este. Según el MEF en su Plan Nacional de Infraestructura para la competitividad determina que “para asegurar el acceso básico de estos sectores y la calidad de la infraestructura de un subgrupo más pequeño de sectores se tendría que, como mínimo, invertir 4 por ciento del PBI. [...] Actualmente, se destina el 5 por ciento del PBI...” (2019, p. 24). Con la aplicación de la metodología BIM en los proyectos se disminuiría la brecha de infraestructura del país.

La tecnología BIM al tener como objetivo mejorar las etapas de desarrollo de los proyectos, es de suma importancia que se implemente dentro de las principales universidades de nuestro país; pues a partir de su uso en el evento deportivo más importante del continente americano se ha generado un cambio dentro del mercado laboral, lo que conlleva a que las empresas exijan entre sus principales requisitos en el perfil de un ingeniero o arquitecto el uso del BIM.

La región de Piura, ubicada al norte del Perú, cuenta con una población de 1 856 809 habitantes con una tasa de crecimiento poblacional de 1% según las

estadísticas brindadas por el INEI, esto quiere decir, que existe un elevado crecimiento poblacional en la región que genera una gran demanda de construcción de viviendas, esto se ve representado en las cifras del INEI donde se registraron la existencia de 558 102 viviendas particulares censadas de las cuales 415 859 son propias. La aplicación de la metodología BIM en la construcción de viviendas puede ser un punto de inicio para su implementación.

El Fenómeno de El Niño Costero, ocurrido entre enero y marzo del 2017, dejó innumerables daños en la infraestructura de Piura. Según INDECI las cifras de daños que se contabilizaron son las siguientes: 21412 viviendas quedaron destruidas y 83957 fueron afectadas además 58 instituciones educativas quedaron destruidas e inhabitables y 831 de ellos afectados y por último 3 establecimientos de salud se registraron como destruidos y 237 como afectados. (INDECI, 2017) Esto generó la necesidad de mayor inversión en infraestructura de calidad que permita soportar este tipo de fenómenos a esto se le denominaría la “reconstrucción con cambios”.

La Autoridad de Reconstrucción con Cambios, encargada de gestionar los proyectos para reconstrucción, establece que para Piura en el periodo de agosto 2019 se han culminado 241 obras de construcción y reconstrucción y 296 de ellas se encuentran en ejecución las cuales son equivalentes a 1.452 millones de soles de los cuales se han ejecutado 536 millones de soles. (ARCC, 2019). La gran cantidad de obras que aún no se culminan indican la necesidad de emplear nuevas formas de ejecutar los proyectos con los plazos y costos proyectados, de tal manera que no se generen retrasos ni gastos mayores, por lo que la metodología BIM sería la mejor alternativa para cumplir con los objetivos del proyecto.

Por consiguiente, en este trabajo de investigación se pretende considerar la metodología BIM en la etapa de diseño de una vivienda unifamiliar ubicada en el AA. HH Almirante Grau “Las Palmeras- 2da Etapa” para lo cual se considera utilizar un software especializado en el modelamiento en tres dimensiones (3D) de las ramas de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias como: REVIT y ETABS.

El desarrollo de la metodología BIM favorecerá las necesidades de la población con respecto a infraestructura, puesto que su implementación en

proyectos de reconstrucción permitiría a los gobiernos tanto regionales como locales asignar recursos a los proyectos y obtener resultados de largo plazo sin necesidad de tiempos muy extensos o mayores inversiones.

A continuación, se presentan los trabajos previos a nivel internacional, nacional y local.

En la tesis de Gala, Emelin (2018), Universidad Cesar Vallejo – Lima – Perú, titulada “Metodología BIM Aplicada Al Proyecto De Mejoramiento De Los Servicios Complementarios En Apoyo A La Actividad Académica De La Facultad De Ciencias De La UNI Para Gestionar Incompatibilidades” su objetivo es la aplicación de la metodología BIM al proyecto de Mejoramiento de los servicios complementarios en apoyo a la actividad académica de la facultad de ciencias de la UNI para gestionar incompatibilidades.

La metodología utilizada en la investigación fue de tipo descriptivo porque describe la zona en la que se va emplear; aplicativa porque hace uso de la tecnología BIM en el proyecto y, no experimental porque el estudio se realiza sin la manipulación proyectada de variables y solo se observan los fenómenos en su entorno para luego ser analizadas.

La investigación emplea técnicas de observación de los hechos para la metodología BIM para luego realizarse un modelamiento del proyecto procesando los datos en el REVIT. Asimismo, los instrumentos que aplicaron fueron la recolección de datos, validez y confiabilidad a modo de obtener datos coherentes, concluyendo que la aplicación de la metodología BIM en la identificación de interferencias brindó resultados esperados haciendo uso de los diferentes softwares donde genera reportes en cada una de las especialidades de la industria de la construcción.

Muñoz, Renato y Pardavé, Marelin (2018), Universidad San Martín de Porres – Lima – Perú, en su trabajo denominado “Metodología Con Herramientas BIM Para Optimizar La Productividad De Los Procesos De Planificación Y Ejecución Del Sistema De Muros Cortina Stick” busca desarrollar una metodología con herramientas BIM para optimizar la productividad de los procesos de planificación y ejecución del sistema de muros cortina stick.

Esta investigación es aplicada porque propone una metodología para los procesos de planificación y ejecución, un enfoque cuantitativo porque trata de cuantificar costos y tiempo, de tipo descriptivo debido a que describe los fenómenos asociados del proyecto, experimental porque al realizar la investigación se manipula la variable dependiente, longitudinal porque se recolectan datos a lo largo de las etapas del proyecto y prospectivo porque se centra en datos futuros que se recolectan a medida que va sucediendo.

Las técnicas e instrumentos utilizados fueron la recolección de datos que normalmente son puestas en práctica en la herramienta BIM y otras experiencias basadas en los tesisistas, llegando a la conclusión de que el uso de la herramienta BIM permitió tomar decisiones en etapas tempranas, eliminar desperdicios y la obtención de mejoras en comparación de un proyecto convencional.

Clavijo, Luis (2018), Universidad Cesar Vallejo – Lima – Perú, en su tesis nombrada “El BIM En El Diseño De Proyectos Aplicado A La Metodología Lean Construction En La Empresa Fichtner Lima Perú – 2018” pretende determinar como el BIM en el diseño de proyectos incide en la metodología Lean Construction en la empresa Fichtner Lima, Perú – 2018.

Aplico una metodología descriptiva, ya que, procura enumerar algunas singularidades de la compañía Fichtner Lima, Perú y cuantitativo debido a que se desarrollan una serie de procedimientos en relación a mediciones numéricas, de tipo aplicada, no experimental no se proyecta internalizar en las variables el BIM como bosquejo de proyectos y la metodología Lean Construction, de corte transversal de nivel descriptivo porque la duración de investigación será durante el año 2018 - I.

Se utilizaron fichas de recopilación de datos, cuyo procesamiento estadístico se desarrolló mediante el programa estadístico SPSS 25, llegando a las conclusiones que los softwares utilizados a lo largo de la investigación influyen mucho en el desarrollo de la tecnología BIM; además, el uso que se aplica a la tecnología BIM repercute en la filosofía Lean construcción y finalmente esta metodología se vale de los beneficios que aplica a todas las herramientas empleadas en el software.

Guerra, Pedro y Mariños, Diego (2016), Universidad Privada Antenor Orrego-Trujillo – Perú, en su estudio “Aplicación De Tecnología BIM Para El Incremento De

La Eficiencia En La Etapa De Diseño Del Proyecto Inmobiliario Vivienda Multifamiliar Nova - Trujillo, La Libertad” intento determinar el incremento de la eficiencia en la etapa de diseño del proyecto inmobiliario VIVIENDA MULTIFAMILIAR NOVA- TRUJILLO, LA LIBERTAD aplicando la tecnología BIM., la metodología utilizada fue de tipo inductivo – deductivo.

Además empleó entrevistas, encuestas, registros y toma de datos a los profesionales del inmobiliario vivienda multifamiliar nova, mientras que los instrumentos utilizados fueron diferentes programas de modelamientos, análisis y procesadores de datos, llegando a la conclusión que el desarrollo de un modelamiento haciendo uso de la tecnología BIM es mucho más eficiente que la metodología tradicional y se pudo evidenciar en varios puntos como por ejemplo la obtención de metrados para todas las especialidades del proyecto.

Hernández, Susana (2018), Universidad Cesar Vallejo – Jesús María – Perú, en su proyecto sobre el “Uso De La Metodología BIM En La Constructibilidad De Los Proyectos De Infraestructura En La Contraloría General De La República, Jesús María, 2016.” buscaba determinar el nivel de conocimiento de la constructibilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016, y uso de la metodología “Building Information Modeling”.

En este trabajo, recopiló información obtenida en encuestas seguido de un procesamiento estadístico, asimismo es de diseño no experimental puesto que no se pretende manipular las variables independientes sino únicamente observar los fenómenos en un contexto natural para luego ser analizados, de nivel descriptivo porque analiza las variables independientes planteadas para luego ser interpretadas, por último, de corte transversal pues se recolectan datos en un tiempo único.

La validez se determinó con el juicio de expertos para la validación del temático y metodólogo y la confiabilidad se realizó mediante una prueba piloto aplicada a 25 trabajadores de la Contraloría General de la República, obteniendo finalmente que existe un alto índice de trabajadores que tienen un conocimiento agradable acerca de la constructibilidad de los proyectos de infraestructura haciendo uso de la metodología BIM (Building Information Modeling) en los diferentes dimensiones planteadas.

Sánchez, Rafael., en su investigación llamada “Aplicación De La Metodología BIM (Modelación De La Información En La Construcción) A Un Proyecto De Interés Social”. (2018, p.) intenta aplicar los conocimientos de modelamiento con información para la construcción a las principales fases de un proyecto de construcción, en las diferentes etapas del proyecto, esto diseñando diagramas de flujo de las etapas del proyecto y listas de verificación de la calidad y orden de trabajo para el uso recomendado de herramientas del BIM

Este estudio es descriptivo; puesto que, mediante la aplicación de un plan de ejecución BIM se diseña y aplican las diferentes fases del proyecto como diseño, verificación y análisis del modelo, cuantificación y programación del proyecto. Se recurrió a la revisión bibliográfica y observación y a diagramas de flujo para la aplicación de la metodología BIM y listas de verificación

La investigación determinó que la aplicación de la metodología BIM en las diferentes etapas del proyecto generaba escasos errores en su desarrollo, permite mejoras en el desarrollo de cronogramas, aunque la evaluación de la calidad del proyecto requiere de procesos complejos, pero resulta compensado por la ágil administración de información al inicio del proyecto. Asimismo, se requiere de estándares para la administración de proyectos. Para aprovechar así el alto potencial del BIM

En la tesis de Pacheco, Roberto., titulada “Comparación Del Sistema Tradicional Vs La Implementación Del BIM (Building Information Management) En La Etapa De Diseño Y Seguimiento En Ejecución. Análisis De Un Caso De Estudio”. (2017, p.) este trabajo pretende realizar una comparación entre el sistema tradicional y la metodología BIM a través del análisis en las etapas de diseño y seguimiento de la ejecución de una vivienda la metodología de esta investigación fue cualitativa y experimental.

Se revisó la bibliografía de libros, publicaciones y documentación relacionada a la investigación y utilizó la observación durante el proceso de aplicación de las diferentes metodología de aplicación utilizando como instrumento los planos, modelos 3D y presupuestos obteniendo las siguientes conclusiones: el mismo proyecto de vivienda unifamiliar con la metodología tradicional con vista 2D es más

lento que la aplicación de la metodología BIM en las diferentes etapas del proyecto especialmente el diseño y la programación de actividades.

Vera, Carmen., en su trabajo “Aplicación De La Metodología BIM A Un Proyecto De Construcción De Un Corredor De Transporte Para Un Complejo Industrial. Modelo BIM 5d Costes”. (2018, p.) Realizó una aproximación a la gestión de una obra en un entorno BIM, mediante el uso de herramientas BIM para el modelamiento de una obra lineal 3D, la planificación de dicha obra y la valorización de la obra con un control de costo de producción

Siendo dicho trabajo experimental, cualitativa puesto que se pretende aplicar la metodología BIM en el caso de una obra real para así generar un modelo 5D. Utilizando la revisión bibliográfica de diferentes fuentes como normativas aplicables, revistas científicas, trabajos académicos e información del proyecto, además se aplica como instrumento un diagnóstico de las infraestructuras informáticas para abordar un proyecto complejo con metodología BIM.

Concluye afirmando que la metodología BIM no está consolidada para la aplicación de obras lineales además un alto porcentaje de profesionales del sector no tienen ningún conocimiento sobre esta metodología; su aplicación permitió detectar interferencias y tomar las decisiones respectivas para evitar costes en la etapa de ejecución. Es importante emplear un Plan de Ejecución BIM para el proyecto. Asimismo, la importancia del uso de un entorno común de datos que permita el trabajo colaborativo de las diferentes disciplinas del proyecto.

Cancho, Carlos., en su tesis nombrada “Modelado BIM De Un Edificio Singular. Un Paso Hacia El Nivel 2”. (2016, p.) Desarrolla una metodología de trabajo BIM, que permita gestionar el control de la obra, así como obtener el presupuesto de la misma.

Emplea una metodología de investigación cualitativa, la cual consiste en el uso de diferente software para la obtención de la documentación necesaria para evaluar la efectividad del BIM para cumplir con los objetivos estudiados utilizando técnicas de investigación como la revisión bibliográfica de guías y documentación obtenida de la aplicación de los softwares relacionados al BIM y la observación cuyos instrumentos utilizados son cronogramas de las etapas realizadas donde se

representas la cantidad de días utilizados para poder obtener diseños, metrados de materiales y presupuestos del proyecto

Finalizó resaltando que emplear la metodología BIM a la hora de diseñar un edificio permite contar con la diferente información necesaria para el modelo por lo cual los errores que se podrían cometer disminuyen, además permite simular los plazos y costos que permiten al proyectista tomar decisiones de forma eficiente. Por último, la variedad de software que permiten trabajar en BIM permite al profesional decidir cuales le ofrecen las características que necesita para su proyecto en este caso se utilizaron: Revit, Arquímedes, MS Project y Navisworks

Chacón, Daniel y Cuerdo, Génesis, investigaron sobre “Implementación De La Metodología BIM Para Elaborar Proyectos Mediante Software Revit”. (2017, p.) Su finalidad fue implementar el BIM para el desarrollo de proyectos con el software Revit, evaluando el estado del arte de dicha metodología con respecto a los principales softwares del BIM e identificar las practicidad y facilidad de aprendizaje del software mediante el desarrollo de un modelo

Siendo dicho estudio de tipo descriptivo ya que se basó en la búsqueda observación y análisis de libros, artículos y documentos de investigación de otras fuentes. Las técnicas e instrumentos que se utilizaron fue la revisión bibliográfica de documentos de otros investigadores y la observación mediales cotejo de planos, modelos y presupuestos obtenidos del software.

Por último, concluye que programas, niles y aplicaciones son las más relevantes y aplican eficientemente esta nueva metodología. El programa Revit permitió el desarrollo de modelos de un proyecto civil para evaluar las facilidades y ventajas para aplicar el BIM sobre la metodología CAD tradicional. Elaborándose finalmente una guía multimedia, donde se describen los conocimientos básicos que debe tener un usuario del software para generar el modelamiento.

El origen de la metodología BIM se remonta a 1984 cuando una empresa húngara llamada Graphisoft adopto el concepto BIM bajo la denominación de Virtual Building en la implementación de su programa ArchiCAD.

En 1985, Graphisoft vendió sus primeras licencias y es ahí donde nace Parametric Technology Corporation (PTC). Posteriormente, en 1988 se lanza la primera

versión de PRO/ ENGINEER, el cual constituye el primer programa CAD que realiza un modelamiento paramétrico.

A mediados de 1997, en Cambridge, Irwin Jungreis y Leonid se separan de PTC y emprenden su compañía de software cuyo nombre es “Charles River Software”, la cual busca crear versiones orientadas al campo de la construcción y que tenga capacidad de manejar proyectos complejos a los que solía diseñar ArchiCAD. Es por esta razón, que contrataron a David Conant, empleado que se encargó de diseñar la interfaz inicial que estuvo vigente durante nueve ediciones.

En el año 2000, la compañía antes mencionada desarrollo un software denominado “REVIT” que años más tarde adquirió el nombre de Modelado de Información de Construcción (BIM). Es en ese mismo año donde Autodesk compra software de la compañía y lo vende en conjunto con su software basado en objetos como “Architectural Desktop” revolucionando así el mercado internacional debido a sus capacidades de almacenamiento de información, interoperabilidad y potencia gráfica.

En la actualidad, existen una gran diversidad de softwares BIM para la elaboración de modelos, la ejecución de cálculo estructural, la Verificación, navegación y gestión de modelo, así como Visualizadores.

CAD ó Computer Aided Design cuyo significado es diseño asistido por computadora, consiste en una tecnología informática de ayuda computarizada a diferentes sectores, los primeros en su uso fueron los ingenieros, posteriormente se emplearía en varias profesiones. (Karimi y Akinci, 2010).

Con esta tecnología se realizan modelos mediante representaciones bidimensionales o tridimensionales de las características del proyecto. El problema es que para representar dichas características es necesario de diferentes diseños que no están ligados entre sí, cada una de las representaciones trabaja independientemente de otras, a pesar que un proyecto, como por ejemplo un edificio, conforma una estructura unitaria y global de todos los sistemas que los constituyen: estructural, arquitectónico, sanitario y eléctrico. Esto provoca que el análisis detallado del proyecto se tenga que realizar en una multitud de diseños que solo tienen algunas características en común, siendo esto un proceso largo y tedioso que tiende a generar errores, los cuales se logran detectar en la fase de

ejecución y provocan un incremento de los recursos a utilizar. (Pacheco, 2017, p. 22)

La metodología actual para el desarrollo de proyectos está en base al sistema CAD cuyas siglas significan Computer Aided Design, en español Diseño asistido por computador, el cual se basa en la creación de dibujos 2D o 3D en base a formas geométricas, lo cual reemplaza al papel y al lápiz, mejorando así la eficiencia de los diseños en cuestión de tiempos y costos. En esta metodología las inconsistencias o fallos de diseño son muy frecuentes (Sampaio, 2017, p. 206), provocando que los cálculos de presupuestos y cuantificación de materiales sea inexacta, por ello la experiencia del profesional era la clave para evitar incrementar los costos del proyecto, así mismo es complicado detectar interferencias entre los diseños, puesto que no existe una forma de vincular estos en un modelo que represente el producto tal y como se vería en la realidad.

Según la empresa Autodesk indicó que Building Information Modeling (BIM), “es un proceso que comienza con la creación de un modelo 3D de diseño inteligente, y luego utiliza ese modelo para facilitar la coordinación, simulación y visualización...” (2017, p. 4) Este modelamiento es un proceso inteligente de recopilación de información, no solo para el diseño sino también para planificar, construir y administrar cada una de las etapas de construcción de la infraestructura, además de ser útil en el uso eficaz del tiempo y costo que trae consigo beneficios a los profesionales que apliquen esta metodología.

Por otro lado, diversos autores establecen sus definiciones de BIM: Este se refiere a un conjunto de tecnologías y soluciones que buscan optimizar la colaboración de profesionales involucrados en los proyectos de la industria de la construcción mejorando la creación integrada y holística de edificaciones. (Ghaffarianhoseini, Tookey, Ghaffarianhoseini, Naismith, Azhar, Efimova y Raahemifar, 2016) También se le conoce como el conjunto de metodologías de diseño y construcción colaborativa de infraestructura pública a través de un espacio virtual (MEF, 2019) que permite la visualización, estimación, programación de la construcción, detección de conflictos. (Dixit, Venkatraj, Ostadalimakhmalbaf, Parifsai y Lavy, 2019)

Es decir, se puede conceptualizar como una representación virtual segura y en 3D de un proyecto que se va a ejecutar con el fin de ser utilizado en la etapa de diseño, programación, planificación, estimación de costos y mantenimiento. (Rezahoseini, Ahmadi, Pantea y Morteza, 2021) además de posibilitar el intercambio y gestión de la información importante del modelo entre los usuarios y permite la interacción de los cliente. (Liu, Wang, Wright, Cheng, Li y Liu, 2017)

Entonces, comprendemos que BIM consiste en integrar y manejar una base datos que se encuentre vinculado con los componentes que forman parte del diseño de un edificio, generando un modelo en tiempo real que sirva de guía a los profesionales implicados de principio a fin en el proceso de desarrollo del proyecto.

El Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector Público Europeo sostiene como concepto que la metodología BIM es un modelamiento digital en proyectos de operación, mantenimiento y construcción. Además, de ser este un factor estratégico y reconocido por el continente europeo y en todo el mundo, adquiriendo sus objetivos en términos de calidad, costo y tiempo. Siendo así una de las tecnologías que poco a poco va a englobar los proyectos del sector de la construcción, obteniendo mejores resultados a sus clientes, logrando infraestructuras eficientes y beneficiosas a lo largo de todo su ciclo de vida. (2016, p.)

Se considera a Building Information Modeling como una metodología altamente reconocida en el mundo, que consiste en el proceso de integrar y coordinar todas las características y parámetros de un proyecto, tales como arquitectura, funcionabilidad estructural, volumen, materiales, secciones, tiempos, costos, operación y mantenimiento, en un modelo 3D que funcione como una base de datos que permita el trabajo colaborativo entre los diferentes especialistas que desarrollan dicho proyecto, lo que facilita la obtención de resultados de calidad y con costos y tiempos efectivos.

El BIM, resulta del esfuerzo de intentar vincular los diseños que se hacen mediante tecnología CAD esto agregando que el modelamiento sea paramétrico, es decir, que puedan almacenar información de las características del proyecto. Entonces podemos determinar las diferencias de estas dos metodologías.

El sistema BIM se caracteriza por: Sus componentes geométricos representan información y reglas características del proyecto como material, secciones, pesos, cargas, estabilidad, rigidez, temperatura, etc. Por ejemplo: una línea puede representar una columna cuya información necesaria sería, la sección, la distribución de aceros, su peso, el material, etc.

Los elementos geométricos que son comprendidos en el modelamiento mantienen las mismas características en las diferentes vistas que esta pueda tener, no se puede permitir inconsistencias.

Las unidades paramétricas del modelo son modificadas automáticamente en su geometría, debido a las reglas del modelamiento, por ejemplo: al insertar una losa la altura de los muros se modifica debido a que estos no pueden traslaparse.

Existe una jerarquización de los elementos que componen a otro elemento del diseño y repercuten en las características de este. Además, permite la posibilidad de modificar las características de casa uno de los elementos y generar un cambio de las características del conjunto en total: Por ejemplo: una escalera está compuesta por pasos, por barandas, por acabados, todas en conjunto determinan el peso de la escalera, modificar uno de estos elementos generaría un cambio en el peso y forma de la escalera.

El modelamiento permite vincular los diferentes diseños del proyecto para que conformen una sola unidad.

Mientras que la tecnología CAD: Los elementos geométricos que conforman los diseños CAD solo permiten la representación visual de los elementos, mas no permiten almacenar información de las características necesarias para el análisis de estos, por lo que no permiten la interpolar el diseño con otros.

En estos diseños no se pueden establecer parámetros a los elementos, aunque los componentes geométricos intenten semejar un sólido, este no lo es, solo es una representación y por lo tanto no permite calcular volúmenes, pesos, rigideces, etc.

Las modificaciones de un elemento no se aplican automáticamente en las diferentes vistas del elemento, lo que genera un proceso tedioso al elaborar los detalles del elemento.

Para elaborar un proyecto es necesario la elaboración de diferentes archivos CAD, que tengan en común un diseño principal, puesto que no permite vincular diferentes diseños.

El flujo de la metodología CAD consiste en la elaboración de diseños en planos 2D en tinta y papel que cumplen los requerimientos del cliente, seguido del cálculo manual de materiales empleados en el proyecto, después se realizado el metrado se procede a la generación del presupuesto. Toda esta información se proporciona al ingeniero encargado de la construcción. Dentro de este método de trabajo la información del proyecto es independiente y no permite la colaboración entre los profesionales encargados, lo permite la producción de errores que se pueden observar en la etapa de ejecución del proyecto.

El flujo de trabajo del sistema BIM, consiste en el conjunto de etapas o fases por las que pasa un proyecto mediante el uso de dicha metodología, en donde esta consiste en el diseño del proyecto, el control de calidad del modelo, cuantificación de los materiales o elementos utilizados, la planificación de las tareas que constituyen al proyecto y el control durante la ejecución. Cada una de estas fases involucra a profesionales responsables y herramientas para la obtención de resultados específicos como el modelado de la estructura, la verificación del modelado, el metrado de materiales, cronogramas, y control de procesos. (Sánchez, 2017, pg.25)

Para fines de este trabajo de investigación se profundizara sobre el procedimiento para la elaboración del diseño mediante la aplicación del BIM, siendo este el siguiente: Primero se busca definir el sistemas estructural a utilizar seguido de la generación de plantillas estructurales y arquitectónicas, posteriormente se elabora la grilla de trabajo y de vistas de elevaciones a distintas alturas, después se generaría la distribución arquitectónica de la planta, asimismo se define los materiales a utilizar en el proyecto, luego se procede al modelamiento de cimientos, columnas, muros, vigas, definición del acero. Por último, es necesario comprobar la operabilidad del diseño mediante el compartimiento de información entre programas o interoperabilidad del modelo con programas estructurales.

BIM cuenta con diferentes dimensiones que en conjunto conforma el Building Lifecycle Management o gestión unificada de proyecto, que es el resultado del

manejo de grandes cantidades de información de los modelos de construcción (Reizgevičius, Reizgevičius, Ustinovičius, Cibulskienė, Kutut, y Nazarko; 2018) estas metodologías son:

Modelado y Diseño Paramétrico (Arquitectura, Estructuras e Instalaciones Sanitarias y Eléctricas): en esta primera etapa se realiza un modelamiento arquitectónico en softwares de representación como el Revit, ArchiCAD, Allplan. Posteriormente, se ejecuta el cálculo y diseño estructural y de instalaciones con ayuda de softwares de cálculo y dimensionamiento, entre los que destacan: el Etabs, SAP 2000, CYPECAD MEP, Robot Structural Analysis, entre otros.

Planificación y Gestión de Proyectos (4D - Tiempo): En esta etapa se vincula el modelo en 3D con un cronograma de actividades, añade información procesada del modelo de tercera dimensión más la planificación de la obra, esto referente a la ruta crítica del proyecto, el cual permite una visualización en tiempo real del proceso constructivo del proyecto desde su fase de diseño hasta la finalización del mismo. Esta etapa se logra gracias a la utilización de software como Synchro, VICO (Trimble), Navisworks (autodesk), entre otros.

Mediciones y Costos (5D - Control de Costos): se utiliza información del modelo 3D para realizar el cálculo de las mediciones y posteriormente poderla enlazar con un software de control de costos como Presto, CYPE ingenieros, Vico, Medit (Autodesk) con el fin de obtener las partidas que conformaran el presupuesto del proyecto.

Análisis de Eficiencia Energética (6D - Ambiente y Sustentabilidad): la etapa BIM 6D garantiza mejorar la eficiencia energética y sustentabilidad de los edificios al enlazar una infraestructura diseñada en 3 dimensiones con aplicaciones de cálculo de eficiencia energética. Para el desarrollo de este modelamiento se necesita software como Autodesk Green Building, Ecodesigner (Graphisoft), Hevacomp Simulator V8i (Bentley).

Administración, Operación y Mantenimiento (7D -Facility Management): en esta última etapa se realiza el manejo y administración del proyecto durante todas las etapas del proyecto incluido la fase de mantenimiento y operación del mismo. Al aplicar el Modelo BIM 7D se garantiza la reducción de los costos de la vida útil del proyecto.

En resumen, la metodología BIM establece diferentes tipos de modelamiento, dependiendo de las dimensiones que estas busquen albergar como lo son: espacio, tiempo, costos, sostenibilidad, mantenimiento.

Para poder implementar la metodología BIM es necesario el uso de estándares que permitan una orientación adecuada para el desarrollo de este sistema, los Niveles del BIM permiten identificar el grado del trabajo colaborativo que permite el uso del sistema BIM, estableciendo hitos reconocibles. Los niveles BIM se definen como las diversas etapas en las que se establecerá gradualmente la tecnología BIM, es por esa razón que las metodologías y formas utilizadas en el sector construcción serán modificadas paulatinamente. (Chacón y Cuervo, 2017, p. 38) Los niveles BIM resultaron ser un instrumento estándar que sirve para medir el grado de inserción de la metodología BIM en un proyecto, de tal manera que la transición del trabajo colaborativo empleada en la industria de la construcción, sea progresivo. (Pérez 2019, p. 29)

La implementación de la metodología BIM comprende 3 niveles los cuales se pueden definir de la siguiente manera:

Nivel 0: Este nivel define a la metodología tradicional de diseño en CAD 2D, donde la mayoría de los documentos e información del proyecto son realizados en impresiones de papel o digitalmente. Dentro de este nivel no se maneja el concepto de trabajos colaborativos.

Nivel 1: Este nivel es que se ha desarrollado más en el mundo, puesto que comprende entre trabajos CAD 3D y 2D en los diseños del proyecto. La National Building Specification resalta que la Scottish Futures Trust establece el procedimiento para alcanzar el nivel 1 del BIM, el cual es el siguiente: Definir los roles y responsabilidades antes del proyecto, adoptar nomenclatura estandarizada, establecer una estrategia para crear y mantener códigos del proyecto y coordinar su información, crear un entorno común de datos que permita administrar todos los documentos del proyecto, que permita el acceso de la información a todos los miembros del proyecto, jerarquizar la información del entorno común de datos. A pesar de manejar un entorno común de datos, dentro de este nivel no se produce un trabajo colaborativo, ya que los diferentes diseños son producidos como modelos independientes.

Nivel 2: En este nivel ya se emplea el concepto de trabajo colaborativo, el cual requiere de un intercambio de información específico que permita coordinar varios sistemas y los diferentes participantes del proyecto. Para ello se utilizan softwares que permitan el proceso de interoperabilidad, por ejemplo, los archivos CAD deben permitir exportar datos a archivos comunes como IFC.

Según el Plan Estratégico de Nivel 3 del Reino Unido resaltado por National Building Specification, especifica que este Nivel se encuentra aún en desarrollo, pero comprendería: Crear un conjunto de estándares internacionales de Datos abiertos que permita compartir datos para todo el mercado. Establecer un marco contractual ligado al desarrollo de proyectos con BIM, fomentando así el trabajo colaborativo de los miembros. Implantar la cultura basada en la cooperación y aprendizaje. Capacitación al cliente del sector público sobre técnicas que comprende el BIM Incrementar el uso de la tecnología en el desarrollo de proyectos.

Varios investigadores describen que para respaldar los esfuerzos de implementación de la metodología BIM se deberían aplicar estrategias como: ofrecer marcos contractuales, realizar una planificación estratégica que comprenda temas como el soporte de gestión crítico, técnico, el entorno de trabajo y los usuarios. (Dowsett y Harty, 2018)

Si bien es cierto existen muchos softwares en el mercado BIM, el REVIT es el software que ha revolucionado el mundo gracias a sus capacidades de almacenamiento de información, interoperabilidad y potencia gráfica.

Para la aplicación de la metodología BIM es necesario seguir un plan de ejecución durante el ciclo de vida del proyecto, es decir, este se debe ejecutar en la fase de diseño, control de calidad del modelo, en la cuantificación, la planificación y sobre todo en la etapa de ejecución.

Para el diseño se debe definir la arquitectura y los sistemas estructurales, los cuales estarán a cargo de ingenieros estructurales, constructores y arquitectos. En esta fase se necesitan programas de diseño BIM en estructura y arquitectura como el Revit Structure y Architecture, en el cual se debe realizar una modelación y diseño en BIM.

En la etapa de control y calidad del modelo se requiere de modelos de información en construcción en Revit, así como del uso de herramientas como programas de diseño BIM, de visualización y navegación a fin de inspeccionar y revisar interferencias.

En la fase de cuantificación se revisa el modelo mediante listas de verificación, donde el ingeniero proyectista mediante programas de navegación y visualización (Navisworks) realiza la administración de la información en la construcción obteniendo así las listas de materiales en cuantificación.

Por otro lado, en la planificación se pide el modelo de información en construcción revisado y las listas de materiales en cuantificación, donde a través de programas de navegación y visualización el ingeniero proyectista planifica mediante la administración de la información en construcción. El resultado de esta etapa es un cronograma de trabajo en modelo BIM con vinculaciones de cuantificación.

Finalmente, en la ejecución exige el cronograma de trabajo en modelo BIM en donde el proyectista por medio de los programas de navegación y visualización puede administrar la información en la construcción logrando así el control de procesos de proyectos de construcción.

Es importante resaltar, que para fines de esta investigación solo nos vamos a centrar en la etapa de diseño logrando así el modelamiento de una vivienda unifamiliar en el programa Revit.

Gonzales, Javier define a REVIT como "un software de diseño de construcción más completo y específico para la disciplina y un sistema de documentación que todas las fases de diseño, documentación de construcción e incluso de fabricación". Esta plataforma proporciona un modelado del diseño de un proyecto debido a la cantidad de información coherente que procesa. Este software que es actualmente desarrollado por Autodesk, está implementado para un diseño más apropiado; puesto que, trabaja con tres aplicativos distintos y orientados en la industria de la construcción como: Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP.

Existen diversos softwares y herramientas BIM, los cuales se clasifican por su aplicabilidad. Para la realización del modelamiento utilizan software como Revit, ArchiCAD, Allplan, AECOsim, Microstation. Para el análisis estructural se emplean

Robot Structural, SAP200, CYPECAD, TEKLA, CATIA. Por otro lado, en la planificación y gestión del modelo; Navisworks, Synchro. Finalmente, como visualizadores se tiene Bim Vision, IFC viewer.

Por tanto, se formula el problema de la siguiente manera: ¿Se puede considerar la metodología BIM para el diseño de una vivienda unifamiliar AA. HH Almirante Grau “Las Palmeras-II etapa”?

La investigación se justifica en que la documentación de un proyecto en la metodología tradicional se maneja de manera independiente haciendo a que al momento de integrar dicha información en la ejecución del proyecto se generan inconsistencias que producen retrasos en la programación de la obra y por ende se incrementan los recursos.

Este estudio se realiza con el fin de proponer el uso de la metodología BIM en el diseño de viviendas unifamiliares para lo cual se caracterizará el diseño tradicional de una vivienda, se analizará la utilización de este sistema en los actuales proyectos de construcción y finalmente se elaborará el modelamiento de una vivienda haciendo uso de la plataforma REVIT y SAP 2000.

Con este trabajo de investigación se pretende generar un aporte hacia la implementación de la tecnología BIM en la región Piura debido a que existe una deficiencia en el desarrollo de proyectos por la falta de investigaciones o guías que permitan introducir ese sistema en el sector construcción.

El objetivo general de la presente investigación es determinar la utilización de la metodología BIM en la etapa de diseño de una vivienda multifamiliar, se considera los siguientes objetivos específicos: Identificar las deficiencias en el diseño tradicional, identificar el conocimiento de los profesionales encargados de proyectos y dirección de obras, realizar el diseño de un edificio de un condominio utilizando los programas Revit y ETABS.

II. METODOS

En este capítulo se describe acerca de la metodología utilizada en el trabajo de investigación, en la que se señala la población y la muestra correspondiente, así como el tipo y diseño para la investigación, las variables, las técnicas e instrumentos, los métodos de análisis y aspectos éticos que se contemplan en el estudio.

2.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Tipo de la Investigación

La metodología aplicada es de tipo descriptiva, la cual busca describir las propiedades, características y perfiles de las unidades de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 92). Este tipo de investigación permitirá conocer, describir y destacar los procedimientos y características necesarias para el diseño de la vivienda.

Diseño de la Investigación

El presente estudio utiliza un diseño no experimental; puesto que, no pretende un manejo de las variables intencional, sino su análisis en su estado natural. En este caso, se pretende determinar la utilización de la metodología BIM en la etapa de diseño de una vivienda multifamiliar. Para Cabezas, Andrade y Torres “En este tipo de investigación las variables estudiadas no se manipulan en forma intencionada, la finalidad de esta investigación es observar los fenómenos tal como se comportan en su contexto natural, para luego analizarla” (2018, p.79). Además, se considera que la investigación es transversal porque describen las variables y se analiza el resultado y/o efecto en un lapso de tiempo determinado. (Hernández, Fernández y Baptista; 2014, p. 154)

2.2. Operacionalización de Variables

Esta operacionalización de variables es el procedimiento de relacionar las variables que comprende el proyecto y busca establecer significados concretos, observables y medibles, a través de la operacionalización de estos con indicadores que sean susceptibles a medirlos (Cabezas, Andrade y Torres; 2018, p. 60)

Variable independiente: Metodología BIM en el diseño

Definición Operacional: Representación de las propiedades, características y procedimientos del uso de la metodología BIM en diseños.

Tabla 1 Operacionalización de variables

VARIBLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
METODOLOGÍA BIM EN EL DISEÑO	METODOLOGÍA TRADICIONAL	DEFICIENCIAS
	METODOLOGÍA BIM	NIVEL DE CONOCIMIENTO
	DISEÑO	REQUISITOS DE INFORMACIÓN
		MODELAMIENTO CON ETABS Y REVIT

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Población o universo se considera al conjunto de todos los casos de los cuales se escoge una muestra a investigar (Taherdoost, 2016), estos deberán cumplir con características específicas, según el investigador.

La población utilizada para este estudio con respecto a la obtención del nivel de conocimiento del BIM lo comprenden los profesionales con cargos de proyectistas y directores de obras encargados del diseño de proyectos. Y con respecto a la obtención de las características de las viviendas del AA. HH Almirante Grau – II Etapa y estará constituida con 909 viviendas.

Muestra y Muestreo

Se denomina muestra a la selección de elementos de un universo de estudio que los represente, de tal manera en que se obtenga un balance en la precisión de los resultados, se economicen gastos y se aproveche el tiempo. (Mishra y Alok, 2017) Además, se fija la población para generalizar resultados y establecer parámetros muestrales tanto en los procedimientos probabilísticos como no probabilístico y dirigido (Hernández, Fernández y Baptista; 2014, p.171).

Para este trabajo se utilizó una muestra intencional puesto que permite limitar la muestra cuando esta es muy variable, seleccionando a aquellos que más convengan para la investigación, por ende, la muestra es muy pequeña. Así mismo se puede considerar una muestra por conveniencia pues permite seleccionar pues permite seleccionar aquellos casos que pueden ser incluidos para la investigación. (Otzen y Manterola; 2017, p.230)

El tamaño de la muestra a evaluar fue de 10 profesionales proyectistas o directores de obras, la cual fue escogida a conveniencia del proyecto. Y 270 viviendas del AA. HH Almirante Grau – II Etapa, la cual se obtuvo de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q} = 270 \text{ viviendas}$$

Con un nivel de confianza del 95%, un error esperado del 5% y un valor proporcional asumido de 0.5, la muestra de viviendas a estudiar es la siguiente:

$$n = \frac{909 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times 908 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 270 \text{ viviendas}$$

2.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Técnicas

Según Baena define que “Las técnicas son las etapas de operación unidos a elementos prácticos, concretos, para situarlos en el nivel de los hechos” (2017, p.68). Para fines de este estudio se utilizará las técnicas de observación, donde se utilizó como instrumento la ficha de observación; la encuesta, donde la técnica es la encuesta a entrevista. La observación permite recopilar información precisa del comportamiento de la unidad de estudio ante diversas variables. (Mackey y Gass, 2016, p.239)

Instrumentos

Los instrumentos empleados para el estudio de investigación, son herramientas de ayuda para la recolección de datos. Baena manifiesta que “Los instrumentos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su propósito” (2017, p.68).

Para este trabajo de investigación emplearemos fichas de observación, cuestionarios y realizaremos una entrevista a un profesional relacionado con el BIM.

Se considera la utilización fichas de observación para registrar datos comunes de los diseños de las viviendas existentes que determinaran el modelo a elaborar en el AA. HH Almirante Grau – II Etapa que fijen los requisitos necesarios para el modelamiento de nuestra vivienda a diseñar.

La encuesta es una de las técnicas más utilizados en el ámbito de la investigación científica y que se ha convertido en una práctica cotidiana de la que todos participamos. (López y Fachelli, 2015, p. 12) Se realiza la aplicación de la encuesta a los profesionales que laboran en el sector construcción para evaluar su nivel de conocimiento que sostienen sobre el BIM. Además, se caracterizará las deficiencias encontradas en la metodología tradicional en diseño de una edificación de uso de oficinas.

La entrevista resulta ser una herramienta fundamental dentro de una investigación cualitativa. (Meneses y Rodríguez, 2011) Para Del Rincón, Sans y Latorre en una entrevista estructurada el entrevistador realiza preguntas acordes a categorías predefinidas a cada entrevistado (Vargas, 2012, p.126)

Así mismo realizaremos una entrevista a uno de los docentes de la Universidad Cesar Vallejo con los conocimientos adecuados sobre el uso de la metodología BIM. La entrevista es una técnica que permite el intercambio de ideas y recopilación de información a través de la relación entre el entrevistado y entrevistador, eliminando barreras sociales y culturales y permitiendo un flujo libre de ideas. (Pandey y Mishra, 2015)

Estos instrumentos de recolección de datos se encontrarán validados por los docentes de Universidad Cesar Vallejo.

2.5. Método de análisis de datos

El método analítico se conceptualiza como un procedimiento en el que se estudia y analiza cada una de las partes que componen a un objeto (Cabezas, Andrade y Torres, 2018, p. 18)

La metodología o enfoque cuantitativo comprende la recopilación y análisis de información estructurada y que se puede representar de forma numérica y que permitan un análisis estadístico. (Goertzen, 2017, p. 12)

La metodología empleada en el presente trabajo de investigación será analítica pues se va a realizar un reconocimiento de la parte que intervienen en el diseño para obtener este como producto final. Se estudiará las características deficientes en las viviendas construidas en la zona del proyecto, los conocimientos de los ingenieros acerca de esta metodología, y la elaboración del modelo del diseño. Además, se aplicará una metodología cualitativa puesto que nos permite la recolección de datos para responder las preguntas involucradas con la investigación.

2.6. Aspectos éticos

La presente investigación acerca de la utilización de la metodología BIM para el diseño de una vivienda multifamiliar en el AA. HH Almirante Grau “Las Palmeras” se fundamenta en tres principios éticos como el respeto a las personas, beneficencia y justicia, cuyo cumplimiento garantiza que la investigación sea considerada moralmente correcta.

Según The National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research Edición, el primer principio ético es el respeto a las personas que “implica que todos los individuos deben ser tratados como agentes autónomos y se reconoce el derecho a la protección de aquellas personas cuya autonomía esta disminuida” (1978, p.4), es decir en la investigación se tendrá en cuenta la voluntad de los encuestados y entrevistados, cuyas opiniones serán respetadas y tomadas en cuenta, asimismo se garantiza la protección de las personas cuya autonomía se encuentra limitada.

Por otro lado, el estudio se base en el principio ético de beneficencia; puesto que, la investigación no causará daños a las personas involucradas durante el desarrollo del mismo. Este principio se complementa con dos reglas generales que son: no hacer daño y aumentar los beneficios y disminuir los posibles daños lo más que se posible. (The National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research Edition, 1978, p.5)

Finalmente, se aplicará el principio de Justicia con la adecuada selección de los encuestados y entrevistados, garantizando que su trato sea equitativo y asumiendo las consecuencias de dicha selección. (The National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research Edición, 1978, p.6)

Tabla 2 *Matriz de investigación*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
METODOLOGÍA BIM EN EL DISEÑO	Según Autodesk indicó que Building Information Modeling (BIM), “es un proceso que comienza con la creación de un modelo 3D de diseño inteligente, y luego utiliza ese modelo para facilitar la coordinación, simulación y visualización, así como ayudar a los propietarios y proveedores de servicio a mejora el modo como planifican diseñan, construyen y administran los edificios e infraestructuras.” (2017, p.4)	METODOLOGÍA TRADICIONAL	Mediante una entrevista a profesionales con experiencia en diseño y encuestas se caracterizará las deficiencias que existen en el uso de la metodología tradicional de diseño de proyectos	DEFICIENCIAS	ENTREVISTA	RAZÓN
		METODOLOGÍA BIM	Mediante una encuesta a los profesionales que laboran en el sector construcción se determinara el nivel de conocimiento sobre la metodología	NIVEL DE CONOCIMIENTOS	ENCUESTA	
		DISEÑO	Mediante una ficha de observación se determinará los elementos en común de las viviendas en sector de estudio que determinaran el modelo a realizar.	REQUISITOS DE INFORMACIÓN MODELAMIENTO CON ETABS Y REVIT	FICHA DE OBSERVACIÓN	

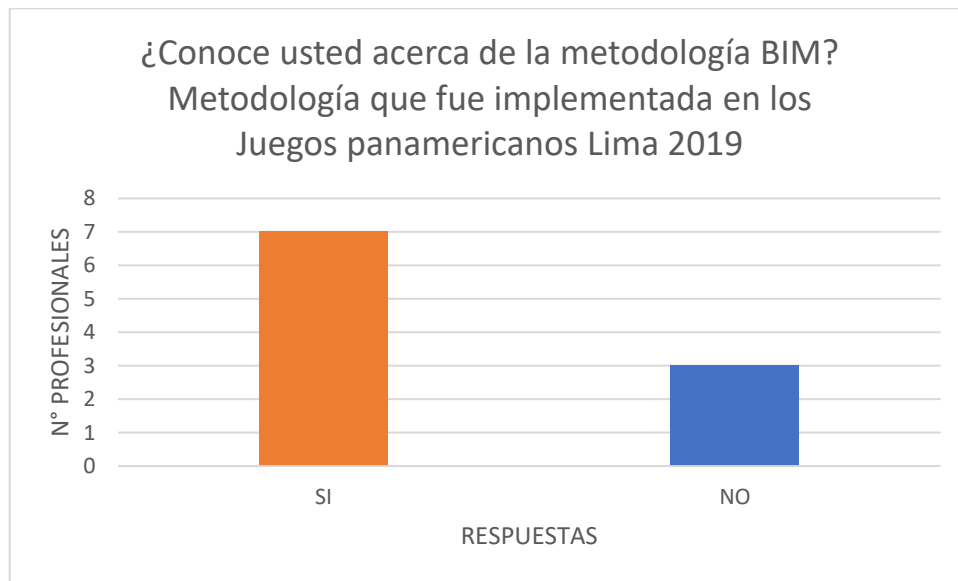
Fuente: Elaboración Propia

III. RESULTADOS

Tabla 3 Conocimiento de la Metodología BIM

	SI	NO
¿Conoce usted acerca de la metodología BIM? Metodología que fue implementada en los Juegos panamericanos Lima 2019	7	3

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

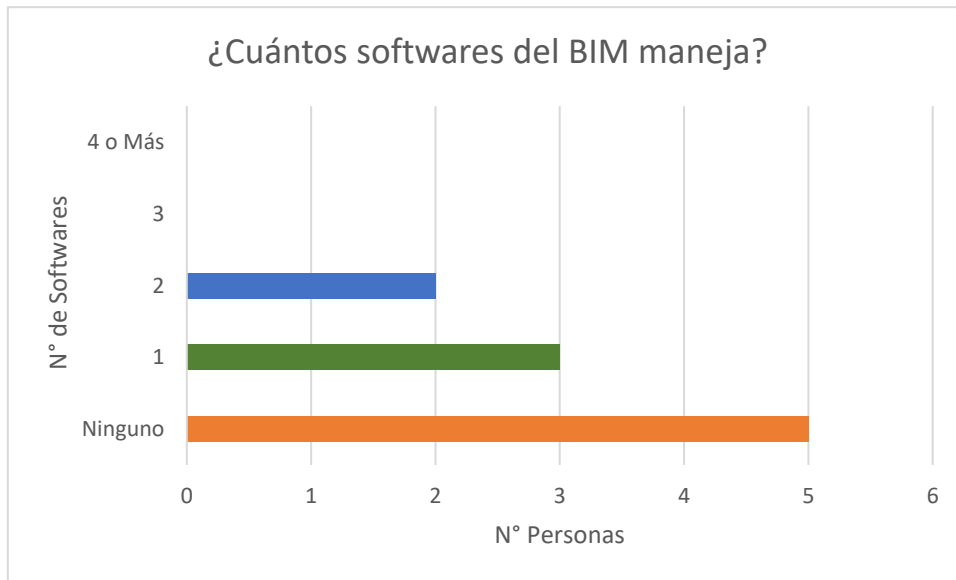
Figura 1 Conocimiento de la Metodología BIM

De la encuesta realizada a 10 ingenieros y arquitectos proyectistas del Gobierno Regional se obtuvo que 7 de ellos conocían sobre la metodología BIM, la cual fue utilizada en los Juegos Panamericanos Lima 2019

Tabla 4 Conocimiento de Softwares BIM

	Ninguno	1	2	3	4 o Más
¿Cuántos softwares del BIM maneja?	5	3	2	0	0

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

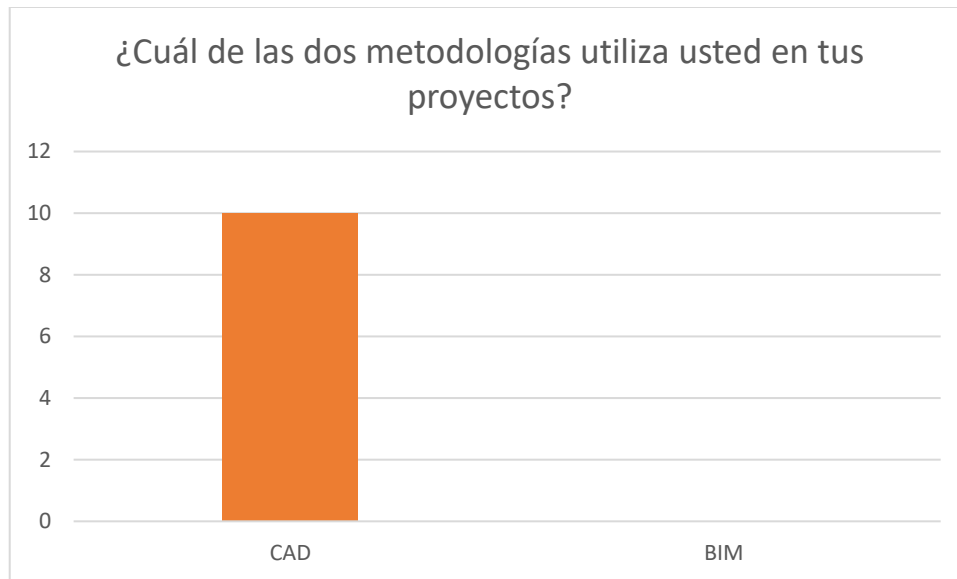
Figura 2 Conocimiento de Softwares BIM

De los profesionales encuestados se tiene que el 50% de los encuestados (5 profesionales) no manejan ninguno de los nuevos softwares del BIM, un 30% maneja uno de los softwares implementados con BIM y el 20% maneja 2 softwares

Tabla 5 Metodología usada en la actualidad

	CAD	BIM
¿Cuál de las dos metodologías utiliza usted en tus proyectos?	10	0

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

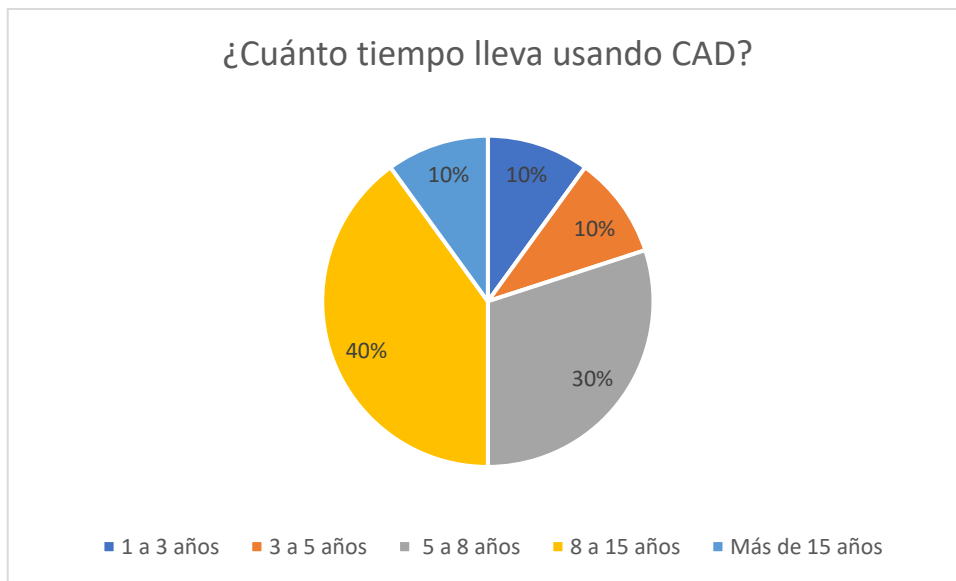
Figura 3 Metodología usada en la actualidad

De los proyectistas del Gobierno Regional encuestados se encontró que el 100% afirmó utilizar solo CAD para sus proyectos. Por lo que inferimos que aún no se utiliza BIM en los proyectos para la región de Piura.

Tabla 6 *Uso del CAD*

	1 a 3 años	3 a 5 años	5 a 8 años	8 a 15 años	Más de 15 años
¿Cuánto tiempo lleva usando CAD?	10%	10%	30%	40%	10%

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

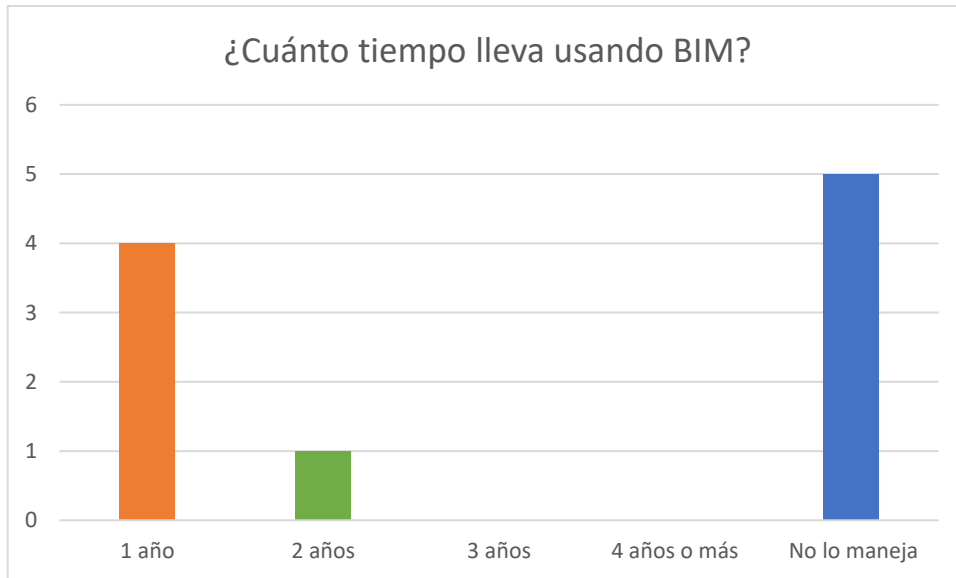
Figura 4 *Uso del CAD*

Por otra parte, se obtuvo que los profesionales encuestados sobre cuánto tiempo llevan utilizando la metodología CAD el 40% respondió de 8 a 15 años, el 30% de 5 a 8 años, un 10 % respondió haberlo utilizado más de 15 años, un 10% afirmó usarlo entre 3 a 5 años y por último un 10% lo lleva utilizando de 1 a 3 años.

Tabla 7 *Uso del BIM*

	1 año	2 años	3 años	4 años o más	No lo maneja
¿Cuánto tiempo lleva usando BIM?	4	1	0	0	5

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

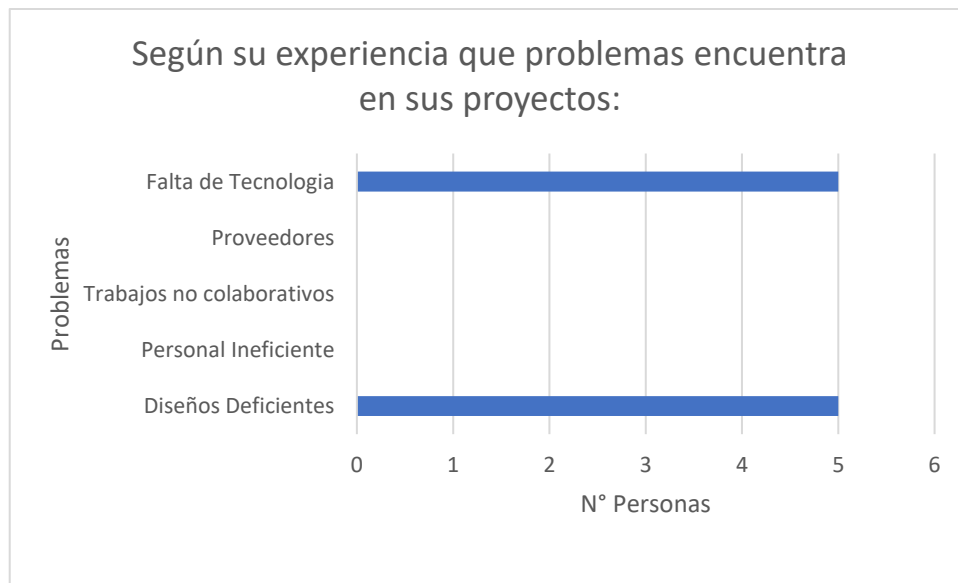
Figura 5 *Uso del BIM*

Con respecto al tiempo del uso del BIM se obtuvo de la encuesta realizada que el 50% de los profesionales encuestados afirmo no manejar la metodología BIM en sus proyectos, un 40% respondió haberlo usado por un año y un 10% contestó llevar usándolo por 2 años.

Tabla 8 Problemas en los proyectos

	Diseños Deficientes	Personal Ineficiente	Trabajos no colaborativos	Proveedores	Falta de Tecnología
Según su experiencia que problemas encuentra en sus proyectos	5	0	0	0	5

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

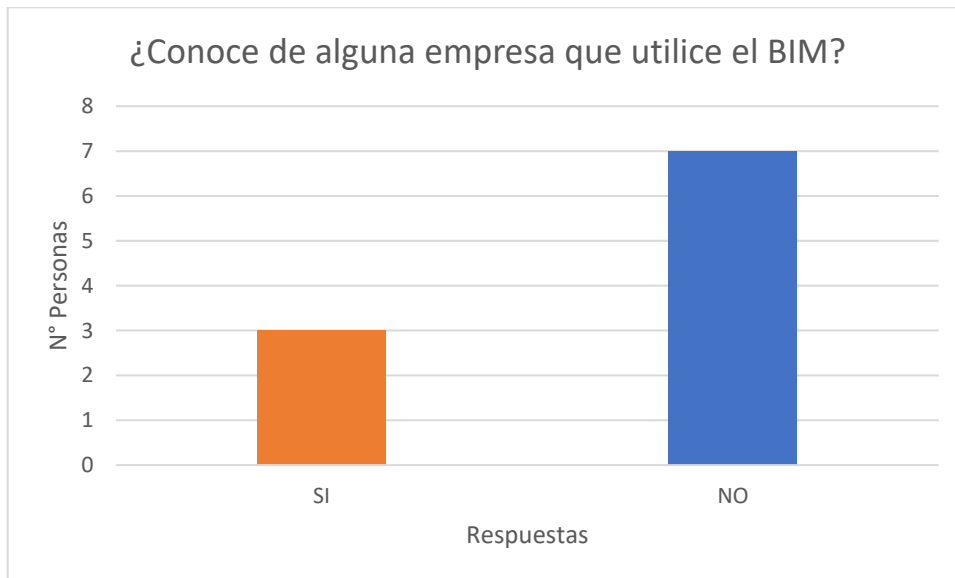
Figura 6 Problemas en los proyectos

Con respecto a los problemas que se encuentran durante de los proyectos el 50% estableció que la falta de tecnología es un problema en los proyectos y el 50% restante afirmó que los diseños deficientes son un gran problema en sus proyectos.

Tabla 9 Conocimiento de la Metodología BIM

	SI	NO
¿Conoce de alguna empresa que utilice el BIM?	3	7

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

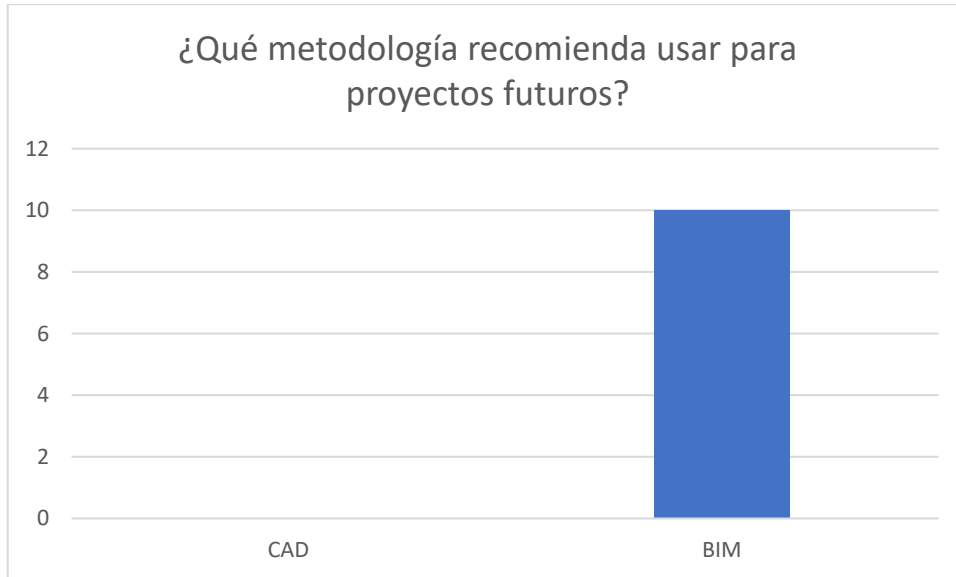
Figura 7 Conocimiento de la Metodología BIM

Así mismo, se obtuvo de la encuesta realizada que el 70% de los profesionales no conoce de ninguna empresa que utilice BIM y el 30% sí conoce de alguna empresa que utilice la metodología BIM en sus proyectos.

Tabla 10 Metodología recomendada

	CAD	BIM
¿Qué metodología recomienda usar para proyectos futuros?	0	10

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

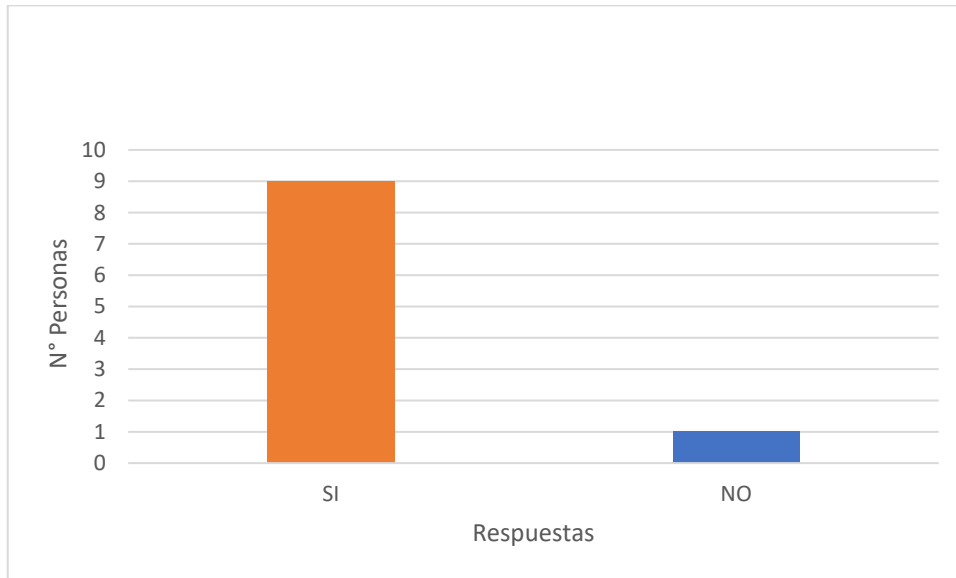
Figura 8 Metodología recomendada

En relación a que metodología se recomienda usar para proyectos futuros, los encuestados otorgaron los siguientes resultados: el 100% de los encuestados opina que la metodología recomendable para los proyectos futuros es la metodología BIM.

Tabla 11 BIM en condominios

	SI	NO
¿Cree usted que es viable utilizar BIM en diseños de condominios?	9	1

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

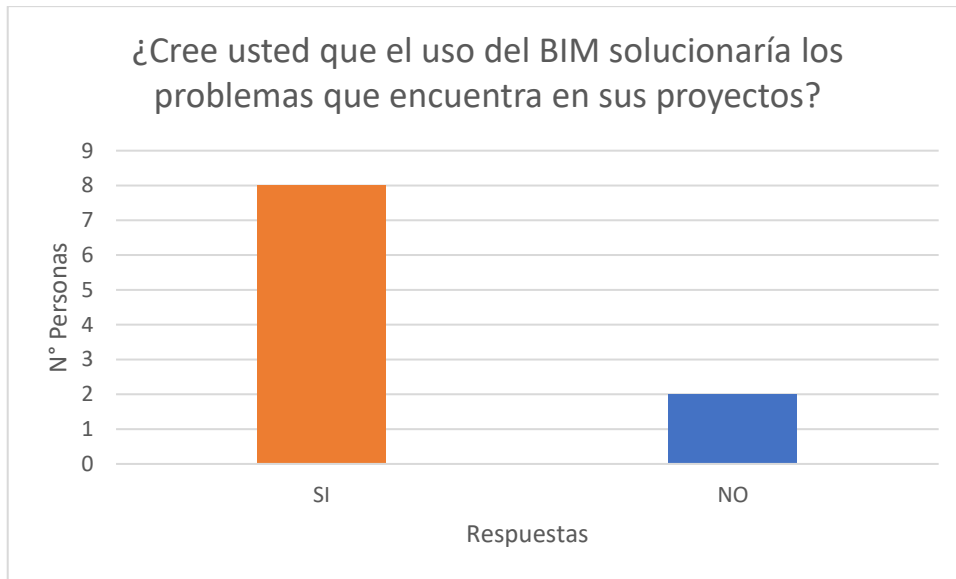
Figura 9 BIM en condominios

De la encuesta realizada se obtuvo que el 90% de los profesionales encuestados considera viable utilizar la metodología BIM en los diseños de viviendas multifamiliares y solo el 10% cree no viable su uso para dichos proyectos.

Tabla 12 BIM como solución

	SI	NO
¿Cree usted que el uso del BIM solucionaría los problemas que encuentra en sus proyectos?	8	2

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

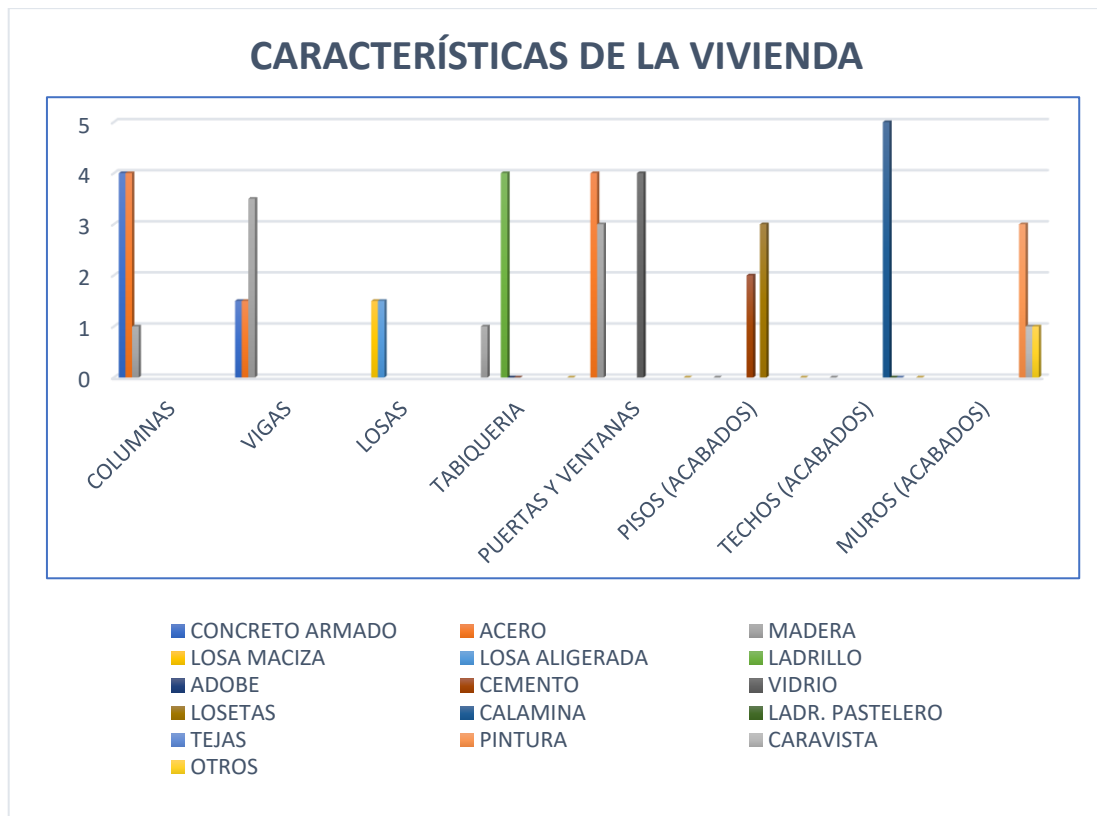
Figura 10 BIM como solución

De la encuesta realizada, se recopiló la opinión que tienen los profesionales acerca del BIM como alternativa de solución para los problemas que se encuentran en los proyectos de donde se obtuvo como resultado que el 80% de los profesionales si considera al BIM una solución para la problemática de los proyectos y un 20% no cree que sea una solución.

Tabla 13 Características de las viviendas en función a sus materiales de construcción

MATERIALES DE LA VIVIENDA	
COLUMNAS	CONCRETO ARMADO
	ACERO
	MADERA
VIGAS	CONCRETO ARMADO
	ACERO
	MADERA
LOSAS	LOSA MACIZA
	LOSA ALIGERADA
TABIQUERIA	LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO
	ADOBE
	CEMENTO
	MADERA
	OTROS
PUERTAS Y VENTANAS	VIDRIO
	MADERA
	ACERO
	OTROS
PISOS (ACABADOS)	LOSETAS, CERAMICOS O SIMILARES
	CEMENTO
	MADERA
	OTROS
TECHO (ACABADOS)	CALAMINA
	LAD. PASTELERO
	TEJAS
	MADERA
	OTROS
MUROS (ACABADOS)	PINTURA
	CARAVISTA
	OTROS

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Características de las viviendas del sector estudiado

INTERPRETACIÓN:

De las características de las viviendas en función a los materiales de construcción ubicadas en el asentamiento humano Almirante Grau – Las Palmeras de la tabla N°1, se obtuvo lo siguiente: De cada 4 de 5 viviendas utilizan concreto armado para sus construcciones de columnas, mientras que, a diferencia del diseño de vigas, hacen de mayor uso la madera como material de construcción para viviendas de un piso. Debido a que su demanda en esta zona está basada en la edificación de viviendas menores a dos pisos, se pudo observar un índice muy bajo de construcciones que sostienen losas macizas y aligeradas. Además, para este tipo de obra se pretende considerablemente el uso del ladrillo como material para la tabiquería. Para el uso de puertas y ventanas se observó que la implementación de la madera no es de gran demanda en este sector de estudio. Finalmente, para los acabados tanto de pisos, techos y muros se presentaron índices mayores a 3 respecto al uso de los materiales como el cemento, calamina y pintura respectivamente. Siendo estas tres últimas características esenciales del acabado

que se aplican en los proyectos de construcción para el uso de viviendas unifamiliares de dicho estudio; determinando así que, en su totalidad de los proyectos de esta zona han requerido del uso de la metodología tradicional, siendo así la metodología BIM una gran propuesta beneficiosa y ordenada al gestionar estas aspiraciones en diferentes sectores con lo que respecta el diseño de viviendas.

MODELADO 3D EN ETABS y REVIT:

Para la elaboración del modelo 3D se es necesario seguir con el siguiente procedimiento: primero, es necesario contar con el software ETABS en la versión que se desee, luego se deberá realizar la definición de las grillas que permitirán delimitar los ejes de los elementos estructurales, después de ello es necesario definir los materiales a utilizar, para este caso tenemos el concreto de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y el acero de refuerzo $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, posteriormente definimos también los elementos estructurales a utilizar en este caso secciones de columnas y vigas que conformaran los pórticos. Continuando el modelo se realiza la asignación de columnas y vigas conocidas como elementos frame, así mismo establecemos las restricciones pertenecientes a las bases como empotrados, en este caso no realizaremos el diseño de la losa aligerada en el modelo debido a los efectos de torsión que adiciona, por lo cual asignaremos diafragmas y brazos rígidos, además asignamos las cargas pertenecientes a cada viga. Como realizaremos un diseño sismorresistente se tendrá en cuenta la norma E-030 de Diseño Sismorresistente para definir el espectro de respuesta. Posterior a ellos definimos la masa del edificio y las combinaciones de carga de acuerdo a la norma E-020 Cargas y diseñamos con la envolvente, después corremos el análisis del modelo para verificar el cumplimiento de las derivas, modificamos los factores de diseño de acuerdo a la norma E-060 Concreto Armado y procedemos a generar el diseño de la estructura, comprobando que los elementos estructurales resistan, no se generen fallas y no se realice un sobredimensionamiento, al cumplir el diseño con todo lo deseado se puede interpolar el modelo con el programa Revit mediante la aplicación CSIxRevit permitiéndonos generar el modelo en Revit el cual aumenta la eficiencia al no tener que volver a modelar en dicho programa y permitiéndonos así ya contar con un base para vincularlo con el modelo arquitectónico.

ENTREVISTA 01:

ENTREVISTADO: ARQ. BENITES ATARAMA DAVID F.

- 1. ¿Qué cargo ocupa actualmente? ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo dicho cargo?**

ARQUITECTO. Especializado en diseño de proyectos arquitectónicos de toda índole y a diferentes escalas: proyectos de salud, educación, comercio, vivienda, recreación, deporte. Con cuatro años y medio de experiencia.

- 2. En su profesión ¿Ha utilizado o utiliza la metodología tradicional o lo que comúnmente se conoce como CAD o utiliza alguna otra metodología?**

Si utilizo la tecnología actual CAD, en la cual diseño los proyectos, pero por mi vocación utilizo tecnología adicional de modelado en 3D para visualizar mejor los proyectos y de esta manera expresar mejor las ideas a los clientes.

- 3. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando los diseños desarrollados en CAD?**

Los llevo utilizando cuatro años y medio apoyado también en la tecnología de modelado 3D.

- 4. ¿Qué ventajas cree usted que le ha brindado la metodología CAD?**

Medidas exactas y capacidad para determinar puntos específicos exactos ubicándose en el plano espacial. No sólo de dibujo sino también geográfico, topográfico, etc.

- 5. ¿Tiene experiencia ejecutando proyectos? ¿Ha encontrado dificultades en la ejecución de proyectos que han sido elaborados mediante CAD?**

Si tengo experiencia, he encontrado por lo general errores de dibujo, de planificación y organización así mismo de compatibilidad.

- 6. ¿Qué problemas encontró en base a su experiencia (Diseños deficientes, Falta de tecnología, nuevas metodologías, personal no capacitado, ¿errores en los expedientes)?**

Diseño deficiente, errores, incompatibilidad. Falta de datos. Errores en los expedientes.

- 7. Nos podría relatar una experiencia en su trabajo y los problemas que ha encontrado de los diferentes proyectos que ha tenido a cargo.**

Incompatibilidad en los planos a desarrollar, los cuales fueron subsanados en obra.

8. ¿Conoce la metodología que se utilizó en los Juegos Panamericanos 2019?

Si, como arquitecto estoy siempre atento al tipo de tecnologías usados en los proyectos arquitectónicos a desarrollar a nivel mundial.

9. ¿Qué concepto tiene usted sobre el BIM?

BIM, Building Information Modeling, permite modelar digitalmente los proyectos para su fácil ejecución, proyección y mantenimiento de estos. Uso adecuado de recursos, administración de estos. Permite una mejor organización. Así mismo contiene información detallada del proyecto: arquitectónica, estructural, de instalaciones.

10. ¿Sabe Usted las ventajas que otorga el BIM en comparación al CAD?

Aporta una actualización EB tiempo real de todo el proyecto, facilita visualizaciones y análisis realistas del plan del proyecto además de que pueden detallar correcciones tempranas que permiten ahorrar tiempo y dinero.

11. ¿Conoce Usted softwares de modelamiento como REVIT, ARCHICAD, ETABS, VECTROWORKS, ALLPLAN, WATERCAD?

Tecnología en digital que permite realizar cálculos, modulaciones, visualizaciones de los proyectos

12. ¿Cree usted que el uso de modelamientos paramétricos aportaría grandes ventajas en el desarrollo de proyectos en la ciudad de Piura?

Definitivamente porque permitiría mejorar la calidad de los proyectos, tanto en: organización, función, etc.

13. ¿Ha utilizado alguna vez modelamientos 3D en sus proyectos?

13.1 Si la respuesta es no ¿Cree necesario su uso para desarrollar un proyecto eficientemente? ¿Considera que generaría un gasto elevado?

13.2 Si la respuesta es sí ¿Qué beneficios le ha traído estos modelos para su trabajo? ¿Considera que debe ser empleados en mayor proporción que los diseños CAD?

Siempre los he usado. Me permite, como arquitecto proyectista me permite visualizar mejor los proyectos en acabados, alturas, proporciones, visualizaciones. Así mismo lo uso para mostrar a los

clientes dado que si sólo se les muestra la planimetría, éstos no tienen la capacidad para visualizar cómo quedará en proyecto. Es una herramienta de considerable apoyo. Ambas complementarias.

14. ¿Qué cree que es mejor, detectar interferencias durante el diseño del proyecto o resolver los problemas durante la ejecución de los proyectos? ¿Por qué?

Detectar interferencias o situaciones en las cuales se puede resolver en diseño y proyección. Antes que hacerlas en ejecución. Debido a que se puede tener consecuencias como organización, costos elevados, etc.

15. Considera usted que es más sencillo detectar las interferencias en los diseños CAD o en un Modelado 3D

Es fácil detectar tipos de interferencias tanto en CAD como en modelos 3D.

16. Considera usted, que es viable utilizar la metodología BIM para los proyectos de construcción de viviendas, o es mejor utilizar la metodología actual (CAD).

Es mejor utilizar ambos. A manera de complementación. Aunque la tecnología BIM es mucho más completa.

ENTREVISTA 02:

ENTREVISTADO: *Reyes More, María del Pilar (Bachiller Ing. Civil - Universidad de Piura)*

1. ¿Qué cargo ocupa actualmente? ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo dicho cargo?

Bachiller proyectista, llevo 4 meses en el área de estudio y proyectos de la Municipalidad Provincial Morropón- Chulucanas.

2. En su profesión ¿Ha utilizado o utiliza la metodología tradicional o lo que comúnmente se conoce como CAD o utiliza alguna otra metodología?

Utilizo el AutoCAD, civil 3D y en la universidad Revit Architecture, Structure y Metric.

3. ¿Cuánto tiempo lleva utilizando los diseños desarrollados en CAD?

La utilización de softwares de la empresa Autodesk es necesaria en nuestra profesión, ya que se necesita plasmar los proyectos en planos sea usando

la versión común AutoCAD en cualquiera de sus versiones o la nueva tendencia BIM tal como Revit.

4. ¿Qué ventajas cree usted que le ha brindado la metodología CAD?

El avance de la tecnología siempre será un apoyo en las actividades que el hombre realice, la ventaja del uso del CAD ayudo en el proceso de plasmar los proyectos en planos y con esto agilizar la etapa de planificación y diseño, poniéndole más énfasis en el diseño y con esto lograr mejores resultados y no agotando recursos en el trazado del plano.

5. ¿Tiene experiencia ejecutando proyectos? ¿Ha encontrado dificultades en la ejecución de proyectos que han sido elaborados mediante CAD?

Si, una de las deficiencias del uso del AutoCAD es que las especialidades solían realizar sus dibujos aisladamente, pero, con la metodología BIM se a superado este problema ya que con el uso de Revit se puede modelar cada una de las especialidades y con el uso del Navisworks se pueden encontrar las interferencias sin la necesidad de estar en la etapa de construcción, con esto se puede anticipar al problema que se desarrollará en campo.

6. ¿Qué problemas encontró en base a su experiencia (Diseños deficientes, Falta de tecnología, nuevas metodologías, personal no capacitado, ¿errores en los expedientes)?

Encontrar interferencias entre especialidades.

7. Nos podría relatar una experiencia en su trabajo y los problemas que ha encontrado de los diferentes proyectos que ha tenido a cargo.

En el proyecto COAR se tuvo un problema de Interferencias entre la especialidad de Eléctricas y Sanitarias un montante de desagüe bajaba justo por donde se ubicaba una caja del sistema eléctrico.

8. ¿Conoce la metodología que se utilizó en los Juegos Panamericanos 2019?

Si, la metodología BIM utilizada para el diseño y construcción de la Villa Panamericana quien fue elaborada por el Consorcio Besco - Besalco.

9. ¿Qué concepto tiene usted sobre el BIM?

Es un método de trabajo que permite integrar a todos los agentes que participaran en el proyecto, este producto generado es un modelo virtual el

cual contendrá toda la información del proyecto, desde su etapa de diseño hasta la planificación de su demolición.

10. ¿Sabe Usted las ventajas que otorga el BIM en comparación al CAD?

Si, el sistema BIM permite la recolección total de todo lo planificado para el proyecto a realizar, mientras CAD, solo permite una parte de todo esto, tal como el diseño o la elaboración de resultados. Permite detectar problemas que se visualizarán en la etapa de ejecución del proyecto un ejemplo el caso de las interferencias.

11. ¿Conoce Usted softwares de modelamiento como REVIT, ARCHICAD, ETABS, VECTROWORKS, ALLPLAN, WATERCAD?

Si, no los utilizo en mi cargo actual, pero si los he utilizado en la época universitaria, a excepción del Achicad, software comúnmente utilizado por los estudiantes de arquitectura.

12. ¿Cree usted que el uso de modelamientos paramétricos aportaría grandes ventajas en el desarrollo de proyectos en la ciudad de Piura?

Si, ya que con eso se evitarían muchas imperfecciones en la elaboración de diseños por especialidad y un ejemplo del uso de BIM en Piura es el COAR por el Consorcio COAR EPC, brindando resultados óptimos en el desarrollo del proyecto.

13. ¿Ha utilizado alguna vez modelamientos 3D en sus proyectos?

13.1 Si la respuesta es no ¿Cree necesario su uso para desarrollar un proyecto eficientemente? ¿Considera que generaría un gasto elevado?

13.2 Si la respuesta es sí ¿Qué beneficios le ha traído estos modelos para su trabajo? ¿Considera que debe ser empleados en mayor proporción que los diseños CAD?

Brinda una mejor percepción de lo que se está realizando, te da una imagen previa del resultado final del proyecto, y si considero que deberían ser usados, al menos en proyectos grandes en los que se necesiten tener en cuenta que una interferencia puede paralizar muchas actividades y en algunos casos modificar el diseño en la etapa de ejecución del proyecto.

14. ¿Qué cree que es mejor, detectar interferencias durante el diseño del proyecto o resolver los problemas durante la ejecución de los proyectos? ¿Por qué?

Obviamente detectar las interferencias durante la etapa de diseño, con lo cual se evita pérdidas de tiempo, paralizaciones, extensión de plazos y en casos en los cuales no se logra solucionar a tiempo penalidades.

15. Considera usted que es más sencillo detectar las interferencias en los diseños CAD o en un Modelado 3D

Es más sencillo detectar interferencias en un modelado 3D y mucho más fácil si se utiliza el software Navisworks.

16. Considera usted, que es viable utilizar la metodología BIM para los proyectos de construcción de viviendas, o es mejor utilizar la metodología actual (CAD).

La utilización de la metodología BIM es algo que se debe ir implementando en la sociedad ya que con esto se previenen problemas en la etapa de ejecución, la realización de un modelo en BIM es un poco más costoso así que se tendría que realizar un análisis costo-beneficio. Para proyectos pequeños por el momento no sería algo tan necesario, pero si existe la posibilidad de su desarrollo sería bien recibido.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos podemos resaltar con respecto al primero objetivo específico que las deficiencias de la aplicación método tradicional son diseños erróneos y la falta de tecnología. Según la tabla 8 sobre problemas en los proyectos el 50% de los encuestados determino que uno de los problemas de la aplicación de la metodología actual (Metodología CAD) es diseños deficientes y el otro 50% determina que la falta de tecnología es un problema que afecta en nuestro proyecto. La metodología BIM puede ser una solución para este problema; puesto que, para Autodesk los principales beneficios del BIM para ingenieros es la reducción de errores y omisiones en documentos y la reducción de la reelaboración de trabajos (2017, pg.2), esto se puede corroborar según lo que concluye GALAN, Emelin que la aplicación de la metodología BIM en la identificación de interferencias brindó resultados esperados haciendo uso de los diferentes softwares donde genera reportes en cada una de las especialidades de la industria de la construcción. Esto se complementa con la tabla 12 sobre el BIM como alternativa de solución en donde se obtiene que el 80% de los profesionales considera el BIM como una solución y el 20% restante no cree que este sea una solución para los problemas que se encuentran en los proyectos.

Por otra parte, se observa que el nivel de conocimiento sobre la metodología BIM ya se encuentra desarrollándose en la Ciudad de Piura. Según la encuesta realizada para este estudio sobre la metodología BIM a ingenieros proyectistas del Gobierno Regional de Piura se pudo inferir que, sí se conoce sobre la metodología BIM, pero aun utilizan la metodología tradicional, pues en la tabla 3 se registró que 70% de los encuestados conoce que es la metodología BIM, pero el 100% indicó que aún utilizan el CAD en sus proyectos. La adopción del BIM en la industria de la construcción a nivel mundial aún es baja debido a los riesgos que conlleva adaptarse a todo cambio; puesto que, para su implementación es conveniente la aparición de bibliografía que cimiente los pilares para la aplicación de esta nueva metodología, las investigaciones refieren como principales países modelos a: República de Corea, Estados Unidos, China (VILUTIENE, Tatjana et al., 2019) esto se puede corroborar en la tabla 7 sobre el uso del BIM en donde se puso registrar que de los profesionales encuestados el 50% no maneja BIM en sus proyectos el,

un 40% respondió haberlo usado por un año y un 10% contestó haberlo usado por 2 años. Esto quiere decir que ya existe una lista de profesionales que pueden manejar proyectos con este nuevo sistema esto se complementa con los resultados de la tabla 4 sobre manejo de los softwares BIM donde un 30% maneja uno de los softwares implementados con BIM y el 20% maneja 2 softwares. Entonces podemos concluir que la implementación del BIM en Piura puede ser una realidad, es necesario capacitar a mayores profesionales para tener un alcance del nuevo sistema, pero si se pueden aplicar iniciativas, como lo sería el uso de esta metodología en proyectos pequeños como condominios o viviendas.

Con respecto al uso de la metodología BIM en el diseño de vivienda se tiene que en la tabla 11 se representa que el 90% de los profesionales considera viable el uso de la Metodología BIM para el diseño de condominios y el 10% restante no lo considera viable. Además, con los resultados obtenidos durante el modelamiento de un condominio en ETABS y REVIT se obtuvo que es posible interpolar los modelos de estos dos programas permitiendo así ahorrar tiempo durante el diseño de una estructura, evitando así tener que realizar modelos independientes y repetitivos que generan gasto de energía y recursos innecesarios. Además, el diseño estructural realizado se pudo efectuar cumpliendo lo especificado por normas peruanas, por lo cual son diseños aplicables en el Perú.

V. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se concluye que, las deficiencias en el diseño tradicional son los diseños deficientes y la falta de tecnología, la cual se puede ratificar con la tabla 8 donde el 50% de los encuestados determinó que uno de los problemas de la aplicación de la metodología actual (Metodología CAD) son los diseños deficientes y el otro 50% determina que la falta de tecnología es un problema que afecta en nuestro proyecto.
- Con respecto a los conocimientos acerca de la Metodología BIM de los profesionales encargados de proyectos y dirección de obras se concluye que esta metodología ya se encuentra desarrollándose en la ciudad de Piura. Esto se puede reafirmar con los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los ingenieros proyectistas del Gobierno Regional de Piura donde en un 70% de los encuestados conoce acerca de la Metodología BIM y un 100 % aun utilizan el CAD en sus proyectos tal como lo especifica la tabla 3. Asimismo, la utilización del BIM es escaso tal como se puede comprobar en la tabla 7 donde el 50% de los profesionales encuestados no maneja BIM en sus proyectos y un 40% respondió haberlo usado por un año y un 10% contestó haberlo usado por 2 años.
- Se llegó a la conclusión que el uso de la metodología BIM en el sector de la construcción de Piura puede ser viable debido a la cantidad de profesionales que conocen o manejan algo de esta metodología, por lo que puede empezar a implementarse en los diseños de edificaciones pequeñas como condominios, el uso de software BIM como los utilizados : ETABS y REVIT permiten adaptarse a los diferentes requerimientos del país como son la normativa vigente y los materiales utilizados permitiendo así generar diseños y modelos 3D eficientes y que evitan las interferencias entre diseños.

VI. RECOMENDACIONES

Del presente estudio se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- Se debe conocer a conciencia como es el uso de la metodología actual, ya que les permitirá tener un concepto bien definido que cambiará la forma de trabajo dentro de las empresas sobre el BIM. Conocer su flujo de trabajo que abarca esta metodología y los beneficios que reportará por manejar un correcto desarrollo de trabajo en equipo.
- Implementar la metodología BIM en los diseños de condominios, proyectos de habilitaciones urbanas, construcción de departamentos o edificaciones similares, puede ser un primer paso para dar inicio al uso del BIM en proyectos de gran envergadura para la ciudad de Piura, puesto como los resultados lo muestran, existe profesionales con las capacidades necesarias para entender y manejar esta metodología, y existe gran interés de futuras generaciones de profesionales en dicha metodología.

REFERENCIAS

ARCC. Piura. Intervenciones Culminadas En Construcción Y Reconstrucción. [en línea] Piura: Autoridad de Reconstrucción con Cambios, 2019. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: <https://www.rcc.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/01.Piura-noviembre.pdf>

AUTODESK. Comienza a usar BIM para el diseños de edificios. Una guía para tu primer proyecto. [en línea]. 1° ed. Autodesk, 2017. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/bim/Impl_autodesk-ebook-bim-getting-started-guide-bldgs-es-la.pdf

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [en línea]. 3ª. ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

ISBN: 978-607-744-748-1

BIM Levels explained: Definitions for levels of BIM maturity from Level 0, through Level 1, Level 2 and Level 3 and beyond. *National Building Specification*. MCPARTLAND, Richard. (1 de noviembre de 2014). [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>

CABEZAS, Edison; ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. [en línea]. 1° ed. Sagolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
ISBN 978-9942-765-44-4.

CANCHO, Carlos. Modelado BIM De Un Edificio Singular. Un Paso Hacia El Nivel 2. Tesis (Titulo en Ingeniería en Organización Industrial). Valladolid: Universidad de Valladolid, 2016.

Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/18974>

CHACÓN, Daniel y CUERVO, Génesis. Implementación De La Metodología BIM Para Elaborar Proyectos Mediante Software Revit. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Venezuela: Universidad de Carabobo, 2017.

Disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/6952>

CLAVIJO, Luis. El BIM En El Diseño De Proyectos Aplicado A La Metodología Lean Construction En La Empresa Fichtner Lima Perú – 2018. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34682/Clavijo_FLR.pdf?sequence=4&isAllowed=y

DIXIT, Manish; VENKATRAJ, Varusha. OSTADALIMAKHMALBAF, Mohammadreza; PARIFSAI, Fatemeh y LAVY, Sarel. Integration of facility management and building information modeling (BIM): A review of key issues and challenges. *Facilities*. [en línea] Vol. 37, n°7, 2019. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: <https://doi.org/10.1108/F-03-2018-0043>

ISSN: 0263-2772

DOWSWETT, Ruth y HARTY, Chris. Assessing the implementation of BIM – an Information systems approach. *Construction Management and Economics*. [en línea]. Vol. 37 n° 10, 2018 [Fecha de consulta 19 de Agosto de 2019]

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1476728>

ISSN: 1466-433X

D.S. N° 289-2019-EF. Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública. Diario Oficial El Peruano, 8 de setiembre de 2019.

El Manual para la introducción de la metodología BIM. [en línea] 1° ed. UEBIM, 2016. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: <https://ingeniatte.es/documentacion/biblioteca/ing-civil/manual-introduccion-metodologia-bim/>

GHAFFARIANHOSEINI, Ali; TOOKEY, John; GHAFFARIANHOSEINI, Amirhoseini; NAISMITH, Nicola; AZHAR, Salman; EFIMOVA, Olia y RAAHEMIFAR, Kaamran. Building Information Modeling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its

implementation, risk and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. [en línea]. Vol, 75, 2017. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.083>.

ISSN: 1364-0321

GALA, Emelin. Metodología BIM aplicada al proyecto de mejoramiento de los servicios complementarios en apoyo a la actividad académica de la facultad de ciencias de la UNI para gestionar incompatibilidades. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24345/Gala_HEC.PDF?sequence=1&isAllowed=y

Gobierno Replicará Modelo De Lima 2019 En Otros Proyectos De Inversión. [en línea]. Semana económica. 13 de Agosto de 2019. [Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://semanaeconomica.com/que-esta-pasando/articulos/369304-gobierno-replicara-modelo-de-lima-2019-en-otros-proyectos-de-inversion>

GOERTZEN, Melissa. Applying Quantitative Methods to E-book Collections. *Library Technology Reports* [en línea] Vol 54, n°4, Mayo-Junio 2017. [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019]

Disponible en: <https://journals.ala.org/index.php/ltr/issue/view/issue/640/401>

ISSN 0024-2586

GONZÁLES, Javier. Análisis y Evaluación de la tecnología (BIM) Building Information Modeling. Tesis (Titulo en Ingeniería Industrial) Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2018.

Disponible en: http://oa.upm.es/51788/1/TFG_JAVIER_GONZALEZ_SATO.pdf

GUERRA, Pedro y MARIÑOS, Diego. Aplicación De Tecnología BIM Para El Incremento De La Eficiencia En La Etapa De Diseño Del Proyecto Inmobiliario Vivienda Multifamiliar Nova - Trujillo, La Libertad. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3761>

HERNANDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. [en línea]. 6ª. ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2021].

Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Susana. Uso De La Metodología BIM En La Constructibilidad De Los Proyectos De Infraestructura En La Contraloría General De La República, Jesús María, 2016. Tesis (Maestría en gestión pública). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hern%c3%a1ndez_RS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INDECI. Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva del INDECI. [en línea]. 1° ed. INDECI, 2017. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/direccion-politicas-y-planes/boletin-estadistico-virtual-de-la-gestion-reactiva-del-indeci/>.

KARIMI, Hassan y AKINCI, Burcu; CAD and GIS Integration. [en línea]. 1ª. ed. New York: Taylor and Francis Group, 2010. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/9890814/CAD_and_GIS_Integration
ISBN 978-1-4200-6805-4

LAN, Ho; OMRAN, Abdelnaser, HANAFI, Mohd, KHALID, Syaihan, ZAINEE, Sharifah, HOOI, Lai. Building Information Modelling (BIM): Level Of Understanding And Implementation Among Civil And Structural Engineers In Penang. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedbara – International Journal of Engineering*. [en línea] vol. 13 , n°3. 2018 [Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2019]

Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=110075774&lang=es&site=eds-live>.

ISSN: 1584-2673

LIU, Xin; WANG, Xiangyu; WRIGHT, Graeme; CHENG, Jack; LI, Xiao y LIU, Riu. A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). *International Journal of Geo-Information*. [en línea] Vol. 6, n° 53, 2017 [Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2019]

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijgi6020053>

ISSN: 2220-9964

LOPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación cuantitativa. [en línea] 1° ed. Barcelona: Universidad autónoma de Barcelona, 2015. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163567/metinvsoccua_a2016_cap2-3.pdf

MACKEY, Alison y GASS, Susan. Second Language Research. [en línea] 1ª. ed. New York: Routledge, 2016. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=jDg-CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Research+methodology&ots=uJ-23oEc4M&sig=o5n5zuY-ykBCZyHQts1JrrP0-Sw&redir_esc=y#v=onepage&q=Research%20methodology&f=false

ISBN: 978-1-315-75060

MEF. Plan Nacional De Infraestructura Para La Competitividad [en línea]. 1° ed. MEF, 2019. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf.

MENESES, Julio y RODRÍGUEZ, David. El cuestionario y la entrevista. [en línea]. 1° ed. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2011. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2019].

Disponible en: <https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario-entrevista/>

MISHRA, Shanti y ALOK, Shashi. Handbook of Research Methodology. [en línea] 1ed. India: Educreation Publishing, 2017. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2019].

Disponible en: <http://www.nkrgacw.org/nkr%20econtent/nutrition%20and%20dietetics/Pg/II.M.Sc%20N&D/BookResearchMethodology.pdf>

ISBN: 978-1-5457-0340-3

MUÑOZ, Renato y PARDAVÉ, Marelin. Metodología Con Herramientas BIM Para Optimizar La Productividad De Los Procesos De Planificación Y Ejecución Del

Sistema De Muros Cortina Stick. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4175>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población de Estudio. Int. J. Morphol. [en línea]. Vol.35, nº1. 2017. [Fecha de consulta: : 22 de mayo del 2020].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

ISSN 0717-9502.

PACHECO, Roberto. Comparación Del Sistema Tradicional Vs La Implementación Del BIM (Building Information Management) En La Etapa De Diseño Y Seguimiento En Ejecución. Análisis De Un Caso De Estudio. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7616/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-177.pdf>

PANDEY, Prabhat y PANDEY Meenu. Research Methodology: Tools and Techniques. [en línea]. 1ª. ed. Romania: Bridge Center, 2015. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2020].

Disponible en: <http://dspace.sfit.co.in:8004/jspui/bitstream/123456789/1121/1/RESEARCH%20METHODOLOGY%20TOOLS%20AND%20TECHNIQUES%20%28Engineering%29%201.02%20MB.pdf>

ISBN: 978-606-93502-7-0

PEREZ, Luis. Posibilidades de la metodología BIM en la ingeniería civil. Tesis (Magister en Ingeniería Civil) Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2019.

Disponible en: http://oa.upm.es/54370/2/TFM_LUIS_AUGUSTO_PEREZ_GONZALEZ.pdf

PORRAS, Hernán; SÁNCHEZ, Omar; GALVIS, José, JAIMEZ, Néstor; CASTAÑEDA, Karen. Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. Scielo [en línea] Vol. 11, nº1. 2015. [Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2019]

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a17.pdf>

ISSN: 1900-3803

REIZGEVIČIUS, Marius, USTINOVIČIUS, Leonas, CIBULSKIENĖ, Diana., KUTUT, Vladislavas, & NAZARKO, Lukasz. Promoting Sustainability through Investment in Building Information Modeling (BIM) Technologies: A Design Company Perspective. *Sustainability*. [en línea] vol. 10, n°3, 2018. . [Fecha de consulta: 13 de Agosto de 2019]

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10030600>

ISSN: 2071-1050

REZAHOSEINI, Ali; AHMADI, Elmira, PANTEA, Saremi y MORTEZA, BagherPour. Implementation of Building Information Modeling (BIM) Using Hybrid Z-DEMATEL-ISM Approach. *Advances in Civil Engineering*. [en línea]. 2021 [Fecha de consulta: 07 de Marzo de 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2021/6686761>

ISSN: 1687-8094

SÁNCHEZ, Rafael. Aplicación De La Metodología BIM (Modelación De La Información En La Construcción) A Un Proyecto De Interés Social. Tesis (Título en Ingeniería en Construcción). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2018. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10483/aplicacion_metodologia_bim_proyecto_interes_social.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VARGAS, Ileana. La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. *Revista Calidad en la Educación Superior* [en línea]. Vol. 3, n°1, 2012. [Fecha de consulta: : 22 de mayo del 2020].

Disponible en: http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/COLECCION_UNPAN/BOL_DICIE_MBRE_2013_69/UNED/2012/investigacion_cualitativa.pdf

ISSN 1659-4703

VERA, Carmen. Aplicación De La Metodología BIM A Un Proyecto De Construcción De Un Corredor De Transporte Para Un Complejo Industrial. Modelo BIM 5D Costes. Tesis (Magister en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2018.

Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/71274/fichero/TFM-1274-VERA.pdf>

VILUTIENE, Tatjana; HOSSEINI, M; PELLICER, Eugenio; ZAVADSKAS, Edmundas. Advanced BIM applications in the construction industry. *Advances in Civil Engineering* [en línea]. Agosto 2019. [fecha de consulta: 13 de Agosto de 2019].

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/6356107>

ISSN: 1687-8094

ZHOU, Yijun; YANG, Yu y YANG, Jhy-Bin. Barriers to BIM implementation strategies in China. *Engineering, construction and architectural Management*. [en línea] Vol. 26, n° 3, 2019. [Fecha de consulta 13 de agosto de 2019]

Disponible en: <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158>

ISSN: 0969-9988

ANEXOS

ANEXO 1 – ENCUESTA SOBRE BIM



ENCUESTA "METODOLOGIA BIM"

SEXO:

EDAD:

PROFESION:

1. ¿Conoce usted acerca de la metodología BIM? Metodología que fue implementada en los Juegos panamericanos Lima 2019

- a) Si
- b) No

2. De la siguiente lista de software ¿Cuántos maneja usted?: Revit, ArchiCAD, Allplan, AECOsim, Robot Structural, Etabs, STAAD.PRO, CYPECAD, Navisworks, u otros similares.

- a) Ninguno
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4 a más

Cuales: _____

3. ¿Cuál de las dos metodologías utiliza usted en tus proyectos?

- a) CAD
- b) BIM

4. ¿Cuánto tiempo lleva usando CAD?

- a) 1 a 3 años
- b) 3 a 5 años
- c) 5 a 8 años
- d) 8 a 15 años
- e) Más de 15 años

5. ¿Cuánto tiempo lleva usando BIM?

- a) 1 años
- b) 2 años
- c) 3 años
- d) 4 años o más
- e) No lo manejo

Fuente: Elaboración Propia

6. Según su experiencia que problemas encuentra en sus proyectos:

- a) Diseños deficientes
- b) Personal ineficiente
- c) Trabajos no colaborativos
- d) Proveedores
- e) Falta de Tecnología

7. ¿Conoce de alguna empresa que utilice el BIM?

- a) Si
- b) No

8. ¿Qué metodología recomienda usar para proyectos futuros?

- a) Prefiero quedarme con el CAD
- b) Se debería implementar el BIM

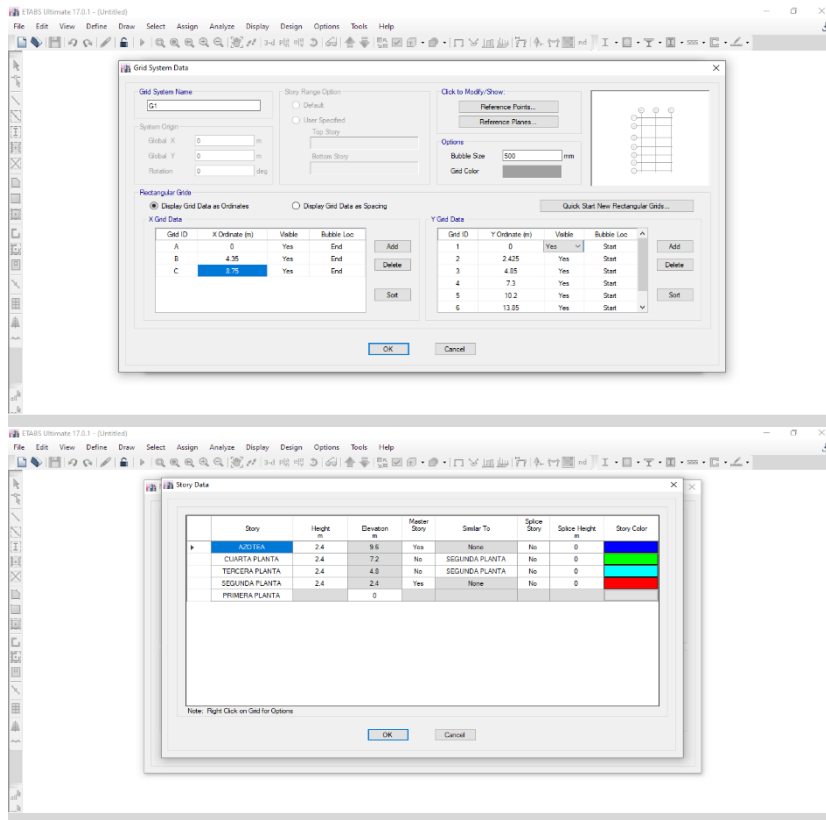
9. ¿Cree usted que es viable utilizar BIM en diseños de viviendas multifamiliares?

- a) Si
- b) No

10. ¿Cree usted que el uso del BIM solucionaría los problemas que encuentra en sus proyectos?

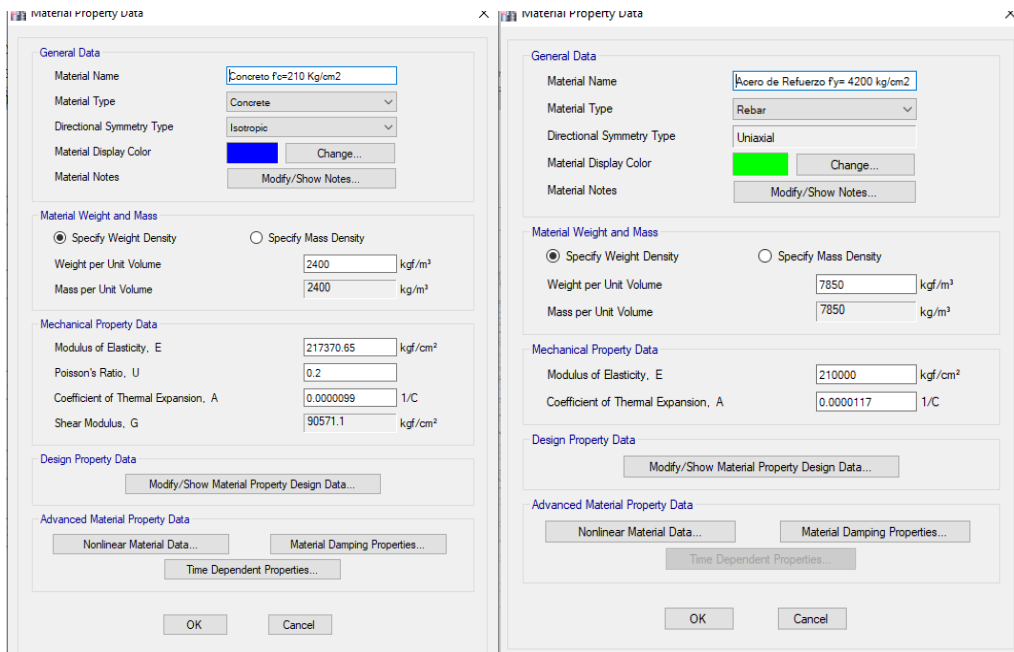
- a) Si
- b) No

ANEXO 2 – ESTABLECIENDO GRILLAS



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3 – DEFINIENDO MATERIALES



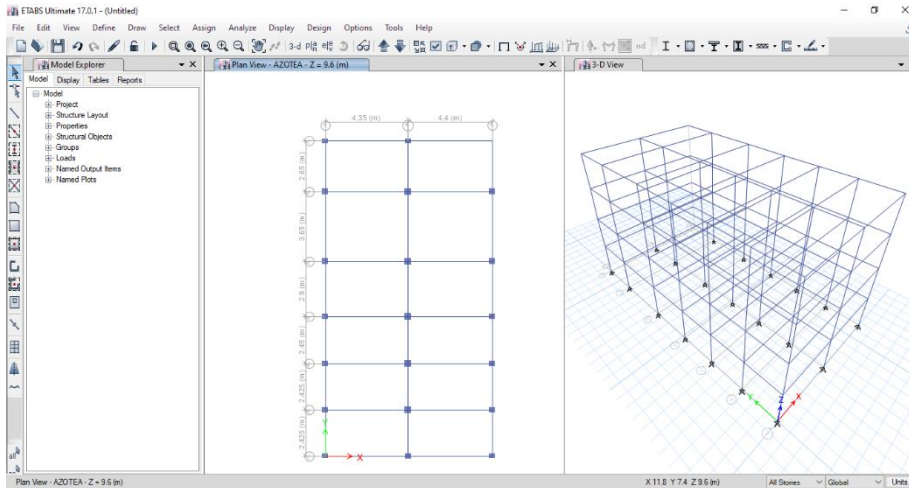
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4 – DEFINIMOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES



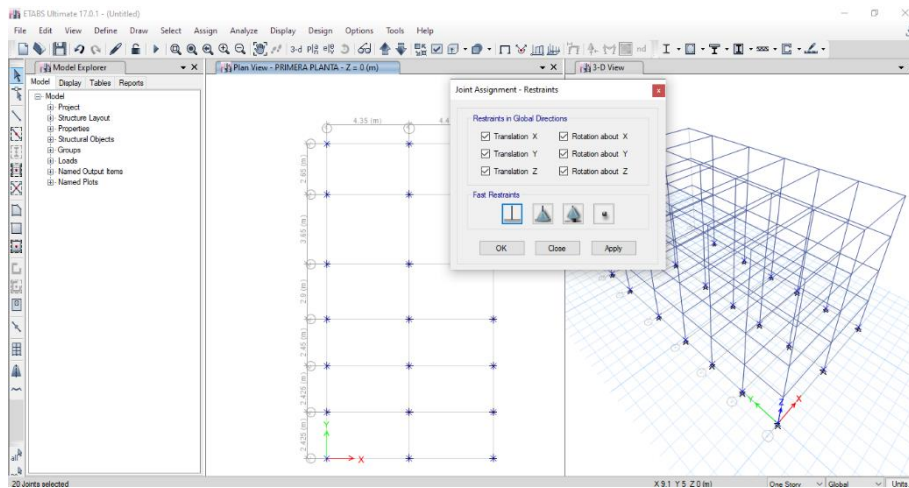
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 5 – ASIGNACION DE COLUMNAS



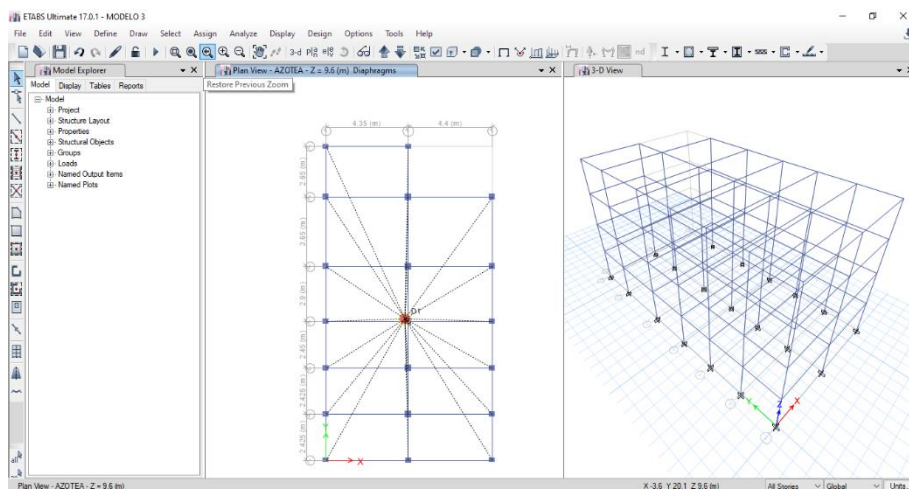
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 6 – ESTABLECER RESTRICCIONES



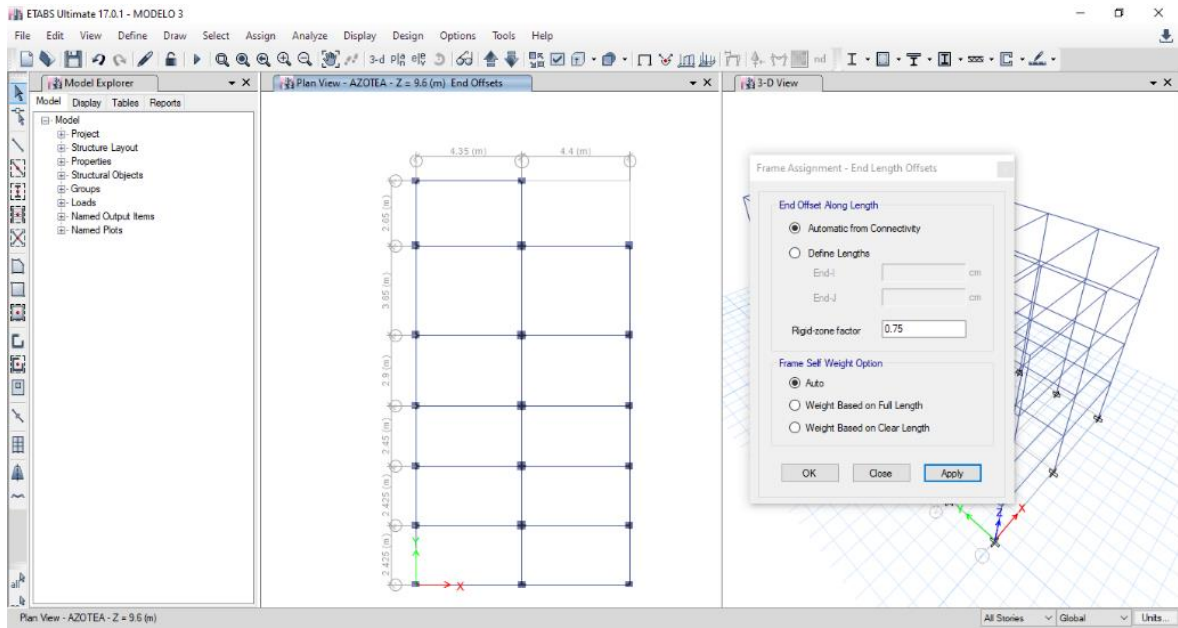
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 7 – ESTABLECER DIAFRAGMAS



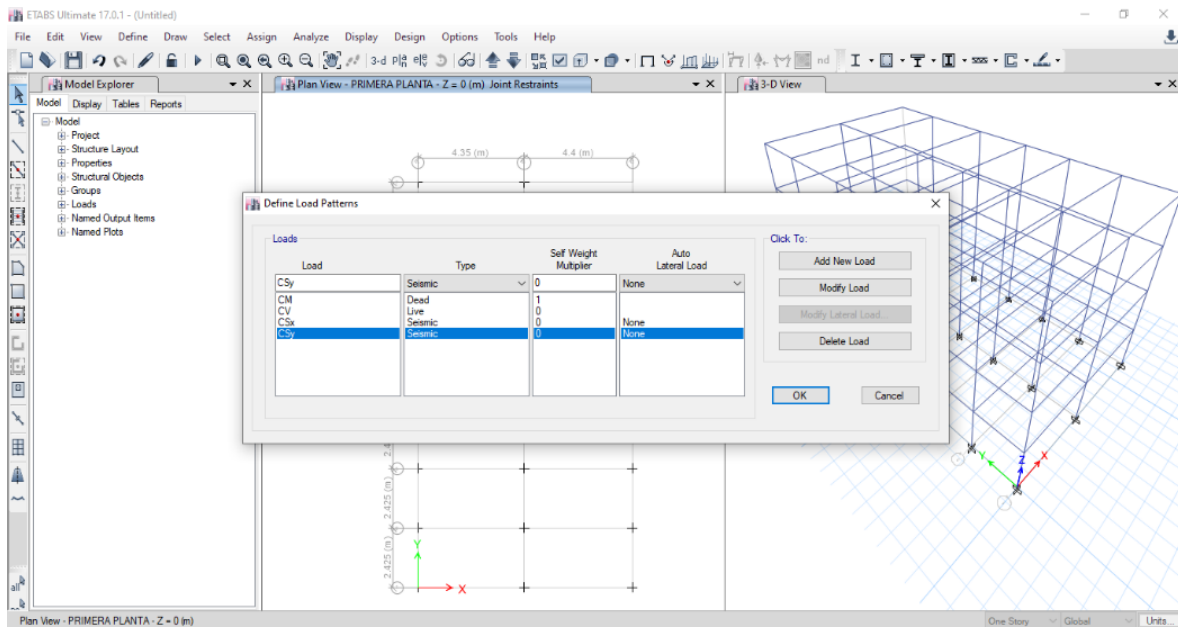
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8 – ESTABLECER BRAZOS RÍGIDOS



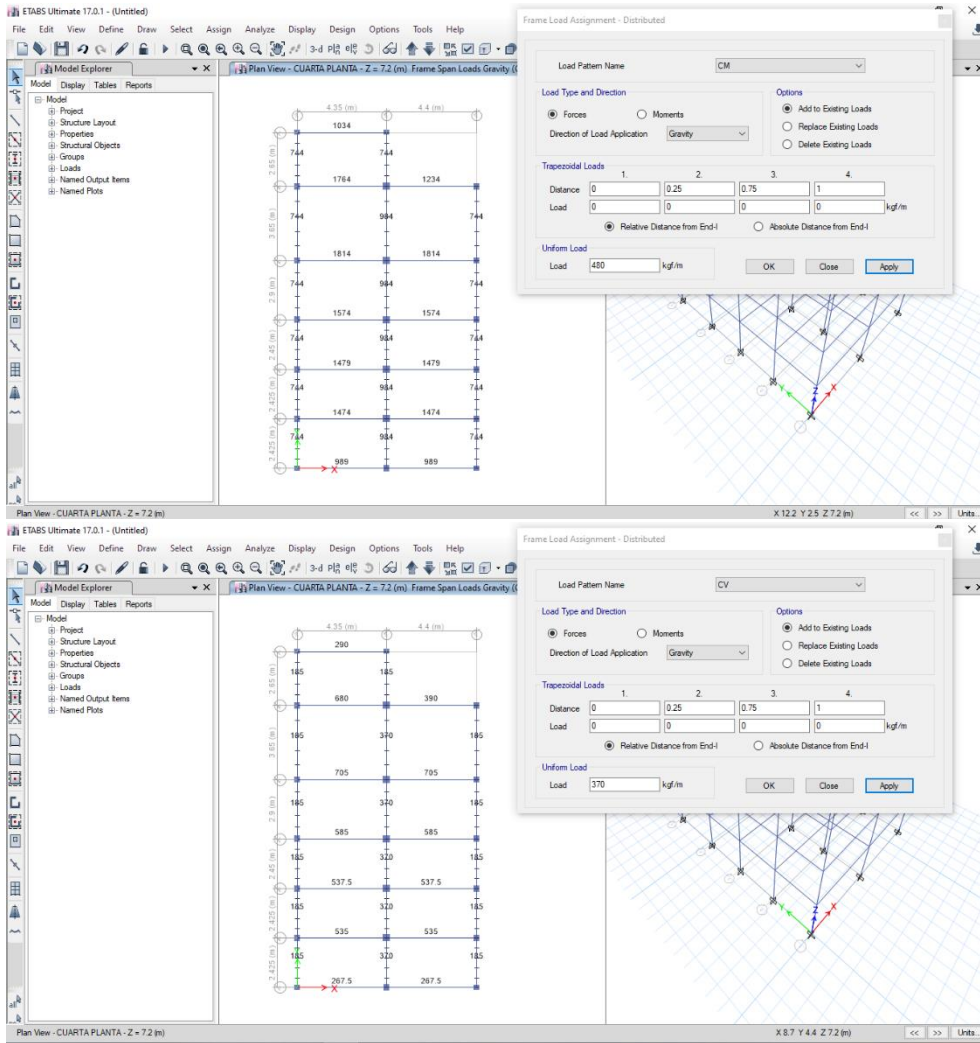
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 9 – DEFINIR LOS TIPOS DE CARGAS



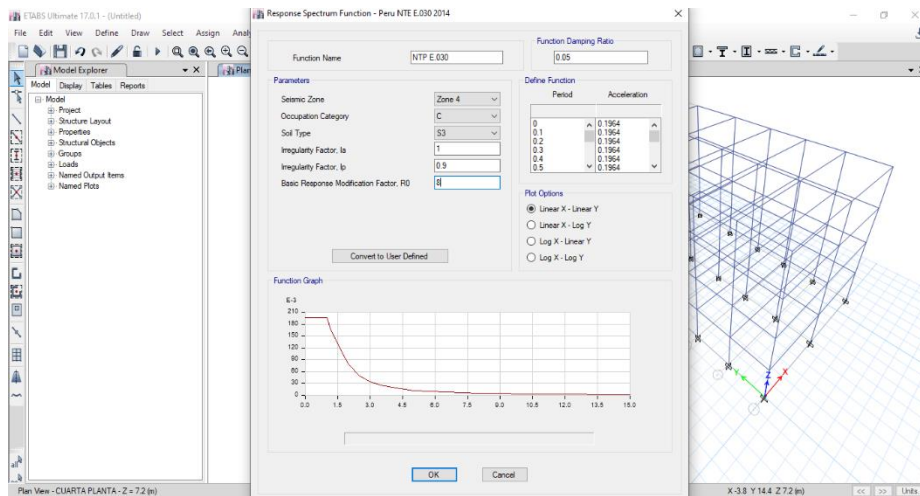
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 10 – ASIGNAR CARGAS



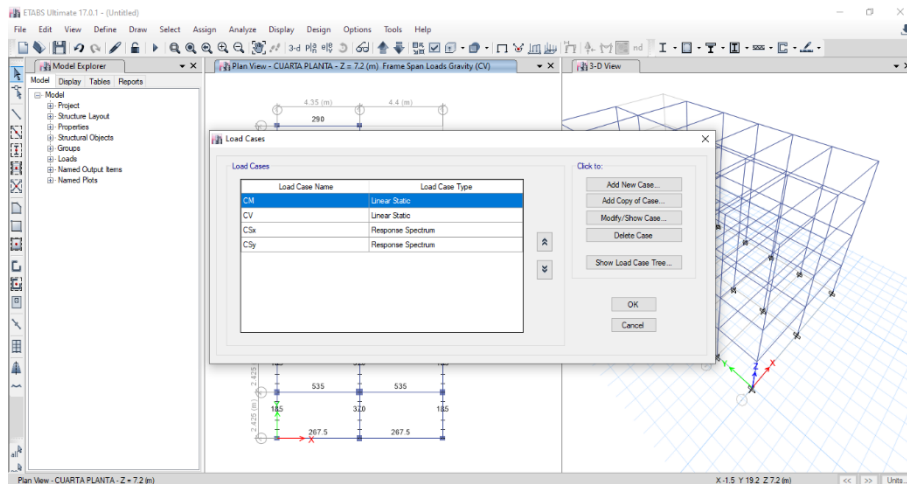
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 11 -DEFINIR ESPECTRO DE RESPUESTA



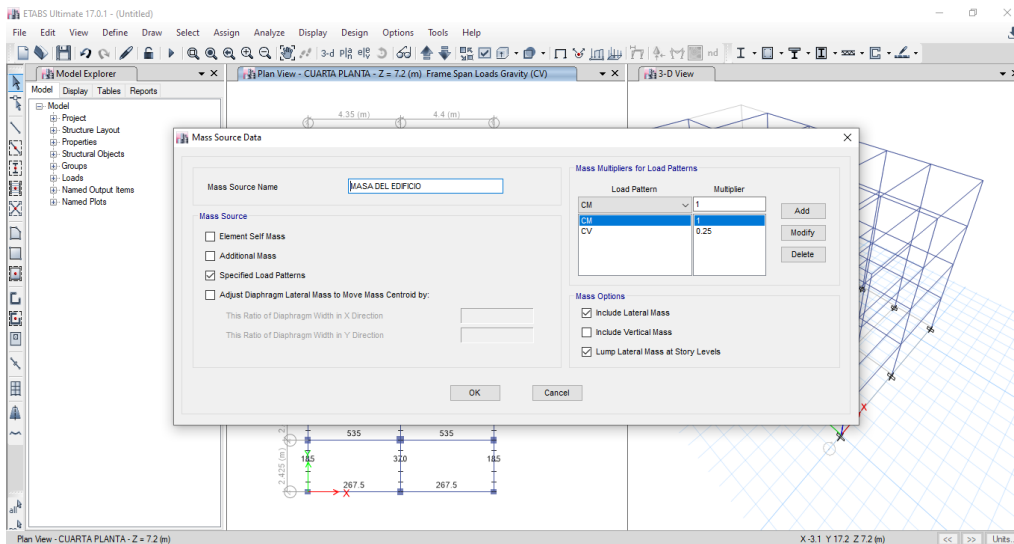
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 12 – DEFINIR LOS CASOS DE CARGAS



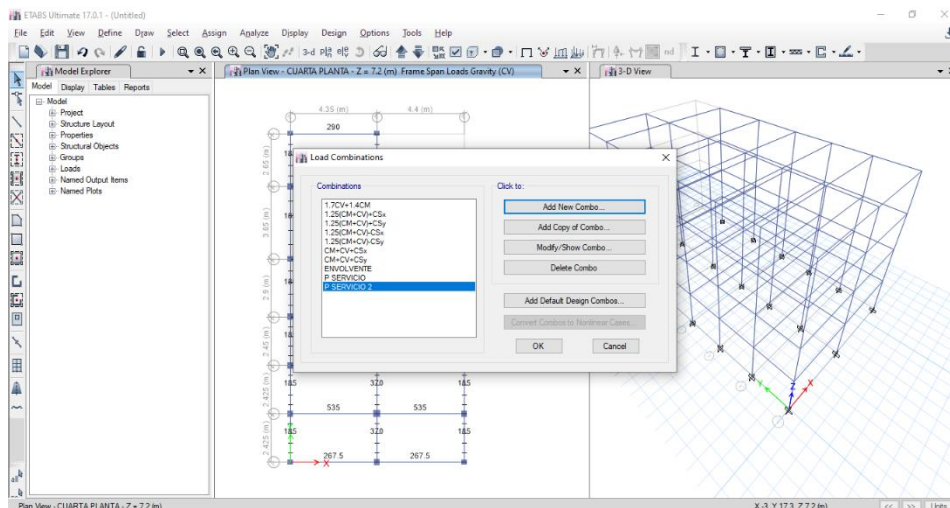
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 13- DEFINIR LAS MASA DEL EDIFICIO



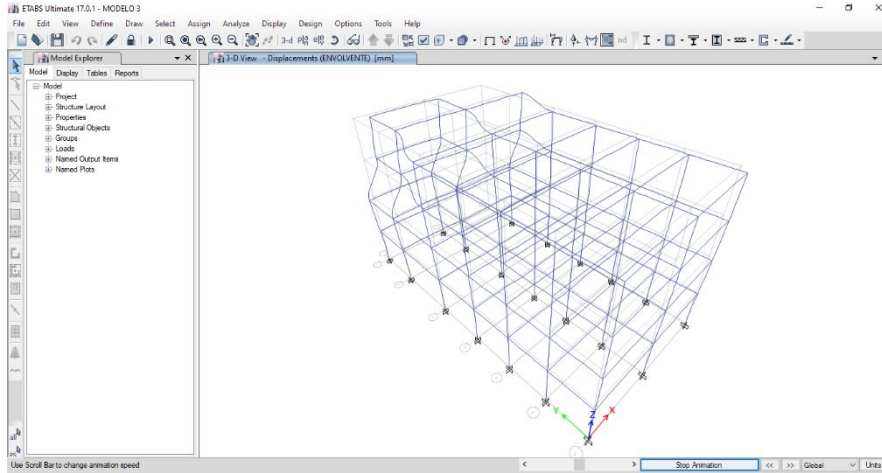
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 14 – COMBINACIONES DE CARGA

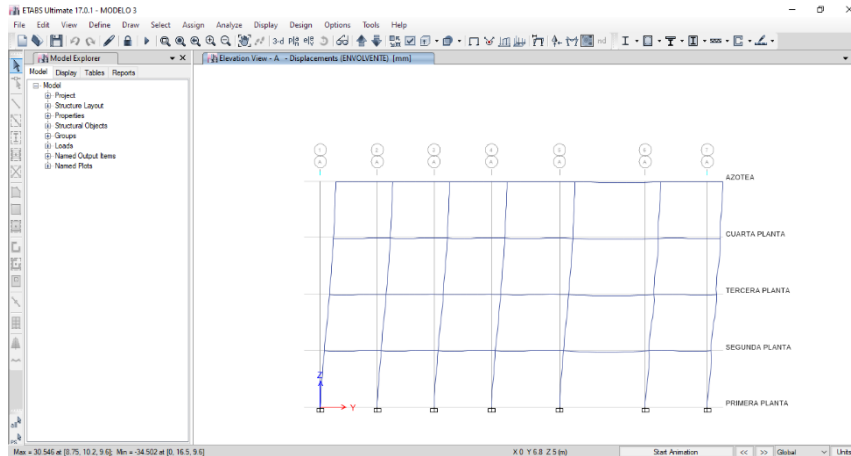


ANEXO 15 – CORRER EL MODELO

Fuente: Elaboración Propia

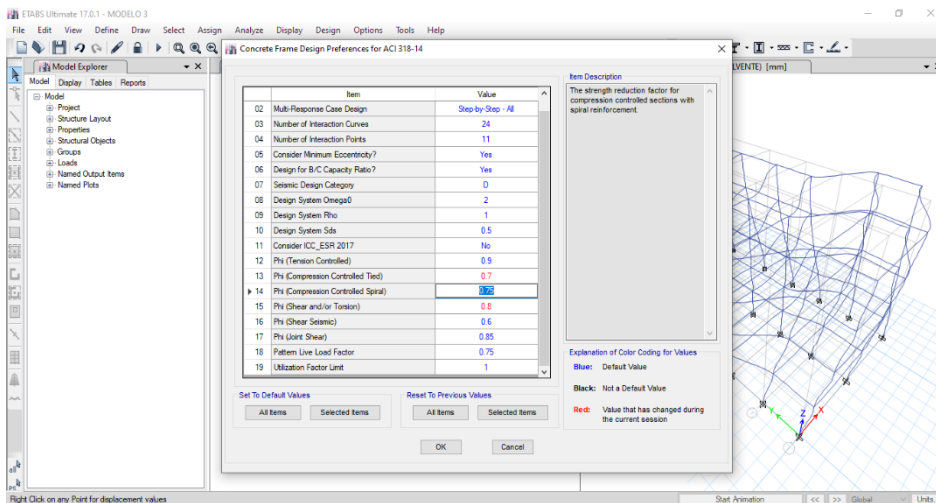


ANEXO 16 – VERIFICAR DERIVAS



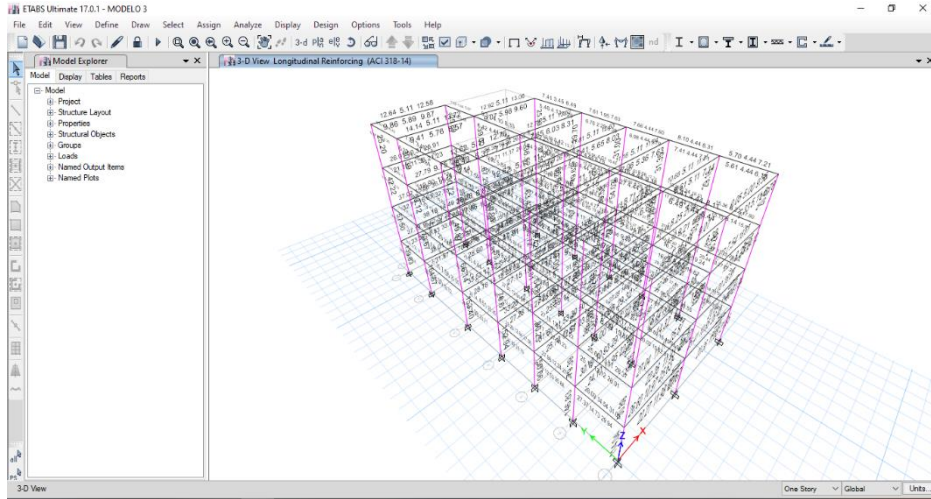
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 17 – ADECUAR LA NORMA E.60 CONCRETO ARMADO



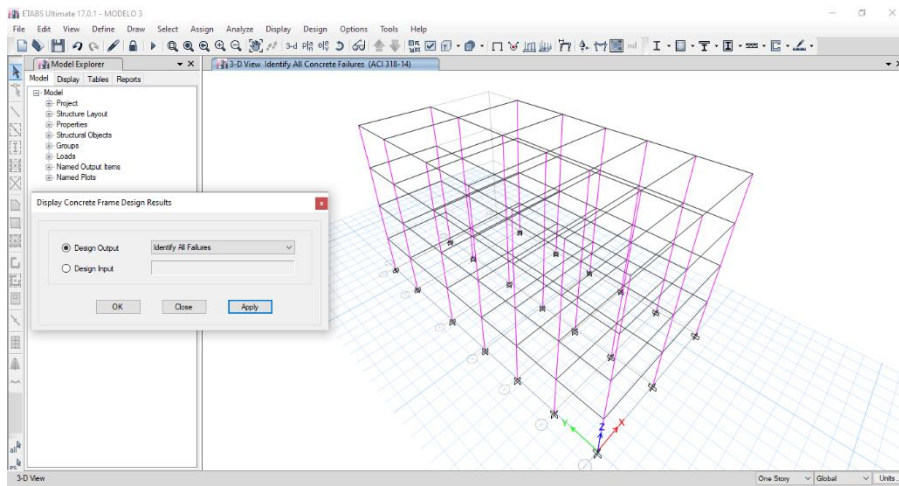
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 18 – DISEÑO DE LA ESTRUCTURA



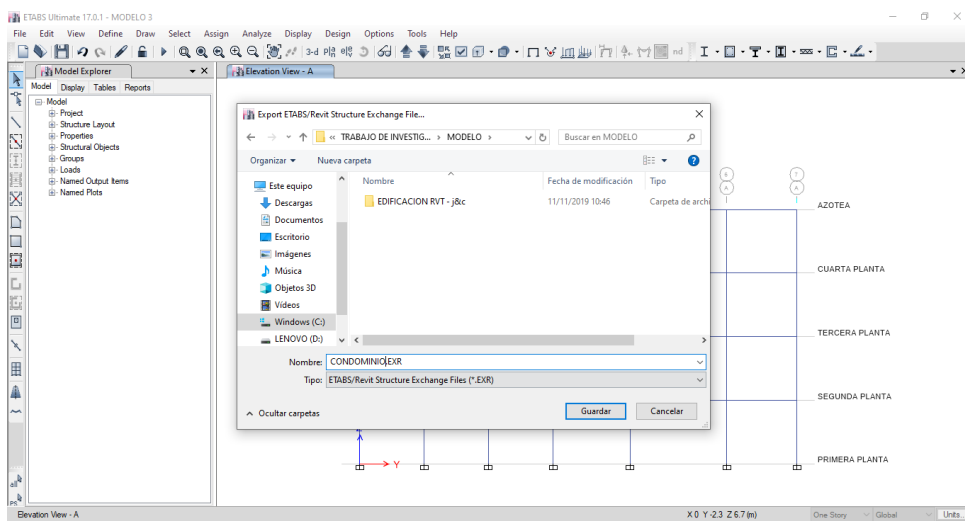
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 19 – VERIFICAMOS FALLAS



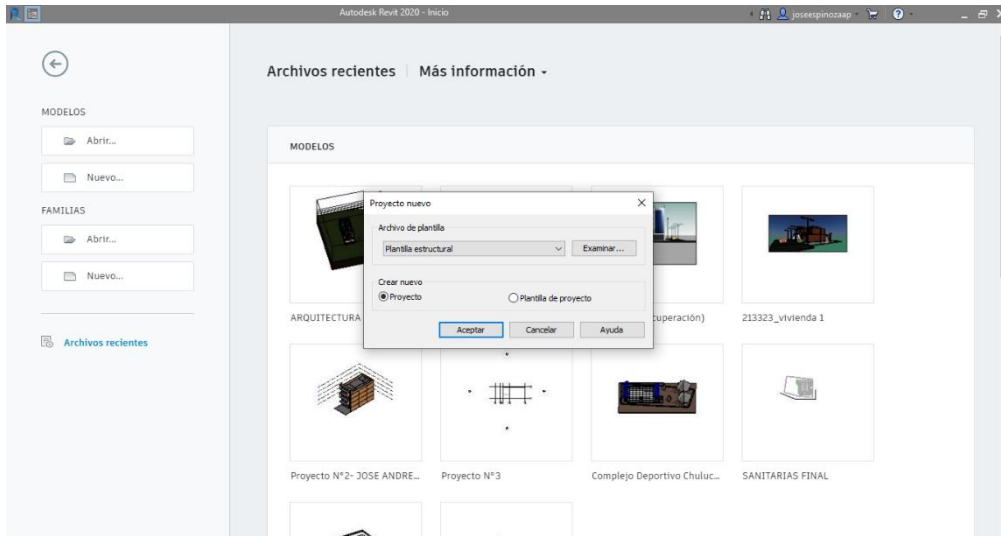
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 20 – EXPORTAMOS UN ARCHIVO COMPATIBLE CON REVIT



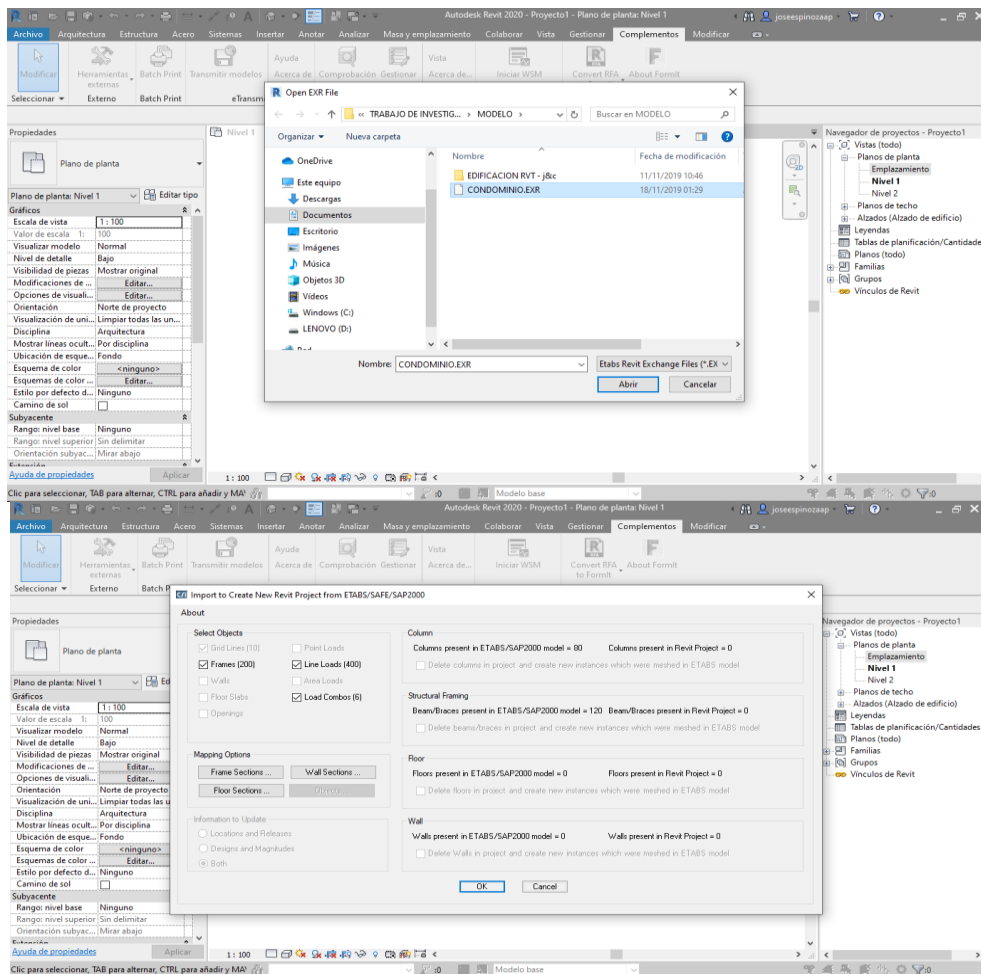
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 21 – CREAMOS UN PROYECTO EN REVI



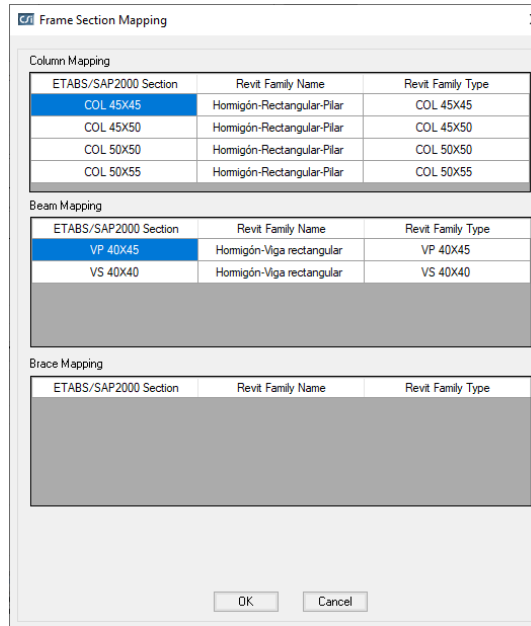
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 22 – CSIxRevit PARA IMPORTAR MODELO



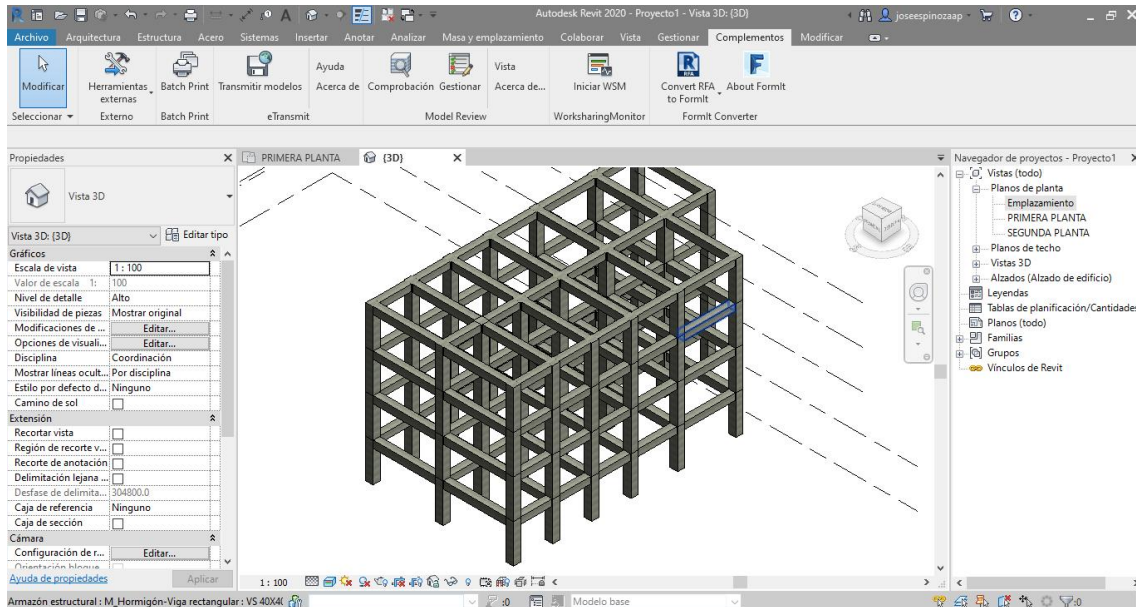
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 23 – VERIFICACION CE COMPATIBILIDAD DE CARACTERISTICAS



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 24 – OBTENEMOS EL MODELO



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 24 – CONTANCIAS DE VALIDACIÓN



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, José ALBERTO GRANDA TUME con DNI N° 16465019 Magister
 en PLANIFICACIÓN REGIONAL CON MENCION EN GESTIÓN DE RIESGO
 N° ANR/COP, de profesión ING. CIVIL
 desempeñándome actualmente como PROYECTISTA Y CONSULTOR
 en EL GOBIERNO REGIONAL PIURA

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Guía de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			✓		
2. Objetividad			✓		
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 04 días del mes de diciembre de Dos mil dieciocho.

Mg. : José A. GRANDA TUME
 DNI : 16465019
 Especialidad : ING. CIVIL
 E-mail : lgrandat@hotmail.com


 José A. Granda Tume Mag.
 ING. CIVIL
 Reg. CIP N° 58291

“FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO”

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Buena 41 - 60					Muy Buena 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	25	30	35	40	45	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	100				
ASPECTOS DE VALIDACION																											
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje apropiado	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100						
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																										
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación																										
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems																										
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																										



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Cristhian Alexander León Panta con DNI N° 42798693 Magister en Docencia Universitaria
N° ANR/COP de profesión Ingeniero Civil
desempeñándome actualmente como Ing. Projectista - sector Inmobiliario
en Sector Inmobiliario

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Guía de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 04 días del mes de diciembre de Dos mil dieciocho.

Mg. : Cristhian Alexander León Panta
DNI : 42798693
Especialidad : Ingeniero Civil
E-mail : Cleonpanta23@gmail.com

“FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO”

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Buena 41 - 60					Muy Buena 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96						
ASPECTOS DE VALIDACION																											
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje apropiado	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100						
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																X										
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación																X										
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems																X										
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																X										

6.Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación																			X									
7.Consistencia	Basado en aspectos teóricos-científicos de la investigación																				X								
8.Coherencia	Tiene relación entre las variables e indicadores																				X								
9.Metodología	La estrategia responde a la elaboración de la investigación																				X								

INSTRUCCIONES: Este instrumento, sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia, eficacia del Instrumento que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.

Piura, Octubre... de 2019

Mg: *Cristhian Alejandro de su Puente*
 DNI: 42796693
 Teléfono: 974408214
 E-mail: *cicoupuente23@gmail.com*


 ING. Cristhian Alejandro de su Puente
 INGENIERO CIVIL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Krissia Del Fatima Valdiviezo Castillo con DNI N° 72834528 Magister en.....
 N° ANR/COP, de profesión Ingeniero Civil
 desempeñándome actualmente como Docente tiempo completo
 en UCV - Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Guía de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 04 días del mes de diciembre de Dos mil dieciocho.

Mg. :
 DNI : 42834528
 Especialidad : Ing. Civil
 E-mail : Krissiam@hotmail.com




 Krissia del P. Valdiviezo Castillo
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 108587

“FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO”

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20					Regular 21 - 40					Buena 41 - 60					Muy Buena 61 - 80					Excelente 81 - 100					OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	25	30	35	40	45	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	100				
ASPECTOS DE VALIDACION																											
1. Claridad	Esta formulado con un lenguaje apropiado	5		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																	X									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación																	X									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems																	X									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y calidad.																	X									

6. Intencionalidad	Adecuado para valorar las dimensiones del tema de la investigación						
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos-científicos de la investigación					X	
8. Coherencia	Tiene relación entre las variables e indicadores					X	
9. Metodología	La estrategia responde a la elaboración de la investigación					X	

INSTRUCCIONES: Este instrumento, sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia, eficacia del Instrumento que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.

Piura, ~~Ciudad~~... de 2019

Mg: Ing. Krissia del Foxtme ValdiviaC
 DNI: 72834528
 Teléfono: 945901277
 E-mail: krissiam@hotmail.com


 Krissia del F. Valdivia Castell
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 108657