



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,  
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación - RENATI  
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

**1. Datos Del Autor:**

Apellidos y Nombres: Broncano Marcos Alexis Gianfranco

Código de alumno: 102.0904.334

Teléfono: 943877850

Correo electrónico: alexbm750@gmail.com

DNI o Extranjería: 47104541

**2. Modalidad de trabajo de investigación:**

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

**3. Título profesional o grado académico:**

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

**4. Título del trabajo de investigación:**

*"Integración de las metodologías Building Information Modeling para el manejo y control de la información en el proyecto ampliación y mejoramiento de servicios de aulas y de los servicios de soporte académico de la oficina general de estudios de la UNASAM, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash - 2017"*

**5. Facultad de:** Ingeniería Civil

**6. Escuela, Carrera o Programa:** Ingeniería Civil

**7. Asesor:**

Apellidos y Nombres: Tamara Rodríguez Joaquín Samuel

Teléfono: 988059250

Correo electrónico: samuel\_tamara@hotmail.com

DNI o Extranjería: 31615059

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: .....  .....

D.N.I.: 47104541

FECHA: 22 / 08 / 2019

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH “SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



INTEGRACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LA INFORMACIÓN EN EL PROYECTO AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE AULAS Y DE LOS SERVICIOS DE SOPORTE ACADÉMICO DE LA OFICINA GENERAL DE ESTUDIOS DE LA UNASAM, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2017

Tesis para Optar el Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentado Por:

**BRONCANO MARCOS ALEXIS GIANFRANCO**

**Bachiller en Ingeniería Civil**

**ASESOR: Ing., TAMARA RODRIGUEZ JOAQUIN SAMUEL**

**HUARAZ – ANCASH**

**2019**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de investigación a mis queridos padres, Irma Marcos Ramírez y Roberto Broncano Flores, que con su empeño, comprensión y constante apoyo lograron motivarme. También agradecer a todos mis seres queridos, amigos, colegas y en especial a mí querida compañera Ahilin Leon Robles; pues fueron todos ellos quienes me ayudaron a alcanzar esta meta contribuyendo con su apoyo y fortaleza.*

*A la facultad donde me acogió durante todo este tiempo, brindándome el conocimiento y la ética para poder aplicar los conocimientos recibidos para lograr contribuir con la sociedad.*

# ÍNDICE GENERAL

LISTADO DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABLAS .....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO.....	1
1.1.1.    DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2.    JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3.    HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	3
1.3.1.    HIPÓTESIS .....	3
1.3.2.    VARIABLES.....	3
CAPÍTULO II.....	4
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	4
2.1. OBJETIVOS GENERALES .....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
CAPÍTULO III .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. ¿QUÉ ES BIM?.....	5
3.1.1. SISTEMA DISEÑO, OFERTA Y CONSTRUCCIÓN.....	8
3.1.2. SISTEMA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN .....	10
3.2. ¿QUÉ NO ES BIM? .....	12
3.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA BIM .....	14
3.3.1. Beneficios antes de desarrollar el proyecto .....	15
3.3.2. Beneficios durante el diseño .....	16
3.3.3. Beneficios durante el proceso de construcción .....	20
3.3.4. Beneficios después del proceso de construcción .....	22
3.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM: .....	23
3.4.1. Recomendaciones para la implementación .....	26
3.4.2. Elaborar un modelo paramétrico .....	30



3.4.3. Elaboración de diseños paramétrico.....	32
3.5. BIM COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGIA: .....	34
3.5.1. Herramientas de apoyo BIM .....	35
3.5.2. Entorno de trabajo BIM.....	37
3.6. ANÁLISIS DEL USO DE LAS PLATAFORMAS BIM .....	39
3.6.1. Autodesk Revit .....	39
3.6.2. Graphisoft ArchiCAD. ....	41
3.6.3. Otras Aplicaciones BIM.....	45
3.7. ESTÁNDARES PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM	45
3.7.1. Información adecuadamente estructurada .....	46
3.7.2. Estandarización de los procesos BIM .....	51
3.8. ESTÁNDARES BIM EXISTENTES.....	52
3.8.1. Normativa del uso de BIM en Perú .....	52
3.8.2. Normativa del uso de BIM en Estados Unidos .....	54
3.8.3. Normativa del uso de BIM en España.....	56
3.8.4. Normativa del uso de BIM en Chile:.....	59
3.8.5. Normativa del uso de BIM en Argentina: .....	59
3.8.6. Estándares Internacionales ISO 29481-1, Año 2016 para metodología BIM: .....	60
3.9. NIVELES DE DESARROLLO DE UN MODELO BIM.....	60
3.10. DIMENSIONES APLICADOS AL USO DE BIM .....	63
3.10.1. Dimensión en el plano, BIM 2D .....	64
3.10.2. Dimensión tridimensional, BIM 3D.....	65
3.10.3. Análisis de la programación temporal, BIM 4D .....	65
3.10.4. Incorporación de costos y presupuestos, BIM 5D.....	66
3.10.5. Certificaciones energéticas y de Sostenibilidad, BIM 6D.....	68
3.10.6. Gestión del ciclo de vida, Mantenimiento y operaciones, BIM 7D .....	68
CAPÍTULO IV .....	70
METODOLOGIA .....	70
4.1. INTRODUCCIÓN: .....	70
4.2. CONTEXTO Y UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA ....	71
4.2.1. POBLACIÓN .....	72
4.2.2. MUESTRA.....	72
4.3. ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DEL TRABAJO:.....	73
4.3.1. Etapa 1: Recopilación de la información .....	74

4.3.2. Etapa 2: Análisis de datos del proyecto.....	78
4.3.3. Etapa 3: Parámetros iniciales para el modelo digital de la información. .	79
4.3.4. Etapa 4: Generación del modelo digital tridimensional del edificio .....	86
4.3.5. Etapa 5: Elaboración de las mediciones y presupuesto del proyecto .....	103
4.3.6. Etapa 6: Gestión de los documentos del proyecto.....	110
CAPÍTULO V .....	112
CONCLUSIONES.....	112
RECOMENDACIONES .....	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	114
ANEXOS.....	120

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de desarrollo de un proyecto bajo un sistema BIM.....	5
Figura 2: Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM .....	6
Figura 3: Esquema de desarrollo de un proyecto bajo el sistema Diseño-Oferta-Construcción. ....	9
Figura 4: Esquema de desarrollo de un proyecto bajo el sistema Diseño-Construcción. ....	10
Figura 5: Esquema de desarrollo geométrico de un proyecto. ....	12
Figura 6: Modelo tridimensional desarrollado en AutoCAD.....	14
Figura 7: Modelo digital en la plataforma Revit.....	16
Figura 8: Vistas diferentes incluidas dentro de un mismo modelo BIM.....	17
Figura 9: Modelado de las instalaciones sanitarias dentro del proyecto de arquitectura. ....	18
Figura 10: Cuantificación de elementos en general del proyecto. ....	20
Figura 11: Ejemplo de programación de un proyecto.....	21
Figura 12: Modelo arquitectónico y modelo de fontanería en Revit. ....	22
Figura 13: Formato IFC del MODULO 02; modelo en Revit (izquierda), modelo en ETABS (Derecha) .....	25
Figura 14: Formato IFC del MODULO 02; modelo en Revit (izquierda), modelo en ETABS (Derecha) .....	25
Figura 15: Plano base para la creación del modelo BIM, formato DWG. ....	28
Figura 16: Modelo BIM a partir del plano base en CAD en Revit. ....	29
Figura 17: Modelo paramétrico de una columna T, área de estructuras del MODULO 01 en Revit.....	30
Figura 18: Modelo paramétrico de una pared, perteneciente al modelo BIM del MODULO 01 .....	32
Figura 19: Algunas herramientas más utilizadas para crear modelo paramétricos. ....	33
Figura 20: Plano topográfico del proyecto. Revit (Izquierda), AutoCAD Civil 3D 2017 (Derecha). ..	34
Figura 21: Render del proyecto, vista lateral.....	35
Figura 22: Render del proyecto, vista de Corredores. ....	36
Figura 23: Análisis energético de una habitación de un edificio. ....	37
Figura 24: Entorno de trabajo con la plataforma Autodesk-CSI ETABS-Presupuesto S10 .....	38

Figura 25: Agrupación de comandos por áreas en Revit 2017 .....	39
Figura 26: Formatos de exportación en Revit 2017 .....	41
Figura 27: Cuadro de dialogo para definir objetos. ....	43
Figura 28: Elementos usados en el diseño, acceso rápido a elementos creados. ....	44
Figura 29: Esquema de los niveles de gestión aplicando BIM. ....	47
Figura 30: Modelo arquitectónico, estructural e Instalaciones de un edificio destinado a oficinas en Madrid. ....	49
Figura 31: Interferencia entre viga estructura y la conexión mecánica del sistema de aire acondicionado. ....	50
Figura 32: Desarrollo de protocolos BIM en Perú. ....	54
Figura 33: Código United States National Building Information Modeling Standard.....	56
Figura 34: Guía de usuarios BIM España. ....	58
Figura 35: Términos de referencia para el uso de modelos BIM – Chile .....	59
Figura 36: Niveles de detalle LOD según el AIA. ....	61
Figura 37: Conceptos básicos del costo y rendimiento.....	67
Figura 38: Pirámide Conceptual de las escalas que comprende la metodología BIM .....	69
Figura 39: Plano de planta general de la edificación. ....	72
Figura 40: Esquema de trabajo propuesto para el proyecto. ....	73
Figura 41: Bloque 1 del proyecto, destinado a las aulas universitarias. ....	74
Figura 42: Bloque 2 del proyecto, destinado a las a aulas universitarias. ....	75
Figura 43: Distribución de las escuelas y facultades pertenecientes al campus universitario.....	77
Figura 44: Definición de niveles de desarrollo.....	81
Figura 45: Esquema de trabajo para el modelado del proyecto. ....	86
Figura 46: Plano de plata importado al software Revit 2017.....	87
Figura 47: Creación de elementos Wall en el modelo arquitectónico. ....	87
Figura 48: Familia de columnas creadas paraméricamente. ....	88
Figura 49: Modelado de las escaleras con barandilla. ....	89
Figura 50: Definición de accesorios sanitarios para el modelo arquitectónico. ....	90

Figura 51: Modelado de la primera planta del edificio incluyendo elementos arquitectónicos. ....	90
Figura 52: Modelado de los pisos superiores en base al primer nivel. ....	91
Figura 53: Modelado de la azotea del edificio. ....	91
Figura 54: Modelado de muros y columnas en la azotea del edificio. ....	92
Figura 55: Modelado de cubiertas del edificio. ....	92
Figura 56: Modelado de cubiertas del edificio visto de otro ángulo. ....	93
Figura 57: Muros cortina en la fachada Norte del edificio. ....	93
Figura 58: Render de la fachada norte de la edificación. ....	94
Figura 59: Render de la fachada norte y las cubiertas. ....	95
Figura 60: Render de la fachada suroeste con vegetación continua. ....	95
Figura 61: Render del Pabellón interno en el segundo nivel del edificio. ....	96
Figura 62: Render de los servicios higiénicos para caballeros. ....	96
Figura 63: Render del ultimo nivel del edificio. ....	97
Figura 64: Render del muro cortina con curvatura del ultimo nivel del edificio. ....	97
Figura 65: Modelado de la estructura del edificio en base al modelo arquitectónico. ....	98
Figura 66: Análisis estructural del módulo 01 usando ETABS. ....	99
Figura 67: Análisis estructural del módulo 02 usando ETABS. ....	99
Figura 68: Definición de los elementos que conformaran el modelo. ....	100
Figura 69: Modelado de los sistemas sanitarios referidos al agua fría. ....	100
Figura 70: Modelado de los sistemas sanitarios referidos al desagüe del edificio. ....	101
Figura 71: Configuración de parámetros en Revit para el modelo de las instalaciones eléctricas. ....	101
Figura 72: Análisis del consumo de energía para el sistema de iluminación. ....	102
Figura 73: Modelado de los accesorios eléctricos para la edificación. ....	102
Figura 74: Filtro de elementos área en la tabla de planificación. ....	105
Figura 75: Resumen de metrados de las columnas mediante el uso de hojas de cálculo. ....	106
Figura 76: Calculo de cantidades del volumen del concreto en las columnas. ....	106
Figura 77: Calculo de cantidades del volumen del concreto en cimentaciones profundas. ....	108

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de detalle para elementos constructivos, UBIM documento. ....	84
Tabla 2: Tabla comparativa de las mediciones del volumen de concreto en Columnas. ....	107
Tabla 3: Corrección de la tabla comparativa de las mediciones obtenidas. ....	109
Tabla 4: Tabla comparativa de las mediciones del volumen de concreto en Cimentaciones. ....	109
Tabla 5: Tabla de documentos del proyecto. ....	110

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>BIM</b>	Building Information Modeling.
<b>PBI</b>	Producto Bruto Interno.
<b>2D</b>	Segunda dimensión.
<b>3D</b>	Tercera dimension.
<b>IFC</b>	Industry Foundation Class.
<b>CAD</b>	Compututer Aided Desing.
<b>DWG</b>	DraWinG.
<b>GDL</b>	Geometric Description Language.
<b>RIBA</b>	Royal Institute of British.
<b>CAPECO</b>	Cámara peruana de Construcción.
<b>TFC</b>	Facilities Commsion.
<b>FIDE</b>	Formato de intercambio de datos de la edificación.
<b>COBIM</b>	Commom BIM Requierements.
<b>BFA</b>	Bim Forum Argentina.
<b>LOD</b>	Level of Development.
<b>AIA</b>	American Institute of Architects.
<b>ASTM</b>	American Society of Testing Materials.



## **RESUMEN**

Este proyecto de investigación surge por la búsqueda de nuevas metodologías de trabajo, con respecto a la elaboración de proyectos óptimos, que vienen siendo utilizadas por grandes empresas en el mundo; con la finalidad de lograr la gestión de los recursos y la optimización del tiempo. Como se sabe todos los proyectos presentan información sobre los diseños y detalles que son necesarios para la conceptualización de la idea planteada por los profesionales, en base a la solicitud de los clientes. Pero la información representada en la documentación del proyecto puede producir problemas en el futuro, debido a la mala interpretación de los planos o a la detección de interferencias de los elementos al momento de la construcción.

Ante este problema nace la necesidad de implementar nuevas metodologías de trabajo que permitan un buen control de la documentación de los proyectos; dicho de otra manera, es necesario la gestión de los elementos que conforman el proyecto; al mismo tiempo transmitir toda la información desde la conceptualización de la idea hasta la construcción del edificio. La metodología BIM (Building Information Modeling) abarca todos los procedimientos para un adecuado modelado de la información, permitiendo controlar los posibles errores antes de llevar la información a campo. Una de las grandes ventajas de la metodología es la generación de los documentos de una manera casi instantánea, logrando así optimizar el tiempo de elaboración de los proyectos; siendo esta información necesaria para el diseño, construcción y mantenimiento del edificio.

El modelo BIM es la evolución del diseño, dibujo y detallado asistido por computadora, obteniendo elementos que presentan información adecuada acorde a la necesidad del proyecto. Asimismo, los modelos BIM permiten detallar la información de los elementos como sus propiedades geométricas y físicas. Con la finalidad de demostrar los beneficios de la metodología BIM se aplicó dicha metodología en la construcción de una nueva edificación perteneciente a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, con la finalidad de lograr demostrar el fácil manejo de la información y documentación para la gestión del edificio.

**Palabras clave:** Control de la información, metodología Building Information Modeling

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis es para lograr optar el título profesional de ingeniero civil, el cual consiste en la comprensión de la situación actual de las empresas constructoras que están relacionadas con la arquitectura, ingeniería y construcción. Con respecto al manejo de softwares para la generación de documentos en los procesos de diseño y construcción de edificaciones.

Existe una situación de crisis actual en nuestro país, que se acentúa en el sector constructivo, debido a la elaboración de malos proyectos. Esto hace pensar que es el momento de tomar un cambio positivo, un cambio que permita optimizar la forma de trabajo tradicional en los procesos constructivos de edificaciones y todo tipo de proyectos civiles. Es claramente evidente que durante el boom de la construcción, que atravesó nuestro país, no se logró el adecuado desarrollo en sector constructivo.

Se esperó que durante el boom de la construcción se genere desarrollo, en la elaboración de los proyectos civiles, pero no se alcanzó la cima de la modernización y automatización de los procesos. Así pues, era muy común ver proyectos que mostraban fallos en la representación y diseño debido a la mala coordinación de los especialistas. También podemos mencionar los errores en la fase de construcción de los proyectos; que si bien se pueden atribuir en ciertos casos a la mala concepción del diseño planteado; dicho de otra manera, debido a la falta de coordinación de las personas interesadas que intervienen a lo largo de toda la elaboración del proyecto.

Es común ver en los proyectos de diseño que la información se traslade de especialista en especialista, a la vez cada uno implementa su parte del trabajo, sin lograr comunicar los posibles cambios realizados en el modelo. Esta falta de coordinación es la que ocasiona en la mayoría de los casos errores e interferencias entre los distintos modelos que comprende un proyecto, entre ellos tenemos: modelo arquitectónico, modelo estructural, modelo de instalaciones sanitarias, modelo de instalaciones eléctricas y el modelo de instalaciones mecánicas.

Este problema de coordinación genera un retraso en el diseño, la elaboración, la ejecución de proyectos, y en muchos casos genera pérdidas económicas. Estos inconvenientes podrían ser subsanables si el proyecto estuviese bien elaborado desde un principio.

El problema principal puede tener una solución usando como hipótesis fundamental, el uso de herramientas digitales, que servirán como asistencia a los especialistas brindando ciertos beneficios, tales como: la elaboración de dibujos técnicos, la elaboración de un modelo digital de la información y el trabajo colaborativo entre los especialistas. Estos métodos nos brindan ciertos beneficios, como es el caso de la metodología BIM (Building Information Modeling), con el fin de conceptualizar el proyecto final y lograr una facilidad en la toma de decisiones mucho antes de llegar a campo y realizar el replanteo.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO**

#### **1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El crecimiento en el campo de la construcción en el Perú demanda métodos más eficientes y herramientas prácticas que permitan la elaboración, control y planificación de proyectos de edificación o relacionados con el campo de la ingeniería civil.

Debido a la economía estable y el crecimiento del PBI que atraviesa nuestro país, se viene generando mayor oferta para la construcción de edificaciones de uso comercial y familiar; consecuentemente la demanda sobre estos servicios y entregables viene respondiendo exitosamente debido a la inversión extranjera y generando una capacidad adquisitiva en la población.

Con una mayor demanda requiere mayor exigencia sobre la elaboración, control y planificación en los procesos constructivos (Reto Morales, 2016). En consecuencia, se van superando las expectativas de los clientes por parte de las empresas constructoras, y debido a la complejidad de los proyectos actuales. Como respuesta a estas exigencias es necesario la creación de modelos digitales, que contribuyan con la visualización del

proyecto y así poder evitar la pérdida de información; además lograr una integración de todas las disciplinas que complementan el proyecto.

Para lograr crear un modelo digital detallado es necesario implementar nuevas herramientas y métodos como la metodología BIM (Building Information Modeling), donde se tendría un mejor control del proyecto tales como: la localización de interferencias, el control de detalles y el manejo de información bidireccional entre las disciplinas y el proyecto final. Este proceso permite facilitar la gestión del proyecto desde la elaboración del anteproyecto hasta la ejecución y el mantenimiento de este, incluso hasta su futura demolición según la función del edificio (Paper & Li, 2015).

### **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la mejor alternativa para lograr un mejor control de la información en el proyecto: ampliación y mejoramiento de servicios de aulas y de los servicios de soporte académico de la oficina general de estudios de la UNASAM?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente el Perú posee una economía estable, y con una tendencia de fortalecimiento del PBI nacional, existe una demanda interna que es liderada por la inversión privada (INEI, 2018). A raíz de ello el sector de la construcción viene creciendo en las últimas décadas, puesto que es muy necesario la elaboración de una adecuada gestión antes, durante y después de la ejecución de los proyectos



Por lo tanto, se ha considerado oportuno la elección de este tema como fundamento del presente proyecto de investigación, en el cual consistirá en la puesta a prueba de la metodología BIM. Por ello, se ha elegido un proyecto de edificación en concreto armado de categoría importante, logrando así demostrar las ventajas y desventajas del trabajo en el control de las distintas etapas y disciplinas que se requieren en el trabajo de ingeniería, resolviendo errores e interferencias en el proceso de diseño antes de la etapa de construcción.

Además, con la elección de este tema se pretende también iniciar la elaboración de un modelo BIM “As-Built” del proyecto, obteniendo así un modelo único digital donde la información de parámetros puede ser actualizada mediante un trabajo bidireccional entre el modelo único digital y los documentos que requiere el proyecto.

### **1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **1.3.1. HIPÓTESIS**

La integración de las metodologías BIM (Building Information Modeling) mejora el manejo y control de la información en el proyecto: ampliación y mejoramiento de los servicios de aulas y de los servicios de soporte académico de la oficina general de estudios de la UNASAM.

#### **1.3.2. VARIABLES**

Las variables identificables son: proyectos de edificaciones en concreto armado, el manejo y control de la información del proyecto y la metodología Building Information Modelling.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

#### **2.1. OBJETIVOS GENERALES**

Aplicar la integración de las metodologías Building Information Modelling en el proyecto ampliación y mejoramiento de los servicios de aulas y de los servicios de soporte académico de la oficina general de estudios de la UNASAM para lograr un adecuado manejo y control de la información.

#### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Demostrar los beneficios de las metodologías Building Information Modelling (BIM), orientados al manejo y control de la información del proyecto.
- Determinar los beneficios del trabajo multidisciplinario a través de una sola plataforma de trabajo.
- Describir posibles interferencias entre los elementos que componen el proyecto.
- Controlar y comparar el correcto computo de los materiales, aplicando la metodología BIM y la metodología tradicional.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ¿QUÉ ES BIM?



Figura 1: Esquema de desarrollo de un proyecto bajo un sistema BIM

Fuente: BIM (Modelo de información para la Construcción) 2011, Sebastián Zaje

El Modelado de la Información de Edificios, más conocido como BIM, por sus siglas en inglés (Building Information Modeling). Es una metodología de trabajo colaborativo interdisciplinario que documenta todo el ciclo de vida de una edificación (Fuentes Hurtado, 2013). Es hasta la actualidad la herramienta más avanzada del apoyo tecnológico que contribuye a los procesos de diseño y documentación en los campos de la arquitectura, ingeniería y construcción. Dicho de otro modo, es necesario el apoyo de software computacional para lograr buscar disminuir la pérdida de tiempo y recursos utilizados durante la elaboración de proyectos de las edificaciones (D'paola Puche, 2014).

Un modelo BIM es una representación tridimensional y paramétrica de todos los elementos que constituyen cada una de las disciplinas de un proyecto de construcción (Estructuras, arquitectura e instalaciones). El ser Paramétrica quiere decir que cada elemento puede almacenar información, la cual puede ser utilizada para múltiples aplicaciones que van desde el diseño y construcción hasta el funcionamiento de las instalaciones. (Fuentes Hurtado et al, 2013, p. 2)

BIM gestiona todo el ciclo de vida de la construcción: definición conceptual, diseño, ejecución y el posterior mantenimiento. El BIM promueve formas diferentes de pensar y actuar a la tradicionales, pasando de una visión a corto plazo y gremial a una a largo plazo y multidisciplinario. Esta conlleva a cambios en los modelos de negocios de los agentes de la construcción. (Gosalves López., 2016, p. 4)

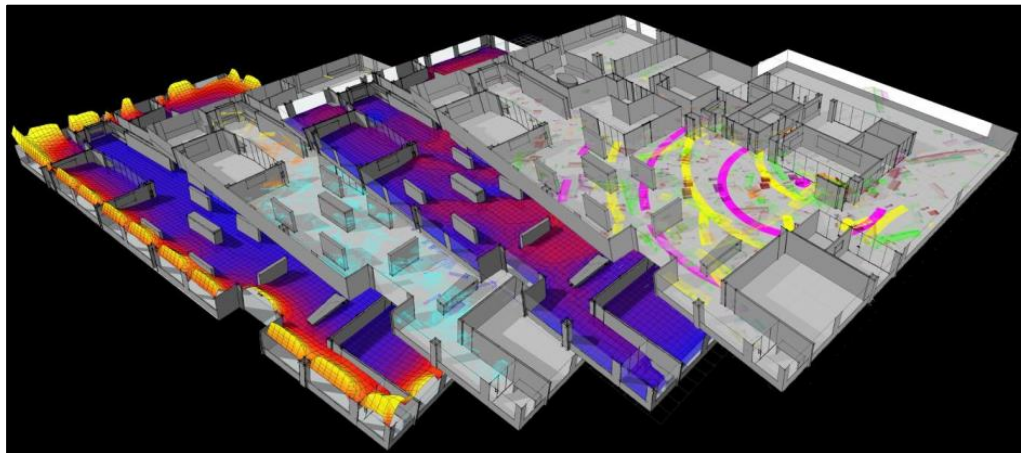


Figura 2: Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM

Fuente: BIM (Modelo de información para la Construcción) 2011, Sebastián Zaje

Con esta tecnología es posible construir de manera digital diferentes modelos virtuales de la edificación, dependiendo de la disciplina en la que se trabaje (Lino, Azenha, & Lourenço, 2012). Esta metodología brinda la posibilidad de trabajar el proyecto por fases, debido a que permite un mayor control (D'paola Puche, 2014). Por lo tanto, brindar mayor facilidad de análisis en comparación a lo que se puede conseguir mediante técnicas tradicionales.

Al momento de culminar el proceso del modelado de los componentes, obtenidos a partir de un sistema computarizado, se obtiene gran precisión todos los datos técnicos y geométricos que serán utilizados durante la construcción del edificio. Podríamos decir que la metodología BIM es una representación digital de características físicas, funcionales, de forma y del conocimiento compartido de los recursos (D'paola Puche, 2014). En consecuencia, el objetivo es obtener información acerca de los conceptos básicos para los análisis de su ciclo de vida, desde su concepción hasta la demolición, a lo que llamamos ciclo de vida del edificio.

Podemos afirmar que BIM es una nueva metodología que permite desarrollar los proyectos de una manera automatizada (Azhar, 2011). Por otra parte, permite generar la producción de planos en 2D de manera casi automática, logrando aprovechar las ventajas de un único modelo digital; así mismo, es posible obtener simulaciones tridimensionales que ayuden a tomar decisiones sobre el proyecto.

Para lograr comprender de una manera más práctica, la metodología presenta diversas perspectivas de aprovechamiento, la metodología BIM representa:

- Aplicado a un proyecto definido, la metodóloga BIM representa la gestión de la información, los datos son aportados, coordinados y compartidos por todos los participantes de las distintas disciplinas que conforman el proyecto. Dicho de otra manera, es información correcta, a la persona idónea, en el momento adecuado.
- Para el equipo de diseño, la metodología BIM representa el diseño integrado, es decir que es posible el trabajo colaborativo entre todos los profesionales que conforman el proyecto, logrando así una interoperabilidad entre cada disciplina.

### **3.1.1. SISTEMA DISEÑO, OFERTA Y CONSTRUCCIÓN**

El proceso de diseño consiste en el contrato directo de un potencial cliente a un diseñador (Arquitecto, Ingeniero, Empresa Constructora, etc.), el mismo que desarrolla el proyecto. Este proyecto consiste, en la mayoría de los casos, de un programa de requerimientos y objetivos a alcanzar, una fase de conceptualización, de diseño y por último en la elaboración de documentos contractuales (Choclán Gámez, Sánchez Vicente, & Soler Severino, 2018). Todos estos documentos deben satisfacer las necesidades del cliente, seguidamente el diseñador del proyecto reúne a un grupo de



profesionales para que realicen los diseños en sus respectivas especialidades o áreas de trabajo, tales como: las áreas de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas e instalaciones mecánicas.

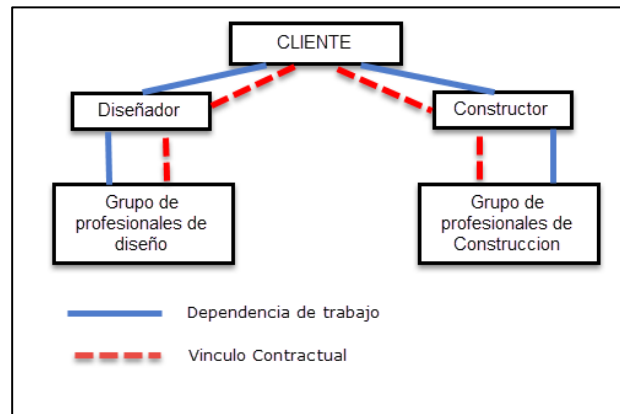


Figura 3: Esquema de desarrollo de un proyecto bajo el sistema Diseño-Oferta-Construcción.

Fuente: Propia

En la primera etapa cada profesional presenta su trabajo final adjuntando información del diseño, mediciones, presupuesto y especificaciones técnicas. Luego en la segunda etapa del proyecto y obteniendo finalmente el estudio definitivo del proyecto (según conformidad del cliente), se obtienen diferentes ofertas de empresas constructoras, contratistas, etc.

Para esto el jefe de proyectos deberá enviar un juego completo del estudio definitivo a la empresa interesada en ejecutar el proyecto. Las dos ventajas mayores de este método son la existencia de ofertas más competitivas que reducen el precio final de la obra a ejecutar, lo que es un beneficio para el cliente; y la casi nula existencia de presión de

cualquier tipo, para adjudicar la construcción a un determinado contratista, siendo esta ventaja mucho más factible para los proyectos públicos.

A pesar de las ventajas ya mencionadas, este método de trabajo no se presenta como el más adecuado si se desea trabajar completamente en BIM; ya que, si bien el jefe de proyectos ordena al arquitecto iniciar el diseño mediante una plataforma BIM; al momento de compartir la información con todo el grupo de profesionales, no se garantiza la secuencia del trabajo sobre el mismo software. Provocando una ruptura en el proceso global del diseño, y un desperdicio de tiempo y recursos (Cortés Yuste, 2015).

### 3.1.2. SISTEMA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El sistema diseño – construcción fue desarrollado para reducir responsabilidades, y al mismo tiempo las tareas de la administración a cargo del dueño de la obra (Cliente). En otras palabras, en este sistema la responsabilidad recae en un mismo contratista, empresa, consultor y ejecutor del proyecto.

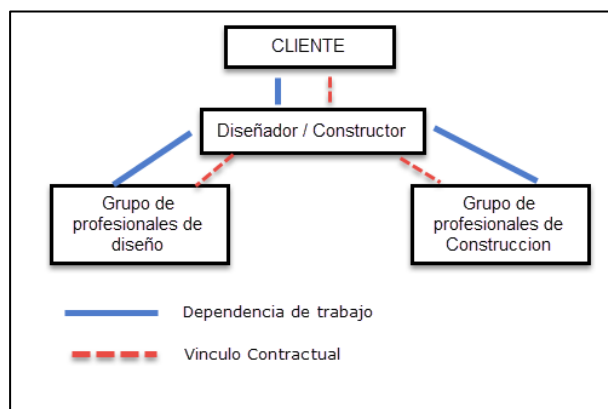


Figura 4: Esquema de desarrollo de un proyecto bajo el sistema Diseño-Construcción.

Fuente: Propia

En consecuencia, el cliente no contrata a un diseñador sino a un equipo de profesionales que se encarguen del diseño, así como de la construcción de su proyecto. El contratista estima un costo y un tiempo de desarrollo para el proyecto antes de ser contratado. Luego de esto se trabaja conjuntamente con el cliente en los ajustes finales que necesite el proyecto, obteniendo una entrega final del estudio definitivo; esto incluye todos los estudios como: la arquitectura, el análisis estructural, análisis energético, diseño de instalaciones eléctricas, diseño de instalaciones sanitarias, etc.

Las ventajas de este sistema es la reducción de tiempos en la elaboración del diseño, así como la gestión de la construcción y la coordinación de los distintos procesos. Podemos afirmar que utilizando las plataformas BIM con este sistema de trabajo generan grandes ventajas, pues al momento de trabajar en equipo es mucho más probable la coordinación de operaciones sobre una misma plataforma de trabajo. Permitiendo así sistematizar los documentos de las diferentes disciplinas trabajadas ya mencionadas (Sánchez Vicente, Garcia Santos, & Soler Severino, 2014).

Actualmente esta plataforma permite el trabajo colaborativo mediante la conexión a internet, es decir, es posible trabajar en paralelo todas las disciplinas que requiere el proyecto y en lugares diferentes; permitiendo facilitar el trabajo en equipo y siendo una herramienta de apoyo al momento de ejecutar el proyecto. Además, permite integrar todos los trabajos de las distintas disciplinas, posteriormente se le agrega el parámetro del tiempo y planificación del proyecto para controlar la ejecución del proyecto (Choclán Gámez et al., 2018).

### 3.2. ¿QUÉ NO ES BIM?

El termino BIM se ha convertido en una nueva palabra muy utilizada por los expertos que desarrollan los softwares, para describir algunas capacidades tecnológicas de sus productos. Por lo tanto, la definición de lo que realmente es BIM está sujeta a variación o a confusión (D'paola Puche, 2014). Por otro lado, existen herramientas para manejar estas múltiples aceptaciones que no utilizan la tecnología de diseño BIM. Entre estas herramientas se incluyen:

- Herramientas que utilizan modelos que contiene únicamente datos geométricos y tridimensionales, que carecen o tienen muy pocos atributos del objeto. Estos modelos son normalmente utilizados para realizar representaciones gráficas computarizadas, debido a que no contienen ningún tipo de características a nivel de objetos; por lo que su uso queda únicamente restringido al campo de la infografía y ya no es factible su uso a nivel de integración de datos a análisis de diseño.



Figura 5: Esquema de desarrollo geométrico de un proyecto.

Fuente: <https://ecogranito.com.br/ecogranito-em-sketchup/>; ultimo acceso 15/01/2018

Un claro ejemplo es el software “Google SketchUP”, donde su interfaz o panel de trabajo es bastante intuitiva y rápida para el desarrollo de diseños a nivel esquemático; por lo tanto, es una herramienta muy limitada para el uso en otras áreas, ya que únicamente se pueden dar propiedades geométricas y de visualización.

- Herramientas que se componen de varios documentos CAD en 2D, que necesariamente tienen que ser combinadas entre sí para definir el modelo; esto nos resulta un modelo 3D, pero no es lo suficientemente confiable con respecto a los objetos que lo componen.
- Herramientas que no trabajan con las formas paramétricas o no permiten crear objetos que no puedan modificar los atributos, en diferentes aspectos relativos a la construcción como su posicionamiento, sus proporciones o su material. Esto provoca que los cambios que se deseen realizar al proyecto precisen de un mayor esfuerzo, y que además exista el riesgo de la aparición de inconsistencias entre las diferentes vistas que componen el proyecto. Autodesk AutoCAD (Fig. 6) permite trabajar en una vista 2D hacia un modelo tridimensional, que puede contener información geométrica de los objetos; es decir, ninguno de estos elementos contiene parámetros que definan su comportamiento, por lo que la información que se puede obtener del modelo referente a su construcción es inexistente, y por lo tanto no existen relaciones lógicas entre los objetos.

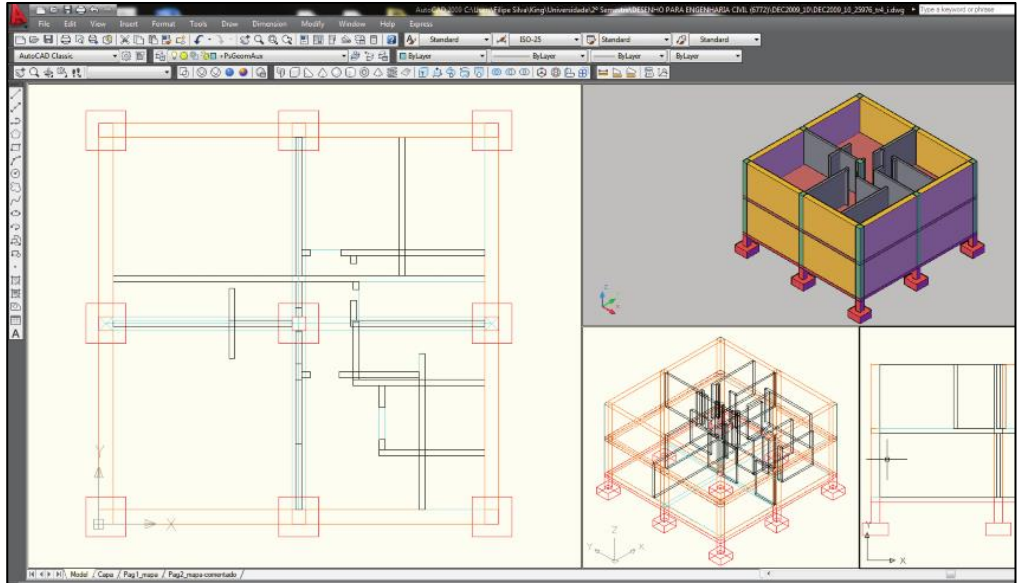


Figura 6: Modelo tridimensional desarrollado en AutoCAD.

Fuente: <http://fc05.deviantart.net>, ultimo acceso 01/02/2018

En resumen, son herramientas que permitan la modificación de elementos en una sola vista, modificando longitud, alto, ancho, etc. Y que no se vean reflejadas en las demás vistas automáticamente, esto es lo que produce errores en el modelo que son muy difíciles de detectar.

### 3.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA BIM

La implementación de tecnologías BIM en el campo de la construcción es relativamente nueva en nuestro país. BIM nos brindaría ciertas ventajas sobre los sistemas tradicionales de elaboración y ejecución de proyectos (Álvarez Pérez & Bouzas Cavada, 2015). Sobre todo, haciendo una comparación con los métodos tradicionales de documentos 2D en CAD.



Estas ventajas las podemos mencionar según el nivel de profundidad en el que se encuentra el proyecto:

- Ventajas antes de desarrollar el proyecto.
- Ventajas durante la elaboración del diseño.
- Ventajas en el proceso constructivo.
- Ventajas en el control y planificación del proyecto.
- Ventajas post – construcción.
- Ventajas a nivel académico.

### **3.3.1. Beneficios antes de desarrollar el proyecto**

La ventaja principal de utilizar la metodología BIM, antes de elaborar el proyecto, es la conceptualización tridimensional de los modelos que componen los proyectos. Es por esto que por medio de asesorías profesionales de un experto que maneje la plataforma BIM, el cliente puede tener una conceptualización previa del costo, calidad y factibilidad del proyecto que se desea elaborar (Sánchez Vicente, Garcia Santos, & Soler Severino, 2014). Esto es posible gracias a la plataforma BIM de trabajo, que no solo es una herramienta para diseño completo y detallado, sino que es posible desarrollar un modelo inicial a nivel esquemático; que se vincula directamente a una base de datos que contiene la información almacenada.

Este proceso supone un beneficio y optimización del tiempo, ya que únicamente se debe desarrollar un modelo digital del proyecto a elaborar, con una conformación del diseño geométrico deseado para poder relacionarlo a la base de datos ya preestablecida.

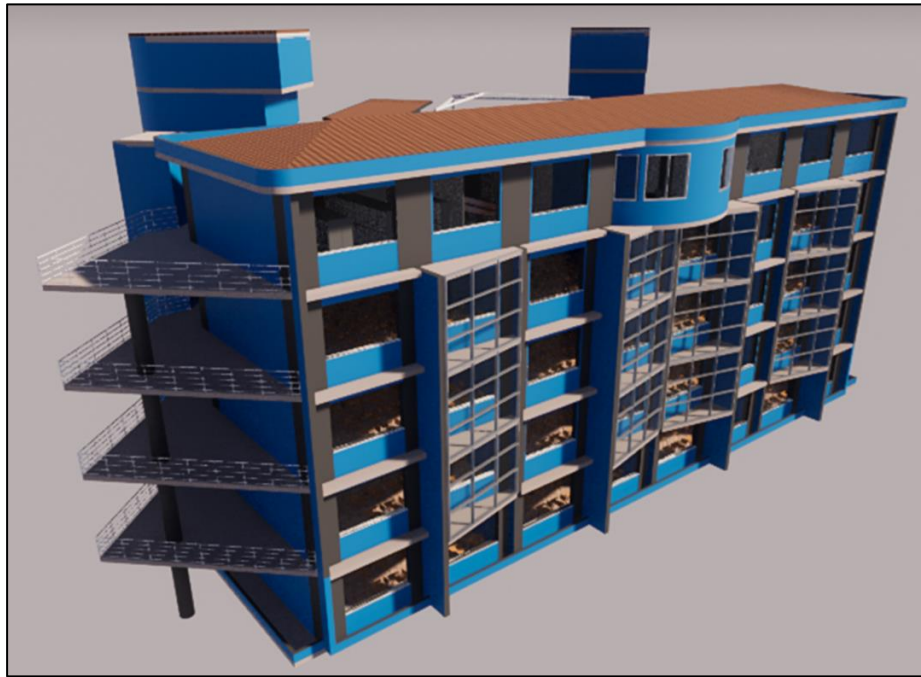


Figura 7: Modelo digital en la plataforma Revit.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

### **3.3.2. Beneficios durante el diseño**

El principal beneficio que encontraremos al utilizar la metodología BIM, durante el proceso de diseño de un edificio, es la generación de un único modelo digital tridimensional (3D) en lugar de múltiples documentos CAD (2D); permitiéndonos utilizar el mismo modelo digital para visualizar el diseño en cualquier etapa, y así poder comprobar si se está logrando los objetivos planteados al iniciar el proyecto.

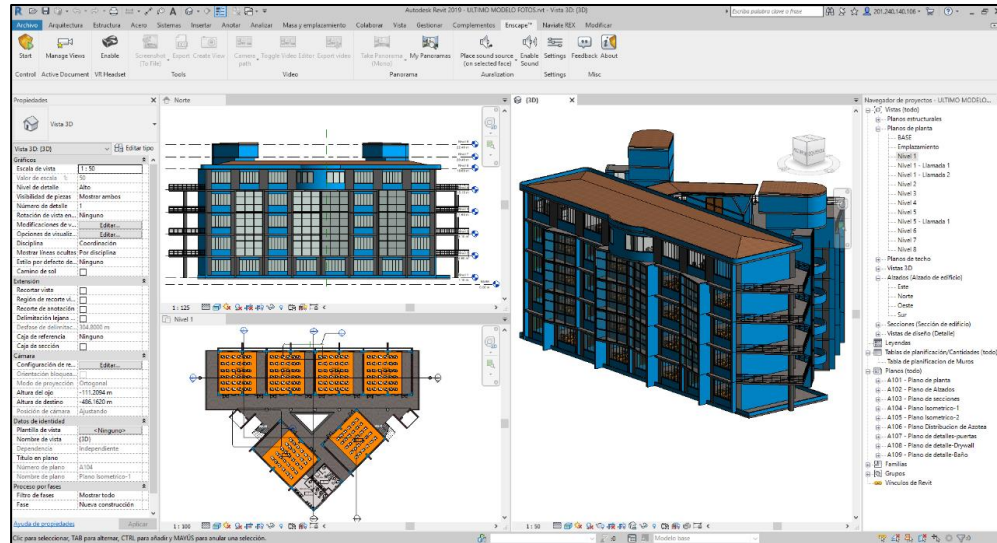


Figura 8: Vistas diferentes incluidas dentro de un mismo modelo BIM

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

El trabajo en el modelo digital es controlado mediante reglas paramétricas, que aseguran el correcto desarrollo del proyecto, es decir, libre de errores de alineación, geometría, información, materiales y coordenadas referenciales; por ello, es necesario buscar errores en las distintas vistas del documento generado mediante el único modelo digital para ser corregidos. Dicho de otra manera, es posible realizar cambios en el modelo final del proyecto sin tener que realizar las modificaciones respectivas en toda la documentación. Esto quiere decir que toda la documentación del proyecto se actualizara de manera automática (Choclán Gámez, Soler Severino, & Gonzáles Márquez, 2015).

Otra ventaja más durante el diseño del proyecto es la posibilidad de intercambiar documentos con las diferentes disciplinas de trabajo (Fig. 9), que contribuye con el diseño del proyecto a nivel arquitectónico; es decir, se realiza un trabajo colaborativo entre

disciplinas apoyado en diseño final arquitectónico (Choclán Gámez, Soler Severino, & Gonzáles Márquez, 2015).

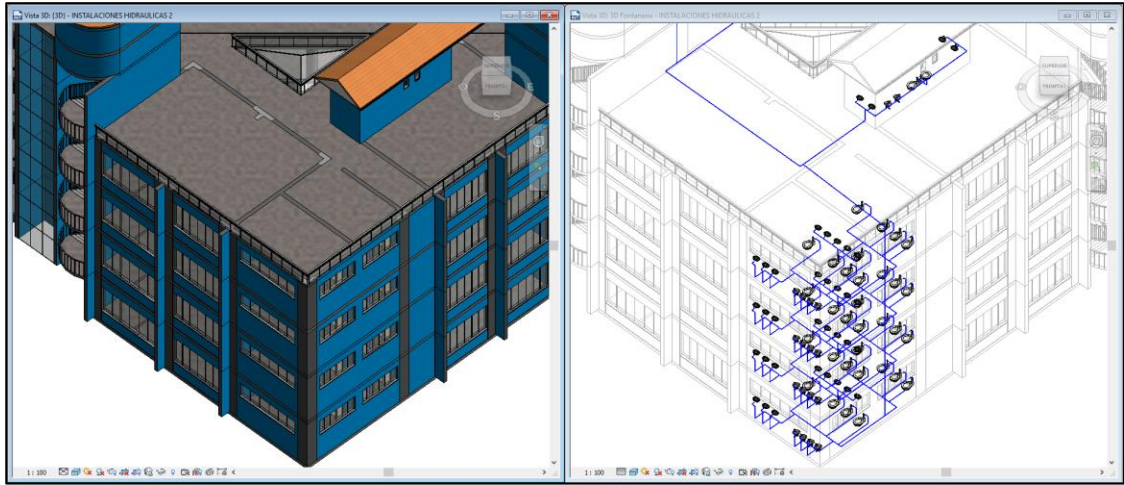


Figura 9: Modelado de las instalaciones sanitarias dentro del proyecto de arquitectura.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Tradicionalmente una vez finalizado el diseño arquitectónico se da paso al diseño de las disciplinas de ingeniería, sin considerar un orden preestablecido entre el diseño estructural, sanitario, eléctrico y mecánico. Este procedimiento provoca interferencias y descoordinación en la elaboración del proyecto, que se solucionan de manera abrupta en la ejecución del proyecto, y conlleva a una disminución de la calidad del diseño final (Cos-Gayón López, 2016).

La plataforma multidisciplinaria BIM, aplicando la metodología BIM, permiten muchas facilidades respecto a la de coordinación del proyecto, ya que es posible trabajar con el archivo central que es un modelo tridimensional digital (García Borja, Pérez Mañogil, & Díaz Noguera, 2018). Esta plataforma alimenta al modelo según los diseños de las distintas áreas que componen el proyecto, logrando así actualizar los cambios que

se realizan debido a las interferencias y errores al instante; por lo tanto, se pueden dar soluciones anticipadas antes de culminar el diseño final.

Otra ventaja más que podemos mencionar es la herramienta tabla de planificación (Fig. 10), consisten en una documentación bidimensional y tridimensional que permite el cálculo de áreas volúmenes, tipos, familias e información de todos los elementos que componen el modelo (Perea Mínguez, 2014). Esto permite revisar de manera automática, en cualquier fase del proyecto, el cumplimiento de las normas que exigen ciertos proyectos especiales como hospitales, laboratorios, bibliotecas, etc.

Asimismo, podemos disponer de toda la información de todos los elementos que constituyen el modelo, permitiéndonos contar en todo momento con el metrado actualizado de todo el proyecto para posteriormente elaborar un presupuesto tentativo.

Editar	Categoría	Familia y Tipo	Medición
	Aparatos sanit...	Cuba de sobrepor oval Deca - ref.L 65: Cuba de sobrepor oval Deca - ref.L 65	36 ud
	Aparatos sanit...	Cuvette suspendue - Mur: Hauteur du siège de 380 mm	34 ud
	Aparatos sanit...	Torneira lavatório mesa DECA linha Link - ref.1197C: Torneira lavatório mesa DECA linha Li...	36 ud
	Aparatos sanit...	Urinoir: Urinoir	18 ud
	Barandales su...	Tipo de barandal superior: Elíptico - 40 x 30 mm	17 ud
	Barandales su...	Tipo de barandal superior: Rectangular - 50 x 50 mm	42 ud
	Barandillas	Barandilla: 1100mm	42 ud
	Barandillas	Barandilla: Panel de vidrio - Relleno inferior	17 ud
	Canalones	Canalón: Canalón	1 ud
	Cubiertas (Mat...	Cubiertas, teja	506.59 m2
	Equipos espec...	Cabine 01: As Specified in 10 21 00	32 ud
	Escaleras	Escalera ensamblada: Contrahuella máx. de 0.18 m a 0.3 m 2	16 ud
	Montantes de ...	Montante rectangular: 50 x 150mm	320 ud
	Muebles de ob...	Bancada Retangular para lavatório Cuba Oval com Torneira.0002: Bancada	36 ud
	Muebles de ob...	Frontispicio: Frontispicio	36 ud
	Muros (Materi...	Capa de entramado metálico	294.22 m2
	Muros (Materi...	Ladrillo, común	2806.41 m2
	Muros (Materi...	Material de renderización 0-0-0	5605.43 m2
	Muros (Materi...	Tablero de muro de yeso	1041.16 m2
	Paneles de mu...	Panel de sistema: Acristalado	191 ud
	Pilares	COL DIA=0.30 ARQ: COL DIA=0.30 ARQ	28 ud
	Pilares	Columna L ARQ: Columna L 0.75x0.75 e=0.3	36 ud
	Pilares	Columna L ARQ: Columna L ARQ	20 ud
	Pilares	Columna T ARQ: Columna T ARQ	90 ud
	Puertas	_Produtos_Arq_Bib_Door_Inswing_Entrance_2-Wide_2-Panel_Oak_Sill_Kolbe: 4Ft 2 3/16l...	48 ud
	Puertas	M_Simple-A ras: 0762 x 2032mm	19 ud
	Puertas	M_Simple-A ras: 0813 x 2134mm	8 ud
	Soportes	Zanca: Zanca - Anchura 50 mm	32 ud
	Suelos (Materi...	Hormigón, moldeado in situ	4966.49 m2
	Tramos	Tramo no monolítico: Huella 50 mm Contrahuella 13 mm	16 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: 2.75x1.20/1.20 2	8 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: 4.30x1.20/1.20	4 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: V-1	38 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: V-2 EXT	4 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: V-3 EXT 2	4 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: V-4 EXT 3	8 ud
	Ventanas	JAN-FVAR: V-SALONES INT	12 ud

Figura 10: Cuantificación de elementos en general del proyecto.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Al final de la etapa del diseño, y logrando la cuantificación de elementos que componen el proyecto, la información puede ser exportada a otras plataformas para elaboración de los análisis de costos unitarios y presupuesto en general.

### 3.3.3. Beneficios durante el proceso de construcción

Existen ciertas ventajas en el uso de las plataformas de trabajo BIM, al momento de ejecución del proyecto, podemos mencionar el hecho de vincular el modelo 3D diseñado y poder planificarlo mediante procesos de etapas y/o fases. “El modelado BIM-4D consiste en la asignación de la cuarta variable, el tiempo, a un modelo tridimensional (3D)

útil para realizar la simulación del proceso constructivo de la edificación” (Vladimir, 2013, p. 4).

En pocas palabras, se agrega el parametro del tiempo, con la finalidad de poder controlar y planificar la construccion del proyecto, facilitando una simulacion por fases de la construccion del proyecto (Tobergte & Curtis, 2013). Esta practica sirve mucho al momento de acelerar la ejecucion del proyecto, posibilita el uso de elementos pre fabricados según la posibilidad del proyecto; es posible obtener de forma automatica los documentos tecnicos necesarios para la fabricacion, tales como: los planos de planta, secciones, alzados, mobiliarios, conexiones etc. Para cada fase del proyecto.

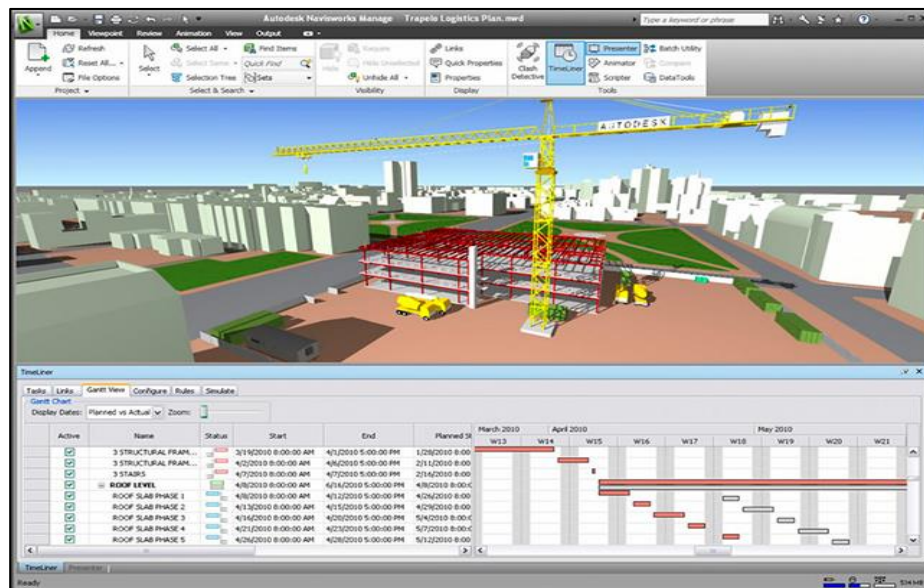


Figura 11: Ejemplo de programación de un proyecto.

Fuente: Internet: <http://www.cadbim3d.com/2017/03/simulacion-de-proyectos-bim-4d-navisworks-timeliner.html>, Último acceso 18/01/2018

En los modelos digitales 3D del proyecto es posible identificar interferencias entre los diseños de las distintas disciplinas. Por ello, antes de realizar la planificación, el modelo



debe corregirse para no contar con errores y demoras al momento de la ejecución (Quiroz Mory, 2014).

### 3.3.4. Beneficios después del proceso de construcción

Es importante destacar las grandes ventajas al utilizar una plataforma BIM durante el proceso constructivo del proyecto, uno de ellos es la corroboración de los elementos que intervienen en la obra, de acuerdo con el modelo único digital (Diseño del proyecto). En este punto de la metodología se debe poner énfasis en las disciplinas de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones mecánicas, instalaciones de redes, etc.

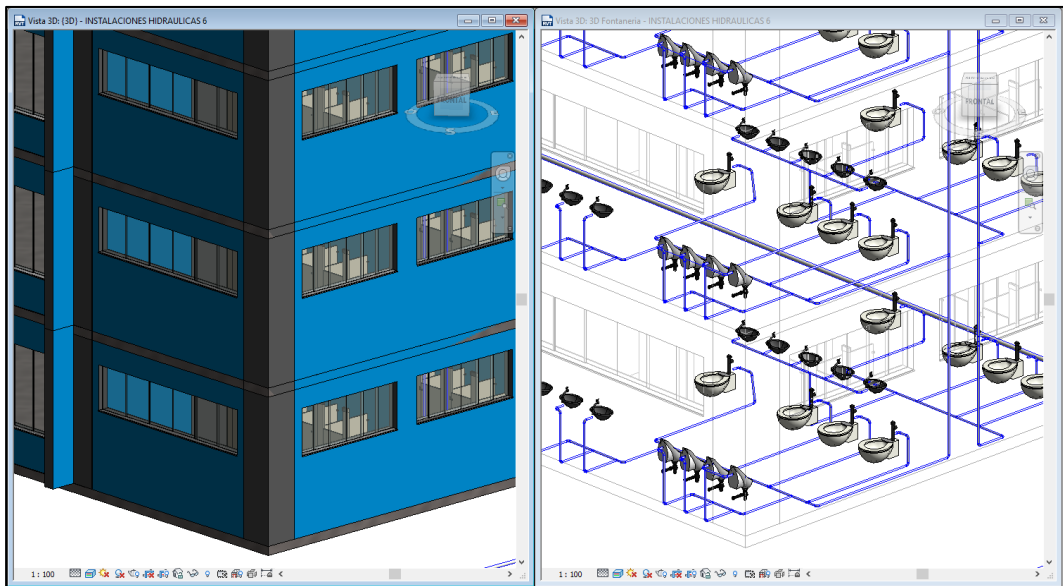


Figura 12: Modelo arquitectónico y modelo de fontanería en Revit.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Con la información final del proyecto es posible ubicar ciertas conexiones en el futuro, es decir, contar con la información correcta que permitan realizar trabajos de mantenimiento del edificio; estos trabajos de mantenimiento pueden ser conexiones



nuevas, perforaciones y excavaciones. Los trabajos serán realizados teniendo cierta certeza en las ubicaciones de dichas conexiones, sin tener necesidad de estar tanteando las ubicaciones y orientaciones.

### **3.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM:**

Por los conceptos mencionados sobre la metodología BIM, en el campo del diseño y construcción de proyectos, podemos mencionar grandes beneficios y ventajas para el equipo de trabajo que se encarga del diseño y construcción del proyecto. Pero debemos tomar en cuenta los cambios que se presentan al implementar un software de trabajo BIM en una oficina de arquitectura, ingeniería o una constructora. Esto conlleva a un cambio significativo en la relación de cada uno de los participantes del proyecto, así como las personas que se encargaran de la ejecución del proyecto (Tobergte & Curtis, 2013).

“Para plantear mejoras en la gestión de proyectos, debemos tener establecido claramente las políticas organizacionales, los procesos de gestión y los recursos que se requieren para que esto sea posible a fin de poder obtener métricas de estas mejoras.” (Salinas & Ulloa Roman, 2014, p. 233).

Tal vez el principal reto que podemos encontrar al momento de desarrollar un proyecto con una plataforma BIM, es el nivel de capacitación para el manejo del nuevo Software; esto influye directamente en el nivel de colaboración de los profesionales que conforman el grupo de trabajo encargado para el proyecto.

Pongamos como ejemplo, si el profesional encargado del diseño arquitectónico elabora su trabajo con métodos convencionales basados en dibujos 2D (CAD), el profesional encargado del diseño estructural del proyecto tendrá que crear el modelo digital desde el inicio; por otro lado, si el arquitecto encargado del diseño arquitectónico no brinda su aprobación del proyecto. El modelo digital 3D no será suficientemente detallado para trabajar sobre este, lo que concierne a ingenierías y otras áreas especializadas, de esta manera se genera dificultades en el diseño, planteamiento y coordinación entre el grupo de trabajo. Dicho de otro modo, no permite que el trabajo colaborativo de las disciplinas se desarrolle con la fluidez y facilidad necesaria (Building Smart Spanish Chapter & Reyes Rodríguez, 2014).

El problema que se nos presenta al momento de implementar BIM podría ser aún más grave al momento en que los responsables del diseño del proyecto trabajen de manera separada, debido a tener contrataciones externas fuera del grupo de trabajo colaborativo; a pesar de que se utilice un software BIM, pero este no sea la misma herramienta que se utilizó para cada área de diseño. Se trata de encontrar una solución ante este problema, el cual consistiría en vincular los modelos trabajados por separados sin obtener errores. Los errores de vinculación han sido reducidos gracias a la implementación del formato IFC, que sirve para el intercambio de información, el cual ya está disponible en la totalidad de las plataformas BIM (Jiménez Abós & Muñoz Gómez, 2018).

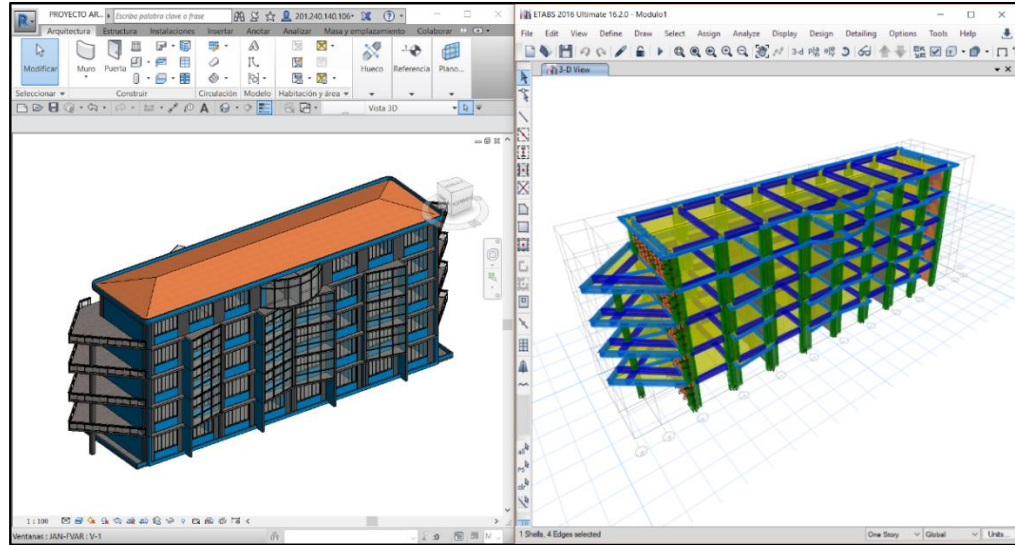


Figura 13: Formato IFC del MODULO 02; modelo en Revit (izquierda), modelo en ETABS (Derecha).

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

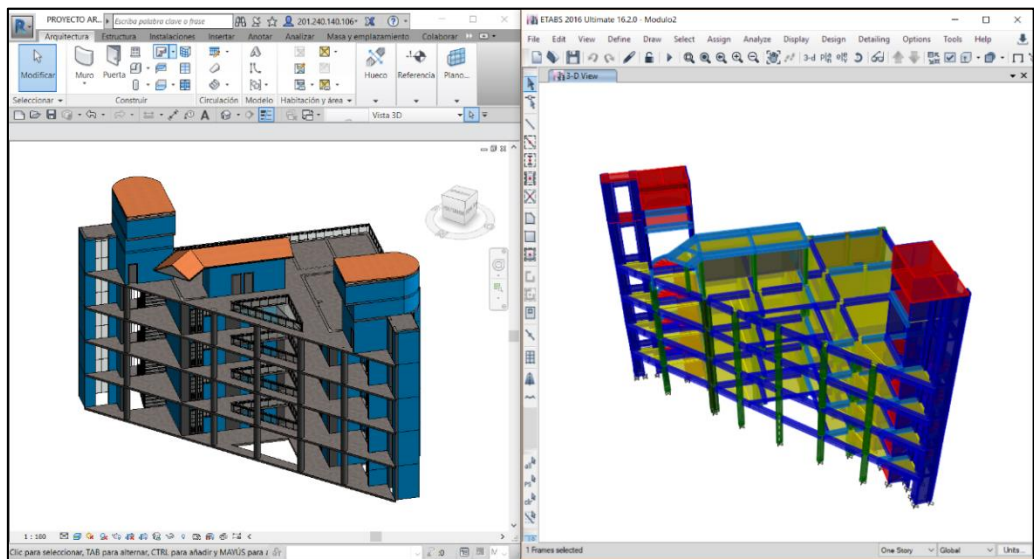


Figura 14: Formato IFC del MODULO 02; modelo en Revit (izquierda), modelo en ETABS (Derecha).

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Muy aparte del apoyo que brinda los formatos IFC, es necesario más condiciones que complementen el correcto uso del BIM al momento de la ejecución del proyecto. Por lo

tanto, se necesita de un equipo de trabajo que se encargue de trasladar cualquier cambio que se realice en obra hacia el modelo digital. Es algo que no se da fácilmente ya que existe la creencia errónea que este procedimiento elevará el presupuesto del proyecto respecto a los honorarios de los profesionales, sin pensar en el beneficio y ventajas que se obtendrá al final del proyecto.

Una vez adaptada la metodología BIM, dentro del proceso de diseño y documentación por parte del equipo de trabajo encargado del diseño del proyecto, existen distintas direcciones que se pueden tomar en la implementación de la metodología BIM. Además, diariamente se incrementan debido a las diversas posibilidades que ofrecen las aplicaciones utilizadas en este proceso. Entre estas opciones tenemos que resaltar tres procesos que no necesariamente se encuentren vinculadas entre sí, por lo que muestran diversas áreas a las que se pueden dirigir el procesado de modelado de información de edificios. Estas opciones mejoran y optimizan la documentación obtenida a través del modelo BIM, posteriormente utilizar el modelo digital para realizar un análisis de tipo energético y de viabilidad. Finalmente integrar el manejo de los recursos que se emplearan al momento de la construcción; en otras palabras, el desarrollo se enmarca en tres áreas los cuales son: visualización, diseño y planeamiento.

#### **3.4.1. Recomendaciones para la implementación**

Si consideramos todas las barreras que se nos presenta, los cuales debemos superar para lograr la implementación de la metodología BIM, para el diseño y documentación de

proyectos; podríamos determinar ciertas pautas que nos brinden una mayor facilidad en la transición del formato CAD a BIM (Fig.15). Entre las principales recomendaciones tenemos:

Crear un grupo de personas que se encargue de la implementación del BIM en la empresa, que coordine y asesore a los miembros del equipo de trabajo en todas las dificultades que puedan surgir en el proceso de cambio. El personal deberá tener el conocimiento necesario del software que se implementara, esto es muy aparte a la metodología de trabajo, posteriormente deberá contribuir con la toma de decisiones en las disciplinas que comprende el proyecto (Garcia Borja, Pérez Mañogil, & Díaz Noguera, 2018). Por último, se podrían establecer periodos de tiempo para analizar el avance de la adaptación del BIM y de ser necesario replantear estos planes, determinar nuevas metas, así como nuestros tiempos de desarrollo.

Loyola Vergara & Urrutia Beiza, (2012) menciona: “proveer un entorno de negocios adecuado para el uso de BIM; lo que implica actualizar y complementar la normativa vigente, incrementar la formalización y contractualización de servicios y educar a los participantes de otras disciplinas”. (p. 5). Es decir, que es necesario la actualización de normas para poder implementar BIM, teniendo así lineamientos para cada tipo de proyecto en el que se puede implementar.

Con una normativa implementada en nuestro país se lograría un avance, es posible que sea impuesta la metodología BIM a todo tipo de empresas que trabajen con el estado, esto

conllevaría a un mejor control, al momento de elaborar el proyecto y a la vez para la ejecución de esta.

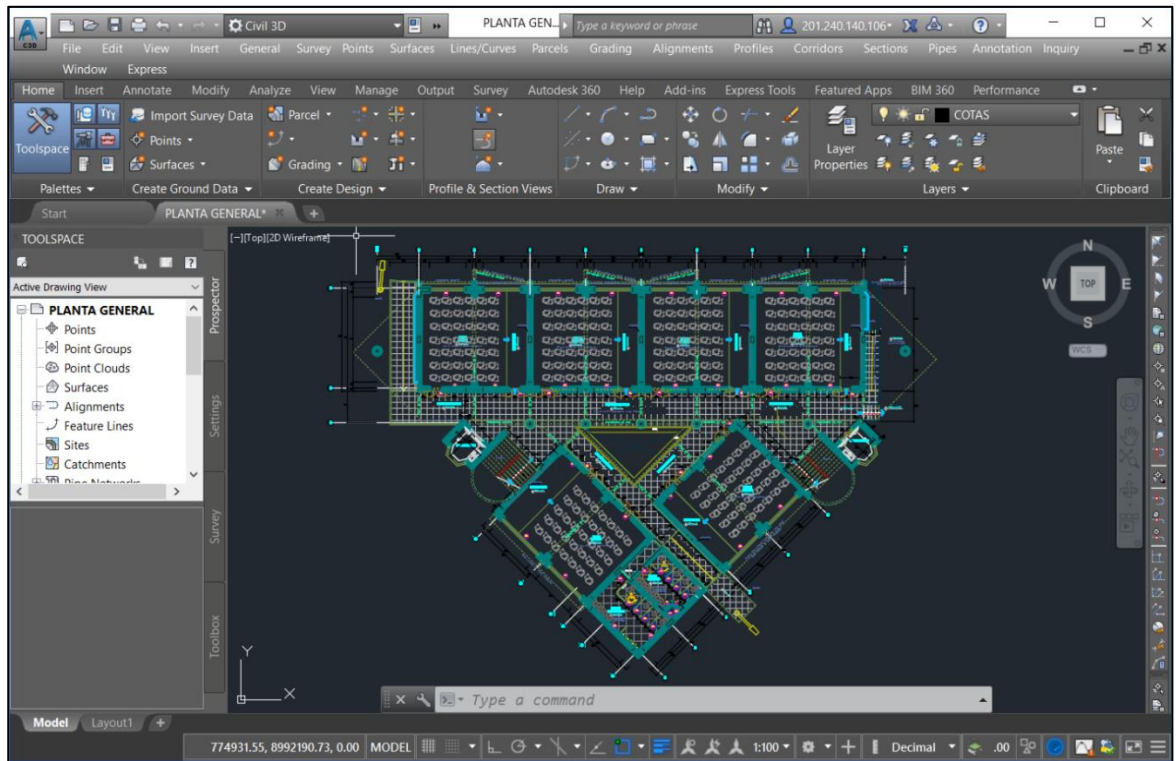


Figura 15: Plano base para la creación del modelo BIM, formato DWG.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Es recomendable iniciar un cambio hacia un software BIM con uno o dos proyectos pequeños de prueba, podrían ser en fase de ejecución o en otro caso ya culminadas, esto quiere decir que no se desarrollara el proyecto desde el inicio aplicando BIM; por lo tanto, el cambio conlleva a encontrar ciertas trabas al momento de elaborar un proyecto con un software nuevo. Es por ello que se recomienda realizar el modelado de un proyecto ya existente, pues se podría apreciar el resultado final y compatibilizar el resultado con el proyecto original (Building Smart Spanish Chapter & Reyes Rodríguez, 2014).

Estas recomendaciones también ayudaran a las empresas u oficinas a crear ciertas normas internas, para garantizar la calidad, el nivel de detalle, visualización, y las metas para los distintos proyectos que se elaboraran aplicando la nueva plataforma.

Es posible realizar el cambio por etapas, es decir, primero se podría aplicar la metodología BIM a un nivel arquitectónico para luego posteriormente llegar a un nivel más detallado, como es el caso de las áreas de ingeniería que intervienen en el proyecto. Cuando se llegue al punto de no cometer errores al momento de la elaboración, se puede continuar con la implementación de simulaciones y control de la planificación del proyecto. También debemos tomar en cuenta el tiempo, para realizar el proyecto con una plataforma BIM.

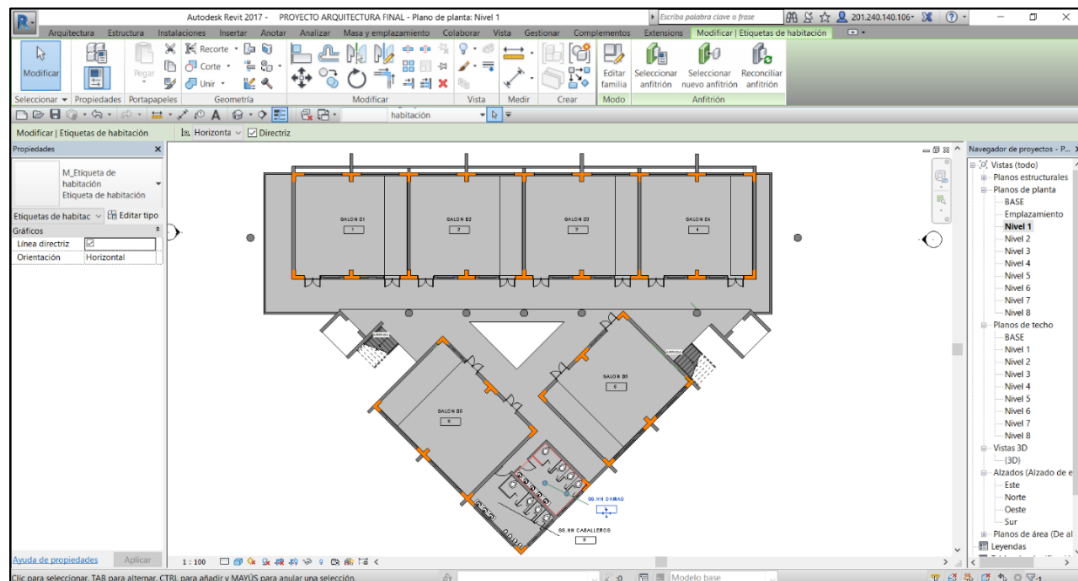


Figura 16: Modelo BIM a partir del plano base en CAD en Revit.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

### 3.4.2. Elaborar un modelo paramétrico

Un modelo paramétrico es la representación de un objeto o elemento, puede ser representado de manera digital y con toda la información, este modelo no se da mediante la designación de dimensiones o propiedades ya predeterminadas; sino mediante la determinación de parámetros que incluyen medidas y propiedades (Fig. 17). Los elementos paramétricos pueden ser personalizables, según el tipo de proyecto que se desee elaborar (Muntané Furió, 2017). Por ejemplo, en los proyectos de diseño estructural los elementos de concreto armado presentan diferentes configuraciones; es por ello que los modelos paramétricos facilitan el modelado del proyecto, permitiendo modificar las dimensiones en lugar de crearlas nuevamente desde cero.

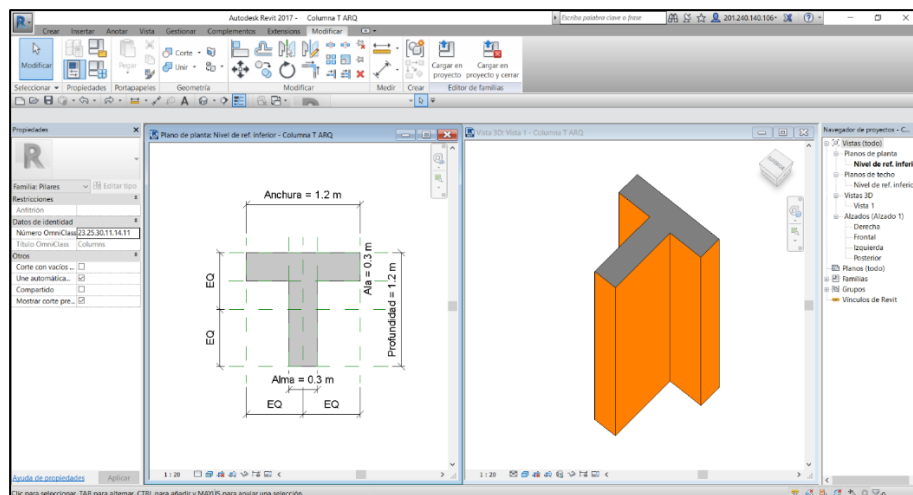


Figura 17: Modelo paramétrico de una columna T, área de estructuras del MODULO 01 en Revit

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Este procedimiento permite tener un mayor control en los objetos que se usaran en el proyecto, cabe señalar que podemos modificar el modelo según las metas que se deseen



obtener (Vázquez Rodríguez, Otero Chans, & Estévez Cimadevila, 2016). A. Morales Pacheco, (2012) afirma lo siguiente:

Las ventajas de este proceso son inmediatas. Es un salto cualitativo en la calidad de nuestro proceso, al no estar constreñido por la herramienta que utilizemos; ahora seremos nosotros los que diseñemos nuestra propia herramienta, por otro lado, el diseño paramétrico es fundamental para reducir el esfuerzo necesario en modificar y crear variantes en el diseño. (p. 4).

Dicho lo anterior el modelo paramétrico permite una mayor flexibilidad, al momento de crear objetos con geometrías complejas, gracias a estos modelos podemos ahorrar tiempo y recursos en el proceso de elaboración del proyecto.

Existen softwares complementarios que permiten la elaboración de modelos paramétricos, que sirven de apoyo a la plataforma BIM, estos modelos son insertados directamente en el modelo final; también podemos modificar los parámetros según el diseño que se desee. Los objetos parametrizados establecidos en los softwares BIM están predeterminados según el comportamiento, es decir, estas se acomodan según la función que cumplen (Fig. 18), dependiendo si el objeto que utilizemos es una pared, el piso, el techo, etc. Estos tendrán una diferente reacción, permite una interacción entre el modelo paramétrico y el diseño que se elabora.

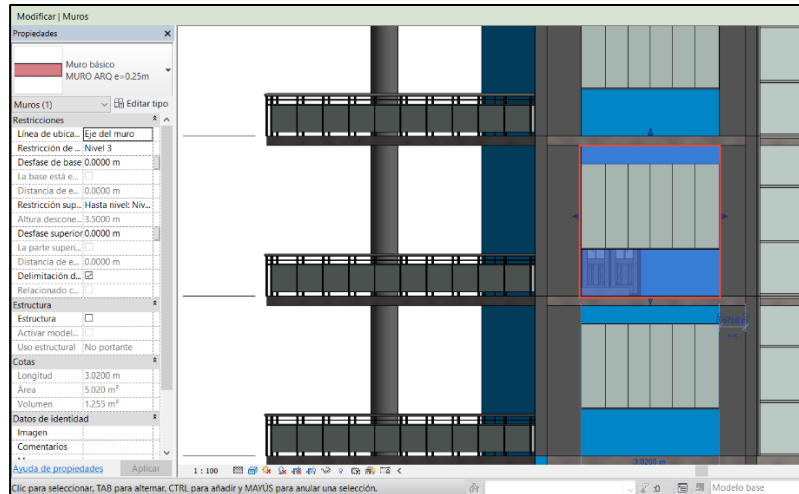


Figura 18: Modelo paramétrico de una pared, perteneciente al modelo BIM del MODULO 01

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

### 3.4.3. Elaboración de diseños paramétrico

Las herramientas del modelado de la información de elementos son variaciones de sistema de modelado de objetos basados en parámetros, siendo su principal diferencia la clase de definición que permite el software empleado (Muntané Furió, 2017). El resultado puede variar de menor a mayor medida en comparación con otro software, pero siempre se basan en los estándares de construcción, es decir en los conceptos básicos como: Columna viga, muro, suelo, techo, nivel, etc.

Las aplicaciones más utilizadas en el ámbito BIM presentan ciertas discrepancias, pero casi todas siguen los estándares de construcción, en la figura 19 podemos apreciar una breve descripción de las características de algunas aplicaciones BIM, que permiten crear modelos paramétricos, más utilizadas en el mundo.

<b>Herramientas BIM de Diseño</b>				
<b>Aplicación</b>	<b>ArchiCAD 19</b>	<b>Revit 2018</b>	<b>Vectorworks 2016</b>	<b>Digital Project</b>
Modelado de sitio	Herramientas de mallas	Superficie topografica	Aplicación Landmark	Modelado de superficie
Definición de espacios	Manual	Automatico	Manual	Automatico
Paredes	SI	SI	SI	SI
Pilares	SI	SI	SI	SI
Vigas	SI	SI	SI	SI
Escaleras	SI	SI	SI	SI
Cubiertas	SI	SI	SI	SI
Pisos	SI	SI	SI	SI
zonas	Zona	Area	Area	-

Figura 19: Algunas herramientas más utilizadas para crear modelo paramétricos.

Fuente: Propia

Por otro lado, existen aplicaciones que permiten la creación de superficies topográficas, cuentan con curvas de nivel y acotaciones definidas. En la aplicación ArchiCAD 19 se trabaja con mallas y objetos de sitio; es decir, la superficie topográfica se crea a partir de la triangulación entre puntos que se obtienen de la información geométrica de las líneas que definen un contorno, además tiene la opción de colocar objetos de sitio como pueden ser vegetación, personas, animales, mobiliarios, etc.

En cambio, la aplicación Revit 2018 presenta herramientas de modelado de sitio, las cuales son más avanzadas, permiten la introducción de información mediante un archivo de puntos que se obtienen de equipos topográficos; también es posible crear una superficie logrando exportar un archivo de un software de apoyo como es el caso de AutoCAD CIVIL 3D, al igual que el ArchiCAD, Revit permite colocar objetos de sitio.

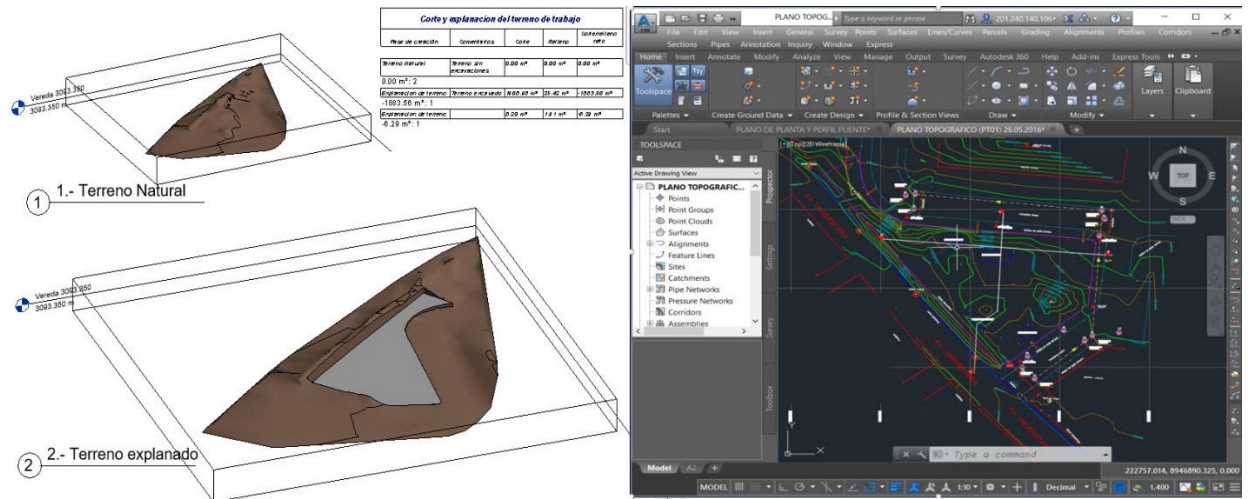


Figura 20: Plano topográfico del proyecto. Revit (Izquierda), AutoCAD Civil 3D 2017 (Derecha).

Fuente: Estudio definitivo del proyecto.

Respecto a la definición de elementos tales como: pilares, vigas, muros, escaleras, etc. La mayoría de aplicaciones BIM poseen herramientas avanzadas para detalles de los elementos constructivos, logrando así obtener gran detalle de lo que se desea modelar (Herter, Valderrama, Solbe, & Díaz, 2016).

### 3.5. BIM COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA:

En el proceso de la consolidación de los softwares de ingeniería, algunas plataformas incursionaban en nuevas metodologías de trabajo, como es el caso de las plataformas BIM. Estas herramientas han empezado a desarrollar nuevas funciones para lograr un mejor trabajo, de manera informal se les han denominado de distintas maneras que se han vuelto muy comunes y de fácil identificación según sus características, estas son:

- Herramientas de apoyo BIM
- Entorno de trabajo BIM

A continuación, se describirá de manera breve estas denominaciones:

### 3.5.1. Herramientas de apoyo BIM

Esta denominación se las dan a aquellas aplicaciones que tiene como datos de ingresos a los modelos BIM; a partir de estos modelos se pueden realizar tareas específicas, tales como: análisis energético, análisis de iluminación, visualizaciones y renderizaciones. Un ejemplo de estas herramientas es el caso del Lumion 8 pro, que permite la visualización del proyecto en forma de renderización, permitiendo la visualización real que tendrá el proyecto. Con esta herramienta es posible lograr vistas casi reales de la construcción, donde se aprecia como quedara proyecto al ser culminado.



Figura 21: Render del proyecto, vista lateral

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



Figura 22: Render del proyecto, vista de Corredores.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Otro ejemplo es la herramienta Ecotect Analysis, permite el análisis energético de edificaciones, es una herramienta de suma importancia en el área de la arquitectura. Ya que permite analizar el proyecto después de crear el modelo de la información.

Existen herramientas para la gestión de la construcción del proyecto, es el caso de la herramienta Autodesk Naviswork, que permite controlar y gestionar las actividades que conforman el proyecto hasta ser construido, esta herramienta permite la simulación de los procesos constructivos de las edificaciones por fases.

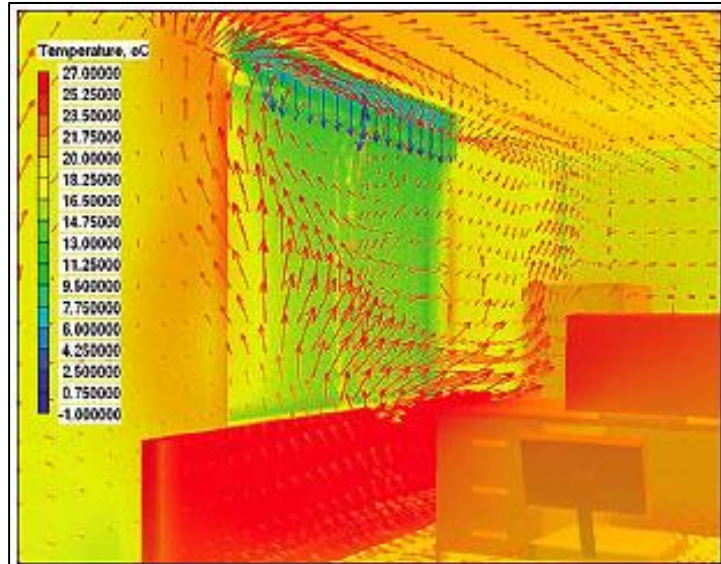


Figura 23: Análisis energético de una habitación de un edificio.

Fuente: <http://www.cadalyst.com/aec/computer-aided-ecodesign-13162>, último acceso: 05/03/2018

Dicho lo anterior existen múltiples herramientas de apoyo a las plataformas BIM, donde se pueden elaborar los presupuestos de los proyectos, cronogramas de ejecución, análisis energético, análisis estructural, etc.

### 3.5.2. Entorno de trabajo BIM.

Un entorno BIM no se centra en una sola aplicación determinada, sino en la facilidad que nos brindan ciertas aplicaciones para el intercambio de información (documentación); en efecto, sin perder datos en el proceso y permitiendo además hacer uso de la información integrada dentro de la plataforma de origen.

Podemos considera como un claro ejemplo de estos procedimientos, el desarrollo del trabajo mediante algunas aplicaciones de la serie Autodesk, ya que es posible trasladar la



información en formatos IFC para luego ser trabajados en otras aplicaciones; como es el caso de Autodesk Robot Structural, que permite realizar el análisis estructural una vez desarrollado el modelo estructural. Sin embargo, para que la información sea correctamente trasladada, es necesario que el formato del archivo sea compatible con las otras herramientas.

Otro ejemplo es la serie de softwares CYPECAD, que permite el mismo trabajo en una sola plataforma. Permite todos los análisis en un solo software, iniciando con la arquitectura y finalizando con la gestión y control del proyecto al momento de la ejecución.

Como lo mencionado líneas atrás, estos entornos de trabajo permiten la colaboración de aplicaciones en conjunto, ya que se logra un correcto trabajo colaborativo, empleando un modelo base que será alimentado con los diseños elaborados en base al modelo inicial.

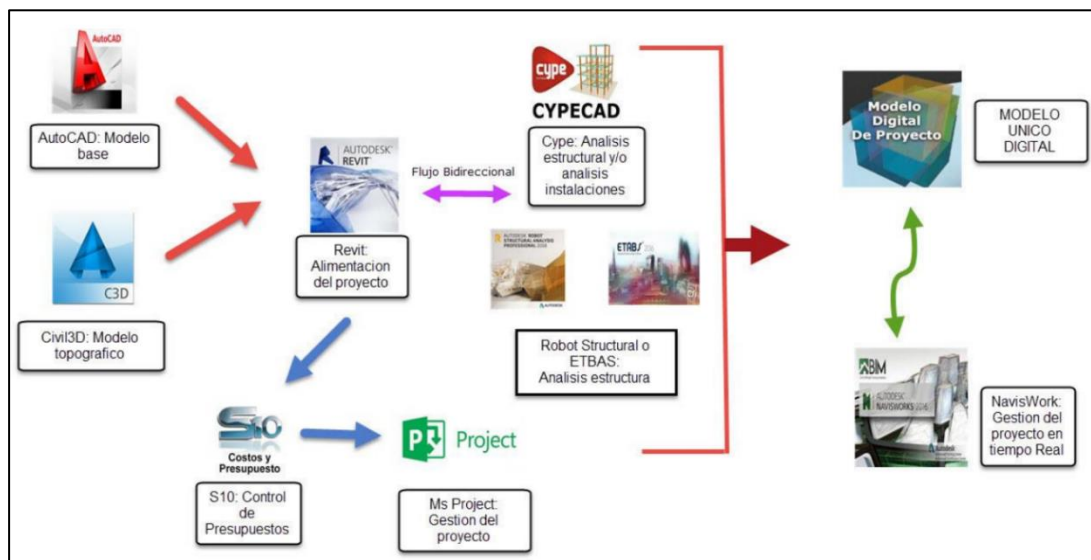


Figura 24: Entorno de trabajo con la plataforma Autodesk-CSI ETABS-Presupuesto S10

Fuente: Propia, metodología de trabajo



## 3.6. ANÁLISIS DEL USO DE LAS PLATAFORMAS BIM

### 3.6.1. Autodesk Revit

Revit es el software más utilizado a nivel mundial para el uso de BIM, sus aplicaciones son versátiles según el tipo de proyecto que se desea elaborar. El software Revit fue adquirida por la empresa Autodesk en el año 2002, y desde la fecha ha comenzado a establecerse como una de las herramientas principales para el diseño de proyectos de ingeniería.

Este software no solo está diseñado para una sola disciplina, sino que cuenta con un panel de control orientado a las áreas de diseño y detallado, que son necesarias para la elaboración de un proyecto de edificación. Revit posee una interface de trabajo bastante amigable, y cuenta con comandos que nos muestra cierta información, e incluso micro videos de uso, cuando se posa el puntero del mouse sobre el comando.

Cuenta con bloques de comandos organizados de acuerdo al flujo de trabajo, Revit organizo el menú por áreas de especialidades que se deseen trabajar, esto se puede apreciar en la figura 25.

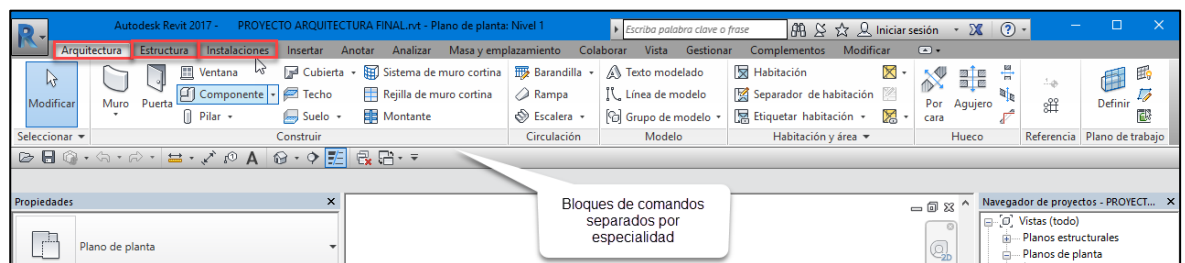


Figura 25: Agrupación de comandos por áreas en Revit 2017

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Podemos destacar la facilidad del software al momento de generar documentación, un claro ejemplo de ello es la generación de planos y modelos tridimensionales, es posible generar documentos de una manera más eficaz gracias a su sistema de trabajo bidireccional. Este sistema bidireccional permite que los documentos dependan del modelo digital de la información; por lo tanto, si existen cambios en el plano, el modelo se actualizara según los cambios y de manera viceversa. Los cambios también afectan a los elementos que no forman parte del modelo digital, tales como: tablas de planificación, cuadro de volúmenes, tabla de áreas, cuadro de elementos, etc.

Revit cuenta con una gran diversidad de objetos predeterminados, esto permite al usuario trabajar de manera más rápida y eficaz al momento de colocar componentes al modelo. También cuenta con la herramienta “Creación de Familias”, mediante esta herramienta el usuario podrá crear sus componentes personales, ya sea muebles, tuberías, columnas, vigas, maderas, etc. Estas familias creadas presentan modelos paramétricos que pueden ser modificadas por los usuarios.

El software permite asociar de manera directa a diversas aplicaciones debido a sus diversos formatos (Fig. 26), Revit puede trabajar de manera colaborativa con casi todos los softwares de la empresa Autodesk (Loyola, 2014). Pero esto no implica que no pueda relacionarse con otras aplicaciones, es posible trabajar colaborativamente con otras aplicaciones gracias a los formatos de exportación, a toda aplicación que permita el formato IFC.

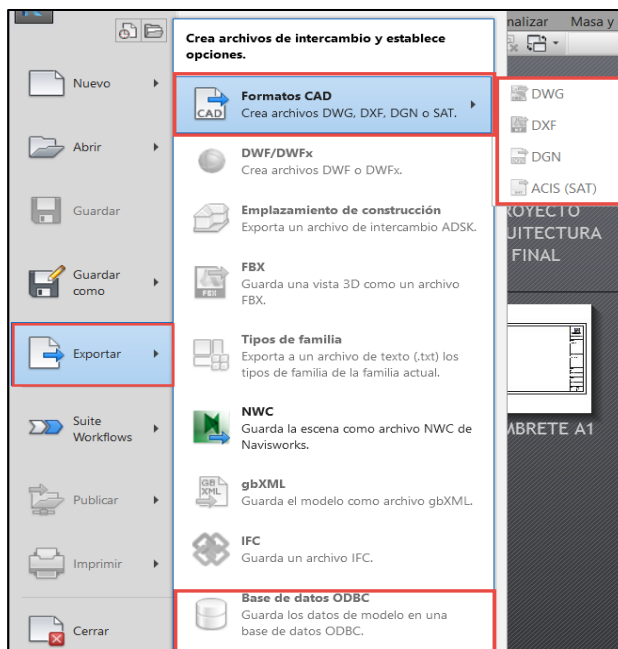


Figura 26: Formatos de exportación en Revit 2017

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto.

Dada la explicación de formatos de exportación del software Revit, podemos mencionar algunas aplicaciones que permiten el trabajo colaborativo con Revit 2017:

- Gestión: MS Project, Arquímedes Cypecad, Qex Studio, Naviswork etc.
- Arquitectura: AutoCAD, SketchUP, Dynamo, Lumion, Ecotect EnergyPlus etc.
- Estructuras: Robot Structural, Cypecad, Etabs, Sap2000, TEKLA, etc.
- Topografía: AutoCAD Civil 3D, PowerCivil, Bentley, etc.

### 3.6.2. Graphisoft ArchiCAD.

Se puede decir que esta plataforma BIM es la más antigua dentro del campo del dibujo computarizado, la empresa Graphisoft fue la encargada de su desarrollo y comercialización en la década de los 80.

Picó Coloma, (2008) menciona: ArchiCAD es el software para el diseño paramétrico de arquitectura más antiguo de los tres y por esto tiene la ventaja de ser el fruto de un largo desarrollo. Hay miles de usuarios que lo emplean y existe un relativamente amplio abanico de aplicaciones de terceros fabricantes que lo complementan. Nacido para el entorno Macintosh, su origen se remonta al tiempo en que no se podía pretender que toda la documentación gráfica de un proyecto estuviera basada en objetos y por esta razón, su motor de transmisión de cambios ha recibido numerosas mejoras a lo largo de su historia (p. 28).

Uno de los puntos a destacar de la aplicación ArchiCAD es la interfaz de trabajo, presenta un menú de trabajo intuitivo (Fig. 27), la generación de documentos como las vistas, cortes, secciones, modelo 3D y láminas son coordinadas automáticamente. Existe un flujo de trabajo bidireccional entre las láminas de trabajo, permitiendo trabajar y modificar el modelo de tal manera que se modifique todos los documentos de manera automática.

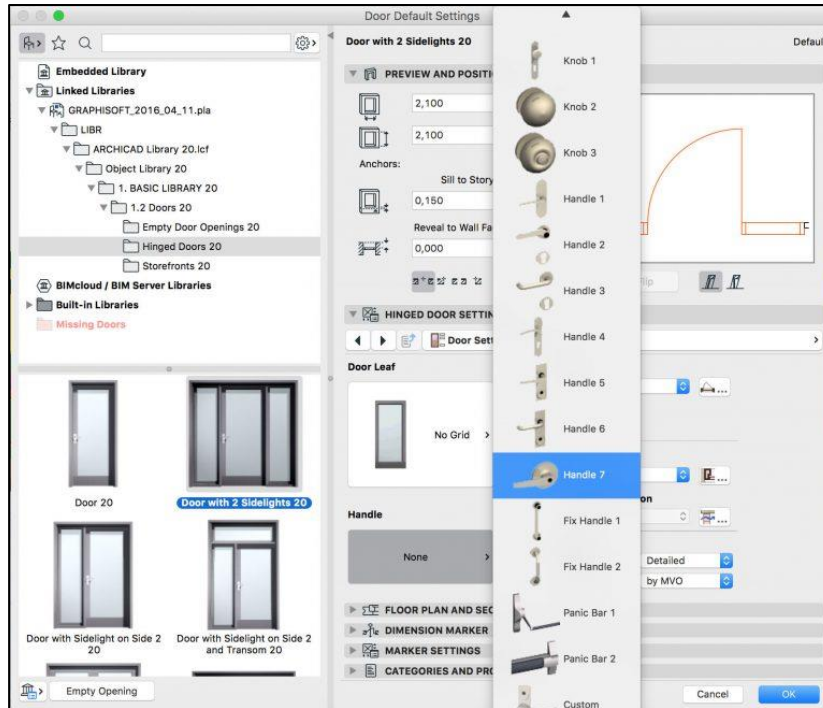


Figura 27: Cuadro de dialogo para definir objetos.

Fuente: Internet: <https://www.applecoredesigns.co.uk/newsandreviews/archicad-20-review>, Ultimo acceso

19/06/18

La Aplicación ArchiCAD al ser una herramienta paramétrica posee una biblioteca de objetos que pueden ser modificados según la meta que se desee. Este procedimiento se realiza mediante la Opción Geometric Description Language (GDL). Dentro de esta herramienta podemos encontrar diferentes categorías de objetos, tales como: muros, puertas, cubiertas, fontanería, cableado, ventanas, etc.

Esta aplicación permite la exportación de la información modelada para luego ser trabajada en otras aplicaciones especializadas, ArchiCAD permite exportar la información en formatos IFC, que posteriormente serán trabajados por otros softwares según las diferentes especialidades, tales como:

- Arquitectura: SketchUP, Lumion, Cinema 4D, Ecotect EnergyPlus etc.
- Estructuras: Robot Structural, Cypecad, Etabs, Sap2000, TEKLA, etc.

La versión actual es ArchiCAD 22, donde ahora es posible acceder a elementos frecuentes de una manera más rápida, la aplicación almacena las configuraciones de los elementos guardados como favoritos (Fig. 28); asimismo, el software muestra los elementos con vistas previas en miniatura en 2D o 3D. Esta facilidad que brinda ArchiCAD permite crear nuevos elementos para ser usados de una manera más fácil y sencilla.

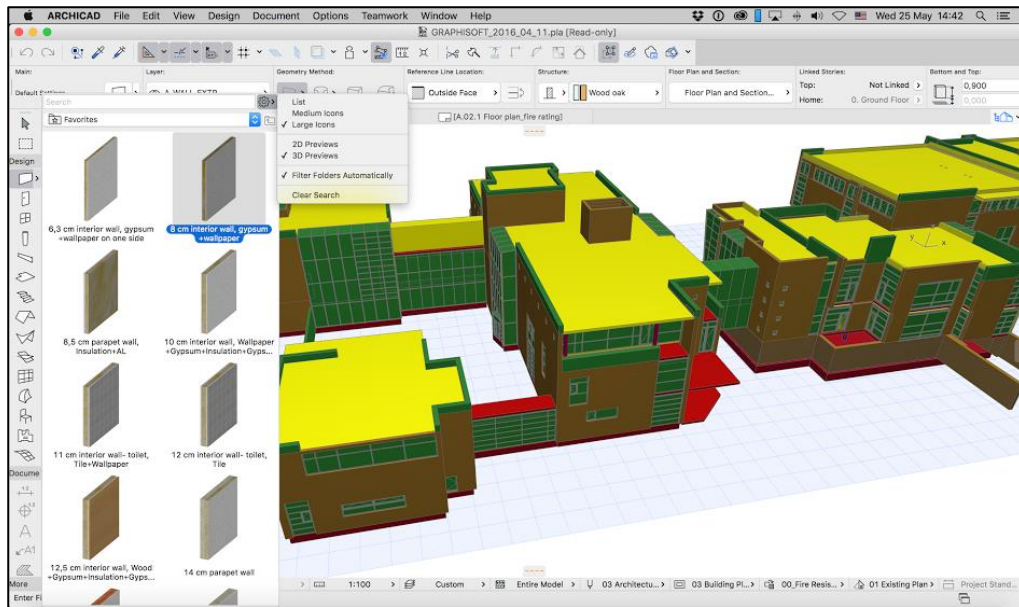


Figura 28: Elementos usados en el diseño, acceso rápido a elementos creados.

Fuente: Internet: <https://www.applecoredesigns.co.uk/newsandreviews/archicad-20-review>, Ultimo acceso

19/06/18.

### **3.6.3. Otras Aplicaciones BIM.**

Existen otras aplicaciones BIM que son utilizadas en diferentes partes del planeta, todas estas aplicaciones trabajan con la misma metodología ya descritas en este documento. En el transcurso del tiempo ciertas herramientas han quedado obsoletas, debido a las aplicaciones BIM, tal es el caso de algunas aplicaciones de la serie Autodesk. Por ejemplo, AutoCAD Structural Detailing o AutoCAD Land, estas aplicaciones no siguen las tendencias actuales de un adecuado trabajo bidireccional.

### **3.7. ESTÁNDARES PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM**

Es necesario estandarizar los procesos que componen un diseño de un proyecto aplicando BIM, con la finalidad de lograr una facilidad entre el intercambio de la información entre un formato y otro. De esta idea nace en 1994 el desarrollo del estándar IFC, proviene de las siglas “Industry Foundation Clases”, es un formato de datos de especificación abierta. Fue desarrollado por la IAI (International Alliance for Interoperability), que en el transcurso del tiempo fue reemplazado por la actual BuildingSMART, con el propósito de convertirse en un estándar que permita la interoperabilidad entre aplicaciones de construcción y diseño.

Los modelos y objetos con formato IFC representan un modelo de información que presenta características geométricas numéricas, formado por un conjunto de alrededor de 600 clases y en continua ampliación. Todos los softwares que soportan el formato IFC

pueden leer, escribir e intercambiar información con otros softwares. De esta manera intercambiamos información sobre geometría, materiales, estructuras, propiedades físicas, costos, mantenimiento, etc.

La funcionalidad de este formato no es efectiva en su totalidad, ya que cada software puede contar con propiedades propias. Sin embargo, el solo hecho de poder traspasar información de un software a otro es un significativo ahorro de tiempo. Entre sus múltiples beneficios podemos destacar la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo, que permite brindar apoyo a la interoperabilidad mediante un formato estándar.

Los datos del modelo constructivo son definidos una sola vez por un personal responsable, y posteriormente ser compartidas por los demás encargados de las áreas de especialización. Todo ello consigue un aumento de la calidad, reducción de tiempo y reducción de costes.

### **3.7.1. Información adecuadamente estructurada**

Para contar una eficaz uso de la documentación del proyecto se debe contar con una adecuada información estructurada, donde incluiremos todo lo referido al diseño y elaboración del modelo; tales como: base de datos, memorias de cálculo, tablas, códigos y normas. Esta información correctamente ordenada posibilita ciertos beneficios en la información compartida y estructurada. En consecuencia, permite que los procesos sean



más eficientes para comenzar con un correcto análisis sobre la gestión del proyecto final. El hecho de compartir documentos mejora los procesos manuales, pero analizando un poco más el intercambio de información estructurada, permite la validación y la comprobación de la calidad de la información utilizada en los procesos.

Mediante una gráfica representada en la Figura 29, podemos visualizar como se establecen los diferentes niveles de adaptación al trabajo colaborativo aplicando la metodología BIM, y mediante las experiencias profesionales y los estudios teóricos podemos contar con información sobre las buenas prácticas de la gestión de los proyectos a futuro.

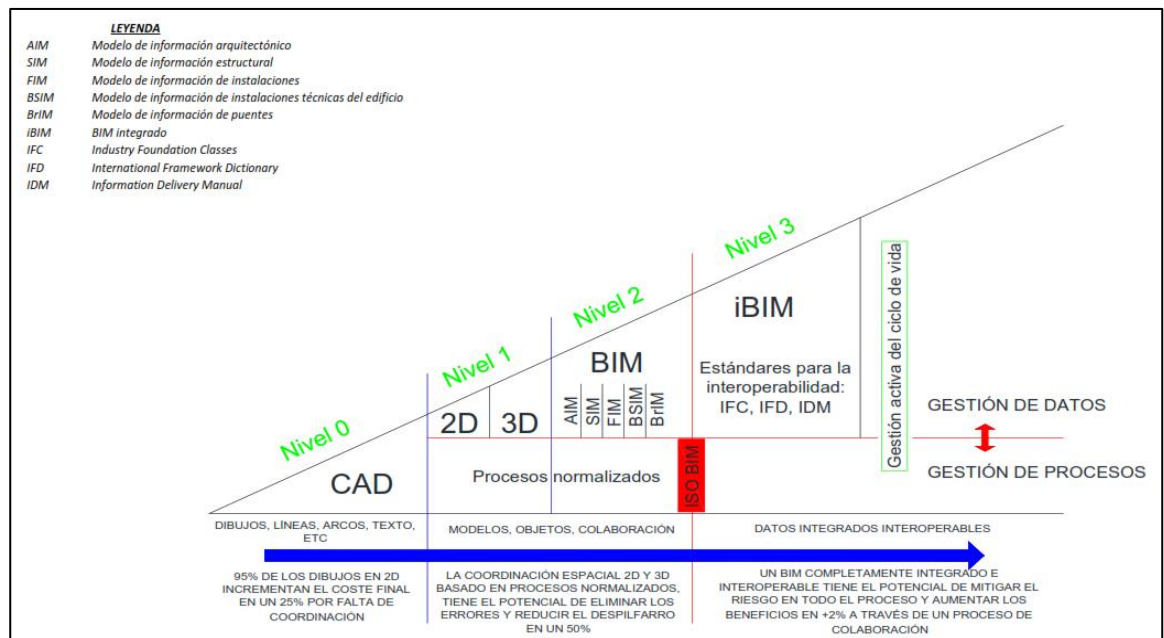


Figura 29: Esquema de los niveles de gestión aplicando BIM.

Fuente: Royal Institute of British Architects (RIBA).

Como se aprecia en la figura 29, se cuenta con cuatro niveles de adaptación al trabajo colaborativo, podemos reconocer las ventajas que la metodología BIM que nos ofrece hasta poder lograr una adecuada interoperabilidad en los proyectos profesionales.

El nivel 0 se basa en confiar toda la información en archivos CAD, siguiendo algunos estándares que poseen este tipo de información; en nuestro país la mayoría de empresas aun trabaja o trabajaron en este nivel.

En el nivel 1 en el que se usa la modelación 3D, la información se basa en documentos CAD, es decir, es poco frecuente que la información se use de forma colaborativa entre todo el personal que interviene en el proyecto. A pesar de que cada vez existen empresas que requieren el uso de esta tecnología, no es muy frecuente que se use controles coordinados a través de softwares especializados.

En el nivel 2 los grupos de trabajo encargados del diseño están integrados y coordinados, y es casi obligatorio la presencia la información modelada en 3D. Los modelos 3D pueden ser plenamente integrados o pueden ser realizados por separado, pero el desarrollo del diseño debe ser gestionado y coordinado por una norma o código. El uso de la metodología BIM se hace imprescindible para una total coordinación entre los diferentes modelos del diseño (Sánchez Vicente, Garcia Santos, & Soler Severino, 2014).

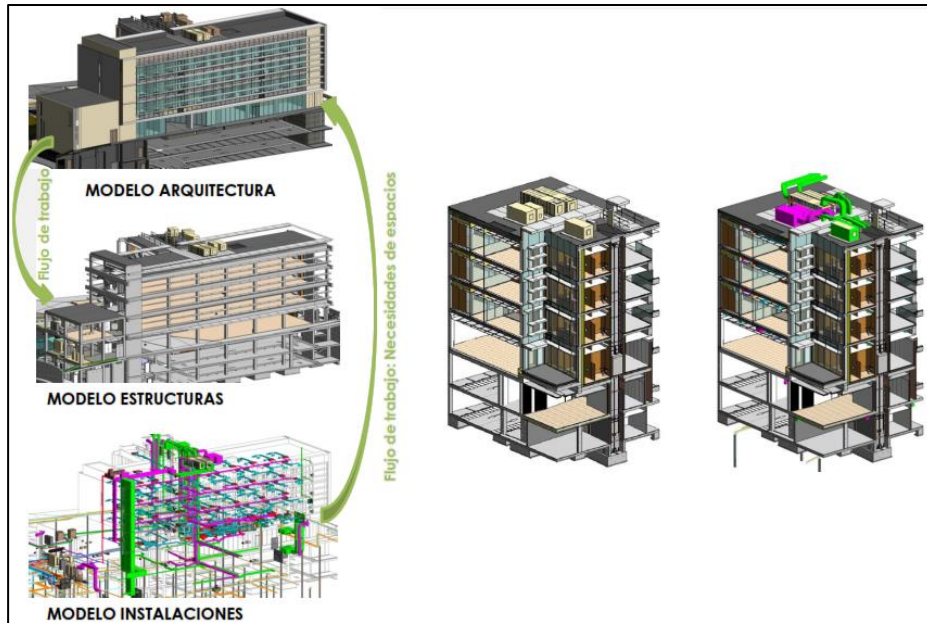


Figura 30: Modelo arquitectónico, estructural e Instalaciones de un edificio destinado a oficinas en Madrid.

Fuente: Nacimiento y desarrollo de un proyecto BIM, J. Alonso Jurado Campos.

Finalmente en el nivel 3 se requiere de un único modelo de información y un claro enfoque colaborativo a través de la visualización, el diseño, la construcción y su futuro mantenimiento de la edificación durante su vida útil. El modelo digital único tridimensional es el producto final del diseño de todas las áreas y unidas al final; es decir, no solo se podrá apreciar el posible producto final, también será posible apreciar ciertos errores que pueden ser corregidos.

Estos errores pueden presentarse en forma de interferencias entre los modelos unidos (Fig. 31); un claro ejemplo es la detección de interferencias entre el sistema estructural y el sistema de instalaciones sanitarias o eléctricas; en consecuencia, se obtienen algunos elementos intersectados e impidiendo el trabajo del sistema en su totalidad. El problema

de las interferencias se observan al momento de la construcción del proyecto, es por ello que es necesario contar con un modelo digital 3D correctamente estructurado.

Vladimir, (2012) menciona:

Cada una de las fases del modelado en BIM requiere de una revisión analítica del diseño del proyecto con el fin de identificar incompatibilidades y errores de coordinación interdisciplinaria entre los planos, con ello se generan fichas de observaciones que deben ser reportados a los proyectistas involucrados. Al final de este proceso de revisión e identificación de interferencias, se tiene que realimentar y actualizar la información de los modelos BIM afectados a fin de levantar los conflictos y generar un feedback (p. 3).

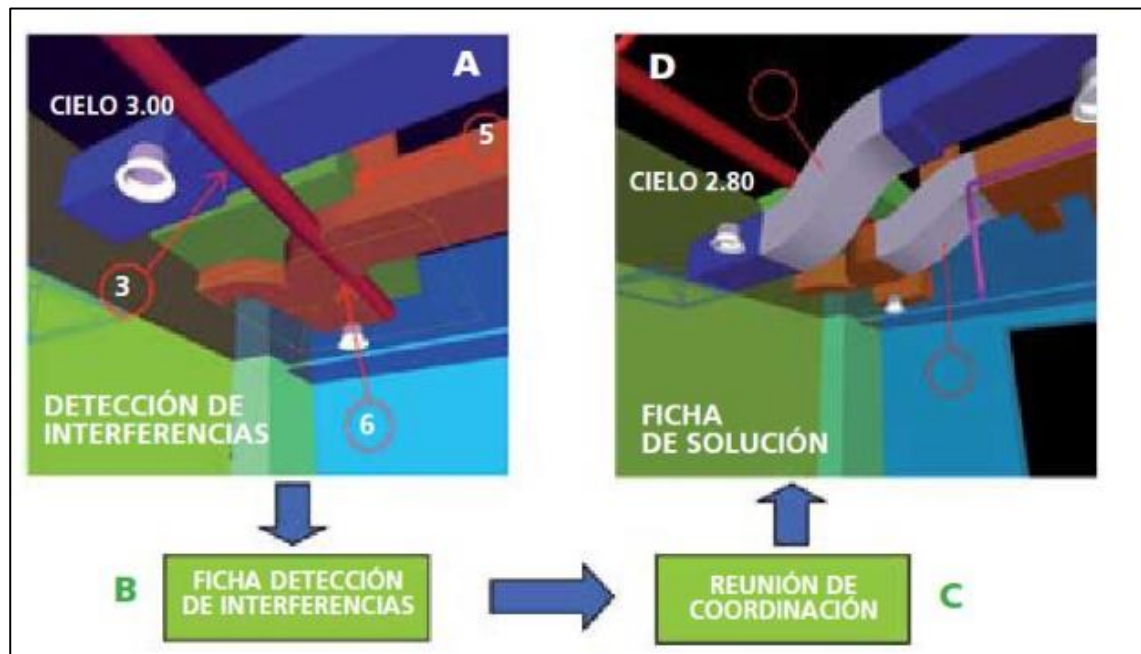


Figura 31: Interferencia entre viga estructural y la conexión mecánica del sistema de aire acondicionado.

Fuente: Modelado en BIM 3D Y 4D para la construcción: Caso Proyecto Universidad del Pacifico, Ing. Alcántara

Rojas P. Vladimir.

Para entender lo mencionado líneas arriba, se debe pensar que al empezar a estructurar y compartir la información, nos estamos moviendo a un nivel nuevo. Es decir, el trabajo que se desea es un modelo 3D, pero se sabe que hay un uso mayor de las normas y códigos asociadas a elementos de construcción en el nivel 1. Dicho de otra manera, la información estructurada se presenta en diversas formas, desde modelos paramétricos de objetos tales como: muebles, sillas, puertas y ventanas. Hasta convertirse en un modelo de uso compartido de múltiples propósitos.

Finalmente, un modelo BIM compartido es el producto de todos los profesionales responsables del diseño del proyecto, incluyendo a todas las áreas que componen los diseños (Choclán Gámez, Soler Severino, & Gonzáles Márquez, 2015). Este grupo de trabajo tiene la posibilidad de agregar, quitar y modificar los diseños a lo largo del proyecto; considerando las recomendaciones de todo el grupo de trabajo, a todo esto se le conoce como trabajo colaborativo.

### **3.7.2. Estandarización de los procesos BIM**

La implementación de estándares BIM deben ser creados y aplicados por las empresas que desean adoptar esta metodología de trabajo. Estos estándares deben cumplir ciertos códigos que son establecidos por las normas; en consecuencia, es necesario cumplir con ciertos requerimientos para un adecuado entendimiento.

Los estándares internos deben de ser creados en base a las necesidades de la empresa, con la finalidad de garantizar un trabajo colaborativo entre los profesionales que conforman dicha empresa. Hecha esta observación, es posible establecer normas para un proyecto en particular, con el objetivo de garantizar un adecuado desempeño. Las normas que se pueden tomar en cuenta son:

- Un correcto uso de identificadores únicos para cada tipo de elementos.
- El uso de etiquetas claramente entendibles para cada tipo de elementos.
- Definir una sola forma de comunicación e intercambio de información, como el formato IFC
- Contar con la norma interna de la empresa, para definir parámetros, diseños, etiquetas, materiales, etc.
- La empresa deberá contar con un amplio catálogo de modelos que se usaran, ya sean familias de muebles, ventanas, puertas, tuberías, etc.
- Contar con una norma interna de trabajo colaborativo, indicando la forma correcta de trabajar en grupo.

### **3.8. ESTÁNDARES BIM EXISTENTES**

#### **3.8.1. Normativa del uso de BIM en Perú**

Para la aplicación de diseños, modelos y procesos es necesario documentos que sustenten la valides de los métodos aplicados; por lo tanto, es necesario el apoyo

lineamientos tales como: estándares, normativas, reglamentos y guías según cada país. Cabe agregar que en el Perú aún no existe normativa legalmente aprobada que someta el uso del BIM, para el empleo en proyectos de construcción, tampoco guías para poder realizar el modelamiento o el nivel de detalle necesario para los proyectos.

Por la falta de una normativa peruana sobre BIM se conformó un comité BIM en el Perú, este comité viene elaborando y desarrollando estándares que se regirán en el uso de la metodología BIM en el Perú; para ser empleados tanto en el sector público como en el sector privado. En un esfuerzo por estandarizar BIM en nuestro medio la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), por medio de su Comité BIM, viene preparado una serie de documentos denominados protocolos BIM; por lo tanto, estos documentos serán usados como la base para el desarrollo de proyectos utilizando esta metodología en el futuro.

A manera de resumen, los nuevos protocolos BIM aseguran que toda empresa, profesional o personas que estén involucradas en los procesos de construcción tengan una herramienta base; al momento de compartir información esta sea consistente entre todos los usuarios, permitiendo así que el intercambio y reúso de información sea eficiente. Así mismo, permitirán ser usados como referencia base para la licitación y/o concurso de proyectos públicos en los cuales el BIM sea un requerimiento.

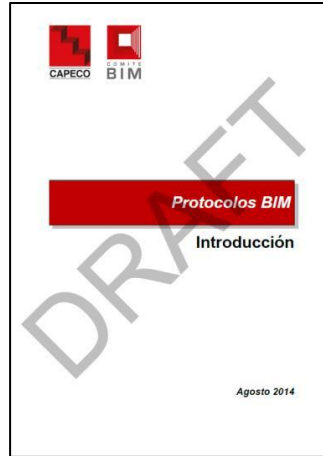


Figura 32: Desarrollo de protocolos BIM en Perú.

Fuente: Protocolos BIM, CAPECO

### **3.8.2. Normativa del uso de BIM en Estados Unidos**

Uno de los países pioneros en el uso de la metodología BIM fue Estados Unidos, publico una de las primeras normativas para instalaciones de carácter pública, esta norma fue la Texas Facilities Commission (TFC). Perteneciente a un organismo del estado de Texas, se encargaba de supervisar el desarrollo inmobiliario en el estado. La TFC ha sido muy exigente y exhaustiva en el desarrollo de esta normativa, por lo que intento estandarizar los parámetros geográficos e información de la construcción.

La metodología BIM de diseño, nuevo para su época consistió en modelos 3D correctamente coordinados con suficiente información; es decir, la normativa brindaba a los profesionales de la TFC una detallada capacidad de explorar claros conceptos de modelado y diseño en modelos digitales 3D. La información era de suma importancia antes de iniciar el proyecto, permitiendo encontrar posibles errores para identificar y



reducir costos de interferencia en el diseño. Pues es facilita trabajar de una manera más colaborativa para producir un proyecto más eficaz.

Posteriormente se creó la actual normativa que regiría sobre el adecuado uso de la metodología BIM en todo el país, dando lugar a la “National BIM Standard-United States” desarrollado por el instituto nacional de ciencias de la construcción (National Institute of BUILDING SCIENCES). La normativa exigía el uso de la metodología para todo tipo de proyecto relacionado con los proyectos públicos y privados.

Según la National Institute of BUILDING SCIENCES menciona: Al utilizar BIM como almacén de información, casi toda la información que un propietario necesita sobre una instalación a lo largo de su vida, puede estar disponible digitalmente. El desafío actual es que la industria todavía no cuenta con los estándares abiertos y la infraestructura para capturar, organizar, distribuir y extraer esa información. Los objetivo de la National Institute of Building Sciences buildingSMART Alliance® es establecer, a través del proyecto NBIMS-US™, el estándar y la estructura necesarios para que los usuarios finales puedan usar BIM; por lo tanto, esta normativa es necesaria para poder acceder a la información de una manera más eficiente.

Para la National Institute of Building Sciences, Building Information Modeling (BIM) se ha convertido en una herramienta muy valiosa en algunos sectores de la industria de instalaciones de capital. Sin embargo, en el uso actual, las tecnologías BIM tienden a aplicarse dentro de las funciones empresariales, integradas verticalmente en lugar de

horizontalmente en todo el ciclo de vida de una instalación. Aunque el término BIM se usa rutinariamente en el contexto de aplicaciones integradas verticalmente, el Comité NBIMS ha elegido continuar usando este término familiar mientras se desarrolla la definición y el uso, con la finalidad de representar la información de una construcción integrada horizontalmente. Asimismo, se recopila y aplica a lo largo de todo el ciclo de vida de la instalación, permitiendo el intercambio de información utilizando tecnología abierta e interoperable para modelos empresariales, funcionales y físicos, y soporte y operaciones de procesos.

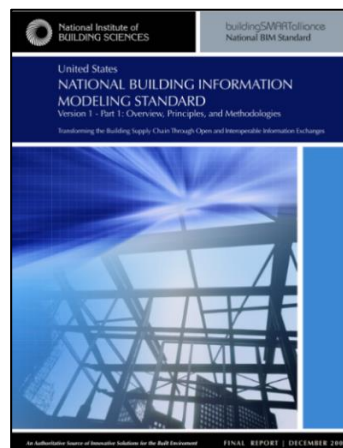


Figura 33: Código United States National Building Information Modeling Standard

Fuente: National Institute of Building Sciences.

### 3.8.3. Normativa del uso de BIM en España

España al igual que la mayoría de países europeos inicio un proceso de formalización del uso de las metodologías BIM, en el año 2011 se presentó el primero estándar BIM para España y fue llamado FIDE (Formato de Intercambio de Datos de la Edificación). Esta normativa nace como una solución antes la necesidad de intercambio de

información, y entre todos los agentes que participan en un proyecto de una edificación a lo largo de toda la vida útil.

La normativa FIDE establece exigencias que tienen que cumplir los edificios en relación a los requisitos de seguridad y habitabilidad; este formato no es un formato privado, sino que es un modelo público y abierto. FIDE no es una aplicación BIM ni un tipo de software de control, sino que es una herramienta que establecerá una metodología de intercambios de información entre los agentes que diseñaron el proyecto y las entidades públicas competentes.

Para entender las exigencias que se requieren para la aplicación de BIM en edificación para España, describiremos los requerimientos que la norma solicita:

- Una descripción de la edificación a diseñar: En este punto la norma exige datos como la información administrativa, función de la edificación, estructura principal, ciclo de vida y situación geográfica.
- Personal influyente: Es necesario la descripción de las funciones del personal u organización que intervendrá de alguna manera en el ciclo de vida de la edificación, ya sea en su diseño, construcción y mantenimiento de la estructura.
- Elementos constructivos: Fide exige la descripción detallada de la información de los elementos que compondrá la estructura, tales como: ventanas, puertas, escaleras, rampas, barandas, pintura, cerámica, pisos, muros, vigas, columnas (pilares), instalaciones, etc.

Posteriormente a la normativa FIDE, en 2015 España crea la “Comisión BIM” la cual establece una hoja de ruta que convertiría el uso de la metodología BIM en obligatorio para toda licitación pública. El 10 de noviembre del 2017 el ministro Iñigo de la Serna anuncia el uso obligatorio de la metodología BIM, donde exige el uso para licitaciones públicas que regirá en el año 2018 para edificaciones públicas y en 2019 para infraestructura públicas.

Por otro lado, España cuenta con guías fundamentales para la elaboración efectiva de modelos de información de construcción, a modo de guía de usuario estándar. Esta guía es una adaptación del COBIM procedente del país de Finlandia (Common BIM Requirements 2012), que fue elaborado por el instituto Building Smart Finland en el 2012, y que fueron adaptadas según la normas españolas.



Figura 34: Guía de usuarios BIM España.

Fuente: Asociación BuildingSMART Spanish Chapter (2014).

### 3.8.4. Normativa del uso de BIM en Chile:

El país vecino de Chile elaboro documentos en respuesta al resultado de proyectos de innovación, impulsado por el Ministerio de Obras Publicas a través de fondos públicos concursables (Concurso Innovación y Creatividad 2012). Con la finalidad de definir conceptos, requerimientos, métodos y ejemplos acerca del uso de las tecnologías BIM.



Figura 35: Términos de referencia para el uso de modelos BIM – Chile

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (MOP) – Chile 2012.

### 3.8.5. Normativa del uso de BIM en Argentina:

El país sudamericano de Argentina es uno de los primeros, después de Chile, en proponer estándares para el uso de la metodología BIM. Por el momento el documento aun no es aprobado y está en fase de propuesta abierta al público, a fin de recolectar críticas, sugerencias y propuestas. Fue una iniciativa propuesta por el Bim Forum Argentina (BFA), donde intenta expresar las mejores prácticas reveladas hasta el momento respecto a la aplicación de BIM.

### **3.8.6. Estándares Internacionales ISO 29481-1, Año 2016 para metodología BIM:**

La norma ISO 29481-1: 2016 tiene por objeto facilitar la interoperabilidad entre las aplicaciones de software utilizados, es decir, en todas las etapas del ciclo de vida de la edificación, incluida la información, diseño, documentación, construcción, operación, mantenimiento y la demolición de la estructura. Promueve la colaboración digital entre los actores en el proceso de construcción y proporciona una base para el intercambio de información precisa, confiable, repetible y de alta calidad.

### **3.9. NIVELES DE DESARROLLO DE UN MODELO BIM**

Todo modelo creado en una plataforma BIM es el resultado de la creación de objetos y elementos que son necesarios para la creación del modelo digital final, cabe resaltar que estos elementos creados son abstractos. Es por ello que es necesario crear niveles de detallado para definir el proyecto.

Los niveles de detallado dependerán del propósito o finalidad que se le desea brindar al proyecto (Alonso Madrid, 2014). Por lo tanto, es necesario definir las metas para cada modelo o elemento, ya que en función al propósito el modelo se requerirá de una mayor o menor cantidad de información. También es posible asociar diferentes etapas de desarrollo y construcción para las fases que componen el proyecto.

Para definir los niveles de información que requieren los elementos, se emplea una clasificación internacional llamada niveles de desarrollo (Level of Development, LOD). Alonso Madrid, (2014) Menciona: El nivel de detalle (Level of Detail) se corresponde a la evolución lineal de cantidad y riqueza de información de un proceso constructivo; siempre aumenta con el tiempo y se refiere al modelo de proyecto, los costes/presupuestos y la planificación temporal. Inicialmente definida por la empresa Vico (Actualmente dentro del grupo Trimble y originalmente vinculada a Graphisoft) convive con dificultad y dando lugar a errores de interpretación con el acrónimo LOD del nivel de desarrollo. (p. 41).

Sin embargo, el AIA (American Institute of Architects) decidió que este sistema de detalle (Level of Development) era una buena opción para valorar tanto la cantidad como la calidad de la información contenida en un modelo BIM. En la figura 36 se puede apreciar la descripción visual de los niveles de detalles establecidos por el AIA.

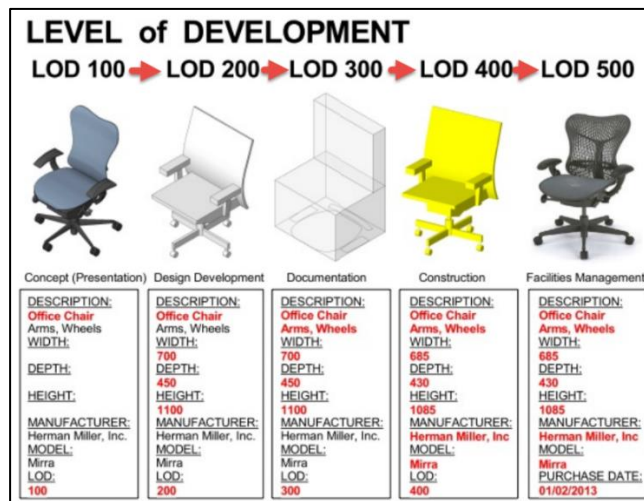


Figura 36: Niveles de detalle LOD según el AIA.

Fuente: Level of Development Specification, BIM FORUM 2014.

Aclarado el tema de niveles de detalle, procederemos a describir los principales LOD, según los tipos y escalas:

**LOD 100:** Los elementos, objetos y modelos creados con un nivel de detalle 100 (LOD 100) son diseño conceptuales; el modelo adopta una visión general y no contiene mucha información. La información que se considera en este nivel es básicamente forma, información descriptiva, localización y orientación. Muchos elementos y objetos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto.

**LOD 200:** Este nivel aporta una visión general con ciertas magnitudes, los elementos del modelo presenta sistemas genéricos con información básica sobre las dimensiones, es decir, presentan datos aproximados sobre tamaño, forma, alto, ancho, localización y orientación. Este nivel no se diferencia mucho del nivel LOD 100.

**LOD 300:** En este nivel encontramos elementos con información y geometría precisa, siempre considerando algún detalle constructivo en específico, el nivel de información permite generar documentos convencionales que componen un proyecto; es decir, toda su justificación técnica y normativa, el presupuesto estimado, los materiales y la programación inicial por unidad de elemento.

**LOD 400:** Este nivel presenta el detalle necesario para la fabricación o elaboración del elemento, contiene información de precisión exacta respecto a las mediciones de los elementos. Además de los detalles del nivel LOD 300 ya descritos, este nivel presenta



toda la información sobre su proceso de fabricación, montaje, ensamblaje y detalles técnicos; que serán necesarios en el proyecto final. La información que contienen cada uno de los elementos se consideran representaciones virtuales de la realidad constructiva, cabe mencionar que se considera información sobre el presupuesto, la programación y la elaboración del elemento.

**LOD 500**: El último nivel de desarrollo representa la visualización del elemento una vez concluida su construcción, pero aún podrían existirse posibles modificaciones debido a los procesos constructivos, en otras palabras, consiste en lo que actualmente se conoce con el término “as-built”. Este es el nivel de modelado que se necesita para una correcta gestión del proyecto, requiere de una definición geométrica con bastante detalle, así como posición, pertenecía a un sistema constructivo, información de cantidades, ubicación y orientación. El criterio válido será definido por la propiedad y las normativas correspondientes, la información de este nivel sustituye a las equivalentes de otros niveles inferiores en todos los casos. Los elementos modelados en este nivel pueden estar definidos a nivel LOD 500 sin haber sido hechos en niveles inferiores.

### **3.10. DIMENSIONES APLICADOS AL USO DE BIM**

El proceso de la integración de la metodología BIM abarca muchos campos de los trabajos convencionales. Por ejemplo, en las áreas de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, etc. BIM no solo abarca definiciones geométricas y propiedades, sino que también se extiende en diversos campos en la

construcción; que pueden estar relacionado al presupuesto, programación, creaciones de fases, análisis energético, futuros mantenimientos, etc.

Los procesos que requieren de un importante trabajo previo a la elaboración, sin obtener resultados inmediatos, son apreciados al momento de la ejecución del proyecto o por los usuarios más exigentes. Como sabemos la integración de la información en los elementos creados, y la interoperabilidad entre aplicaciones BIM, permite al grupo de trabajo relacionar procesos y actividades de una manera repetitiva y predefinida; en consecuencia, permite elaborar una mejor documentación del proyecto. Asimismo, es posible obtener un mejor producto al terminar el proyecto. Pero existen casos particulares donde se necesita la máxima eficiencia, con la finalidad de poder aplicar lo creado y lograr llevarlo a la realidad, de esta necesidad nace la idea de incorporar dimensiones al modelo inicial.

### **3.10.1. Dimensión en el plano, BIM 2D**

Para representar una idea es necesario contar con un medio que explique la idea, ya sea una gráfica o un texto, el cual describirá qué es lo que se desea realizar. En este punto es donde las representaciones en 2D tienen gran incidencia en la elaboración de diseños y modelos.

En la metodología BIM, la dimensión plana consiste en obtener la planimetría aproximada de la edificación o proyecto que se desea realizar, para posteriormente ser utilizado como información básica para el proyecto. La información no requiere de mucho

detalle para el diseño, ya que contiene información básica como perímetros y áreas de la planta. Los softwares BIM limitan el proceso de la construcción, es decir, que en vez de realizar dibujos en 2D se construyan los diseños en forma virtual. Creando modelos con los elementos que ya están definidos en la realidad, tales como columnas, vigas, puertas, ventanas, etc. Esta facilidad permite a los diseñadores crear el modelo de visualización, teniendo en cuenta como se visualizara al ser construido.

### **3.10.2. Dimensión tridimensional, BIM 3D**

Esta dimensión es la más atractiva y casi novedosa de la metodología BIM, debido a la aparición de softwares de modelado que realizan visualizaciones en tres dimensiones, pues el uso de BIM fundamenta la creación de modelos virtuales tridimensionales, donde se plasman todos los elementos que conforman el diseño. Los elementos poseen geometría real y cuentan con una definición exacta según el nivel de detalle deseado. Además podemos generar vistas reales de los diseños; dicho de otro modo, permite visualizar de manera virtual como quedara el proyecto al ser culminado.

### **3.10.3. Análisis de la programación temporal, BIM 4D**

Es uno de los avances más recientes e importantes en la aplicación de BIM, debido a que introduce una nueva dimensión. La nueva dimensión es denominada BIM-4D, y permite integrar el parámetro del tiempo en el proceso. En relación con este último, los modelos digitales poseen toda la información sobre el diseño y elementos que lo

conforman, además es posible gestionar todo los elementos del proyecto para ser controlados hasta llegar a finalizarlo.

Fernández, Ríos, & Marreros (2016) Menciona: Un modelo BIM 4D se basa en la vinculación de las tareas de construcción programadas en un calendario de obra con un modelo 3D que permita crear una simulación visual de la secuencia constructiva de un proyecto, donde la cuarta dimensión que se hace referencia es el tiempo de las actividades a realizar durante la ejecución de este. (p. 47).

La incorporación del tiempo en el modelo digital de la información define la programación BIM-4D, que deriva de la geometría BIM-3D optimizando los recursos y elementos. A partir de la geometría de los elementos que componen el proyecto, se extraen parámetros como cantidades de recursos. Posteriormente es posible aplicar una secuencia de actividades a desarrollar en el proyecto, considerando mano de obra, subcontratos y optimización de recursos. Debido a ello se crea una programación optimizada para el proyecto. Este proceso es de gran utilidad para realizar una adecuada gestión del proyecto.

#### **3.10.4. Incorporación de costos y presupuestos, BIM 5D**

En esta dimensión se incorpora el coste de las actividades, que se necesitaran para realizar el proyecto, generando la posibilidad de obtener una medición exacta de los costos de cada actividad o fase para el proyecto. (Fernández et al., 2016) menciona: BIM beneficia de forma significativa a los profesionales y facilita el cálculo de cantidades de

obra, esto es razonable ya que los modelos BIM representan una fuente de información acorde a su geometría, tienen asociados distintos parámetros de cantidades de materiales que pueden ser extraídos del modelo BIM, generando hojas de reporte de las principales partidas de un presupuesto reduciendo de manera considerable el tiempo, horas hombre, invertido en metrar de la forma tradicional. (p. 48).

El procedimiento para llegar a esta dimensión comienza desde la conceptualización de la idea en un formato en 2D, donde se inicia el procedimiento para realizar el diseño del modelo en 3D. Luego la información se coordina para poder realizar las mediciones respectivas de los recursos, posteriormente secuenciar los trabajos obteniendo en la dimensión 4D. A continuación se describirá una estimación del costo que será necesario para llegar a realizar el proyecto, alcanzando así la quinta dimensión del BIM.

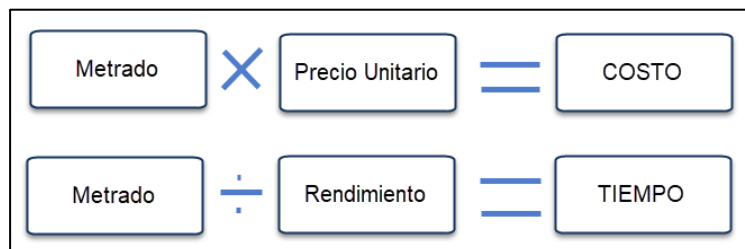


Figura 37: Conceptos básicos del costo y rendimiento

Fuente: Propia.

Existen aplicaciones que sirven como herramientas para los softwares BIM, tal es el caso de Autodesk Quantity Takeoff, SkyBIM, Presto, sistema s10, etc. Que son de gran utilidad al momento de llegar a este nivel de trabajo. Es posible que BIM-5D no sea solo una estimación del costo basada en un modelo, es una nueva forma de trabajar con los

profesionales encargados del proyecto y los clientes, pues abarca una gran cantidad de información que permite visualizar el proyecto para poder llevarlo a la realidad.

### **3.10.5. Certificaciones energéticas y de Sostenibilidad, BIM 6D**

Este nivel se aplica para proyectos que pueden contar con una cierta auto-sostenibilidad, en la mayoría de casos son respecto a los edificios, esta clase de proyectos tienen ciertos impactos ambientales, económicos y sociales que se producen en todas las etapas del ciclo de vida de la edificación. Según la organización de normalización ASTM, explicada en la norma E2114, describe como proyecto sostenible como aquella edificación que brinda los requisitos de rendimiento de construcción especificados y al mismo tiempo minimiza la perturbación; mejorando el funcionamiento de los ecosistemas, tanto durante como después de su construcción y su ciclo de vida.

Una edificación sostenible posee ciertas características, tales como: optimizar la eficiencia en la gestión de recursos, optimizar el rendimiento operativo, minimizar riesgos para la salud y medio ambiente. La sexta dimensión de la metodología BIM nos brinda la oportunidad de entender el comportamiento de la edificación proyectada, antes de que se tomen las decisiones más importantes por los diseñadores. Los análisis nos permiten crear iteraciones respecto a los materiales utilizados, el impacto ambiental, analizar la huella de carbono, etc.

### **3.10.6. Gestión del ciclo de vida, Mantenimiento y operaciones, BIM 7D**

El ciclo de vida de una edificación abarca el tiempo desde la concepción de la edificación hasta su demolición, para dar inicio a nuevos proyectos en el futuro. Entendiendo el concepto de ciclo de vida nace la séptima dimensión, siendo la dimensión más duradera pese a ser el campo menos desarrollado durante el desarrollo de un proyecto de construcción. En esta dimensión se analiza la fase de operaciones que tendrá el edificio en todo su ciclo de vida, así también organizar la distribución de espacios, los cambios posteriores, la administración de mantenimiento de almacenes, el manejo y control de repuestos y la fase de demolición.

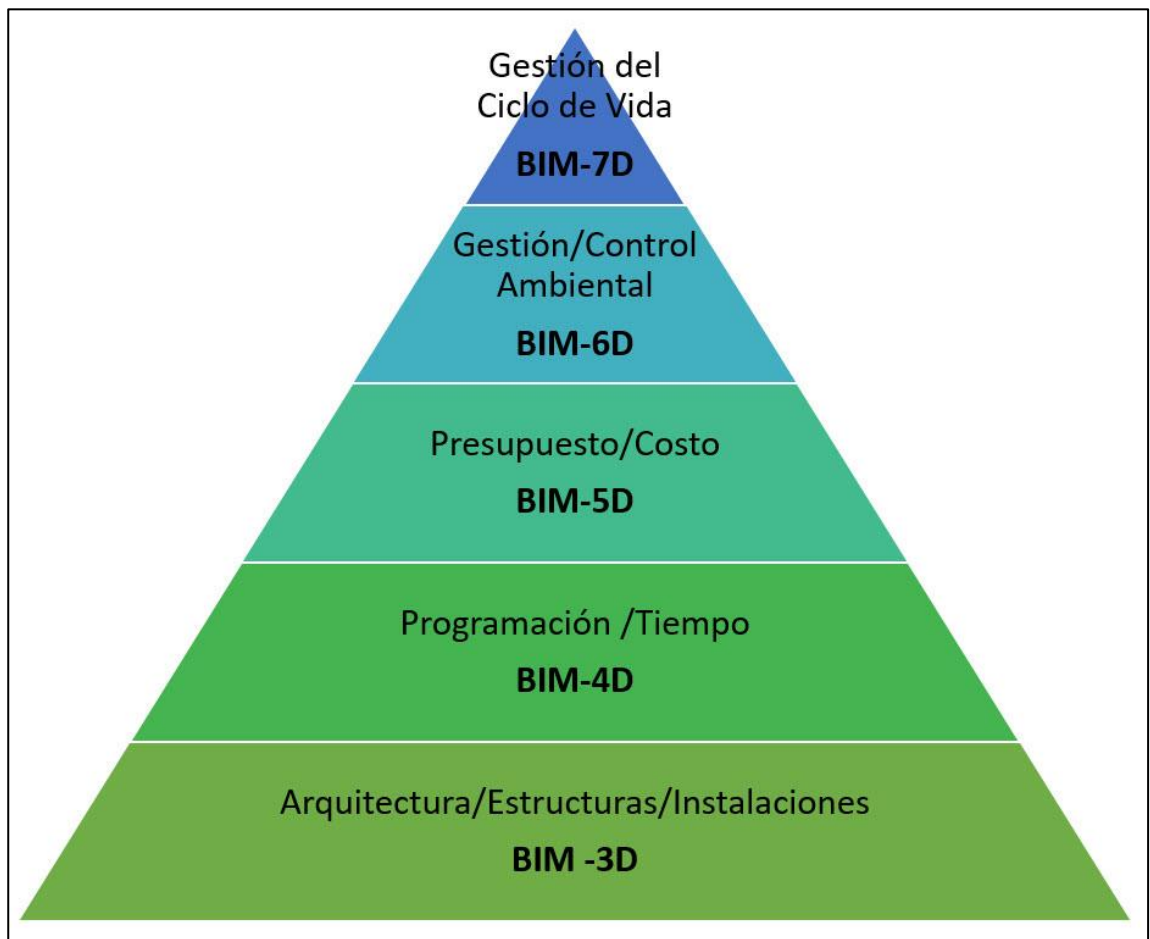


Figura 38: Pirámide Conceptual de las escalas que comprende la metodología BIM

Fuente: Propia

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGIA**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN:**

Aclarado las bases teóricas sobre esta nueva metodología de trabajo aplicado a proyectos en general y con mayor énfasis en proyectos de edificaciones. El objetivo principal que se busca en esta tesis es la respuesta a prueba de la aplicación de la tecnología BIM para el control de la información del proyecto. Actualmente a nivel local, los proyecto son diseñados y gestionados empleando planimetría 2D, pero gracias a la introducción de la metodología BIM es posible gestionar todas las actividades y operaciones de mantenimiento a partir del modelo digital tridimensional.

Como se mencionó en el **CAPITULO III**, la metodología BIM es un modelo de información del proyecto, donde se le aplica al modelo tridimensional. Es decir, toda la información que se necesita para realizar el proyecto; además, al mismo tiempo obtener la gestión adecuada para el mantenimiento en todo su ciclo de vida. Lo cual demuestra una gran ventaja respecto a la metodología tradicional CAD, al mismo tiempo se generaba un conjunto de archivos que con el tiempo se desorganizan y se pierden al momento de realizar cambios en el proyecto.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el modelo digital tridimensional brinda la posibilidad de recrear la realidad del proyecto, según el nivel de detalle deseado, logrando obtener desde la maqueta final de arquitectura hasta los extintores en cada piso, por poner



un ejemplo. El nivel de detalle final del proyecto varía según la función del proyecto, por ejemplo, se necesita un nivel de detalle alto para una edificación destinada a oficinas en comparación a una edificación destinada a almacenes; además es necesario el criterio del cliente que solicita el proyecto. Cabe resaltar que esta metodología también permite modelar edificios ya existentes, permitiendo gestionar los procesos de mantenimiento de edificaciones y su posterior demolición al terminar su ciclo de vida. De esta manera, se procederá a establecer la metodología BIM para el control de la información de un proyecto, permitiendo visualizar las ventajas ante el desarrollo del proyecto de manera tradicional.

Para la presente tesis se utilizó el plataforma Autodesk Revit en su versión 2017, tal y como se expone con mayor detalle en apartados posteriores del presente documento.

#### **4.2. CONTEXTO Y UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA**

Debido al enfoque que se le ha querido dar a la investigación, se ha elegido un edificio de gran importancia; donde sea clara la necesidad de la gestión de la información. Es decir, un edificio donde sea necesario un adecuado uso de los recursos y su posterior mantenimiento. Es por ello que se optó por una edificación perteneciente al campus de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Este edificio, así como todos los edificios pertenecientes a la institución universitaria necesitan contar con una información bien definida y planificada, con la finalidad de

realizar procesos de construcción y la gestión del mantenimiento en el futuro. Además de ser una edificación muy importante el proyecto debe estar correctamente documentado, ya que es posible realizar cambios respecto a las áreas destinadas a las aulas, nuevas aulas, remodelaciones, mantenimiento del mobiliario, mantenimiento de las instalaciones sanitarias, mantenimiento de las instalaciones eléctricas, mantenimiento de los ascensores, etc.

#### 4.2.1. POBLACIÓN

La población de estudio fue todas las nuevas estructuras en concreto armado en la ciudad universitaria perteneciente a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash, Perú.

#### 4.2.2. MUESTRA

Para esta investigación se consideró un muestreo no probabilístico, del tipo intencional. En base al criterio y la base teórica del investigador, se eligió como muestra el proyecto: “ampliación y mejoramiento de los servicios de aulas y de los servicios de soporte académico de la oficina general de estudios de la UNASAM”



Figura 39: Plano de planta general de la edificación.

Fuente: Estudio definitivo del proyecto

### 4.3. ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DEL TRABAJO:

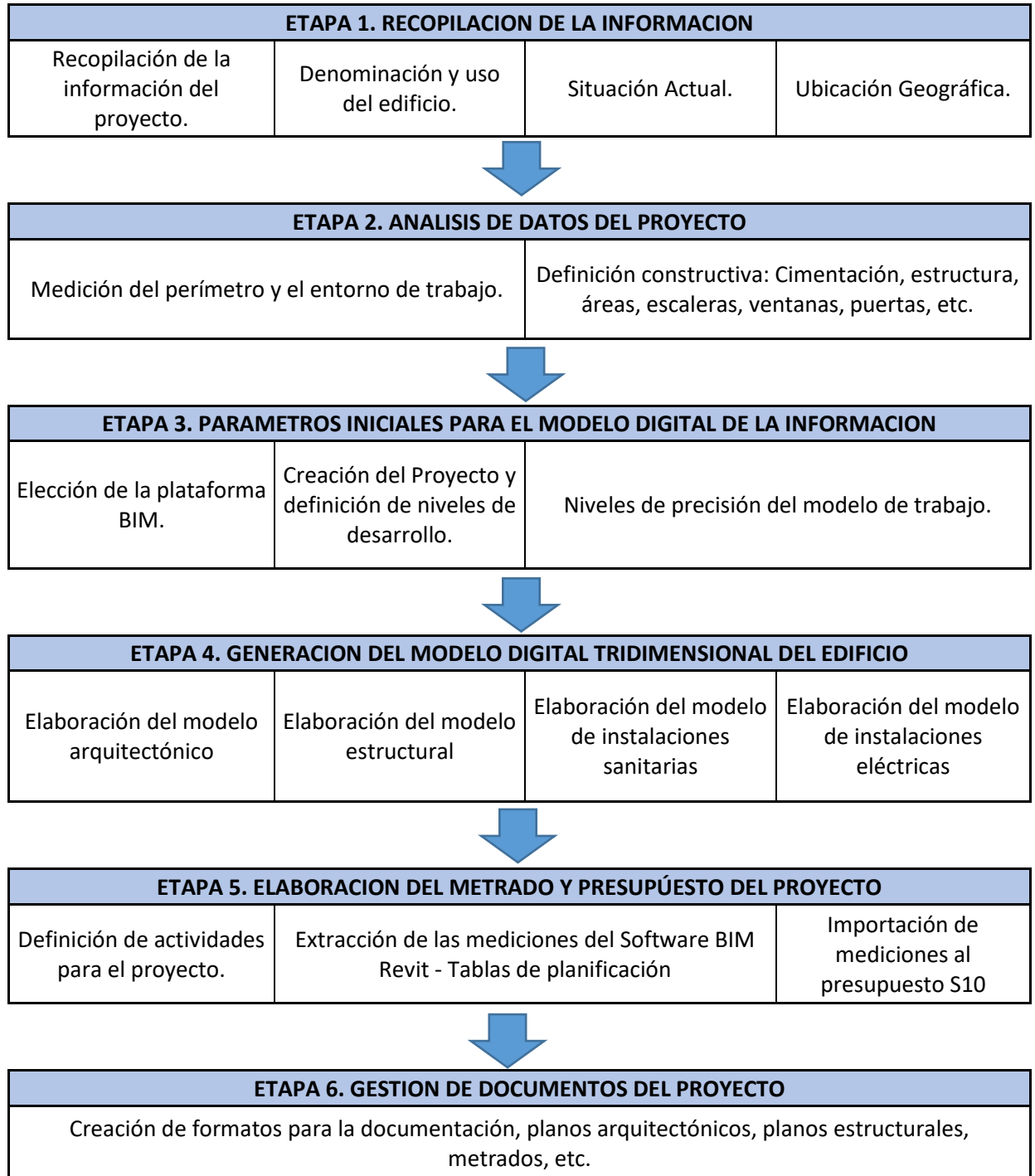


Figura 40: Esquema de trabajo propuesto para el proyecto.

Fuente: Propia, utilizada para el modelo de trabajo.

### 4.3.1. Etapa 1: Recopilación de la información

#### *Recopilación de la información del proyecto.*

Con el modelo de edificio elegido, se realizara una búsqueda de información sobre todo el proyecto con la finalidad de analizar las metas a las que se desean alcanzar. Una vez obtenida la información del proyecto, extraída directamente del estudio definitivo, se procede a procesar la información proporcionada en formatos CAD; que consiste en planos de planta baja, planos de pisos y algunos detalles (Fig. 41).

La información recopilada no posee grandes detalles como alzados o secciones que definan bien las alturas del edificio, además no trasmite una adecuada conceptualización de lo que se quiere hacer. En consecuencia, la falta de información trae como consecuencias la mala interpretación de lo que se desea realizar.

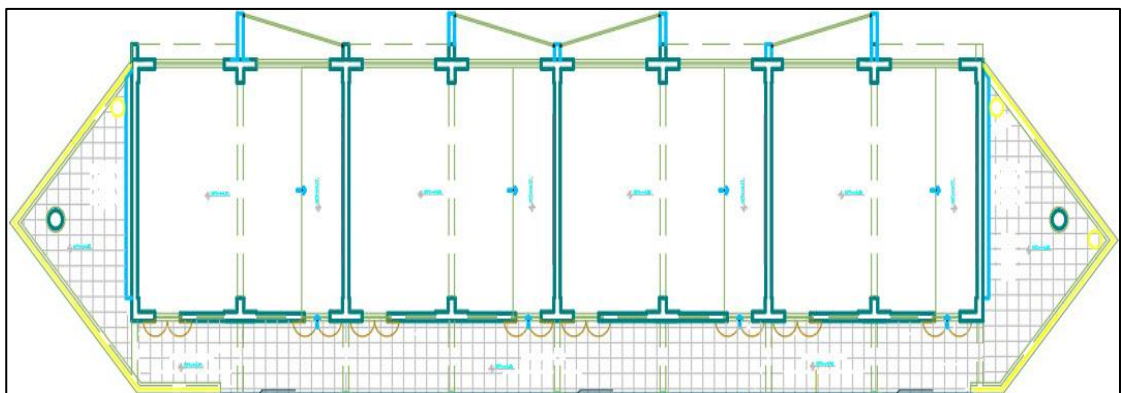


Figura 41: Bloque 1 del proyecto, destinado a las aulas universitarias.

Fuente: Estudio definitivo del proyecto

En el proceso constructivo del proyecto se realizaron cambios en las distintas etapas de la construcción, desde el nivel de la cimentación hasta detalles arquitectónicos. Estos cambios son planteados durante la etapa de construcción y no están consideradas en el estudio definitivo del proyecto, es por ello que la información de la documentación es muy importante para realizar cambios en la edificación. Por lo tanto, se debe encontrar los posibles errores antes de la construcción de la edificación; dicho de otro modo, es necesario anticipar los posibles conflictos que se puede encontrar antes de realizar la construcción, esto con la finalidad de optimizar el tiempo y recursos.

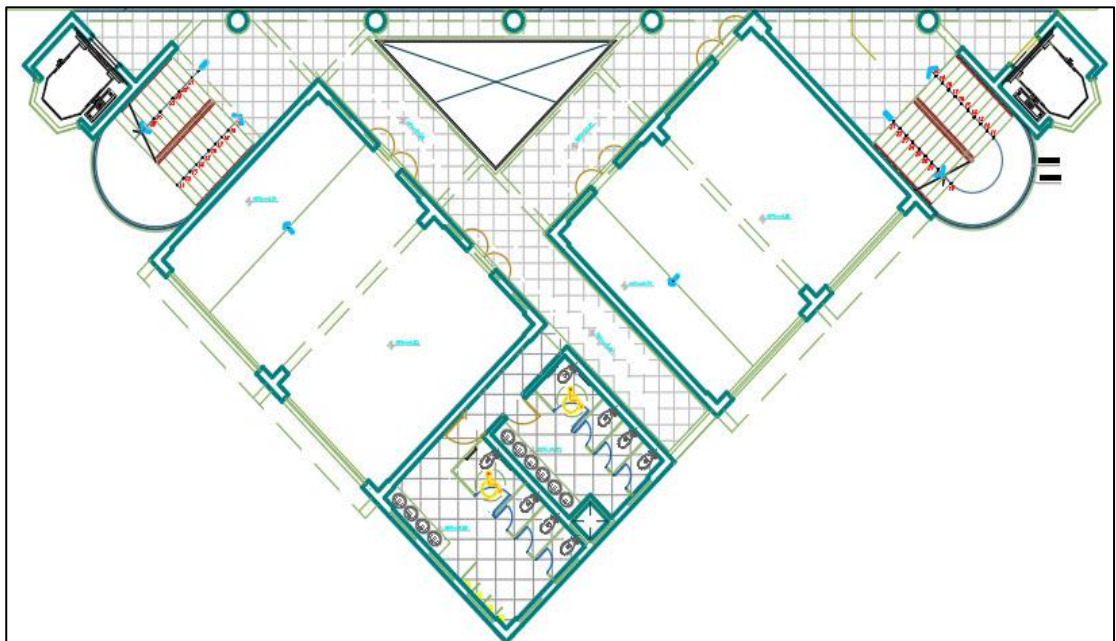


Figura 42: Bloque 2 del proyecto, destinado a las aulas universitarias.

Fuente: Estudio definitivo del proyecto

### ***Denominación y uso de la edificación.***

El edificio está destinado para el uso de la docencia universitaria, consta de numerosas aulas educativas que son destinadas para los alumnos que estudian las ciencias básicas. La edificación cuenta en cada nivel con salones universitarios, servicios higiénicos, sistema contra incendios, elevadores, etc.

En cuanto al uso y función del edificio, las primeras plantas están destinadas para el uso de aulas universitarias. Asimismo el último nivel será destinado a los servicios de soporte académico de la oficina general de estudios de la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo; de esta manera están distribuidos los siguientes ambientes en cada nivel:

- Aula 01.
- Aula 02.
- Aula 03.
- Aula 04.
- Aula 05.
- Aula 06.
- SS.HH.

Mientras en el último nivel se tendrán los siguientes niveles:

- Sala de reuniones.
- Sala de espera.

- Jefatura OGE.
- Secretaria general de archivos.
- Jefatura y servidores de datos para archivos y actas.

### ***Situación actual.***

El proyecto se encuentra culminado, y está en funcionamiento para el uso del alumnado perteneciente a las facultades de la universidad. La fachada del edificio está orientada hacia el norte, frente a la facultad de ingeniería civil y arquitectura, los accesos principales se encuentran en diferentes direcciones dentro del campus universitario.

Por otro lado, el edificio se encuentra rodeada por las vías vehiculares pertenecientes al campus de la universidad, y por el oeste con la avenida universitaria.



Figura 43: Distribución de las escuelas y facultades pertenecientes al campus universitario

Fuente: Google Maps, Ultimo Acceso 21-07-2018

### ***Ubicación Geográfica.***

El edificio en cuestión se encuentra en el campus de la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, en la ubicación descrita por las siguientes coordenadas geográficas.

*Este: 222776.97 m E.*

*Norte: 8946882.16 m S.*

*Cota 3097.321*

### **4.3.2. Etapa 2: Análisis de datos del proyecto**

#### ***Medición del perímetro y el entorno de trabajo.***

Las medidas de la edificación están plasmados en los estudios definitivos del proyecto, estas medidas fueron diseñadas por un arquitecto profesional. Los ambientes están diseñados para albergar aulas para la docencia universitaria, en la distribución en planta se cuenta con aulas, servicios higiénicos, pabellones, escaleras y balcones que sirven para la circulación de los alumnos y docentes.

Los datos obtenidos fueron extraídos de lectura del plano arquitectónico en planta, con el fin de servir como modelo base para iniciar nuestro modelo digital de información.



### ***Definición constructiva.***

En este punto del esquema de trabajo se aborda los posibles entregables que se tendrán según los diseños de los profesionales, según la especialidad de cada profesional. Por ejemplo, en el diseño estructural del proyecto el especialista define qué sistema se usará para el cálculo estructural. Es decir, previa coordinación entre los profesionales se decide los posibles entregables para el proyecto.

Los entregables pueden ser: sistemas estructurales, dimensiones de vigas y columnas, dimensiones de cimentaciones, tamaño de puertas, tamaño de ventanas, sistema de conexiones, tipo de diseño de escaleras, sistemas de agua contra incendios, sistemas de cableado eléctrico, sistemas sanitarios, etc. Estas definiciones se van puliendo en el transcurso del diseño del modelo del proyecto, es decir, pueden variar en el transcurso de los diseños.

### **4.3.3. Etapa 3: Parámetros iniciales para el modelo digital de la información.**

#### ***Elección de la plataforma BIM.***

En la actualidad existen diversas plataformas BIM, algunas más especializadas según el propósito que se desea. Por ejemplo, el software *Tekla Structures* está orientado a construcciones en acero, detallado de soldaduras y uniones con pernos. Otro claro ejemplo

de un Software BIM orientado a la construcción de carreteras urbanas y rurales es el software *Autodesk Infraworks*.

En este caso, se ha seleccionado la plataforma BIM Autodesk Revit en la versión 2017, las características de esta plataforma fueron descritas en el CAPITULO III. Esta plataforma de trabajo facilita el modelado del proyecto, está orientado a proyecto de edificaciones y posee herramientas que facilitan el proceso de detallado para cada disciplina de trabajo.

Se solicitó una versión gratuita para estudiantes de Autodesk Revit 2017, mediante la cual se tiene acceso a la totalidad de herramientas para realizar el modelo de nuestro proyecto.

#### ***Creación del proyecto y definición de niveles de desarrollo.***

Una vez elegida la plataforma BIM que se empleará para la elaboración del modelado del proyecto, se procederá a la explicación del procedimiento que comprende la metodología de trabajo para el programa en cuestión. Como se expone en el apartado anterior, el software elegido fue Revit en la versión 2017, que pertenece a la empresa Autodesk.

Como primer paso se deberá crear un nuevo proyecto utilizando una plantilla arquitectónica, dicha plantilla viene por defecto en el software, se procede a definir los

niveles de detalle para lograr diferenciar la importancia que se necesita. El nivel de desarrollo LOD de un proyecto y/o construcción es una base magnífica para determinar, con un alto grado de parametrización, el grado de madurez de cada elemento de este (Alonso Madrid, 2014). La ventaja de la definición del detalle, es la delimitación de los elementos que se crearan, tales como: muros, columnas, puertas, vigas, losas, cimentaciones, etc.

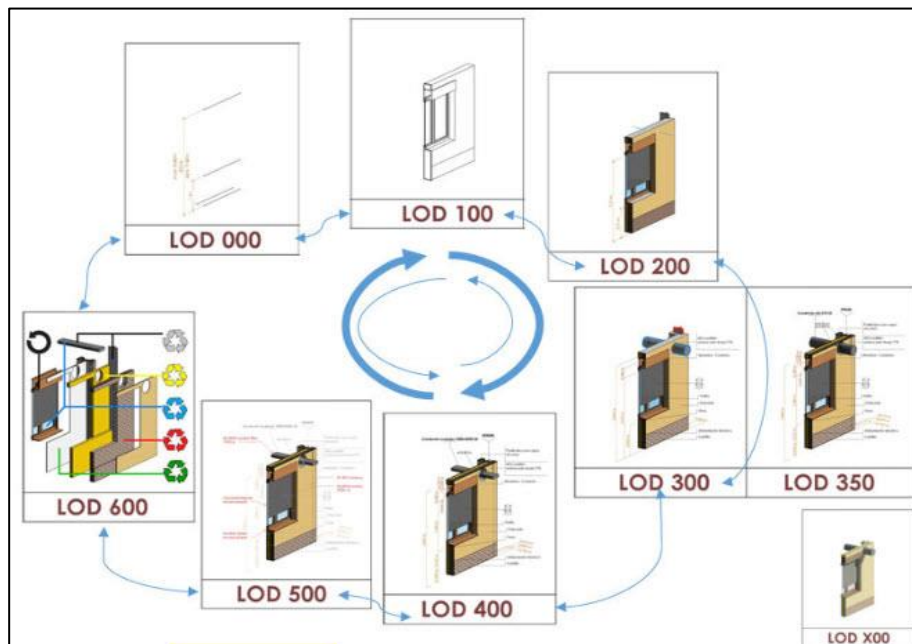


Figura 44: Definición de niveles de desarrollo

Fuente: Javier Alonso Madrid

Por ejemplo, se debe realizar el modelado con un detallado superior para los elementos de concreto armado, las uniones en vigas columnas necesitan mayores detalles debido a la importancia en edificaciones. Es necesario definir los niveles de desarrollo para cada elemento, el grado de niveles de detalle puede variar entre los niveles de desarrollo LOD (LOD 000 A LOD 600). Cabe resaltar que cada empresa y oficina debe contar formatos propios.

### ***Niveles de precisión del modelo del modelo de trabajo.***

Lo niveles de precisión y detalle están estipulados en los códigos y normas que se aplican en cada país, en el Perú aún no existe una normal respecto al uso de la metodología BIM, tal y como se explicó en el apartado 3.8.1; ante esta necesidad existen protocolos BIM que hasta la actualidad aún están en desarrollo. Estos protocolos están siendo elaborados por el comité BIM en el Perú, explican el nivel de detalle que deberá usarse para cada elemento que compone el proyecto, estos niveles de detalles fueron explicados en el apartado 3.9.

Ante el problema de no contar con una norma vigente en el Perú nos apoyaremos de los códigos de otros países, como la guía española uBIM, que detallan ciertos procesos que se deben llevar a cabo al momento de crear el modelo digital de la información de un proyecto. Esta guía cuenta con 13 partes donde menciona procesos y recomendaciones para un adecuado gestionamiento, la guía en la parte uBIM-02: estado actual, hace hincapié en el uso de un sistema de coordenadas y el uso adecuado de las unidades de medida, las orientaciones estarán basadas al levantamiento topográfico, y con respecto a las unidades de medidas se usará el sistema internacional (SI).

Las guías uBIM menciona niveles de precisión del modelo, donde recomienda ciertas tolerancias al momento de crear los elementos que componen el proyecto, ya que es posible que la geometría de los elementos sea inexacta debido a problemas, tales como, conexiones, geometría, traslapes, entrepisos, etc.

Las medidas de tolerancia dimensionales para un modelo actual son:

- 10 mm en esquinas y aristas de elementos constructivos.
- 25 mm en superficies como muros o suelos.
- 50 mm en estructuras viejas, irregulares, como cubiertas.

Dichas tolerancias se han cumplido en la medida posible en la elaboración del modelo digital tridimensional, teniendo en cuenta el levantamiento topográfico de las estructuras construidas y del área del nuevo proyecto. Sin embargo, existen ciertos parámetros que no podemos controlar, como es el caso del replanteo de los planos, en otras palabras, es posible que las medidas reales no reflejen el modelo digital.

Por otro lado, los elementos constructivos deben de tener un adecuado nivel de detalle según la función que cumplirán. En la Tabla 1 se muestra los niveles de detalle que debe alcanzar un elemento para poder transmitir la información al modelo digital de la información.

<b>Espacios</b>	
Superficie útil	Modeladas. Se añaden identificadores de espacio e información del estado actual.
<b>Elementos del emplazamiento.</b>	
<b>Modelo del emplazamiento</b>	
Superficie 3D	Modelada
Zonas pavimentadas y zonas verdes	Modeladas por separado de los sistemas de evacuación de aguas
Equipamientos del emplazamiento	Modelados. Ubicación e identificadores.
Construcciones en el emplazamiento	Modeladas
<b>Elementos constructivos</b>	
Forjados de suelos	Modelado si es visible
Conductos en niveles de suelos	Definido en las bases del proyecto
Entramado estructural	Modelado con detalles
Muros exteriores	Modelados con detalles y ornamentos
Ventanas	Modeladas, incluyendo marcos y hojas
Puertas exteriores	Modeladas, incluyendo hojas
Añadidos a fachada	Modelados
Cubiertas exteriores	Modeladas
Subestructuras de cubierta	Modeladas. Tolerancia pre-acordada en el proyecto.
Aleros	Modelados
tejadados	Modelados
Medidas de seguridad en cubiertas	Modelados
Estructuras en lucernarios	Modeladas
Claraboyas, escotillas y similares	Modeladas
<b>Elementos del espacio interior.</b>	
<b>La tolerancia debe acordarse en cada proyecto</b>	
Divisiones interiores	Modelado con detalles
Elementos en las superficies de techo	Modelados con detalles
Equipamiento de serie	Modelado del espacio de reserva
Aparatos sanitarios	Modelado
Hogares y chimeneas	Modelado exterior si es visible
<b>Instalaciones</b>	
<b>La tolerancia tiene que acordarse en las bases de proyecto</b>	
Instalaciones de fontanería	Definido por proyecto
Elementos de aire acondicionado	Definido por proyecto
Instalaciones eléctricas	Definido por proyecto
Instalaciones mecánicas habituales	Definido por proyecto
Ascensores	Cotas a ejes y modelado.

Tabla 1: Niveles de detalle para elementos constructivos, UBIM documento.

La tabla presentada por la guía uBIM muestra la necesidad del modelado para ciertos elementos, tal y como se aprecia en los requisitos, es necesario un modelo volumétrico de todos los niveles y elementos que se presentan en el proyecto con el detalle correspondiente de su información.

### ***Generación del modelo tridimensional de la información del proyecto.***

Para el procedimiento de la elaboración del modelo digital del proyecto se consideró los procesos constructivos, iniciando por los elementos que conforman las cimentaciones del edificio, posteriormente continuando con los elementos que conforman los entresijos y finalizando con el último nivel donde se encuentra las cubiertas. Para el modelamiento del proyecto, no se detallará los elementos que conforman las instalaciones mecánicas, puesto que es necesario el uso de elementos que solo los proveedores deben brindar; además, estos elementos podrían ser creados. Por otro lado, para una adecuada gestión y control es necesario contar con los elementos de modelamiento que brindan los mismos proveedores.

Cabe resaltar que para la elaboración de un proyecto, aplicando la metodología BIM, se necesita de ciertos formatos y coordinaciones entre los profesionales encargados del proyecto; con la finalidad de lograr una adecuada gestión del proyecto. La gestión de las actividades del modelado puede ser complementada con ciertos métodos de gestión de recursos, los cuales logran una adecuada optimización en la elaboración del proyecto. Este tema es un caso que no se estudiara en esa investigación debido a la complejidad de la implementación de la metodología BIM en una empresa, este es un caso de estudio que implica mayor detalle y en qué empresa se debe implementarlo debido a su organización, áreas, funciones, etc. El procedimiento de modelado del proyecto se muestra en el siguiente esquema de trabajo:

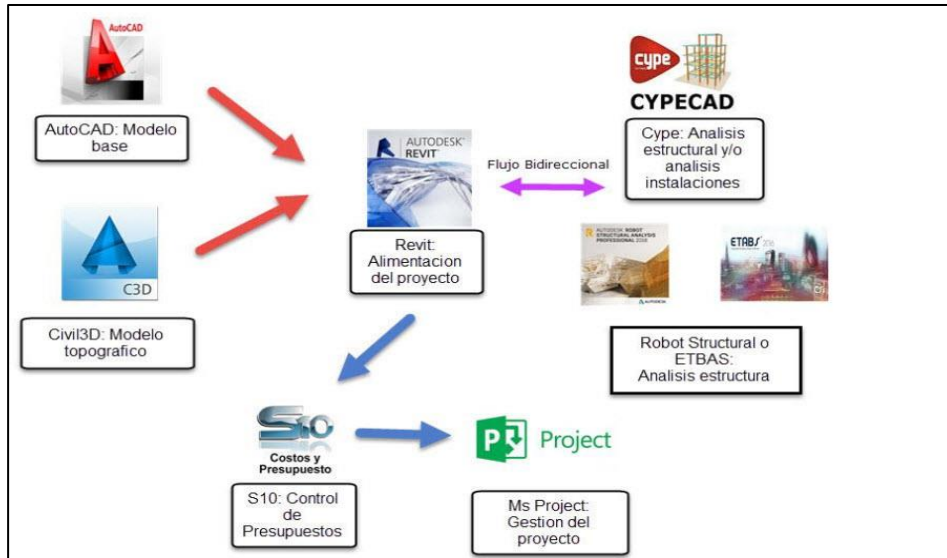


Figura 45: Esquema de trabajo para el modelado del proyecto.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

#### 4.3.4. Etapa 4: Generación del modelo digital tridimensional del edificio

##### *Elaboración del modelo arquitectónico:*

El modelado del edificio se inició en el área de arquitectura, el procedimiento comienza elaborando un plano de planta en 2D; por lo tanto, es necesario apoyarnos del AutoCAD, elaborando un plano de planta típico y posteriormente comenzar la creación de los elementos de arquitectura. Una vez terminada el plano de planta en formato DWG se procede a importarlo a la plataforma BIM (Fig. 46), para nuestro caso la plataforma elegida es el Software Revit en la versión 2017.



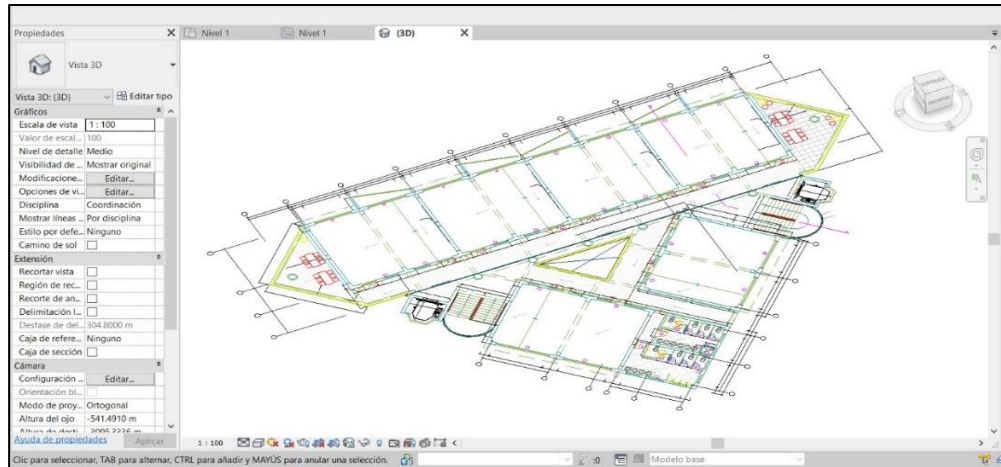


Figura 46: Plano de plata importado al software Revit 2017.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Este modelo del plano de planta sirve como guía para comenzar a crear los elementos que componen el edificio en el área de arquitectura; en otras palabras, el primer modelo que se creara será el modelo arquitectónico del proyecto, debido a que los niveles de entepiso ya se definieron se procede a la creación de los elementos siguiendo como modelo base el archivo DWG previamente importado (Fig. 47).

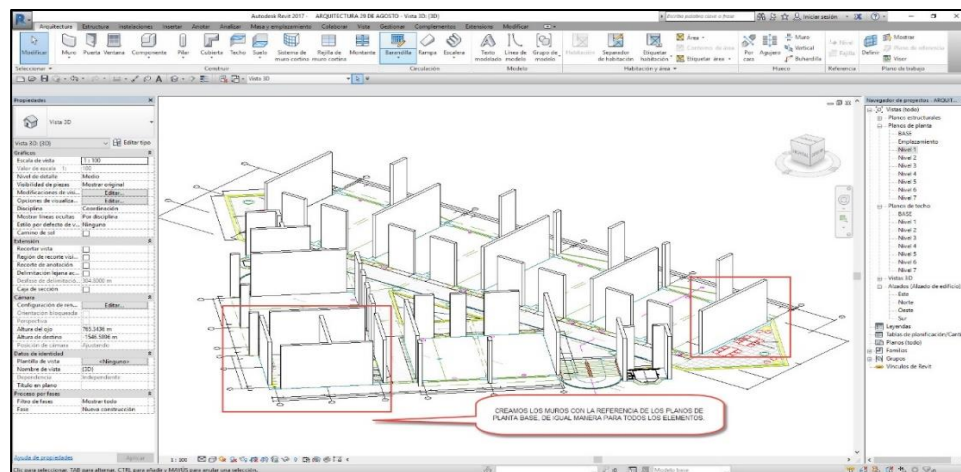


Figura 47: Creación de elementos Wall en el modelo arquitectónico.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Cabe mencionar que todos los elementos poseen ciertas propiedades e información. Las propiedades dependen del tipo de material, dimensión, peso, capas, densidad, etc. Es decir, los elementos son definidos antes de iniciar el modelado; este procedimiento es importante ya que influye en futuros procesos, tales como: el análisis estructural, análisis energético, renderización, etc.

Luego de la creación de los elementos de muro se proceden a la creación de los otros elementos que componen el modelo, como es el caso de las columnas (Fig. 48). Existen modelos complejos elementos de columna, como secciones T, Secciones L, Secciones U, etc. Estas familias de columna no están preestablecidas en el software así que fueron creadas de manera paramétrica para nuestro proyecto.

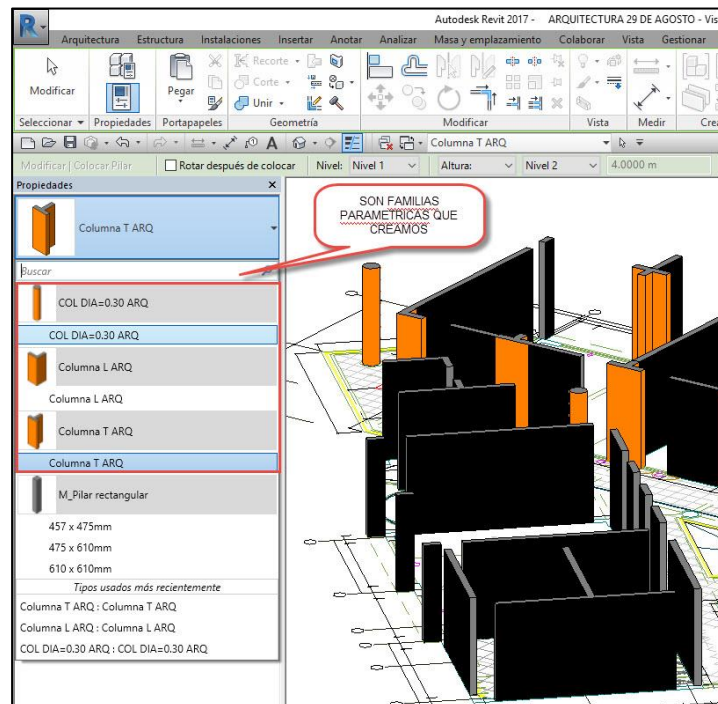


Figura 48: Familia de columnas creadas paraméricamente.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Luego de definir los muros y columnas del primer nivel del modelo arquitectónico, se procede a agregar los otros elementos, tales como: puertas, ventanas, escaleras, barandillas, pintura, piso, etc. Estos elementos serán colocados según el plano de planta que se importó.

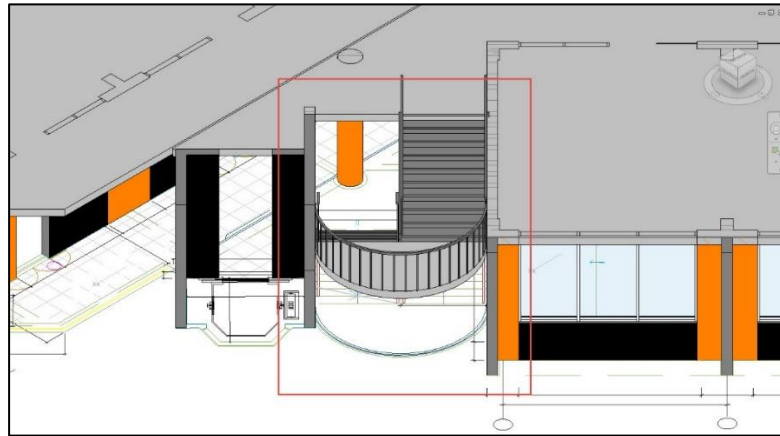


Figura 49: Modelado de las escaleras con barandilla.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Para un modelo arquitectónico es recomendable el uso de muchos detalles y definiciones de elementos, como es el caso de los accesorios sanitarios, mobiliarios, electrodomésticos, etc. Para nuestro modelo se implementó los accesorios sanitarios según el plano que se utilizó como archivo base. Por otro lado, cabe resaltar que los accesorios son referenciales para la arquitectura.



Figura 50: Definición de accesorios sanitarios para el modelo arquitectónico.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Una vez culminado el primer nivel del edificio se procede a analizar y verificar la estructuración de los siguientes niveles, si existen cambios o si se mantienen la misma configuración que el primer nivel. Seguidamente si los siguientes pisos son similares se procede a realizar una copia de la planta ya creada, este procedimiento permite un gran ahorro de tiempo con respecto al modelado (Fig. 51).



Figura 51: Modelado de la primera planta del edificio incluyendo elementos arquitectónicos.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



Figura 52: Modelado de los pisos superiores en base al primer nivel.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Continuando con el modelado del edificio se procede a modelar los pisos que no son similares a la primera planta, para ello se procederá a modelarlo individualmente siguiendo los pasos ya mencionados (Fig. 53), como es el caso de colocación de columnas, muros, ventanas, puertas, etc.



Figura 53: Modelado de la azotea del edificio.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



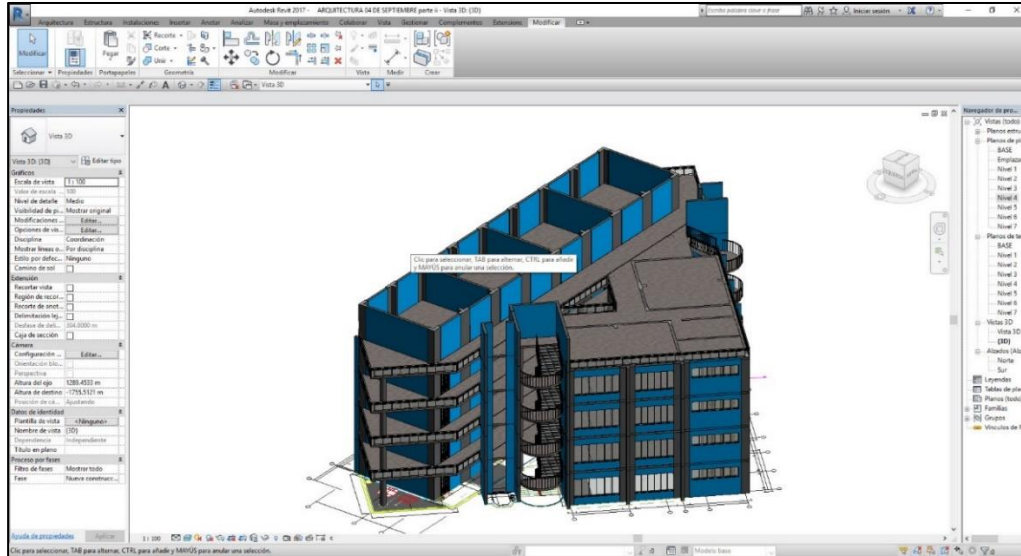


Figura 54: Modelado de muros y columnas en la azotea del edificio.

/Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Una vez terminado el modelado de los elementos que conforman la azotea, se procede a modelar la cubierta para el edificio (Fig. 55). Los diseños están basados en el criterio del profesional encargado del área de arquitectura, en este caso el arquitecto de la empresa consultora.

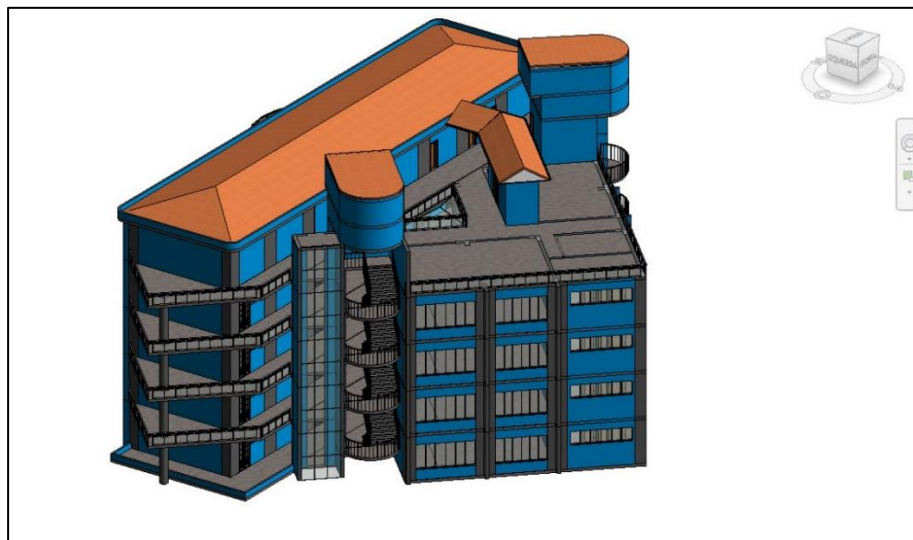


Figura 55: Modelado de cubiertas del edificio.

/Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

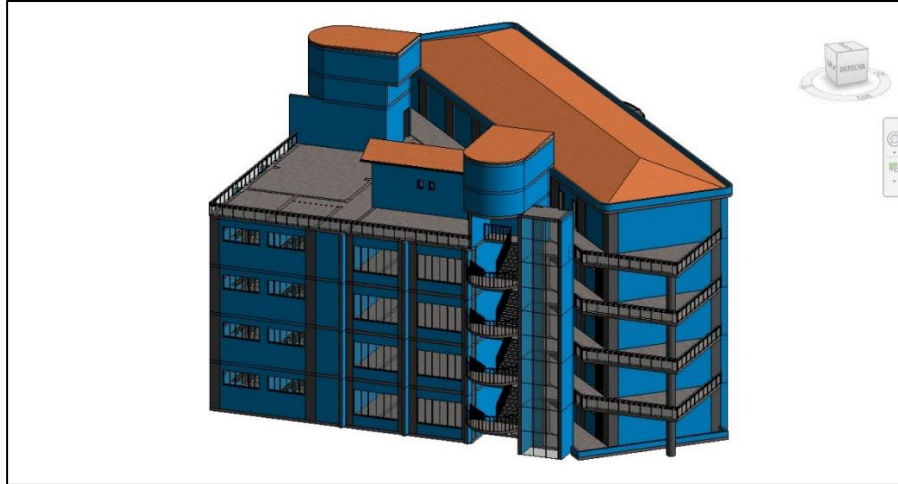


Figura 56: Modelado de cubiertas del edificio visto de otro ángulo.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Finalizando el modelado de las cubiertas del edificio se procede a modelar los detalles de los muros cortina finales, estos detalles forman parte de la fachada norte del edificio; el muro cortina presenta cierta inclinación con respecto a los muros donde se empotran (Fig. 56).

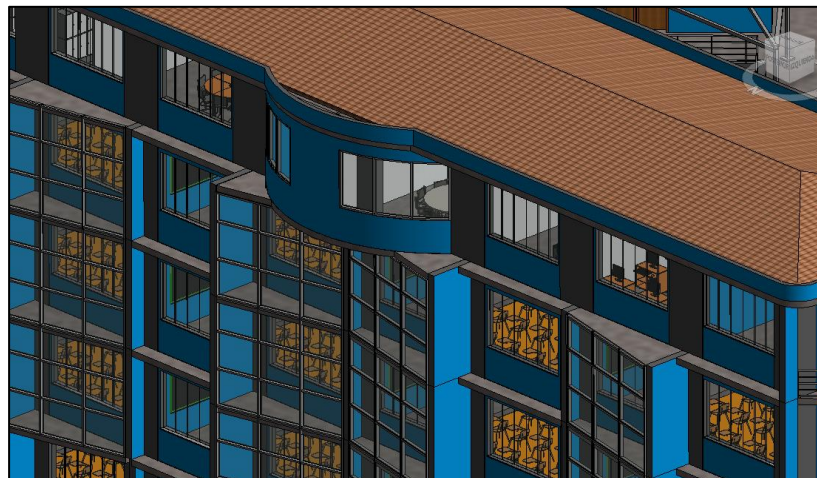


Figura 57: Muros cortina en la facha Norte del edificio.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Una vez obtenido el modelo arquitectónico final, y aprobado por el arquitecto profesional encargado del proyecto, es posible generar vistas con efectos de realidad virtual del proyecto final (Fig.58). Estas vistas brindan cierta información al cliente para poder apreciar el producto final del proyecto, y apreciar si el cliente queda satisfecho con el futuro trabajo.

Estos productos visuales son vistas de ciertas proyecciones del proyecto, los cuales pueden ser: vistas, cortes, paseos, perspectivas, videos, etc. Es un procedimiento que está cobrando cierta tendencia entre los modeladores arquitectónicos para lograr transmitir sus trabajos a sus clientes y lograr así una adecuada aprobación.



Figura 58: Render de la fachada norte de la edificación.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



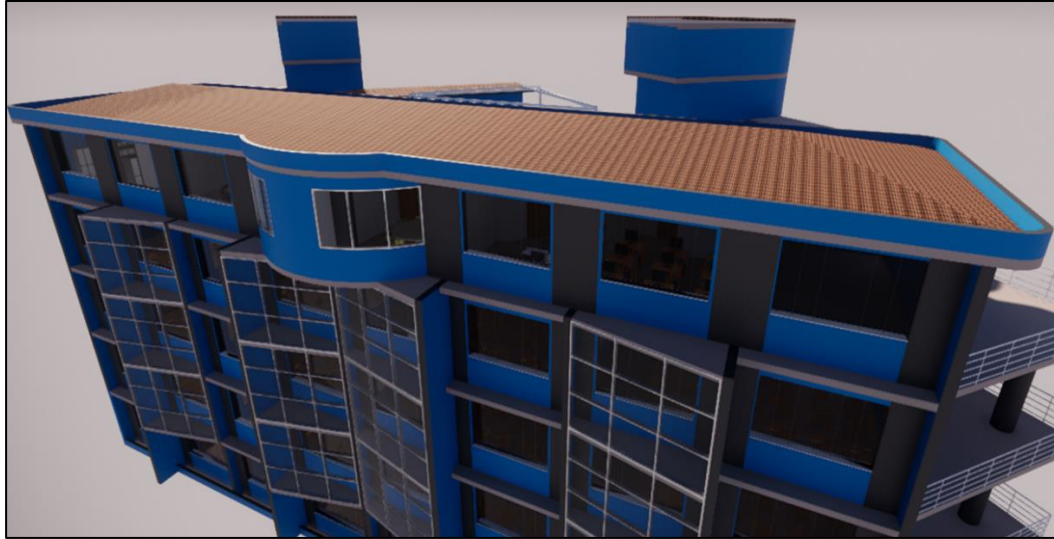


Figura 59: Render de la fachada norte y las cubiertas.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

En la Figura 60 se aprecia un render básico del modelo arquitectónico, los arquitectos suelen agregar más detalles a sus modelos arquitectónicos. Dicho de otra manera, agregan ciertos componentes que pueden existir en las periferias del proyecto como es el caso de edificios continuos, árboles, arbustos, parques, estacionamientos, calles, caminos, etc.



Figura 60: Render de la fachada suroeste con vegetación continúa.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

A continuación se muestra algunas vistas aplicando realidad virtual que demuestran el proyecto final de arquitectura. Este proceso de renderización se logró gracias a la ayuda de la aplicación complementaria ENSCAPE en su versión de prueba, esta herramienta es una aplicación complementaria que se puede instalar dentro del software Revit.



Figura 61: Render del Pabellón interno en el segundo nivel del edificio.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



Figura 62: Render de los servicios higiénicos para caballeros.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



Figura 63: Render del ultimo nivel del edificio.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



Figura 64: Render del muro cortina con curvatura del ultimo nivel del edificio.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

### ***Elaboración del modelo estructural:***

De manera similar se procede a realizar el modelado de los elementos estructurales del edificio, en base al modelo arquitectónico previamente creado, este procedimiento tomara como base el modelo arquitectónico. Por lo tanto, el profesional encargado debe elaborar el diseño considerando los criterios arquitectónicos, finalmente crear el modelo estructural en formato BIM (Fig. 65).

El procedimiento permite el modelamiento de las estructuras, creando los elementos estructurales con propiedades que servirán para el análisis estructural de la edificación. Las propiedades depende del sistema estructural que se empleara para el diseño, para este caso un sistema mixto, donde se colocaran las respectivas propiedades de los materiales, tales como: Elasticidad, densidad, peso, inercia, etc.

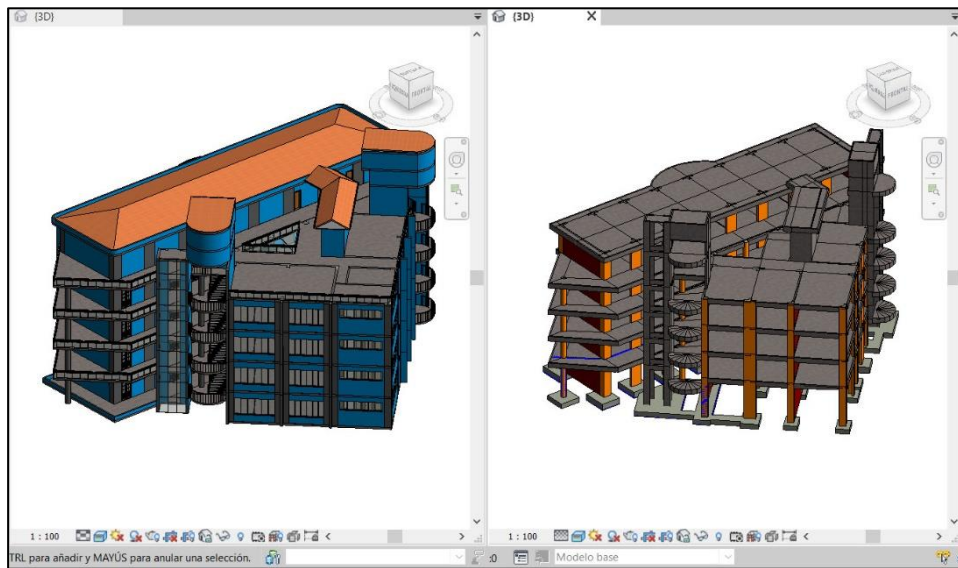


Figura 65: Modelado de la estructura del edificio en base al modelo arquitectónico.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

Una vez creado los elementos estructurales se procede a realizar el trabajo bidireccional entre los softwares de análisis estructurales que permiten estos formatos. Como se menciona en el inciso 3.4, el flujo bidireccional consiste en el traslado de la información modelada en un formato universal IFC; el software elegido para el análisis estructural fue ETABS en la versión 2016.

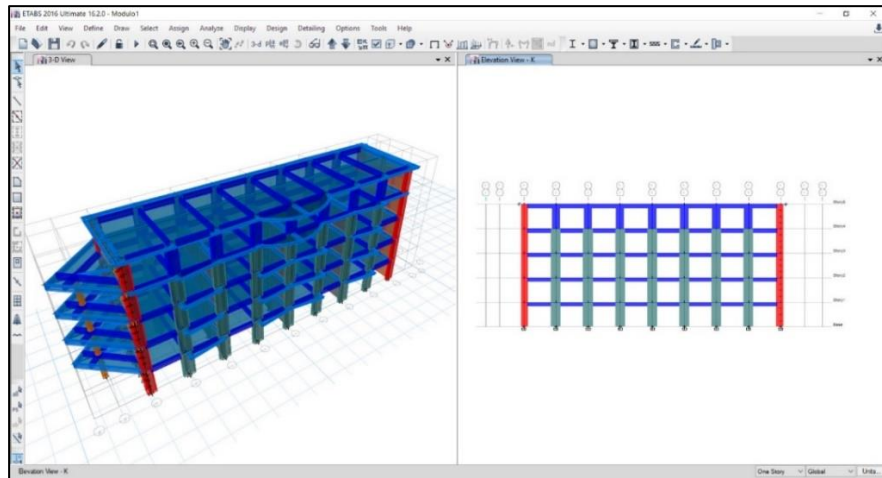


Figura 66: Análisis estructural del módulo 01 usando ETABS.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

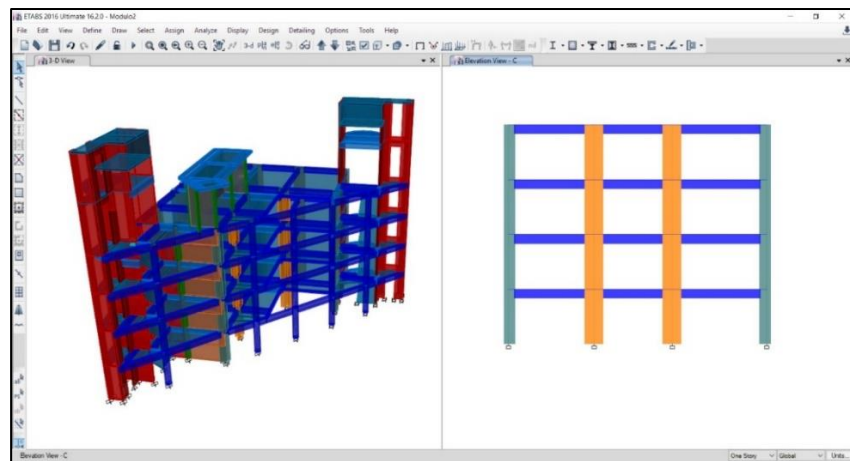


Figura 67: Análisis estructural del módulo 02 usando ETABS.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto



## Elaboración del modelo de instalaciones Sanitarias:

El modelado de los sistemas sanitarios se crean en base al modelo arquitectónico ya definido, estos procedimientos son similares a los realizados anteriormente. Los diseños fueron realizados por el profesional asignado a esta disciplina.

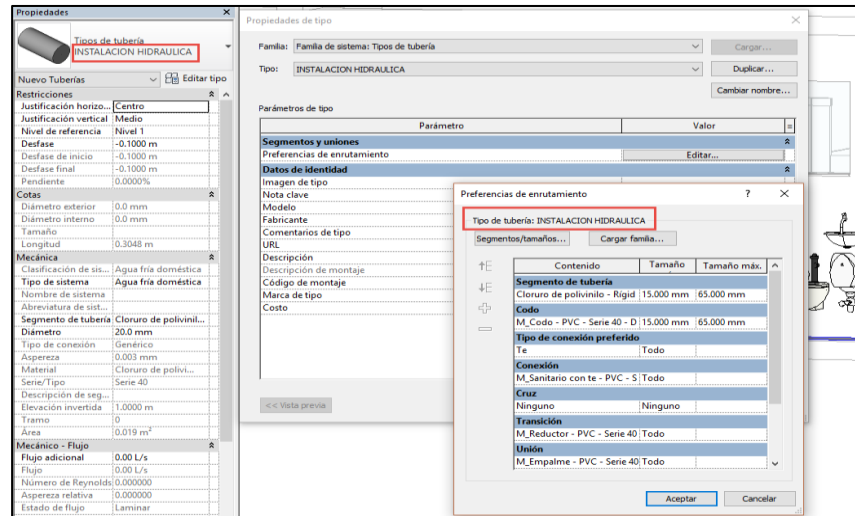


Figura 68: Definición de los elementos que conformaran el modelo.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

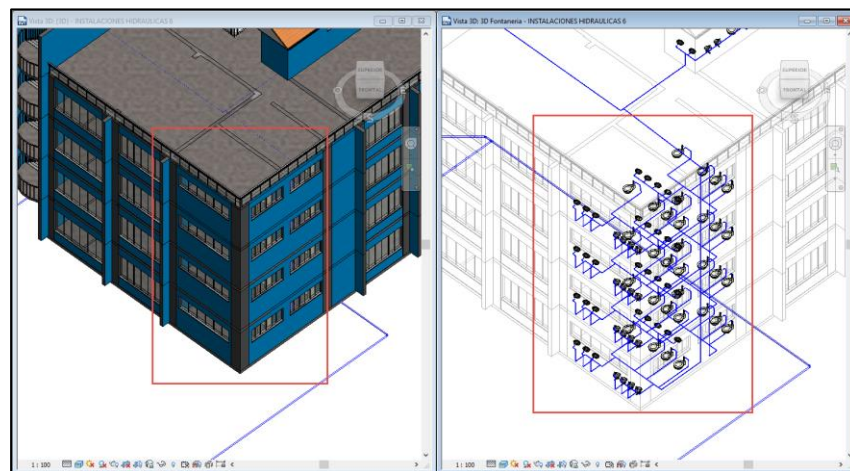


Figura 69: Modelado de los sistemas sanitarios referidos al agua fría.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

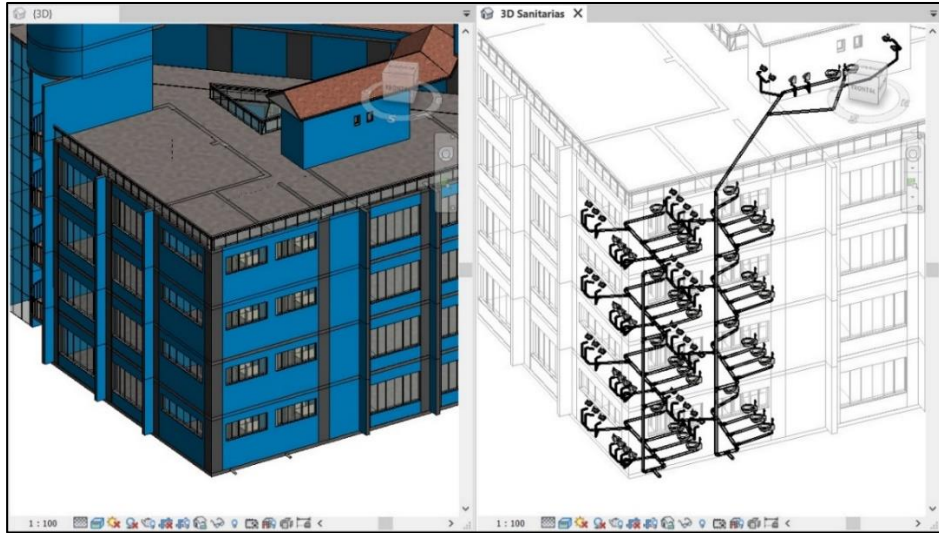


Figura 70: Modelado de los sistemas sanitarios referidos al desagüe del edificio.

Fuente: Propia, Modelo del Proyecto

### *Elaboración del modelo de instalaciones eléctricas:*

Finalmente el proceso de modelado concluye con el modelado de las instalaciones sanitarias, este proceso es el resultado del diseño del profesional designado para esta disciplina.

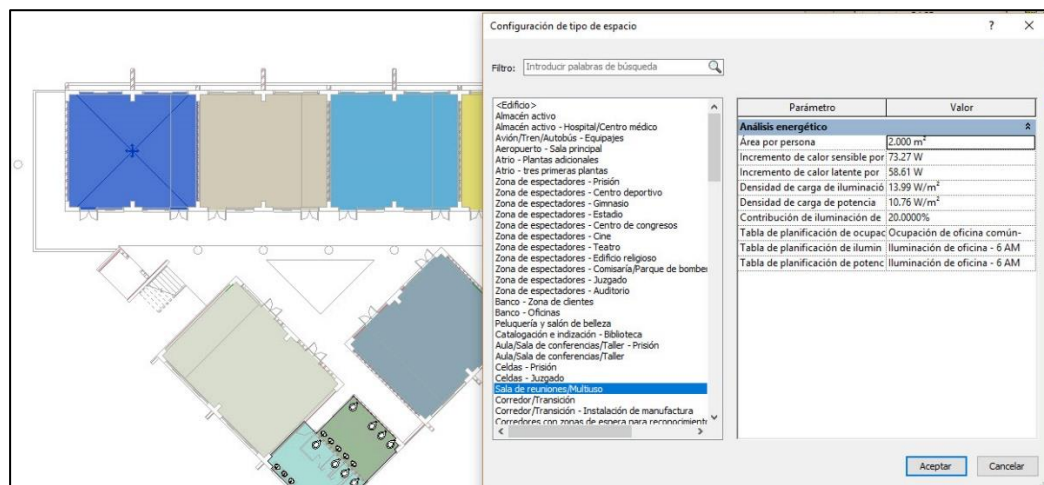


Figura 71: Configuración de parámetros en Revit para el modelo de las instalaciones eléctricas.

Fuente: Propia, modelo del proyecto en Revit.

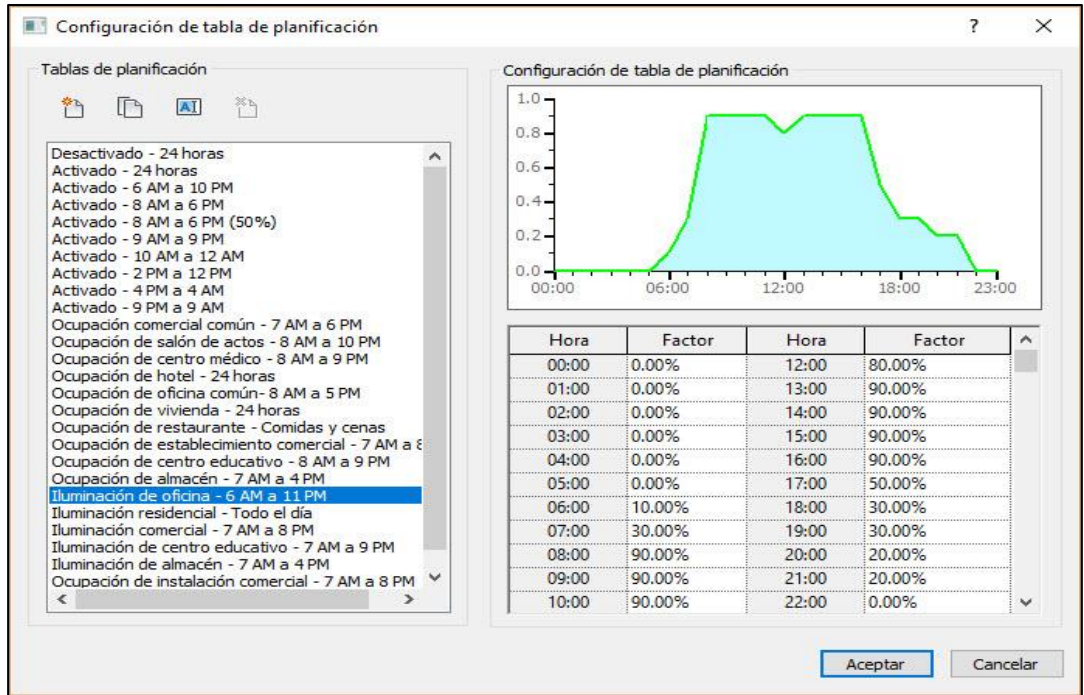


Figura 72: Análisis del consumo de energía para el sistema de iluminación.

Fuente: Propia, modelo del proyecto en Revit.

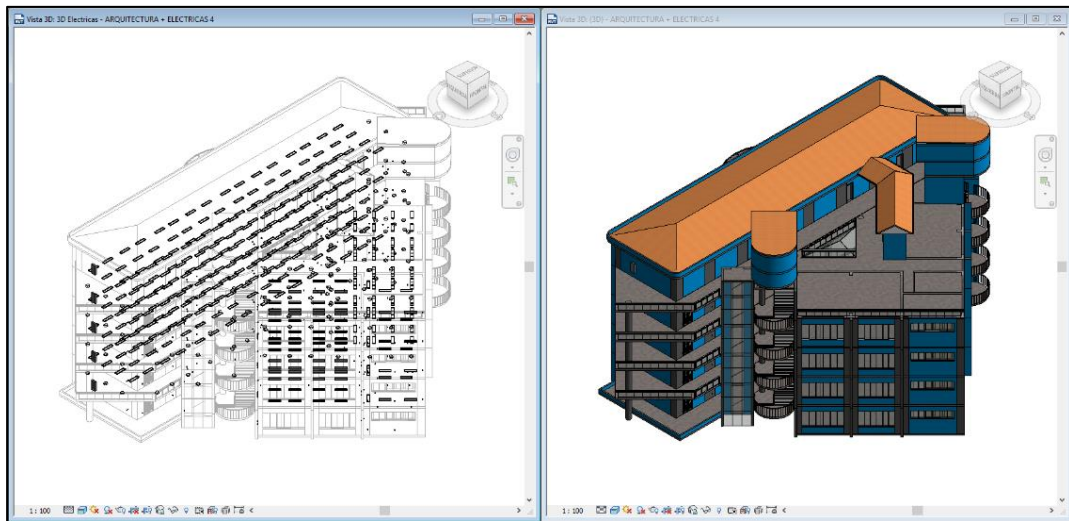


Figura 73: Modelado de los accesorios eléctricos para la edificación.

Fuente: Propia, modelo del proyecto en Revit.



#### **4.3.5. Etapa 5: Elaboración de las mediciones y presupuesto del proyecto**

En este punto del desarrollo es necesario definir ciertos términos antes de elaborar el presupuesto del proyecto, con la finalidad comprender el procedimiento de análisis para la extracción de las mediciones. Las unidades para cada actividades puede variar según el tipo de medición que se consideran para cada elemento, estas unidades de medida están en función al tipo de análisis del costo unitario que se emplean en cada actividad.

En esta etapa del esquema de trabajo se planteara un ejemplo de extracción de mediciones del modelo, logrando así obtener las mediciones correspondientes que se necesita para la elaboración del presupuesto del proyecto. Con este procedimiento se pone a prueba la metodología BIM respecto a la dimensión 5D de la metodología BIM mencionado en el apartado **3.10.4**.

Dicho esto, se procederá a describir el procedimiento de trabajo que se ha seguido para la elaboración del presupuesto base del proyecto. Este procedimiento puede repetirse para obtener la información correspondiente a las mediciones de todos los elementos que contiene el modelo del edificio.

### ***Definición de actividades para el proyecto***

Una vez culminado el proceso del modelo final del proyecto, y luego de corregir los errores mediante algunas reuniones con los interesados; se procede a definir las actividades que deben de realizar para poder obtener como resultado la construcción final. Es preciso señalar, que para el proyecto se decidió elegir las actividades descritas en el estudio definitivo del proyecto, también se consideraron las mismas unidades para las actividades correspondientes.

Una vez elegida las actividades y definida las unidades correspondientes (Ver Anexos 1 - 4), se procede a definir los análisis de costos unitarios para cada una de las actividades. Para la elaboración del presupuesto se tomó en cuentas el análisis de costos unitarios del estudio definitivo, ya que no existe un estándar sobre la elaboración de los análisis unitarios. Una vez definido los parámetros mencionados se procede con la extracción de las mediciones que requieren dichas actividades.

### ***Extracción de las mediciones del Software BIM Revit – Tabla de planificaciones***

El procedimiento de extracción de las mediciones se describirá mediante un ejemplo, donde se tomó en cuenta la medición del área de pintura; para ello nos apoyaremos en la herramienta tablas de planificación. Esta herramienta permite filtrar la información modelada del proyecto; por ejemplo, al tomar como parámetro de filtro elementos que tenga solo dos dimensiones, como es el caso del área de los muros (Fig.74).

Métrado de área de pintura			
MURO ARG e=0.15			
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	3.70 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	3.70 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	3.70 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	1.14 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	36.87 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	8.50 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	1.14 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	36.87 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	1.14 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	8.50 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	1.14 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	2.05 m	8 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	2.97 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	4.59 m	2 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	9.18 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	9.18 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	4.59 m	2 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	9.18 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	2.17 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	11.14 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	6.90 m	2 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	1.48 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	11.14 m	4 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.15m	1.17 m	0 m²
MURO ARG e=0.25			
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	7.01 m	25 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.01 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.19 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.19 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.19 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.19 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.19 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.19 m	6 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.52 m	1.29 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	7.01 m	25 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	7.00 m	25 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	7.00 m	25 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	1.50 m	5 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	1.50 m	5 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	6.43 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	1.50 m	1.31 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	6.43 m	1 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	1.46 m	5 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	6.46 m	22 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	4.15 m	10 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	3.87 m	9 m²
Muro básico	MURO ARG e=0.25m	6.46 m	22 m²

Figura 74: Filtro de elementos área en la tabla de planificación.

Fuente: Propia, modelo del proyecto en Revit.

La herramienta permite extraer información del modelo final según los parámetros filtrados. Si se desea extraer información sobre el área de pintura por ejemplo, se filtran solo los elementos que presenten la información de área. En consecuencia, la información se crea en una tabla de planificación, resultando posible observa las mediciones correspondientes según los campos que se desean ver. Por ejemplo, en la figura 74 se muestra la tabla de planificación de los muros; el procedimiento permite extraer los valores de las longitudes y áreas de los muros donde se aplicara la pintura o el tarrajeo de muros.

Para demostrar el procedimiento de extracción de información, se tomara como ejemplo práctico el caso de las mediciones de los volúmenes de concreto en las columnas estructurales. Para ello se realizara una comparación de la obtención de medidas entre la metodología tradicional (Fig.75) y la metodología BIM mediante las tablas de planificación (Fig.76).

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT
04.03.04	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CURADO DE CONCRETO	m2	41.02
04.04	PLACAS		
04.04.01	PLACAS - CONCRETO F'c= 210 KG/CM <sup>2</sup>	m3	107.82
04.04.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	939.50
04.04.03	PLACAS - ACERO Fy=4200 KG/CM <sup>2</sup>	kg	14,727.46
04.04.04	PLACAS - CURADO DE CONCRETO	m2	939.50
04.05	COLUMNAS		
04.05.01	COLUMNAS - CONCRETO F'c= 210 KG/CM <sup>2</sup>	m3	284.33
04.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,186.13
04.05.03	COLUMNAS - ACERO Fy=4200 KG/CM <sup>2</sup>	kg	55,856.80
04.05.04	COLUMNAS - CURADO DE CONCRETO	m2	2,150.13

Figura 75: Resumen de metrados de las columnas mediante el uso de hojas de cálculo.

Fuente: Propia, modelo del proyecto en Revit.

The image shows a Revit interface with a 3D model of columns on the left and an Excel spreadsheet on the right. The spreadsheet, titled 'METRADO ESTRUCTURAS - Excel', contains a table with columns for 'ITEM', 'DESCRIPCION', 'UND', and 'CANT'. The table lists various concrete and steel items for columns. A red arrow points from the 'CANT' column of the spreadsheet to the Revit interface, indicating the flow of data. The Revit interface shows a 3D model of columns with a status bar at the bottom displaying 'Columna T: 91' and 'Total general: 185'. The status bar also shows a volume of '195.92 m³' and a total volume of '322.05 m³'.

Figura 76: Calculo de cantidades del volumen del concreto en las columnas.

Fuente: Propia, modelo del proyecto en Revit.

Como se puede apreciar las cantidades obtenidas son distintas, debido al cálculo de la tabla de planificación que tomo en cuenta los niveles de entre piso, en otras palabras, se consideraron ciertas partes de la losa aligerada y parte de las vigas duplicando la cuantificación del volumen del concreto en algunas partes.

**Tabla 2**

*Tabla comparativa de las mediciones del volumen de concreto en Columnas.*

<b>Mediciones del volumen de concreto en columnas</b>		
<b>Tipo de extracción</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidades</b>
<b>Hojas de cálculo – Tradicional</b>	<b>284.33</b>	<b>m3</b>
<b>Tabla de planificación – BIM</b>	<b>322.05</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia, modelo del proyecto.

En la tabla 2, se observa que las mediciones obtenidas por el software Revit son mayores a las calculadas por la hoja de cálculo. Tal y como se explicó, el software realizo el computo de materiales tomando en cuenta las columnas continuas, desde la cimentación hasta el último nivel sin descontar las losas y vigas. La solución a este problema es descontar el volumen de concreto ya cuantificado en las losas o restar el volumen en las columnas como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Corrección de la tabla comparativa de las mediciones obtenidas.*

<b>Mediciones del volumen de concreto en columnas</b>		
<b>Tipo de extracción</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidades</b>
Hojas de cálculo – Tradicional	284.33	m3
Tabla de planificación – BIM	322.05	m3
Tabla de planificación Descontando Losa – BIM	285.15	m3

Fuente: Propia, modelo del proyecto.

Otro ejemplo comparativo que podemos evaluar, es la obtención de los volúmenes de concreto para las cimentaciones de la estructura. En la figura 77 se muestra la cuantificación obtenidas mediante las tablas de planificación del software BIM. Al mismo tiempo, se realiza la comparación de la información obtenida mediante las hojas de cálculo que se usan en el método tradicional

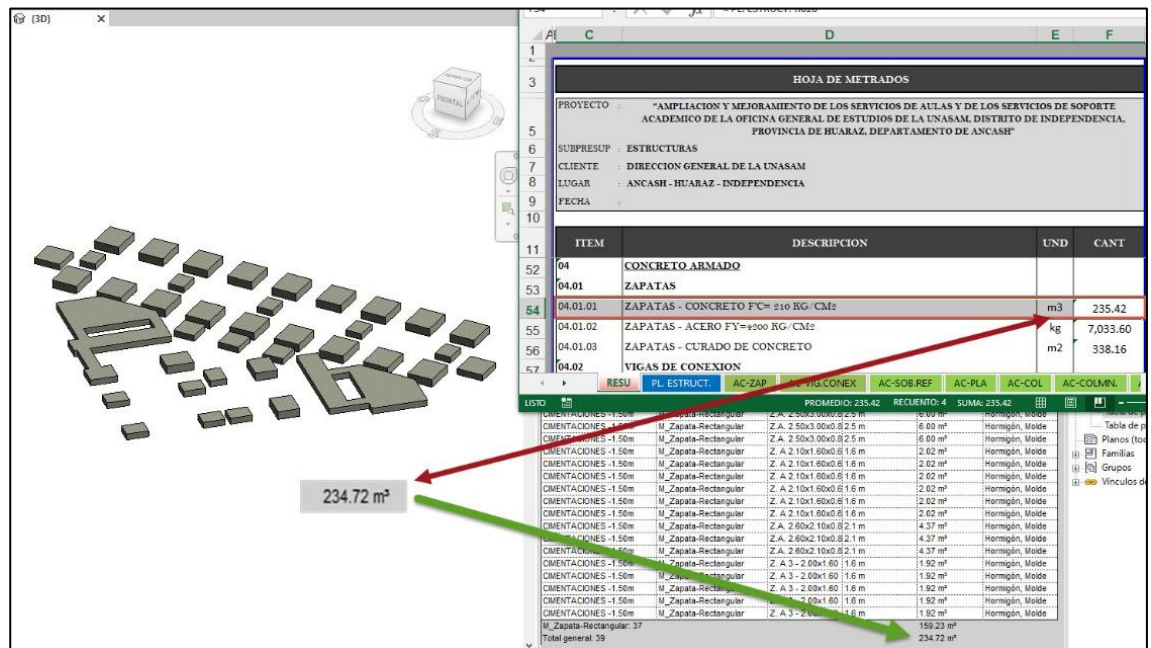


Figura 77: Calculo de cantidades del volumen del concreto en cimentaciones profundas.

Fuente: Propia, modelo del proyecto.

En la tabla 04 se logra apreciar los valores obtenidos debido a la cuantificación de volúmenes del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para cimentaciones. Los resultados presentaron valores numéricos aproximados debido a la correcta definición de los niveles de cimentación.; por lo tanto, el software cuantifica la información volumétrica con valores correctos y sin superponer o traslapar elementos que se intersectan en un punto en común.

**Tabla 4**

**Tabla comparativa de las mediciones del volumen de concreto en Cimentaciones**

<b>Mediciones del volumen de concreto en Zapatas</b>		
<i>Tipo de extracción</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Unidades</i>
Hojas de cálculo - Tradicional	235.42	m3
Tabla de planificación - BIM	234.72	m3
Diferencia entre mediciones	0.70	m3

Fuente: Propia, modelo del proyecto.

De este modo es posible cuantificar todos los elementos que componen el proyecto de edificación. Este método permite la optimización del tiempo de trabajo, pues al realizar modificaciones en el modelo las mediciones se actualizan automáticamente sin la necesidad de realizar nuevamente las mediciones de una manera tradicional para su posterior procesamiento.

***Importación de mediciones al presupuesto s10***

En este punto de la metodología de trabajo se presenta una cierta dificultad debido a que el software elegido para elaborar el presupuesto, el cual fue el sistema de presupuestos S10, no es el adecuado para el trabajo. Este software no cuenta con la interoperabilidad que exige la metodología BIM. Es por ello que a partir de este punto se debe trabajar una manera tradicional.

Esto quiere decir que las mediciones obtenidas de forma tradicional y mediante la plataforma BIM serán exportados al software s10, con la finalidad de elaborar el presupuesto final y así poder comparar los costos necesario para poder elaborar el proyecto (Ver Anexo 6 - 7).

#### 4.3.6. Etapa 6: Gestión de los documentos del proyecto

Una vez obtenido las mediciones y el presupuesto final del proyecto, y satisfaciendo las expectativas de las personas interesadas en el proyecto, se procede a documentar la información del modelo digital (ver Anexo 8). Por ello, se realiza la extracción de los planos por especialidad según lo solicitado por el cliente. En la tabla 5 se muestra la relación de algunos documentos extraídos del modelo digital final del proyecto.

**Tabla 5**  
*Tabla de documentos del proyecto.*

---

<b>Documentos de la disciplina de Arquitectura</b>	
A101	Plano de planta general
A102	Plano de Alzados
A103	Plano de secciones
A104	Plano Isométrico - 1
A105	Plano Isométrico - 2
A106	Plano de distribución de Azotea
A107	Plano de detalle de puertas
A108	Plano de detalle de Drywall
A109	Plano de detalle de Baño
<b>Documentos de la disciplina de Estructuras</b>	
B101	Plano de cimentaciones
B102	Plano estructural Detalle - 1
B103	Plano estructural Detalle - 2
B104	Plano Isométrico Columnas
B105	Plano isométrico Columna-viga
B106	Plano de detalle de Columnas

---



---

**Documentos de la disciplina de Ins. Sanitarias (Agua)**

---

C101 Plano de distribución de redes

C102 Plano isométrico de distribución de redes

**Documentos de la disciplina de Ins. Sanitarias (Desagüe)**

D101 Plano isométrico de distribución del desagüe

**Documentos de la disciplina de Ins. Sanitarias (Pluvial)**

E101 Plano isométrico de distribución de redes pluviales

**Documentos de la disciplina de Ins. Eléctricas**

F101 Plano de distribución de áreas

F102 Plano isométrico de distribución eléctrica

---

Fuente: Propia, modelo del proyecto.

Estos documentos pueden tener ciertos niveles de detalles, estos niveles fueron explicados en el apartado 3.9, permitiendo un mejor entendimiento de los componentes y diseños. Los documentos tienen como finalidad transmitir la mayor cantidad de información de los diseños hacia un tercero, con la finalidad de realizar una buena ejecución del proyecto.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. Aplicando la metodología BIM al proyecto elegido, se logró documentar cada elemento según categoría, familia y tipo; logrando demostrar la facilidad de la clasificación de la información según la necesidad requerida.
2. Se demostró la facilidad del trabajo multidisciplinario utilizando solo una plataforma de trabajo, logrando ordenar la información en base a un único modelo base y un único software de trabajo.
3. Respecto al proyecto al que fue aplicado la metodología BIM, se observaron deficiencias en el nivel de las cimentaciones los cuales presentaron diferentes niveles de cimentación, ya que se presentaron algunas zapatas a -2.30m y otras zapatas a -2.60m del nivel de piso terminado. Por otro lado, se encontró deficiencias al no considerar detalladamente el área de excavación de las zapatas, que colindaban con las veredas generando costos adicionales al proyecto.
4. Los presupuesto finales, en base a los cálculos de los materiales, realizados de manera tradicional y mediante la metodología BIM resultaron distintos, pues el presupuesto obtenido mediante la metodología BIM fue 0.12% menor respecto al presupuesto obtenido de manera tradicional.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar la metodología BIM de manera progresiva, con la finalidad de contrastar la información y poder lograr comprender los beneficios en comparación a la metodología tradicional.
2. Las empresas y oficinas que deseen implementar la metodología BIM necesitan crear formatos personales de trabajo, en base al rubro en el que se dedican. En otras palabras, definir los niveles de desarrollo y detalle para el trabajo según las exigencias del cliente.
3. Para observar mejor las posibles interferencias, antes de iniciar la construcción, es posible utilizar la tecnología de realidad aumentada mediante gafas especiales; los profesionales encargados pueden brindar soluciones tempranas sin la necesidad de gastar mucho más recursos.
4. Si se desea realizar trabajos de modelado en plataformas compatibles que permitan el modelado BIM, es requisito fundamental trabajar con formatos IFC (Industry Foundation Classes); con la finalidad de no perder información al momento de ser exportados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Autodesk.(2015). Que es BIM. Recuperado a partir de <http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling/overview>.
2. Alonso Madrid, J. (2014). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. *Spanish journal of BIM*, 1(2386-5784), 40/56.  
Recuperado a partir de <https://www.buildingsmart.es/2015/05/18/disponible-el-nuevo-número-del-journal-sjbim-1501/>
3. Álvarez Pérez, M. Á., & Bouzas Cavada, M. (2015). La conexión entre el Project Management y el BIM. *Spanish journal of BIM*.
4. Azhar, S. (2011). Building Information Modelling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, (Bazjanac 2006), 241–252.
5. Bounduel, Mathias. (2016). *Bim workflow for mechanical ventilation design*.
6. BuildingSMART Spanish Chapter. (2014). *Guías uBIM (Documentos 1-13)*.
7. BuildingSMART Spanish Chapter. (2014). *Spanish journal of BIM. Spanish Journal of BIM*.
8. Choclán Gámez, F., Sánchez Vicente, H., & Soler Severino, M. (2018). Definición de roles y responsabilidades en el ciclo de vida del proyecto BIM en el proceso constructivo.pdf. *Spanish journal of BIM*.
9. Choclán Gámez, F., Soler Severino, M., & Gonzáles Márquez, R. J. (2015). Building information management - gestion con la norma internacional ISO 21500.pdf. *Spanish journal of BIM*.
10. Cortés Yuste, E. A. (2015). BIM - por qué, para qué, para quién.pdf. *Spanish journal of BIM*.

11. Cos-Gayón López, F. (2016). Implantación de metodología BIM en asignatura del Máster Universitario de edificación de la Universidad Politécnica de Valencia.pdf. Spanish journal of BIM.
12. Costa, G., Jardí, A., & Valderrama, J. (2015). Mejoras para la automatización de procesos en la importación de modelos en IFC. Spanish journal of BIM.
13. D'paola Puche, E. H. (2014). Nuevas Tecnologías En La Enseñanza De La Ingeniería Civil: Bim Y Realidad Virtual. Tesis de Maestría., 28. Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/2855>
14. Fernández, L., Ríos, R., & Marreros, J. (2016). Más allá de la tecnología: BIM como una nueva filosofía. *Civilizate*, 8, 46–49. Recuperado a partir de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/18629/18867>
15. Fuentes Hurtado, D. A. (2013). Influencia de la Estandarización en la Implementación del Modelamiento de Información de Edificos (BIM). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
16. Garcia Borja, J. J., Pérez Mañogil, J. M., & Díaz Noguera, G. (2018). Visualización de datos para el aseguramiento de la calidad BIM.pdf. Spanish journal of BIM.
17. Gea, M. (2015). Open BIM : Los archivos IFC en la gestión de la obra de la Ciudad de la Justicia de Córdoba ( España ). Spanish journal of BIM.
18. Gosalves López, J., Murad Mateu, M., Cerdán Castillo, A., Fuentes Giner, B., Hayas López, R., López García, J., & Zuñeda Ruiz, P. P. (2016). Bim En 8 Puntos. Todo lo que necesitas conocer sobre BIM. es.BIM. Recuperado a partir

de [http://www.esbim.es/wp-content/uploads/2017/01/Documento\\_difusion\\_BIM.pdf](http://www.esbim.es/wp-content/uploads/2017/01/Documento_difusion_BIM.pdf)

19. Herter, L., Valderrama, F., Solbe, K., & Díaz, J. (2016). Un nuevo esquema docente para el BIM 5D en grandes proyectos.pdf. Spanish journal of BIM.
20. Jiménez Abós, P., & Muñoz Gómez, S. (2018). Edición del fichero IFC para enriquecer y explotar a la información.pdf. Spanish journal of BIM.
21. Lino, J. C., Azenha, M., & Lourenço, P. (2012). Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. En Encontro Nacional BETAO ESTRUTURAL (pp. 24–26).
22. Loyola, M. (2014). La difusión y masificación de BIM en la industria - el caso chileno.pdf. Spanish journal of BIM.
23. Loyola Vergara, M., & Urrutia Beiza, R. (2012). Desafíos y propuestas para la implementación de Building Information Modeling en Chile Challenges and proposals for the implementation of Building Information Modeling in Chile, (November 2012). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18903.06568>
24. Martín, N., González de Chaves, P., & Roldán, M. (2014). Building Information Modeling (BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción. Spanish journal of BIM. Recuperado de <https://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>
25. Morales Pacheco, Antonio L. (2012). Arquitectura paramétrica aplicada en envolventes complejas en base a modelos de experimentación en el diseño arquitectónico. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 6, 1–11.

26. Muntané Furió, P. (2017). Familias revit de fabricantes adaptadas a las necesidades de ingeniería y obra.pdf. Spanish journal of BIM.
27. Murguia y Brioso (2017) Using “Choosing by Advantages” and 4D Models to Select the Best Construction-Flow Option in a Residential Building.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817330990>
28. Paper, C., & Li, O. (2015). Integración de metodología S-BIM en Máster Oficial de Estructuras de Edificación. ResearchGate, (May 2013).  
<https://doi.org/10.13140/2.1.3600.4167>
29. Perea Mínguez, R. (2014). Estudio de soluciones para la definicion y ordenacion de aparcamiento con modelos BIM.pdf. Spanish journal of BIM.
30. Picó Coloma, E. (2008). Introducción a la tecnología bim. Escola Tècnica Superior d’Arquitectura de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya.  
Recuperado a partir de  
<http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/%0AIntroducción a la Tecnología BIM.pdf>.
31. Picó Coloma, E. (2011). Tecnologia BIM per al disseny arquitectonic (Tesis doctoral). Escola Tècnica Superior d’Arquitectura de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya.
32. Prieto Muriel, A. P., & Reyes Rodríguez, A. M. (2014). BIM como paradigma de la modernización del flujo de trabajo en el sector de la construcción. Spanish Journal of Building Information Modeling, ISSN-e 2386-5784, No. 15, 2, 2015, págs. 36-45. Recuperado de  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5501135>

33. Quiroz Mory, L. F. (2014). Construcción virtual del casco estructural del centro de información e investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI (CIIFIC-UNI).pdf. Spanish journal of BIM.
34. Reto Morales, F. A. (2016). “control de proyectos de edificación integrando método del valor ganado, sistema del último planificador y tecnología bim”. Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG, 20.
35. Roldan, M., Martín, N. y De la Torre Cantero, J. (2012). TECNOLOGÍA BIM: Del dibujo literal al dibujo paramétrico.
36. Sánchez Vicente, H., García Santos, A., & Soler Severino, M. (2014). Aplicación de las metodologías ágiles en la gestión BIM de proyectos de construcción en entornos inestables.pdf. Spanish journal of BIM.
37. Salinas, J. R., & Román, K. A. U. (2014). Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios. Sinergia e Innovación, 2(1), 229–255.  
<https://doi.org/10.19083/SINERGIA.2014.212>.
38. S10peru. (2017). Software/Presupuestos. Recuperado de  
<http://www.s10peru.com/presupuestos.html>
39. TecniCAD Consultores, S. C. (2017). ArchiCAD y la ciudad de la justicia de Córdoba.pdf.
40. Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2013). Introducción a la Metodología. Journal of Chemical Information and Modeling.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
41. Tjell, Janni. (2010). Building Information Modeling (BIM) - in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems (tesis de maestría). University of California



Berkeley, California.

42. Vázquez Rodríguez, J., Otero Chans, D., & Estévez Cimadevila, J. (2016).

Incorporación de herramientas paramétricas para la generación y análisis del modelo virtual del edificio en la formación de los estudiantes de arquitectura.pdf.

Spanish journal of BIM.

43. Vladimir, A. R. P. (2012). “ Modelando en BIM 3D y 4D para la construcción:

Caso Proyecto Universidad del Pacífico ” Alcántara Rojas P. Vladimir, 1(1), 1–

8.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1:**

**Lista de actividades utilizada para la disciplina de  
arquitectura.**

ITEM	ACTIVIDADES PARA LA DISCIPLINA DE ARQUITECTURA
<b>01</b>	<b>MUROS Y TABIQUES</b>
01.01	MURO DE LADRILLO KK ARCILLA DE CABEZA
01.02	MURO DE LADRILLO ARCILLA DE SOGA
01.03	TABIQUERIA DE DRYWALL ACUSTICO
01.04	TABIQUE DE MELAMINE Y ALUMINIO PARA SS.HH SEGUN DISEÑO
01.05	DIVISIONES DE MELAMINE PARA URINARIOS
<b>02</b>	<b>ACABADOS CAMPUS EDUCATIVO INCL. SS HHs</b>
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>
02.01.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO: ARENA
02.01.02	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADO CON CEMENTO: ARENA
02.01.03	TARRAJEO DE SUPERFICIE DE COLUMNAS CON CEMENTO: ARENA
02.01.04	TARRAJEO DE SUPERFICIE DE VIGAS CON CEMENTO: ARENA
02.01.05	TARRAJEO DE SUPERFICIE DE PARASOLES DE CONCRETO CON CEMENTO: ARENA
02.01.06	TARRAJEO MUROS PRIMARIO
02.01.07	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTA, VENTANAS,VIGAS Y COLUMNAS
02.01.08	BRUÑAS EN MUROS
<b>02.02</b>	<b>CIELORRASOS</b>
02.02.01	CIELORRASOS CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA
<b>02.03</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>
02.03.01	CONTRAPISO DE 25 mm
02.03.02	PISO TIPO PORCELANATO ANTI DESLIZANTE DE 0.60X0.60 M
02.03.03	PISO CERAMICO DE ANTI DESLIZANTE ALTO TRANSITO 0.50x0.50 M
02.03.04	PISO DE CEMENTO PULIDO
<b>02.04</b>	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>
02.04.01	CONTRAZOCALO EXTERIOR DE 20 CM
02.04.02	CONTRAZOCALO DE CERAMICO 50x50 CM H = 20 CM
02.04.03	ZOCALO DE MAYOLICA BLANCA DE 30X20 CM DE 1ERA PARA SS.HH.
<b>02.05</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA E IMPLEMENTACION DE AMBIENTES EDUCACIONALES</b>
02.05.01	PUERTA DE MADERA CEDRO TABLERO REBAJADO SEGUN DISEÑO 1.10x2.60m
02.05.02	PUERTA DE MADERA CEDRO TABLERO REBAJADO SEGUN DISEÑO 1.10X2.45m
02.05.03	PUERTA DE MADERA CEDRO TABLERO REBAJADO SEGUN DISEÑO 0.90X2.60m
02.05.04	PUERTA DE MADERA CEDRO TABLERO REBAJADO SEGUN DISEÑO 1.00X2.60m
02.05.05	ENTRAMADO DE MADERA CON CORREA DE 4"X3"
02.05.06	COBERTURA CON TEJA ANDINA
<b>02.06</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>
02.06.01	BARANDA TUBO F°G PASAMANO 1 1/2" PARANTE 1" X 1 M
02.06.02	DUCTO DE VENTILACION CON COBERTURA METALICA Y POLICARBONATO
02.06.03	RODON DE ALUMINIO PARA CAMBIO DE PISO D=1/8"
<b>02.07</b>	<b>CERRAJERIA</b>
02.07.01	CERROJO DE FIERRO REDONDO DE 1/2"X0.25M

02.08	<b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>
02.08.01	CORTINA DE VIDRIO TEMPLADO PARA MUROS (SEGUN DISEÑO)
02.08.02	VENTANA C/PERFILES DE ALUMINIO - VIDRIO TEMPLADO INCOLORO 8 MM (SEGUN DISEÑO)
02.09	<b>PINTURA</b>
02.09.01	PINTURA LATEX MATE EN MUROS INTERIORES 2 MANOS
02.09.02	PINTURA LATEX MATE EN MUROS EXTERIORES 2 MANOS
02.09.03	PINTURA LATEX SUPER MATE EN COLUMNAS SUPERFICIE 2 MANOS
02.09.04	PINTURA LATEX SUPER MATE EN VIGAS SUPERFICIE 2 MANOS
02.09.05	PINTURA LATEX SUPER MATE EN CIELO RASO 2 MANOS
02.09.06	PINTURA LATEX SUPER MATE EN PARASOLES DE CONCRETO SUPERFICIE 2 MANOS
02.09.07	PINTURA EN PUERTAS CON BARNIZ 2 MANOS
02.09.08	PINTURA DE CONTRAZÓCALO CON ESMALTE
03	<b>ASCENSOR</b>
03.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>
03.01.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO: ARENA
03.02	<b>PINTURA</b>
03.02.01	PINTURA LATEX SUPER MATE EN MUROS EXTERIOR 2 MANOS
04	<b>CASA DE BOMBAS PARA AGUA</b>
04.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>
04.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES
04.02	<b>PINTURA</b>
04.02.01	PINTURA LATEX SUPERMATE EN MUROS INTERIORES 2 MANOS
05	<b>ESCALERAS POR 02 UNIDADES</b>
05.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>
05.01.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO: ARENA
05.01.02	VESTIDURA DE SUPERFICIE DE FONDO DE ESCALERA C/MOR. 1:14 X 1.5CM
05.02	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>
05.02.01	PISO CERAMICO DE ANTI DESLIZANTE ALTO TRANSITO 0.50x0.50 M
05.03	<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>
05.03.01	CONTRAZOCALO EXTERIOR DE 40 CM
05.04	<b>CARPINTERIA METALICA</b>
05.04.01	BARANDA METALICA H=0.090 M
05.04.02	BARANDA DE PROTECCION DE ESCALERA
05.05	<b>PINTURA</b>
05.05.01	PINTURA LATEX MATE EN MUROS INTERIORES 2 MANOS
06	<b>CISTERNA Y TANQUE ELEVADO</b>
06.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>
06.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES
06.01.02	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADO CON CEMENTO: ARENA

06.02	PINTURA
06.02.01	PINTURA LATEX SUPERMATE EN MUROS INTERIORE Y EXTERIORES
<b>07</b>	<b>APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS</b>
07.01	INODORO LOSA VITRIFICADA, BLANCO CON FLUXOMETRO
07.02	URINARIO CON AGUA KOHLER BARDON CON FLUXOMETRO MANUAL O SIMILAR
07.03	LAVATORIOS OVALIN, BLANCO, DE PORCELANA VITRIFICADA
07.04	DISPENSADOR DE JABON LIQUIDO ACERO INOX VERTICAL
07.05	DISPENSADOR DE PAPEL TOALLA LEEYES C/BASURERO A/INOX
07.06	PAPELERA PLASTICO CON PEDAL - TACHO BASURA
07.07	PAPELERA ACERO INOXIDABLE P/INODOROS
<b>08</b>	<b>AREA VERDES</b>
08.01	TIERRA DE CULTIVO
08.02	SEMBRADO DE CESPED
08.03	SEMBRADO DE PLANTAS ORDAMENTALE

## **ANEXO 2:**

**Lista de actividades utilizada para la disciplina de  
Estructuras.**

ITEM	ACTIVIDADE PARA LA DISCIPLINA DE ESTRUCTURAS
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>
01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES
01.01.01	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60M X 2.40M
01.01.03	POZO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA 6 M3
01.01.04	CERCO PERIMETRICO CON MALLA RASCHEL
01.01.05	SS.HH PROVISIONAL PARA OBRA
01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES
01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION
01.02.02	ENERGÍA ELECTRICA PROVISIONAL
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES
01.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL
01.04	REMOCIONES
01.04.01	REUBICACION DE POSTES DE LUZ
01.05	DEMOLICIONES
01.05.01	DEMOLICION Y ELIMINACION DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES
01.06	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA
01.07	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO
01.07.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR
01.07.02	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>
02.01	CORTE Y EXPLANACION EN AREA DE TRABAJO
02.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA CIMIENTOS
02.03	EXCAVACION DE ZANJA PARA ZAPATAS
02.04	EXCAVACION PARA CISTERNA
02.05	RELLENO PARA EXPLANACIONES EN AREA DE TRABAJO
02.06	RELLENO CON MATERIAL PROPIO
02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
02.08	AFIRMADO DE 10 cm PISOS Y RAMPAS
<b>03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>
03.01	SOLADO EN BASE f' C= 100 kg/cm2 h=10cm
03.02	CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO 1:10 +30% de P.G.
03.03	CONCRETO EN SOBRECIMENTOS 1:8 +25% P.M.
03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO
03.05	FALSO PISO F'C=175 KG/CM2
03.06	RAMPA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2
03.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS DE CONCRETO
03.08	VEREDA DE CONCRETO F'C=175 KG/CM2 FROTACHADO Y BRUÑADO
03.09	CURADO DE VEREDA DE CONCRETO
03.10	LOSA EN PISO PARA SS.HH



<b>04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>
04.01	ZAPATAS
04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.01.02	ZAPATAS - ACERO F'Y=4200 KG/CM2
04.01.03	ZAPATAS - CURADO DE CONCRETO
04.02	VIGAS DE CONEXION
04.02.01	VIGAS DE CONEXION - CONCRETO F'C=210 KG/CM2
04.02.02	VIGAS DE CONEXION- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.02.03	VIGAS DE CONEXION- ACERO FY=4200 KG/CM2
04.02.04	VIGAS DE CONEXION - CURADO DE CONCRETO
04.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO
04.03.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.03.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.03.03	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.03.04	SOBRECIMIENTO REFORZADO - CURADO DE CONCRETO
04.04	PLACAS
04.04.01	PLACAS - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.04.02	PLACAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.04.03	PLACAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.04.04	PLACAS - CURADO DE CONCRETO
04.05	COLUMNAS
04.05.01	COLUMNAS - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.05.03	COLUMNAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.05.04	COLUMNAS - CURADO DE CONCRETO
04.06	COLUMNETAS
04.06.01	COLUMNETAS - CONCRETO F'C= 175 KG/CM2
04.06.02	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.06.03	COLUMNETAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.06.04	COLUMNETAS - CURADO DE CONCRETO
04.07	VIGAS
04.07.01	VIGAS - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.07.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.07.03	VIGAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.07.04	VIGAS - CURADO DE CONCRETO
04.08	VIGUETAS
04.08.01	VIGUETAS - CONCRETO F'C= 175 KG/CM2
04.08.02	VIGUETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.08.03	VIGUETAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.08.04	VIGUETAS - CURADO DE CONCRETO

04.09	LOSAS ALIGERADAS
04.09.01	LOSAS ALIGERADAS - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.09.02	LOSAS ALIGERADAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL (INC. FRISOS)
04.09.03	LOSAS ALIGERADAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.09.04	LOSAS ALIGERADAS - LADRILLO HUECO 15 x 30 x 30 CM
04.09.05	LOSAS ALIGERADAS - CURADO DE CONCRETO
04.10	LOSAS MACIZA
04.10.01	LOSAS MACIZA - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.10.02	LOSAS MACIZA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL (INC. FRISOS)
04.10.03	LOSAS MACIZA - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.10.04	LOSAS MACIZA - CURADO DE CONCRETO
04.11	ASCENSOR
04.11.01	ASCENSOR - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.11.02	ASCENSOR - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.11.03	ASCENSOR - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.11.04	ASCENSOR - CURADO DE CONCRETO
04.12	CISTERNA
04.12.01	CISTERNA - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.12.02	CISTERNA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.12.03	CISTERNA - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.12.04	CISTERNA - CURADO DE CONCRETO
04.13	TANQUE ELEVADO
04.13.01	TANQUE ELEVADO - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.13.02	TANQUE ELEVADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.13.03	TANQUE ELEVADO - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.13.04	TANQUE ELEVADO - CURADO DE CONCRETO
04.14	ESCALERAS
04.14.01	ESCALERA - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.14.02	ESCALERA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.14.03	ESCALERA - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.14.04	ESCALERA - CURADO DE CONCRETO
04.15	MURO DE CONTENCION
04.15.01	MURO DE CONTENCION - CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
04.15.02	MURO DE CONTENCION - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
04.15.03	MURO DE CONTENCION - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.15.04	MURO DE CONTENCION - CURADO DE CONCRETO
04.16	GRADAS
04.16.01	GRADAS - CONCRETO F'C=175KG/CM2
04.16.02	GRADAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (APOYADAS SOBRE TERRENO)
04.16.03	GRADAS - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.16.04	GRADAS - CURADO DE CONCRETO

04.17	SARDINELES
04.17.01	SARDINELES - CONCRETO F'C=175 KG/CM2.
04.17.02	SARDINELES - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA
04.17.03	SARDINELES - ACERO FY=4200 KG/CM2
04.17.04	SARDINELES - CURADO DE CONCRETO
04.18	PARASOLES DE CONCRETO
<b>05</b>	<b>VARIOS</b>
05.01	JUNTAS
05.01.01	JUNTA SELLADORA FLEXIBLE DE POLIURETANO EN PISOS Y VEREDAS E=1"
05.01.02	JUNTA SISMICA EN TABIQUES INTERIORES DE 1"
05.01.03	TAPAJUNTAS PLANAS VERTICALES
05.01.04	TAPAJUNTAS PLANAS HORIZONTALES
05.02	WATER STOP D=8"
<b>06</b>	<b>FLETE</b>
06.01	FLETE TERRESTRE

### **ANEXO 3:**

**Lista de actividades utilizada para la disciplina de instalaciones  
eléctricas.**

ITEM	ACTIVIDADES PARA LA DISCIPLINA DE INSTALACIONES ELECTRICAS
<b>01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>
01.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA Y CONDUCTORES ELECTRICOS
01.02	RELLENO DE ZANJA CAMPACTADO C/MAT. TERRENO NORMAL
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
<b>02</b>	<b>CONDUCTORES</b>
02.01	CONDUCTOR N2XH 2.5 mm2
02.02	CONDUCTOR N2XH 4 mm2
02.03	CONDUCTOR N2XH 10 mm2
02.04	CONDUCTOR N2XH 3x1-25mm2+1x1-10 mm2
02.05	CONDUCTOR N2XH 3x1-95mm2+1x1-25 mm2
02.06	CONDUCTOR N2XH 3x1-16mm2+1x1-10 mm2
02.07	CONDUCTOR N2XH 3x1-50mm2+1x1-16 mm2
02.08	CABLE VGA
<b>03</b>	<b>TUBERIAS</b>
03.01	TUBERIA PVC-SAP DE 20 mm
03.02	TUBERIA PVC-SAP DE 100 mm
03.03	TUBERIA PVC-SAP DE 40 mm
03.04	TUBERIA PVC-SAP DE 35 mm
<b>04</b>	<b>CURVAS Y UNIONES</b>
04.01	CURVA PVC-SAP DE 20 mm
04.02	CURVA PVC-SAP DE 100 mm
04.03	CURVA PVC-SAP DE 35 mm
04.04	CURVA PVC-SAP DE 40 mm
04.05	UNIONES A CAJA PVC-SAP DE 20 mm
<b>05</b>	<b>INTERRUPTORES</b>
05.01	INTERRUPTOR MONOFASICO DE 1 DADO
05.02	INTERRUPTOR MONOFASICO DE 2 DADO
05.03	INTERRUPTOR MONOFASICO DE 3 DADO
05.04	INTERRUPTOR DE CONMUTACION DE 1 DADO
05.05	INTERRUPTOR DE CONMUTACION DE 2 DADO
05.06	INTERRUPTOR DE 2 VIAS
<b>06</b>	<b>LUMINARIAS</b>
06.01	FLUORECENTE RECTO CON DIFUSORES DE 2X36 W
06.02	DICROICOS DE 50 W, 220 V, 60Hz
06.03	BORLLAND 40 W, 220 V, 60 Hz
<b>07</b>	<b>TOMACORRIENTES</b>
07.01	TOMACORRIENTES MONOFASICOS DE 2 SALIDAS
<b>08</b>	<b>CAJAS</b>
08.01	CAJA OCTOGONALES DE D=100 mm
08.02	CAJA RECTANGULAR DE 75X50X30 mm
08.03	CAJA CUADRADA DE 100X100 mm

08.04	CAJA CUADRADA DE 200X200x100 mm
08.05	CAJA CUADRADA DE 250X250x150 mm
08.06	CAJA CUADRADA DE 400X400x150 mm
08.07	CAJA CUADRADA DE 500X500x150 mm
<b>09</b>	<b>SECADORES DE MANO</b>
09.01	SECADOR DE MANO DE 1500W,220v,60Hz
<b>10</b>	<b>LUCES DE EMERGENCIAS</b>
10.01	LUCES DE EMERGENCIA DE 2X36 W
<b>11</b>	<b>TABLERO GENERAL</b>
11.01	TABLERO INTERRUPTOR AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA FULL EQUIPO
11.02	TABLERO GENERAL DE 50 POLOS, C.I= 1.61 KW, MD=92.15 KW, 380/220V, 60Hz, 194.45 A
<b>12</b>	<b>TABLERO DE DISTRIBUCION</b>
12.01	TABLERO DE 23 POLOS CI=20.04 KW, MD=15.03KW, 380/220V, 60Hz, 54.78A (TD 101, 201, 301, 401)
12.02	TABLERO DE 23 POLOS CI=7.43 KW, MD=5.57KW, 380/220V, 60Hz, 20.31A (TD 501)
12.03	TABLERO DE 19 POLOS CI=15.09 KW, MD=11.32KW, 380/220V, 60Hz, 20.31A (TD 102)
12.04	TABLERO DE 19 POLOS CI=8.91 KW, MD=6.68KW, 380/220V, 60Hz, 37.24A (TD 202, 302, 402)
<b>13</b>	<b>DETECTORES DE HUMO</b>
13.01	SALIDAS PARA DETECTORES DE HUMO
<b>14</b>	<b>CONTROL MASTER DE HUMO CON LUCES ESTROBOSCOPICAS</b>
14.01	CONTROL MASTER DE HUMO CON LUCES ESTROBOSCOPICAS
<b>15</b>	<b>SALIDAS PARA TELEFONOS EXTERNOS</b>
15.01	SALIDA PARA TELEFONO EXTERNO: 2 SALIDAS
<b>16</b>	<b>SALIDAS PARA DATA</b>
16.01	SALIDA PARA VOZ Y DATA
<b>17</b>	<b>SALIDAS PARA TV</b>
17.01	SALIDA PARA TV
<b>18</b>	<b>BOMBA DE SUMIDERO</b>
18.01	TABLERO DE BOMBA DE SUMIDERO (TB-BS), PARA 02 BOMBAS DE 5HP, 380/220 VOLTIOS, f:60 Hz
<b>19</b>	<b>BOMBA DE AGUA</b>
19.01	TABLERO DE BOMBA DE AGUA (TB-A), PARA 02 BOMBAS DE 5 HP, 380/220 VOLTIOS, f 60Hz, FULL EQUIPO
<b>20</b>	<b>BOMBA CONTRA INCENDIO</b>
20.01	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIOS(TB-A), PARA 02 BOMBAS DE 2.5 HP Y 20 HP, 380/220 VOLTIOS , f 60 Hz FULL EQUIPO
<b>21</b>	<b>BOMBA HIDRONEUMATICA</b>
21.01	TABLERO DE BOMBAS HIDRONEUMATICA(TB-TBH), PARA 02 BOMBAS DE 2Hp, 380/220V, f:60Hz
<b>22</b>	<b>TERMINALES PARA SALIDA DE CABLE VIGA</b>
22.01	TERMINALES DE SALIDA DE CABLES PARA VGA
<b>23</b>	<b>PLACAS DE SALIDA DE VIGA</b>
23.01	PLACA RECTANGULAR PARA 04 SALIDAS DE VGA

24	PUESTA A TIERRA
24.01	POZO DE TIERRA
24.02	APERTURA DE ZANJA PARA PUESTA TIERRA
24.03	EMPALME ELECTRICO A SUB ESTACION EXISTENTE
24.04	PRUEBA SISTEMA ELECTRICO

## **ANEXO 4:**

**Lista de actividades utilizada para la disciplina de instalaciones  
sanitarias.**



ITEM	ACTIVIDADES PARA LA DISCIPLINA DE INSTALACIONES SANITARIAS
<b>01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>
01.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA SANITARIA
01.02	RELLENO DE ZANJA CAMPACTADO C/MAT. TERRENO NORMAL
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
01.04	CAMA DE APOYO
<b>02</b>	<b>DESAGUE Y VENTILACION</b>
02.01	SALIDAS DE PVC SAL PARA DESAGUE DE 4"
02.02	SALIDAS DE PVC SAL PARA DESAGUE DE 2"
02.03	SALIDA DE PVC SAL PARA VENTILACION DE 2"
02.04	SALIDA DE PVC SAL PARA VENTILACION DE 4"
<b>02.05</b>	<b>RED DE COLECTORES</b>
02.05.01	TUBERIA PVC SAL 4"
02.05.02	TUBERIA PVC - UF NTP ISO 4422 C-7.5 DN 160 MM
<b>02.06</b>	<b>ACCESORIOS DE REDES</b>
02.06.01	ACCESORIOS PVC DESAGUE
02.06.02	ACCESORIOS FºGº DESAGUE
02.06.03	TUBERIA FºGº D=2"
<b>02.07</b>	<b>ADITAMENTO EN REDES</b>
02.07.01	REGISTRO CROMADO D=4"
02.07.02	REGISTRO CROMADO D=6"
02.07.03	SUMIDERO CROMADO D=2"
<b>02.08</b>	<b>CAMARAS DE INSPECCION</b>
02.08.01	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12"x24
<b>02.09</b>	<b>BOMBEO DE DESAGUE DE CISTERNA</b>
02.09.01	CAJA PARA BOMBEO DE DESAGUE DE CISTERNA
02.10	EMPALME AL SISTEMA DE DESAGUE EXISTENTE
<b>03</b>	<b>INSTALACION DE AGUA</b>
03.01	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUBERIA PVC SAP DE 1/2"
03.02	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUBERIA PVC SAP DE 3/4"
<b>03.03</b>	<b>RED DE AGUA FRIA</b>
03.03.01	TUBERIA PVC, CLASE 10, D=1/2"
03.03.02	TUBERIA PVC, CLASE 10, D=3/4"
03.03.03	TUBERIA PVC, CLASE 10, D=1"
03.03.04	TUBERIA PVC, CLASE 10, D=1 1/2"
03.03.05	TUBERIA PVC, CLASE 10, D=2"
<b>03.04</b>	<b>ACCESORIOS DE REDES</b>
03.04.01	CAJA PARA VALVULA COMPUERTA DE D=1/2" HASTA D=2"
03.04.02	CAJA CON TAPA METALICA PARA VALVULA DE 12" x12"

<b>03.05</b>	<b>VALVULAS Y LLAVES</b>
03.05.01	SUMN. E INST. DE VALVULA DE CONTROL D=1/2", BRONCE
03.05.02	SUMN. E INST. DE VALVULA DE CONTROL D=3/4", BRONCE
03.05.03	SUMN. E INST. DE VALVULA DE CONTROL D=1 1/2", BRONCE
03.05.04	SUMN. E INST. DE VALVULA DE CONTROL D=2", BRONCE
03.05.05	LLAVE DE RIEGO CON GRIFO DE 1/2"
<b>03.06</b>	<b>PIEZAS VARIAS</b>
03.06.01	CAJA PORTAMEDIDOR
03.06.02	ESCALERA DE GATO
03.06.03	TAPA DE FIERRO EN CISTERNA Y TANQUE ELEVADO
03.07	EMPALME AL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>
04.01	TUBERIA SCHEDULE 40 DE D=4" X 7MM
04.02	TUBERIA SCHEDULE 40 DE D=2 1/2" X 7MM
04.03	ACCESORIOS PARA MONTANTE CONTRA INCENDIO
04.04	GABINETE CONTRA INCENDIO
<b>05</b>	<b>INSTALACIONES PLUVIALES</b>
05.01	TUBERIA PVC SAL 4"
05.02	ACCESORIOS PARA MONTANTE PLUVIAL
05.03	SUMIDERO DE BRONCE D=4"
05.04	SUMIDERO REJILLA DE 30X30 CM
05.05	CANAL PLUVIAL
<b>06</b>	<b>EQUIPAMIENTO DE BOMBEO</b>
06.01	ELECTROBOMBA POT=2.0 HP
06.02	TUBERIA F°G° D=2"
06.03	TUBERIA F°G° D=1 1/2"
06.04	ACCESORIOS EN SISTEMA DE BOMBEO
06.05	BOMBA SUMERGIBLE POT=1.0 HP
06.06	BOMBA HIDRONEUMATICA(TB -TBH) DE 2HP ,380 /220Voltios, f: 60Hz
<b>07</b>	<b>EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>
07.01	ELECTROBOMBA POT=20 HP
07.02	BOMBA JOCKEY POT =2.0 HP
07.03	ACCESORIOS EN SISTEMA CONTRA INCENDIO
<b>08</b>	<b>PRUEBAS HIDRAULICAS</b>
08.01	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE DESAGUE
08.02	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION DE TUBERIA DE AGUA
08.03	PRUEBA HIDRAULICA DE SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO
08.04	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION DE CISTERNA
08.05	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION DE TANQUE ELEVADO

## **ANEXO 5:**

### **Cuadros comparativo construcción – Modelo digital**

## 1.- Configuración estructural lado oeste



Fotografía 01:

La fotografía fue tomada antes de realizarse el vaciado del concreto para la losa del cuarto piso, donde es posible visualizar las columnas, vigas, muros de albañilería y las losas. Los elementos fueron construidos según los detalles de los planos brindados por los estudios definitivos.

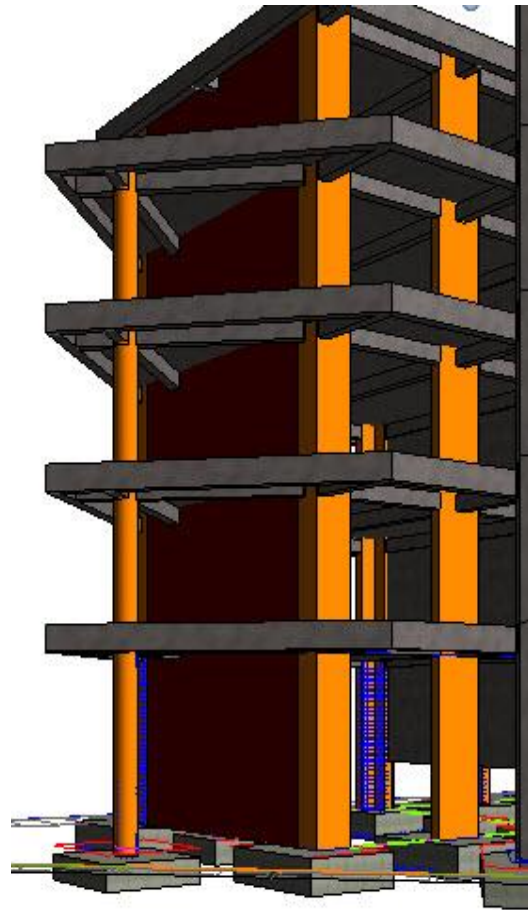


Imagen 01:

Se presenta la configuración de los elementos estructurales del módulo 01 del proyecto. Donde es posible apreciar el sistema de pórticos, muros de albañilería, vigas, cimentaciones y las losas aligeradas. Que fueron obtenidos a partir del modelo creado con la metodología BIM; el modelo almacena la información de los elementos, diferenciando el concreto de la albañilería.

## 2.- Configuración estructural lado Sur



Fotografía 02:

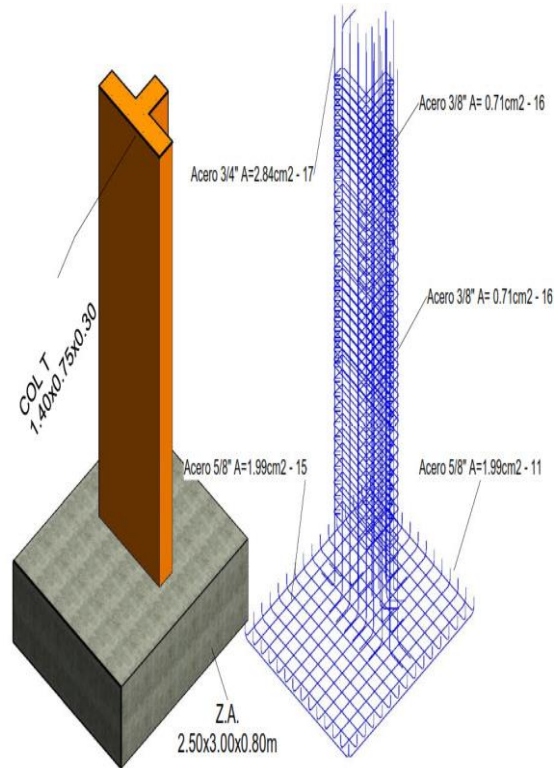
La fotografía muestra el sistema de encofrados que se debe realizar para poder vaciar el concreto en la losa del segundo nivel. El armado de las vigas se realizó según los planos de detalle de la parte estructural del proyecto.



Imagen 02:

La imagen muestra la configuración estructural del sistema de pórticos que presenta el módulo 02 del proyecto. Los elementos naranja representan al sistema de columnas T. También es posible apreciar las vigas de los pórticos, que fueron representados en color gris.

### 3.- Columna estructural con sección T.



Fotografía 03:

La fotografía muestra el armado de una columna con sección T; donde es fácil apreciar el sistema de aceros y sus respectivos arriostres bien definidos. Por otro lado, es posible apreciar el sistema de encofrado que se utilizó para su posterior vaciado del concreto.

Imagen 03:

La imagen extraída del modelo digital muestra al elemento columna creado de forma paramétrica. Es posible apreciar la configuración del armazón con sus respectivos estribos, el modelo presenta un nivel de detalle bajo LOD 300.

**ANEXO 6:**

**Presupuesto General utilizando método de medición  
tradicional.**



El presupuesto fue realizado en base a las actividades del Anexo 01 – 04; se consideró un análisis de costos unitarios en común para ambos métodos. Cabe resaltar que no toda las actividades fueron consideradas para el metrado; en consecuencia, las medidas extraídas tradicionalmente fueron las partidas más importantes para posteriormente importarlas al sistema s10 Costos y Presupuestos.

Finalmente se obtuvo el presupuesto total general, lográndose observar también los costos de los sub presupuestos que fueron considerados para el proyecto.

s10

P.L.H.

#### Datos Generales del Presupuesto

Obra **0301040 METODO TRADICIONAL**  
 Propietario **02100116 DIRECCION GENERAL DE LA UNASAM**  
 Lugar **020105 ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA**  
 Fecha **16/05/2016** Plazo **330** días Jornada **8.00** horas  
 Moneda principal **01 NUEVOS SOLES**

	Presupuesto (S/.)	
Costo directo	5,116,824.40	0.00
Costo indirecto	0.00	0.00
Total	5,116,824.40	0.00

#### Subpresupuestos:

Código	Descripción	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
001	ESTRUCTURAS	1.00	2,524,292.93	2,524,292.93
002	ARQUITECTURA	1.00	1,905,307.29	1,905,307.29
003	INSTALACIONES SANITARIAS	1.00	204,151.61	204,151.61
004	INSTALACIONES ELECTRICAS	1.00	483,072.57	483,072.57



**ANEXO 7:**

**Presupuesto General utilizando tablas de planificación**

**BIM.**

Para este presupuesto se realizó en base a las actividades del Anexo 01 – 04; se consideró un análisis de costos unitarios en común para ambos métodos. Cabe resaltar que no toda las actividades fueron consideradas para el metrado; en consecuencia, las medidas extraídas mediante las tablas de planificación fueron las partidas más importantes para posteriormente importarlas al sistema s10 Costos y Presupuestos.

Finalmente se obtuvo el presupuesto total general, lográndose observar también los costos de los sub presupuestos que fueron considerados para el proyecto.

S10

#### Datos Generales del Presupuesto

Obra **0301046 BIM**  
 Propietario **02100116 DIRECCION GENERAL DE LA UNASAM**  
 Lugar **020101 ANCASH - HUARAZ - HUARAZ**  
 Fecha **29/09/2018** Jornada **8.00** horas  
 Moneda principal **01 NUEVOS SOLES**

	Presupuesto (S/.)	
Costo directo	5,110,967.38	0.00
Costo indirecto	0.00	0.00
Total	<b>5,110,967.38</b>	0.00

#### Subpresupuestos:

Código	Descripción	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
001	ARQUITECTURA	1.00	1,900,584.32	1,900,584.32
002	ESTRUCTURA	1.00	2,523,158.88	2,523,158.88
003	INSTALACIONES ELECTRICAS	1.00	483,072.57	483,072.57
004	INSTALACIONES SANITARIAS	1.00	204,151.61	204,151.61

## **ANEXO 8:**

### **Documentos del proyecto**



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

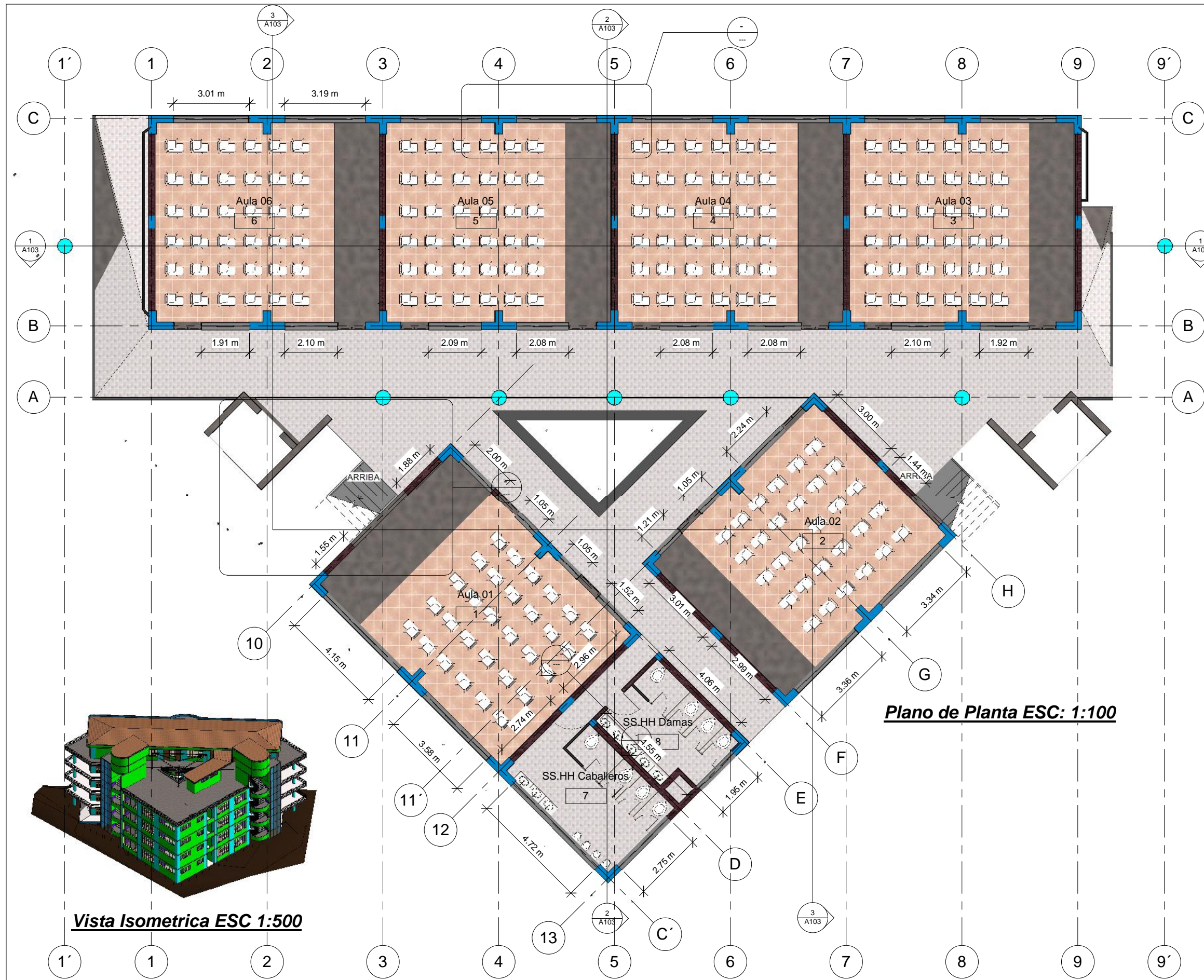
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**A101**



**Vista Isometrica ESC 1:500**



9' 9 8 7 6 5 4 3 2 1 1'



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

**Autorizador**

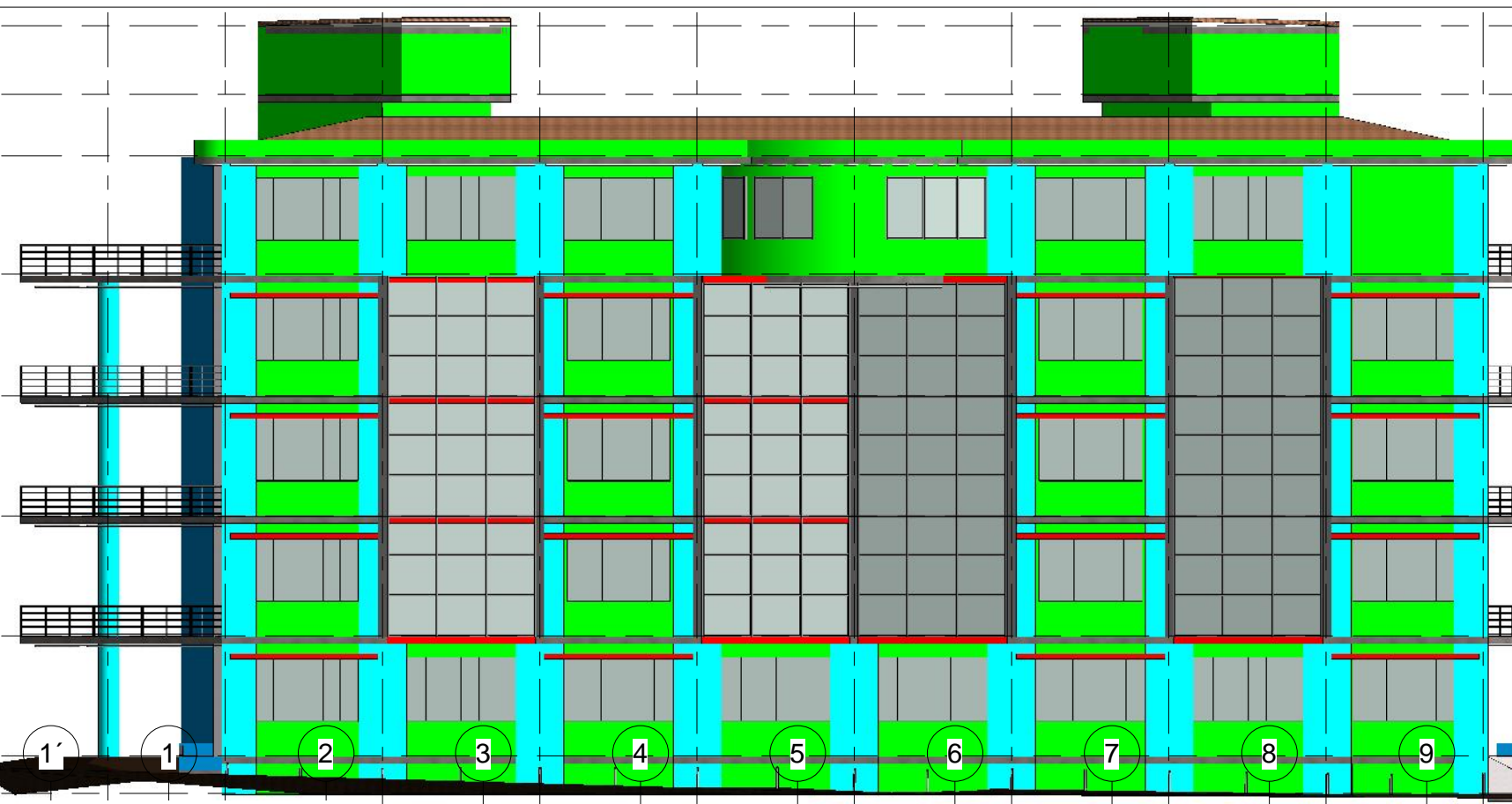
**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

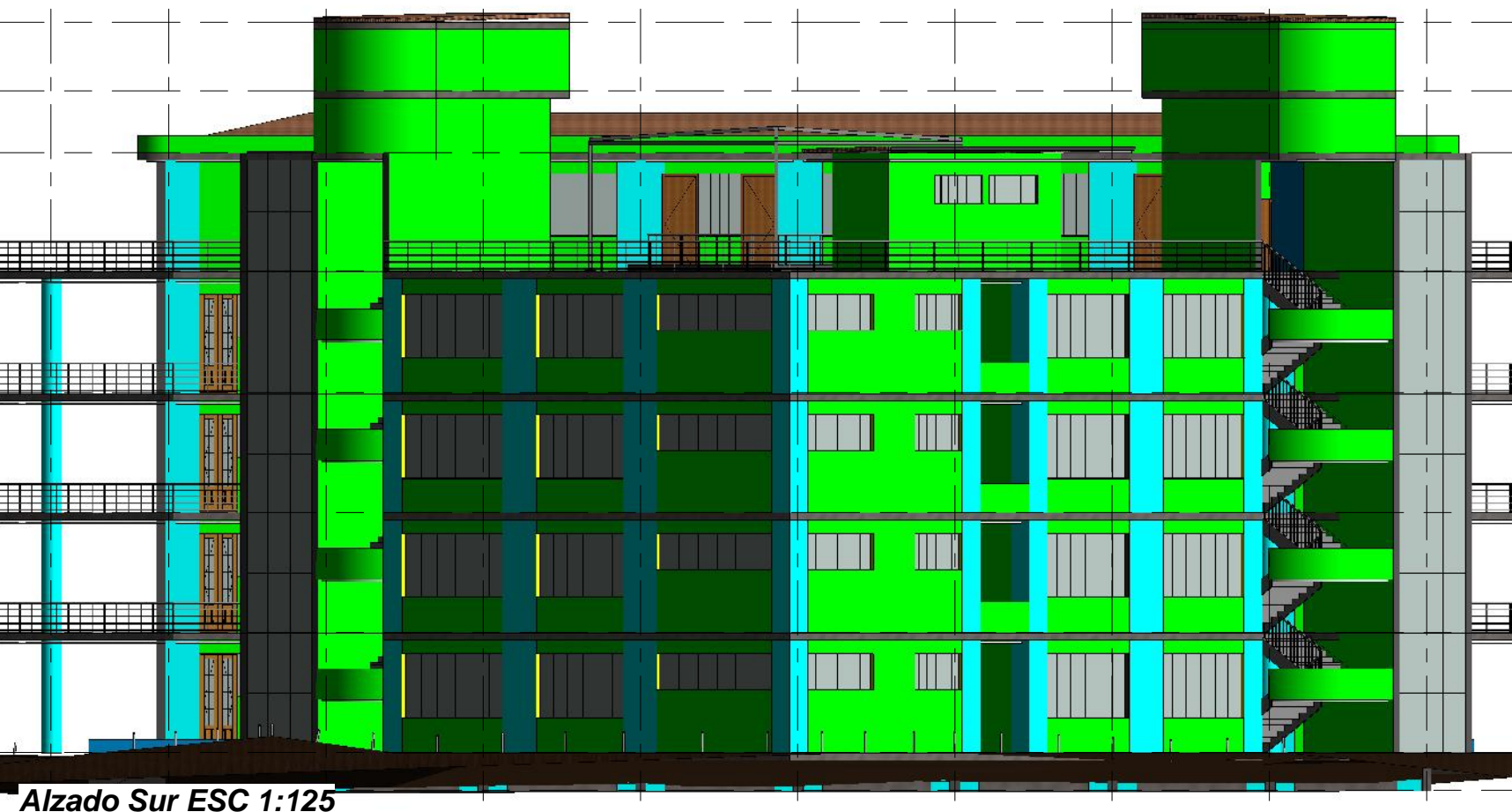
**A102**

Nivel 8  
22.40 m  
 Nivel 7  
20.40 m  
 Nivel 6  
18.60 m  
 Nivel 5  
15.15 m  
 Nivel 4  
11.60 m  
 Nivel 3  
8.10 m  
 Nivel 2  
4.60 m  
 Nivel 1  
1.10 m  
 BASE  
0.00 m



**Alzado Norte ESC 1:125**

Nivel 8  
22.40 m  
 Nivel 7  
20.40 m  
 Nivel 6  
18.60 m  
 Nivel 5  
15.15 m  
 Nivel 4  
11.60 m  
 Nivel 3  
8.10 m  
 Nivel 2  
4.60 m  
 Nivel 1  
1.10 m  
 BASE  
0.00 m



**Alzado Sur ESC 1:125**



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

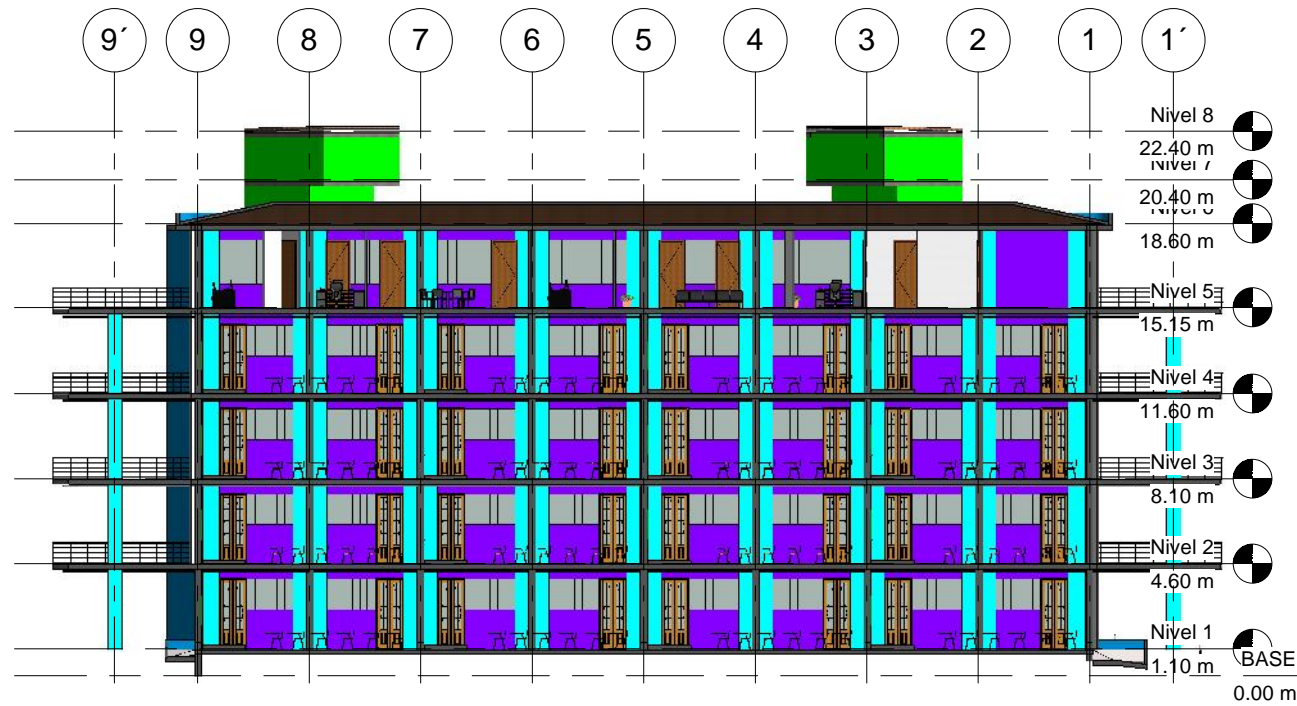
**Autorizador**

**ESCALA:**

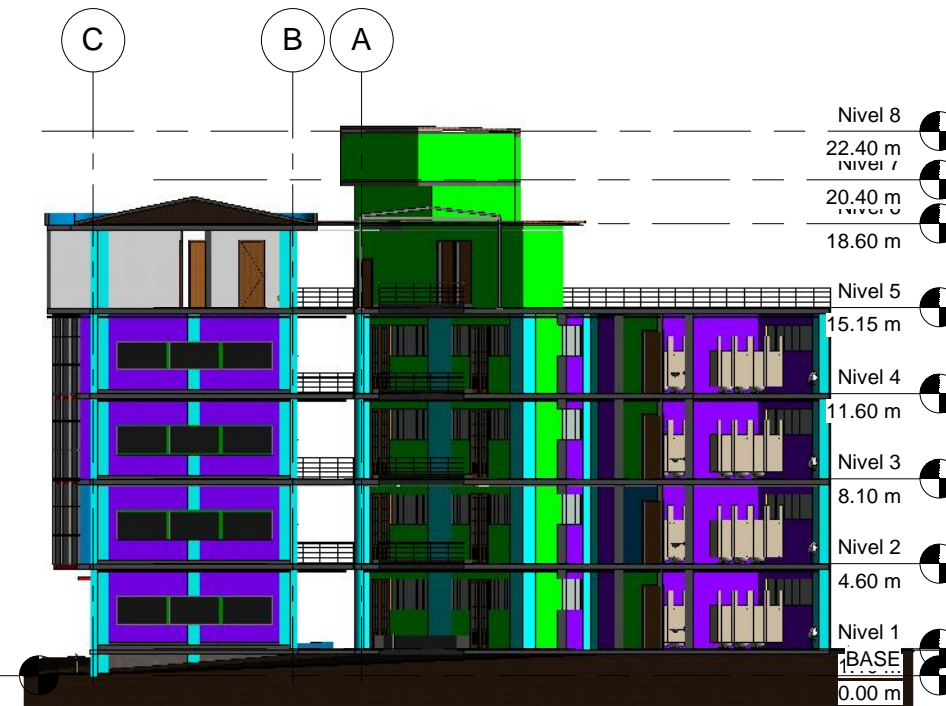
**FECHA:**

**LAMINA:**

**A103**



**1** Seccion A-A  
 1 : 200

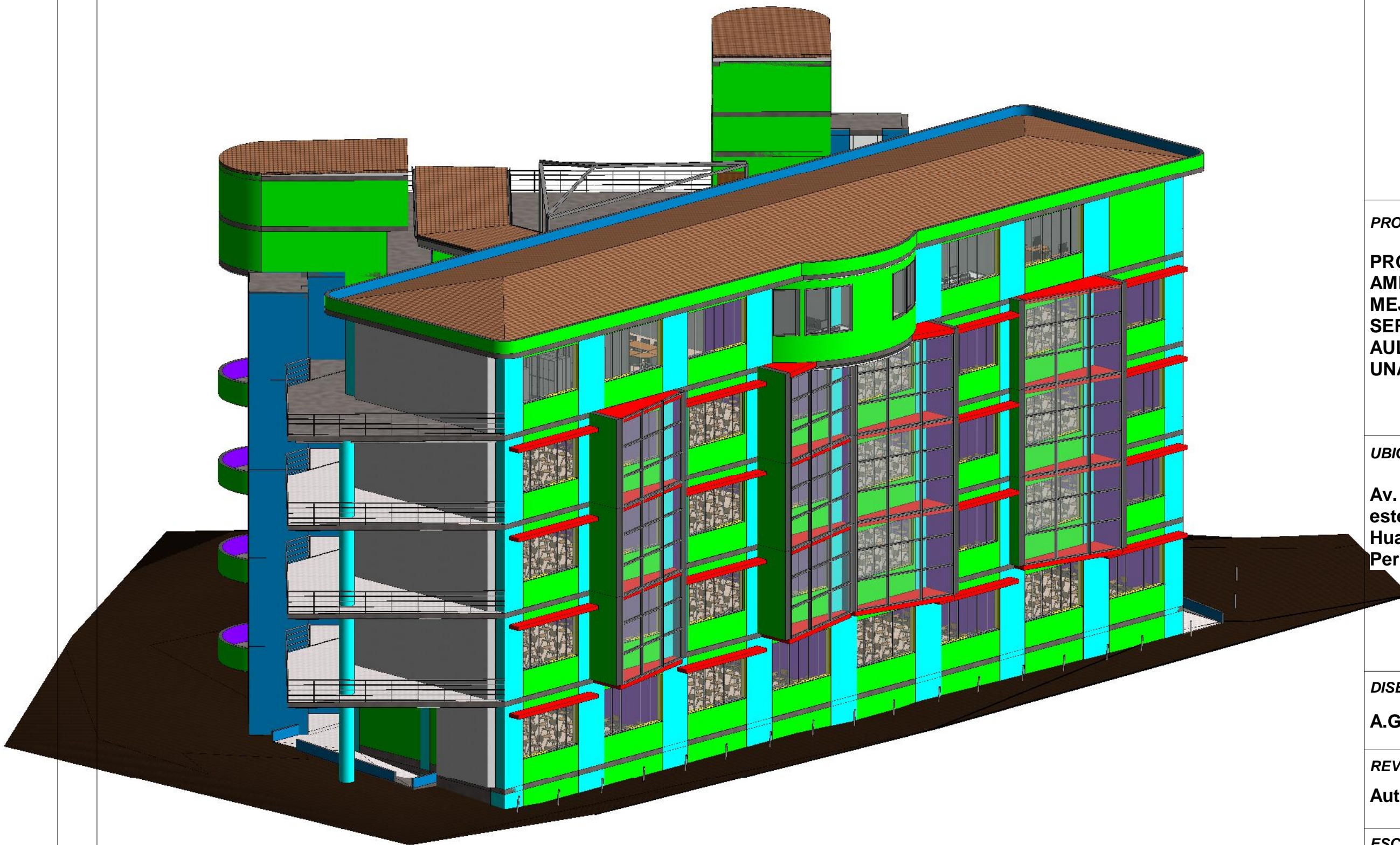


**2** Seccion B-B  
 1 : 200



**3** Seccion C-C  
 1 : 125





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**A104**

**Vista Isometrica A ESC 1:100**





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

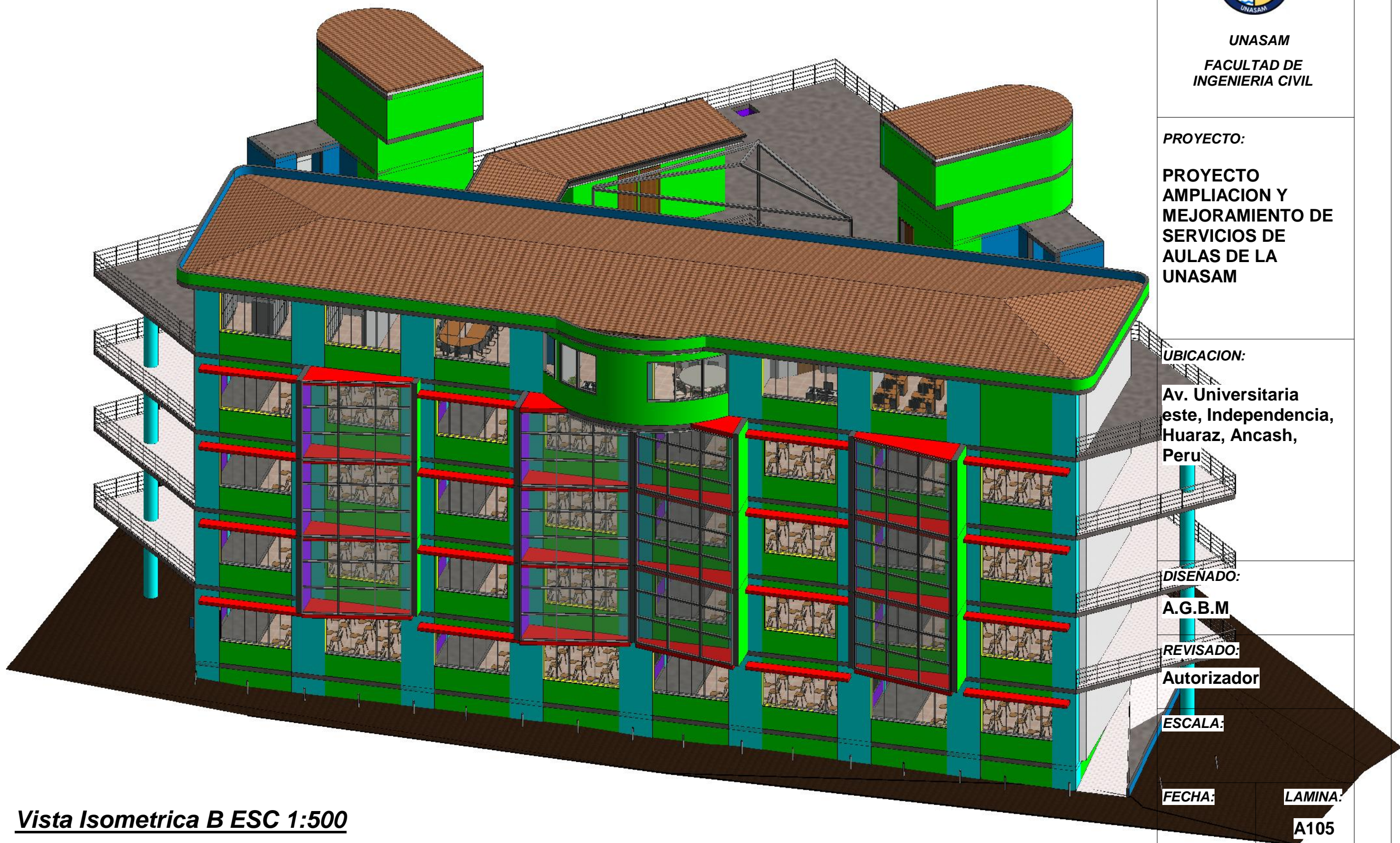
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**A105**



**Vista Isometrica B ESC 1:500**





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**A106**



***Distribucion del Sistema de divisiones con Drywall ESC 1:100***



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

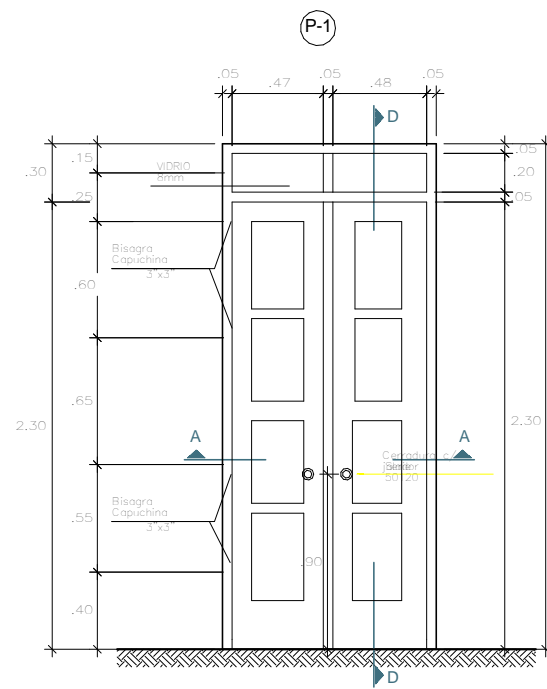
**Autorizador**

**ESCALA:**

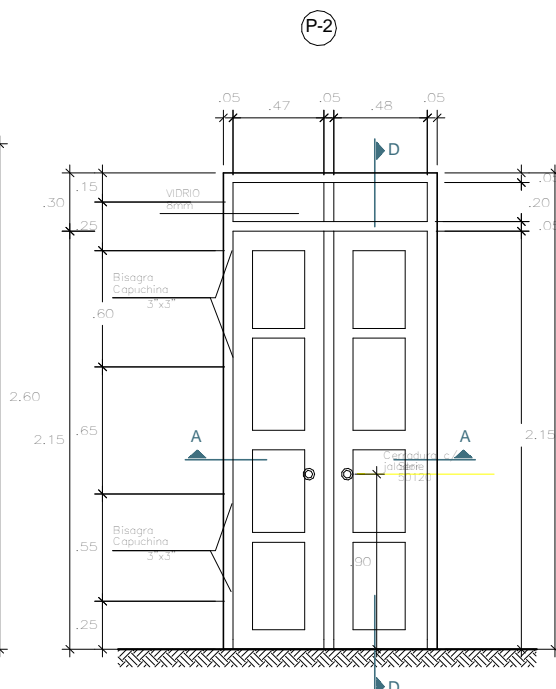
**FECHA:**

**LAMINA:**

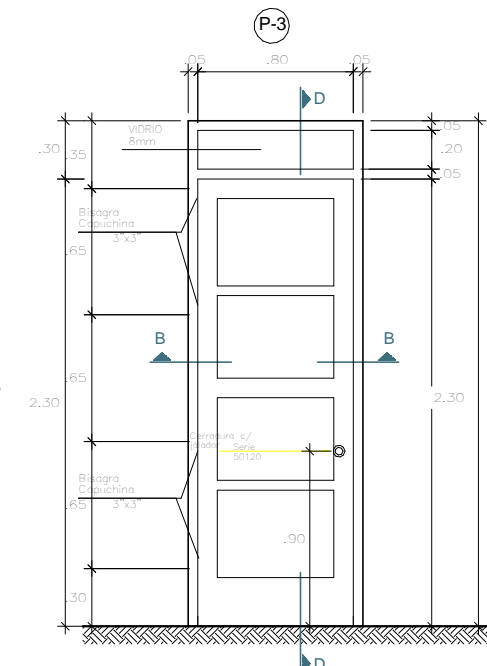
**A107**



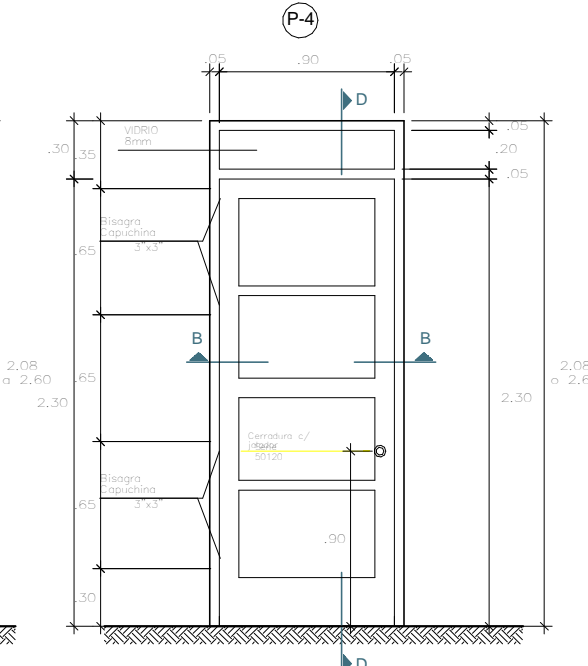
**PUERTA APANELADA**  
**2 HOJAS (1.10 X 2.60m)**  
 ESC: 1/25



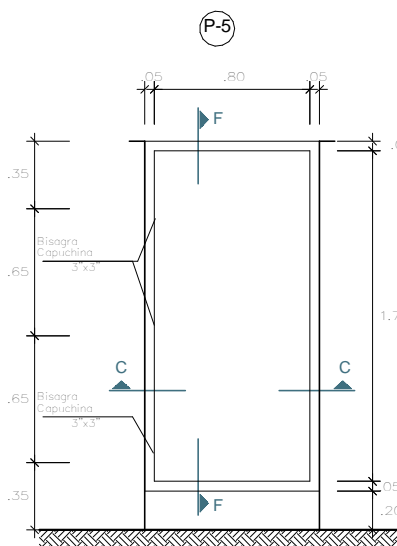
**PUERTA APANELADA**  
**2 HOJAS (1.10 X 2.45m)**  
 ESC: 1/25



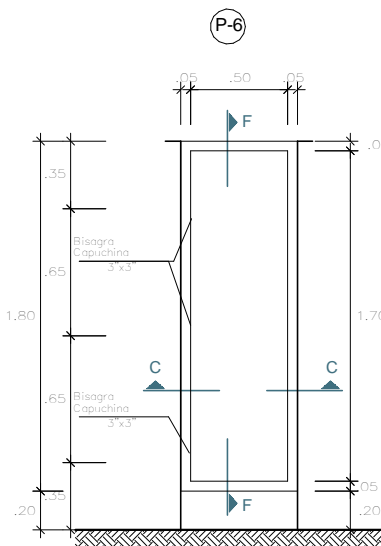
**PUERTA APANELADA**  
**1 HOJA (0.90 X 2.60m)**  
 ESC: 1/25



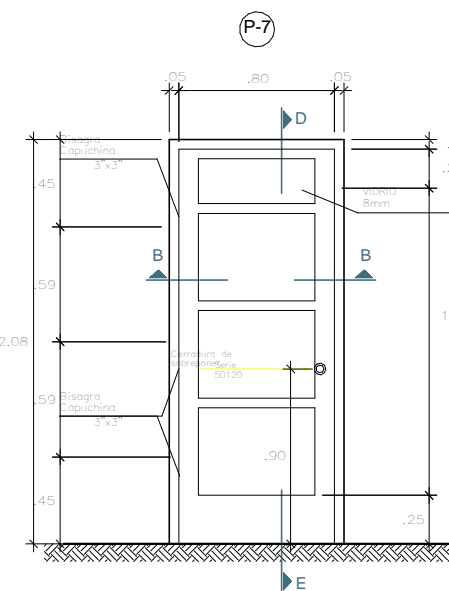
**PUERTA APANELADA**  
**1 HOJA (1.00 X 2.60m)**  
 ESC: 1/25



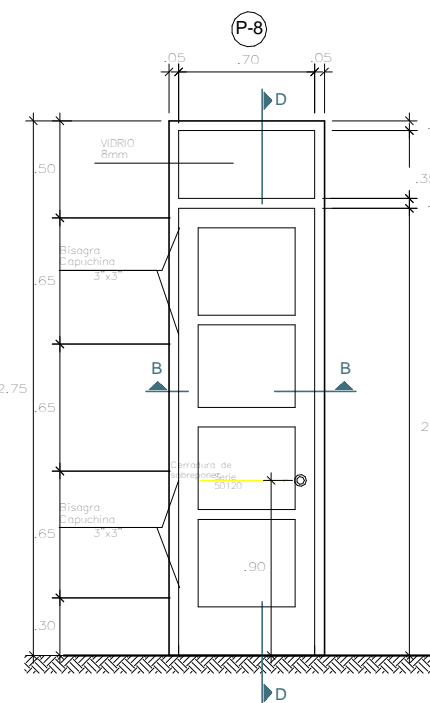
**PUERTA DE MELAMINE**  
**e= 18mm (0.90 X 1.80m)**  
 ESC: 1/25



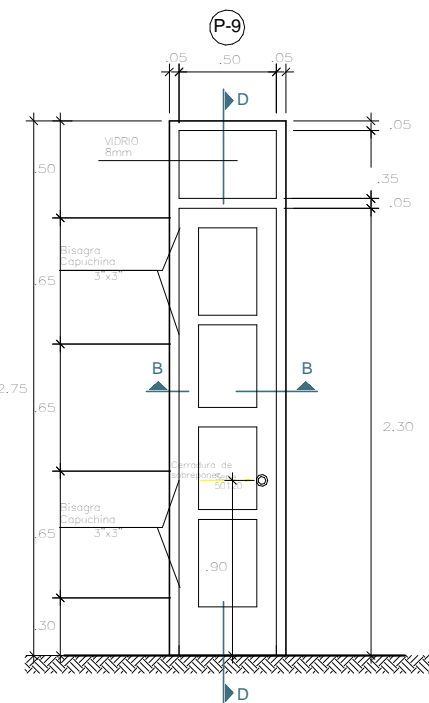
**PUERTA DE MELAMINE**  
**e= 18mm (0.60 X 1.80m)**  
 ESC: 1/25



**PUERTA APANELADA**  
**1 HOJA (0.90 X 2.08m)**  
 ESC: 1/25



**PUERTA APANELADA**  
**1 HOJA (0.80 X 2.75m)**  
 ESC: 1/25



**PUERTA APANELADA**  
**1 HOJA (0.60 X 2.75m)**  
 ESC: 1/25

**1**

**Detalle de Puertas**

1 : 25



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTUNEZ DE  
MAYOLO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

PROYECTO AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO DE SERVICIOS  
DE AULAS DE LA UNASAM

UBICACION:

Av. Universitaria este,  
Independencia, Huaraz, Ancash,  
Peru

DIBUJADO:

Autor

DISEÑADO:

A.G.B.M

REVISADO:

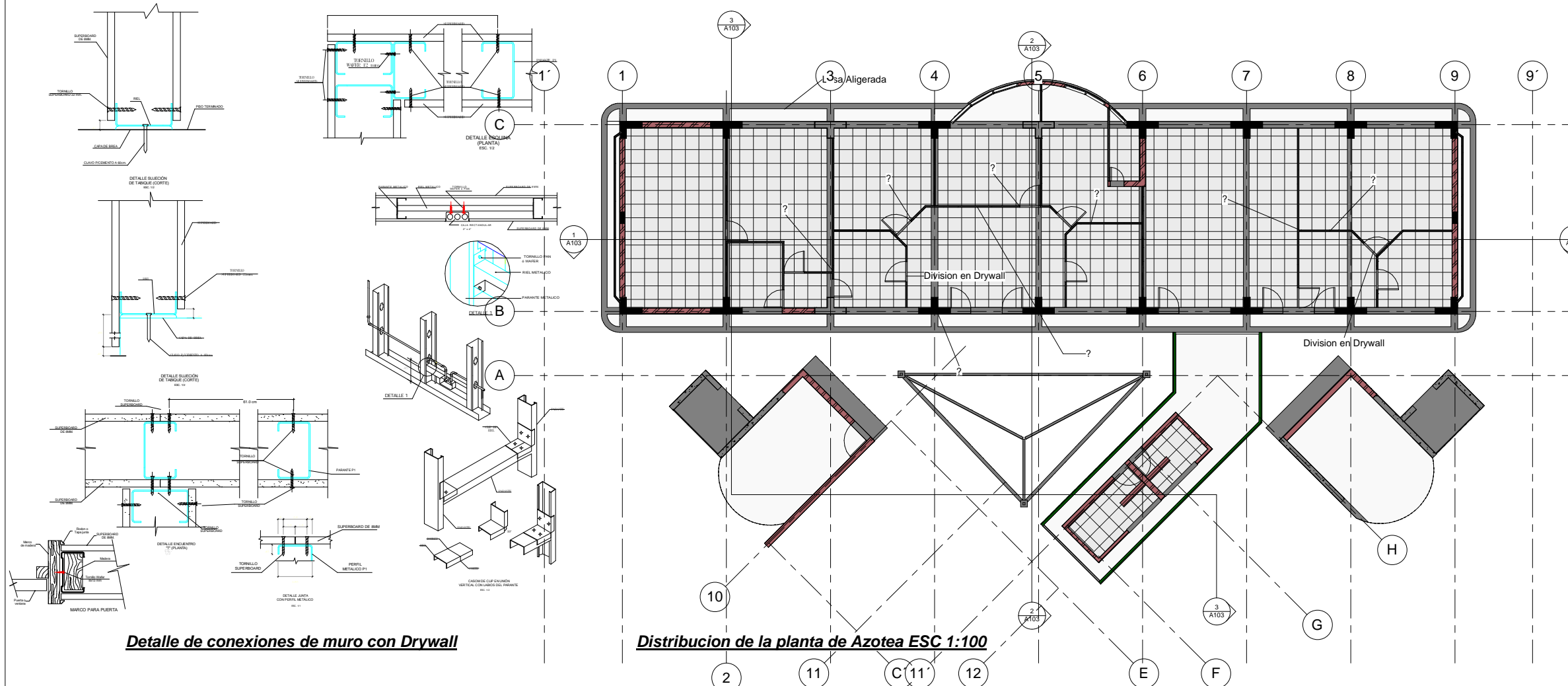
Autorizador

ESCALA:

FECHA:

LAMINA:

A108



DIMENSIONES (cm)	PARANTE P1		RIEL	
	B	A	C	A
3.80	0.45 mm	3.30	0.45 mm	
6.40	0.45 mm	6.50	0.45 mm	
8.90	0.45 mm	9.00	0.45 mm	

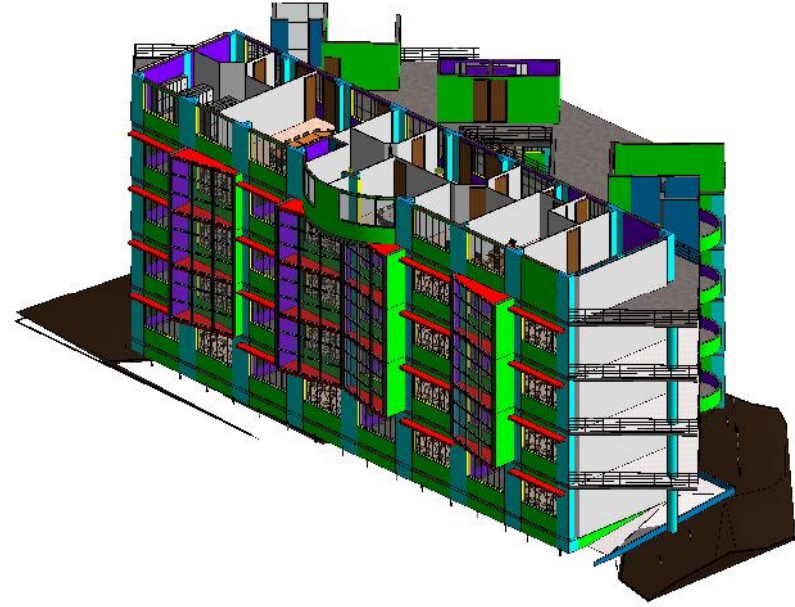
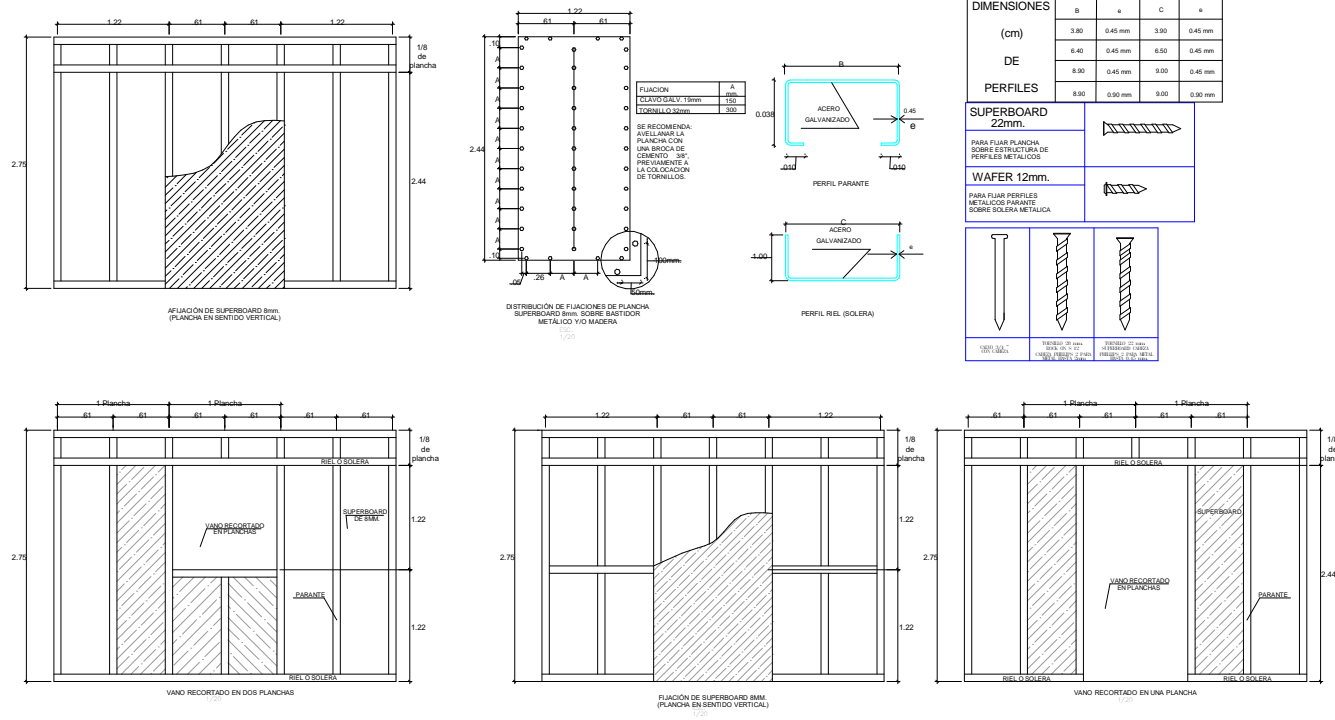
PERFILES	
3.80	0.38 mm
6.40	0.38 mm
8.90	0.38 mm

**SUPERBOARD 22mm.**

**WAFER 12mm.**

**PARANTE P1**

**RIEL**







FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

**PROYECTO  
AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO  
DE SERVICIOS DE  
AULAS DE LA  
UNASAM**

PROPIETARIO:

UBICACION:

**Av. Universitaria  
este,  
Independencia,  
Huaraz, Ancash,  
Peru**

DISEÑADO:

**A.G.B.M**

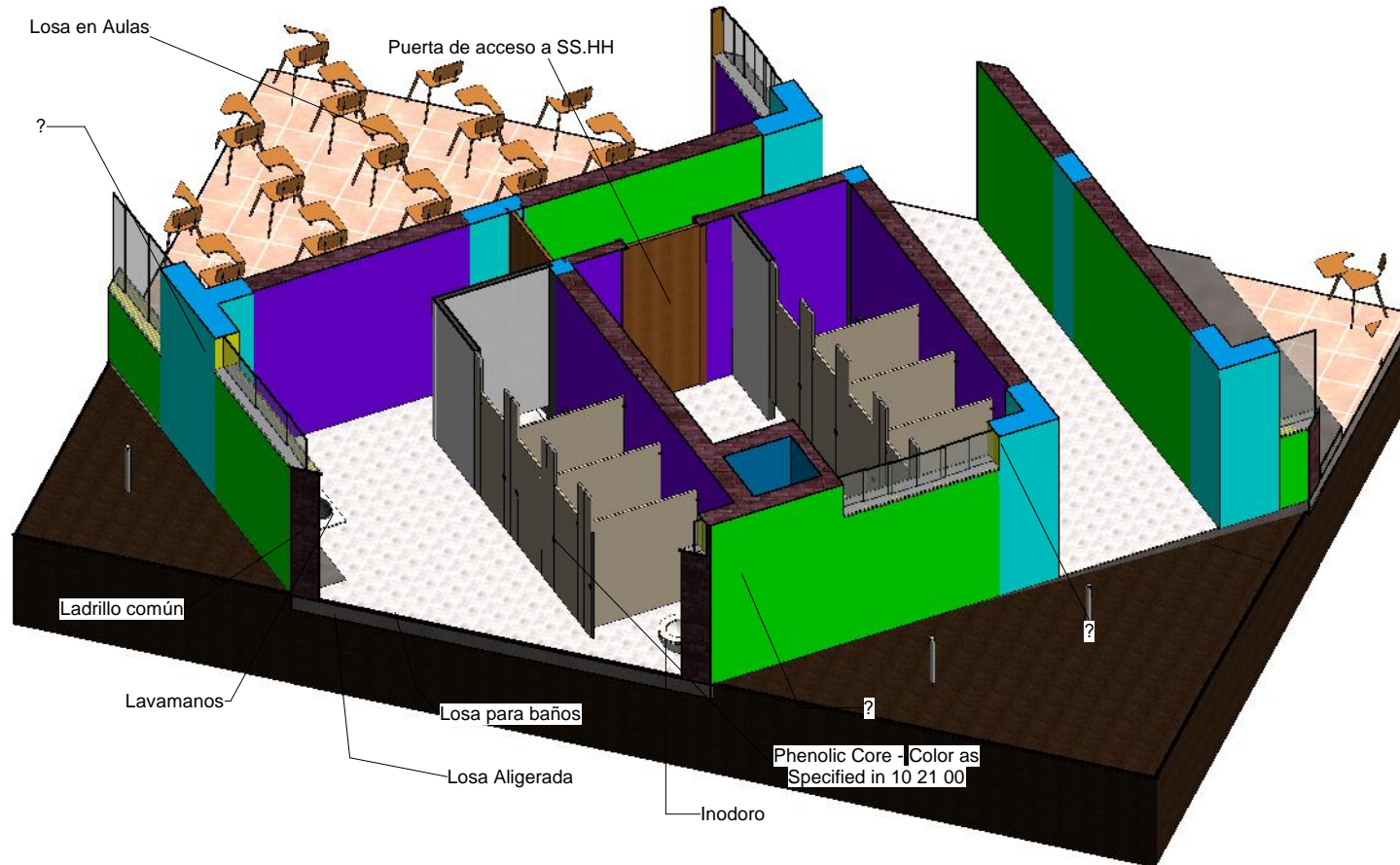
REVISADO:

ESCALA:

FECHA:

LAMINA:

**A109**



1

**3D Detalle Baño**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTUNEZ DE  
MAYOLO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

PROYECTO AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO DE SERVICIOS  
DE AULAS

UBICACION:

Av. Universitaria Este,  
Independencia, Huaraz, Ancash,  
Peru

DIBUJADO:

A.G.B.M

DISEÑADO:

A.B.G.M

REVISADO:

Autorizador

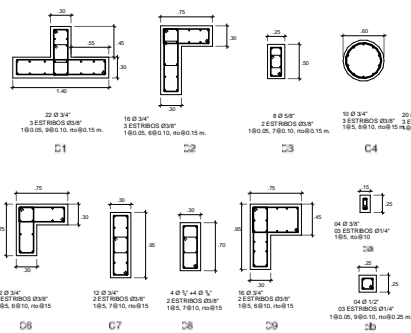
ESCALA:

FECHA:

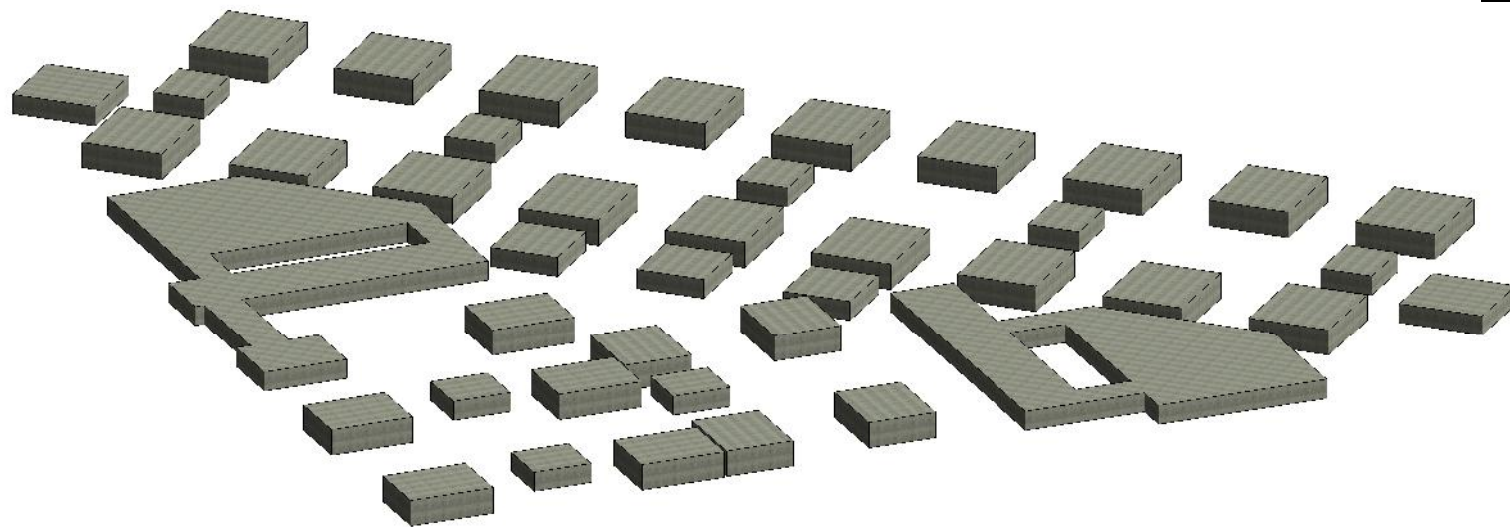
LAMINA:

B101

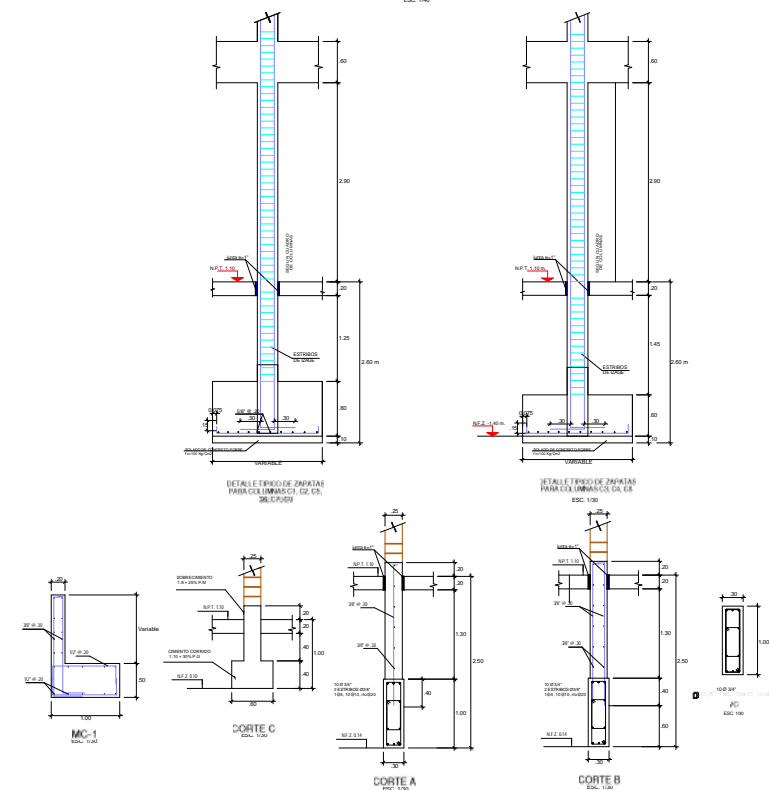
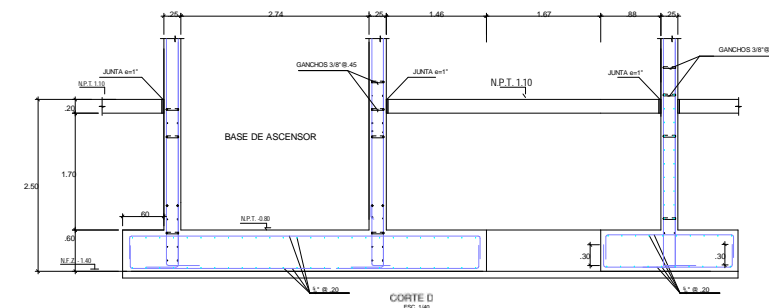
**Plano de Cimentaciones ESC 1:100**



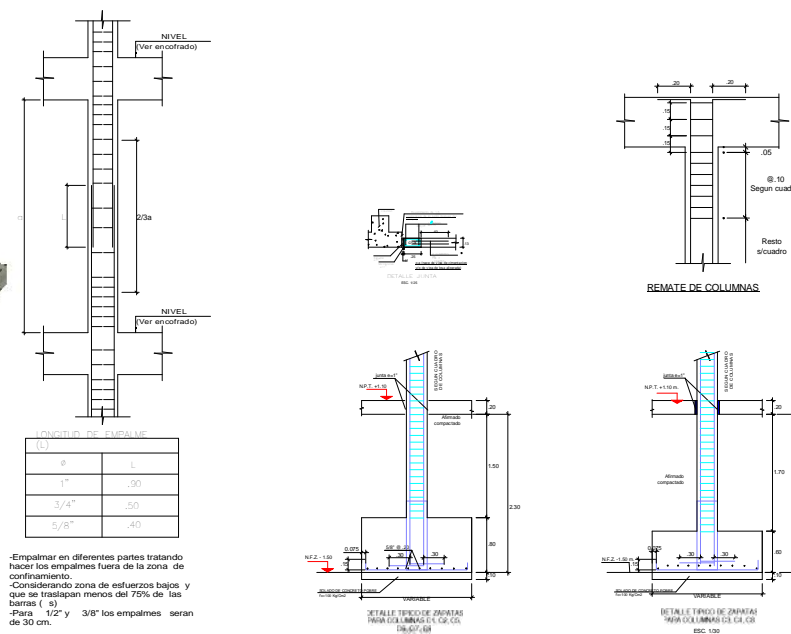
**Detalle de las secciones de columnas ESC 1:25**



**Vista Isometrica de las Cimentaciones ESC 1:100**



**Detalle de las cimentaciones y conexiones ESC 1:25**



DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS Y PLACAS

**Detalle de zapatas ESC 1:25**





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**Este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

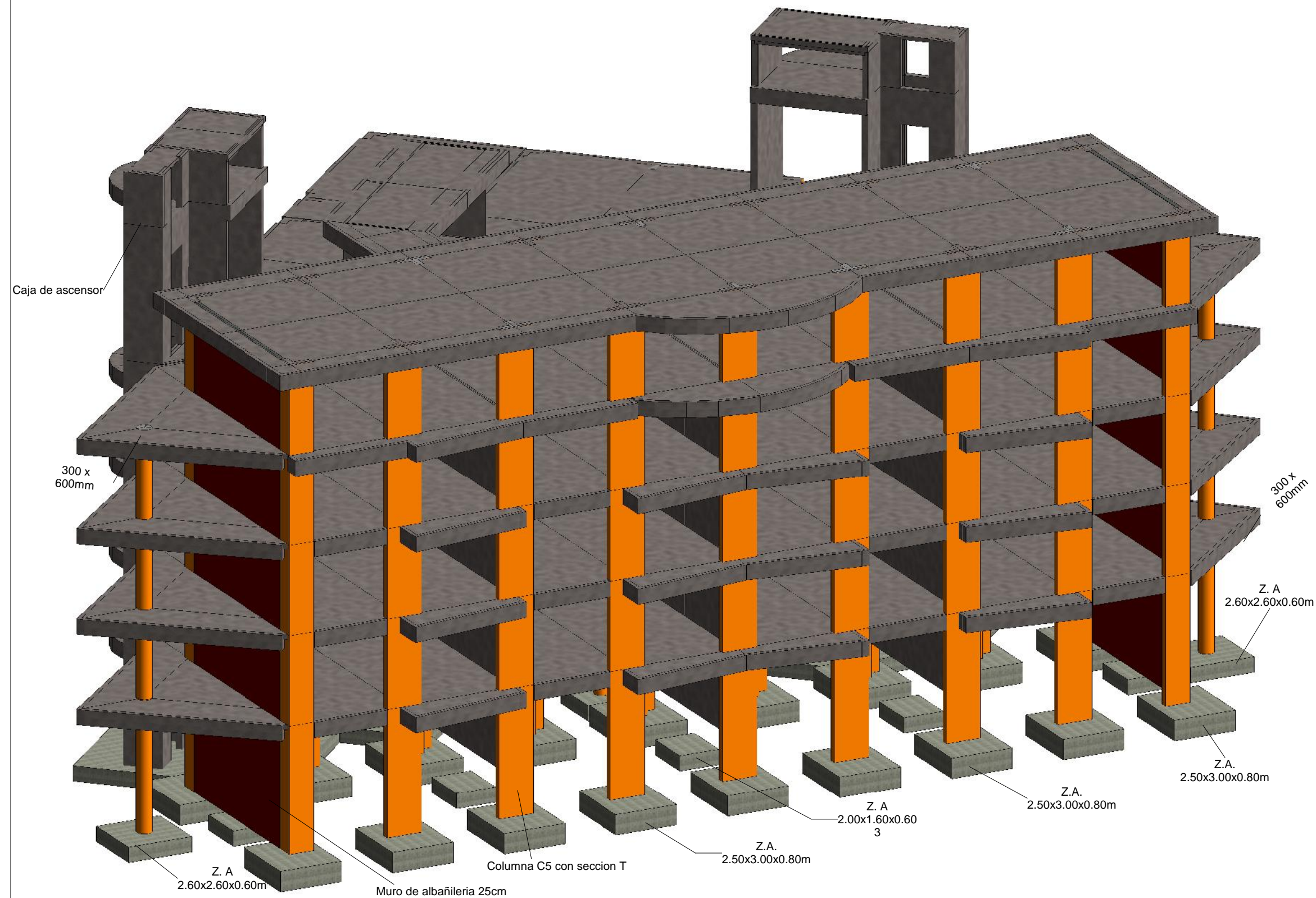
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**B102**



**Vista Isometrica A ESC 1:100**





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**Este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

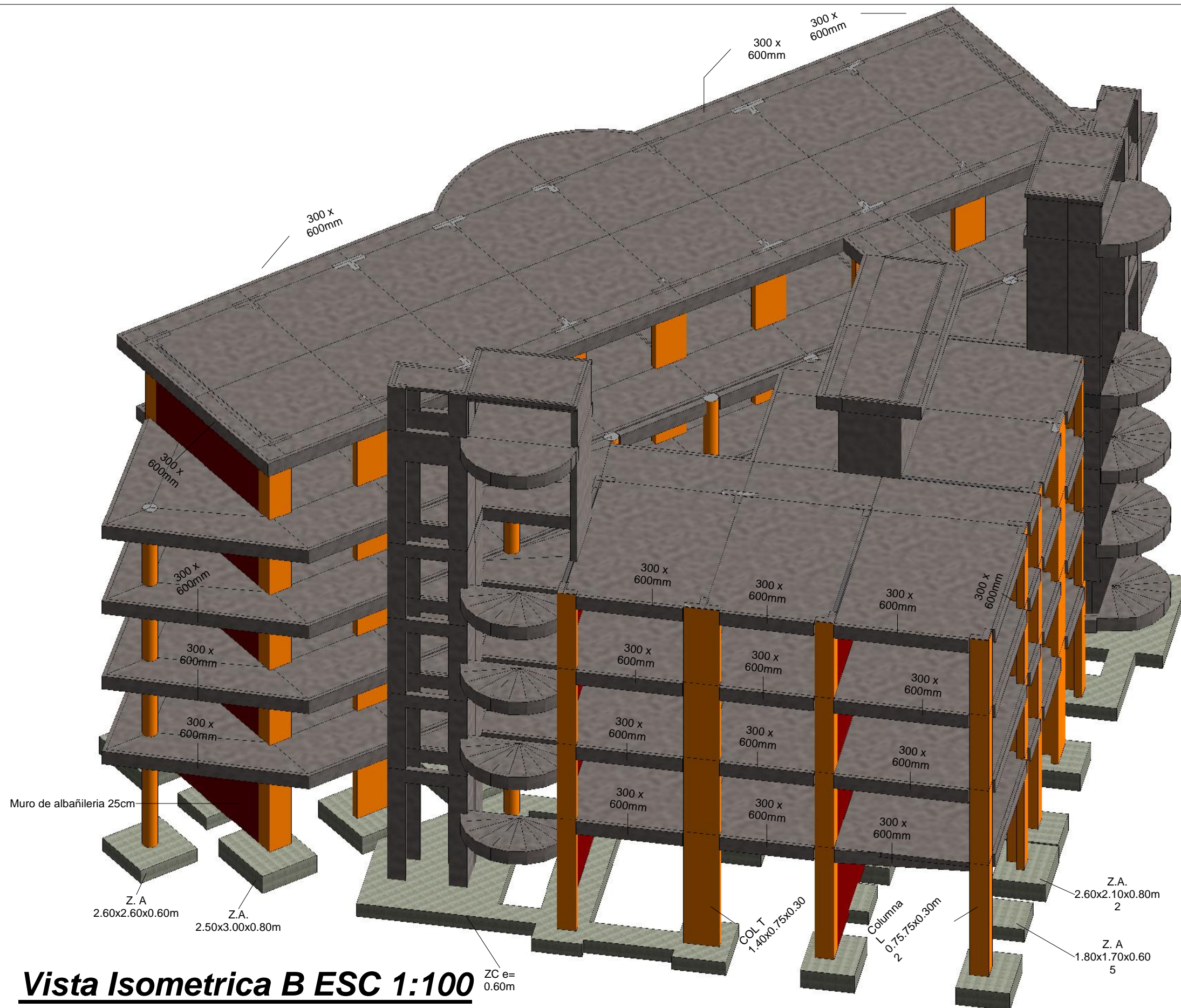
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**B103**



**Vista Isometrica B ESC 1:100** ZC e= 0.60m





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS DE LA**  
**UNASAM**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**Este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Perú**

**DISEÑADO:**

**Diseñador**

**REVISADO:**

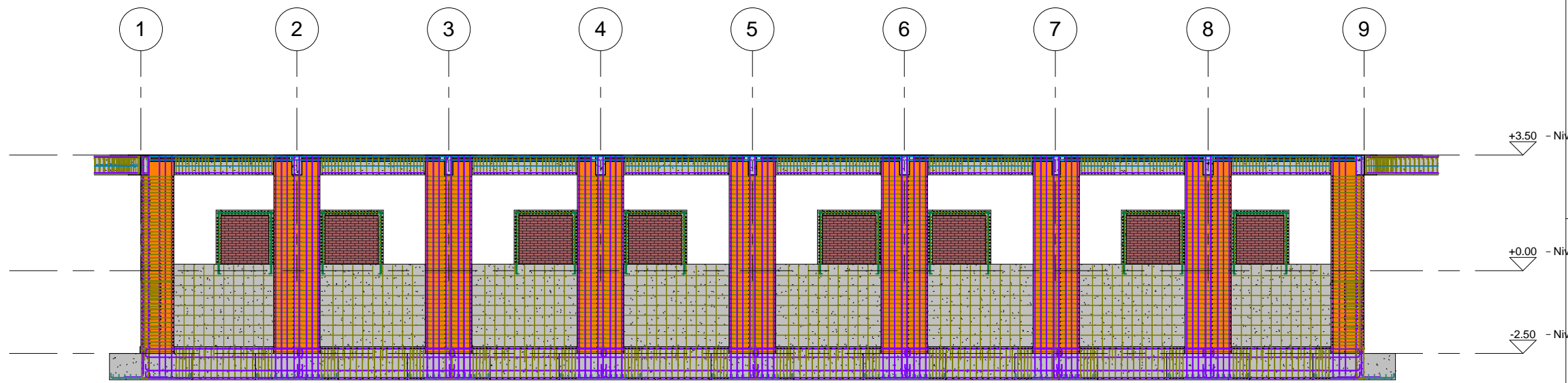
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

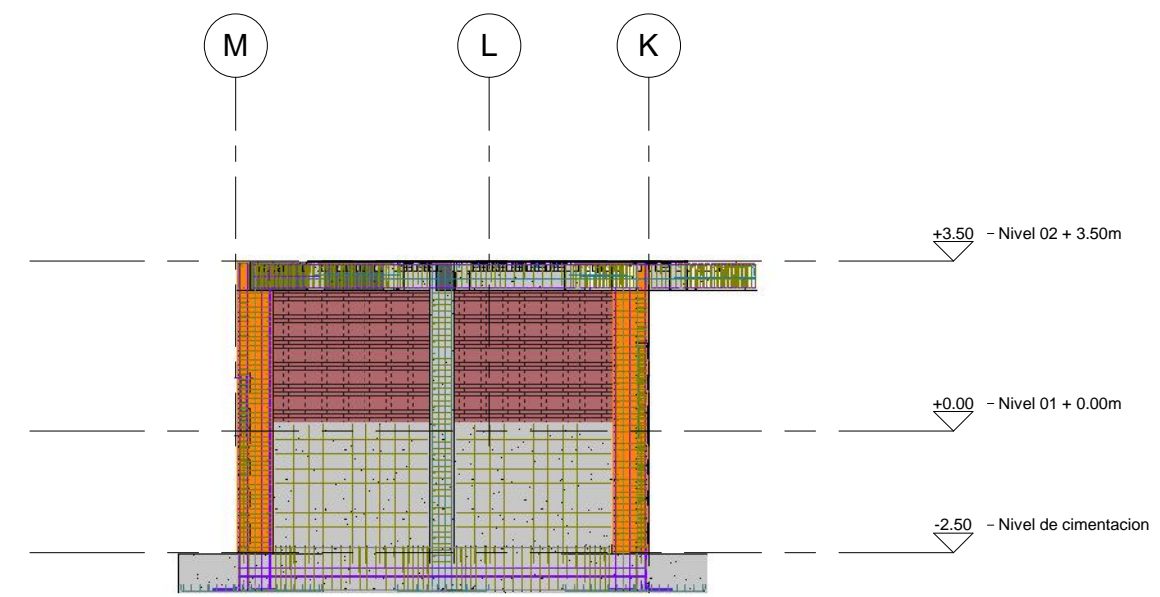
**LAMINA:**

**B -**  
**111**



1 Sección 1

1 : 100



2 Sección 2

1 : 100

Metrados de materiales de muro			
Tipo	Material: Área	Area de Ladrillo	Cantidad de ladrillos
Tabiquería e=15cm	2.131 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	73
Tabiquería e=15cm	2.390 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	82
Tabiquería e=15cm	2.390 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	82
Tabiquería e=15cm	2.390 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	82
Tabiquería e=15cm	2.390 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	82
Tabiquería e=15cm	2.390 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	82
Tabiquería e=15cm	2.390 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	82
Tabiquería e=15cm	2.131 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	73
Tabiquería e=15cm	2.661 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	92
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98

Metrados de materiales de muro			
Tipo	Material: Área	Area de Ladrillo	Cantidad de ladrillos
Tabiquería e=15cm	2.847 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	98
Tabiquería e=15cm	2.661 m <sup>2</sup>	0.029 m <sup>2</sup>	92
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
albañilería e=25cm	8.775 m <sup>2</sup>	0.017 m <sup>2</sup>	516
Total general			6576





UNASAM  
FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO DE  
SERVICIOS DE  
AULAS DE LA  
UNASAM

UBICACION:

Av. Universitaria  
Este, Independencia,  
Huaraz, Ancash,  
Perú

DISEÑADO:

Diseñador

REVISADO:

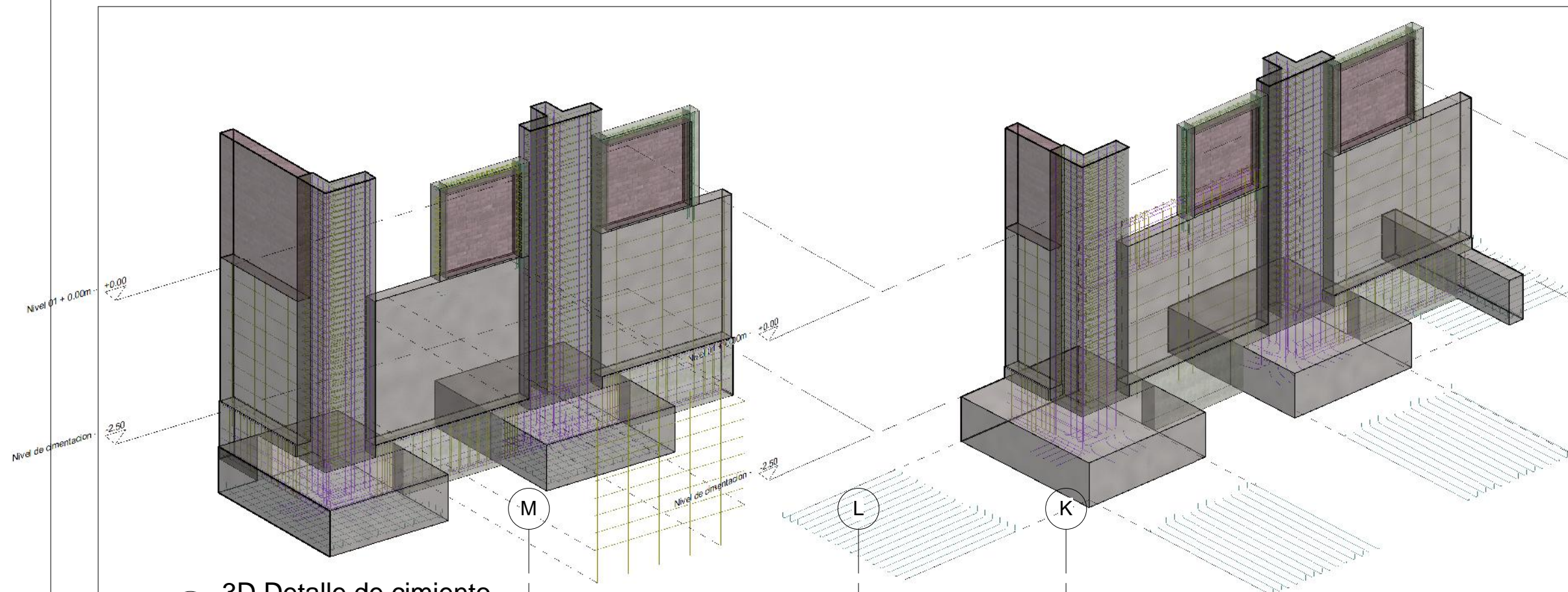
Autorizador

ESCALA:

FECHA:

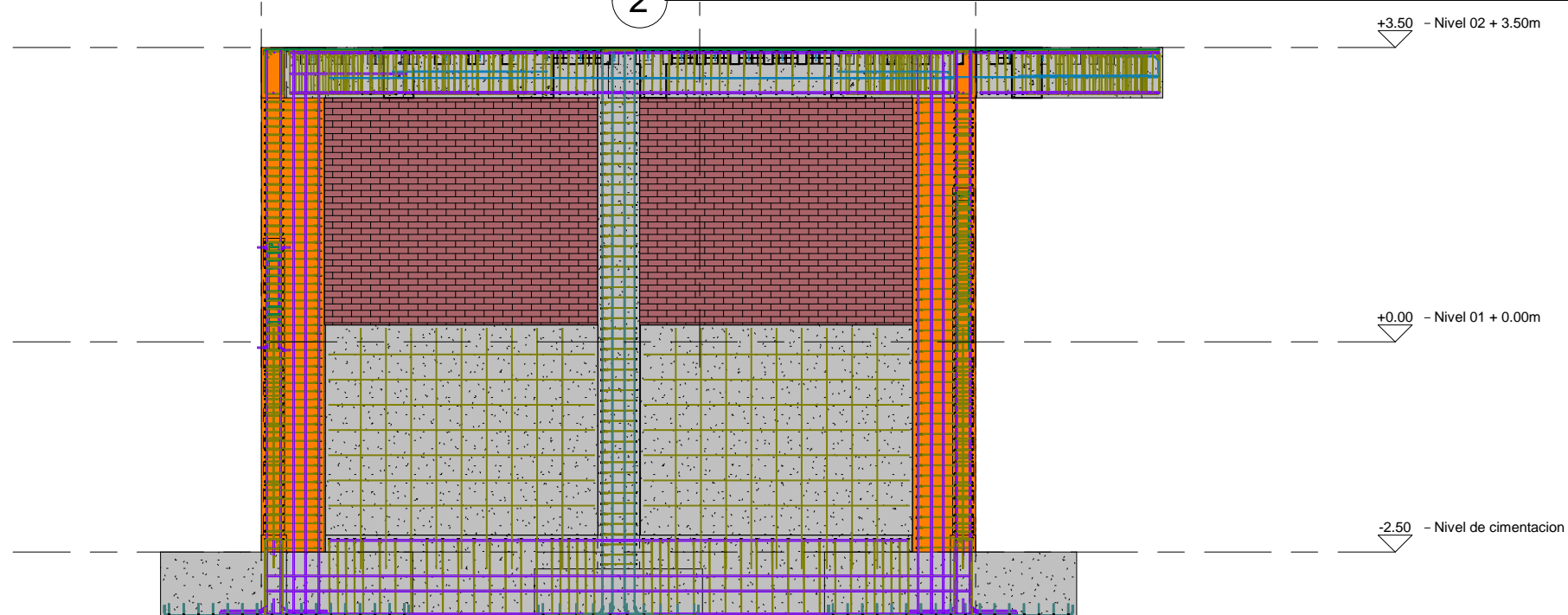
LAMINA:

B -  
114



1 3D Detalle de cimiento

2 3D Viga de conexion



3 Sección 2 Cimentacion  
1 : 50



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**Este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

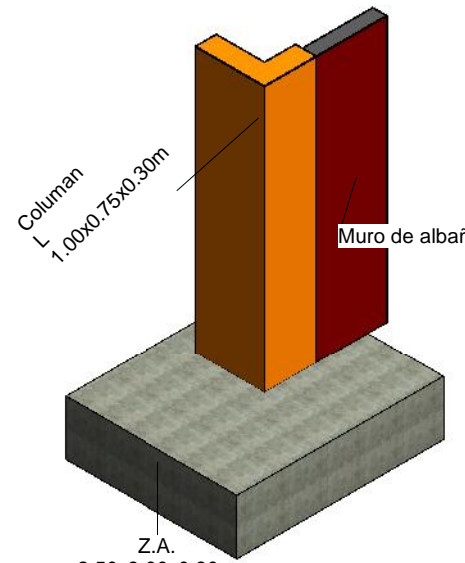
**Autorizador**

**ESCALA:**

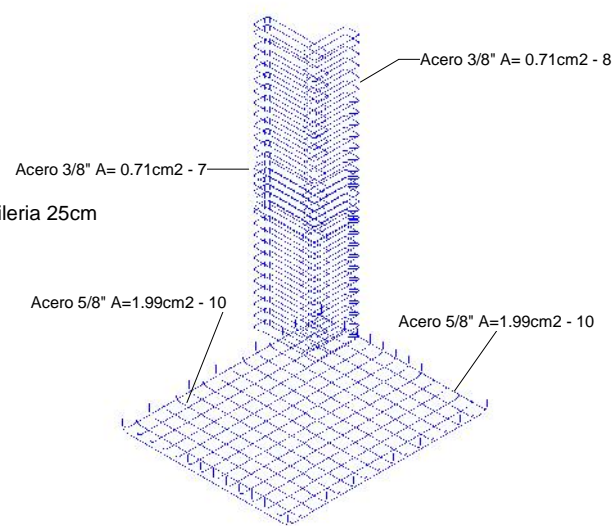
**FECHA:**

**LAMINA:**

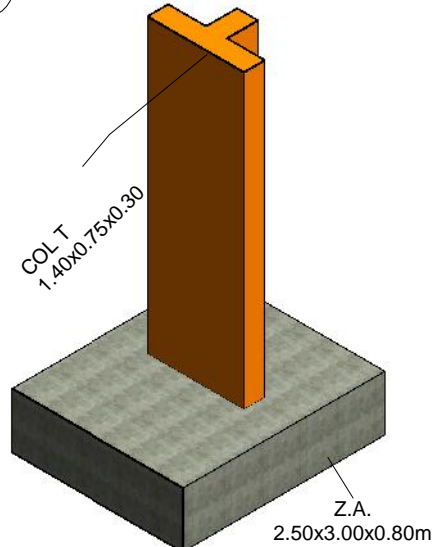
**B106**



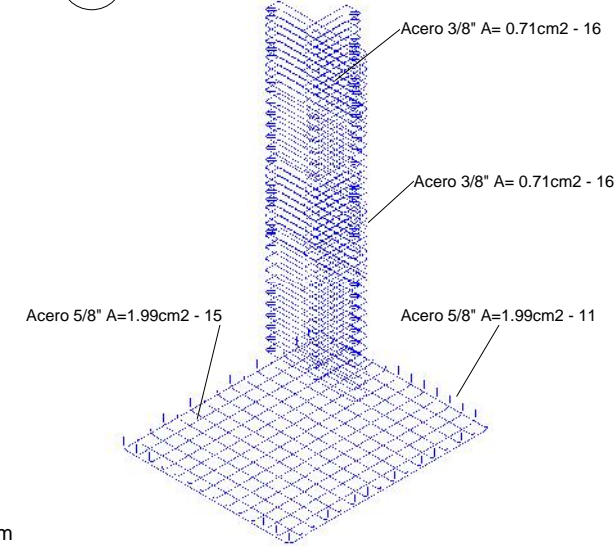
1 3D Detalle zapata C1



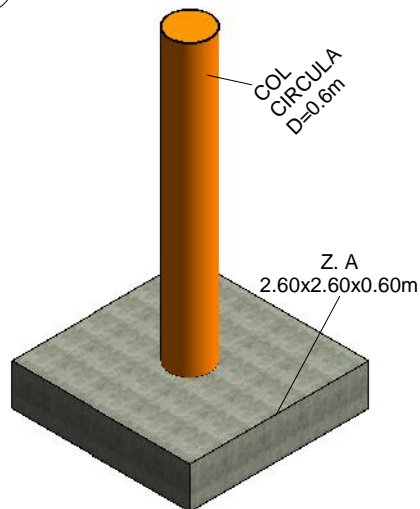
2 3D Detalle zapata acero C1



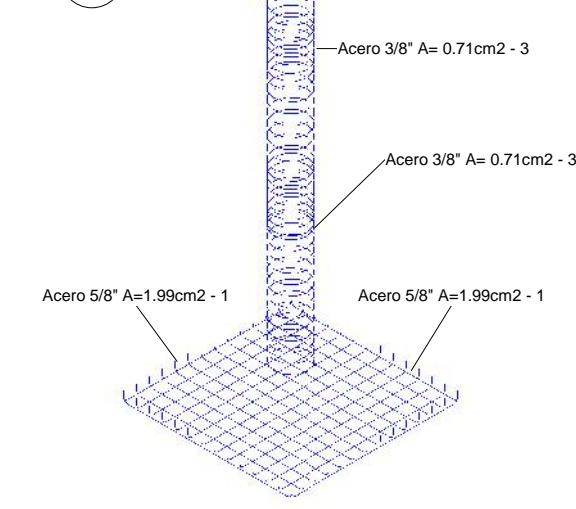
3 3D Detalle zapata C2



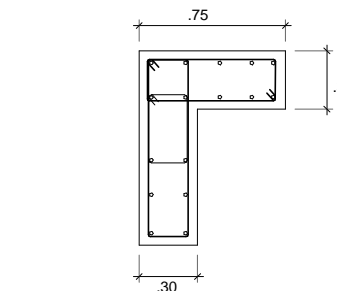
4 3D Detalle zapata acero C2



5 3D Detalle zapata C3

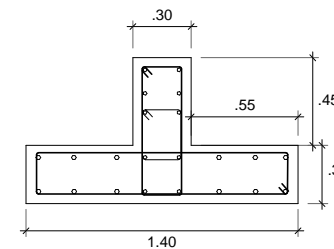


6 3D Detalle zapata acero C3



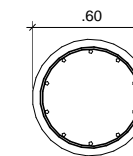
16 Ø 3/4"  
 3 ESTRIBOS Ø3/8"  
 1@0.05, 6@0.10, rto@0.15 m.

C2



22 Ø 3/4"  
 3 ESTRIBOS Ø3/8"  
 1@0.05, 9@0.10, rto@0.15 m.

C1



10 Ø 3/4"  
 3 ESTRIBOS Ø3/8"  
 1@5, 8@10, rto@15 m.

C4

7 Detalle de Columnas 2  
 1 : 25





**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**Este. Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**Diseñador**

**REVISADO:**

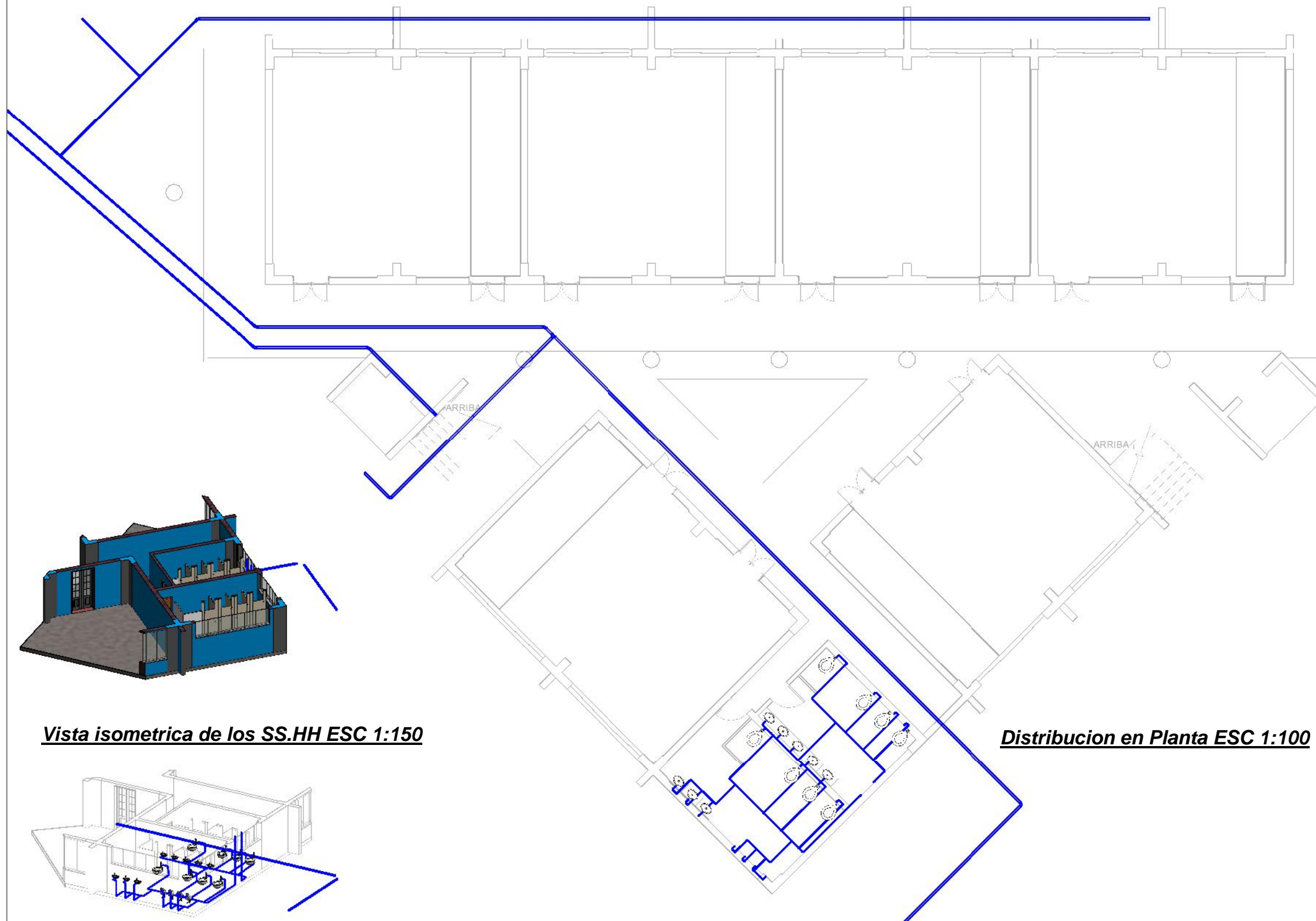
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

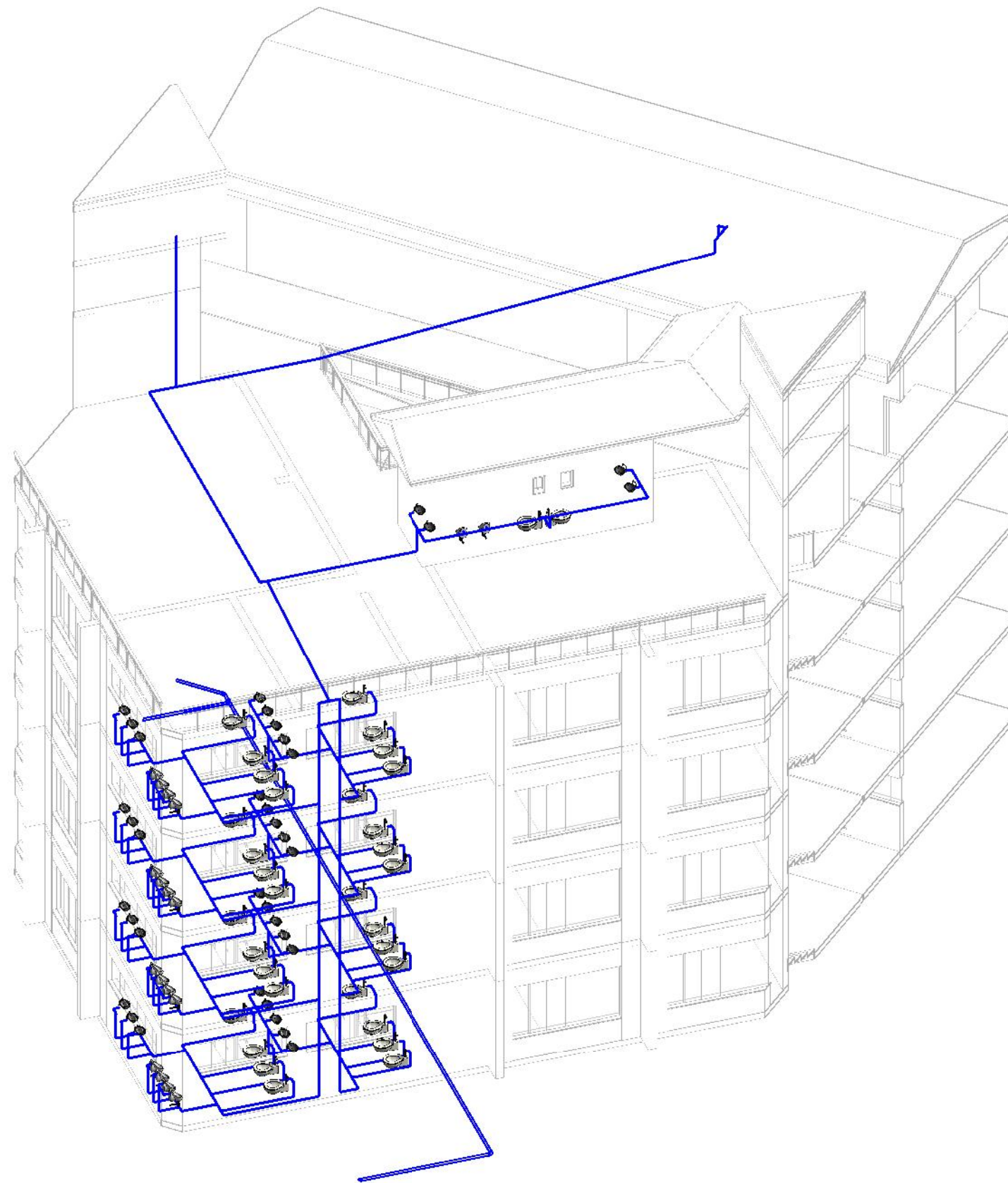
**C101**



**Vista isometrica de los SS.HH ESC 1:150**

**Distribucion en Planta ESC 1:100**

**Vista isometrica de la distribucion ESC 1:150**



**Vista Isometrica de la distribucion del sistema de redes ESC 1:100**



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**Este. Independencia,**  
**Huaraz, Ancash,**  
**Peru**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**C102**





FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

**PROYECTO  
AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO  
DE SERVICIOS DE  
AULAS**

PROPIETARIO:

UBICACION:

**Av. Universitaria  
este,  
independencia,  
Huaraz, Ancash,  
Peru**

DISEÑADO:

**A.G.B.M**

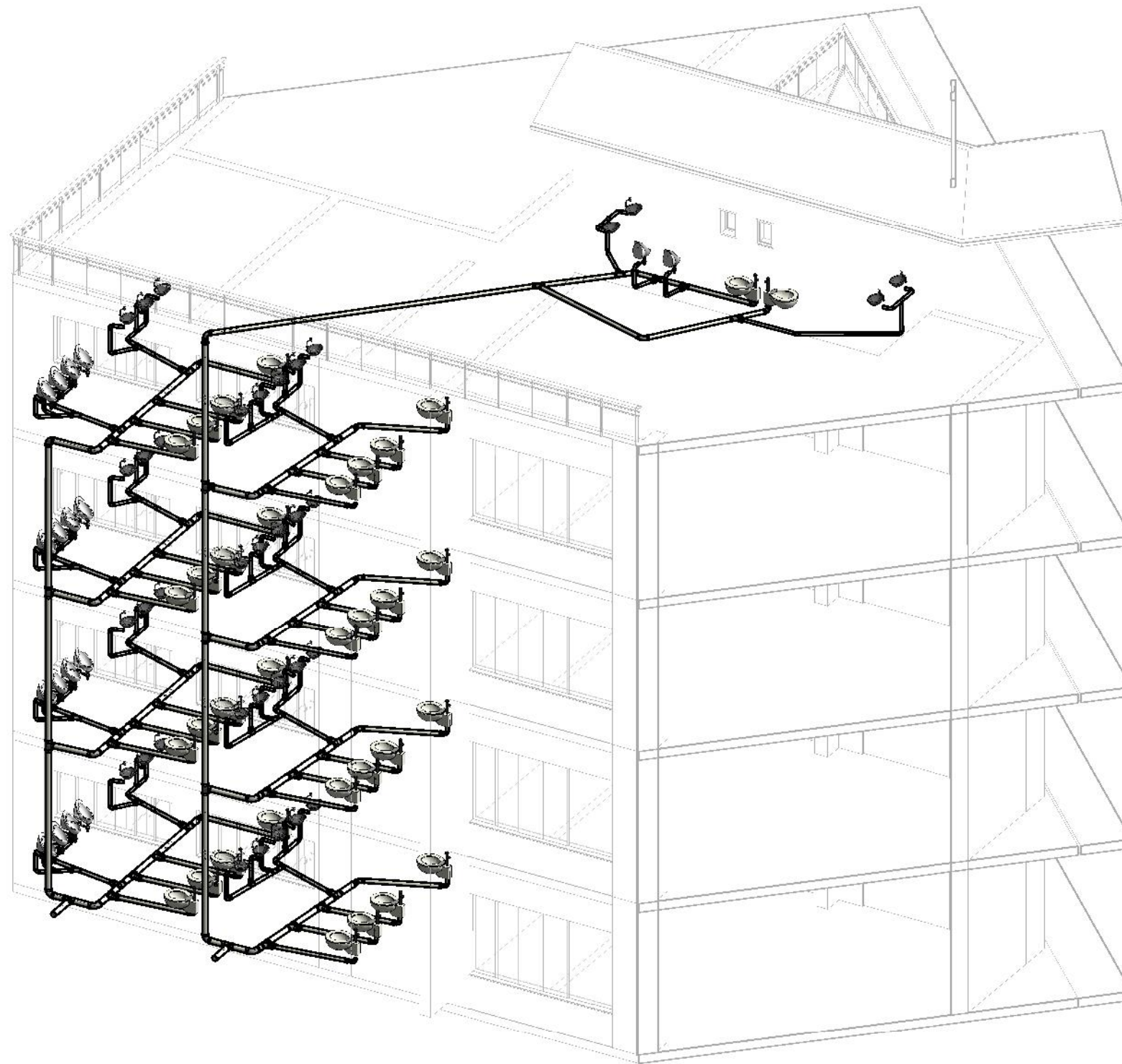
REVISADO:

ESCALA:

FECHA:

LAMINA:

**D101**



**Vista Isometrica de la distribucion del sistema de desague ESC 1:100**



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

**PROYECTO  
AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO  
DE SERVICIOS DE  
AULAS**

PROPIETARIO:

UBICACION:

**Av. Universitaria,  
Independencia,  
Huaraz, Ancash,  
Peru**

DISEÑADO:

REVISADO:

ESCALA:

FECHA:

LAMINA:

**E101**



**Vista Ismoetrica de la distribucion del sistema de evacuacion pluvial ESC 1:100**



**UNASAM**  
**FACULTAD DE**  
**INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:**

**PROYECTO**  
**AMPLIACION Y**  
**MEJORAMIENTO DE**  
**SERVICIOS DE**  
**AULAS**

**UBICACION:**

**Av. Universitaria**  
**este, Independencia,**  
**Huaraz, Ancash**

**DISEÑADO:**

**A.G.B.M**

**REVISADO:**

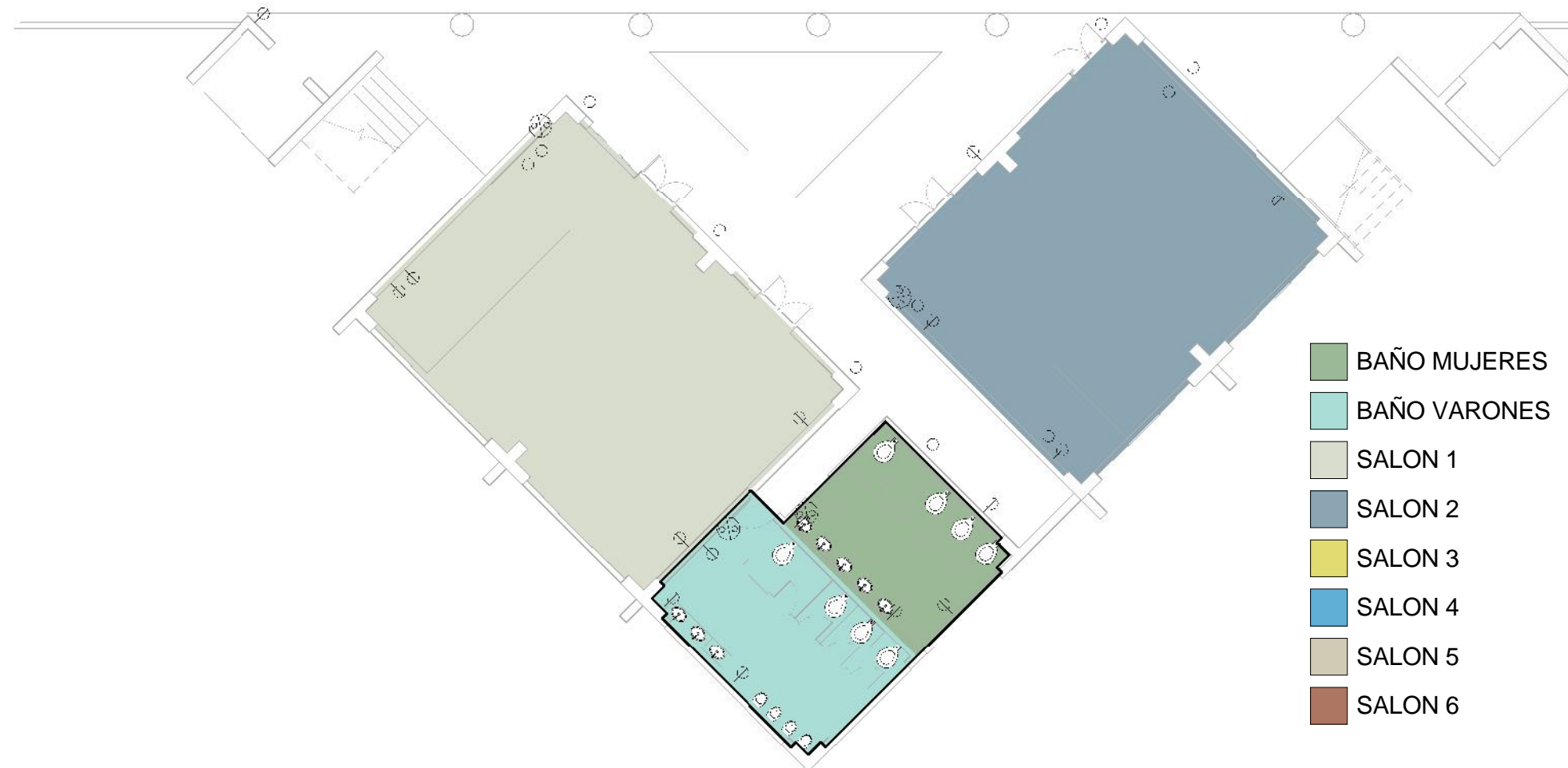
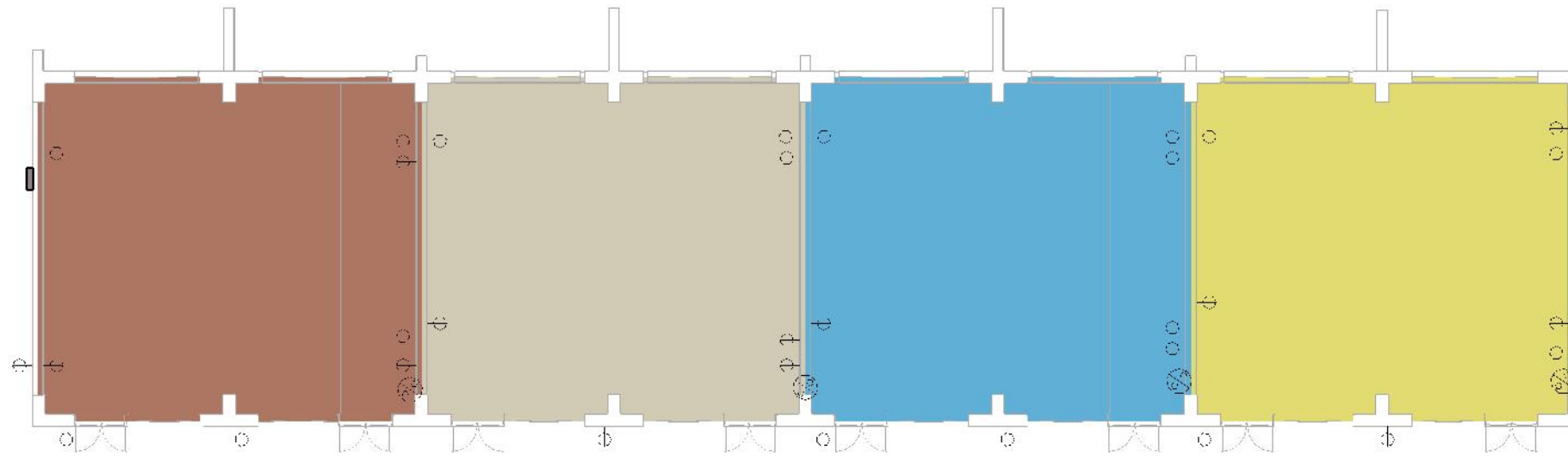
**Autorizador**

**ESCALA:**

**FECHA:**

**LAMINA:**

**F101**



- BAÑO MUJERES
- BAÑO VARONES
- SALON 1
- SALON 2
- SALON 3
- SALON 4
- SALON 5
- SALON 6

**1**

**Nivel 1 Elec**

1 : 100





FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

**PROYECTO  
AMPLIACION Y  
MEJORAMIENTO  
DE SERVICIOS DE  
AULAS**

UBICACION:

**Av. Universitaria  
este,  
Independencia,  
Huaraz, Ancash**

DISEÑADO:

**Diseñador**

REVISADO:

ESCALA:

FECHA:

LAMINA:

**F102**



**Vista Isometrica de la distribucion de Accesorios ESC 1:100**