



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERIA CIVIL**  
**MENCIÓN: HIDRÁULICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE  
ALLHUACCHULLO – CUSCO, 2022**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**ALEXANDER PONCE ABARCA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**MAESTRO EN: INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: HIDRÁULICA**

JULIACA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERIA CIVIL**  
**MENCIÓN: HIDRÁULICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE  
ALLHUACCHULLO – CUSCO, 2022**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**ALEXANDER PONCE ABARCA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**MAESTRO EN: INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: HIDRÁULICA**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

:   
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

**PRIMER MIEMBRO DEL JURADO**

:   
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO**

:   
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**ASESOR DE TESIS**

:   
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P51



TESIS UANCV



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 162-2024-D-EPG-UANCV/J**

Juliaca, 21 de junio del 2024

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-06490, presentado por el (la) Bachiller **PONCE ABARCA ALEXANDER**, con número de DNI. **42465618**, asignado (a) con código de matrícula **1810100983**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: HIDRAÚLICA**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

**Que**, el (a) Bach. **PONCE ABARCA ALEXANDER**, con número de DNI. **42465618**, asignado (a) con código de matrícula **1810100983**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: HIDRAÚLICA**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO – CUSCO, 2022** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P51** y;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 17 de mayo del 2024. Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. – DECLARAR EXPEDITO** para la Sustentación de la Tesis titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO – CUSCO, 2022** Elaborado por el (la) Bachiller **PONCE ABARCA ALEXANDER**. Integrado por los siguientes docentes:

- Presidente del Jurado** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- Miembro del Jurado** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- Miembro del Jurado** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- Asesor de Tesis** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

**ARTÍCULO SEGUNDO.** - El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

- Fecha** : **Miercoles 03 de julio del 2024**
- Hora** : **11:00 a.m.**
- Lugar** : **Aula N° 310 EPG - UANCV – JULIACA**

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAESTRO** de los estudiantes que ingresaron despues a la aprobación de la ley Universitaria N° **30220**.

**ARTÍCULO TERCERO.** - Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA DE POSGRADO

.....  
 Dr. Leopoldo Wenceslao Candori Curi  
 DIRECTOR (e)

Cc./Archiv. EPG (01)  
 Interesado (01)  
 Cargo (01)  
 Jurados (03)  
 Asesor (01)  
 Expediente (01)  
 LWCC/mv



### RESOLUCION DIRECTORAL N° 0271 - 2022- USA-EPG/UANCV

11 de mayo del 2022.

#### VISTOS:

El expediente N° 034408 de fecha 27 de abril del 2022, presentado por el (la) **BACHILLER PONCE ABARCA ALEXANDER**, con DNI N° **42465618**, código de matrícula **1810100983**, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO - CUSCO, 2022**. Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN -P51**, para optar el grado de **MAESTRO** en: **INGENIERÍA CIVIL** mención: **HIDRAÚLICA** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez **Sede Central Juliaca**.

#### CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.  
Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.  
Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.  
Que en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.  
Que el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.  
Que mediante oficio circular N° 318-2021-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 11 de abril del 2022, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

- Presidente : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- Primer miembro : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- Segundo miembro : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**

Que, con registro N° 3167 de fecha 27 de abril del 2022, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO - CUSCO, 2022**, presentado por el (la) **Bachiller PONCE ABARCA ALEXANDER**, cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.  
En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

#### SE RESUELVE:

**PRIMERO: APROBAR**, el Proyecto de investigación de Tesis de maestría y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO - CUSCO, 2022**, presentado por el (la) **Bachiller PONCE ABARCA ALEXANDER**, para obtener el grado académico de **MAESTRO** en: **INGENIERÍA CIVIL** mención: **HIDRAÚLICA** de la UANCV, asesorado por el (la) **Dr. ALFREDO TEÓFILO ZEGARRA BUTRÓN**.

**SEGUNDO: ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese

  
**Dr. Félix C. Ochatoma Paravicino**  
 DIRECTOR (e)

  
**Mgtr. LUIS CHAYNA AGUILAR**  
 SECRETARIO ACADÉMICO

c.c/CARGO (01)  
ARCHIVO EPG-2022 (01)  
INTERESADO (01)  
FCOR/meyn



## IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO – CUSCO, 2022

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS


1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	1%



**METADATOS COMPLEMENTARIOS**

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALLHUACCHULLO – CUSCO, 2022	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	ALEXANDER PONCE ABARCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42465618
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0003-4488-7897">https://orcid.org/0009-0003-4488-7897</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	MILTON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P51
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Cusco  Provincia: Chumbivilcas  Distrito : Santo Tomas  Latitud: -14° 38' 10.6" S  Longitud: -72° 8' 59.3"W</p> <p><a href="#">Tambo allhuacchuyo - Google Maps</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	SETIEMBRE 2022 – DICIEMBRE - 2022
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	Ingeniería civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</a>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO  
ESCUELA DE POSTGRADO

*Dr. Segundo Ortiz Cansaya*  
DIRECTOR  
DE INVESTIGACIÓN - EPG



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALEXANDER PONCE ABARCA, identificado con DNI Nro. 42465618 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL

DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE

ALLHUACCHULO - CUSCO, 2022

Asesorado por: Ing. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca, 28 de AGOSTO del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a las personas que han sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional. A mi amada mamá Benita, quien siempre ha creído en mí y me ha enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mi querida esposa Nely, por su amor, paciencia y comprensión durante este proceso.*

*A mis adorables hijos Max y Corina, quienes son mi mayor motivación y alegría en la vida. Su amor y apoyo constante han sido fundamentales en mi camino hacia el logro de este objetivo. Este trabajo es un tributo a su amor y confianza en mí.*



## AGRADECIMIENTO

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a los miembros del jurado por su tiempo, dedicación y valiosos aportes en la evaluación de este trabajo. Sus comentarios y sugerencias han enriquecido enormemente mi investigación.*

*También quiero agradecer de manera especial a mi asesor, el magister, Arnaldo Yana Torres, por su guía experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Su sabiduría y orientación han sido fundamentales para el éxito de este trabajo. Agradezco sinceramente a todos aquellos que de una u otra forma han contribuido a la realización de esta tesis*



## INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRAC.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv

## CAPÍTULO I.

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.2.1. Problema general .....	4
1.2.2. Problemas específicos .....	5
1.3. Justificación de la investigación.....	5
1.3.1. Justificación teórica .....	5
1.3.2. Justificación práctica .....	5
1.3.3. Justificación metodológica .....	6
1.4. Objetivo.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Hipótesis.....	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	7
1.6. Importancia y alcance de la investigación .....	8
1.7. Limitaciones y delimitaciones de la investigación .....	8
1.8. Variables e indicadores .....	9
1.8.1. Conceptualización de variables .....	9
1.8.2. Operacionalización de las variables.....	10



**CAPÍTULO II.  
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

- 2.1. Antecedentes del estudio.....11
  - 2.1.1. A nivel internacional.....11
  - 2.1.2. A nivel nacional .....13
  - 2.1.3. A nivel regional o local.....16
- 2.2. Marco teórico.....18
  - 2.2.1. Enfoques teóricos de la variable independiente .....18
  - 2.2.2. Enfoques teóricos de la variable dependiente .....37
- 2.3. Marco Conceptual .....39
  - 2.3.1. BIM .....39
  - 2.3.2. Autodesk Revit .....40
  - 2.3.3. Obra hidráulica .....40
  - 2.3.4. Estructuras Hidráulicas .....40
  - 2.3.5. Arquitectura .....41
  - 2.3.6. Modelado 3D.....41

**CAPÍTULO III.  
MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1. Método o métodos aplicados en la investigación .....42
- 3.2. Tipo de investigación.....42
- 3.3. Nivel de investigación.....43
- 3.4. Diseño de investigación.....43
- 3.5. Población y muestra .....43
  - 3.5.1. Población.....43
  - 3.5.2. Muestra .....44
- 3.6. Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación .....44
  - 3.6.1. Técnicas de la investigación.....44
  - 3.6.2. Instrumentos de la investigación.....45
- 3.7. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis.....45
- 3.8. Propuesta para la solución del problema .....47
  - 3.8.1. Diseño inicial del proyecto .....47
  - 3.8.2. Diseño del proyecto con Revit.....49



**CAPÍTULO IV.  
RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1. Resultados.....126

    4.1.1. Incompatibilidad.....126

    4.1.2. Interferencia.....135

    4.1.3. Sobrecosto.....137

    4.1.4. Beneficios que aporta la propuesta.....144

4.2. Discusiones.....145

**CONCLUSIONES ..... 148**

**RECOMENDACIONES..... 150**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 151**

**ANEXOS.....163**



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables .....	10
Tabla 2 Planificación de muros.....	66
Tabla 3 Planificación de muros de concreto.....	76
Tabla 4 Planificación de tuberías.....	49
Tabla 5 Planificación de uniones de tubería.....	86
Tabla 6 Planificación de muros revestidos .....	90
Tabla 7 Planificación de muros concreto.....	52
Tabla 8 Planificación de acero.....	95
Tabla 9 Planificación de accesorios de tuberías .....	94
Tabla 10 Planificación de uniones de tuberías.....	95
Tabla 11 Planificación de tuberías.....	95
Tabla 12 Planificación de muros tarrajeo revestido.....	100
Tabla 13 Metrados de muros.....	103
Tabla 14 Metrados de la losa de fondo y solado.....	104
Tabla 15 Metrados de acero de refuerzo.....	104
Tabla 16 Metrados de acero de refuerzo del fondo de losa.....	105
Tabla 17 Planificación de accesorios de tuberías .....	109
Tabla 18 Metrados de uniones de tubería .....	110
Tabla 19 Metrados de tuberías.....	111
Tabla 20 Planificación de muros.....	115
Tabla 21 Resultado económico aplicando metodología BIM .....	143



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diferencias entre BIM y CAD.....	23
Figura 2 Esquema gráfico del concepto del LOD.....	46
Figura 3 Flujograma de modelado BIM para Obras Hidráulicas .....	47
Figura 4 Ubicación del proyecto .....	48
Figura 5 Creación de modelo arquitectónico en Revit.....	50
Figura 6 Configuración de niveles en Revit.....	51
Figura 7 Vinculación CAD.....	52
Figura 8 Vista 3D de las cámaras de control.....	52
Figura 9 Vista final de arquitectura en Revit.....	53
Figura 10 Vista final de arquitectura en planta de la captación.....	53
Figura 11 Vista lado sur final de arquitectura de la planta de la captación.....	54
Figura 12 Plano de arquitectura generado en Revit.....	56
Figura 13 Plano de arquitectura en vista 3D con especificaciones técnicas ....	57
Figura 14 Creación de modelo estructural en Revit .....	59
Figura 15 Configuración de niveles en Revit Estructuras .....	59
Figura 16 Vinculación CAD para Estructuras .....	60
Figura 17 Modelado 3D de estructuras en Revit.....	61
Figura 18 Modelado 3D de la estructura de la captación en Revit.....	61
Figura 19 Corte C-C de la estructura de captación en Revit.....	62
Figura 20 Corte A-A de la estructura de captación en Revit .....	62
Figura 21 Vista renderizada en 3D de la estructura .....	63
Figura 22 Distribución de acero de refuerzo en vista 3D .....	63
Figura 23 Plano de estructuras generado en Revit.....	66
Figura 24 Plano de estructura en vista 3D con especificaciones técnicas .....	67
Figura 25 Creación de un modelo de fontanería en Revit.....	69
Figura 26 Configuración de niveles en Revit.....	70
Figura 27 Vinculación CAD.....	70
Figura 28 Lista de accesorios y tuberías .....	71
Figura 29 Modelado de accesorios.....	72
Figura 30 Modelado de compuerta tipo gusano .....	72
Figura 31 Modelado de tuberías y accesorios.....	73



Figura 32 Plano de Estructuras Hidráulicas generado en Revit.....	75
Figura 33 Plano de estructuras Hidráulicas en vista 3D .....	76
Figura 34 Vista en corte 3D del modelo de desarenado .....	79
Figura 35 Vista 3D renderizado del modelo de desarenado .....	79
Figura 36 Plano de arquitectura del desarenador generado en Revit .....	81
Figura 37 Vista de acero estructural del desarenador.....	83
Figura 38 Vista de acero estructural en la cámara seca del desarenador.....	83
Figura 39 Plano de estructuras del desarenador generado en Revit.....	85
Figura 40 Configuración de unidades.....	88
Figura 41 Niveles y referencia de las tuberías .....	89
Figura 42 Modelado 3D de las tuberías del desarenador .....	90
Figura 43 Modelado 3D de los accesorios del desarenador .....	90
Figura 44 Plano de instalación de agua del desarenador generado en Revit ..	92
Figura 45 Plano de detalles 3D tuberías del desarenador generado en Revit	93
Figura 46 Modelo 3D del Filtro lento.....	96
Figura 47 Vista lateral del Filtro lento .....	96
Figura 48 Plano de arquitectura del filtro lento generado en Revit .....	98
Figura 49 Plano de detalles y modelo 3d del filtro lento generado en Revit.....	99
Figura 50 Modelado 3D de la estructura del Filtro lento .....	101
Figura 51 Distribución de acero del Filtro lento .....	101
Figura 52 Plano de estructuras del Filtro lento generado en Revit .....	102
Figura 53 Modelado 3D de las tuberías del filtro lento .....	106
Figura 54 Modelado 3D de tuberías y accesorios del filtro lento.....	106
Figura 55 Plano de instalación de agua del Filtro lento generado en Revit ....	107
Figura 56 Plano de detalles y modelo 3D del Filtro lento generado en Revit .	108
Figura 57 Modelo 3D del Reservorio .....	112
Figura 58 Modelo 3D renderizado del Reservorio .....	112
Figura 59 Plano de arquitectura del Reservorio generado en Revit.....	113
Figura 60 Plano de especificaciones y modelos 3D generado en Revit.....	114
Figura 61 Metrados de losas del techo .....	116
Figura 62 Metrados losa de fondo.....	116
Figura 63 Vista general del modelo 3D del Reservorio .....	117
Figura 64 Detalle del acero estructural del Reservorio.....	117



Figura 65 Plano de estructura del Reservorio generado en Revit.....	118
Figura 66 Metrados de muros del Reservorio .....	119
Figura 67 Metrados de losa de techo del reservorio .....	120
Figura 68 Metrados de losa de fondo del reservorio.....	120
Figura 69 Metrados de acero longitudinal del reservorio .....	121
Figura 70 Modelo 3D de las tuberías y accesorios del reservorio.....	122
Figura 71 Modelo 3D de los accesorios del reservorio.....	122
Figura 72 Plano de instalación de agua del Reservorio generado en Revit....	123
Figura 73 Metrados de accesorios de tuberías.....	124
Figura 74 Metrados de unión de tuberías y accesorios.....	125
Figura 75 Metrados tuberías para el reservorio.....	125
Figura 76 Plano en Corte B-B del Expediente Técnico y diseño con Revit.....	127
Figura 77 Altura de pantalla, modelo 2D Arquitectura, del expediente técnico	127
Figura 78 Altura de pantalla, modelo 2D Estructura, del expediente técnico..	128
Figura 79 Plano en Corte Desarrollado en el programa Revit.....	129
Figura 80 Plano en Planta del Expediente Técnico - Captación.....	130
Figura 81 Plano en Planta desarrollado en el programa Revit.....	130
Figura 82 Plano en Corte B-B del Expediente Técnico - Captación.....	131
Figura 83 Plano en Corte desarrollado en el programa Revit – Captación .....	132
Figura 84 Plano en Planta del Expediente Técnico – Filtro Lento.....	133
Figura 85 Plano en Corte B-B del Expediente Técnico – Filtro Lento.....	134
Figura 86 Plano en Planta desarrollado en el programa Revit – Filtro Lento..	135
Figura 87 Interferencias identificadas.....	137
Figura 88 Informe de conflictos con Naviswork .....	138
Figura 89 Partida de estructuras afectada .....	139
Figura 90 Cuantificación de sobrecostos en captación .....	139
Figura 91 Reducción de sobrecosto con la metodología BIM .....	143



## RESUMEN

El propósito del estudio fue aplicar la metodología BIM para mejorar el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo, distrito de Santo Tomás, Chumbivilcas – Cusco, durante el año 2022. La investigación tuvo un enfoque aplicado con un diseño cuantitativo y descriptivo, utilizando un enfoque no experimental de corte transversal. La muestra consistió en el diseño del sistema de agua potable mencionado. Se utilizó el análisis documental, la revisión de planos y recursos bibliográficos como instrumentos de investigación. Además, se empleó el software Autodesk Revit 2020, reconocido por su capacidad de modelado BIM en arquitectura e ingeniería, para facilitar el diseño del proyecto y los procesos de trabajo. La implementación de la metodología BIM, con programas como Revit y Navisworks, permitió identificar y resolver eficazmente conflictos e incompatibilidades entre las diferentes especialidades del proyecto. El análisis detallado de los modelos tridimensionales reveló discrepancias entre la representación gráfica y las especificaciones técnicas, lo que facilitó la resolución temprana de conflictos antes de la fase de construcción. Esto resultó en una reducción significativa de costos adicionales, demostrando la eficacia de BIM para mejorar la precisión y eficiencia en la ejecución de proyectos de agua potable.

**Palabras claves:** Metodología BIM, optimización, diseño, sistema de agua potable.



## ABSTRAC

The purpose of the study was to apply the BIM methodology to improve the design of a drinking water system in the town center of Allhuacchullo, district of Santo Tomás, Chumbivilcas – Cusco, during the year 2022. The research had an applied approach with a quantitative design and descriptive, using a non-experimental cross-sectional approach. The sample consisted of the design of the aforementioned drinking water system. Record sheets and bibliographic resources were used as research instruments. In addition, Autodesk Revit 2020 software, recognized for its BIM modeling capabilities in architecture and engineering, was used to facilitate project design and work processes. The implementation of the BIM methodology, with programs such as Revit and Navisworks, made it possible to effectively identify and resolve conflicts and incompatibilities between the different specialties of the project. Detailed analysis of the three-dimensional models revealed discrepancies between the graphical representation and the technical specifications, which facilitated early conflict resolution before the construction phase. This resulted in a significant reduction in additional costs, demonstrating the effectiveness of BIM in improving accuracy and efficiency in the execution of drinking water projects.

**Keywords:** BIM methodology, optimization, design, drinking water system.



## INTRODUCCIÓN

Hoy en día en el Perú se sigue viviendo aun el boom de la construcción es por eso que se puede apreciar distintos proyectos de construcción llevándose a cabo en todo el territorio nacional, especialmente en proyectos de saneamiento, ya como una población en constante crecimiento poblacional y se hace indispensable el acceso a este servicio y la disponibilidad de agua.

Bajo este contexto, cada vez los proyectos son más complejos, los plazos de entregas son más ajustados y existe gran competencia en el mercado, también que su diseño arquitectónico presenta procesos constructivos no convencionales, que a la vez poseen mayores especificaciones en sus instalaciones dando como resultado que en sus planos no sean apreciados.

Este aumento considerable de la complejidad de los proyectos en la última década, hace que los diseños se sigan elaborando de la misma forma como era a los inicios del siglo XXI, es decir deficiente pues los avances tecnológicos en el sector construcción estuvieron estancados en comparación con otros sectores. Esta carencia en la tecnología trae consigo consecuencias negativas a lo largo de la etapa de construcción afectando no solo al constructor, sino también a la gerencia de proyectos o supervisión y hasta al mismo cliente.

De igual modo, gracias al avance tecnológico existe una metodología que está siendo aceptada por la mayoría de las empresas del sector construcción debido a los beneficios que puede ofrecer, siendo conocido por sus siglas en inglés como BIM (Building Information Modeling).



La metodología BIM surge como respuesta a diversas necesidades y falencias en la industria de la construcción, buscando mejorar procesos y resultados. Sin embargo, su adopción no ha sido tan rápida debido a diversos factores culturales y de infraestructura, a pesar de que la tecnología avanza a gran velocidad a nivel mundial. Es crucial adoptar y aprovechar adecuadamente el potencial de BIM dada su capacidad para transformar la manera en que se desarrollan los proyectos de construcción.

En el contexto peruano, el BIM es aún una herramienta relativamente nueva, y las empresas están comenzando a explorar sus posibilidades. Algunas compañías están liderando su implementación, otras están utilizando solo ciertos aspectos de su potencial, mientras que algunas la rechazan, argumentando que no resuelve completamente los desafíos de la construcción o que su adopción es costosa y no compensa la inversión realizada.

Las deficiencias en la adopción de tecnologías eficaces para la gestión de la información en proyectos hidráulicos se deben a que tanto los ingenieros responsables como sus colaboradores desconocen la metodología BIM y prefieren utilizar software CAD, que sigue siendo la metodología tradicional, junto con otras herramientas complementarias para llevar a cabo sus proyectos.

La persistencia en el uso de esta metodología tradicional puede ocasionar diversos problemas, como la imprecisión en la estimación de las cantidades de materiales, fallos y errores en la elaboración de los planos, lo que resulta en un aumento innecesario del presupuesto y una insatisfacción en cuanto a la calidad. Además, puede generar dificultades durante la ejecución del proyecto, causando retrasos en el cronograma previsto y generando descontento entre los clientes.



Sobre la base de lo mencionado el objetivo general de esta investigación es implementar la metodología BIM para la optimización del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo, distrito de Santo Tomás, Chumbivilcas – Cusco, 2022.



## CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Exposición de la situación problemática

El sector construcción es vital para el desarrollo económico del país en los últimos años. Este desarrollo se refleja en el aumento de proyectos de infraestructura, significando un efecto positivo en la generación de empleo formal.

A su vez los proyectos de infraestructura con el paso del tiempo han ido cambiando, es decir se están volviendo más complejos, tanto en diseño como en construcción. Esto quiere decir, que los espacios deben ser compatibles para su funcionamiento estructural y no solo para la convivencia del usuario.

Ichpas y Mendoza (2016) Ichpas y Mendoza (2016) argumentan que la creciente complejidad de los proyectos, caracterizada por una gran cantidad de detalles, una variedad de sistemas de instalaciones y una vasta cantidad de información, no puede ser completamente representada en planos 2D. Esta limitación conlleva a la omisión de detalles e información espacial, lo que puede



resultar en incompatibilidades e interferencias durante la construcción, las cuales a menudo se descubren y corrigen una vez iniciada la obra.

Cabe resaltar que un mal diseño (planos y especificaciones técnicas) en todo proyecto en general, traería como consecuencia resultados negativos, debido a la pérdida de materiales y mano de obra, convirtiéndose en sobrecostos para las empresas e incumplimiento con los plazos de ejecución del proyecto (proyecto hidráulico)

Como explica Miñin (2018) las causas que originan deficiencia en el diseño se dan por la falta de implementación de metodologías para la mejora de procesos durante el avance del proyecto, esto originaría la presencia de incompatibilidades entre las especialidades, como también el no contar con planos con detalles constructivos afectando con ello a la parte estructural.

Por ello surge la necesidad de emplear tecnologías que permitan satisfacer las necesidades para el desarrollo urbano – rural. Dentro del sector de construcción, el Building Information Modeling (BIM) es considerada una innovación.

La metodología BIM en los últimos años ha sido considerado con mayor fuerza en los proyectos de construcción e ingeniería a nivel internacional, porque esta tecnología está orientada a la participación e interoperabilidad entre los partícipes del proyecto, en un entorno basado en un modelo digital de información y varias herramientas tecnológicas (softwares). Esta herramienta es crucial durante el desarrollo de cualquier proyecto porque deja optimizar costos, tiempos y la calidad (Trejo, 2018).



Por tal motivo, BIM se está volviendo cada vez más común en los campos de la ingeniería y la arquitectura, debido a las ventajas que ofrece en comparación con los métodos tradicionales de diseño y construcción. El ahorro de tiempo, la eficiencia en el trabajo, la reducción de errores en los proyectos y un mayor control sobre el proceso son algunas de las ventajas que este software proporciona a los profesionales. (Guadalajara, 2017)

En el Perú la demanda originada en el sector de la construcción viene aumentando gradualmente lo que se conoce como el boom de la construcción, esta misma tendencia hará que con el pasar de los años encontrar proyectos de inmensa envergadura, grandes alturas, mayor diversidad y con exigencias del actual mercado con altos niveles de complejidad, de los cuales superan las expectativas de las compañías de este sector (Miñin, 2018).

El BIM es una tecnología relativamente nueva en el contexto peruano, y las empresas del país están comenzando a explorar y comprender gradualmente su potencial. Algunas compañías están liderando su implementación, como las involucradas en proyectos destacados como los Juegos Panamericanos de Lima 2019 y el megaproyecto de servicios de agua potable y alcantarillado en Juliaca. Estos avances en la industria de la construcción han llevado a la publicación del Decreto Supremo N°289-2019-EF, que establece la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública a través del Plan BIM Perú (Sierra, 2021).

Existen empresas que afirman utilizar BIM cuando en realidad no lo hacen, mientras que otras optan por no emplearlo debido a diferentes razones. Algunos argumentan que su implementación es costosa, mientras que otros simplemente no creen en su eficacia. Es decir, hay una variedad de posturas:



algunas empresas están logrando resultados satisfactorios con su uso, otras lo utilizan con éxito, pero continúan explorando sus capacidades, y finalmente, hay quienes no lo emplean debido a la falta de comprensión sobre su verdadero potencial o por escepticismo sobre su utilidad (Farfán & Chavil, 2016).

En esta encrucijada, dada la importancia del BIM ya que el mercado está gradualmente evolucionando hacia modelos integrados y paramétricos, no solo el CAD, es fundamental promover esta nueva tecnología. Por lo tanto, es crucial que tanto profesionales como empresas comprendan que, en el Perú, al igual que en el extranjero, el BIM está siendo desarrollado y está generando resultados positivos en su implementación (Miranda & Muñoz, 2015).

Por esta razón, debido a la incorporación de esta nueva tecnología al sector construcción a nivel nacional es crucial su aplicación a distintos proyectos y analizar los impactos significativos que producen una vez implementado no solo en obras inmobiliarias que por lo general es aplicado, sino que también en obras hidráulicas.

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera se podrá implementar la metodología BIM para la optimización del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?



## 1.2.2. Problemas específicos

- 1) ¿Cómo se identificarán las incompatibilidades en las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?
- 2) ¿Cómo se identificarán las interferencias en las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?
- 3) ¿Cómo la metodología BIM prevendrá y minimizarán los sobrecostos por incompatibilidades e interferencias en el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?

## 1.3. Justificación de la investigación

### 1.3.1. Justificación teórica

Esta investigación a través de la aplicación de la metodología BIM busca optimizar el diseño de un sistema de agua potable, con ello mejorando la eficiencia del flujo de trabajo y la interacción de los usuarios con los proyectos antes de la construcción. Asimismo, se quiere aportar información referido a la influencia significativa de esta metodología a la gestión de proyectos de obras hidráulicas en la actualidad.

### 1.3.2. Justificación práctica

La implementación de la metodología BIM (Modelado de la Información para la Construcción) durante la etapa del diseño de un sistema de agua potable permite estimar los costos de los materiales que se van emplear. Es decir, a



través de su quinta dimensión (5D) se logra cuantificar el tipo de captación, desarenador, filtro lento y el reservorio. Como también controlar la eficiencia y el tiempo invertido en el desarrollo de diferentes tareas durante la ejecución de cualquier proyecto hidráulico. Por esta razón es crucial la aplicación de esta nueva tecnología (BIM) en otro tipo de infraestructura (que por lo general son obras inmobiliarias), tal es el caso de las obras hidráulicas a nivel nacional, debido a los beneficios que se puede conseguir a lo largo de su ejecución.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se acude al empleo de las técnicas de investigación, tales como la observación y el análisis documental, así como sus respectivos instrumentos, con el propósito de recolectar información. Posteriormente a ello, estos datos son procesados a través del software AutoDesk Revit 2020, con el motivo de saber si existe una optimización considerable en el diseño de un sistema de agua potable por medio de la metodología BIM. De este modo, los resultados de este trabajo se basan en técnicas y herramientas de investigación validadas en el medio.

## **1.4. Objetivo**

### **1.4.1. Objetivo general**

Implementar la metodología BIM para la optimización del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.



## 1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Identificar las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.
- 2) Identificar las interferencias entre las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.
- 3) Determinar de qué manera la implementación de la metodología BIM previene y minimiza los sobrecostos por incompatibilidades e interferencias en el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis general

La implementación de la metodología BIM permite optimizar el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

- 1) Mediante la aplicación de la metodología BIM se identificará las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.
- 2) Mediante la aplicación de la metodología BIM se identificará las interferencias entre las especialidades que intervienen en la etapa del



diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.

- 3) La implementación de la metodología BIM logra prevenir y minimizar los sobrecostos por incompatibilidades e interferencias en el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.

## 1.6. Importancia y alcance de la investigación

- Este estudio se orientará a la aplicación de la metodología BIM y su impacto durante la etapa del diseño de un sistema de agua potable.
- Este trabajo identificara las interferencias e incompatibilidades por cada especialidad para una obra hidráulica, lo cual podrían incidir negativamente en los plazos y costos para la empresa.
- La implementación de la metodología BIM desarrollado en esta investigación, podrá ser aplicado en otras obras hidráulicas a nivel nacional que contengan los mismos problemas y de este modo poder optimizar el diseño antes que inicie la etapa de construcción.

## 1.7. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

- El estudio tendrá como límite el centro poblado de Allhuacchullo ubicado en el distrito de Santo Tomás, perteneciente a la provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.
- El estudio se llevará a cabo durante 4 meses del año 2022.
- Escasa bibliografía, debido a que la aplicación de la metodología BIM será en una obra hidráulica.



## 1.8. Variables e indicadores

### 1.8.1. Conceptualización de variables

#### **Definición conceptual de la variable independiente BIM**

De acuerdo con Choclán et al. (2014) la metodología BIM (Building Information Modeling) es una nueva aproximación al diseño, construcción y gestión de proyectos de ingeniería. Esta metodología está transformando la percepción de los proyectos, su funcionamiento y la forma en que se llevan a cabo.

#### **Definición conceptual de la variable dependiente: Optimización del diseño**

Manzanares (2020) destaca la importancia de realizar un diseño sólido antes de iniciar cualquier proceso de construcción o remodelación. Esto no solo es necesario, sino que también conlleva numerosas ventajas, como la capacidad de evitar la improvisación y de trabajar dentro del presupuesto disponible. Además, dado que la construcción y la remodelación implican consideraciones geográficas y bioclimáticas, un diseño bien pensado simplificará las diversas etapas de estos elementos de manera funcional.



### 1.8.2.Operacionalización de las variables

Tabla 1  
*Operacionalización de las variables*

VARIABLE	D.CONCEPTUAL	D.OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>METODOLOGÍA BIM</b>	Según Choclán et al. (2014) describen el BIM como una nueva perspectiva en el diseño, la construcción y la gestión de proyectos. Esta metodología está transformando la percepción, el funcionamiento y la ejecución de los proyectos de manera significativa.	Esta variable no será medida por el diseño experimental	BIM 3D – Modelo tridimensional	Visualización del proyecto
				Detección de errores
				Información geométrica
			BIM 4D - Tiempo	Documentación gráfica
				Fase de planificación
				Proceso de construcción
			BIM 5D - Coste	Análisis de los sistemas
				Análisis de presupuesto
				Estimación de coste
<b>OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO</b>	Manzanares (2020) indica que la elaboración de un proyecto de construcción de calidad previo al inicio de la obra o remodelación es esencial y presenta importantes ventajas. Entre estas ventajas se encuentra la capacidad de evitar la improvisación y de ajustarse al presupuesto disponible durante el diseño. Además, dado que tanto la construcción como la remodelación implican consideraciones geográficas y bioclimáticas, un diseño bien elaborado facilitará la integración funcional de estos aspectos a lo largo de las distintas etapas del proceso.	Esta variable no será medida por el diseño experimental	Incompatibilidades	Por Especialidad
				Por Impacto
				Error en el diseño
			Interferencias	Por Especialidad
				Por Impacto
				Error en el diseño
				Costo de incompatibilidad
			Sobrecostos	Costo de interferencia



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### 2.1.1. A nivel internacional

Arguello (2019) desarrollo un plan de adopción de la metodología BIM en una empresa mexicana. Por esto, se realiza una investigación teórica y se presenta un caso de éxito abalado por esta metodología, asimismo, se complementa con aplicación de encuestas a profesionistas del sector, por último, se presenta el plan de adopción BIM en un proyecto. Entre los resultados, pudo constatar de la encuesta aplicada que los profesionistas poseen conocimientos básicos de BIM, no obstante, la mayoría siguen pensando que es solo una herramienta de software que puede traer temor y resistencia al cambio y por ende trae consigo paradigmas como “si algo está funcionando, no debe de ser cambiado, así sea para mejorar”. Finalmente se concluye que la metodología BIM no es un sustituyente de la actual, pero sí un complemento que sirve en la ejecución del proyecto. Además, la implementación de BIM debe realizarse en



cualquier empresa, pues los beneficios reflejados en la gestión de proyectos brindan ventajas a cualquier compañía.

Ramirez (2018) analizó cómo la adopción de la metodología BIM afecta la rentabilidad de un proyecto de bienes raíces, al mismo tiempo que se compara con los métodos tradicionales en la etapa de preconstrucción. Los proyectos inmobiliarios presentan deficiencias constructivas: problemas financieros y de planificación. La aplicación de la metodología BIM facilita la comunicación entre los actores de la construcción (ingenieros, arquitectos, constructores, etc.) permitiendo la coordinación y coherencia en los proyectos. Finalmente, se concluye que la metodología BIM genera un impacto positivo en la industria de la construcción mexicana. Asimismo, para lograr esta aplicación se recomienda asignar responsabilidades para el desarrollo del plan, crear equipos internos que revisen la implementación, implementar la metodología en paralelo con las tecnologías existentes, brindar retroalimentación a partir de los contrastes y, finalmente, replanificar periódicamente el proceso de implementación BIM.

López (2017) busca establecer la adopción del método BIM (Building Information Modeling) dentro de una empresa de arquitectura en la etapa de diseño. Basado en la implementación a nivel internacional de este método, se busca documentar el estado de las metodologías BIM disponible y vigente en el fortalecimiento del sector de la arquitectura y construcción, también, se busca formular estrategias e implementar la metodología BIM para finalmente plantear recomendaciones de adopción con base a los resultados obtenidos. La empresa tiene que pasar por una fase diagnóstica, la formación de equipos según sus destrezas, el constante análisis en retrospectiva de las actividades. En



conclusión, es posible implementar la metodología BIM pues, permite optimizar recursos, ahorrar tiempos, mitigar impactos negativos y reducir los errores para aumentar la productividad.

Muñoz (2020) señala que la complejidad del diseño de proyectos de construcción requiere enfoques interdisciplinarios con un objetivo común. Sin embargo, la falta de colaboración se reconoce como una causa principal de problemas en los procesos de diseño y construcción. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es adoptar la metodología BIM como una solución a los desafíos de comunicación y gestión en proyectos de edificación. Aunque se reconoce que el BIM fomenta el uso de estándares de interoperabilidad tecnológica, también se destaca la importancia de metodologías colaborativas adicionales, como la IPD. La conclusión sugiere que la combinación de IPD y BIM en un entorno abierto sería ideal para mejorar la colaboración en el sector de la construcción. Mientras que IPD mejora las relaciones interpersonales, BIM facilita la comprensión del proyecto con el cliente y otros involucrados, al tiempo que reduce las tareas y mejora la productividad y eficiencia.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Mendoza (2020) señala que la metodología BIM ofrece una manera eficiente de modelar y gestionar proyectos tridimensionales. En la actualidad, en el contexto peruano, esta metodología se emplea principalmente en las etapas iniciales de los proyectos. Por otro lado, la filosofía Lean Construction se centra en mejorar procesos y actividades para garantizar un adecuado avance y control de la producción en las obras. Por tanto, el objetivo de esta investigación es aplicar la metodología BIM en la planificación y control de obras, siguiendo los



principios de Lean Construction, específicamente en proyectos multifamiliares. Para lograr este propósito, se estudian diez proyectos, se evalúa la metodología y se analiza su aplicación conjunta con Lean Construction en un proyecto específico, considerando también la inversión necesaria para esta adopción. En conclusión, la implementación de la metodología BIM reduce los tiempos de respuesta para el inicio de la obra y, en combinación con la filosofía Lean, optimiza los resultados en la planificación de la producción.

Hernández (2018) examinó la comprensión de la constructibilidad de proyectos de infraestructura en una entidad pública, utilizando un enfoque descriptivo y un diseño de investigación no experimental de corte transversal. La muestra consistió en 55 colaboradores de diversas áreas, como el Sector Vivienda, Megaproyectos, Gerencia de Desarrollo, Gerencia del Sector Salud y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República. Los resultados revelaron que el 95% de los encuestados demostraron un alto nivel de comprensión sobre la constructibilidad de proyectos de infraestructura mediante el uso de la metodología BIM, mientras que el resto exhibió un nivel de conocimiento regular.

Ascue et al. (2018) realizaron un análisis sobre la necesidad de vivienda en la provincia del Cusco. El crecimiento de la población, los movimientos migratorios, la especulación de costos en torno a los terrenos, los altos costos de construcción y la falta de apoyo técnico afectan la calidad de viviendas en el mercado local. Por ello, esta investigación propone el desarrollo de módulos de vivienda social para disminuir el déficit de mercado implementando tecnología BIM para este público objetivo. En conclusión, la tecnología BIM permite la



estabilidad, precisión y visualización íntegra de los proyectos; además, incrementa y asegura la calidad, seguridad de la construcción. Finalmente, se menciona que la utilización de esta metodología es financieramente beneficiosa para el sector socioeconómico C.

Alvarez et al. (2020) llevaron a cabo una evaluación comparativa entre los métodos tradicionales de gestión de la construcción y la metodología BIM durante la fase de diseño y ejecución del Centro de Salud Ttio en Wanchaq, Cusco. El estudio se enfocó en analizar cómo la simulación 4D y 5D, proporcionada por la metodología BIM, afecta el proceso constructivo y su impacto en los plazos y costos de ejecución del proyecto en contraste con los métodos obsoletos actuales. Se resaltan las ventajas de la metodología BIM, donde la simulación 3D facilita la gestión de la información, la 4D evalúa el proceso constructivo en el tiempo y la 5D cuantifica los recursos en términos de costos. La aplicación de la metodología BIM, en comparación con los enfoques tradicionales, identificó 55 discrepancias que resultaron en sobrecostos a partir del modelado 3D, una variación del 30% en los costos a partir de la simulación 5D, lo que representa un ahorro de recursos públicos, y una reducción de 35 días en la ejecución del casco estructural mediante la simulación 4D. Además, se observó que los retrasos en el desarrollo del proyecto con respecto a lo planificado se debieron principalmente a problemas logísticos y administrativos durante la ejecución. Finalmente, se estima un ahorro de S/. 658,982.09 gracias a la aplicación de la metodología BIM, evitando la necesidad de aumentar el presupuesto.

### 2.1.3. A nivel regional o local

Loayza (2021) examinó el impacto de la ingeniería de valor y la metodología BIM durante la fase de diseño del proyecto "Creación del servicio de observatorio de seguridad ciudadana en la región Cusco". Utilizando un enfoque cuantitativo con un nivel descriptivo-correlacional, el estudio empleó un método analítico y un diseño no experimental de corte transversal, utilizando una muestra conformada por el mismo proyecto seleccionado mediante un muestreo no probabilístico. Los datos fueron recopilados mediante fichas de registros. Los resultados resaltaron que la metodología BIM facilitó la gestión de cantidades de insumos en el proyecto, disminuyendo errores a través de análisis 2D y 3D, así como mediante simulaciones de construcción. Además, la ingeniería de valor se vio beneficiada, mostrando un aumento de hasta un 3.28% en la optimización del valor, equivalente a 60,929 soles en comparación con proyectos sin BIM, logrando una optimización general del 22.93%, equivalente a 535,159 soles, debido a una mejora en la eficiencia en la optimización de 15 de los 17 insumos estudiados.

Berrio y Valer (2022) llevaron a cabo una evaluación de los indicadores clave de rendimiento, como Alcance, Costo y Tiempo, derivados de la gestión de la planificación, programación y ejecución de un proyecto de construcción de ocho niveles utilizando BIM 5D y Lean Construction en la ciudad del Cusco durante el año 2020. La investigación se fundamentó en un enfoque cuantitativo con un diseño experimental de tipo preexperimental de corte transversal. La muestra consistió en una construcción de ocho niveles ubicada en el distrito del Cusco, y los instrumentos utilizados incluyeron fichas de registros y revisión



bibliográfica. Los resultados revelaron que los indicadores de desempeño de alcance, costo y tiempo se mantuvieron dentro del margen de error de  $\pm 5\%$ , alcanzando valores óptimos mediante la gestión de planificación y programación del proyecto. En resumen, el adecuado modelado en BIM 5D facilitó una gestión más precisa de la programación del proyecto, lo que influyó en los costos del mismo. Además, se observó una mejora en el flujo de construcción, evidenciada por la medición del PPC en obra.

Vizcarra (2019) implementó el BIM en las competencias de la enseñanza universitaria en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, UNSAAC, Cusco. Para ello, realizó un diagnóstico de la situación actual con respecto a la propuesta de implementación, lo cual dio como resultado que un 79% de los estudiantes desconocen acerca de esa tecnología, no obstante, el 85.1% de los estudiantes enfatizan que el BIM sí debería enseñarse como curso obligatorio. Igualmente, la fase inicial de implementación se encuentra en proceso debido al poco conocimiento que tiene el área administrativa. En conclusión, la elaboración de secuencias didácticas fundamentadas en competencias, permite una integración de las herramientas BIM con los cursos de la actual Malla Curricular, debido a que las competencias BIM tienen una asociación directa con las competencias genéricas y específicas de la Ingeniería Civil.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Enfoques teóricos de la variable independiente

#### Definiciones de BIM

BIM tiene diversas interpretaciones según los profesionales. Algunos lo ven como un software, mientras que otros lo consideran un proceso para diseñar y documentar información sobre construcciones. A pesar de las diferentes definiciones, hay un consenso en que BIM es un proceso que combina información y tecnología para crear una representación de un proyecto. Este proceso integra datos de diversas fuentes y se desarrolla simultáneamente con el proyecto real a lo largo de su ciclo completo, desde el diseño y la construcción hasta la información operativa durante su uso (Kjartansdóttir et al., 2017).

La norma BS EN ISO 196502, que anteriormente definía BIM, ahora lo describe como el uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, con el fin de proporcionar una base confiable para la toma de decisiones. Este enfoque abarca diversos activos construidos, como edificios, puentes, carreteras, plantas de procesos y obras hidráulicas. Además, esta definición aclara que BIM consiste en una representación y proceso destinado a reemplazar la mayoría de la información dibujada (Milyutina, 2018)

Jobim et al. (2017) señalan que el BIM es aquel sistema informático que se usa a nivel mundial, por ser el más eficiente que existe en la actualidad para la elaboración de un proyecto de construcción. Este sistema nos ayuda a poder anticipar las características geométricas y de la información de los elementos



usados para el proyecto, los cuales posteriormente serán presentados en diferentes modelos, tales como el 2D, 3D, 4D y 5D. Aquel sistema que se encarga de recoger toda la información necesaria para la elaboración de un proyecto de construcción, la cual nos ayudará en mejorar la eficiencia y eficacia de todas las fases de la realización del proyecto seleccionado.

La meta del método BIM es profundizar el uso de la tecnología informática en todas las etapas del ciclo de vida de las instalaciones construidas, desde el diseño hasta la operación. En lugar de depender de información registrada en dibujos, BIM utiliza modelos de información de construcción (BIM) para almacenar, mantener y compartir información de manera integral. Este enfoque mejora significativamente la coordinación del diseño, la integración de simulaciones, la configuración y el control del proceso de construcción, así como la entrega de información al operador. Al reducir al mínimo la entrada manual de datos y permitir la reutilización de la información digital, se elimina el trabajo tedioso y propenso a errores, lo que conduce a una mejora en la productividad y calidad de los proyectos de construcción (Borrmann et al., 2018)

La metodología BIM implica el desarrollo y uso de un modelo computarizado que simula la planificación, diseño, construcción y operación de una instalación. Este modelo, conocido como Modelo de Información de Construcción, es una representación digital rica en datos, orientada a objetos, inteligente y paramétrica de la instalación. A partir de este modelo, los usuarios pueden visualizar, extraer y analizar datos relevantes para sus necesidades, con el fin de tomar decisiones y mejorar el proceso de entrega de la instalación (Eastman et al., 2011).

BIM, según la definición del Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción, es una tecnología digital que crea una representación computable de todas las características físicas y funcionales de una instalación, junto con la información relacionada con el proyecto y su ciclo de vida. Esta herramienta busca servir como un repositorio de información para el propietario y operador de la instalación, con el propósito de utilizar y mantener esta información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto (Ashcraf, 2008).

BIM ofrece varios beneficios para este sector de saneamiento, como la prevención de interferencias, la optimización de los recursos, la prefabricación de tuberías y la gestión del ciclo de vida de la obra.

BIM en proyectos de infraestructura hidráulica revoluciona la manera en que se planifican, diseñan, construyen y mantienen estas estructuras. Este enfoque implica la utilización de modelos 3D para la planificación, diseño preliminar y detallado, así como para la coordinación durante la construcción y la gestión de activos a lo largo del tiempo. Los tipos de infraestructuras hidráulicas donde se aplica BIM incluyen presas, acueductos, canales, sistemas de drenaje, plantas de tratamiento de agua, encauzamiento y protección de ríos, y embalses. Las ventajas clave de esta metodología incluyen una mayor organización en el trabajo, eficiencia en la coordinación y reducción de errores durante el diseño y la construcción, así como un apoyo mejorado en la gestión de activos para el mantenimiento a largo plazo.

### **Diferencias entre CAD y modelo BIM**

La principal diferencia entre el CAD 2D y el BIM es que este último utiliza vistas 2D independientes, como secciones, alzados y planos, para representar una estructura. La necesidad de examinar y actualizar cada vista por separado



en el diseño bidimensional asistido por ordenador (CAD 2D) aumenta la posibilidad de cometer errores y contribuye en gran medida a que la documentación sea insuficiente. Además, frente a la información inteligente contextual y semántica que ofrecen los modelos BIM, los datos de estos dibujos 2D se representan simplemente como elementos gráficos básicos, como líneas, arcos y círculos. Los elementos y sistemas de construcción, como espacios, muros, vigas y pilares, se utilizan para describir objetos en los modelos BIM (CRC, 2007).

En CAD tradicional, una pared u otros elementos son un conjunto de líneas que, como mucho, definen las restricciones geométricas del muro. En BIM, es una herramienta que contiene una amplia gama de información además de las dimensiones físicas. En lugar de dibujar líneas que describan dimensiones de un diseño, los diseñadores organizan objetos inteligentes en un diseño (Ashcraft, 2008).

Es importante destacar que CAD y BIM son diferentes, a pesar de que a simple vista puedan parecer similares y trabajar con software parecido. La distinción principal radica en que CAD replica el estilo tradicional de dibujo a mano utilizando herramientas informáticas, empleando elementos genéricos como líneas y tramas para crear dibujos virtuales. Por otro lado, BIM no se limita a ser una herramienta de dibujo, aunque también puede utilizarse con ese fin; su característica principal es el almacenamiento de información y la relación entre los distintos elementos. Esto implica que enfoquemos nuestra atención en diferentes aspectos en los que BIM sobresale respecto a CAD:

- **Coherencia:** Se logra mediante la vinculación de un único objeto, lo que garantiza que cualquier cambio realizado en el proyecto se refleje



automáticamente en todas las vistas, como plantas, alzados y secciones. Esta integración se debe a que estas vistas son representaciones del mismo objeto central, lo que permite al usuario elegir qué parte del objeto desea visualizar en cada momento. En contraste, en CAD, cada representación es una entidad independiente, similar a los dibujos en papel, lo que significa que cualquier cambio en el diseño debe realizarse manualmente en cada uno de los dibujos afectados.

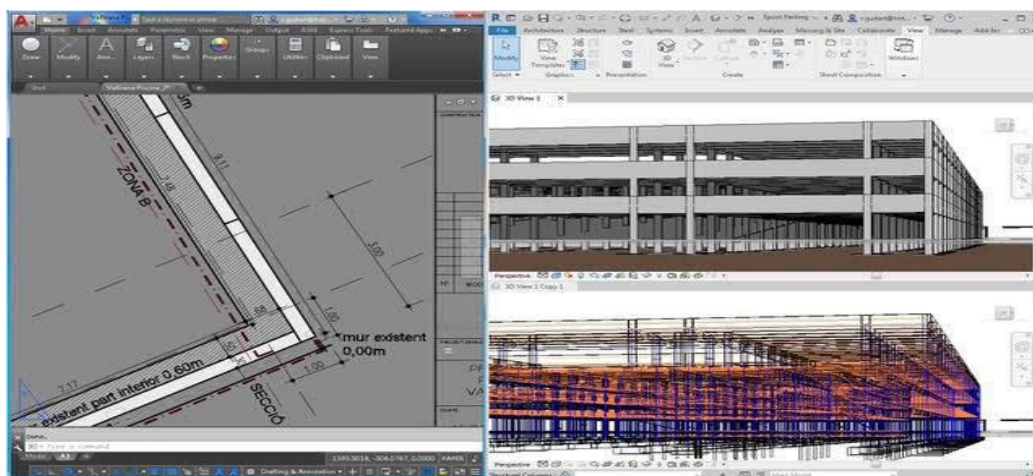
- En la metodología BIM, se enfatiza la fase de diseño como una etapa crucial, ya que permite identificar y abordar cualquier problema o inconveniente que pueda surgir. Al concentrar el esfuerzo principal en esta fase, se reduce significativamente el costo y el esfuerzo durante la fase de construcción, ya que el proyecto queda completamente definido desde las primeras etapas.
- Características físicas de los elementos: En el entorno BIM, en lugar de emplear simplemente líneas, se crean elementos como suelos, muros, techos, puertas, ventanas, tuberías, válvulas, y puntos de conexión eléctrica, entre otros. Estos elementos pueden ser asignados con propiedades físicas como materiales, acabados, transmitancia térmica, precios, etc., lo que permite generar informes detallados.
- Bases de datos integradas: Cada elemento en BIM tiene propiedades asociadas que se almacenan en una base de datos relacionada. Esta característica facilita la generación de informes de recuento de elementos constructivos, como por ejemplo el número de carpinterías, de manera automática y actualizada. Si se modifican las propiedades de algún

elemento en el modelo, estos cambios se reflejan automáticamente en los informes y viceversa.

- Gestión de la información: En comparación con CAD, donde se generan múltiples archivos distintos para diferentes aspectos del proyecto (planos de alzados, planos por plantas de estructura, de cerramientos, de carpintería, de instalaciones, etc.) y pueden existir problemas de versiones y actualizaciones, BIM simplifica este proceso al utilizar un único archivo centralizado. Esto facilita enormemente el trabajo en equipo y la colaboración, especialmente en proyectos complejos y con un gran número de participantes (García, 2017).

Figura 1

*Diferencias entre BIM y CAD*



Nota. Tomado de. Econova, 2020.

### Niveles de desarrollo LOD

La expresión «nivel de desarrollo», o «LOD», hace referencia a la parte de un componente, sistema de construcción o conjunto de proyecto que controla la cantidad de información y detalle que posee un elemento concreto dentro del

modelo BIM. El Instituto Americano de Arquitectos (AIA) definió por primera vez la categorización numérica del LOD en su publicación E-202 de 2008. Posteriormente, en 2013, el documento G202 del AIA amplió su definición. La definición generalmente reconocida más reciente se proporcionó en el Foro BIM en diciembre de 2014, lo que permite la adición de nueva información y un bloque de construcción para las definiciones anteriores.

Según Alonso (2015):

- LOD 100: Denota la etapa fundamental en la que se determinan los componentes conceptuales del proyecto. Pueden utilizarse símbolos o representaciones genéricas para representar objetos. Además de estadísticas como área y volumen, se examinan en términos de sus dimensiones geométricas, orientación, colocación y relaciones con otros elementos.
- LOD 200: En este nivel, los elementos se especifican gráficamente con mayor precisión, con detalles sobre sus tamaños, formas, ubicaciones y cantidades aproximadas con respecto al proyecto en su conjunto.
- LOD 300: Este nivel de descripción visual es más profundo e incluye especificaciones exactas relacionadas con el proyecto en cuanto a tamaños, formas, números y ubicaciones de los elementos. La coordinación con otros componentes en términos de dimensiones, ubicaciones, vías y distancias es posible con estos elementos.
- LOD 350: Este nivel es comparable al LOD 300, pero incluye la detección de interferencias entre elementos. Esta etapa es típica de proyectos complicados que se dividen en proyectos más pequeños y centrados o que se desarrollan por separado por disciplinas.

- LOD 400: Cada elemento, incluida su posición, pertenencia a un sistema de construcción concreto, uso, montaje y dimensiones completas, se describe matemáticamente con gran detalle. Se proporciona información exhaustiva sobre la fabricación, el montaje, la instalación y la puesta en servicio.

- LOD 500: En cualquier situación, los datos de este nivel tienen prioridad sobre los de niveles inferiores. Con él se determinan el estado existente, las especificaciones del producto, el uso y el mantenimiento, la administración y el funcionamiento, las renovaciones y las alteraciones. Este nivel puede contener una amplia gama de información para distintos fines y está orientado al futuro.

### **Usos BIM en la industria de construcción**

En la última década, la metodología BIM ha sido adoptada gradualmente en varios países, convirtiéndose en un objetivo prioritario para algunas de sus Administraciones Públicas. Los países nórdicos y anglosajones han liderado la implementación de esta metodología a nivel internacional. Noruega ha implementado BIM directamente en proyectos de obra civil, logrando una optimización significativa en el sistema vial del país. Por otro lado, en el Reino Unido, la implementación de BIM se ha vuelto obligatoria para proyectos de obra pública desde 2013, y para cualquier tipo de proyecto desde 2016 (Testa, 2019).

### **Usos BIM en la etapa de diseño**

La metodología BIM tuvo su origen en el diseño CAD (Computer-Aided Design), que es conocido como el diseño clásico. El primer programa comercial de CAM (Computer-Aided Manufacturing) surgió en 1957 gracias al Dr. Hanratty, quien posteriormente incursionó en la generación de gráficos por computadora,

lo que llevó al desarrollo del DAC (Diseño Asistido por Computadora). Este avance marcó la transición desde el dibujo manual de planos hacia la creación de planos mediante herramientas computarizadas, representando así el primer sistema CAD/CAM. Así, se pueden identificar distintas etapas BIM, aunque para la etapa de diseño son importantes las dos primeras:

- Pre-BIM

En la industria de la construcción, prevalecen las colaboraciones conflictivas y existe una fuerte dependencia de la documentación en dos dimensiones (2D) para representar la realidad tridimensional (3D). A pesar de que se generan observaciones en 3D, estas suelen ser inconsistentes y se basan en la documentación 2D y en detalles. Las partes, estimaciones de costos y especificaciones no siempre se derivan del modelo ni se mantienen vinculadas a la documentación.

- Etapa BIM 1

La introducción de software paramétrico 3D, como Tekla, Revit y ArchiCAD, es el primer paso hacia la aplicación de BIM. Los usuarios construyen modelos autónomos en esta fase, independientemente de la etapa del proyecto: diseño, construcción u operación. Según Tacora y Rivera (2020), los resultados del modelado son modelos arquitectónicos o de construcción diseñados principalmente para automatizar la creación y coordinación de documentación 2D, además de la visualización 3D.

### **Beneficios de adoptar BIM**

De acuerdo a Azhar et al. (2008) uno de los principales beneficios de BIM es su capacidad para representar de manera precisa las partes de un proyecto



de construcción en un entorno de datos integrado. Entre los beneficios adicionales se incluyen.

- Procesos más eficientes y rápidos: la información se comparte y se reutiliza con mayor facilidad, lo que permite agregar valor.
- Mejor diseño: las propuestas de construcción pueden ser analizadas exhaustivamente y se pueden realizar simulaciones rápidas para comparar el rendimiento, lo que lleva a soluciones más innovadoras.
- Control de costos de ciclo de vida y datos ambientales: se comprende mejor el rendimiento ambiental y los costos a lo largo de la vida útil.
- Mayor calidad de producción: la automatización se utiliza para generar documentación de forma flexible.
- Montaje automatizado: Los datos digitales del producto pueden utilizarse en los pasos posteriores que implican la fabricación y el montaje de componentes estructurales.
- Mejor servicio al cliente: la visualización precisa facilita la comprensión de las propuestas.
- Datos del ciclo de vida: La gestión de instalaciones puede hacer uso de datos sobre especificaciones, diseño, construcción y operaciones.

Uno de los beneficios finales de BIM es el retorno de la inversión (ROI).

Según la aplicación de BIM otorga valores positivos a muchos actores en la Industria AEC. Por otro lado, el ROI es uno de los indicadores de medición del desempeño de una cierta organización en la industria, ya que mide la reducción



del número de órdenes de variación, Problemas de enfrentamientos, disputas de diseño y conflictos (Wan Mohammad, Bin Abdullah, & Ismail, 2018).

BIM tiene el potencial de mejorar la comunicación y coordinación entre los diferentes actores de un proyecto. Los beneficios de BIM van desde simples mejoras en coordinación y eficiencia hasta una mayor satisfacción del cliente (Khochare & Waghmare, 2018).

### **Limitaciones**

Compatibilidad entre Plataformas de Software: este es uno de los mayores problemas con los primeros adaptadores de BIMis de compatibilidad total del producto. Debido a la competencia en el mercado, cada empresa de fabricación de software está haciendo algo diferente con su software. Los problemas de interoperabilidad no se limitan a diferentes plataformas de software; Debido al rápido desarrollo de la industria del software BIM, la versión más nueva del programa dentro de la misma plataforma tiene problemas de interoperabilidad. Una de las alternativas de los modelos específicos de productos actuales era un formato de archivo neutral e independiente del proveedor (Khochare & Waghmare, 2018).

### **BIM 3D – Modelo tridimensional, diseño**

Es fundamental resaltar la relevancia del componente tridimensional (3D) en la gestión de proyectos utilizando herramientas BIM. Esta dimensión inicial es de suma importancia, ya que constituye el punto de partida y la base para todas las demás. Por lo tanto, es crucial tener una comprensión clara del propósito final del modelo, lo que guiará el proceso de diseño en consecuencia.

Arenal (2012) en su artículo describe las ventajas resultantes de emplear herramientas BIM en la elaboración de proyectos en tres dimensiones como.:

- La utilización de un solo archivo reduce de manera significativa las discrepancias de información entre los distintos planos del proyecto.
- Este software, que forma parte de las herramientas de BIM y se emplea para modelar en tres dimensiones, puede ser complementado posteriormente con otras aplicaciones que facilitan la medición precisa de la obra. En algunos casos, estas herramientas están integradas dentro del mismo programa de modelado.
- Una ventaja adicional es la capacidad de introducir información detallada sobre cada material que se utilizará al modelar en tres dimensiones (Mateu, 2015)

La metodología BIM ha evolucionado en el ámbito de la construcción, mientras que la propiedad en 3D lo ha hecho en el ámbito legal del catastro. Aunque se trata de dos ámbitos aparentemente diferentes en los que no se han centrado los estudios anteriores, los autores sostienen que pueden interactuar. El BIM se considera un proceso orientado a objetos que describe los proyectos de construcción con respecto a sus propiedades geométricas y semánticas. Por lo tanto, implica la generación y la gestión de representaciones digitales espaciales de las características físicas y funcionales de los espacios de los diseños y su entorno (Isikdag & Zlatanova, 2009).

A través de esta definición, puede entenderse que el BIM se caracteriza por una estructura clara y lógica de los objetos espaciales de una estructura que



permite realizar análisis espaciales en lugar de limitarse a visualizar un proyecto de construcción y sus elementos espaciales (El-Mecawy et al., 2014).

La definición de BIM implica la utilización de datos tridimensionales (3D) en el proceso de generación y gestión de información de construcción a lo largo de su ciclo de vida, mediante el uso de software especializado para mejorar la eficiencia en el diseño y la construcción de proyectos. En este sentido, el BIM abarca diversos aspectos, incluyendo la geometría, las relaciones espaciales, la información geográfica, las cantidades y las propiedades de los componentes de construcción (Zhang, 2015).

El proceso de generar un modelo digital tridimensional de un proyecto proporciona un nivel detallado de modelado utilizando herramientas especializadas. Además, los elementos modelados aseguran una representación precisa de la parte visual del proyecto y una correcta cohesión en la geometría de dichos elementos (Sanchez, 2021). Así a partir de la metodología BIM se obtiene detalles y vistas isométricas de los planos.

El BIM es más que una nueva herramienta para el sector de la construcción. Propone un entorno relativamente nuevo y colaborativo en el que el equipo del proyecto puede trabajar. Es un proceso que se apoya en diversas herramientas y tecnologías. Por ejemplo, entre las herramientas de autoría BIM que se utilizan para desarrollar un modelo de información de la construcción se encuentran Autodesk Revit, SCIA (un software de ingeniería estructural 3D), ARCHICAD (un software CAD BIM de arquitectura), Tekla Structures. Las herramientas de análisis BIM que se utilizan para realizar análisis estructurales y cálculos energéticos incluyen SAP2000 (un software estructural para el análisis y el



diseño), SCIA, AX3000, etc. Se han establecido muchas normas y protocolos, por ejemplo, las Industry Foundation Classes (IFC), el BIM Collaboration Format (BCF), etc., para apoyar a la industria BIM (Li, Zhang, Song, Demirkesen, & Chang, 2020).

### **Visualización del proyecto**

La capacidad de visualizar un modelo tridimensional virtual de una construcción antes de su realización simplifica la comprensión del proyecto para todos los involucrados. Además, permite identificar conflictos y discrepancias de diseño antes de la construcción, lo que facilita la implementación de soluciones. También posibilita la toma de decisiones sobre materiales y acabados antes del inicio de la ejecución del proyecto (León, 2018).

Contar con un modelo tridimensional de la vivienda brinda al cliente una mejor comprensión de su apariencia y distribución de espacios, lo que le permite tomar decisiones sobre posibles ajustes. En contraste, en la metodología tradicional, estos cambios solo se considerarían durante la fase de ejecución, cuando el cliente comienza a experimentar los espacios reales que pueden no haber sido claros en los planos. Por ejemplo, durante la construcción de esta vivienda, el cliente decidió realizar modificaciones en la distribución, eliminando habitaciones para ampliar otras que consideraba demasiado pequeñas (León, 2018).

### **Detección de errores**

La finalidad de la metodología BIM es mejorar la calidad de los proyectos de construcción, facilitando la detección de errores en fases tempranas de



proyecto, y aportan unas mediciones más fiables para la redacción de un presupuesto más preciso.

La detección de conflictos basada en BIM permite un esfuerzo digital y de colaboración antes de la construcción real; los equipos BIM detectaron y resolvieron una serie de conflictos ocultos dentro de los modelos de las disciplinas y descubrieron claramente limitaciones significativas en los dibujos 2D en comparación con los ricos modelos 3D. Esto ahorró costes en concepto de adquisiciones adicionales, demoliciones, obras adicionales y de interrupciones significativas en el calendario del proyecto. Además, la capacidad de visualizar un modelo completo y consolidado no sólo permitió detectar los conflictos antes de la construcción, sino que también de la construcción, sino que también permitió tomar decisiones informadas para resolver los conflictos con el menor de los conflictos con la menor cantidad de trabajo necesario. Las implicaciones económicas de los choques se calculan como si no se detectaran durante el diseño y se calculan como si los conflictos no se hubieran detectado durante el diseño, y se resuelven utilizando datos de costes reales del caso de estudio del proyecto (Chahrour, y otros, 2019).

### **BIM 4D – Tiempo**

En la actualidad, uno de los avances más innovadores en la planificación, gestión y presentación de proyectos es la simulación en 4D, que combina el modelado tridimensional con la planificación temporal. Como explica Mateu (2015), indica que agrega una dimensión temporal al modelado de la información de construcción, lo que proporciona un alto nivel de inteligencia en el procesamiento y facilita la colaboración en el diseño y la construcción de



proyectos. La cuarta dimensión integra esta información con la programación del método de ruta crítica (CPM) del proyecto, lo que optimiza la cadena de suministro, los plazos y las operaciones de la obra, presentando todos los datos de manera visualmente comprensible en un modelo 3D.

El término BIM 4D se ha consolidado como un acrónimo que abarca varios conceptos previos, como CAD 4D, modelado 4D, planificación y programación 4D, y simulación 4D. Todos estos conceptos comparten la idea de combinar una programación temporal con un modelo 3D para mejorar las técnicas de planificación en la construcción. Según Koo y Fischer, la generación de un modelo 4D requiere tres elementos esenciales: un modelo geométrico 3D con los componentes del diseño, un programa de construcción con datos de actividades y duraciones, y una herramienta de simulación 4D que permita vincular los elementos del modelo 3D con el programa de construcción.

El BIM 4D se logra mediante la integración de estas capacidades fundamentales, que incluyen la visualización de las relaciones temporales y espaciales de las actividades de construcción, el análisis del programa de construcción para evaluar la ejecución, y la reducción de errores mediante la validación del plan de construcción y la mejora de la comunicación entre el equipo del proyecto. Las aplicaciones del BIM 4D se dividen en dos categorías principales: planificación de la construcción y planificación de la obra. Estas aplicaciones abarcan una amplia gama de funciones, como la adjudicación de trabajos en la fase de licitación, la planificación del método de construcción, la gestión de recursos, la logística de la obra, la seguridad en el lugar de trabajo, la gestión de residuos, y la evaluación del ciclo de vida, entre otras. (Jupp, 2017).



El BIM (BIM 4D) proporciona datos relacionados con el calendario y los costes de los proyectos de construcción, además de la información geométrica y de materiales. Una profunda integración de la información detallada de la construcción en BIM 4D con los grandes datos geográficos del SIG puede proporcionar un análisis y una comprensión exhaustivos del inventario y las entregas de materiales para los trabajos en curso en las diferentes fases de la construcción, así como para los elementos y materiales de construcción terminados, desde varios proveedores a la obra (Deng, Gan, Das, Cheng, & Anumba, 2019). (Hasan & Rasheed, 2019)

El modelo BIM 4D es útil tanto en la fase de diseño como en la de construcción; en la fase de diseño, permite al propietario aprovechar un gran valor al visualizar las secuencias de construcción para desarrollar la secuencia de fases en el documento de construcción. Puede permitir al contratista evaluar el diseño asegurándose de que es construible y viable. En la fase de construcción, el modelo BIM 4D proporciona una mejor visualización de las actividades de construcción planificadas en comparación con las reales, el contratista también puede organizar el sitio de acuerdo con el modelo virtual 4D, como la ubicación del movimiento y el movimiento de la tripulación (Hasan & Rasheed, 2019)

En la última década, se ha incrementado el uso de la modelización 4D para realizar análisis de constructibilidad durante la fase previa a la construcción y para controlar las actividades in situ durante la misma. El uso de la modelización en 4D junto con los métodos de control de la producción in situ para seguir el progreso real y analizar los efectos de los retrasos en el calendario general del proyecto ha llevado a niveles más altos de rendimiento de la

construcción in situ. El uso de BIM 4D para la planificación de la construcción, la programación y el control de la producción, la investigación ha demostrado que la modelización 4D puede mejorar la gestión de la seguridad de la construcción, los espacios de trabajo y los residuos. El creciente uso del BIM 4D en la construcción pone de manifiesto las oportunidades de utilizar estas capacidades en nuevos sistemas de gestión digital repletos de reorganización de roles, nuevas prácticas y flujos de trabajo, y no sólo como herramienta para el análisis de la constructibilidad y el control en la obra. Aprovechando las herramientas, los métodos y las simulaciones visuales 4D, es posible mejorar la comunicación, los flujos de información y los resultados de las actividades de planificación y gestión medioambiental (Jupp, 2017)

### **Resultados de traducción**

El BIM 4D permite controlar la eficiencia y el tiempo necesario para ejecutar las diferentes tareas de los proyectos, simulando los plazos de todas las fases y obras; así como una mejor comprensión de la construcción por parte del equipo de proyecto a través de la visualización del avance de todas las actividades (Quiso et al., 2021).

### **Fase de planificación**

El modelo 3D de la obra a realizar es útil para visualizar el proyecto y utilizar la información en un entorno de colaboración. Sin embargo, esta obra virtual permanece estática y no permite apreciar claramente el proceso de aplicación. Para que sea dinámico, hay que integrar una cuarta dimensión: el tiempo. Este es el principio de la planificación 4D. En concreto, esto significa asociar un objeto 3D en el modelo con cada actividad del calendario.

La vinculación del modelo digital con el calendario de ejecución permite a los gestores de proyectos identificar los errores de planificación, donde el 70% de los horarios "tradicionales" producidos son erróneos. El incumplimiento de un horario tiene un efecto directo sobre la disconformidad de un cronograma tiene un efecto directo en la duración y los costes de la obra, así como efectos indirectos en la calidad del trabajo realizado. En el trabajo adicional/complementario que se inserta en una programación errónea perturba el buen funcionamiento y la coordinación de el buen funcionamiento y la coordinación de los actores en la obra. En consecuencia, las empresas deben movilizar y planificar estas nuevas intervenciones con un tiempo de preparación muy corto. Un poco de planificación 4D Algunas herramientas de planificación 4D también permiten detectar problemas relacionados con la sobreutilización de los espacios y, por tanto, ponerles remedio con antelación para aumentar la eficacia del proyecto. Algunas herramientas de planificación 4D también pueden detectar problemas relacionados con la sobreutilización del espacio y, por tanto, remediarlos con antelación para aumentar la eficiencia y la seguridad. (Bensahaila et al., 2021).

### **BIM 5D - Coste**

El modelo BIM 4D se crea al fusionar el modelo BIM 3D con el programa de construcción, lo que introduce la dimensión temporal en el proceso. Para ampliar la planificación y gestión del recurso humano, se integra la asignación de mano de obra al modelo BIM 4D, dando lugar así al modelo BIM 5D. El software Autodesk Navisworks 2016 se emplea para desarrollar el modelo BIM 5D, lo que permite asignar actividades a las cuadrillas definidas, identificadas por



colores y basadas en la información del programa de construcción creado en Microsoft Project. La inclusión del costo de la mano de obra en el modelo BIM 5D abre la posibilidad de desarrollar un modelo BIM 6D (Bohórquez et al., 2018).

En la fase de diseño, la utilización del BIM5D facilita la detección temprana de posibles conflictos en los planos de construcción, lo que ayuda a reducir los cambios costosos y la pérdida de tiempo ocasionada por ajustes en el diseño. Durante la fase de construcción, el BIM5D permite un control integral del proyecto, la formulación adecuada del plan de construcción, una gestión eficiente en el sitio y una asignación precisa de recursos, lo que contribuye a minimizar pérdidas causadas por errores humanos y otros contratiempos. En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, la simulación de construcción y la detección de colisiones mediante información detallada 5D ayudan a desarrollar planes de mantenimiento y reparación eficientes, simplificando la gestión operativa y de mantenimiento (Xu, 2017).

### **2.2.2. Enfoques teóricos de la variable dependiente**

Manzanares (2020) resalta la importancia de realizar una planificación exhaustiva antes de emprender proyectos de construcción o remodelación, subrayando sus múltiples ventajas. Un diseño previo adecuado no solo es fundamental, sino que proporciona la oportunidad de evitar la improvisación y de adaptarse al presupuesto disponible. Además, dado que tanto la construcción como la remodelación implican consideraciones geográficas y bioclimáticas, un diseño bien elaborado facilitará la integración funcional de estos aspectos a lo largo de las diversas etapas del proyecto.



## **Dimensiones de la Optimización del Diseño**

### **Optimización en la Especialidad de Estructuras**

Para Vásquez (1994) la optimización en la especialidad de estructuras, se define como aquella optimización que se realiza sobre las estructuras de un proyecto, después de haberse realizado un análisis convencional, esta modificación de la estructura produce que el proyecto tenga mejores diseños con respecto al "coste" señalado.

Según Moreno (2019) la optimización en la especialidad de estructuras tiene grandes problemas, los cuales normalmente se ven observadas en las aplicaciones de la ingeniería civil, ya que lograr la optimización de algún tipo de estructura, conlleva que existan modificaciones en los cimientos del proyecto.

### **Optimización en la Especialidad de Arquitectura**

Sulaiman & Filippin (2015) señala que la optimización en la especialidad de arquitectura, es un punto muy importante dentro de esta carrera, debido a que ayuda en el diseño de las construcciones y de los distintos proyectos que se realizan. En un inicio la optimización no se incluía dentro de los planes de la arquitectura, ya que los conocimientos provenían de distintas áreas del conocimiento, y estos eran calificados como suficientes, pero el tiempo ha demostrado que no es correcta esta posición.

San Millan (2011) señala que la optimización en la especialidad de arquitectura, se da en cuatro maneras, los cuales corresponden el plegar, canibalizar, reciclar y seccionar las partes de las estructuras que se necesita optimizar.

## Optimización de estructuras Hidráulicas

Borbor (2015) destaca que la optimización La optimización de estructuras hidráulicas es un proceso fundamental para diseñar y construir obras que maximicen su eficiencia y minimicen los costos. En este contexto, se busca encontrar la mejor configuración o dimensionamiento de una estructura para cumplir con sus objetivos específicos. Por ejemplo, al diseñar una presa, se deben considerar factores como la altura, el tipo de material, la forma de la presa y la ubicación de las compuertas. Utilizando herramientas de análisis y simulación, los ingenieros pueden evaluar diferentes alternativas y seleccionar la más adecuada. La optimización también se aplica a sistemas de tuberías, canales y otros elementos de infraestructura hidráulica, con el objetivo de lograr un equilibrio entre rendimiento, seguridad y costos.

Pomayay (2020) señala que la optimización dentro del diseño, corresponde a aquellas modificaciones dentro de la estructura, donde se busca obtener los mejores resultados, aumentando la eficiencia, eficacia y el desempeño de las partes del sistema sanitario, es decir esta optimización busca la perfección del sistema.

### 2.3. Marco Conceptual

#### 2.3.1. BIM

Jobim et al. (2017) señalan que el BIM es aquel sistema informático que se usa a nivel mundial, por ser el más eficiente que existe en la actualidad para la elaboración de un proyecto de construcción. Este sistema nos ayuda a poder anticipar las características geométricas y de la información de los elementos

usados para el proyecto, los cuales posteriormente serán presentados en diferentes modelos, tales como el 2D, 3D, 4D y 5D. Aquel sistema que se encarga de recoger toda la información necesaria para la elaboración de un proyecto, la cual nos ayudará en mejorar la eficiencia y eficacia de todas las fases de la realización del proyecto seleccionado.

### **2.3.2. Autodesk Revit**

Sebastián et al. (2020) indica que el Autodesk Revit es un diseño inteligente que ayuda en la elaboración del diseño de los proyectos seleccionados. La principal característica de este software es que todo lo moldea lo realiza mediante familias paramétricas y contenidos en tercera dimensión, esto conforme vamos avanzando en el desarrollo del proyecto, lo cual se inicia desde la planta hasta las partes más superiores.

### **2.3.3. Obra hidráulica**

Son aquellas que se realizan en el campo de la ingeniería civil, y tienen como estelar al agua y a su control, básicamente trata de cumplir 2 fines principales: uno de ellos es su aprovechamiento y el otro es la defensa ante sus excesos hidrológicos. Cuando estas obras son planificadas y administradas correctamente, resultan primordiales para asegurar el bienestar social como ambiental (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020).

### **2.3.4. Estructuras Hidráulicas**

Las obras hidráulicas, presentes en ingeniería civil, agrícola e hidráulica, son construcciones destinadas al control del agua, ya sea para su aprovechamiento o protección. Ejemplos incluyen canales con dispositivos de derivación y control



de flujo, presas con vertederos y bocatomas, estaciones de bombeo con redes de impulsión, esclusas con áreas de espera y compuertas, y sistemas de abastecimiento de agua, recolección de aguas residuales, riego y defensas ribereñas.

### **2.3.5. Arquitectura**

(Ricoeur, 2003) indica que la arquitectura se le denomina a aquel arte donde el autor idea, diseña y construye proyectos de ingeniería para que los seres humanos puedan desenvolverse en su vida cotidiana. La Arquitectura proviene del latín architectūra.

### **2.3.6. Modelado 3D**

Pereira-Uzal (2013) señala que el Modelado 3D es aquel proceso donde se hace una representación matemática de cualquier objeto tridimensional, para lo cual necesariamente se utilizará un software especializado y cuyo resultado se denomina modelo 3D, esta imagen se logra visualizar a nivel bidimensional a través de un proceso denominado renderizado 3D.



## CAPÍTULO III. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Método o métodos aplicados en la investigación

El enfoque optado para esta investigación ha sido el Cuantitativo. Como señala Neil & Cortez (2018) la investigación cuantitativa se basa en los aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar información y datos. Aparte este enfoque está inclinado en demostrar de manera deductiva los enunciados formulados en la averiguación, esto es mediante el planteamiento de hipótesis en base a la asociación de variables para que luego sean sometidas a medición con el objetivo de aceptarlo o refutarlo.

### 3.2. Tipo de investigación

El enfoque de investigación de este estudio ha sido de naturaleza aplicada. De acuerdo con Lozada (2014) la investigación aplicada implica un proceso mediante el cual se convierte el conocimiento teórico obtenido de la investigación básica en conceptos, prototipos y productos concretos. Es fundamental que la generación de estos conceptos involucre la participación



activa de los usuarios finales y la industria, garantizando así que satisfagan las necesidades reales de la sociedad.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue Descriptivo. Tal como indica Ramos (2020) este alcance trata en detallar las cualidades del fenómeno que se está estudiando, en ese sentido, este nivel busca en centrarse más en el que, en vez del porqué de la población que se está investigando. En este nivel si es factible pero no es necesario, formular una hipótesis que trate especificar el problema en estudio.

### **3.4. Diseño de investigación**

Se trató de un diseño transversal y no experimental. Según Hernández et al. (2014), implica que se examinó una muestra de forma concurrente y sin modificar ningún factor, lo que permite realizar una observación en un periodo determinado sin necesidad de ayuda externa. Además, al tratarse de un estudio transversal, los datos se recogen de una sola vez. Su objetivo es caracterizar ciertos factores y evaluar cómo interactúan e impactan entre sí en un periodo de tiempo predeterminado (Rodríguez & Mendivelso, 2018).

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Es el conjunto de elementos de investigación (personas, cosas, grupos, eventos o acontecimientos) que cumplen con los requisitos para ser clasificados como tales, según Ñaupas et al. (2018). La construcción de una infraestructura de agua potable en el centro poblado Allhuacchullo, en el distrito Santo Tomás



de Chumbivilcas, Cusco, 2022, sirvió consecuentemente para identificar a la población.

### **3.5.2. Muestra**

Ñaupas et al. (2018) afirman que la muestra es considerada como un subconjunto representativo de la población que posee las cualidades pertinentes a la investigación. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó una estrategia conocida como muestreo intencional no probabilístico. Esto indica que para elegir a los participantes se tuvo en cuenta la opinión del investigador, confirmada por la observación real, y los requisitos particulares del estudio, en lugar de la probabilidad (Cabezas et al., 2018). La población y la muestra del estudio compartían las mismas dimensiones.

## **3.6. Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación**

### **3.6.1. Técnicas de la investigación**

Arias (2012) afirma que es el procedimiento o la forma particular de obtener datos o información.

En la realización de este estudio, se emplearon técnicas de recolección de datos que incluyeron la observación directa y el análisis de documentos como principales métodos.

- Por medio de la observación de la situación actual del proyecto, permitió una mejor percepción del problema que hay en el área de estudio y la obtención de datos para su posterior análisis, con el propósito de conseguir información más exacta para la comparación con las especificaciones técnicas solicitadas para este diseño.



- Mediante el análisis de documentos, se pudieron obtener conceptos de diversas fuentes como textos de referencia, investigaciones y reportes publicados, todos ellos relacionados con la aplicación de la metodología BIM. Estos datos fueron utilizados para desarrollar el marco teórico del estudio. Además, se llevó a cabo el análisis de documentos específicos que comprenden el expediente técnico del diseño del sistema de agua potable, incluyendo la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas, los metrados, los presupuestos y los planos.

### **3.6.2. Instrumentos de la investigación**

Un instrumento de recopilación de datos se define como cualquier medio, ya sea en forma de formato, recurso o dispositivo, que se emplea, tanto en papel como en formato digital, para obtener, almacenar o registrar información durante la ejecución de una investigación (Arias, 2012).

En este estudio, los instrumentos empleados incluyo el expediente técnico del proyecto, así como planos de las distintas especialidades. Se utilizó el software Autodesk Revit 2020, Navisworks, herramientas de modelado BIM diseñada para la arquitectura, la ingeniería y el seguimiento. Este programa inteligente simplifica las labores de diseño de proyectos y los procedimientos de trabajo.

### **3.7. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis**

Se empleó el software Autodesk Revit 2020 para analizar los planos generados del diseño de un sistema de agua potable. Esta elección se debe a

que Autodesk Revit 2020 es una herramienta de modelado BIM diseñada específicamente para la arquitectura e ingeniería, lo que simplifica las labores de diseño de proyectos y los procesos de trabajo. Igualmente, con el Revit permite construir virtualmente en 3D, en base a objetos inteligentes (familias paramétricas), y con ello almacenar toda esta información en su base de datos.

Es por ello que a través de este software proporciona la detección de incompatibilidades e interferencias que generan los planos elaborados por el software AutoCAD (método tradicional); convirtiéndose en costos innecesarios. Una vez recolectada la información de los planos obtenidos del proyecto, se procedió a realizar el análisis respectivo a través del Microsoft Excel. Este software permite presentar mediante cuadros, gráficos de barras simple y gráficos circulares las incompatibilidades e interferencias en cada especialidad (estructura, arquitectura y estructuras hidráulicas) como también los costos por incompatibilidad. Los resultados de este análisis descriptivo ayudo a contrastar la hipótesis general como los específicos propuestos en esta investigación. Cabe resaltar que en el Perú no tiene una normativa sobre el empleo de niveles de desarrollo (LOD), pero para este trabajo se empleó el LOD 300, pues este nivel presenta el 100% de la información total posible que posee el modelo.

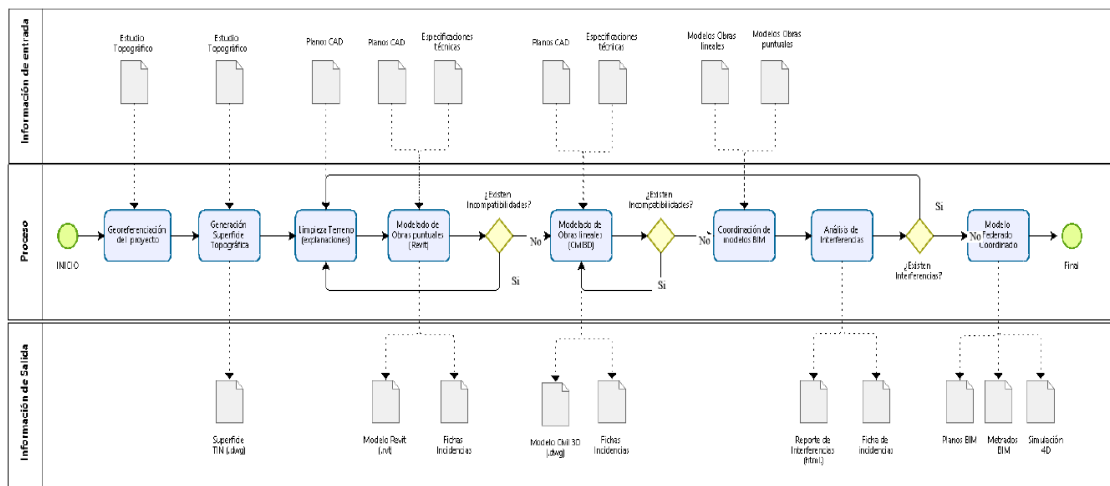
Figura 2  
*Esquema gráfico del concepto del LOD*



*Nota.* Tomado de Alonso (2015)

De igual modo se empleó el siguiente flujograma como guía de implementación de la metodología BIM en proyectos hidráulicos.

Figura 3  
*Flujograma de modelado BIM para Obras Hidráulicas*



*Nota.* Tomado de Sierra (2021)

Es así que todos estos resultados obtenidos del procesamiento de información a través de la estadística descriptiva accederán a contrastar la hipótesis planteada, debido a que es una hipótesis descriptiva no habrá la necesidad de utilizar alguna prueba estadística que permita aceptar o rechazar la hipótesis nula. En este caso solo se basará en los resultados conseguido para validar la suposición planteada.

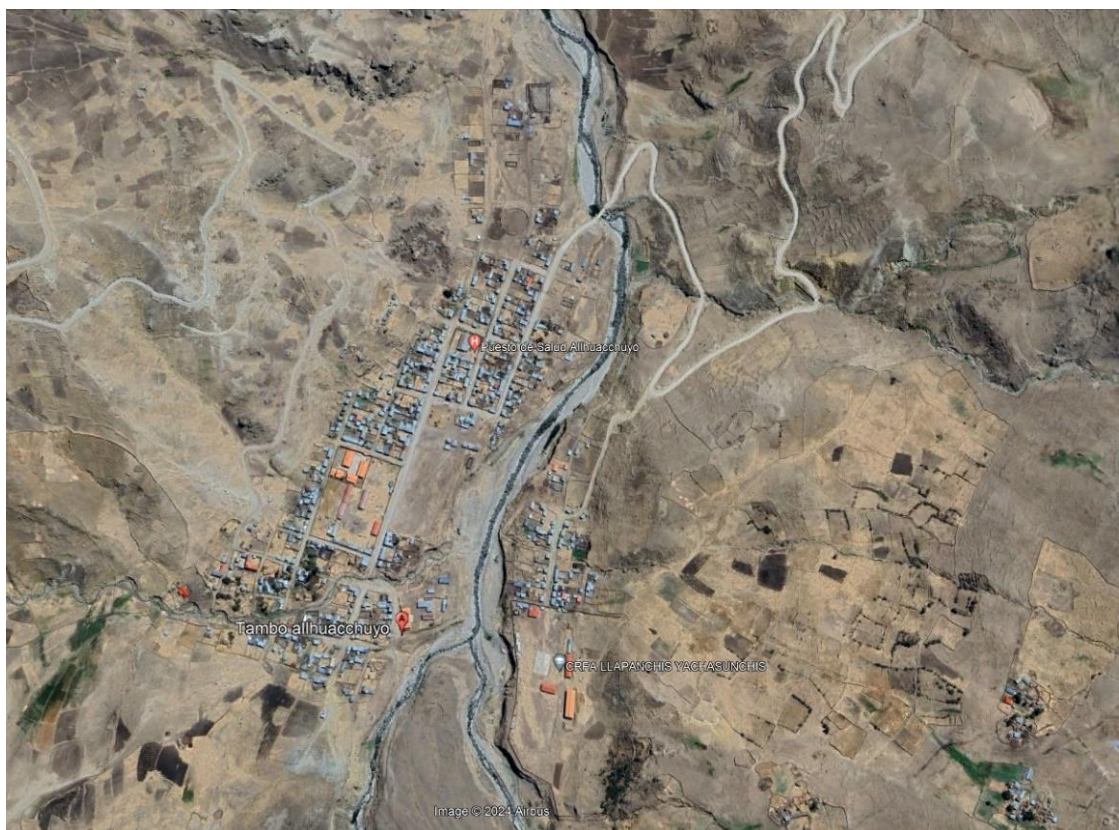
### 3.8. Propuesta para la solución del problema

#### 3.8.1. Diseño inicial del proyecto

El proyecto de estudio se encuentra ubicado en el distrito de Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, en el departamento de Cusco. Sus coordenadas este y norte son 807071.45 y 8380077.67, respectivamente. Esta región, conocida por su rica historia y paisajes impresionantes, proporciona un entorno propicio para el desarrollo de investigaciones y proyectos diversos, aprovechando su riqueza cultural y natural.

Figura 4

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* Se presenta la información de los planos iniciales en el expediente técnico en el Anexo 04.

### 3.8.2. Diseño del proyecto con Revit

El diseño en Revit es la creación de un modelo digital tridimensional que representa con precisión un proyecto de construcción, permitiendo la colaboración entre profesionales y la integración de detalles arquitectónicos, estructurales para mejorar la coordinación y la toma de decisiones.

Se presentan los siguiendo los siguientes pasos para el diseño en Revit:

- **Preparación de los planos 2D**

Se aseguró en tener los planos en un formato compatible con Revit, como archivo DWG (AutoCAD). En el caso del proyecto, se agrupó los planos en carpetas con nombres distintos identificando a la especialidad a la cual corresponden

- **Abrir el proyecto de Revit**

Se inició Revit y abrió el proyecto para vincular los planos 2D.

- **Importar los planos 2D**

Para la importación, se inició el menú "Insertar" en la parte superior de la ventana de Revit y seleccionó "Vínculo CAD" para planos en formato DWG, luego se navegó hasta la ubicación de los planos 2D ubicados en las carpetas creadas y se seleccionó el archivo correspondiente.

- **Ajuste de la ubicación y escala**

Una vez que se ha importado el plano, Revit permitirá definir la escala y la ubicación del plano en relación con el proyecto. Por lo que se optó por la configuración de origen a origen interno

- **Creación de elementos en 3D**

Ahora puede utilizar el plano 2D vinculado como referencia para crear elementos en 3D en el proyecto de Revit. En el caso de la investigación, se inició con el modelo en la especialidad de Estructuras.

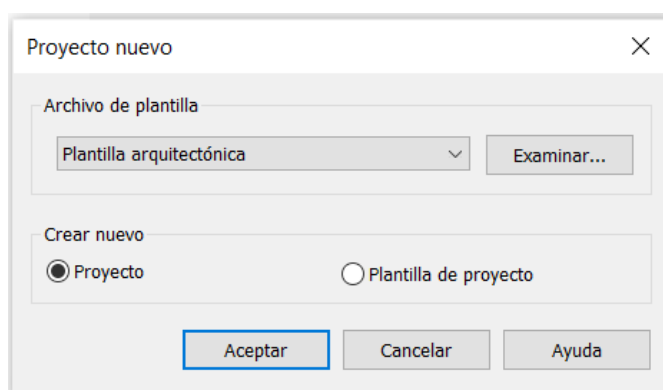
### 3.8.2.1. Estructura de Captación

#### Modelo arquitectónico de la captación

Para crear un nuevo proyecto en la especialidad de Arquitectura, se abre Revit y crea un nuevo proyecto, luego se selecciona la plantilla adecuada para arquitectura. Esto establecerá los parámetros iniciales para el proyecto.

Figura 5

*Creación de modelo arquitectónico en Revit*

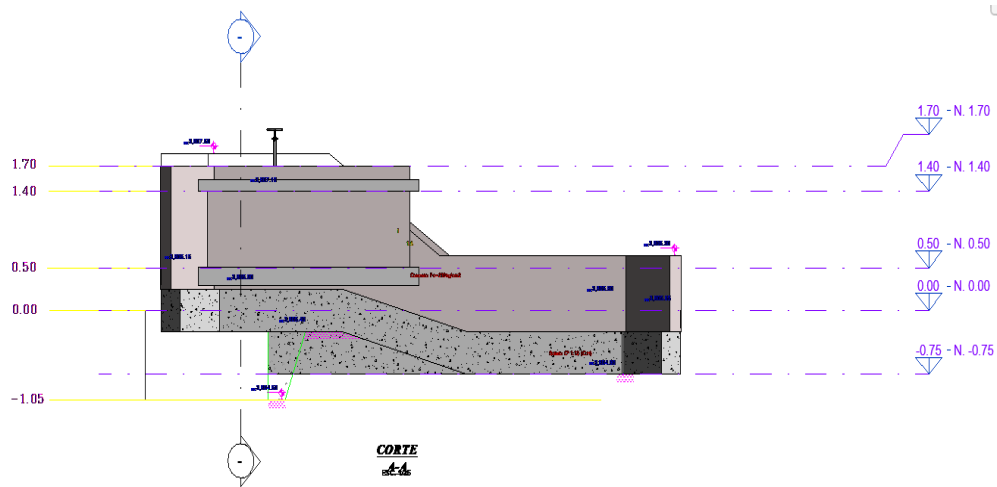


- **Configuración y creación de Niveles**

Se establece los niveles que se utilizarán como referencia para el modelado de construcción de la estructura de captación. Se define la altura de cada nivel que definen la geometría principal de la estructura Hidráulica.

Figura 6

*Configuración de niveles en Revit*



- **Vinculación de planos CAD 2D**

La vinculación de archivos permite aprovechar la información existente en los planos 2D de CAD y utilizarla como base para crear un modelo 3D en Revit.

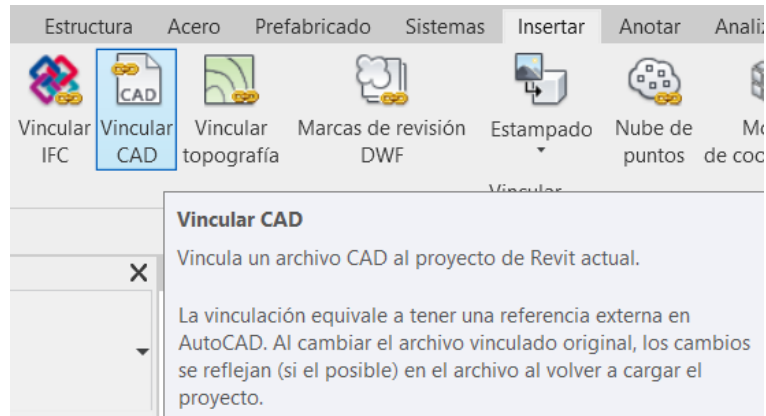
Para la creación del proyecto, primero se organizó los planos 2D de AutoCAD en capas de manera lógica.

Se limpió los planos eliminando información innecesaria asegurando que todo este correctamente dibujado y etiquetado.

Se abre el programa de Revit y en insertar se hace click en la pestaña Vincular CAD, posterior a ello se elige la ubicación del archivo 2D de Autocad.

Figura 7

### Vinculación CAD



- **Modelado en la especialidad de Arquitectura en Revit – Captación**

Figura 8

### Vista 3D de las cámaras de control

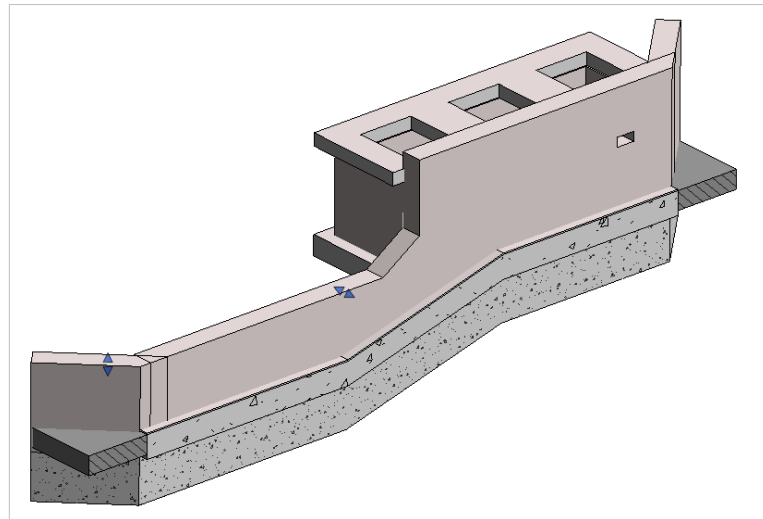


Figura 9

*Vista final de arquitectura en Revit*

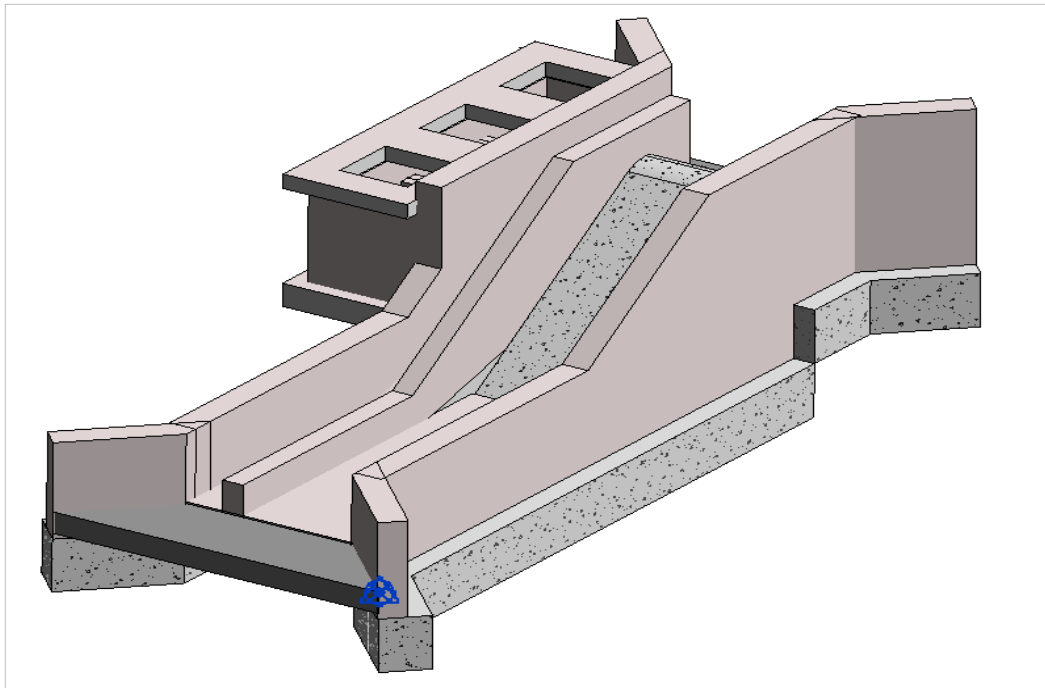


Figura 10

*Vista final de arquitectura en planta de la captación*

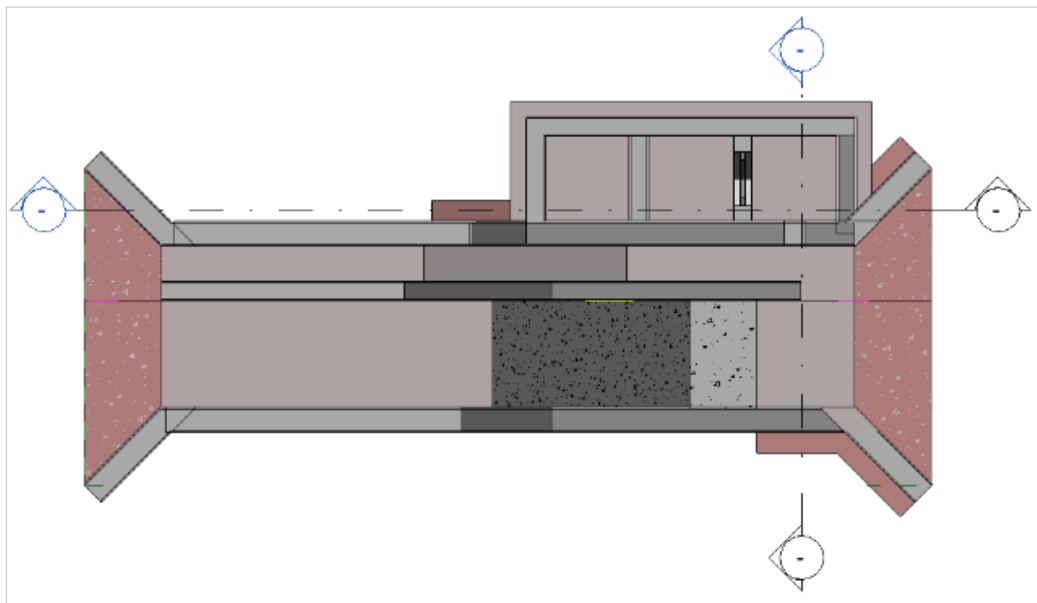
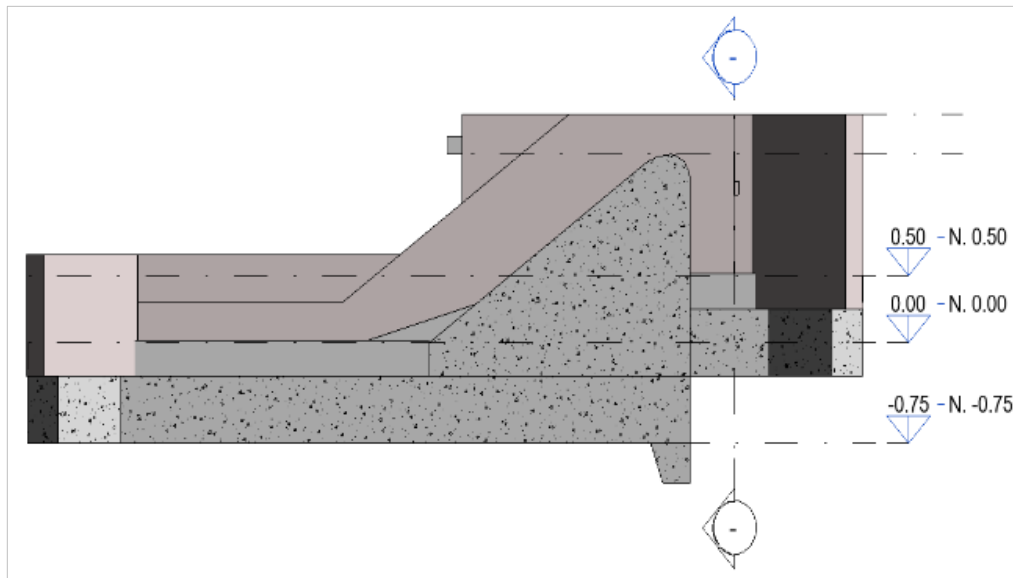


Figura 11

*Vista lado sur final de arquitectura de la planta de la captación*



### **Elaboración de planos arquitectónicos en Revit**

Para elaborar planos en las distintas especialidades del proyecto, se realizaron los siguientes pasos:

- **Configuración del Proyecto:**

Se Abrió el programa de Revit y creó un nuevo proyecto y seleccionó la plantilla de modelo Arquitectónico.

Se definió las unidades de medida y configuraciones específicas del proyecto, como la escala de dibujo y los estándares de presentación.

- **Creación de Elementos Arquitectónicos:**

Se procedió a modelar los elementos arquitectónicos básicos como muros, pisos y techos de la estructura Hidráulica, luego se utilizó las herramientas de dibujo y edición para ajustar las dimensiones y formas según el diseño.



- **Detalles y Componentes:**

Se agregó detalles y componentes adicionales según lo requirió el diseño, como compuerta tipo gusano.

- **Creación de Vistas y Anotaciones:**

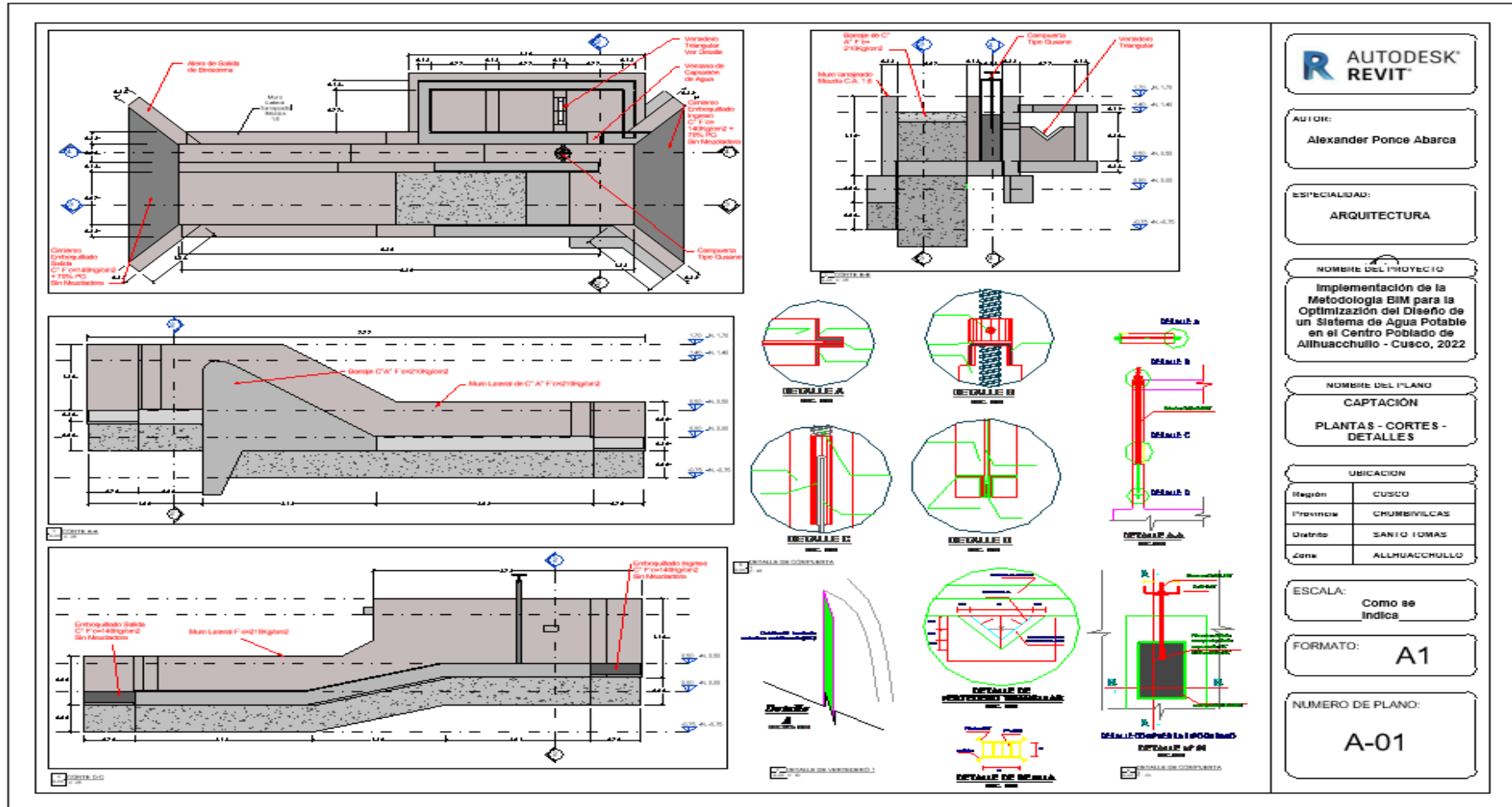
Se generó vistas de planta, alzados, cortes y 3D para representar el diseño en diferentes ángulos y niveles de detalle. Se añadió etiquetas, cotas y notas para proporcionar información adicional.

- **Generación de Planos de Construcción:**

Para la generación de planos de construcción a partir de las vistas que se habían creado, se organizó la presentación de acuerdo con las prácticas estándar de la industria, incluyendo la leyenda, simbología, escalas y cualquier otra información relevante.

Figura 12

Plano de arquitectura generado en Revit



AUTOR:  
**Alexander Ponce Abarca**

ESPECIALIDAD:  
**ARQUITECTURA**

NOMBRE DEL PROYECTO:  
**Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022**

NOMBRE DEL PLANO:  
**CAPTACION  
PLANTAS - CORTES -  
DETALLES**

UBICACION

Región	CUSCO
Provincia	CHUMBIVILCAS
Distrito	SANTO TOMAS
Zona	ALLHUACRULLO

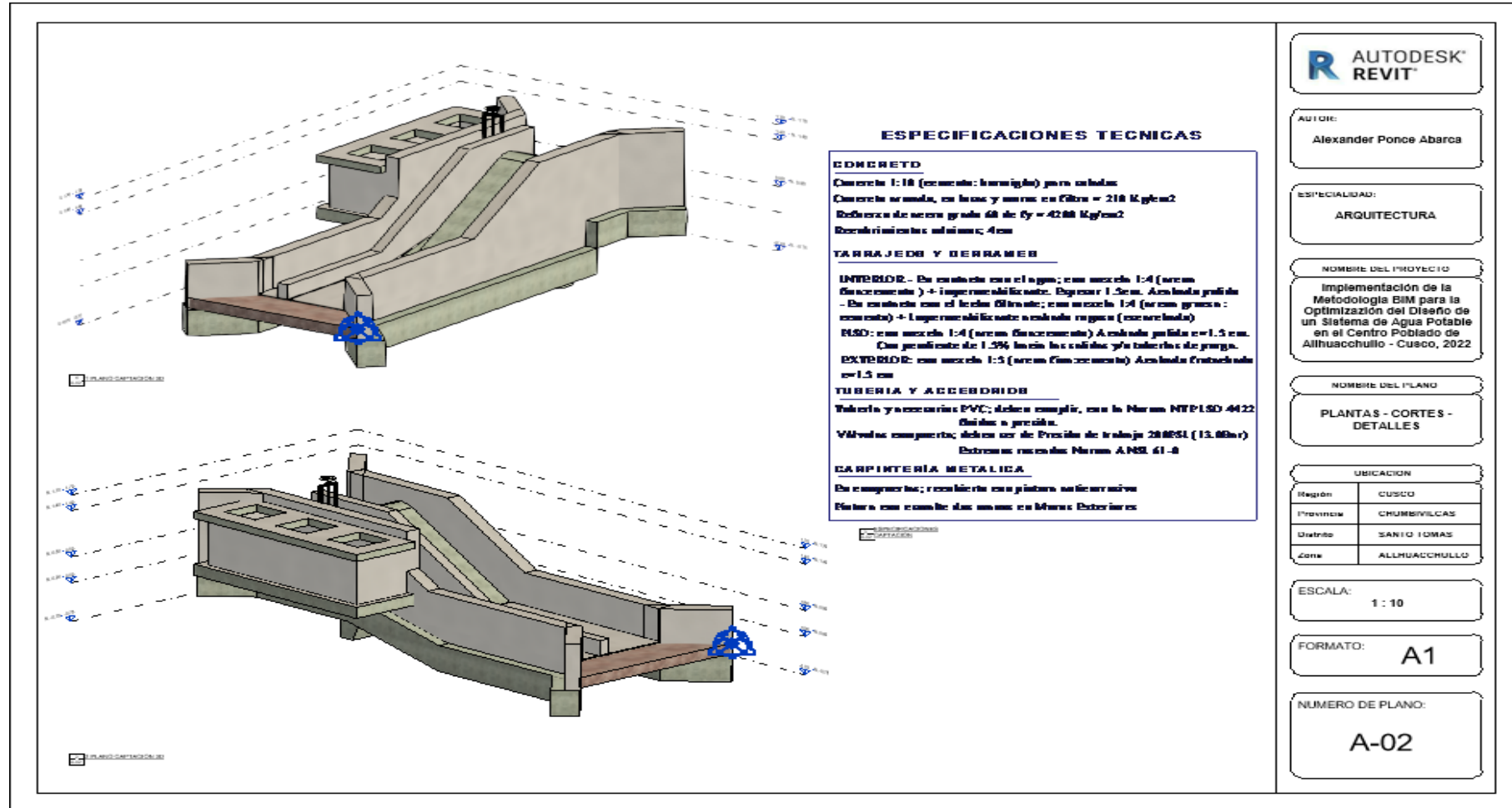
ESCALA:  
**Como se indica**

FORMATO:  
**A1**

NUMERO DE PLANO:  
**A-01**

Figura 13

Plano de arquitectura en vista 3D con especificaciones técnicas



## Tablas de planificación de arquitectura

En Revit, las "tablas de planificación" se refieren a una herramienta que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Tabla 2

### Planificación de muros

Tarrajeo en Muros	Tipo	Área (m2)
	Cimentación	0.65
	Cimentación	0.41
	Cimentación	2.92
	Cimentación	0.41
	Cimentación	0.69
	Cimentación	0.92
	Cimentación	0.93
	Cimentación	1.44
	Cimentación	0.41
<b>Cimentación 9</b>		<b>8.79</b>
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Central	4.10
<b>Muro Central</b>		<b>4.10</b>
	Muros de Caja de Control	0.86
	Muros de Caja de Control	2.57
	Muros de Caja de Control	0.80
	Muros de Caja de Control	0.49
	Muros de Caja de Control	0.45
<b>Muros de Caja de Control</b>		<b>5.16</b>
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Lateral de Captación	8.11
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Lateral de Captación	7.72
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Lateral de Captación	1.10
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Lateral de Captación	1.31
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Lateral de Captación	1.10
Tarrajeo con Impermeabilizante	Muro Lateral de Captación	1.78
<b>Muros Laterales Captación 6</b>		<b>21.13</b>

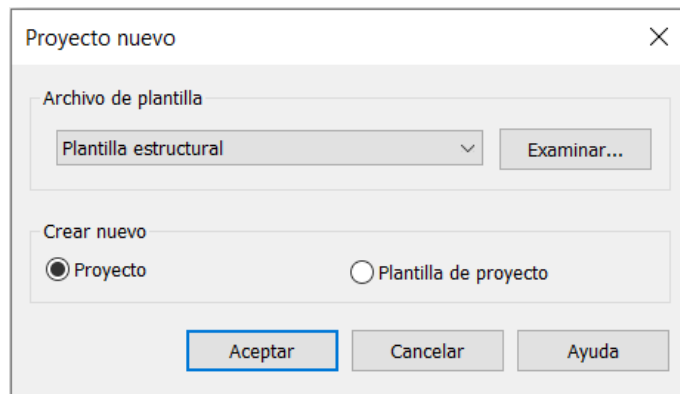
## Modelo estructural de la captación

- **Creación de proyecto de Estructuras – Captación**

Para crear un nuevo proyecto en la especialidad de Estructuras, se abre Revit y crea un nuevo proyecto, luego se selecciona la plantilla adecuada para estructuras. Esto establecerá los parámetros iniciales para el proyecto.

Figura 14

*Creación de modelo estructural en Revit*

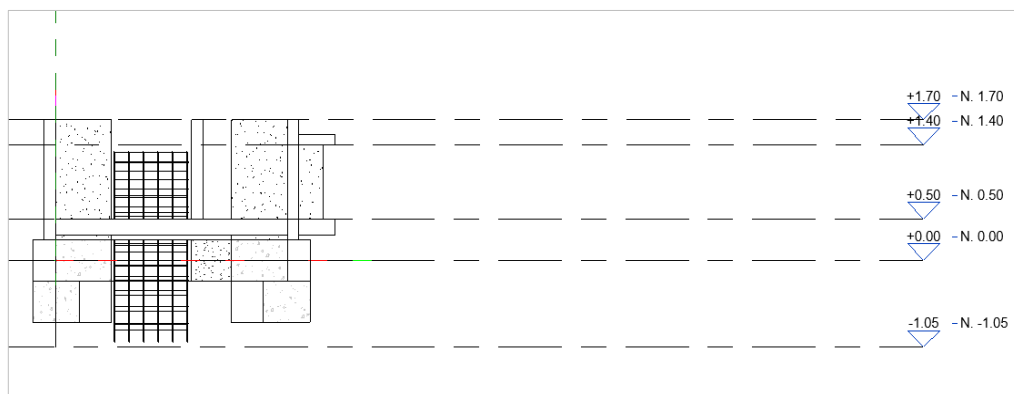


- **Configuración y creación de Niveles**

Se establece los niveles que se utilizarán como referencia para el modelado de construcción de la estructura de captación. Se define la altura de cada nivel que definen la geometría principal de la estructura Hidráulica.

Figura 15

*Configuración de niveles en Revit Estructuras*

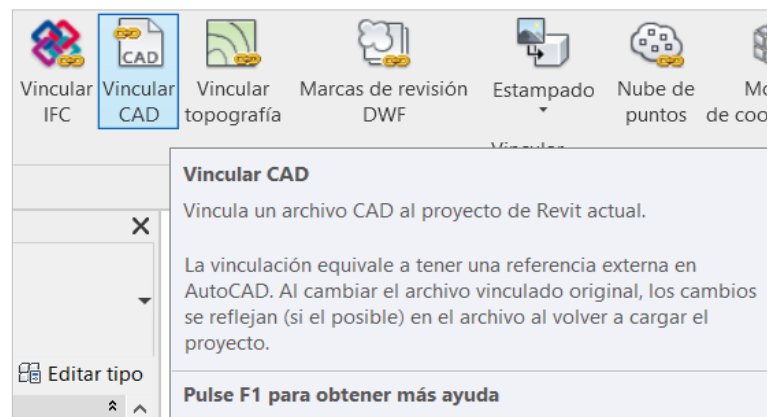


- **Vinculación de planos CAD 2D**

Para el desarrollo del modelado 3D en la especialidad de Estructuras - Captación, se contó con la información de los planos DWG, los cuales previo a una configuración respecto a escalas y ubicación, fueron insertados mediante vínculos en el programa de Autodesk Revit para su respectiva construcción virtual en 3D.

Figura 16

*Vinculación CAD para Estructuras*



- **Modelado en la especialidad de Estructuras en Revit – Captación**

A continuación, se muestran mediante figuras los procedimientos realizados para el modelado 3D en la especialidad de Estructuras - Captación

Figura 17

*Modelado 3D de estructuras en Revit*

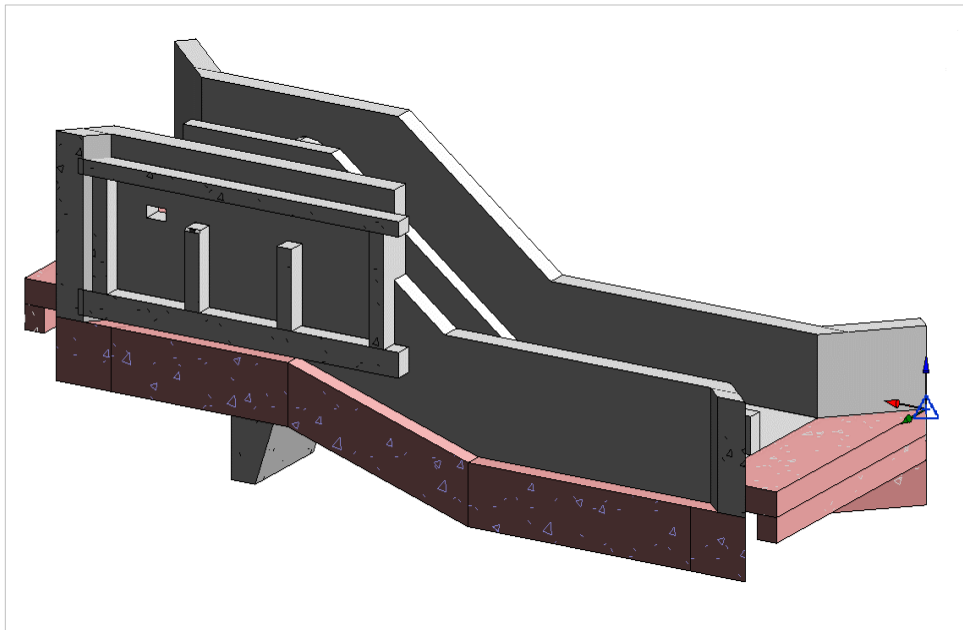


Figura 18

*Modelado 3D de la estructura de la captación en Revit*

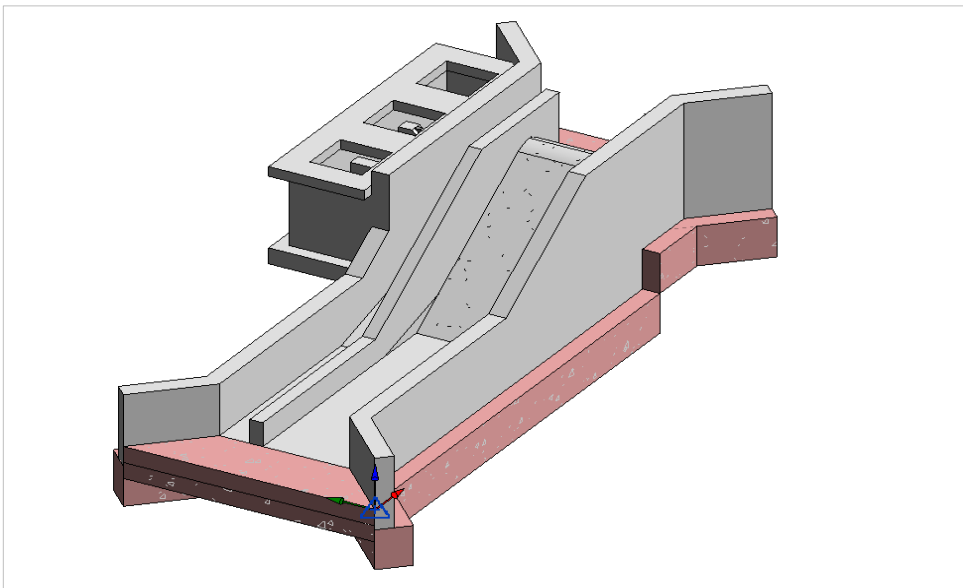


Figura 19

*Corte C-C de la estructura de captación en Revit*

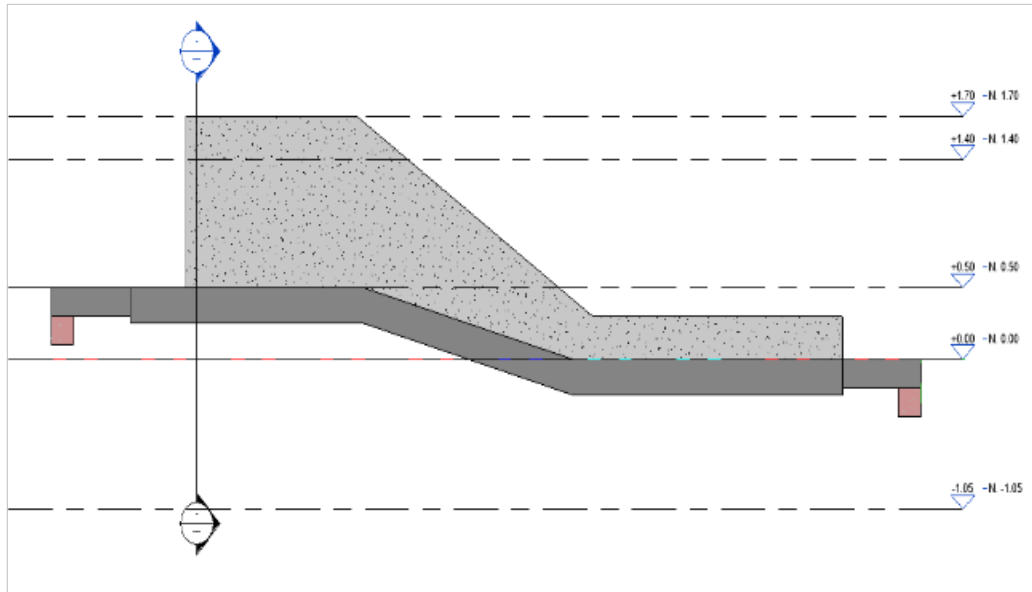


Figura 20

*Corte A-A de la estructura de captación en Revit*

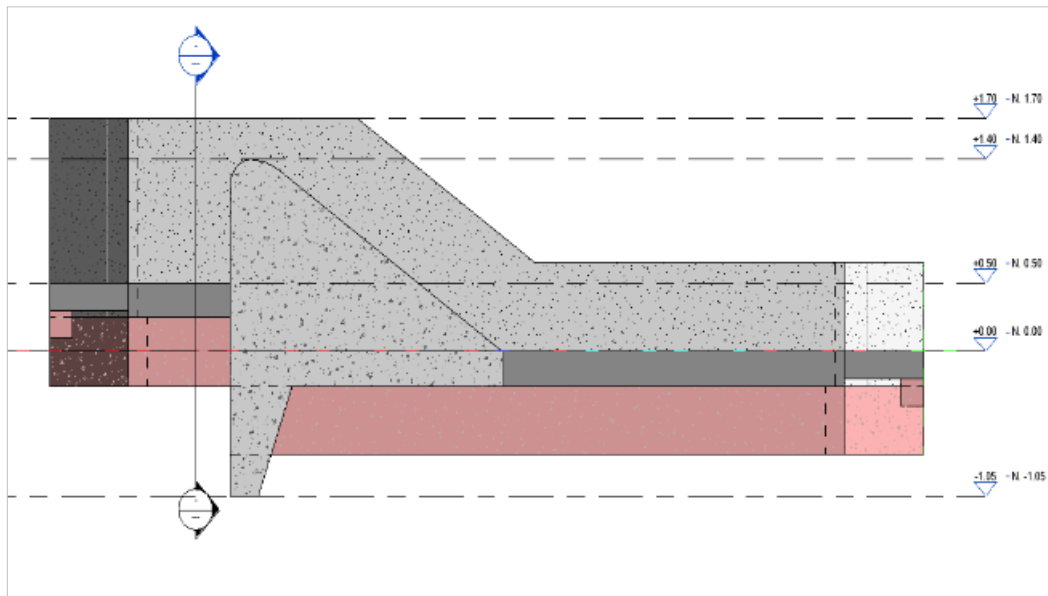


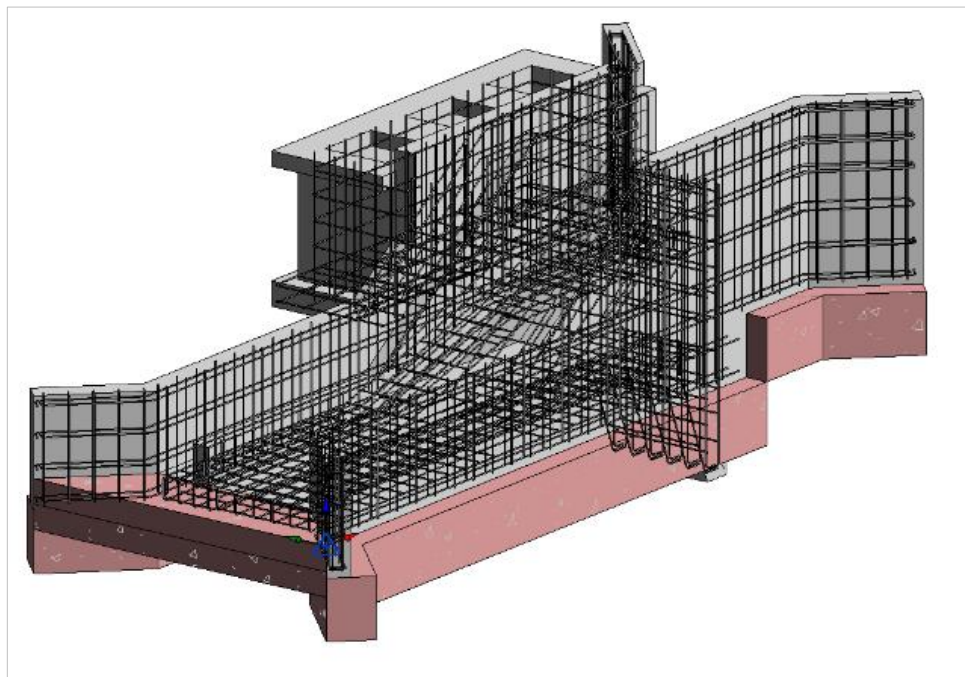
Figura 21

*Vista renderizada en 3D de la estructura*



Figura 22

*Distribución de acero de refuerzo en vista 3D*





## **Elaboración de planos estructurales en Revit**

Para elaborar planos en la especialidad de Estructuras en el programa Revit, se siguieron los siguientes pasos:

- **Configuración del Proyecto**

Para configurar el proyecto de estructuras, se abrió el programa Revit y creó un nuevo proyecto, seleccionando la plantilla de estructuras, luego se definió las unidades de medida y otras configuraciones específicas del proyecto.

- **Creación de Elementos Estructurales**

Para creación de elementos estructurales, se comenzó modelando los elementos estructurales básicos, como muros, zapatas y cimentaciones.

- **Detalles y Refuerzos**

Se agregó detalles y elementos de refuerzo según requerimiento del diseño. Esto puede incluir armaduras, anclajes y otros componentes estructurales.

- **Generación de Vistas**

Se procedió a la creación vistas de planta, alzados, secciones y perspectivas para representar la estructura desde diferentes ángulos y niveles de detalle, asegurando de incluir todas las vistas necesarias para la documentación completa del proyecto.

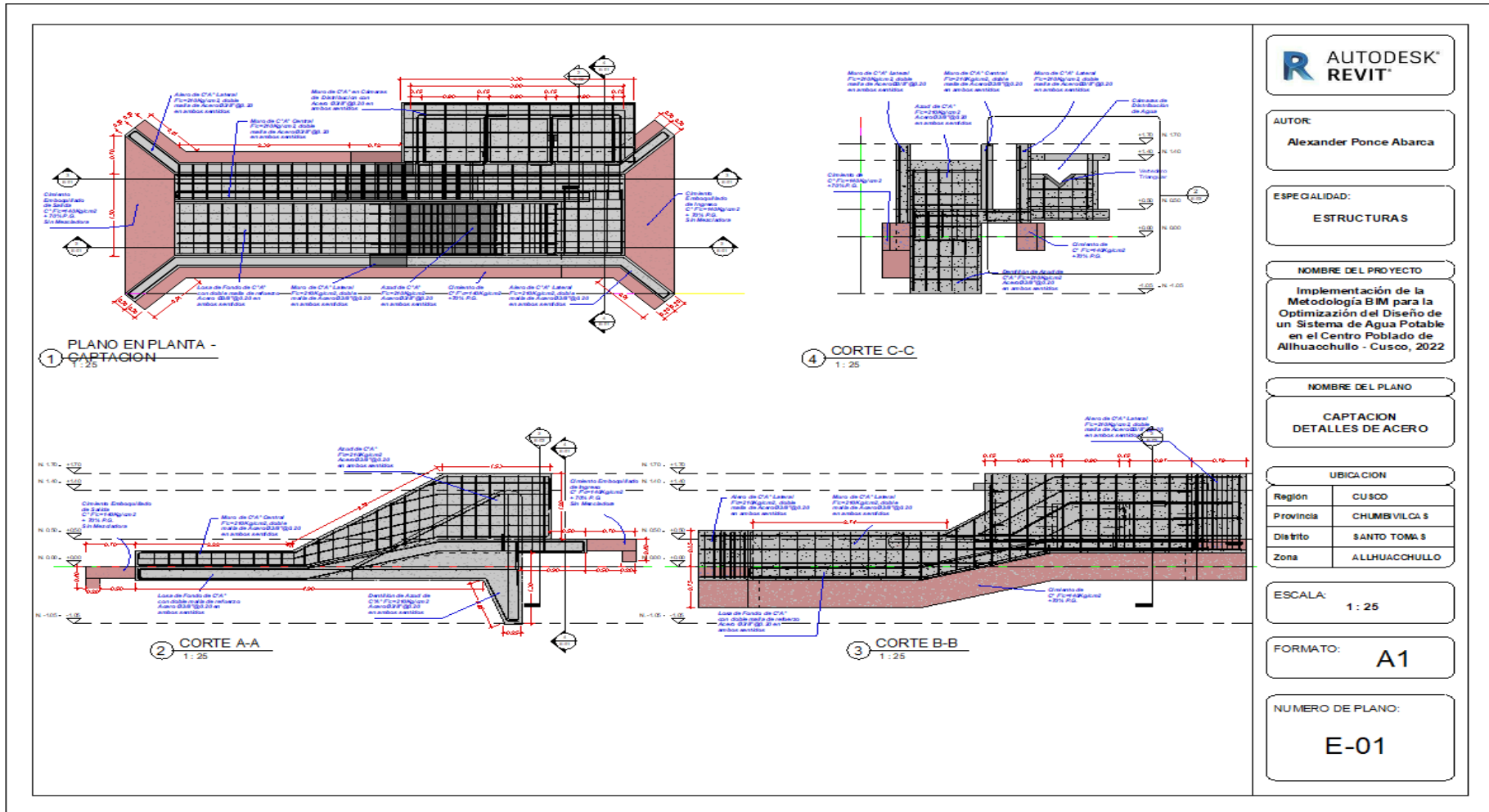


- **Anotaciones y Documentación**

Se Añadió etiquetas, cotas y notas para proporcionar información adicional sobre la estructura.

Figura 23

Plano de estructuras generado en Revit



**AUTODESK REVIT**

**AUTOR:**  
Alexander Ponce Abarca

**ESPECIALIDAD:**  
ESTRUCTURAS

**NOMBRE DEL PROYECTO**  
Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022

**NOMBRE DEL PLANO**  
CAPTACION  
DETALLES DE ACERO

UBICACION	
Region	CUSCO
Provincia	CHUMBILVILCA S
Distrito	SANTO TOMA S
Zona	ALLHUACCHULLO

**ESCALA:**  
1:25

**FORMATO:**  
A1

**NUMERO DE PLANO:**  
E-01



### Tablas de planificación estructura

Para el proyecto, Revit cuenta con la herramienta de "tablas de planificación", que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar datos como programación de tareas, listas de materiales, horarios, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Tabla 3

#### *Planificación de muros de concreto*

Tipo	Volumen
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.11 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.24 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	1.02 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.24 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.24 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.33 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.37 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.42 m3
Cimiento C° Ciclópeo E=0 40	0.24 m3
	<b>3.20 m3</b>
Muro de C° A° E=0 15	0.62 m3
Muro de C° A° E=0 15	0.13 m3
Muro de C° A° E=0 15	0.38 m3
Muro de C° A° E=0 15	0.11 m3
Muro de C° A° E=0 15	0.08 m3
Muro de C° A° E=0 15	0.07 m3
	<b>1.38 m3</b>
Muro de C° A° E=0 20	1.69 m3
Muro de C° A° E=0 20	1.52 m3
Muro de C° A° E=0 20	0.25 m3
Muro de C° A° E=0 20	0.23 m3
Muro de C° A° E=0 20	0.15 m3
Muro de C° A° E=0 20	0.15 m3
	3.98 m3
Plancha Metálica	0.00 m3
	<b>8.53m3</b>

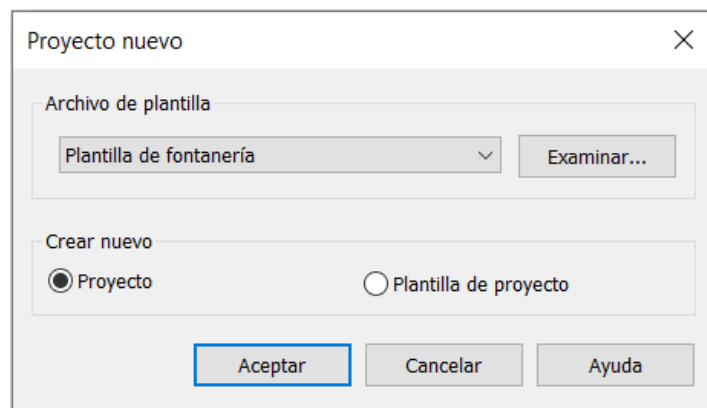
## Modelamiento de I.H de la captación

- **Creación de proyecto de Agua – Captación**

Para crear un nuevo proyecto en la especialidad de estructuras Hidráulicas, se abre el programa de Revit y crea un nuevo proyecto, luego se selecciona la plantilla de fontanería. Esto establecerá los parámetros iniciales para el proyecto.

Figura 25

*Creación de un modelo de fontanería en Revit*

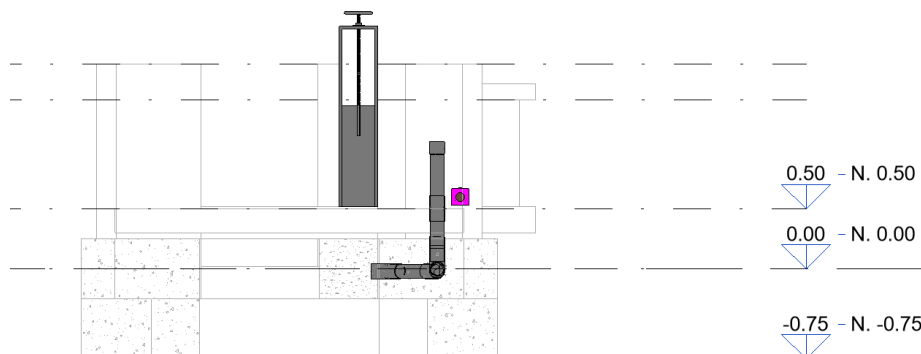


- **Configuración y creación de Niveles**

Se establece los niveles que se utilizarán como referencia para el modelado de estructuras Hidráulicas en captación. Se define la altura de cada nivel que definen la geometría principal de la estructura Hidráulica.

Figura 26

*Configuración de niveles en Revit*



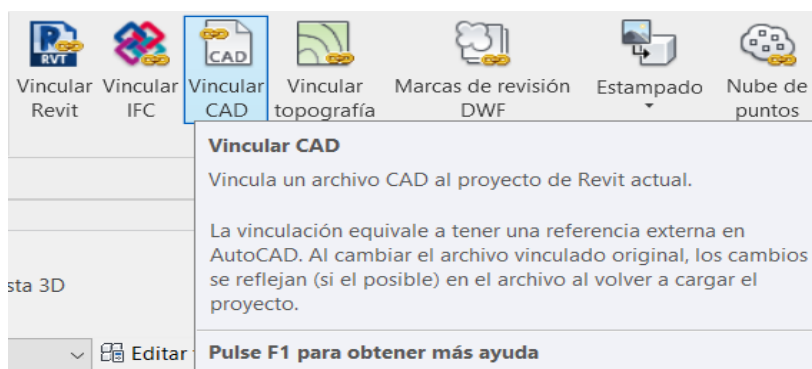
### Vinculación de planos CAD 2D y Revit.

Para el desarrollo del modelado 3D en la especialidad de estructuras Hidráulicas en Captación, se contó con la información de los planos CAD 2D, los cuales previo a una configuración respecto a escalas y ubicación, fueron insertados mediante vínculos en el programa de Autodesk Revit para su respectiva construcción virtual en 3D.

Para obtener la geometría volumétrica de la estructura de captación, también se realizó la vinculación de la especialidad de estructuras al nuevo proyecto en Captación.

Figura 27

*Vinculación CAD*

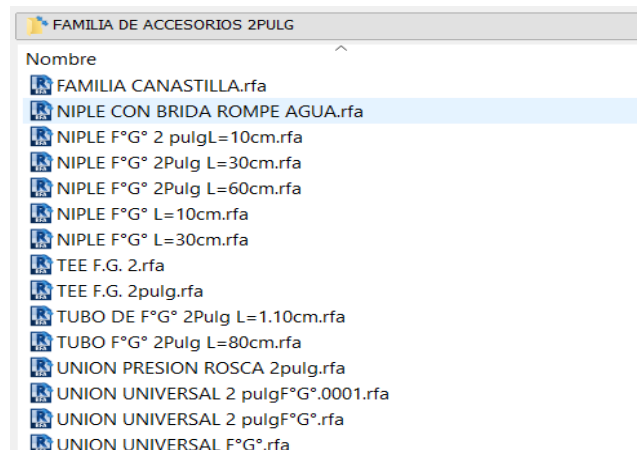


- **Inserción de Familias de Tuberías y accesorios**

Para realizar el modelado de Tuberías y accesorios según los datos de los planos CAD, se procedió a descargar las familias de tuberías y accesorios PAVCO y en base a los requerimientos de diámetros, se realizó el modelado de todo el sistema de agua de las estructuras hidráulicas.

Figura 28

*Lista de accesorios y tuberías*

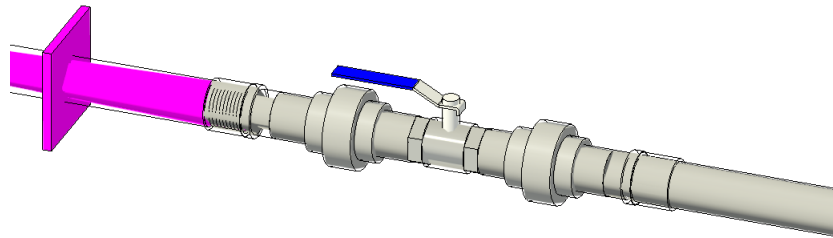


- **Modelado de Válvulas de control**

En base a las formas geométricas de cada accesorio, se realizó la creación de familias de válvulas para su posterior inserción en el modelo de la especialidad de estructuras Hidráulicas

Figura 29

*Modelado de accesorios*

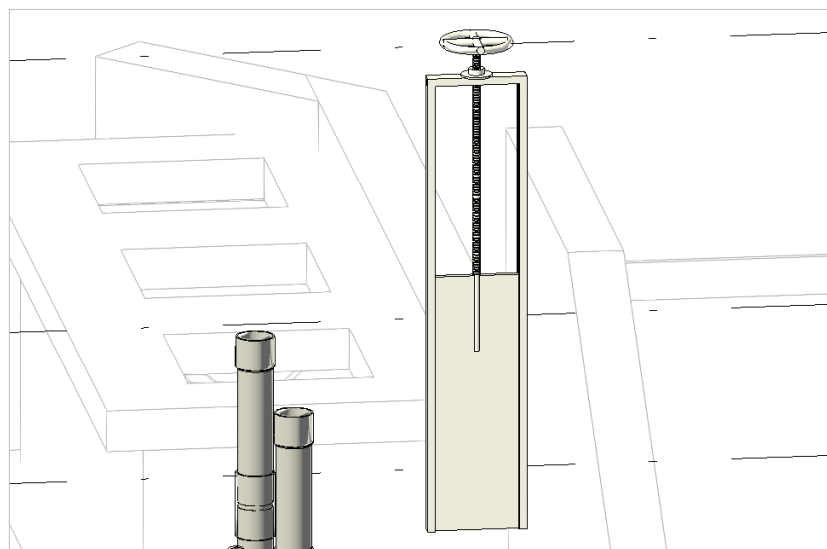


- **Modelado de Compuerta Tipo Gusano**

Para el modelado de la compuerta Tipo Gusano para captación, primero se realizó la creación de familia con parámetros según los datos en los planos CAD 2D y posteriormente se insertó y ubicó en el lugar que corresponde dentro de la estructura de captación.

Figura 30

*Modelado de compuerta tipo gusano*

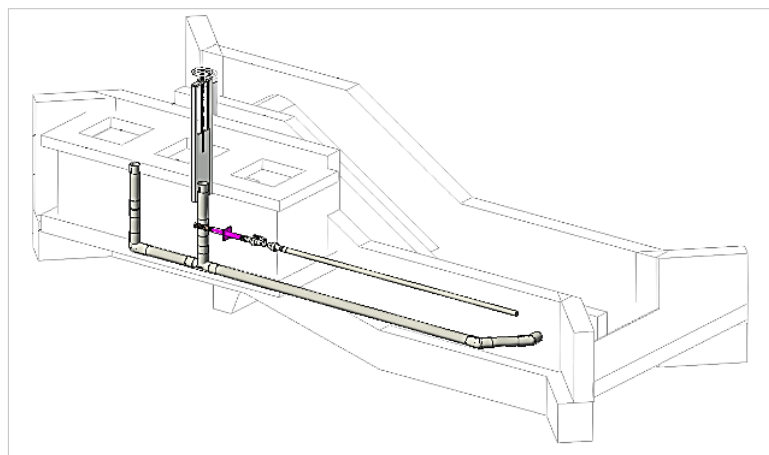


- **Modelado en la especialidad de Estructuras Hidráulicas – Captación**

A continuación, se muestran mediante figuras los procedimientos realizados para el modelado 3D en la especialidad de Estructuras Hidráulicas en Captación

Figura 31

*Modelado de tuberías y accesorios*



## ELABORACION DE PLANOS EN REVIT

Para elaborar los planos de estructuras Hidráulicas en Revit, se procedió a crear una familia de lámina en formato A1, posteriormente se realizaron los siguientes pasos:

- **Configuración del Proyecto:**

Se apertura en programa Revit y se creó un nuevo proyecto, seleccionando la plantilla específica para estructuras Hidráulicas.

- **Distribución de Elementos Sanitarios:**



Se empezó por ubicar y distribuir los elementos de estructuras hidráulicas como tuberías, válvulas de control, accesorios, entre otros, en los espacios correspondientes del diseño.

- **Conexiones y Tuberías:**

Se procedió a conectar los elementos sanitarios a las tuberías correspondientes. Esto incluye la colocación de tuberías de agua fría y accesorios.

- **Detalles y Accesorios Adicionales:**

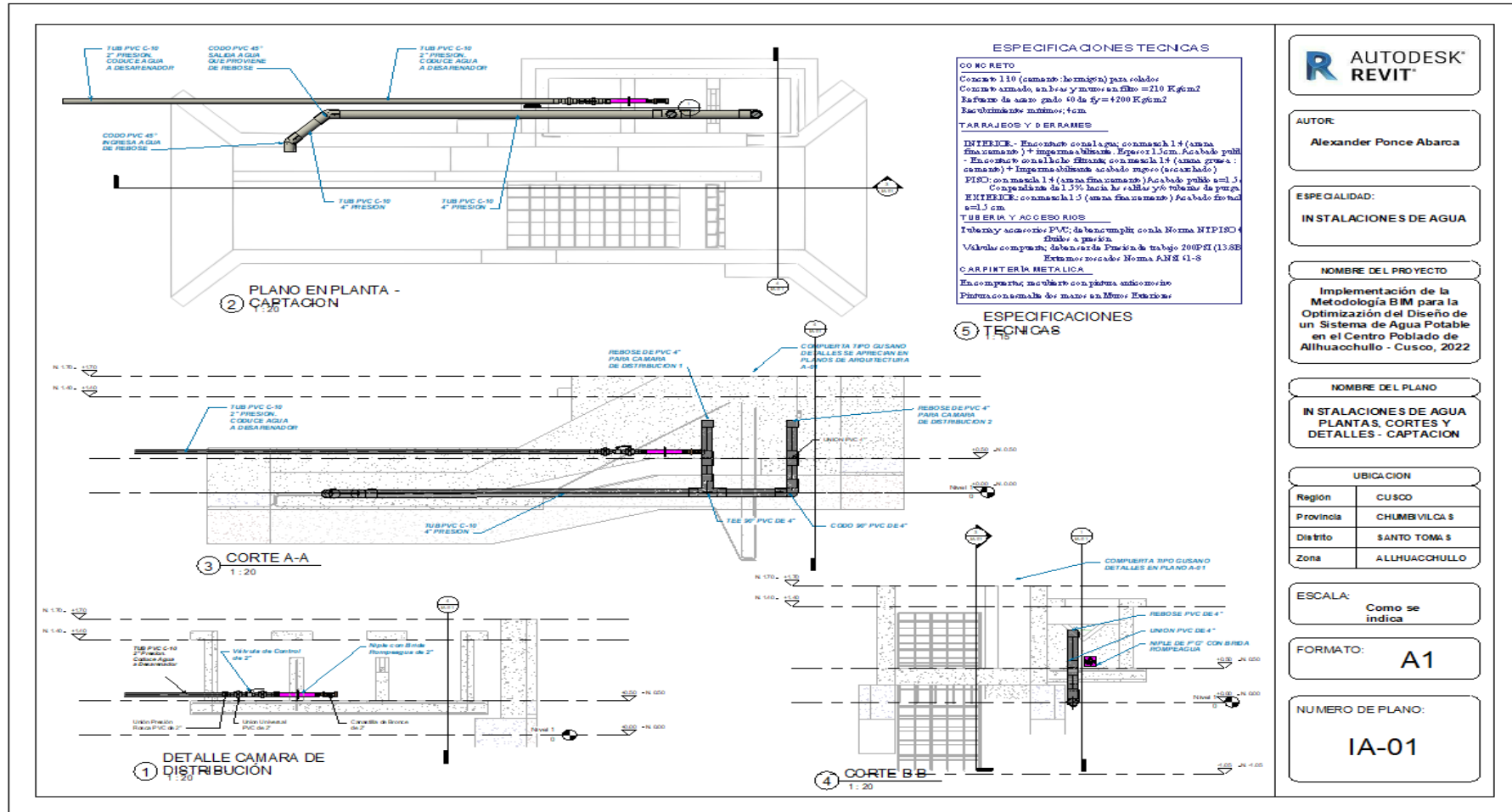
Se agregaron detalles y accesorios adicionales según lo requirió el diseño, como válvulas, reboses, entre otros.

- **Generación de Vistas y Anotaciones:**

Se crearon vistas específicas para representar las estructuras hidráulicas, como planos de planta y alzados. Luego, se añadieron etiquetas, cotas y notas para proporcionar información detallada.

Figura 32

Plano de Estructuras Hidráulicas generado en Revit



**AUTODESK®**  
**REVIT®**

**AUTOR:**  
Alexander Ponce Abarca

**ESPECIALIDAD:**  
INSTALACIONES DE AGUA

**NOMBRE DEL PROYECTO**  
Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022

**NOMBRE DEL PLANO**  
INSTALACIONES DE AGUA PLANTAS, CORTES Y DETALLES - CAPTACION

**UBICACION**

Región	CUSCO
Provincia	CHUMBIVILCAS
Distrito	SANTO TOMAS
Zona	ALLHUACCHULLO

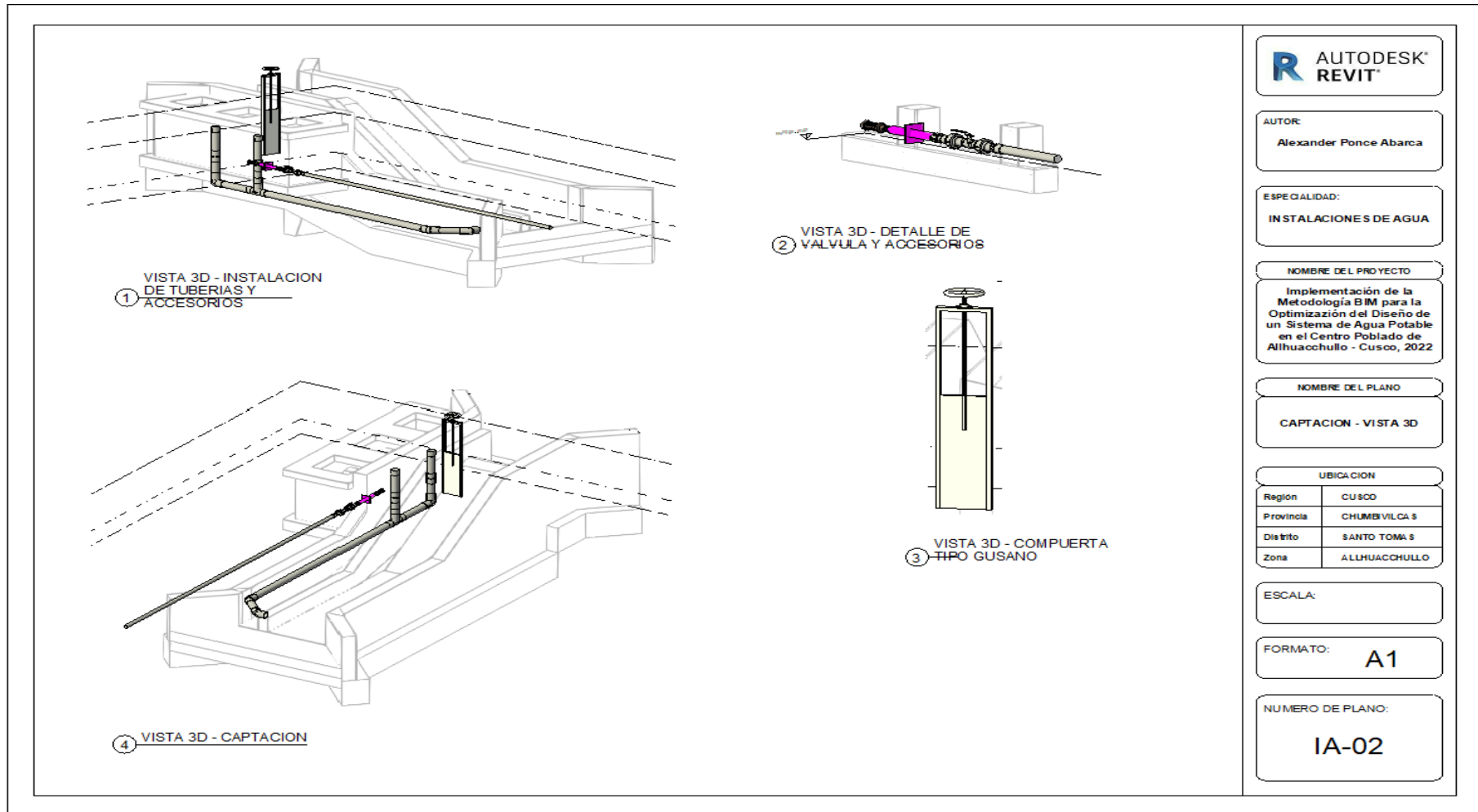
**ESCALA:**  
Como se indica

**FORMATO:**  
A1

**NUMERO DE PLANO:**  
IA-01

Figura 33

Plano de estructuras Hidráulicas en vista 3D





## Tablas de planificación I.S

En el programa Revit, se utilizó la herramienta de “tablas de planificación”, muy útil para organizar y mostrar información relacionada con las estructuras Hidráulicas del proyecto. En las tablas de planificación, se generaron cantidades de tuberías y accesorios que corresponden a la especialidad.

Tabla 4

### *Planificación de tuberías*

<b>Material</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Longitud</b>
Pavco Agua Fría PVC	2" Ø	0.08
Pavco Agua Fría PVC	2" Ø	0.08
		0.16
Pavco Agua Fría PVC	2" Ø	0.09
Pavco Agua Fría PVC	2" Ø	0.09
		0.18
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	0.32
		0.32
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	0.43
		0.43
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	0.45
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	0.45
		0.90
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	0.53
		0.53
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	0.77
		0.77
Pavco Agua Fría PVC	4" Ø	3.68
		3.68
Pavco Agua Fría PVC	2" Ø	5.50
		5.50



Tabla 5

*Planificación de uniones de tubería*

<b>Familia y Tipo</b>	<b>Recuento</b>
Plumbing Joins Spears SCH8	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Plumbing Joins Spears SCH8	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
Pavco Wavin Uniones de Tuberías	1.00
<b>20.0</b>	

**3.8.2.2. Estructura hidráulica de Desarenador****Modelo arquitectónico del Desarenador**

A continuación, se muestran figuras del procedimiento de modelado en la especialidad de arquitectura.

Figura 34  
*Vista en corte 3D del modelo de desarenado*

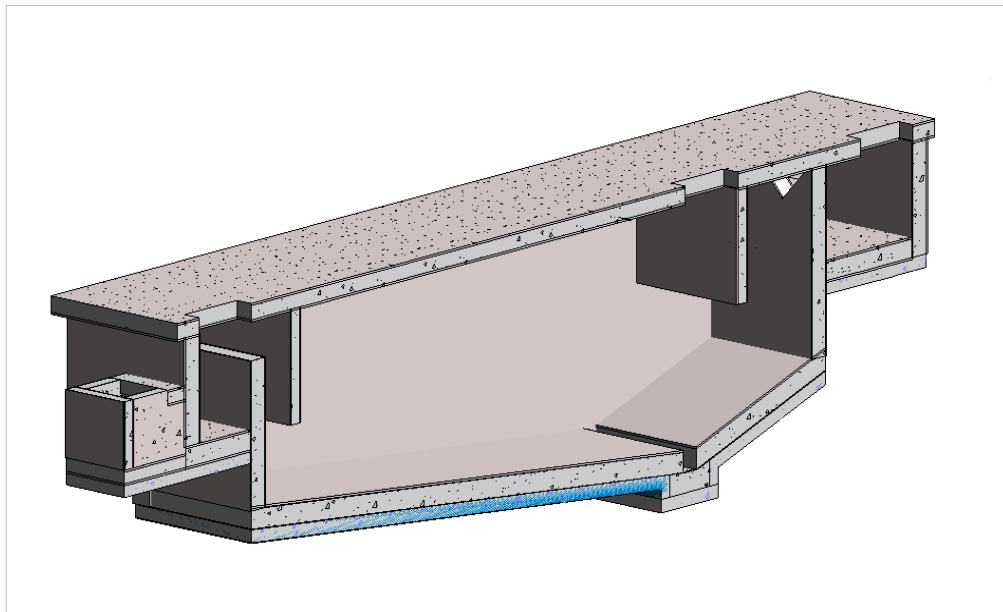
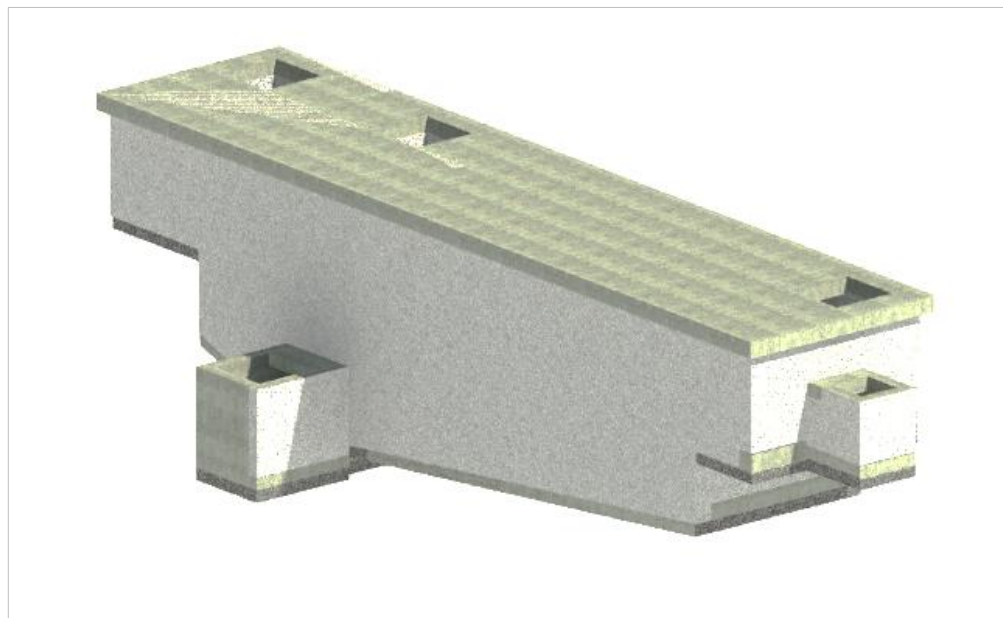


Figura 35  
*Vista 3D renderizado del modelo de desarenado*





## **Elaboración de planos en Revit**

Para elaborar los planos en la especialidad de arquitectura, se procedió a crear una familia de lámina en formato A1, posteriormente se realizaron los siguientes pasos:

- **Configuración del Proyecto**

Se abrió Revit y se creó un nuevo proyecto, seleccionando la plantilla Arquitectónica

- **Distribución de Elementos Arquitectónicos**

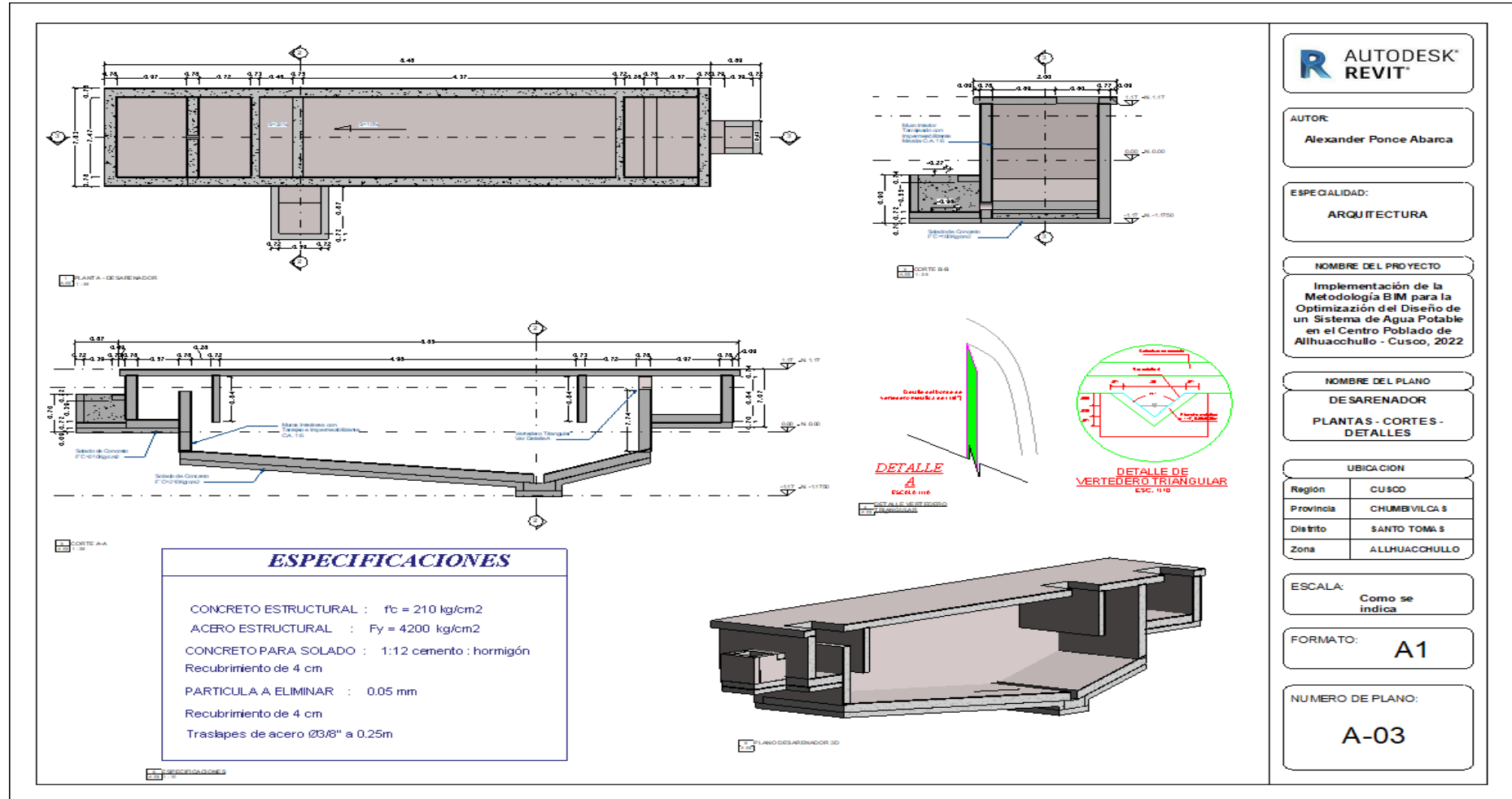
Se empezó por ubicar y distribuir los elementos arquitectónicos como son los detalles de acabados de la estructura según diseño.

- **Generación de Vistas y Anotaciones**

Se crearon vistas específicas para representar la especialidad de Arquitectura, como planos de planta y alzados. Luego, se añadieron etiquetas, cotas y notas para proporcionar información detallada.

Figura 36

Plano de arquitectura del desarenador generado en Revit



### Tabla de planificación de arquitectura

Para el proyecto, Revit cuenta con la herramienta de "tablas de planificación", que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar datos como programación de tareas, listas de materiales, horarios, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Tabla 6

#### *Planificación de muros revestidos*

Tipo	Área
Muro de Concreto Revestido 15cm	1.46 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	1.56 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 10cm	1.25 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	12.2 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	12.19 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	0.31 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	0.28 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	0.28 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	0.69 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	0.49 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	0.61 m <sup>2</sup>
Muro Solado 10cm	0.11 m <sup>2</sup>
Muro Solado 10cm	0.18 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 1c 10cm	1.25 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	1.62 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	2.03 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.82 m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.84 m <sup>2</sup>

## Modelo estructural del Desarenador

A continuación, se muestran mediante figuras los procedimientos realizados para el modelado 3D en la especialidad de Estructuras.

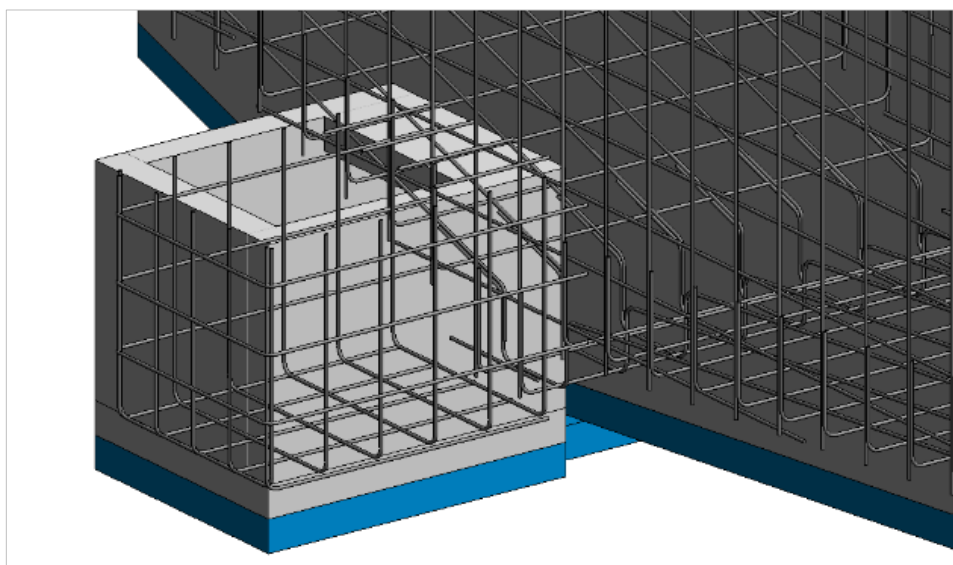
Figura 37

*Vista de acero estructural del desarenador*



Figura 38

*Vista de acero estructural en la cámara seca del desarenador*





## **Elaboración de planos en Revit**

Para elaborar los planos en la especialidad de Estructuras - Desarenador, se procedió a crear una familia de lámina en formato A1, posteriormente se realizaron los siguientes pasos:

- **Configuración del Proyecto**

Se abrió Revit y se creó un nuevo proyecto, seleccionando la plantilla Arquitectónica

- **Distribución de Elementos Estructurales**

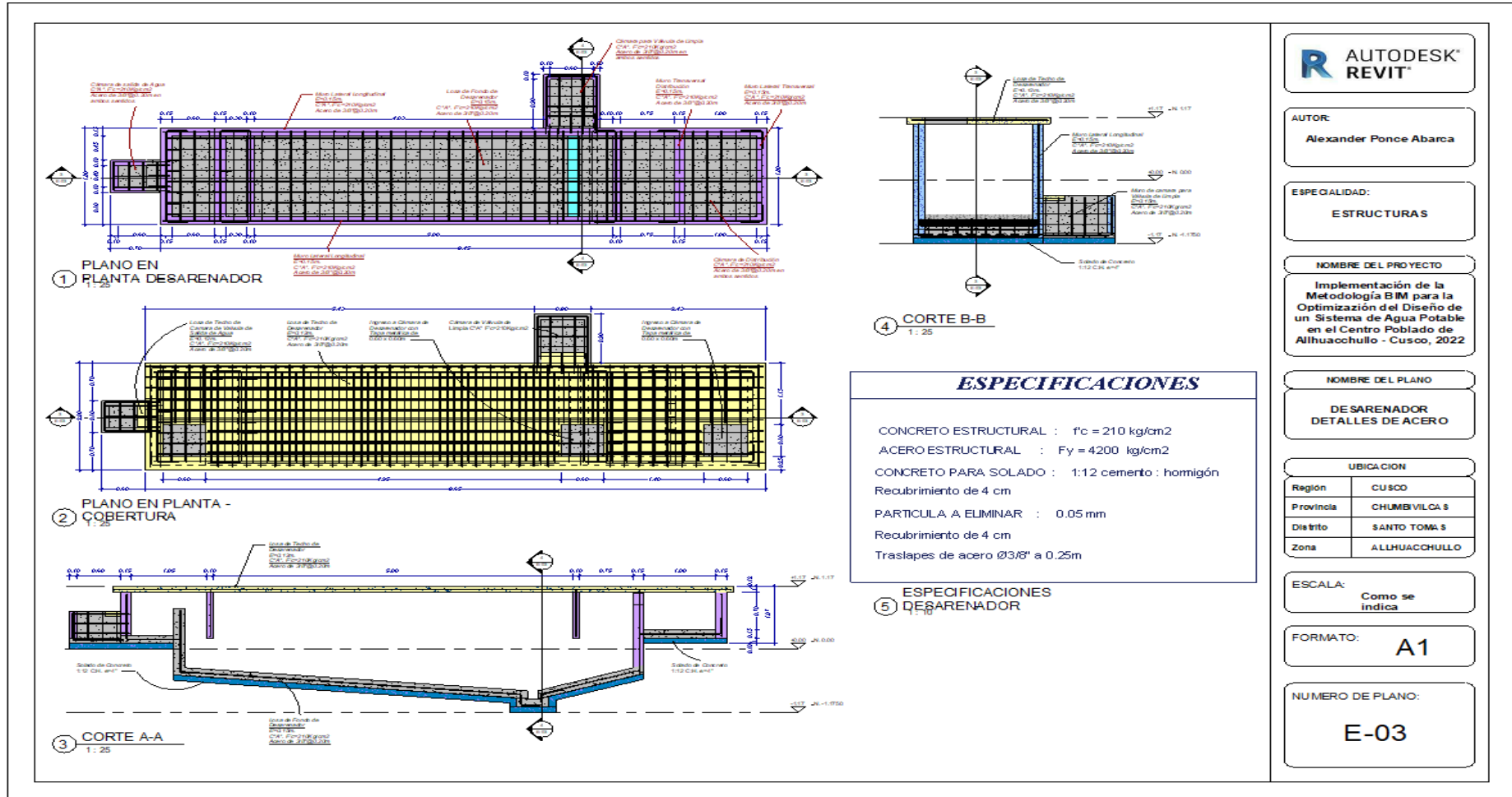
Se empezó por ubicar y distribuir los elementos estructurales como son los detalles de acero de la estructura según diseño.

- **Generación de Vistas y Anotaciones**

Se crearon vistas específicas para representar la especialidad de Estructuras, como planos de planta y alzados. Luego, se añadieron etiquetas, cotas y notas para proporcionar información detallada.

Figura 39

Plano de estructuras del desarenador generado en Revit



**AUTOR:**  
Alexander Ponce Abarca

**ESPECIALIDAD:**  
ESTRUCTURAS

**NOMBRE DEL PROYECTO**  
Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022

**NOMBRE DEL PLANO**  
DESARENADOR  
DETALLES DE ACERO

**UBICACION**

Región	CUSCO
Provincia	CHUMBIVILCA S
Distrito	SANTO TOMA S
Zona	ALLHUACCHULLO

**ESCALA:**  
Como se indica

**FORMATO:**  
A1

**NUMERO DE PLANO:**  
E-03

### Tablas de planificación

Para el proyecto, el programa Revit cuenta con la herramienta de "tablas de planificación", que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar datos como programación de tareas, listas de materiales, horarios, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Tabla 7

*Planificación de muros concreto*

Tipo	Anchura	Volumen
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.03 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.03 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.03 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.13 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.13 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.07 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.05 m3
Muro de C° A° E=0.10	0.10	0.06 m3
		0.52 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	0.25 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	0.30 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	0.20 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	0.23 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	1.85 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	1.83 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	0.13 m3
Muro de C° A° E=0.15	0.15	0.13 m3
		4.90 m3



Tabla 8

*Planificación de acero*

Tipo	Cantidad	Longitud Barra	Diámetro Barra	Longitud Total
Fe 3/8"	4.00	8.65 m	3/8"	34.61m
Fe 3/8"	5.00	0.83 m	3/8"	4.13m
Fe 3/8"	1.00	1.48 m	3/8"	1.48m
Fe 3/8"	1.00	1.80 m	3/8"	1.80m
Fe 3/8"	1.00	1.87 m	3/8"	1.87m
Fe 3/8"	2.00	2.07 m	3/8"	4.15m
Fe 3/8"	1.00	1.90 m	3/8"	1.90m
Fe 3/8"	1.00	1.83 m	3/8"	1.83m
Fe 3/8"	1.00	1.81 m	3/8"	1.81m
Fe 3/8"	1.00	1.80 m	3/8"	1.80m
Fe 3/8"	1.00	1.78 m	3/8"	1.78m
Fe 3/8"	1.00	1.76 m	3/8"	1.76m
Fe 3/8"	1.00	1.65 m	3/8"	1.65m
Fe 3/8"	1.00	1.64 m	3/8"	1.64m
Fe 3/8"	1.00	1.62 m	3/8"	1.62m
Fe 3/8"	1.00	1.60 m	3/8"	1.60m
Fe 3/8"	1.00	1.58 m	3/8"	1.58m
Fe 3/8"	1.00	1.56 m	3/8"	1.56m
Fe 3/8"	1.00	1.55 m	3/8"	1.55m
Fe 3/8"	1.00	1.53 m	3/8"	1.53m
Fe 3/8"	1.00	1.51 m	3/8"	1.51m
Fe 3/8"	1.00	1.49 m	3/8"	1.49m
Fe 3/8"	4.00	0.89 m	3/8"	3.57m
Fe 3/8"	1.00	1.67 m	3/8"	1.67m
Fe 3/8"	1.00	1.69 m	3/8"	1.69m
Fe 3/8"	1.00	1.71 m	3/8"	1.71m
Fe 3/8"	1.00	1.72 m	3/8"	1.72m
Fe 3/8"	1.00	1.74 m	3/8"	1.74m
Fe 3/8"	1.00	1.85 m	3/8"	1.85m
Fe 3/8"	1.00	1.87 m	3/8"	1.87m
Fe 3/8"	1.00	1.89 m	3/8"	1.89m
Fe 3/8"	1.00	1.74 m	3/8"	1.74m
				<b>774.80m</b>

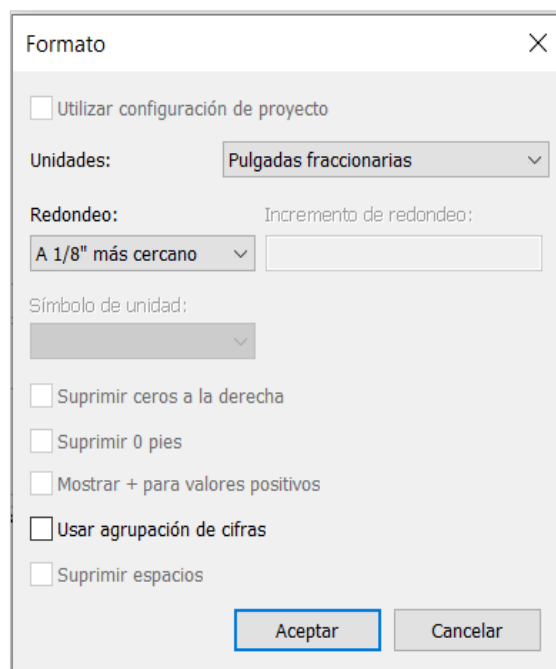
## Modelo de I.S del Desarenador

- **Configuración de las unidades**

Antes de comenzar a trabajar en el nuevo proyecto, es importante configurar las unidades correctamente, por lo que en el programa Revit, se va a "Gestionar" en la barra de menú y se seleccionó " Unidades del proyecto", se procedió a configurar las unidades a metros con dos decimales y el tamaño de tuberías en pulgadas fraccionarias.

Figura 40

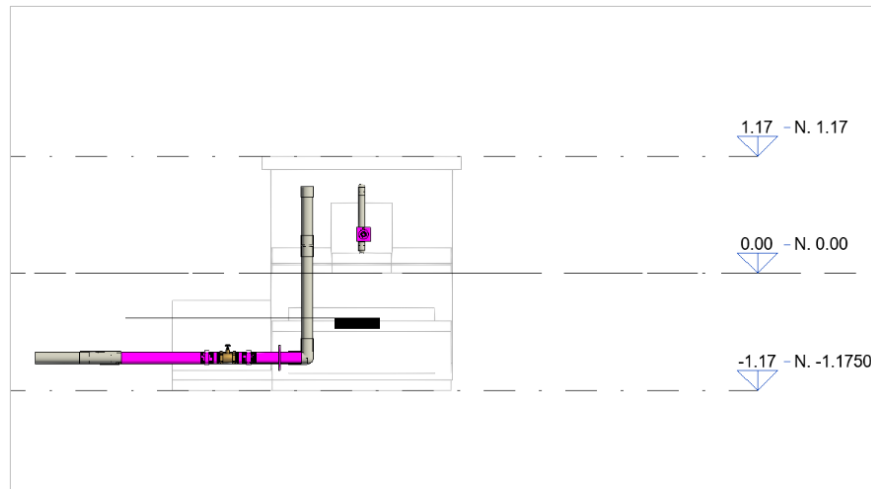
*Configuración de unidades*



- **Configuración y creación de Niveles**

Se establece los niveles que se utilizarán como referencia para el modelado de Estructuras Hidráulicas de agua en Desarenador. Se define la altura de cada nivel que definen la geometría principal de la estructura Hidráulica.

Figura 41

*Niveles y referencia de las tuberías*

- **Vinculación de archivos con Revit.**

Para el desarrollo del modelado 3D en la especialidad de Estructuras Hidráulicas de Agua del Desarenador, se contó con el modelado del proyecto de estructuras en Revit, archivo que se vinculó al nuevo proyecto de estructuras Hidráulicas de agua para su respectivo modelado.

- **Modelado en la especialidad de Estructuras Hidráulicas de Agua – Desarenador**

A continuación, se muestran mediante figuras los procedimientos realizados para el modelado 3D en la especialidad de estructuras Hidráulicas de agua en Desarenador.

Figura 42

*Modelado 3D de las tuberías del desarenador*

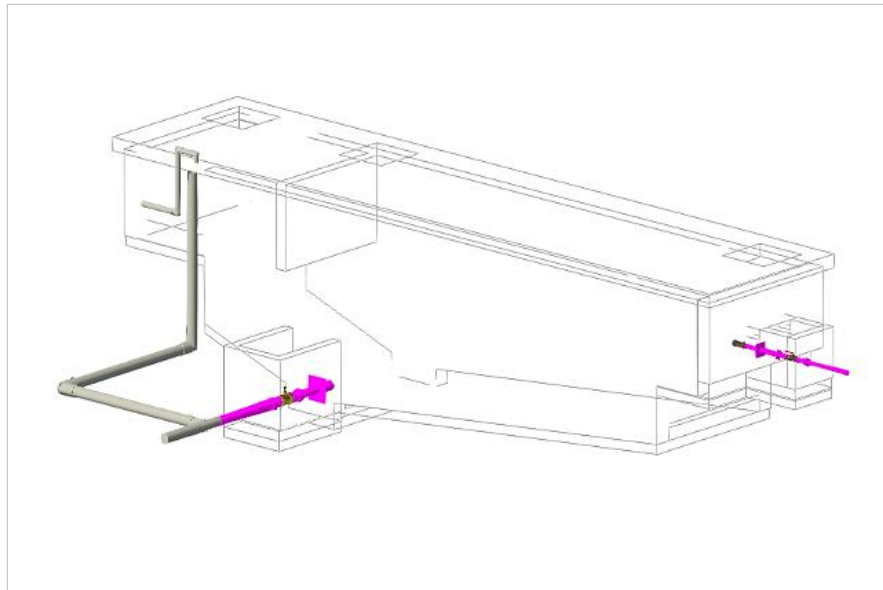
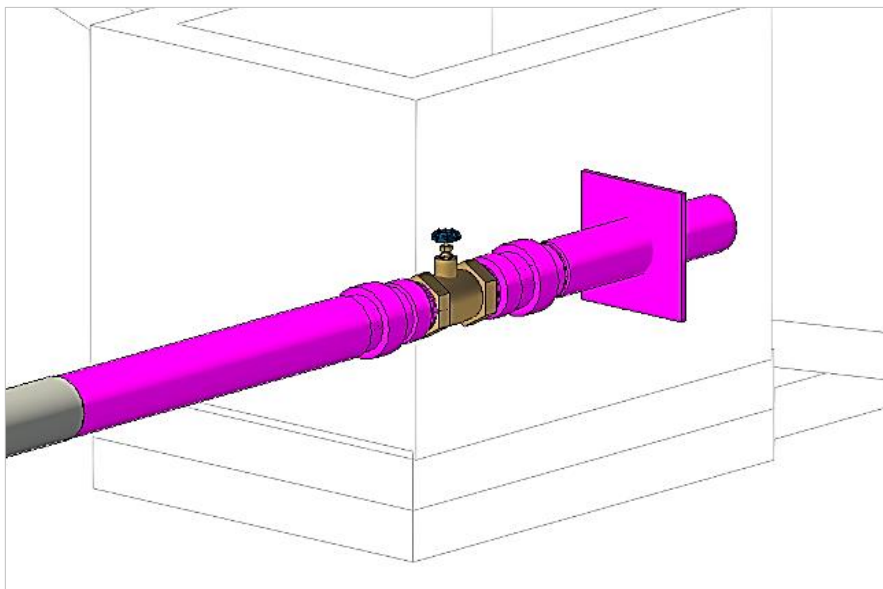


Figura 43

*Modelado 3D de los accesorios del desarenador*





## **Elaboración de planos en Revit**

Para elaborar los planos en la especialidad de Estructuras Hidráulicas en Desarenador, se procedió inicialmente a crear una familia de lámina y rótulo en formato A1, posteriormente se cargó la familia en el nuevo proyecto y se realizaron los siguientes pasos:

- **Configuración del Proyecto:**

En la familia de lámina en formato A1, Se insertaron los modelos ya creados para visualizar todos los elementos de la especialidad.

- **Distribución de Elementos**

Se realizó la distribución de todos los modelos en la familia de lámina y se crearon vistas de sección y detalles.

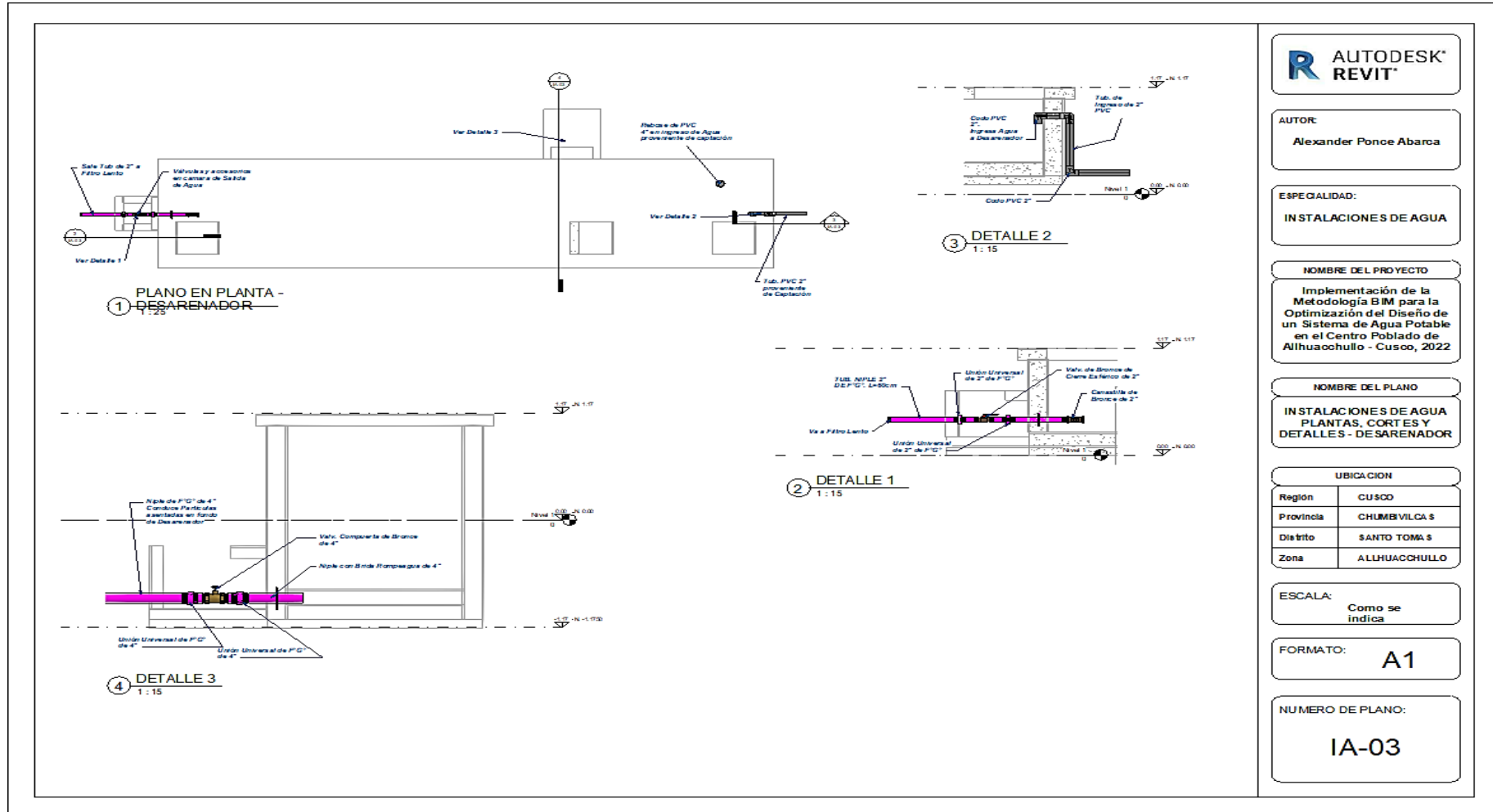
- **Generación de Vistas y Anotaciones:**

Se crearon vistas específicas para representar la especialidad de estructuras Hidráulicas, como planos de planta y alzados. Luego, se añadieron etiquetas, cotas y notas para proporcionar información detallada.

A continuación, se presenta el plano en formato A1 de la especialidad de Fontanería-Desarenador.

Figura 44

Plano de instalación de agua del desarenador generado en Revit



**AUTODESK REVIT™**

**AUTOR:**  
Alexander Ponce Abarca

**ESPECIALIDAD:**  
INSTALACIONES DE AGUA

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022

**NOMBRE DEL PLANO:**  
INSTALACIONES DE AGUA PLANTAS, CORTES Y DETALLES - DESARENADOR

**UBICACION:**

Región	CU S C O
Provincia	CHUMBIVILCA S
Distrito	SANTO TOMA S
Zona	ALLHUACCHULLO

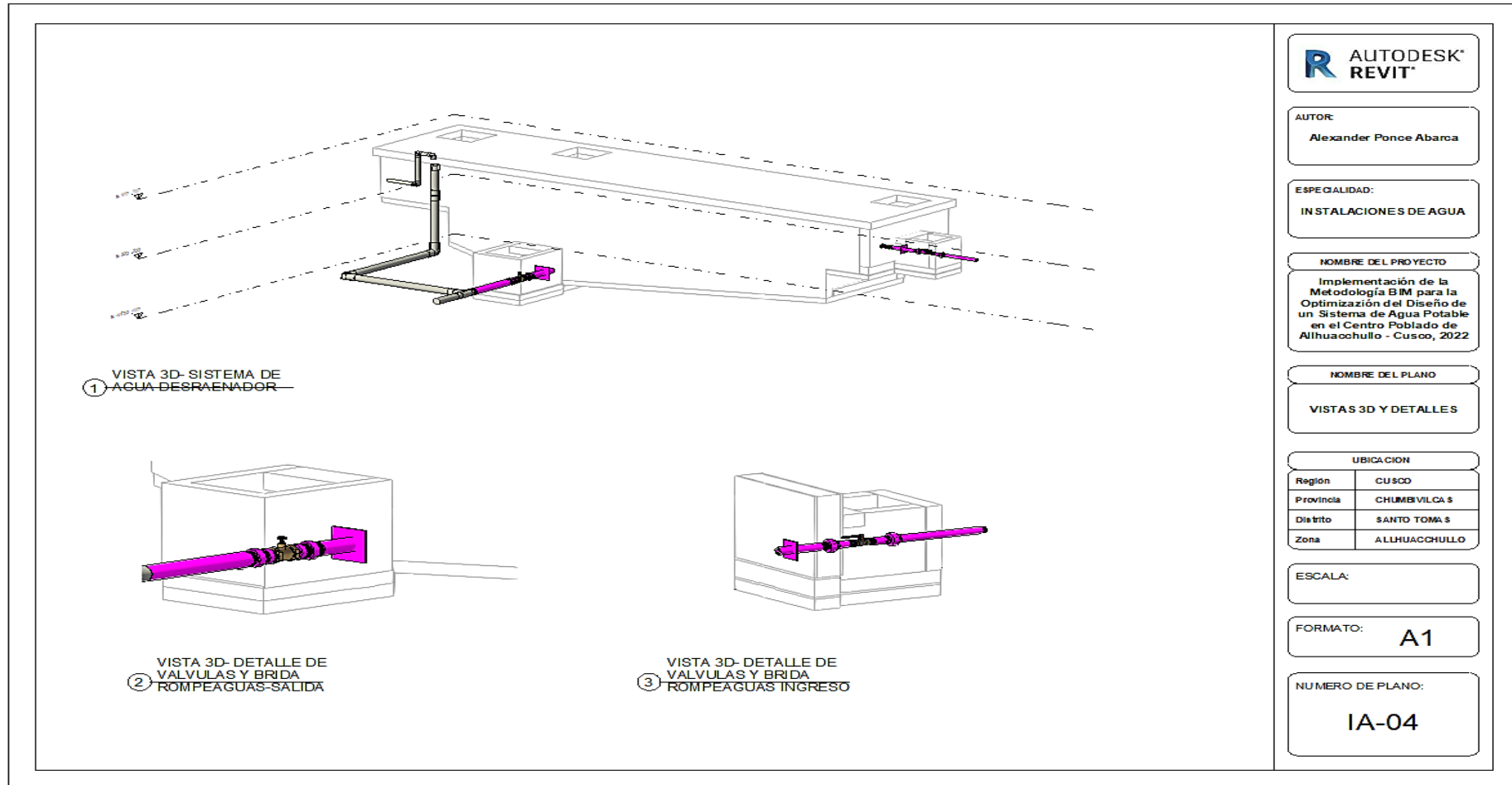
**ESCALA:**  
Como se indica

**FORMATO:**  
A1

**NUMERO DE PLANO:**  
IA-03

Figura 45

Plano de detalles 3D de tuberías del desarenador generado en Revit



### Tabla de planificación

Para el cálculo de materiales, el programa Revit cuenta con la herramienta de "tablas de planificación" que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Tabla 9

*Planificación de accesorios de tuberías*

Tipo	Recuento
Niple F°G° de 2", L=50cm	1.00
Válvula Compuerta cierre esférico	1.00
Unión Universal 2" F°G°	1.00
Niple F°G° 2", L=10cm	1.00
Unión Universal 2" F°G°	1.00
Niple F°G° 2", L=10cm	1.00
Niple de 2", L=60cm	1.00
Canastilla de 2" Bronce	1.00
Niple con Brida 4" L=30cm	1.00
Catalogo VGR	1.00
Union Universal 4" F°G°	1.00
Niple F°G° L=10cm	1.00
Union Universal 4" F°G°	1.00
Niple F°G° 4" L=10cm	1.00
Niple de 4" L=90cm	1.00

Tabla 10

*Planificación de uniones de tuberías*

Descripción	Recuento
Codo Agua Fría	1.00
Codo Agua Fría	1.00
Codo Agua Fría	1.00
Campana Tubo Agua Fría	1.00
Unión SP Agua Fría	1.00
Reducción con Rosca Exterior	1.00
Unión con Rosca Interna Agua Fría	1.00
Codo Agua Fría	1.00
Codo Agua Fría	1.00
Reducción con Rosca Exterior	1.00
Unión con Rosca Interna Agua Fría	1.00
Tee SP Agua Fría	1.00

Tabla 11

*Planificación de tuberías*

Descripción	Tamaño	Longitud	Recuento
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	0.47m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	0.54m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	0.19m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	0.49m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	1.05m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	1.96m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	0.54m	1.00
Pavco Agua Fría Clase 10 Presión	2" Ø	1.84m	1.00
		<b>7.08m</b>	

### 3.8.2.3. Estructura hidráulica de Filtro lento

#### Modelado arquitectónico del Filtro Lento

A continuación, se muestran figuras del procedimiento de modelado en la especialidad de arquitectura.

Figura 46

*Modelo 3D del Filtro lento*

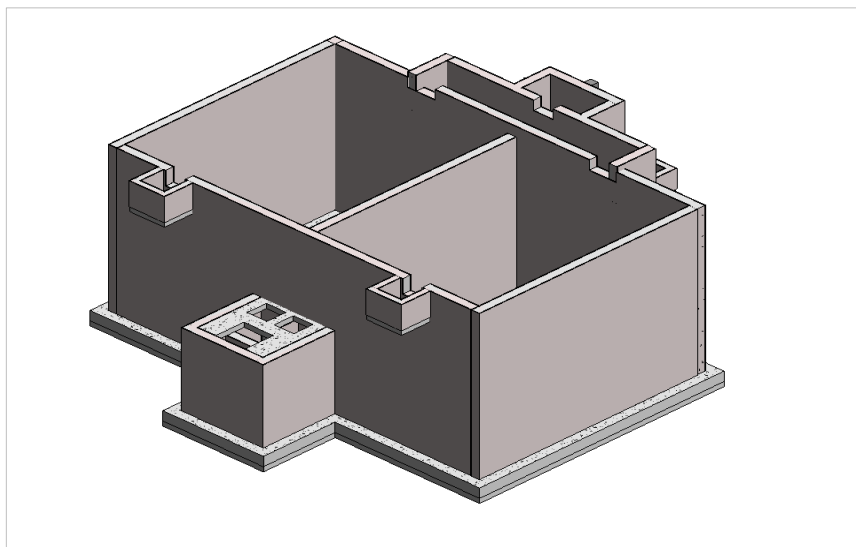
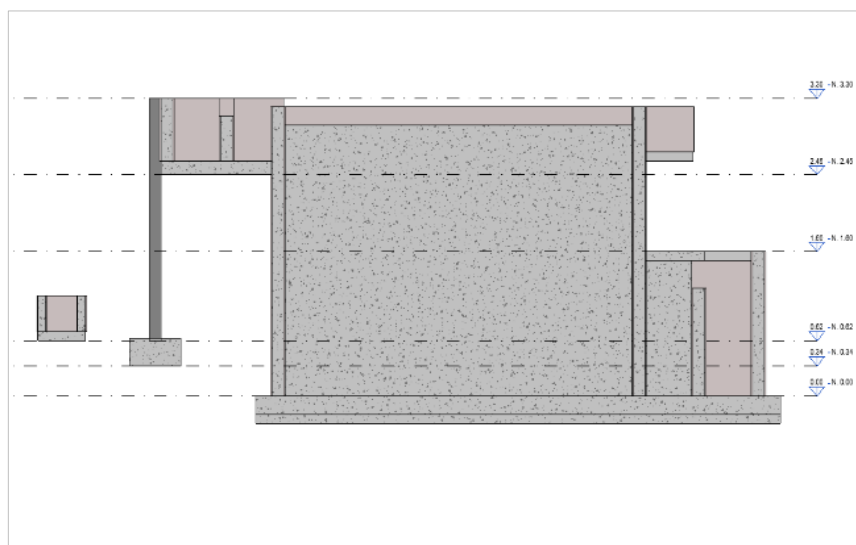


Figura 47

*Vista lateral del Filtro lento*





## **Elaboración de planos en Revit**

Para contar con los planos en la especialidad de Arquitectura, se creó la familia de lámina en formato A1, luego se cargó la familia en el nuevo proyecto de estructuras de Filtro Lento.

A continuación, se presenta el plano Arquitectónico de filtro lento en Planta y corte con detalles.





## Tablas de planificación

Para el cálculo de materiales en la especialidad de arquitectura – Filtro Lento, se utilizó la herramienta de "tablas de planificación" que es una herramienta del programa Revit que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Tabla 12

### *Planificación de muros tarrajeo revestido*

Tipo	Área
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.15m <sup>2</sup>
	<b>0.15m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.20m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.20m <sup>2</sup>
	<b>0.40m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.24m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.24m <sup>2</sup>
	<b>0.47m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.25m <sup>2</sup>
	<b>0.25m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.30m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.30m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.30m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 10cm	0.30m <sup>2</sup>
	<b>1.20m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.40m <sup>2</sup>
	<b>0.40m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.50m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.50m <sup>2</sup>
	<b>1.00m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.53m <sup>2</sup>
	<b>0.53m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.86m <sup>2</sup>
	0.86m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 15cm	0.95m <sup>2</sup>
	<b>0.95m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	1.58m <sup>2</sup>
	<b>1.58m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	2.11m <sup>2</sup>
	<b>2.11m<sup>2</sup></b>
Muro de Concreto Revestido 15cm	2.40m <sup>2</sup>
	2.40m <sup>2</sup>
	<b>4.80m<sup>2</sup></b>

## Modelo de estructuras del filtro lento

A continuación, se muestran mediante figuras los procedimientos realizados para el modelado 3D en la especialidad de Estructuras.

Figura 50

*Modelado 3D de la estructura del Filtro lento*

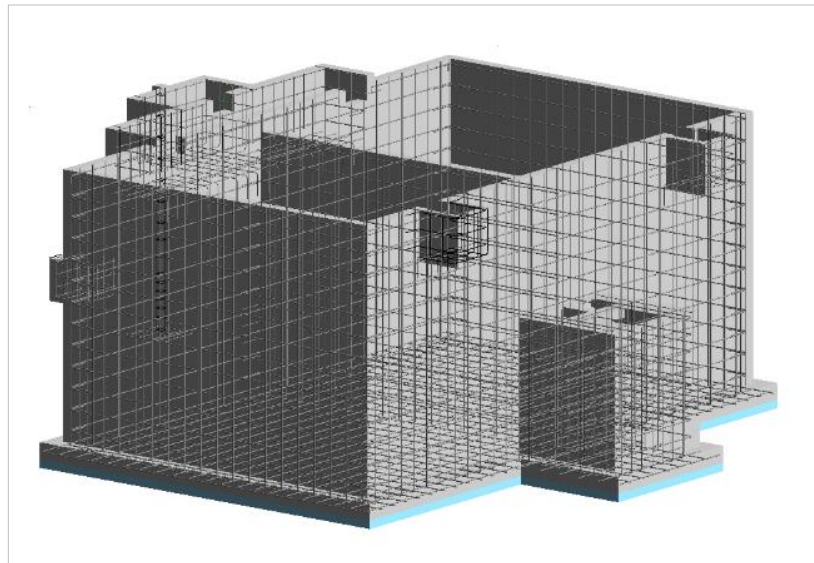
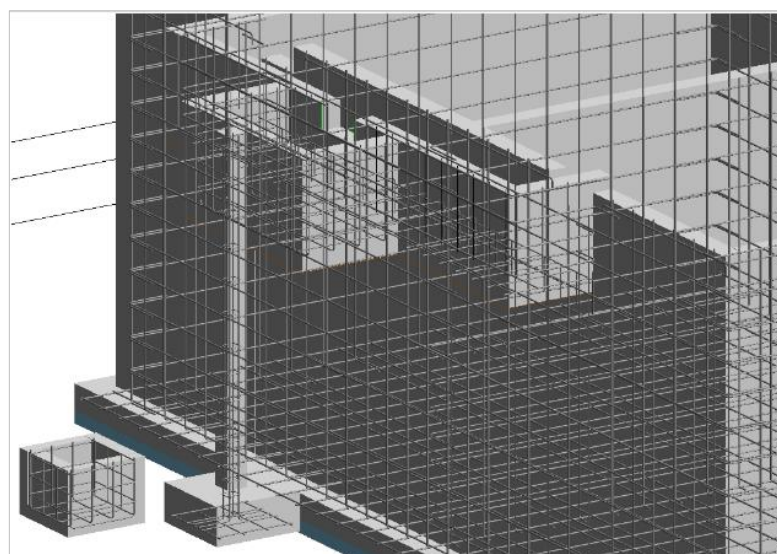


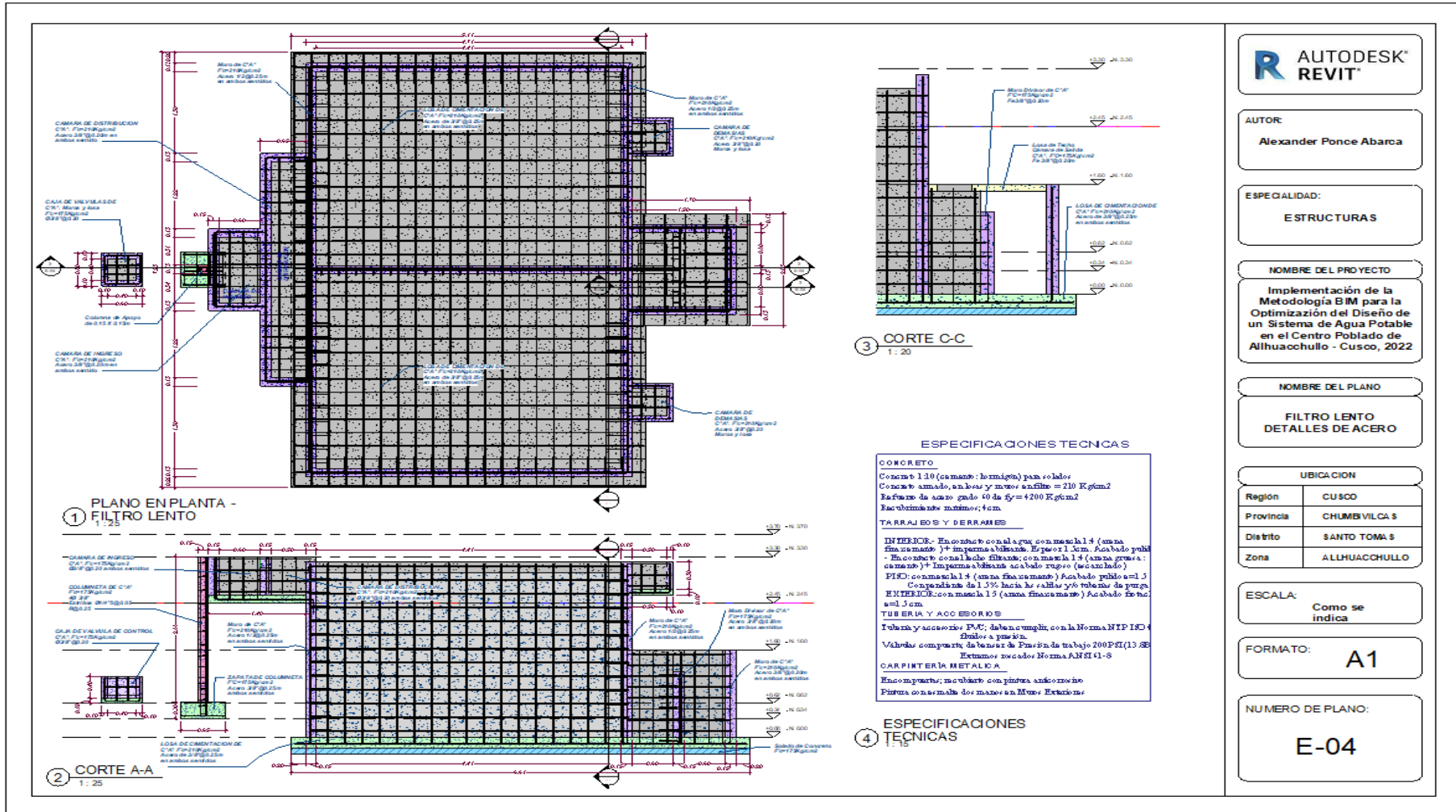
Figura 51

*Distribución de acero del Filtro lento*



A continuación se presenten los planos elaborados en Revit

Figura 52  
Plano de estructuras del Filtro lento generado en Revit



## Tablas de planificación

Para el cálculo de cantidad de materiales en el programa Revit, se contó con la herramienta de "tablas de planificación" que nos permitió organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

A continuación, se presenta el cálculo de volumen de concreto en muros de filtro lento.

Tabla 13

*Metrados de muros*

Tipo	Volumen
Muro de C° A° E=0.10	0.02m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.02m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.02m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.02m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.03m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.03m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.03m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.03m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.03m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.10	0.03m <sup>3</sup>
	<b>0.25m<sup>3</sup></b>
Muro de C° A° E=0.15	0.82m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	2.19m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	2.19m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	3.44m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	1.98m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.08m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.14m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.06m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.08m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.40m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.82m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	1.95m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.36m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.36m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.32m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.24m <sup>3</sup>
Muro de C° A° E=0.15	0.14m <sup>3</sup>
	<b>15.66m<sup>3</sup></b>

A continuación, se presenta el cálculo de volumen de concreto en losas de filtro Lento.

Tabla 14

*Metrados de la losa de fondo y solado*

Tipo	Recuento	Volumen
Solado C° S° E=0.10	1.00	4.37m <sup>3</sup>
Losa de C°A° E=0.20	1.00	8.74m <sup>3</sup>
Losa de C°A° E=0.15	1.00	0.58m <sup>3</sup>
Losa de C°A° E=0.10	1.00	0.04m <sup>3</sup>
Losa de C°A° E=0.10	1.00	0.11m <sup>3</sup>
Losa de C°A° E=0.10	1.00	0.08m <sup>3</sup>

A continuación, se presenta el cálculo de acero de refuerzo en muros de filtro lento.

Tabla 15

*Metrados de acero de refuerzo*

Tipo	Cantidad	Long. Por barra	Long. Total, barra
Fe 1/2"	6.00	4.94m	29.64m
Fe 1/2"	1.00	5.53m	5.53m
Fe 1/2"	18.00	3.15m	56.70m
Fe 1/2"	3.00	1.66m	4.98m
Fe 1/2"	6.00	3.58m	21.48m
Fe 1/2"	1.00	3.37m	3.37m
Fe 1/2"	1.00	3.37m	3.37m
Fe 1/2"	13.00	3.58m	46.54m
Fe 1/2"	1.00	3.37m	3.37m
Fe 1/2"	1.00	3.37m	3.37m
Fe 1/2"	6.00	3.58m	21.48m
Fe 1/2"	12.00	7.99m	95.88m
Fe 1/2"	1.00	1.67m	1.67m
Fe 1/2"	1.00	3.21m	3.21m
Fe 1/2"	1.00	1.66m	1.66m
Fe 1/2"	13.00	5.16m	67.08m
Fe 1/2"	19.00	3.58m	68.02m
Fe 1/2"	4.00	3.58m	14.32m
Fe 1/2"	1.00	3.27m	3.27m
Fe 1/2"	1.00	3.27m	3.27m
Fe 1/2"	17.00	3.58m	60.86m
Fe 1/2"	1.00	3.27m	3.27m
Fe 1/2"	1.00	3.27m	3.27m
Fe 1/2"	4.00	3.58m	14.32m
Fe 1/2"	12.00	7.99m	95.88m
Fe 1/2"	13.00	5.16m	67.08m
Fe 1/2"	19.00	3.58m	68.02m
Fe 1/2"	8.00	5.04m	40.32m
Fe 1/2"	7.00	2.09m	14.63m
Fe 1/2"	6.00	2.0m	12.0m
Fe 1/2"	21.00	7.90m	165.90m
Fe 1/2"	13.00	5.06m	65.78m

A continuación, se presenta el cálculo de acero de refuerzo en fondo losa de Filtro lento.

Tabla 16

*Metrados de acero de refuerzo del fondo de losa*

Tipo	Cantidad	Long. Por barra	Long. Total, barra
Fe 1/2"	7.00	6.55m	45.85m
Fe 1/2"	13.00	5.06m	65.78m
Fe 1/2"	2.00	5.90m	11.80m
Fe 1/2"	1.00	5.92m	5.92m
Fe 1/2"	1.00	2.44m	2.44m
Fe 1/2"	1.00	2.44m	2.44m
			<b>1137.99m</b>
Fe 1/4"	2.00	0.46m	0.92m
Fe 1/4"	4.00	0.46m	1.84m
Fe 1/4"	4.00	0.46m	1.84m
Fe 1/4"	6.00	0.46m	2.76m
			<b>7.36m</b>
Fe 3/8"	6.00	5.95m	35.70m
Fe 3/8"	7.00	1.76m	12.32m
Fe 3/8"	7.00	1.77m	12.39m
Fe 3/8"	7.00	1.76m	12.32m
Fe 3/8"	7.00	1.36m	9.52m
Fe 3/8"	4.00	4.10m	16.40m
Fe 3/8"	4.00	2.81m	11.24m
Fe 3/8"	6.00	2.43m	14.58m
Fe 3/8"	7.00	0.96m	6.72m
Fe 3/8"	6.00	0.95m	5.70m
Fe 3/8"	4.00	3.41m	13.64m
Fe 3/8"	3.00	0.65m	1.95m
Fe 3/8"	9.00	0.65m	0.90m
Fe 3/8"	3.00	0.65m	5.85m
Fe 3/8"	2.00	0.45m	1.95m
Fe 3/8"	9.00	0.65m	0.90m
Fe 3/8"	2.00	3.12m	5.85m
Fe 3/8"	2.00	3.12m	6.24m
Fe 3/8"	4.00	0.60m	2.40m
Fe 3/8"	4.00	0.60m	2.40m
Fe 3/8"	4.00	1.39m	5.56m
Fe 3/8"	3.00	1.65m	4.95m
Fe 3/8"	3.00	2.27m	6.81m

### Modelo de I.H del Filtro lento

A continuación, se muestra mediante capturas de imágenes, el modelado 3D en el programa Revit en la especialidad de Estructuras Hidráulicas de Agua de Filtro Lento.

Figura 53

*Modelado 3D de las tuberías del filtro lento*

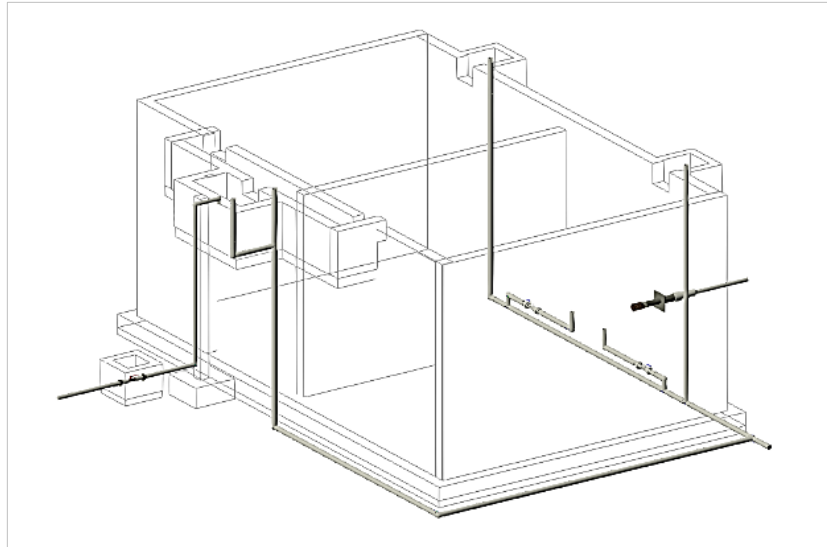
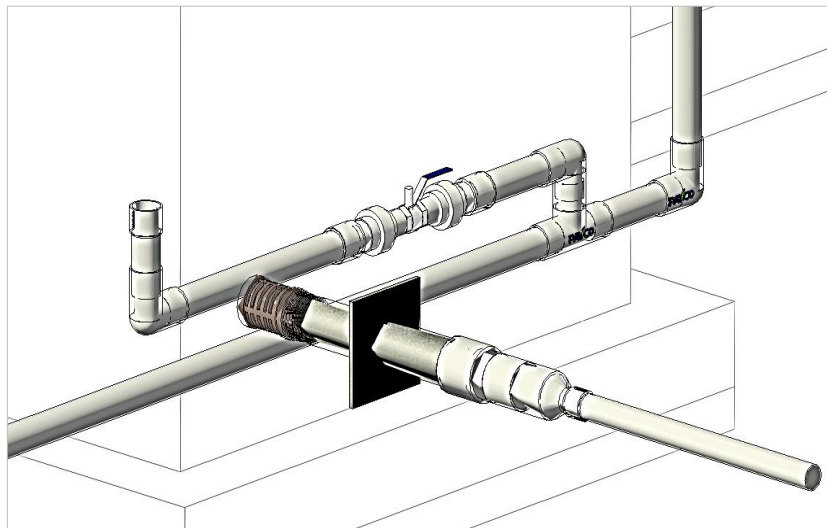


Figura 54

*Modelado 3D de tuberías y accesorios del filtro lento*



A continuación se presentan los planos elaborados en Revit

Figura 55

Plano de instalación de agua del Filtro lento generado en Revit

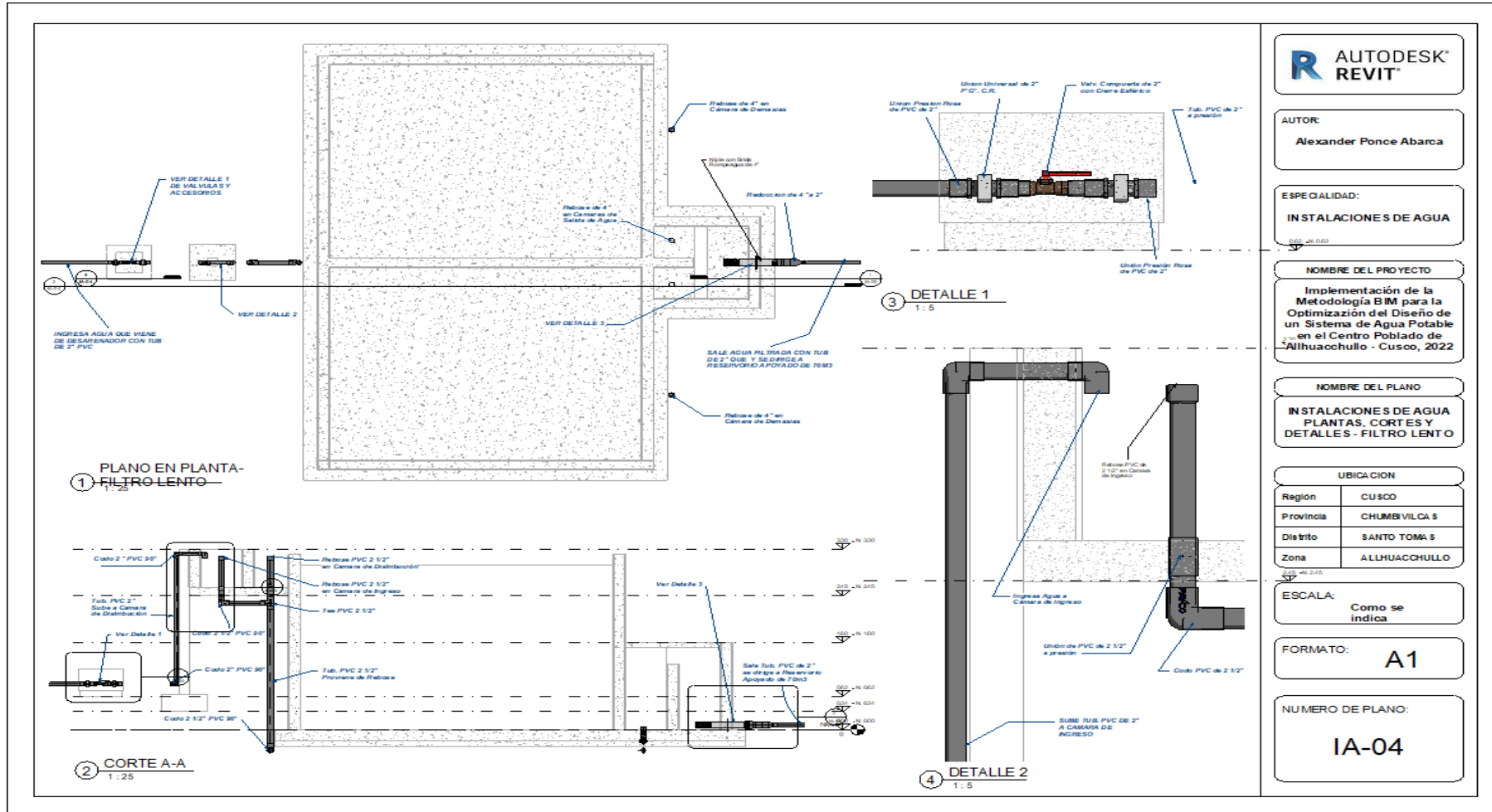
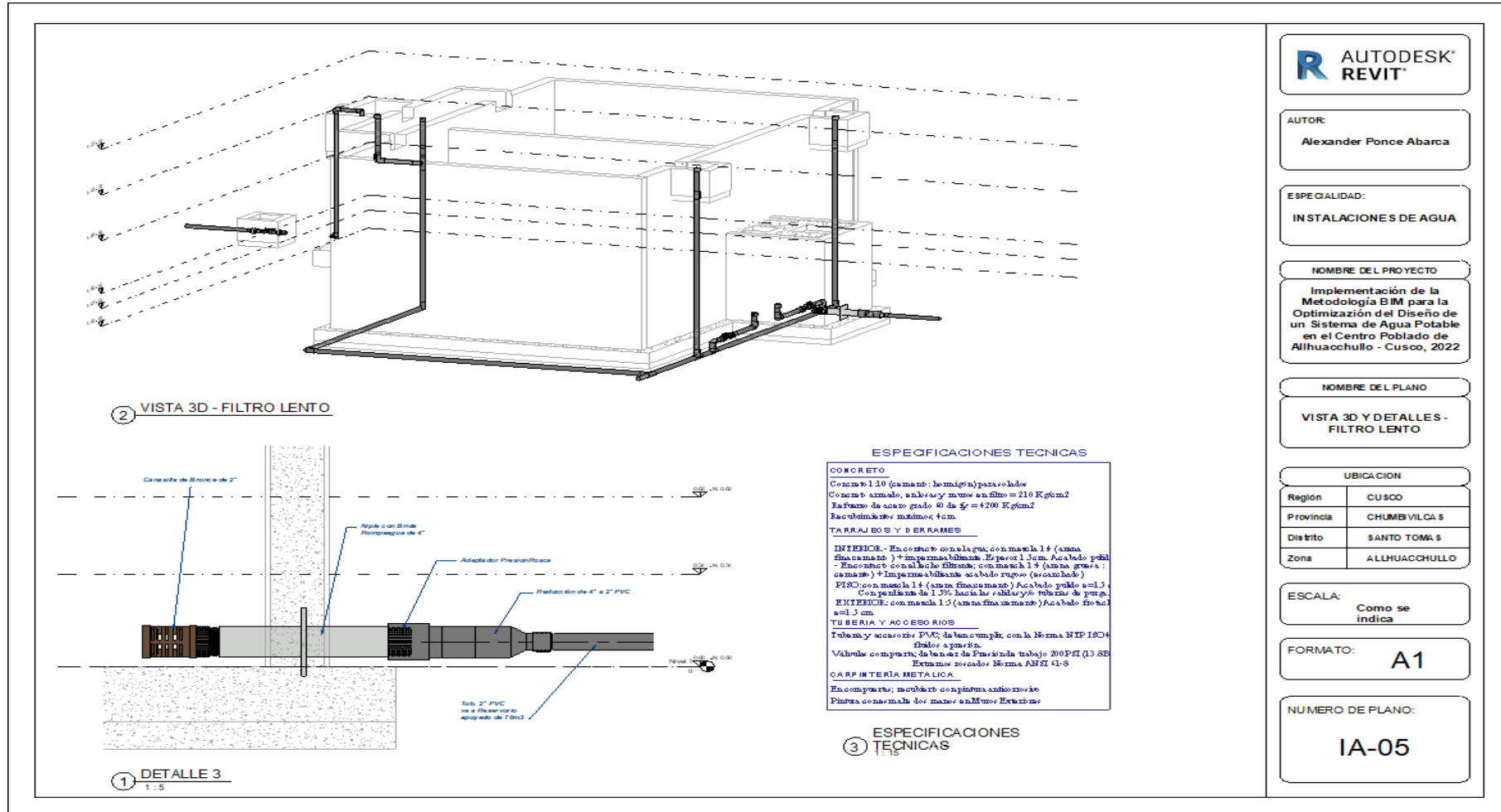


Figura 56

Plano de detalles y modelo 3D del Filtro lento generado en Revit



## Tablas de planificación

Para el cálculo de materiales en la especialidad de Estructuras Hidráulicas en Filtro lento en el programa Revit, se contó con la herramienta de "tablas de planificación", para lo cual se realizó la configuración en fontanería por tipo y recuento de accesorios de tuberías, lo que permitió organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

A continuación, se presenta el cálculo de materiales "Accesorios de Tuberías" en Filtro Lento.

Tabla 17

*Planificación de accesorios de tuberías*

Tipo	Recuento
Canastilla de 2" Bronce	1.00
	1.00
Chicago Palanca Azul H-H	1.00
Chicago Palanca Azul H-H	1.00
	2.00
Niple con Brida 4" L=30cm	1.00
	1.00
Union Universal 2 pulg F°G°	1.00
Union Universal 2 pulg F°G°	1.00
	2.00
Válvula Comp cierre esférico	1.00
	1.00

A continuación, se presenta el cálculo de materiales de uniones de tuberías y accesorios en Filtro lento.

Tabla 18

*Metrados de uniones de tubería*

Descripción	Material	Tamaño	Recuento
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Adaptador U. P. Rosca Agua F.	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
			<b>10.00</b>
Campana Tubo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Campana Tubo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Campana Tubo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Campana Tubo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Campana Tubo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Campana Tubo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
			<b>7.00</b>
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Codo Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
			<b>11.00</b>
Reducción con Rosca Externa	Pavco A. F.	2"Ø 2"Ø	1.00
			<b>1.00</b>
Reducción SP Agua Fría	Pavco A. F.	4"Ø 2"Ø	1.00
			<b>1.00</b>
SCH80 CPVC/PVC Unión (Soc)		2"Ø 2"Ø	1.00
SCH80 CPVC/PVC Unión (Soc)		2"Ø 2"Ø	1.00
SCH80 CPVC/PVC Unión (Soc)		2"Ø 2"Ø	1.00
SCH80 CPVC/PVC Unión (Soc)		2"Ø 2"Ø	1.00
			<b>4.00</b>
Tee SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Tee SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Tee SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Tee SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Tee SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
			<b>5.00</b>
Unión con Rosca Interna A. F.	Pavco A. F.		1.00
			<b>1.00</b>
Unión SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Unión SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Unión SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
Unión SP Agua Fría	Pavco A. F.	2 1/2" Ø 2 1/2"Ø	1.00
			<b>4.00</b>

A continuación, se presenta el cálculo de Tuberías en Filtro Lento.

Tabla 19

*Metrados de tuberías*

Tipo	Diámetro	Recuento	Tamaño	Longitud
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.09m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.09m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.09m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.09m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.09m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.09m
				<b>0.52m</b>
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.99m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	2.9m
Pavco Wavin Tuberías	2"	1.00	2" Ø	0.32m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.71m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.23m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.33m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	2.94m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.36m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.17m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	2.58m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.56m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.28m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	3.96m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	5.1m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.56m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.56m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.46m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.44m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	2.97m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.71m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.15m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	1.53m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.42m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	0.04m
Pavco Wavin Tuberías	2 1/2"	1.00	2 1/2"	3.74m
				<b>33.01m</b>

### 3.8.2.4. Estructura hidráulica del Reservorio 70m3

#### Modelado en la especialidad de Arquitectura – Reservorio

A continuación, se muestra mediante capturas de imágenes, el modelado 3D en el programa Revit en la especialidad de Arquitectura en Reservorio de 70m3.

Figura 57

*Modelo 3D del Reservorio*

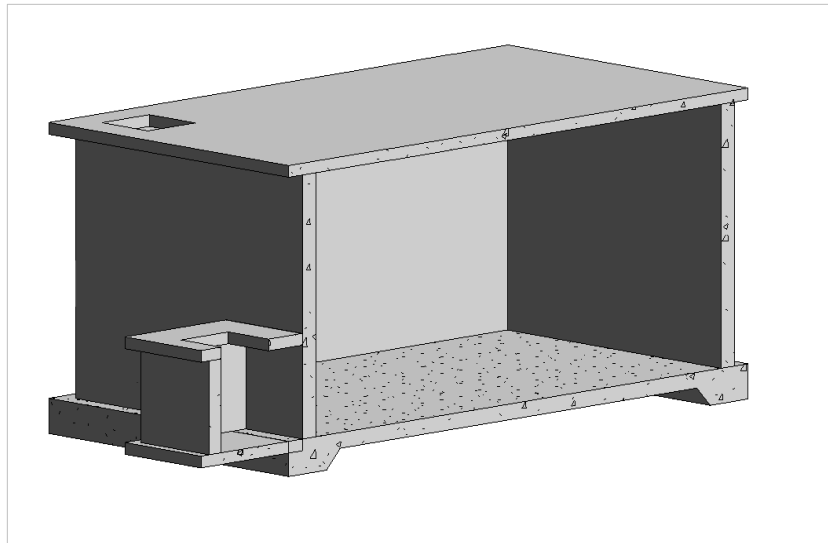
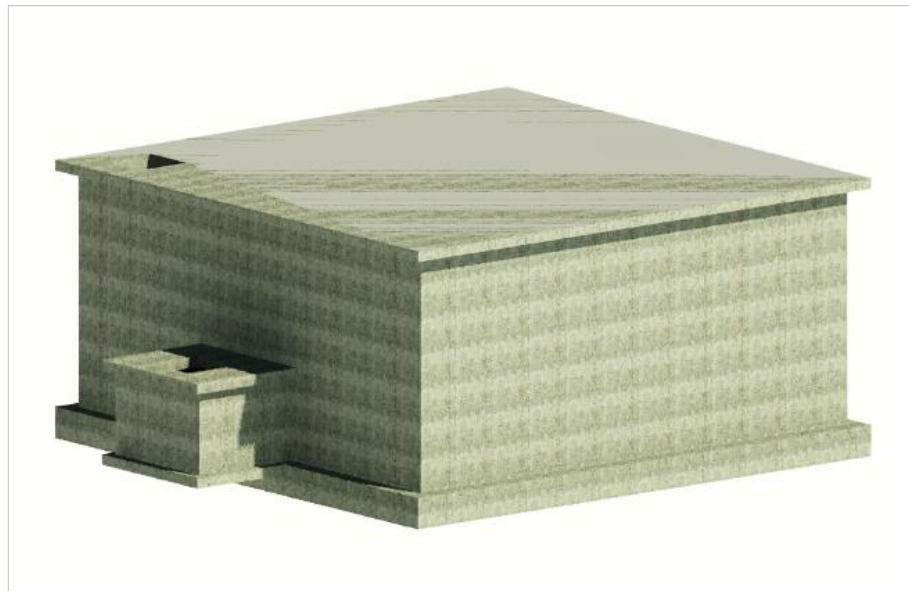


Figura 58

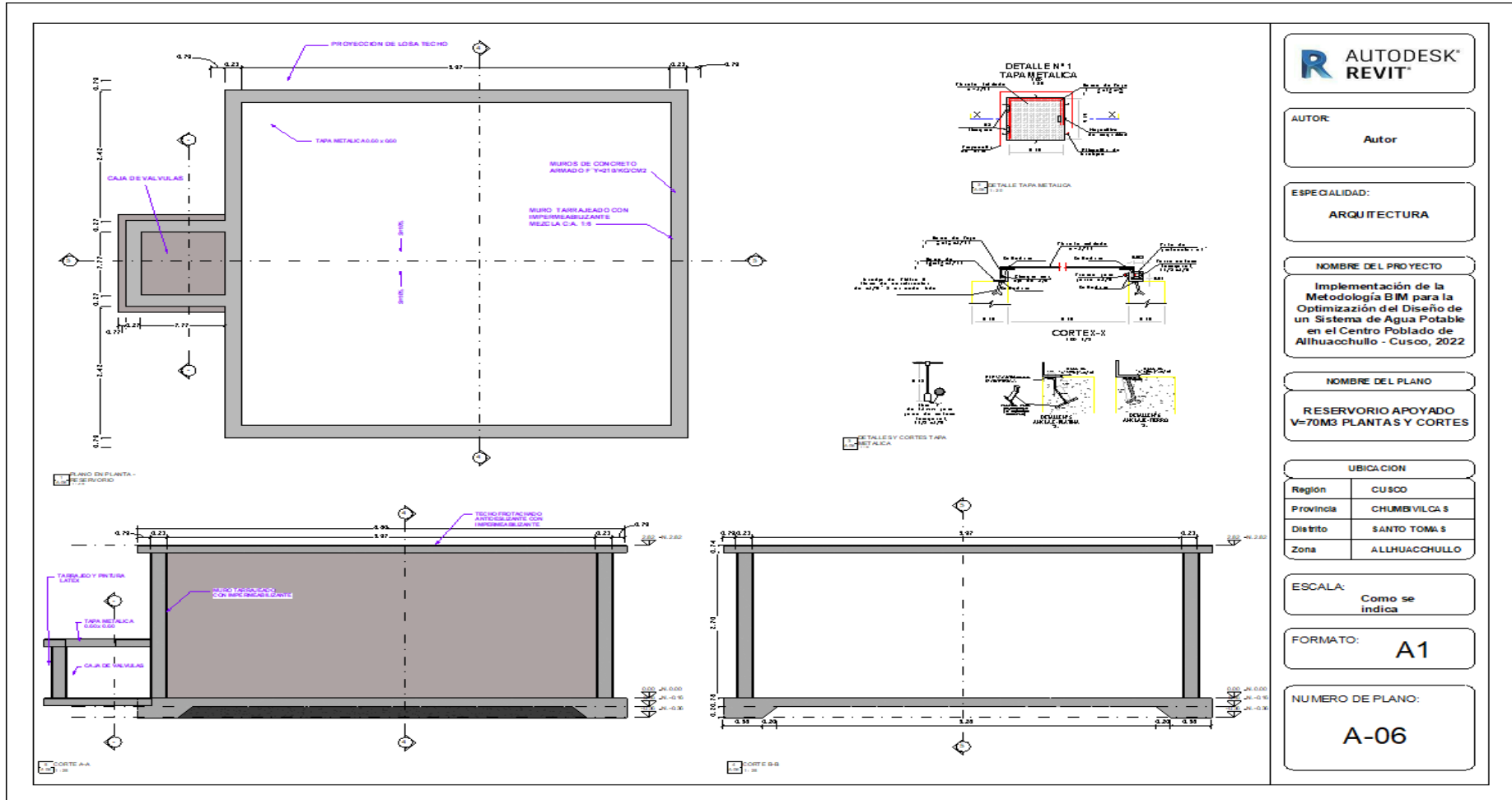
*Modelo 3D renderizado del Reservorio*



**Elaboración de planos en Revit**

Figura 59

Plano de arquitectura del Reservorio generado en Revit



AUTOR:  
Autor

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

NOMBRE DEL PROYECTO:  
Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022

NOMBRE DEL PLANO:  
RESERVORIO APOYADO V=70M3 PLANTAS Y CORTES

UBICACION

Region	CUSCO
Provincia	CHUMBIVILCAS
Distrito	SANTO TOMAS
Zona	ALLHUACCHULLO

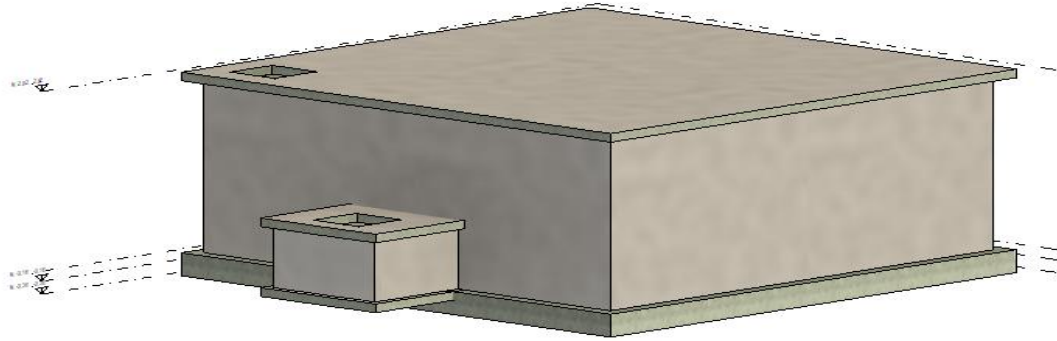
ESCALA:  
Como se indica

FORMATO:  
A1

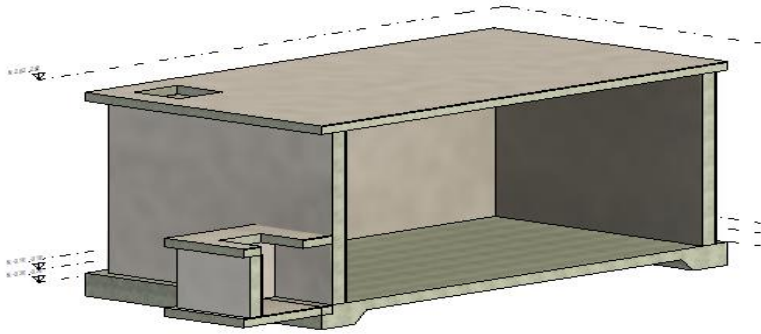
NUMERO DE PLANO:  
A-06

Figura 60

Plano de especificaciones y modelos 3D generado en Revit



ESTA 3D - RESERVIORIO



ESTA 3D - RESERVIORIO INTERIORE A-A

**AUTODESK REVIT**

AUTOR: **Autor**

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

NOMBRE DEL PROYECTO: **Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022**

NOMBRE DEL PLANO: **RESERVIORIO APOYADO V=70M3 3D Y DETALLES**

UBICACION

Region	CUSCO
Provincia	CHUMBIVILCA S
Distrito	SANTO TOMA S
Zona	ALLHUACCHULLO

ESCALA: **1 : 200**

FORMATO: **A1**

NUMERO DE PLANO: **A-07**

**ESPECIFICACIONES DE INSTALACION**

- 1.- TALADRAR ORIFICIO EN MURO DE CONCRETO, SEGUN DIAMETRO DE ANCLAJE DE DISEÑO MAS 11/8" PARA ANCLAJE DE ESCALINER.
- 2.- LA LONGITUD DE PERFORACION ES DE 10 VECES EL DIAMETRO DEL ANCLAJE O LO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE.
- 3.- LIMPIAR EL POLVO DE ORIFICIO PERFORADO CON CEPILLO METALICO O AIRE COMPRIMIDO.
- 4.- APLICAR PUENTE DE ADHERENCIA EPOXICO EN ORIFICIO.
- 5.- RELLENAR ORIFICIO CON PEGAMENTO EPOXICO.
- 6.- INSERTAR ANCLAJE DE ESCALINER MOVENDOLO SUAVEMENTE PARA SEGURAR UN RELLENO CORRECTO.
- 7.- MANTENER LA POSICION DE LOS ANCLAJES EN SUS NIVELES SIENDO LA PUESTA EN SERVICIO DENTRO DE LAS 24 HORAS SIGUIENTES.

## Tablas de planificación

Para el cálculo de materiales en la especialidad de Arquitectura en Reservoirio, se contó con la herramienta de "tablas de planificación" que permitió organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción.

Con la herramienta de tablas de planificación, se calculó el área de revestimiento en muros y losas de Reservoirio.

A continuación, se muestra el cálculo tabular de revestimiento de muros en reservoirio por metro cuadrado.

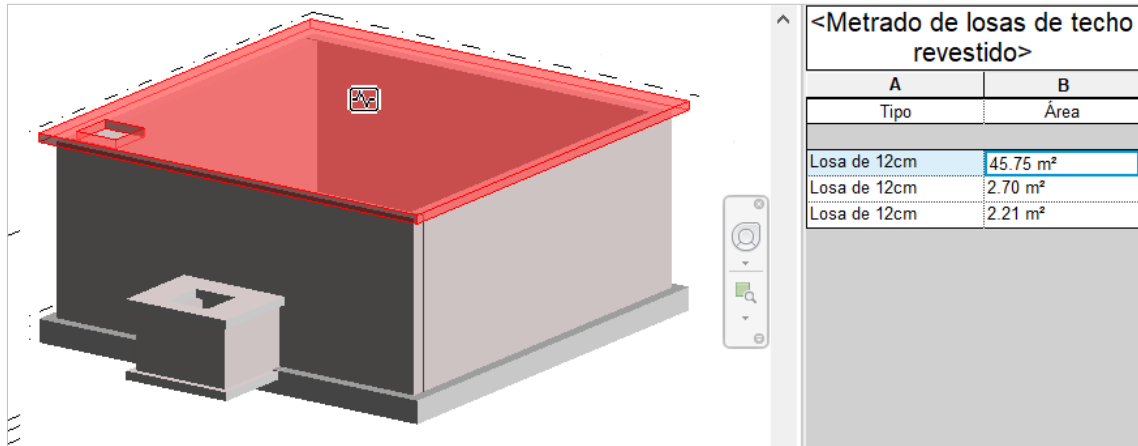
Tabla 20

### *Planificación de muros*

<b>Tipo</b>	<b>Área</b>
Muro de Concreto Revestido 20cm	17.36m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 20cm	16.74m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 20cm	16.74m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 20cm	16.12m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 18cm	1.32m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 18cm	1.32m <sup>2</sup>
Muro de Concreto Revestido 18cm	1.12m <sup>2</sup>
	<b>70.72m<sup>2</sup></b>

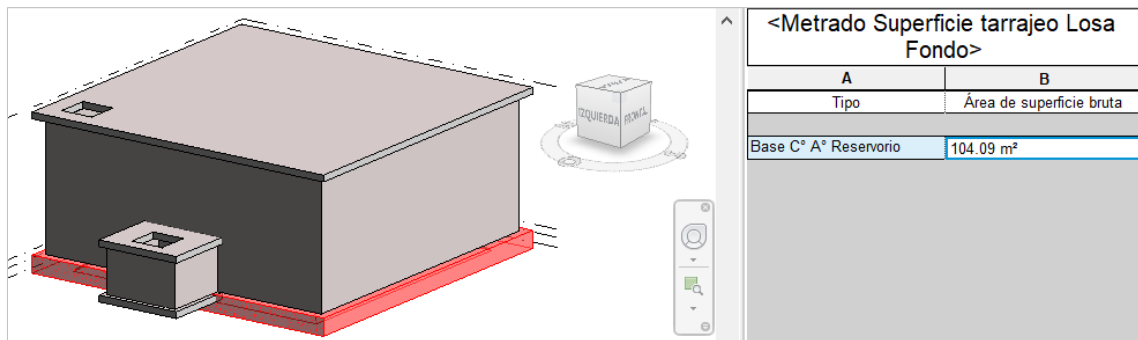
A continuación, se muestran los cálculos de revestimiento en losas techo y fondo de reservoirio por metro cuadrado.

Figura 61  
*Metrados de losas del techo*



A continuación, se muestra el cálculo de revestimiento de superficie de losa fondo de reservorio por metro cuadrado.

Figura 62  
*Metrados losa de fondo*



### Modelo estructural del Reservorio 70m3

A continuación, se muestra mediante capturas de imágenes, el modelado 3D en el programa Revit en la especialidad de Estructuras en Reservorio de 70m3.

Figura 63

*Vista general del modelo 3D del Reservorio*

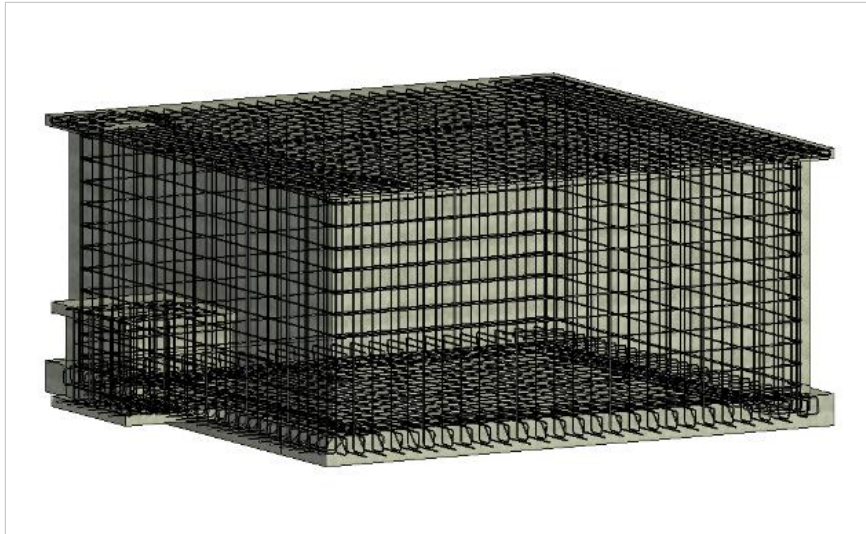


Figura 64

*Detalle del acero estructural del Reservorio*

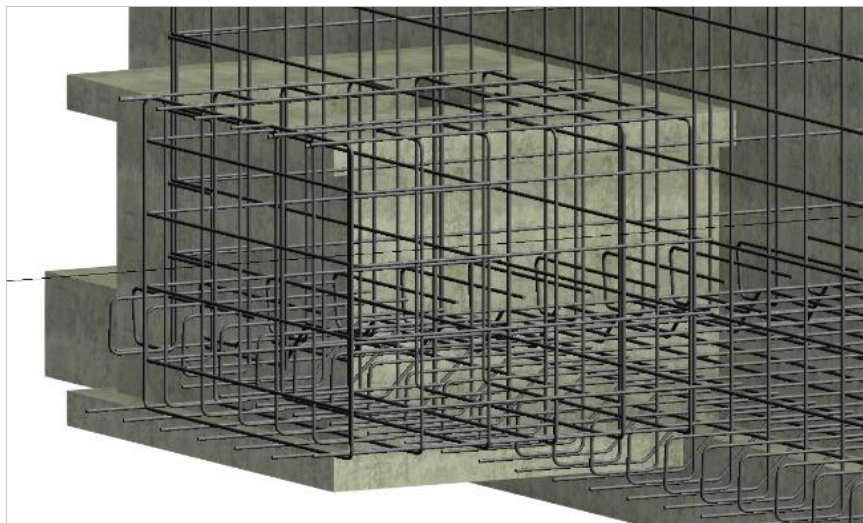
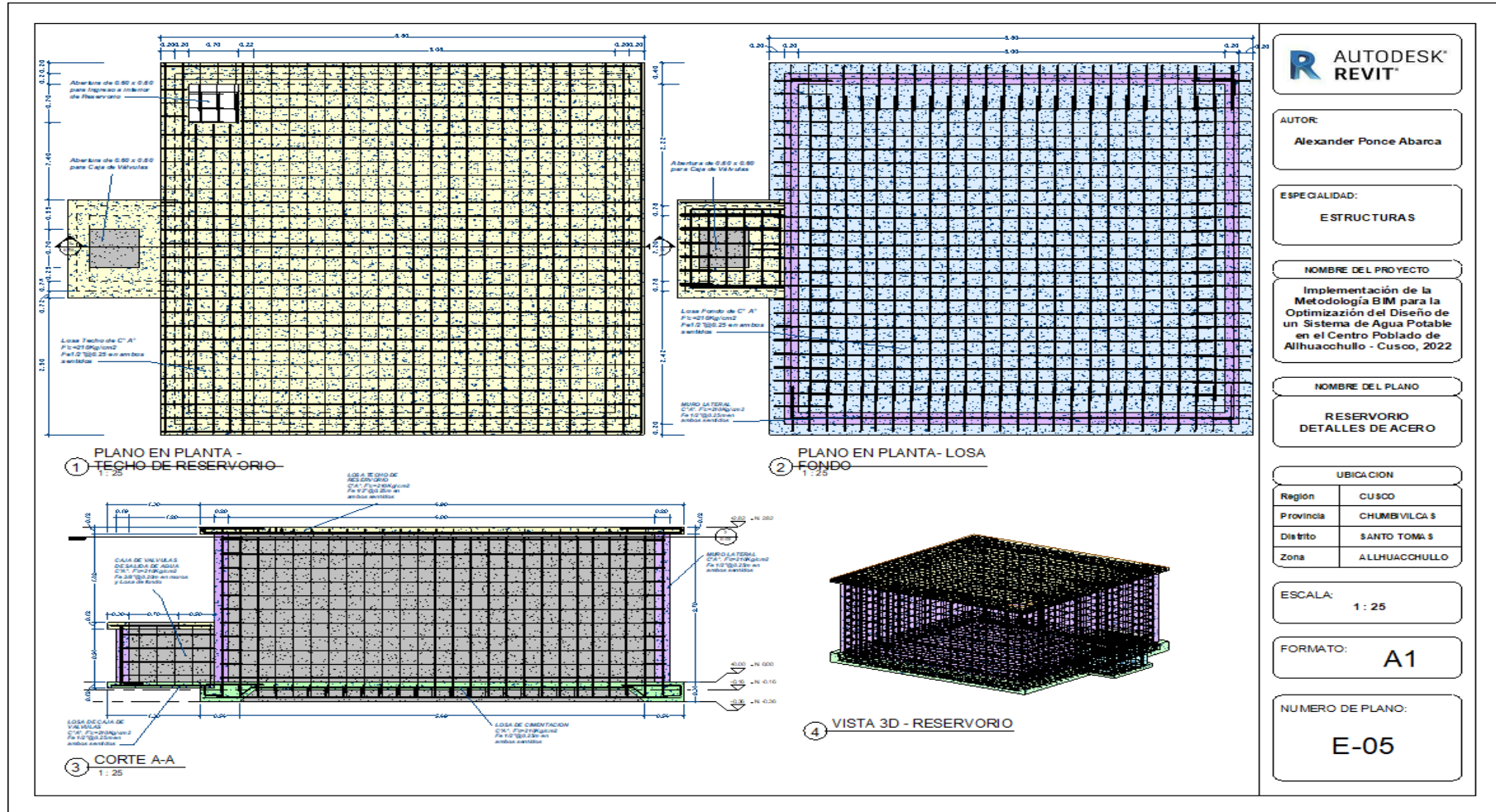


Figura 65

Plano de estructura del Reservorio generado en Revit



### Tabla de planificación

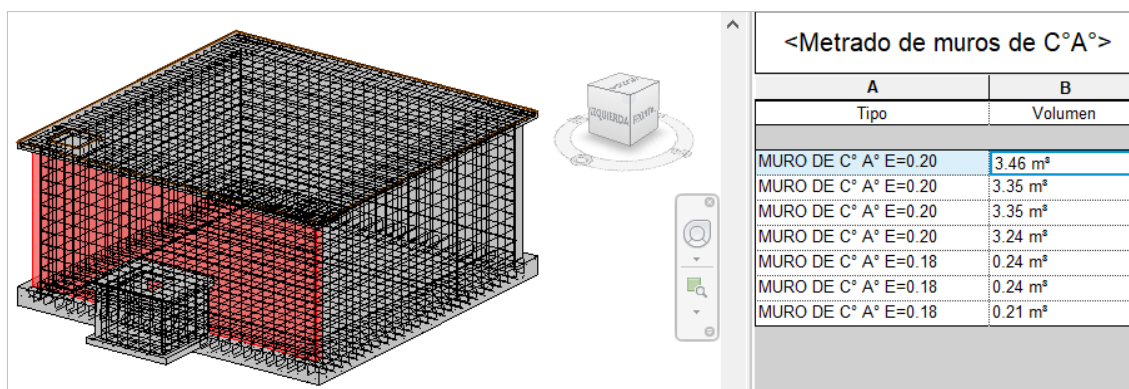
En Revit, las "tablas de planificación" se refieren a una herramienta que permite organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

Para el cálculo de materiales en la especialidad de Estructuras – Reservoirio, se contó con la herramienta de "Tablas de planificación", lo que permitió organizar el cálculo de volumen de concreto en muros y losas, el cálculo de cantidad de acero de refuerzo en Reservoirio.

A continuación, se muestra el cálculo de volumen de concreto por metro cubico en muros de reservoirio.

Figura 66

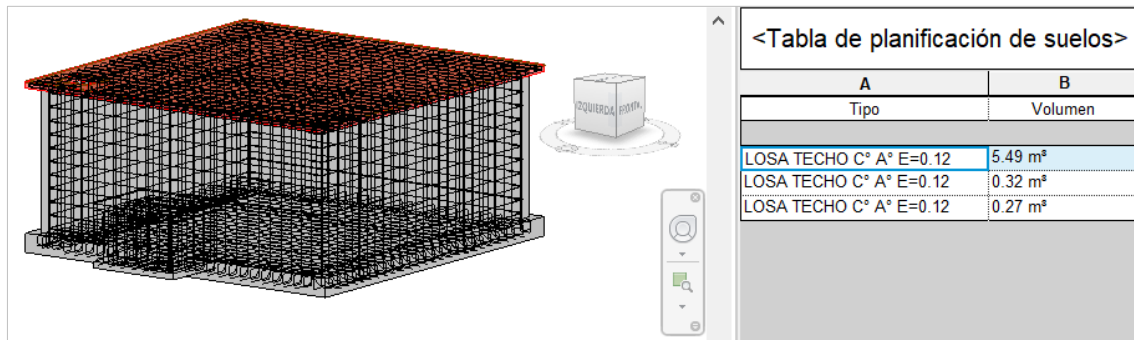
*Metrados de muros del Reservoirio*



A continuación, se muestra el cálculo de volumen de concreto por metro cúbico de losas en reservoirio.

Figura 67

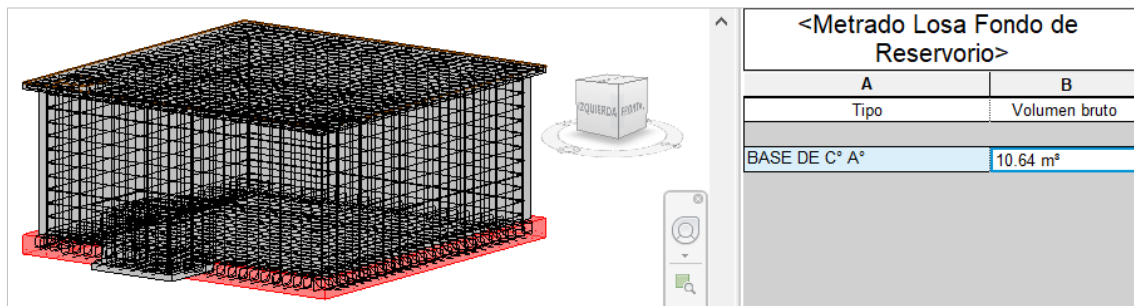
*Metrados de losa de techo del reservorio*



A continuación, se muestra el cálculo de volumen de concreto por metro cúbico en losa fondo base de reservorio.

Figura 68

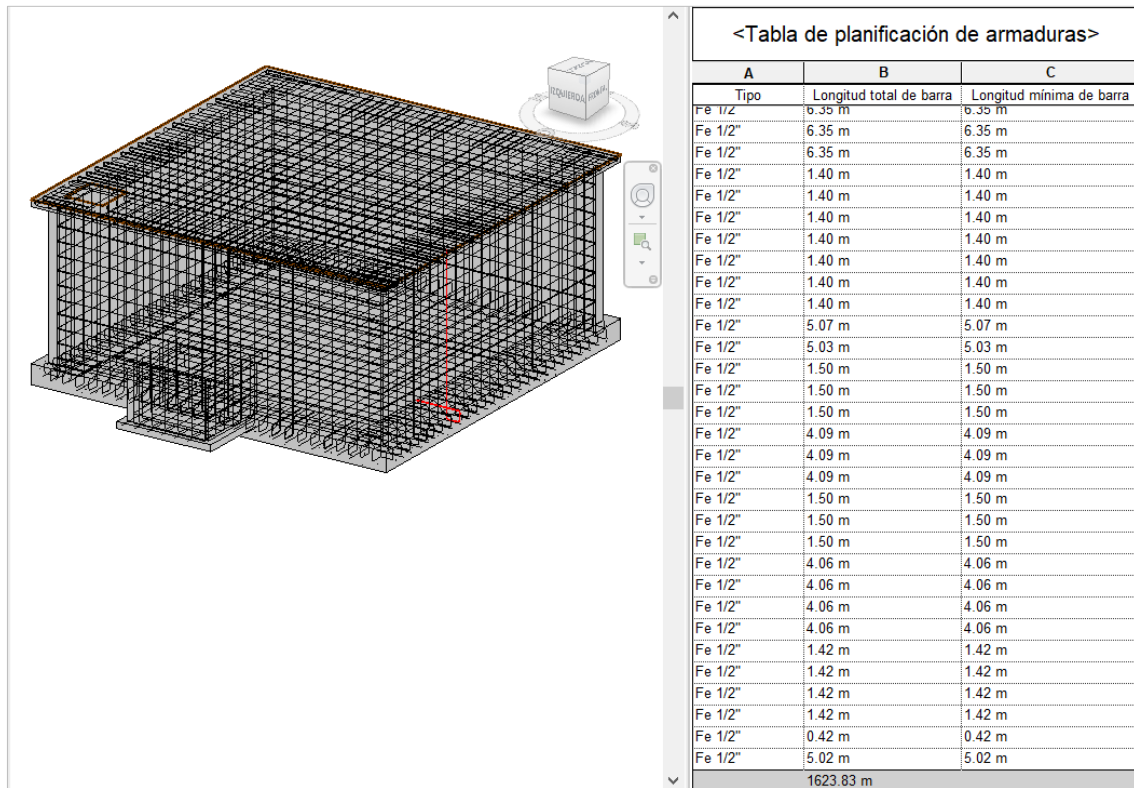
*Metrados de losa de fondo del reservorio*



A continuación, se muestra el cálculo de acero de refuerzo por Longitud de barra según el diámetro al que corresponde.

Figura 69

*Metrados de acero longitudinal del reservorio*



**Modelo de I.H del Reservorio 70m3**

A continuación, se muestra mediante capturas de imágenes, el modelado 3D en el programa Revit en la especialidad de Estructuras Hidráulicas de Agua en Reservorio.

Figura 70

*Modelo 3D de las tuberías y accesorios del reservorio*

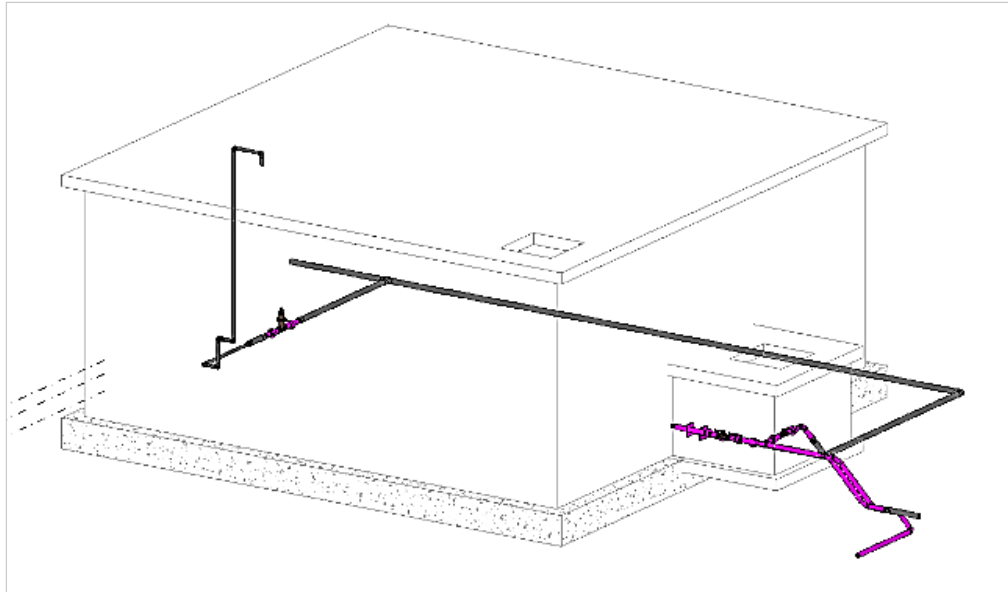
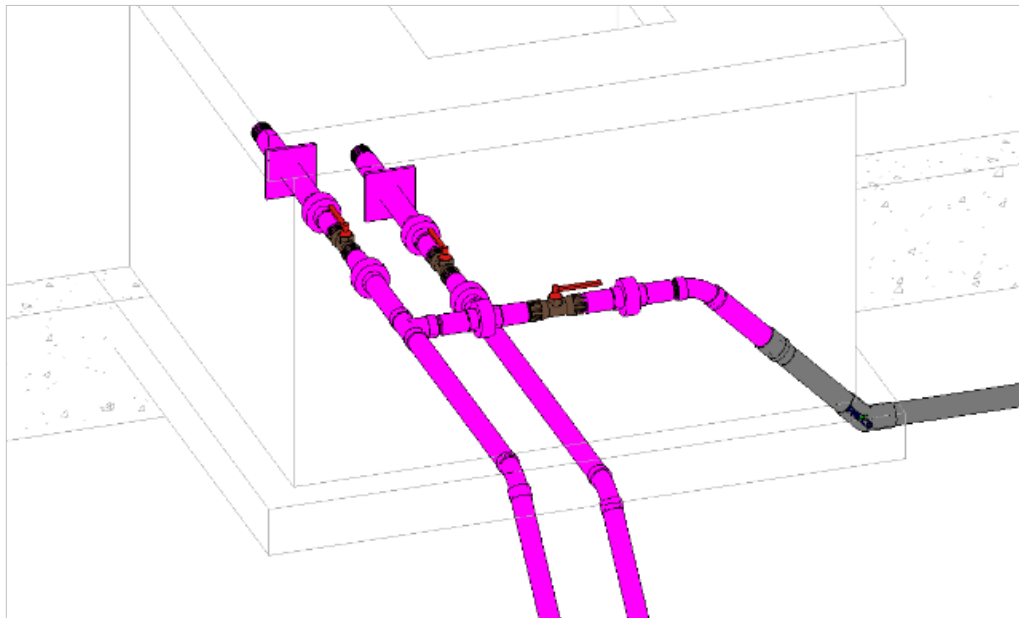


Figura 71

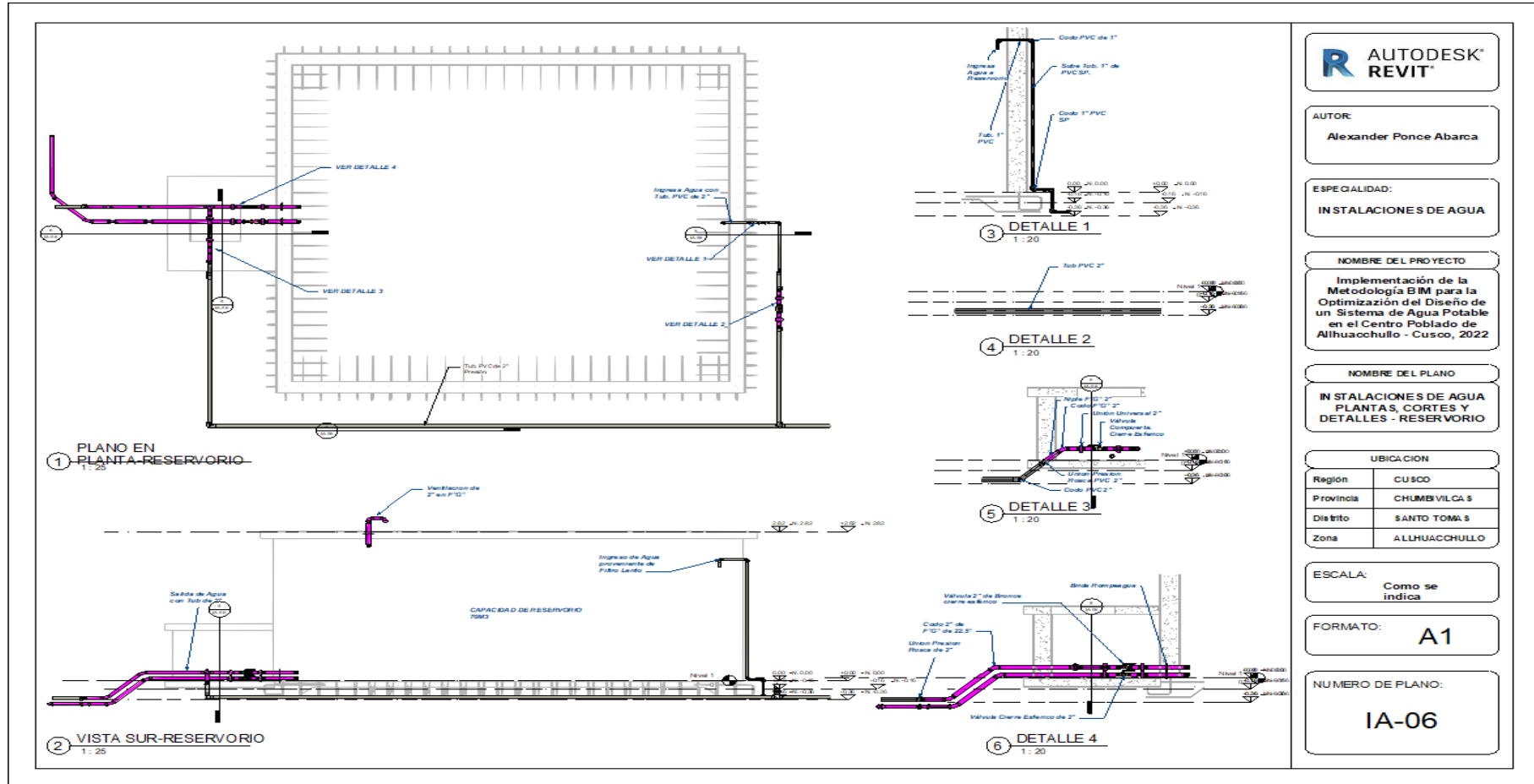
*Modelo 3D de los accesorios del reservorio*



A continuación se presenten los planos elaborados en Revit

Figura 72

Plano de instalación de agua del Reservorio generado en Revit



**AUTODESK® REVIT®**

**AUTOR:**  
Alexander Ponce Abarca

**ESPECIALIDAD:**  
INSTALACIONES DE AGUA

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
Implementación de la Metodología BIM para la Optimización del Diseño de un Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo - Cusco, 2022

**NOMBRE DEL PLANO:**  
INSTALACIONES DE AGUA PLANTAS, CORTES Y DETALLES - RESERVORIO

**UBICACION:**

Region	CUSCO
Provincia	CHUMBILCAS
Distrito	SANTO TOMAS
Zona	ALLHUACCHULLO

**ESCALA:**  
Como se indica

**FORMATO:**  
A1

**NUMERO DE PLANO:**  
IA-06

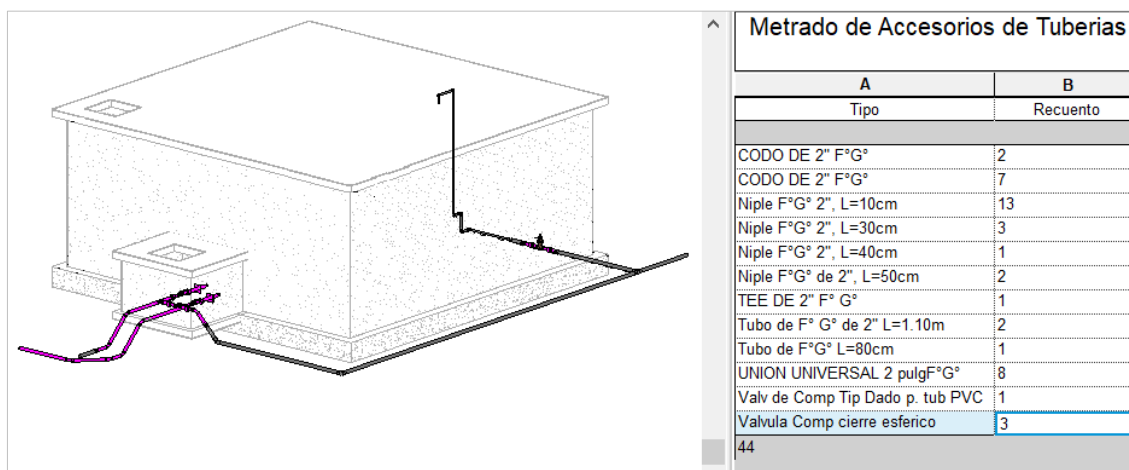
### Tabla de planificación

Para el cálculo de materiales en la especialidad de Estructuras Hidráulicas, se contó con la herramienta de "tablas de planificación" que permitió organizar y mostrar información de manera tabular en los planos y documentos de construcción. Estas tablas son especialmente útiles para mostrar listas de materiales, cantidades y otra información relevante para la construcción.

A continuación, se muestra el cálculo de materiales de accesorios de tuberías en el sistema de agua en reservorio.

Figura 73

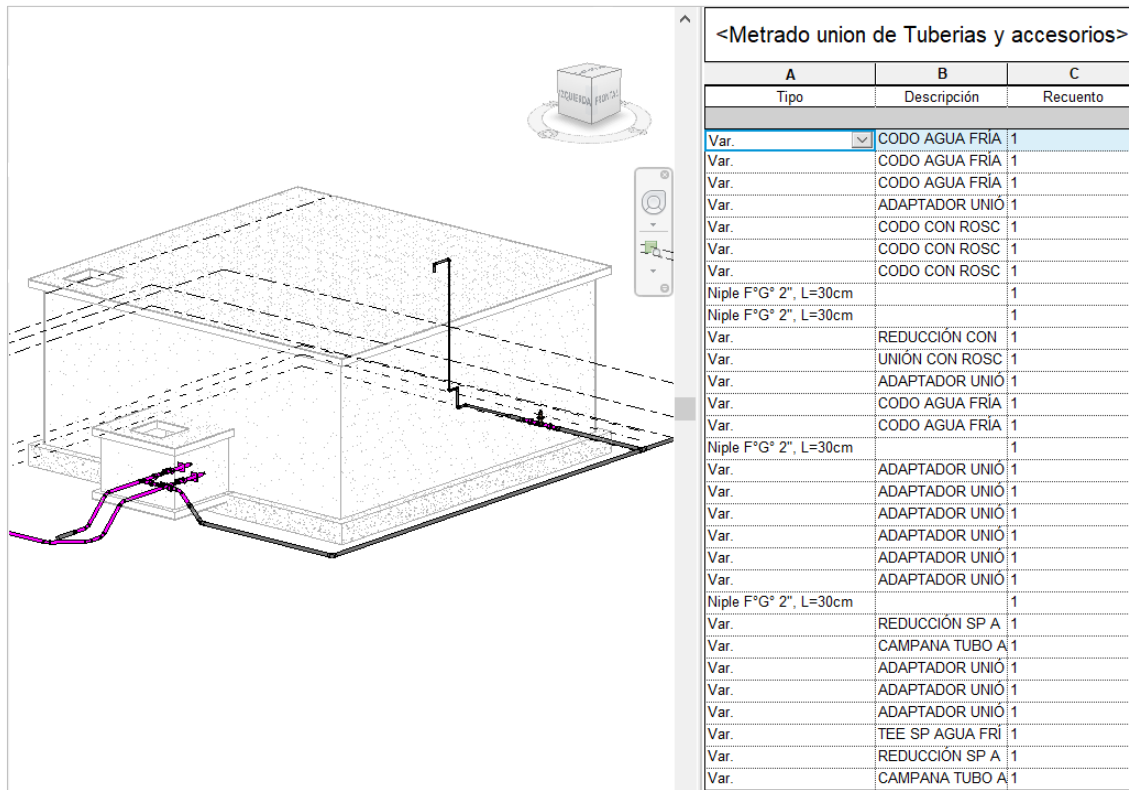
*Metrados de accesorios de tuberías*



A continuación, se muestra el cálculo de uniones de tuberías en el sistema de agua en reservorio.

Figura 74

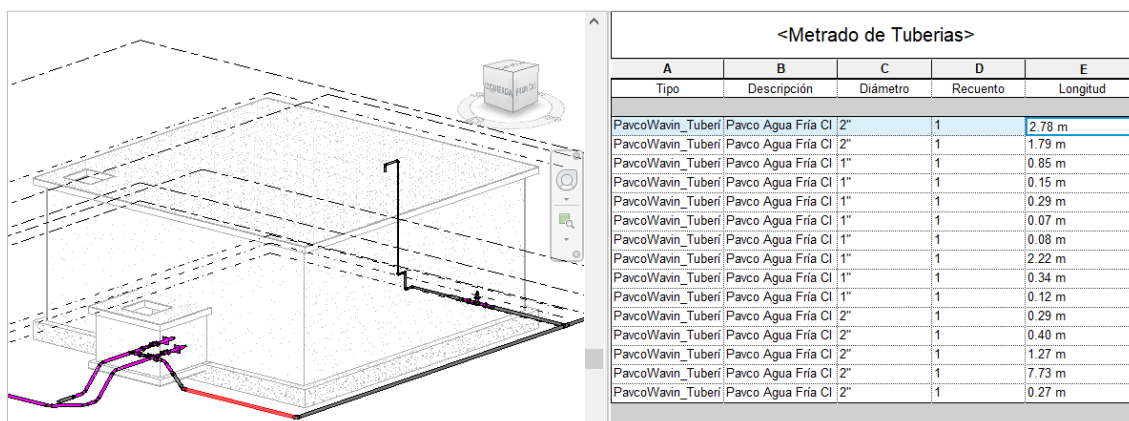
Metrados de unión de tuberías y accesorios



A continuación, se muestra el cálculo de cantidad de tuberías por metro lineal en el sistema de agua en reservorio.

Figura 75

Metrados tuberías para el reservorio





## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Incompatibilidad

En cuanto a los planos del expediente técnico, se encontraron incompatibilidades entre los planos de una misma especialidad. Por ejemplo, había una representación gráfica errónea en los planos cuando el detalle de un elemento no coincidía con lo indicado en otros planos del proyecto.

Antes de la ejecución de la obra, se encuentran incompatibilidades, lo que provoca incertidumbre sobre qué plano o detalle debe realizarse porque los planos del expediente técnico carecen de información tridimensional. Todos estos factores generan un retraso en la ejecución de la obra.

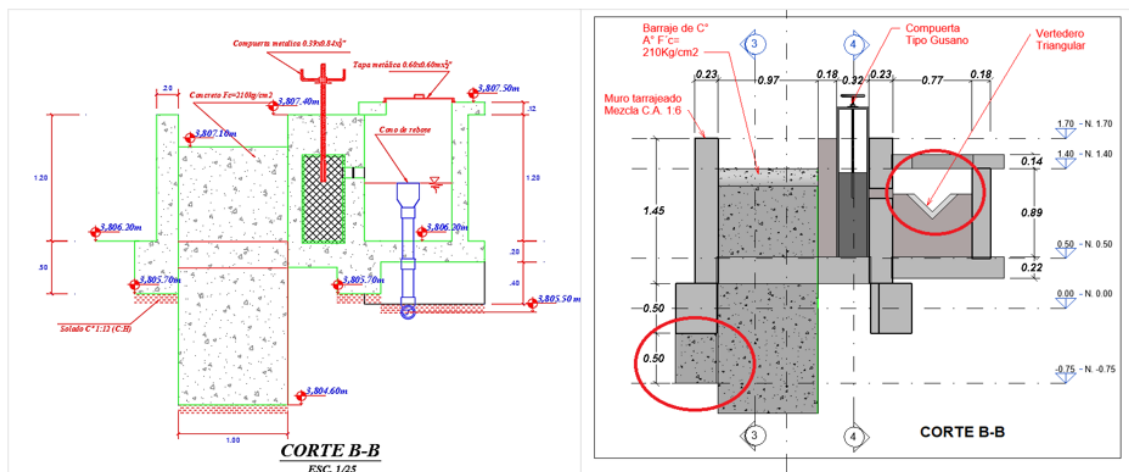
Con el modelamiento de las estructuras hidráulicas en el programa Revit, se permite la creación y gestión de información del proyecto en un modelo 3D, lo que facilita la visualización del proyecto antes de su construcción, lo que ayuda a entender mejor el proyecto y a tomar mejores decisiones

## Detección de Incompatibilidades

En el plano en corte B-B de la Captación del Expediente Técnico, no se muestra el detalle arquitectónico de la continuación de la cimentación del muro de concreto ni el vertedero triangular.

Figura 76

*Plano en Corte B-B del Expediente Técnico y diseño con Revit*

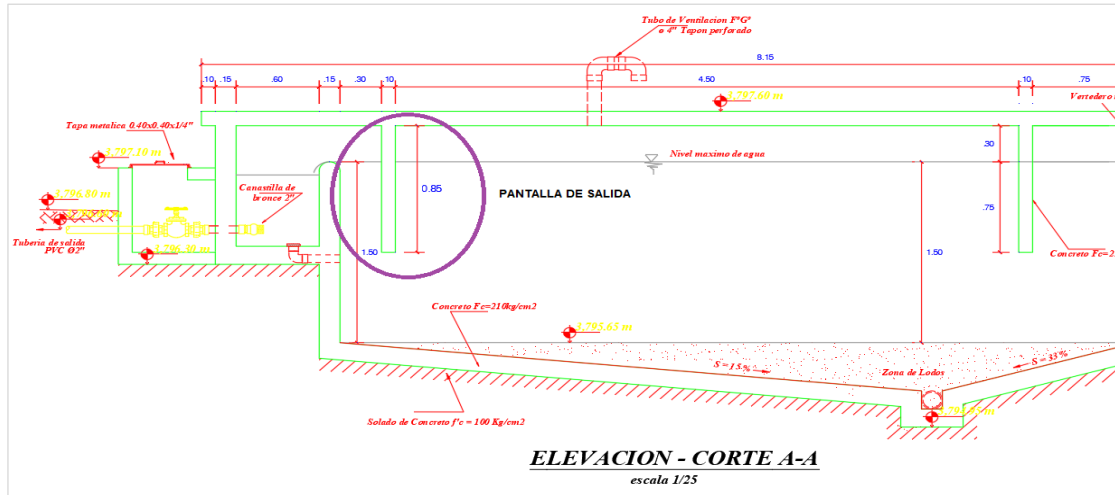


## Detección de Incompatibilidades en el modelo Arquitectónico y de Estructuras de Desarenador.

Visualizando los modelos tridimensionales realizados en el programa Revit, se detectó una incompatibilidad en los planos del expediente Técnico entre las especialidades de Arquitectura y Estructuras, en la primera especialidad se verifica en el plano que la altura de pantalla de salida tiene un valor de 0.85m

Figura 77

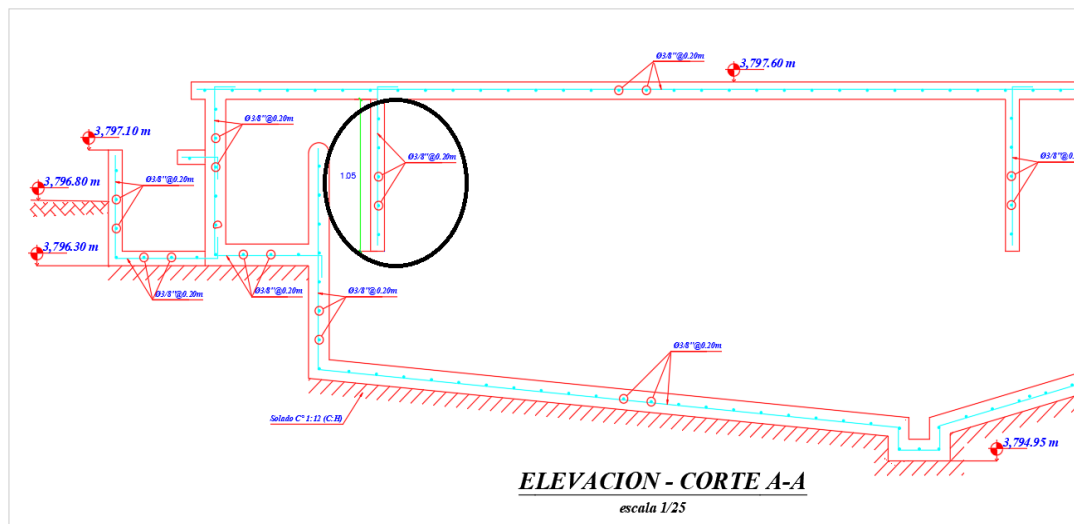
*Altura de pantalla, modelo 2D Arquitectura, del expediente técnico*



En los planos del expediente técnico, en la especialidad de estructuras, se verifica una altura de 1.05m en la pantalla de salida como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 78

Altura de pantalla, modelo 2D Estructura, del expediente técnico

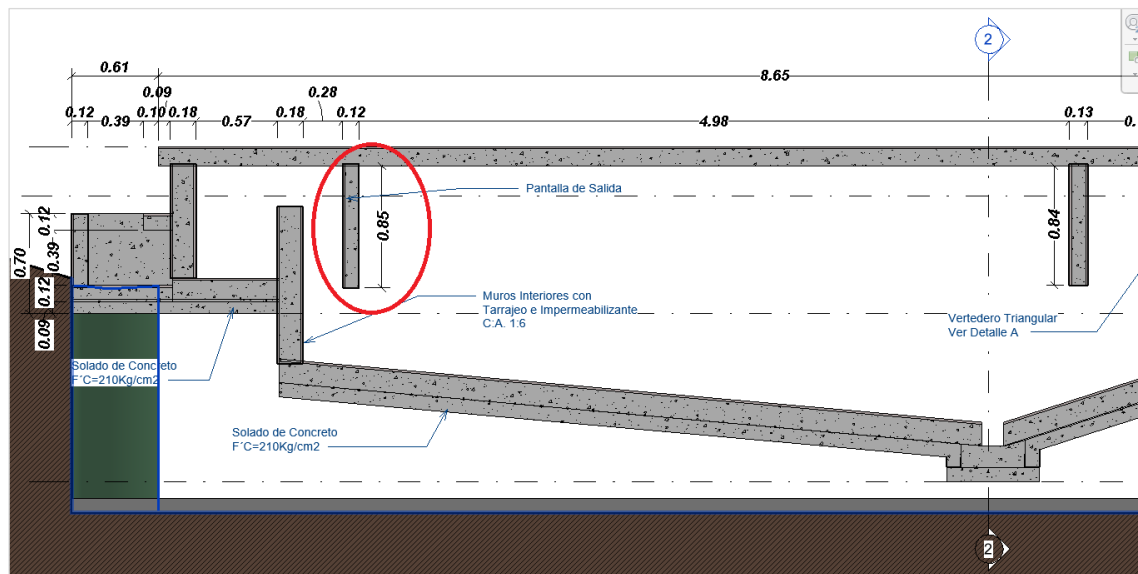


Con el modelo desarrollado en el programa Revit, se coordinan las especialidades de manera conjunta, lo que nos permite detectar incompatibilidades en las dimensiones de los planos del expediente Técnico.

En la siguiente imagen se puede apreciar que la altura de pantalla de salida, corregida y establecida en todas las especialidades es de 0.85m.

Figura 79

*Plano en Corte Desarrollado en el programa Revit*



## Detección de Incompatibilidades con el programa Revit en el modelo de Estructuras de Captación

En los planos de planta de Captación del expediente Técnico, se muestran valores de acero en los muros y un pequeño detalle en la losa de ingreso de

agua, sin embargo, no se aprecia la distribución de acero en todas las losas macizas de concreto de la estructura de Captación.

En el modelo de Estructuras de captación desarrollado en el programa Revit, se aprecia las cantidades de acero y la forma de distribución más adecuada en toda la estructura.

A continuación, se muestra la incompatibilidad en detalles de distribución de acero en la estructura de captación.

Figura 80

*Plano en Planta del Expediente Técnico - Captación*

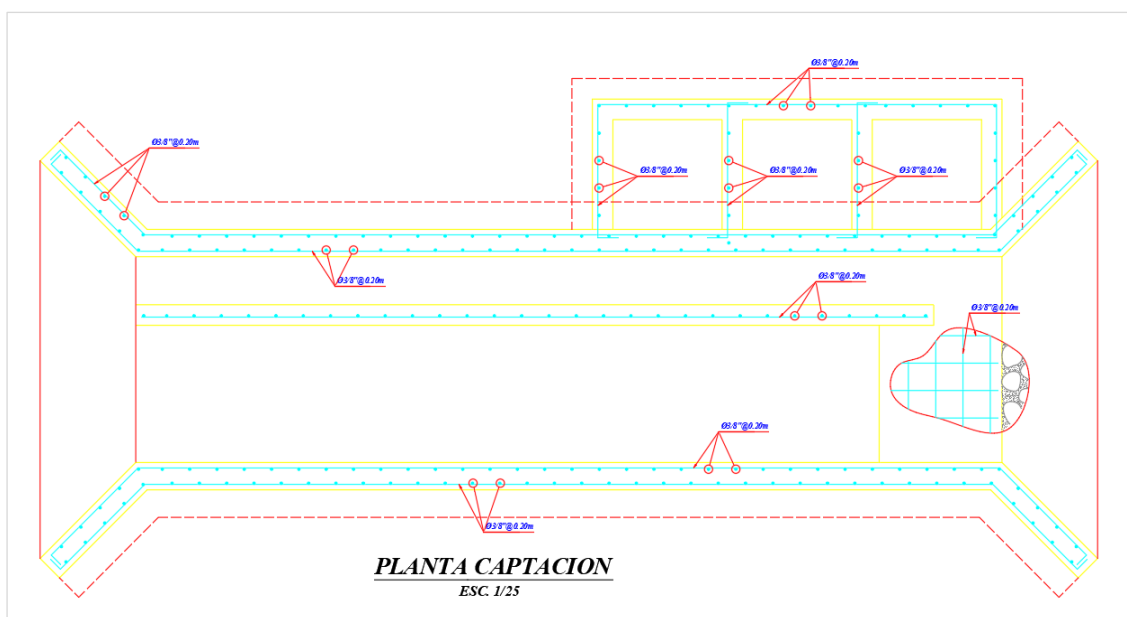
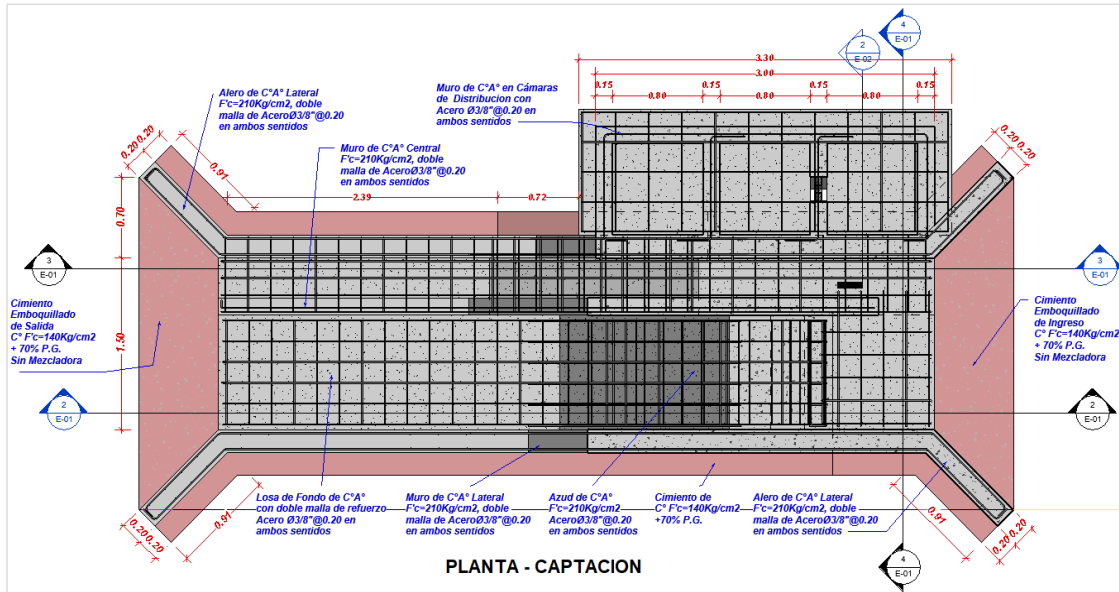


Figura 81

*Plano en Planta desarrollado en el programa Revit*

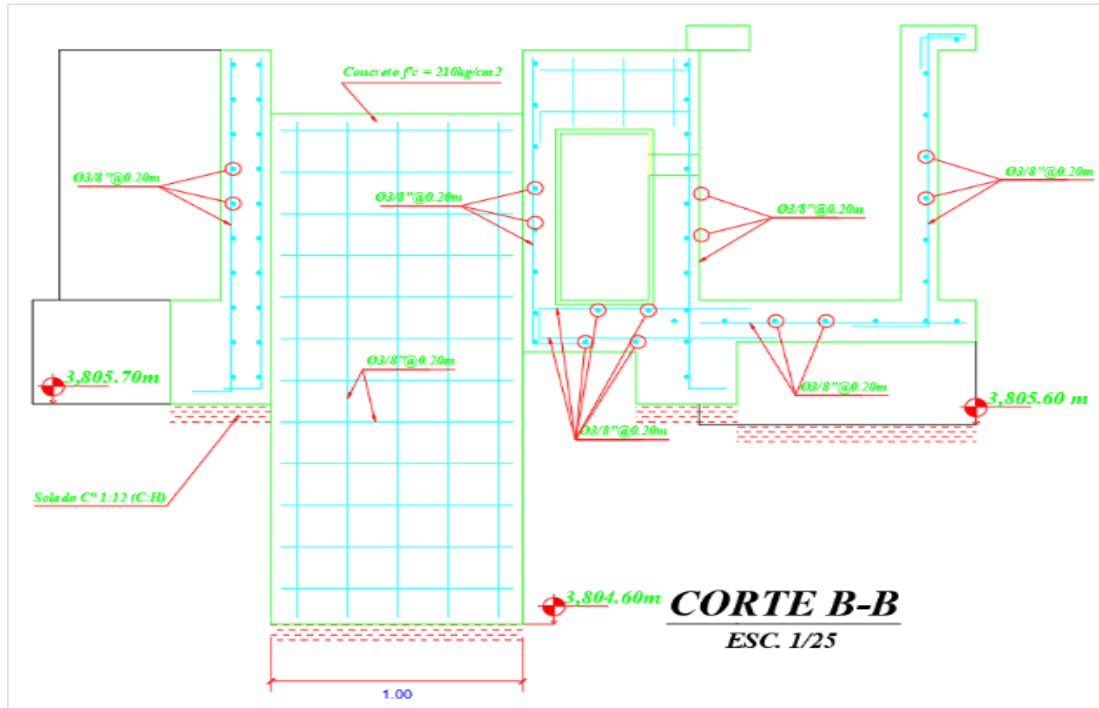


En el plano en corte B-B en la especialidad de estructuras - Captación del Expediente Técnico, como se presenta a continuación, no se visualiza la forma geométrica de vertedero que conduce el agua hacia la cámara de distribución, tampoco se detalla la distribución de acero en el muro que contiene dicho vertedero, siendo estos detalles muy importantes para una correcta ejecución de Obra.

A continuación, se muestra las capturas de imágenes de los planos del expediente técnico y los desarrollados en el programa de Revit en los que se hallan las incompatibilidades.

Figura 82

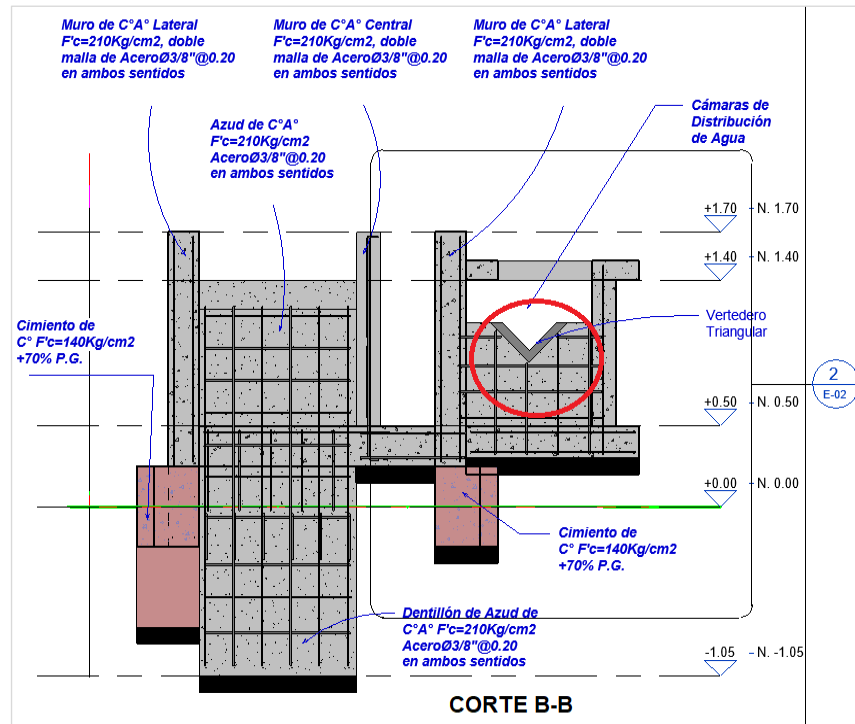
*Plano en Corte B-B del Expediente Técnico - Captación*



En el modelo desarrollado de estructuras en el programa Revit, si se puede apreciar la forma geométrica de vertedero triangular y el detalle de distribución del acero, basándonos a que dicho modelo desarrollado es una construcción virtual de la estructura.

Figura 83

*Plano en Corte desarrollado en el programa Revit – Captación*



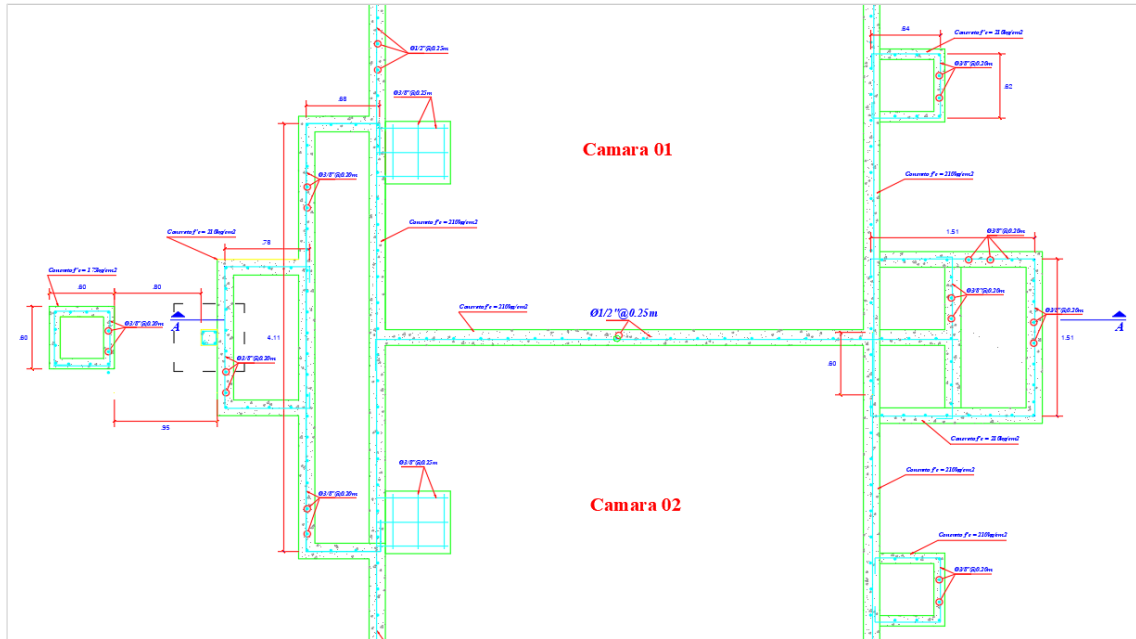
## Filtro Lento

En el plano en planta del expediente técnico de Filtro lento en la especialidad de estructuras, se verifica que la distribución del acero de refuerzo en el muro central es de 1/2" distribuido a 0.25m en ambos sentidos.

Se indica que la distribución del acero en el muro divisorio central de la estructura es de 3/8" distribuidos a 0.25 en ambos sentidos, esta diferencia de datos en el diámetro de acero, genera una incompatibilidad en los planos de la misma especialidad.

Figura 84

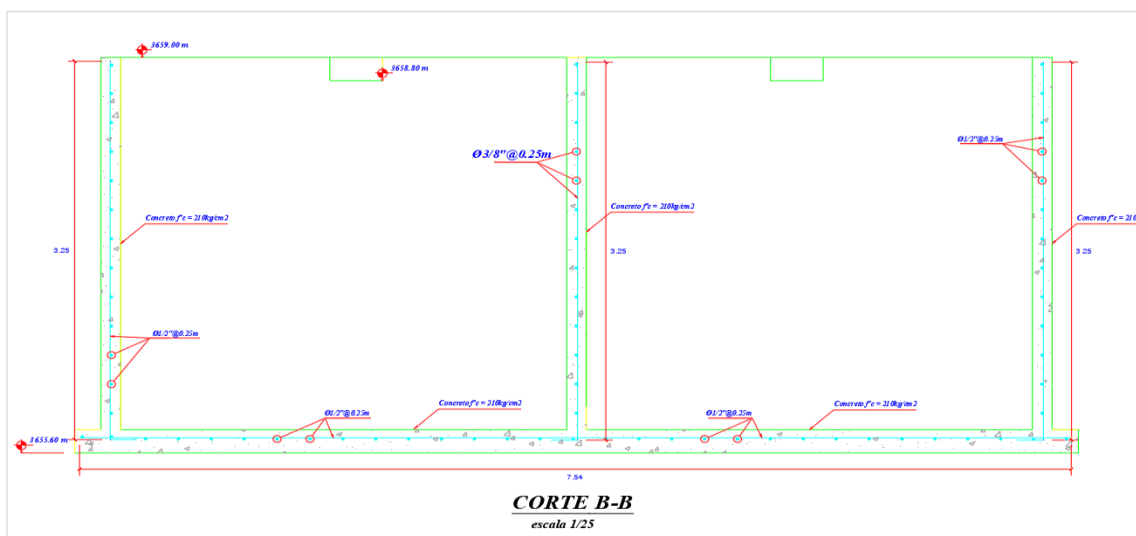
*Plano en Planta del Expediente Técnico – Filtro Lento*



En el plano en corte B-B del expediente Técnico, indica que la distribución del acero en el muro divisorio central de la estructura es de 3/8" distribuidos a 0.25 en ambos sentidos, esta diferencia de datos en el diámetro de acero, genera una incompatibilidad en los planos de la misma especialidad.

Figura 85

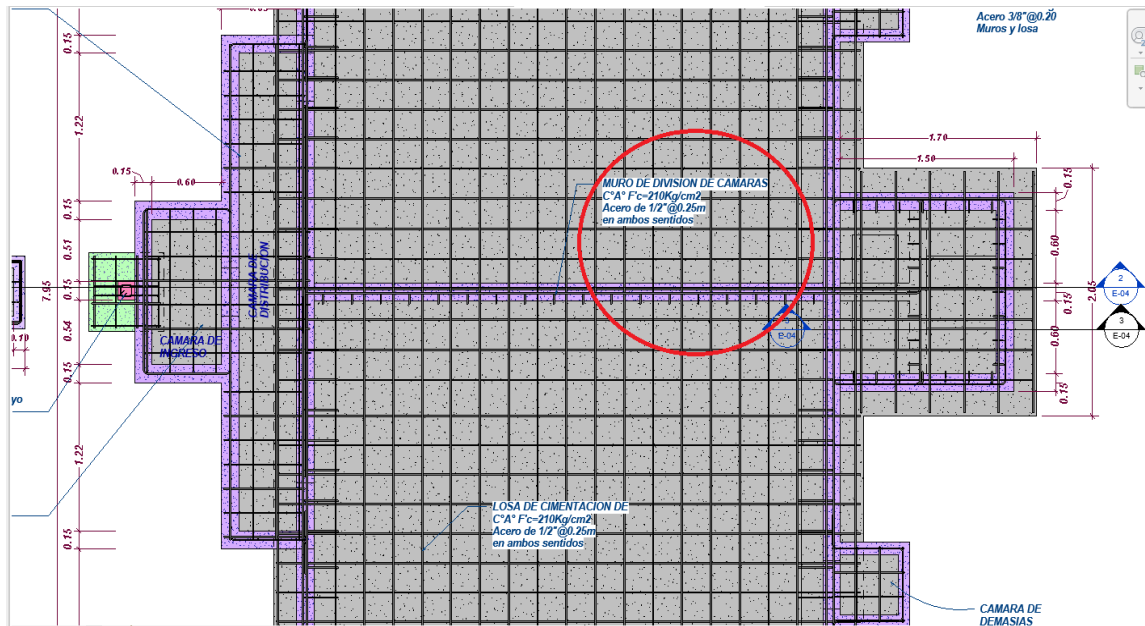
Plano en Corte B-B del Expediente Técnico – Filtro Lento



En el modelo desarrollado en Revit, se corrige según los metrados de acero, correspondiendo un acero de 1/2" distribuido a 0.25m en ambos sentidos en el muro de concreto divisorios de cámaras de filtración de agua.

Figura 86

*Plano en Planta desarrollado en el programa Revit – Filtro Lento*



### 4.1.2. Interferencia

Con el desarrollo de los modelos tridimensionales en el programa de Revit, la detección de interferencias se realiza utilizando herramientas que analizan el modelo y detectan cualquier conflicto entre elementos de distintas especialidades, como muros, tuberías, conductos, acero de refuerzo, entre otros. Estas herramientas permiten visualizar y solucionar las interferencias antes de que se conviertan en problemas reales durante la construcción.

Mediante el uso de programas como en Naviswork, fue posible identificar las interferencias en los planos que generaron retrasos en la construcción y costos adicionales.



Los pasos incluyeron cargar los modelos, definir las reglas de detección, ejecutar el análisis y revisar los resultados para tomar las acciones necesarias.

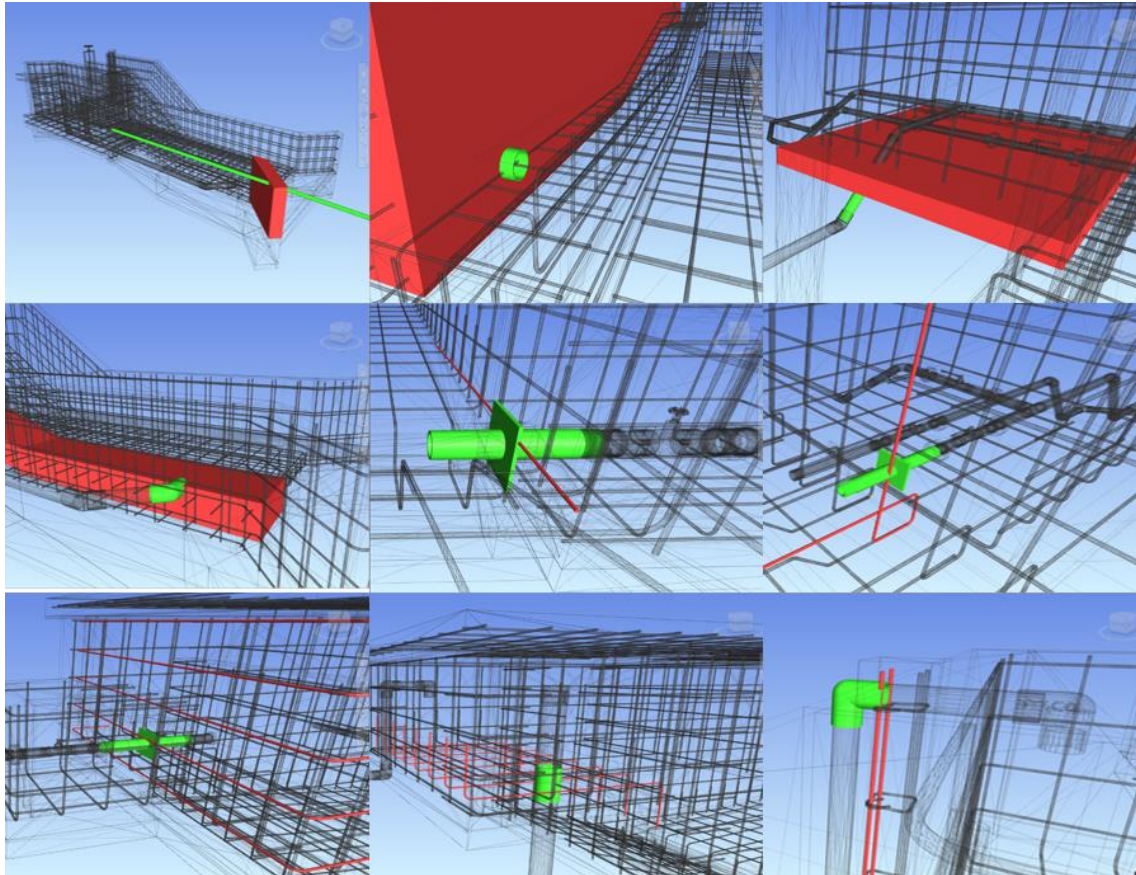
### **Interferencias identificadas**

- Interferencia entre la tubería que conduce el agua de la cámara de distribución con la estructura del alero de captación.
- Entre la tubería y la losa de concreto de la caseta de válvulas en el Reservorio.
- Entre la tubería y el acero de refuerzo de la losa de concreto de la caseta de válvulas en el Reservorio.
- Entre el acero de refuerzo vertical y el accesorio de brida en el muro del Reservorio.
- Entre el accesorio de Brida y el acero de refuerzo de muro estructural del Desarenador.
- Entre la tubería que proviene del rebose en la antecámara de salida y la losa rígida de concreto del Filtro Lento.
- Entre la tubería que proviene de rebose y la losa rígida de captación en la Instalación Hidráulica del Desarenador.
- Entre el accesorio de unión universal en la caseta de válvulas y la losa de concreto en el Filtro Lento.
- Entre la tubería que proviene de la cámara de demasías y la losa rígida de concreto en el Filtro Lento.

A continuación, se presenta las interferencias descritas anteriormente con el programa Navisworks.

Figura 87

*Interferencias identificadas*



### 4.1.3. Sobrecosto

Para el cálculo de sobrecostos, se tomará en cuenta las interferencias e incompatibilidades con los Planos y Metrados entre el expediente Técnico y los obtenidos aplicando la metodología BIM.

#### **Sobrecosto por Interferencias**

Se evalúan los impactos de las colisiones entre especialidades en el presupuesto, análisis de precios unitarios y programación de obra.

Detección de Interferencias en Naviswork

Se utiliza Naviswork para identificar interferencias y generar informes de conflictos entre especialidades.

Figura 88  
*Informe de conflictos con Naviswork*

AUTODESK NAVISWORKS Informe de conflictos

ARQ - INST. HID	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
0.001m	12	0	0	4	0	8	Estático	Acceptar	

Imagen	Nombre de conflicto	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	Elemento 1 ID de elemento	Elemento 2 ID de elemento	Comentarios
	Conflicto1	Estático	2024/3/27 22:09	Especialidad de Inst. Hidraulicas	x:1.41, y:2.41, z:0.01	ID de elemento: 164615	ID de elemento: 900513	#0 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:45 Asignado a Especialidad de Inst. Hidraulicas
	Conflicto7	Estático	2024/3/27 22:09	Especialista de Inst. Hidraulicas	x:0.33, y:2.87, z:0.57	ID de elemento: 164655	ID de elemento: 898798	#1 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:17 RDI N°1. Interferencia entre tubería de conducción con estructura de Alero #0 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:45 Asignado a Especialista de Inst. Hidraulicas
	Conflicto9	Estático	2024/3/27 22:09	Especialista de inst. Hidraulicas	x:1.31, y:2.13, z:-0.08	ID de elemento: 164615	ID de elemento: 900566	#2 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:19 RDI N° 2. Interferencia entre Tubería que proviene de Rebose con Losa y acero de refuerzo #0 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:45 Asignado a Especialista de Inst. Hidraulicas
	Conflicto10	Estático	2024/3/27 22:09		x:1.39, y:2.20, z:-0.02	ID de elemento: 170918	ID de elemento: 900566	#3 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:28 RDI N° 3. Se verifica Interferencia de accesorio codo de 45° con Losa Rígida de Captación #4 - ALEXANDER - 2024/3/27 22:36 RDI N° 4 Se identifica interferencia entre accesorio de salida de agua con losa rígida de concreto de captación

## Valoración de Sobrecostos

Se realizan pasos para calcular los sobrecostos por interferencias, incluyendo la revisión de presupuesto, programación de obra y análisis de precios unitarios.

El proceso de evaluación de sobrecostos por interferencias comienza con la generación de informes de conflictos mediante Naviswork Clash Detective, donde se identifican las colisiones entre especialidades. Luego, se contrastan estos informes con el presupuesto del expediente técnico y la programación de obra para determinar las partidas afectadas y el tiempo de ejecución adicional. Finalmente, se realizan análisis de precios unitarios para calcular los porcentajes de afectación en el costo total del proyecto.

## Identificación de Partidas Afectadas

Se presentan una de las partidas del presupuesto afectadas por interferencias en diferentes estructuras (captación, desarenador, filtro lento, reservorio). Todas las partidas afectadas se pueden visualizar en los anexos.

Figura 89

### Partida de estructuras afectada

Reporte de Conflicto		Presupuesto del Expediente Técnico					Programación de Obra Exp. Tec.	Análisis de Costos Unitarios Exp. Tec.
Conflicto Detectado	ID. Elemento	Item	Partida Afectada	und	Metrado			
<b>Conflicto 1:</b> Choque entre tubería con alero de C <sup>o</sup> A° a una altura que no corresponde	ID 1: 164615	01.02.01.04.02.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Kg	316.37	3.00 días	S/0.64	
	ID 2: 900513	01.02.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	65.27	2.00 días	S/11.47	
		01.02.01.04.02.03	CONCRETO f'c=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	7.16	3.00 días	S/181.68	
		01.02.01.06.01	ACCESORIOS PARA CAPTACION	und	1.00	4.00 días	S/26.68	
<b>Reporte de Conflicto</b>		<b>Presupuesto del Expediente Técnico</b>					<b>Programación de Obra Exp. Tec.</b>	<b>Análisis de Costos Unitarios Exp. Tec.</b>
<b>Conflicto Detectado</b>	<b>ID. Elemento</b>	<b>Item</b>	<b>Partida Afectada</b>	<b>und</b>	<b>Metrado</b>			
<b>Conflicto 2:</b> Choque entre tubería que viene de Cámara de Rebose con Acero de refuerzo en Losa	ID 1: 164615	01.02.01.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Kg	112.41	3.00 días	S/0.64	
	ID 2: 900566	01.02.01.04.01.02	CONCRETO f'c=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	2.78	3.00 días	S/181.68	
		01.02.01.06.01	ACCESORIOS PARA CAPTACION	und	1.00	4.00 días	S/26.68	
<b>Reporte de Conflicto</b>		<b>Presupuesto del Expediente Técnico</b>					<b>Programación de Obra Exp. Tec.</b>	<b>Análisis de Costos Unitarios Exp. Tec.</b>
<b>Conflicto Detectado</b>	<b>ID. Elemento</b>	<b>Item</b>	<b>Partida Afectada</b>	<b>und</b>	<b>Metrado</b>			
<b>Conflicto 3:</b> Choque entre accesorio codo 90° con Acero de refuerzo en Losa	ID 1: 170918	01.02.01.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Kg	112.41	3.00 días	S/0.64	
	ID 2: 900566	01.02.01.04.01.02	CONCRETO f'c=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	2.78	3.00 días	S/181.68	
		01.02.01.06.01	ACCESORIOS PARA CAPTACION	und	1.00	4.00 días	S/26.68	

## Cuantificación de Sobrecostos

Se cuantifican los sobrecostos por interferencias en cada estructura, a continuación, se presenta el sobre costo de una interferencia evidenciada. Los reportes completos se encuentran en los anexos.

Figura 90

### Cuantificación de sobrecostos en captación

CAPTACION	Item	Descripción de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Rev'x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Días)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Días)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.01.04.02.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	<b>Interferencia 1</b>	316.37	Kg	9.45	Kg	5.00	1,683.09	0.02	0.64	6.05
	01.02.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		65.27	m2	1.80	m2	3.00	3,299.40	0.02	11.47	20.65
	01.02.01.04.02.03	CONCRETO f'c=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		7.16	kg	0.18	m3	1.00	3,477.11	0.01	181.68	32.70
	01.02.01.06.01	ACCESORIOS PARA CAPTACION		1.00	und	1.00	und	3.00	652.32	1.01	171.00	220.00
		Tubería PVC SAP NTP 399.002 Ø110mm (4") C-5		6.00	m	6.00	m				25.00	150.00
		Union Universal de Fo. GALV. DE 2"		2.00	und	2.00	und				35.00	70.00
								<b>días</b>	<b>1.06</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>279.40</b>	

CAPTACION	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.01.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 2	112.41	Kg	9.45	Kg	3.00	598.02	0.03	0.64	6.05
	01.02.01.04.01.02	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		2.78	m3	0.18	m3	3.00	1,350.05	0.07	181.68	32.70
	01.02.01.06.01	ACCESORIOS PARA CAPTACION		1.00	und	6.00	m	4.00	652.32	0.92	150.00	150.00
<b>dias</b>										<b>1.02</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>188.75</b>

CAPTACION	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.01.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 3	112.41	Kg	9.45	Kg	3.00	598.02	0.16	0.64	6.05
	01.02.01.04.01.02	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		2.78	m3	0.18	m3	3.00	1,350.05	0.92	181.68	32.70
	01.02.01.06.01	ACCESORIOS PARA CAPTACION		1.00	und	1.00	und	4.00	652.32	0.08	13.78	13.78
<b>dias</b>										<b>1.17</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>52.53</b>

DESARENADOR	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.03.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 1	262.30	Kg	9.45	Kg	4.00	1395.44	0.02	0.64	6.048
	01.02.03.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		76.84	m2	1.18	m2	1.00	3,884.26	0.00	11.47	13.53
	01.02.03.04.01.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		11.39	m3	0.18	m3	3.00	5,531.33	0.02	181.68	32.70
	01.02.03.07.01	ACCESORIOS PARA DESARENADOR		1.00	und	1.00	und	5.00	2,208.89	0.24	53.00	106.00
		Union Universal de Fo. Galv. de 2"		2.00	und	2.00	und				35.00	70.00
	Tuberia PVC SAP NTP 399.002 Ø60mm (2") C-5	2.00	m	2.00	m					18.00	36.00	
<b>dias</b>										<b>0.28</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>158.29</b>

DESARENADOR	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.03.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 2	262.30	Kg	9.45	Kg	4.00	1395.44	0.02	0.64	6.048
	01.02.03.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		76.84	m2	1.18	m2	1.00	3,884.26	0.00	11.47	13.53
	01.02.03.04.01.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		11.39	m3	0.18	m3	3.00	5,531.33	0.02	181.68	32.70
	01.02.03.07.01	ACCESORIOS PARA DESARENADOR		1.00	und	1.00	und	5.00	2,208.89	0.36	110.00	160.00
		Valvula Compuerta de Bronce de 2"		1.00	und	1.00	und				85.00	85.00
		Canastilla de Bronce de 2"		1.00	und	1.00	und				25.00	25.00
	Niple de F" Galv. de 2" X 2"	2.00	und	2.00	und				25.00	50.00		
<b>dias</b>										<b>0.40</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>212.29</b>

DESARENADOR	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.03.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 3	262.30	Kg	9.45	Kg	4.00	1395.44	0.02	0.64	6.048
	01.02.03.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		76.84	m2	1.18	m2	1.00	3,884.26	0.00	11.47	13.53
	01.02.03.04.01.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		11.39	m3	0.18	m3	3.00	5,531.33	0.02	181.68	32.70
	01.02.03.07.01	ACCESORIOS PARA DESARENADOR		1.00	und	1.00	und	5.00	2,208.89	0.18	27.00	81.00
	Tuberia PVC SAP NTP 399.002 Ø110mm (4") C-7	18.00	m	3.00	m					27.00	81.00	
<b>dias</b>										<b>0.22</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>133.29</b>

DESARENADOR	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.03.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 4	262.30	Kg	9.45	Kg	4.00	1395.44	0.02	0.64	6.048
	01.02.03.04.01.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		11.39	m3	0.18	m3	3.00	5,531.33	0.02	181.68	32.70
	01.02.03.07.01	ACCESORIOS PARA DESARENADOR		1.00	und	1.00	und	5.00	2,208.89	0.08	12.00	36.00
	Adaptador PVC SP 60mm	3.00	und	3.00	und					12.00	36.00	
<b>dias</b>										<b>0.12</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>74.75</b>

FILTRO LENTO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU
	01.02.04.02.04.03.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 1	262.30	Kg	9.45	Kg	3.00	893.17	0.02	0.64	6.048
	01.02.04.02.04.03.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		11.39	m3	0.18	m3	3.00	3,787.91	0.03	181.68	32.70
	01.02.04.02.07.01	ACCESORIOS PARA DESARENADOR		1.00	und	1.00	und	5.00	1,303.93	0.37	12.00	96.00
		Tuberia PVC SAP NTP 399.002 Ø60mm (2") C-5		35.00	m	4.00	m				18.00	72.00
	Adaptador PVC SP 60mm	5.00	und	2.00	und					12.00	24.00	
<b>dias</b>										<b>0.41</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>134.75</b>

FILTRO LENTO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU	
	01.02.04.02.04.03.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 2	262.30	Kg	9.45	Kg	3.00	893.17	0.02	0.64	6.048	
	01.02.04.02.04.03.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		11.39	m3	0.18	m3	3.00	3,787.91	0.03	181.68	32.70	
	01.02.04.02.07.01	ACCESORIOS PARA DESARENADOR		1.00	und	1.00	und	5.00	1,303.93	0.36	12.00	93.00	
		Tuberia PVC SAP NTP 399.002 Ø60mm (2") C-5		35.00	m	4.50	m				18.00	81.00	
		Adaptador PVC SP 60mm		5.00	und	1.00	und				12.00	12.00	
<b>dias</b>											<b>0.40</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>131.75</b>

FILTRO LENTO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU	
	01.02.04.01.03.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 3	8.32	Kg	8.32	Kg	3.00	44.26	0.36	0.64	5.32	
	01.02.04.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		1.84	m2	1.84	m2	1.00	93.01	0.23	11.47	21.10	
	01.02.04.01.03.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		0.13	m3	0.13	m3	3.00	63.13	1.12	181.68	23.62	
	01.02.04.01.06.01	ACCESORIOS PARA VALV. CONTROL		1.00	und	1.00	und	4.00	248.20	2.88	132.00	179.00	
		Union Universal de Fo. Galv. de 2"		2.00	und	2.00	und				35.00	70.00	
		Adaptador PVC SP 60mm		2.00	und	2.00	und				12.00	24.00	
	Valvula compuerta de Bronce de 2"	1.00	und	1.00	und				85.00	85.00			
<b>dias</b>											<b>4.59</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>229.05</b>

FILTRO LENTO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU	
	01.02.04.02.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 4	11.76	Kg	9.45	Kg	3.00	44.26	0.41	0.64	6.048	
	01.02.04.02.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		1.60	m2	1.60	m2	1.00	93.01	0.20	11.47	18.352	
	01.02.04.02.04.01.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		0.19	m3	0.19	m3	3.00	63.13	1.64	181.68	34.52	
	01.02.04.02.07.01	ACCESORIOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRO		1.00	und	1.00	und	4.00	1,303.93	0.18	30.00	60.00	
		Codo PVC SP 60mm x 90º		9.00	und	2.00	und				12.00	24.00	
	Tuberia PVC SAP NTP 399.002 Ø60mm (2") C-5	35.00	m	2.00	m				18.00	36.00			
<b>dias</b>											<b>2.43</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>118.92</b>

FILTRO LENTO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU	
	01.02.04.02.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 5	11.76	Kg	9.45	Kg	3.00	44.26	0.41	0.64	6.048	
	01.02.04.02.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL		1.60	m2	1.60	m2	1.00	93.01	0.20	11.47	18.352	
	01.02.04.02.04.01.03	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		0.19	m3	0.19	m3	3.00	63.13	1.64	181.68	34.52	
	01.02.04.02.07.01	ACCESORIOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRO		1.00	und	1.00	und	4.00	1,303.93	0.55	47.00	179.00	
		Adaptador PVC SP 60mm		5.00	und	2.00	und				12.00	24.00	
		Niple de F" Galv. de 2" X 2"		4.00	und	2.00	und				35.00	70.00	
	Valvula Compuerta de Bronce de 2"	2.00	und	1.00	und				85.00	85.00			
<b>dias</b>											<b>2.80</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>237.92</b>

RESERVORIO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU	
	01.02.05.03.01	SOLADO DE CONCRETO 1:12 C:H e=4"	Interferencia 1	31.93	m2	1.00	m2	1.00	918.63	0.02	14.81	14.81	
	01.02.05.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2		167.89	Kg	9.45	Kg	3.00	3,894.98	0.00	0.64	6.05	
	01.02.05.04.01.02	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		7.80	m3	0.19	m3	3.00	2,132.20	0.05	181.68	34.52	
	01.02.05.07.02	ACCESORIOS EN RESERVORIO		1.00	und	1.00	und	5.00	1,985.65	0.64	40.00	252.50	
		Tuberia PVC SAP NTP 399.002 Ø110mm (4") C-5		1.50	m	1.50	m				25.00	37.50	
		Codo PVC SP 160mm x 90º		1.00	und	1.00	und				15.00	15.00	
		Valvula Compuerta de Bronce de 4"		2.00	und	1.00	und				200.00	200.00	
<b>dias</b>											<b>0.71</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>307.88</b>

RESERVORIO	Item	Descripcion de Partida	Interferencia	Metrado del Exp. Tec.	Und	Metrado Afectado en Revit x m2	Und	Prog. Obra del Exp. Tec. (Dias)	Costo de partida Exp. Tec.	Tiempo Afectado (Dias)	Costo Recurso según ACU	Valor Afectado de Recurso ACU	
	01.02.05.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Interferencia 3	167.89	Kg	9.45	Kg	3.00	3,894.98	0.00	0.64	6.05	
	01.02.05.04.01.02	CONCRETO Fc=210Kg/cm2 SIN MEZCLADORA		7.80	m3	0.19	m3	3.00	2,132.20	0.05	181.68	34.52	
	01.02.05.07.02	ACCESORIOS EN RESERVORIO		1.00	und	1.00	und	5.00	1,985.65	0.60	19.00	238.00	
		Niple de F" Galv. DE 2" X 6"		4.00	und	2.00	und				19.00	38.00	
		Valvula Compuerta de Bronce de 4"		2.00	und	1.00	und				200.00	200.00	
<b>dias</b>											<b>0.65</b>	<b>sobrecosto</b>	<b>278.57</b>

Por lo que se identificó un sobre costo total de **S/. 2,538.11** en partidas



- Cuantificación de Sobrecosto por Afectación de Tiempo de Ejecución

Se identificó que las interferencias afectaron un total de 16.26 días en la ejecución de la obra. Para calcular el sobrecosto asociado a este tiempo adicional, se consideraron los recursos afectados, como el costo de mano de obra. El resultado de este análisis arrojó un sobrecosto de **S/. 2,538.11**.

Una vez corregido y resuelto las interferencias que afectan las partidas del presupuesto, para la ejecución y culminación de las partidas afectadas, se generará un incremento de **S/. 2,538.11**, dicho monto es un adicional de presupuesto

### **Sobrecosto por incompatibilidades**

Para abordar el sobrecosto por incompatibilidades detectadas mediante la metodología BIM, se siguió lo siguiente:

#### Detección de Incompatibilidades

Utilizando la metodología BIM, se identificaron discrepancias entre los planos y metrados del proyecto, lo que resultó en problemas durante la construcción.

#### Proceso de Detección

Se compararon los metrados obtenidos con la metodología BIM y los del expediente técnico tradicional, utilizando modelos tridimensionales en Revit. Se emplearon los datos del expediente técnico y se crearon hojas de cálculo en Excel para realizar la comparación.

Tabla 21

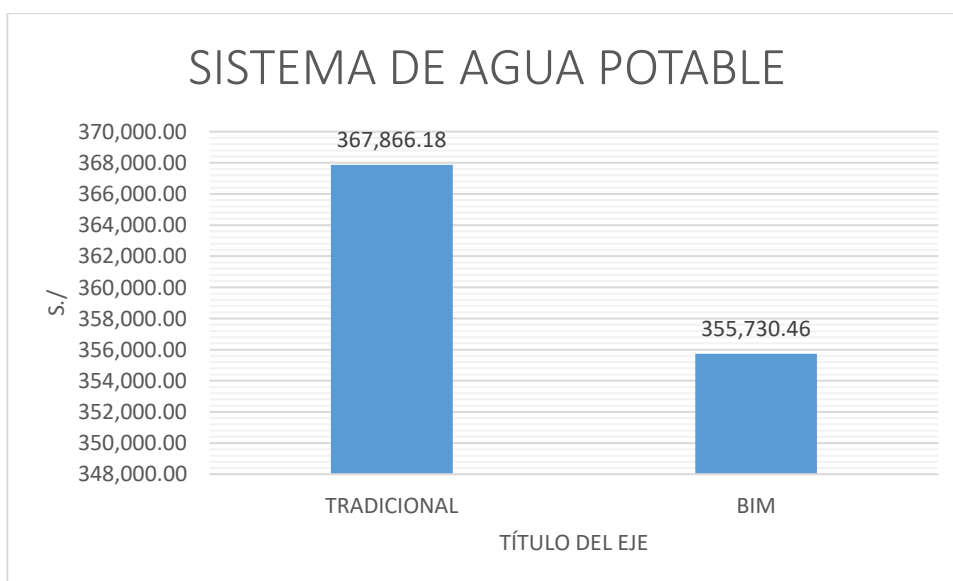
*Resultado económico aplicando metodología BIM*

ITEM	PARTIDAS DEL EXP. TECNICO	APLICACIÓN DE METODOLOGÍA	
		TRADICIONAL	BIM
		Costo (A*B)	Costo
01	<u>SISTEMA DE AGUA POTABLE</u>	367,866.18	355,730.46
01.01	OBRAS PROVISIONALES	29,856.85	29,856.85
01.02	LINEA DE ADUCCIÓN 01 (CAPTACIÓN - DESARENADOR)	153,137.72	142,914.01
01.03	LINEA DE CONDUCCION 01 (RESERVORIO DE 70m3-DISTRIBUCIÓN)	184,871.65	182,959.60
		<b>367,866.18</b>	<b>355,730.46</b>

### Resultados Obtenidos

Figura 91

*Reducción de sobre costo con la metodología BIM*



El presupuesto del proyecto generado con la metodología tradicional fue de S/. 367,866.18, mientras que el obtenido mediante BIM ascendió a S/. 355,730.46. Esto revela un sobrecosto por incompatibilidades de S/. 12,135.72.

#### **Incidencia del Sobrecosto**

El sobrecosto representa el 3.30% del presupuesto del costo directo del expediente técnico.

#### **4.1.4. Beneficios que aporta la propuesta**

La implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el diseño del sistema de agua potable en el Centro Poblado de Allhuacchullo, ubicado en Cusco, ha demostrado ser una estrategia eficaz para optimizar el proceso de diseño y construcción de infraestructuras. El uso de herramientas como Revit y Naviswork ha permitido identificar interferencias e incompatibilidades entre elementos de distintas especialidades, facilitando la toma de decisiones y reduciendo los sobrecostos asociados a estos problemas.

#### **Beneficios de la Implementación de la Metodología BIM**

**Detección temprana de interferencias:** El modelado tridimensional en Revit ha permitido detectar interferencias entre elementos de distintas especialidades, como tuberías, muros y estructuras de concreto. Esto ha evitado problemas durante la construcción y ha reducido los costos asociados a modificaciones y retrasos en el proyecto.

**Optimización del diseño:** La integración de detalles arquitectónicos, estructurales en un modelo digital tridimensional ha facilitado la coordinación entre profesionales y la toma de decisiones informadas. Esto ha llevado a un



diseño más preciso y eficiente del sistema de agua potable, minimizando errores y maximizando la eficiencia en la ejecución de la obra.

**Reducción de sobrecostos:** La identificación y corrección de interferencias e incompatibilidades mediante la metodología BIM ha contribuido a reducir los sobrecostos asociados a modificaciones durante la construcción. En este proyecto específico, se ha logrado una reducción significativa de sobrecostos tanto por interferencias como por incompatibilidades. Por ejemplo, se detectaron interferencias que causaron un sobrecosto de S/. 2,489.11 en partidas y S/. 2,538.11 en tiempo de ejecución adicional. Además, las incompatibilidades generaron un sobrecosto de S/. 12,135.72, representando el 3.30% del presupuesto del costo directo del expediente técnico.

**Mejora en la coordinación entre especialidades:** El uso de herramientas como Naviswork ha permitido una mejor coordinación entre las distintas especialidades involucradas en el proyecto. Esto ha facilitado la comunicación y la colaboración entre profesionales, garantizando una ejecución más eficiente y un resultado final de mayor calidad.

## 4.2. Discusiones

Muñoz (2020) destaca que la adopción de la metodología BIM mejoró la interoperabilidad y colaboración entre especialidades, reduciendo errores y costos adicionales en el diseño de edificaciones contemporáneas. En el proyecto de optimización del diseño del sistema de agua potable en Allhuacchullo, se implementó la metodología BIM, utilizando herramientas como Revit y Navisworks para detectar y corregir interferencias e incompatibilidades antes de la construcción. Muñoz subrayó la importancia de la interoperabilidad



tecnológica, estos estudios confirman que BIM optimizó la coordinación y redujo costos en proyectos específicos de infraestructura.

En el estudio de Álvarez et al. (2020), se encontró que la aplicación de la metodología BIM en el proyecto de mejoramiento de servicios de salud permitió detectar 51 incompatibilidades y corregir discrepancias en la representación gráfica y especificaciones técnicas antes de la construcción, logrando un ahorro en los recursos públicos y mejorando la coordinación entre especialidades. En el presente estudio se identificaron 6 incompatibilidades en aspectos como la distribución del acero, la geometría de los elementos y la altura de las estructuras. A través del análisis y la comparación con los modelos 3D, se pudieron corregir estas discrepancias. Ambos estudios corroboran que la implementación de BIM es efectiva para identificar y corregir incompatibilidades en la fase de diseño, optimizando así la precisión y la integración de los distintos componentes del proyecto.

Álvarez et al. (2020) encontraron que la aplicación de la metodología BIM en el proyecto de mejoramiento de los servicios de salud permitió identificar 55 interferencias entre las especialidades, las cuales se resolvieron antes de la construcción gracias al modelado 3D en Revit y la simulación en Navisworks. El presente estudio del diseño del sistema de agua potable en Allhuacchullo, Cusco, mediante el uso de BIM y herramientas como Revit y Navisworks, se identificaron 14 interferencias entre especialidades como tuberías, estructuras y accesorios. Ambos estudios concuerdan que la utilización de modelos tridimensionales permite detectar y resolver estos conflictos antes de la



construcción, garantizando una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y evitando retrasos y costos adicionales.

Loayza (2021) examinó el impacto de la ingeniería de valor y la metodología BIM durante la fase de diseño de un proyecto. Los resultados mostraron que la metodología BIM facilitó la gestión de cantidades de insumos, reduciendo errores a través de análisis 2D y 3D y simulaciones de construcción. La ingeniería de valor se benefició con un aumento del 3.28% en la optimización del valor, equivalente a 60,929 soles, y una optimización general del 22.93%, equivalente a 535,159 soles, debido a mejoras en la eficiencia de 15 de los 17 insumos estudiados. En el presente estudio, la implementación de la metodología BIM permitió identificar y corregir sobrecostos por incompatibilidades e interferencias, resultando en una reducción del sobrecosto total en S/. 17,211.94, equivalente al 4.68% del presupuesto del costo directo del expediente técnico. Al comparar estos resultados, se observa que, al igual que en el estudio de Loayza, la metodología BIM demostró ser efectiva en la gestión y optimización de recursos, minimizando los sobrecostos y mejorando la eficiencia del proyecto.



## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** La optimización del diseño del sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo, se realizó mediante la implementación de la metodología BIM. Esta metodología permitió detectar interferencias e incompatibilidades entre las distintas especialidades, como tuberías, estructuras y accesorios, antes de la construcción, logrando tomaron medidas correctivas para minimizar su impacto en el presupuesto y la ejecución del proyecto.

**SEGUNDO:** Se identificó 6 incompatibilidades entre las especialidades que intervinieron en el diseño del sistema de agua potable. A través del análisis de los planos del expediente técnico y la comparación con los modelos desarrollados en Revit, se detectaron discrepancias en la representación gráfica y las especificaciones técnicas, en aspectos como la distribución del acero, la geometría de los elementos y la altura de las estructuras.

**TERCERO:** En el proceso de diseño del sistema de agua potable, se identificaron las 14 interferencias entre las distintas especialidades mediante el desarrollo de modelos tridimensionales en programas como Revit y Navisworks. Estas herramientas permitieron analizar el modelo y detectar cualquier conflicto entre elementos, como tuberías, estructuras y accesorios, antes de la construcción.



**CUARTO:** La implementación de BIM permitió identificar y corregir sobrecostos por incompatibilidades e interferencias, reduciendo el sobrecosto total en S/. 17,211.94, equivalente al 4.68% del presupuesto del costo directo del expediente técnico, demostrando la efectividad de la metodología para minimizar costos.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Se recomienda ofrecer capacitación regular sobre el uso de herramientas BIM, como Revit y Navisworks. Esta capacitación garantizará que todos los miembros del equipo estén familiarizados con las funcionalidades de estas herramientas y puedan aprovechar al máximo su potencial en la detección temprana de interferencias e incompatibilidades. Además, un personal bien capacitado estará mejor preparado para utilizar eficientemente estas herramientas en el diseño y la construcción del sistema de agua potable, lo que contribuirá a la optimización del proceso
- SEGUNDO:** Se recomienda definir estándares y protocolos de trabajo claros para la creación, gestión y colaboración en modelos BIM. Estos estándares garantizarán la consistencia en la información y facilitarán la comunicación entre las distintas disciplinas involucradas en el proyecto. Al establecer protocolos específicos para el intercambio de datos y la coordinación entre especialidades, se reducirán las posibilidades de errores y se mejorarán los procesos de diseño y construcción.
- TERCERO:** Se recomienda hacer un mayor uso de herramientas de revisión y seguimiento. Estas herramientas permitirán a los equipos analizar el modelo tridimensional y detectar cualquier conflicto entre elementos antes de la construcción. Además, el uso continuo de estas herramientas durante todo el ciclo de vida del proyecto ayudará a garantizar que las modificaciones y ajustes se realicen de manera oportuna, evitando retrasos y sobrecostos durante la ejecución del proyecto.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, K. (2016). Tecnologías eficientes en las estructuras sanitarias aplicables a la normativa de arquitectura del Ecuador dentro del proceso edificatorio [Escuela Técnica Superior de Arquitectura]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/99542/AGUILAR> - TECNOLOGÍAS EFICIENTES EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS APLICABLES A LA NORMATIVA DE ARQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alonso, J. (2015). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. Spanish journal of BIM(15), 40-56. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/283570424\\_BIM\\_Building\\_Information\\_Modelling\\_New\\_LOD\\_definitions\\_Level\\_of\\_Development\\_for\\_LOD000\\_to\\_LOD600\\_and\\_LOD\\_X00/link/563fd82808ae45b5d28d343f/download](https://www.researchgate.net/publication/283570424_BIM_Building_Information_Modelling_New_LOD_definitions_Level_of_Development_for_LOD000_to_LOD600_and_LOD_X00/link/563fd82808ae45b5d28d343f/download)
- Alvarez, E., Bernaola, W., Quiroz, C., & Quispe, H. (2020). Estudio comparativo del sistema de gestión tradicional versus la metodología BIM, en la etapa de diseño y construcción en las dimensiones 4D y 5D, caso de estudio obra "Mejoramiento de los servicios de salud en el Centro de Salud Ttio - Distrito de Wanchac". Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655805>
- Arguello, M. (2019). PLAN DE ADOPCIÓN BIM EN UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2019/septiembre/0795620/0795620.pdf>
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica (Sexta edic).
- Ascue, M., Mamani, R., Mendoza, Y., Mujica, C., & Sotomayor, C. (2018). Propuesta de un módulo de vivienda utilizando la metodología BIM para el nivel socioeconómico C, caso de estudio distrito de San Sebastián Cusco.



- Ashcraf, H. (2008). Building Information Modeling: A Framework for Collaboration. *Construction Lawyer*, 28, 1-14. Obtenido de [https://www.hansonbridgett.com/media/Files/Publications/bim\\_building\\_information\\_modeling\\_a\\_framework\\_for\\_collaboration.pdf](https://www.hansonbridgett.com/media/Files/Publications/bim_building_information_modeling_a_framework_for_collaboration.pdf)
- Ashcraft, H. (2008). Building Information Modeling: A Framework for Collaboration. *Construction Lawyer*, 28(3), 1-14. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/313612420\\_Building\\_information\\_modeling\\_A\\_framework\\_for\\_collaboration](https://www.researchgate.net/publication/313612420_Building_information_modeling_A_framework_for_collaboration)
- Azhar, S., Hein, M., & Sketo, B. (2008). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. *Journal of Software Engineering and Applications*, 10(2), 1-11. Obtenido de [https://www.academia.edu/569813/Building\\_information\\_modeling\\_BIM\\_Benefits\\_risks\\_and\\_challenges](https://www.academia.edu/569813/Building_information_modeling_BIM_Benefits_risks_and_challenges)
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2020). Obras hidráulicas para el progreso de América Latina. Visiones. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/03/obras-hidraulicas-para-el-progreso-de-america-latina/>
- Benavides, E. (2019). MÉTODO DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN VIRTUAL: UNA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD DESDE EL EXPEDIENTE TÉCNICO. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8737/MAQberoej.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bensahaila, R., Blois, F., Doukari, O., Merkoune, D., Motamedi, A., & Sante, I. (2021). Suivi et control de l'avancement des travaux en BIM 4D. REX et cas d'etude du Projet Nanterre 2 CESI. *CultureSciences de l'Ingénieur*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/355395604\\_Suivi\\_et\\_control\\_de\\_l'avancement\\_des\\_travaux\\_en\\_BIM\\_4D\\_REX\\_et\\_cas\\_d'etude\\_du\\_Projet\\_Nanterre\\_2\\_CESI](https://www.researchgate.net/publication/355395604_Suivi_et_control_de_l'avancement_des_travaux_en_BIM_4D_REX_et_cas_d'etude_du_Projet_Nanterre_2_CESI)



- Berrio, D., & Valer, H. (2022). GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE OCHO PISOS MEDIANTE INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO (KPI) EMPLEANDO EL BIM 5D Y LEAN CONSTRUCTION EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2020. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6650/253T20220174\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6650/253T20220174_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bohórquez-Castellanos, J., Porrás-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O., & Mariño-Espinel, M. (2018). Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D. *Ingeniería y Tecnología*, 14(1), 252-267. doi:<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27106>
- Borbor, E. (2015). Diseño de optimización de redes de agua potable y alcantarillado sanitario del sector 12 del distrito de Manantay - Coronel Portillo - Ucayali. Universidad Nacional de Ucayali.
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). *Building Information Modeling. Technology Foundations and Industry Practice*. Springer. Obtenido de <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-92862-3>
- Cabezas, E., Naranjo, D., & Torres, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15424/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chahrour, R., Atif, M., Mohammad, A., Ibnauf, H., Dawood, H., & Rodríguez-Trejo, S. (2019). Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. *Construction Management and Economics*, 39(1), 55-72. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446193.2020.1802768?cookieSet=1>



- Choclán, F., Soler, M., & González, R. (2014). Introducción a la metodología BIM. Madrid. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/284159764\\_INTRODUCCION\\_A\\_LA\\_METODOLOGIA\\_BIM/link/564cbc6b08aeafc2aaaf73c2/download](https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM/link/564cbc6b08aeafc2aaaf73c2/download)
- CRC. (2007). Adopting BIM for facilities management. Solutions for managing the Sydney Opera House. Brisbane: Cooperative Research Centre for Construction Innovation. Obtenido de [http://www.construction-innovation.info/images/CRC\\_Dig\\_Model\\_Book\\_20070402\\_v2.pdf](http://www.construction-innovation.info/images/CRC_Dig_Model_Book_20070402_v2.pdf)
- Deng, Y., Gan, J., Das, M., Cheng, C., & Anumba, C. (2019). Integrating 4D BIM and GIS for Construction Supply Chain Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(4), 1-15. Obtenido de <https://repository.hkust.edu.hk/ir/Record/1783.1-95766>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Hoboken: John Wiley & Sons. Obtenido de [http://bim.pu.go.id/assets/files/BIM\\_Handbook\\_A\\_Guide\\_to\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_for\\_Owners\\_Managers\\_Designers\\_Engineers\\_and\\_Contractors\\_Second\\_Edition.pdf](http://bim.pu.go.id/assets/files/BIM_Handbook_A_Guide_to_Building_Information_Modeling_for_Owners_Managers_Designers_Engineers_and_Contractors_Second_Edition.pdf)
- Econova. (27 de 4 de 2020). Econova. Institute of Architecture and Engineering. Obtenido de Econova. Institute of Architecture and Engineering: <https://econova-institute.com/blog/cual-es-la-diferencia-entre-autocad-y-revit/>
- EL-MEKAWY, M., PAASCH, J., & PAULSSON, J. (2014). Integration of 3D Cadastre, 3D Property Formation and BIM in Sweden. Dubai: 4th International Workshop on 3D Cadastres. Obtenido de <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Aac67c52c-a602-4a5f-b7e1-815d94a5c3a6>
- Farfán, E., & Chavil, J. (2016). Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de



[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621662/CHAVIL\\_PJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621662/CHAVIL_PJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Fonseca, R. (2018). Propuesta para la optimización de los procesos constructivos en sistemas de mampostería estructural, para la construcción de vivienda multifamiliar VIS, mediante la implementación de BIM. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68683>

García, J. (2017). Metodología BIM en la realización de proyectos de construcción. Estudio de 6 viviendas adosadas en Gilet. València: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89577/Garc%C3%ADa%20Plaza%2C%20>

Guadalajara, O. (2017). Incidencia del BIM en el proceso proyecto-construcción de arquitectura: una vivienda con REVIT. Universitat Politècnica de València, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102466/OSCA%20-%20EGA-F0097%20Incidencia%20del%20BIM%20en%20el%20proceso%20proyecto-construcci%C3%B3n%20de%20arquitectura%3A%20una%20vivi....pdf?sequence=1>

Hasan, A., & Rasheed, S. (2019). The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry. Civil Engineering Journal, 5(1), 412-421. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/331428479\\_The\\_Benefits\\_of\\_and\\_Challenges\\_to\\_Implement\\_5D\\_BIM\\_in\\_Construction\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/331428479_The_Benefits_of_and_Challenges_to_Implement_5D_BIM_in_Construction_Industry)

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de Investigación (M. Hill, Ed.; Sexta edic).

Hernández, S. (2018). Uso de la Metodología "BIM" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de



[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hernandez\\_RS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hernandez_RS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ichpas, F., & Mendoza, J. (2016). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en una coordinación digital de proyectos con tecnología BIM. Universidad Nacional de Huancavelica, Lircay. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1927/TESIS%20ICHPAS%20Y%20MENDOZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Isikdag, U., & Zlatanova, S. (2009). A SWOT analysis on the implementation of Building Information Models within the Geospatial Environment. OTB Research Institute. Conference UDMS. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/38144522\\_A\\_SWOT\\_analysis\\_on\\_the\\_implementation\\_of\\_Building\\_Information\\_Models\\_within\\_the\\_geospatial\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/38144522_A_SWOT_analysis_on_the_implementation_of_Building_Information_Models_within_the_geospatial_environment)
- Jobim, C., Stumpf, M., Edelweiss, R., & Kern, A. (2017). Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015. Revista Ingeniería de Construcción, 32(3), 185–194. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732017000300185>
- Jupp, J. (2017). 4D BIM for Environmental Planning and Management. Procedia Engineering, 180, 190-201. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817316855>
- Khochare, S., & Waghmare, A. (2018). 3D,4D and 5D Building Information Modeling for Commercial Building Projects. International Research Journal of Engineering and Technology, 5(1), 132-138. Obtenido de <https://www.irjet.net/archives/V5/i1/IRJET-V5I128.pdf>
- Kjartansdóttir, I., Mordue, S., Nowak, P., Philp, D., & Snæbjörnsson, J. (2017). BUILDING INFORMATION MODELLING BIM. Iceland: Erasmus+. Obtenido de <https://www.ciob.org/sites/default/files/M21%20%20BUILDING%20INFORMATION%20MODELLING%20-%20BIM.pdf>



- León, A. (2018). Análisis del sistema constructivo de un proyecto de ejecución de vivienda unifamiliar con tecnología BIM. València: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/178699/Leon%20-%20Análisis%20del%20sistema%20constructivo%20de%20un%20proyecto%20de%20ejecucion%20de%20vivienda%20unifamiliar%20con%20...pdf?sequence=1>
- Li, H., Zhang, C., Song, S., Demirkesen, S., & Chang, R. (2020). Improving Tolerance Control on Modular Construction Project with 3D Laser Scanning and BIM: A Case Study of Removable Floodwall Project. Appl. Sci, 10(23), 1-21. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/23/8680>
- Loayza, R. (2021). ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA INGENIERÍA DE VALOR Y LA METODOLOGÍA BIM DURANTE LA ETAPA DE DISEÑO DEL PROYECTO "CREACIÓN DEL SERVICIO DE OBSERVATORIO DESEGURIDAD CIUDADANA EN LA REGIÓN CUSCO". Cusco: Universidad Andina del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4339>
- López, L. (2017). Planteamiento de una estrategia de inclusión de BIM para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60797/LeidyL.L%c3%b3pezRuiz.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. CienciAmérica, 3(1), 34-39. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Manzanares, R. (12 de 5 de 2020). Creaciones. Obtenido de <https://creacionessv.com/por-que-realizar-un-diseno-de-construccion-antes-de-construir-o-remodelar-mi-casa/>
- Mateu, D. (2015). Building Information Modeling 4D aplicado a una planificación con Last Planner System. València: Universitat Politècnica de València.



Obtenido de  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55623/MATEU%20-%20Building%20Information%20Modeling%204D%20aplicado%20a%20una%20planificaci%C3%B3n%20con%20Last%20Planner%20System..pdf?sequence=4>

Mateu, D. (2015). Building Information Modeling 4D aplicado a una planificación con Last Planner System. València: Universitat Politècnica de València. Obtenido de  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55623/MATEU%20-%20Building%20Information%20Modeling%204D%20aplicado%20a%20una%20planificaci%C3%B3n%20con%20Last%20Planner%20System..pdf?sequence=4>

Mendoza, L. (2020). Aplicación de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos Lean Construction en proyectos multifamiliares. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654792/MendozaB\\_L.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654792/MendozaB_L.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Milyutina, M. (2018). Introduction of Building Information Modeling (BIM) Technologies in Construction. Journal of Physics: Conference Series, 1015(4), 1-4. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1015/4/042038>

Miñin, F. (2018). Implementación del BIM en el Edificio Multifamiliar "Fanning" para mejorar la eficiencia del diseño en el distrito Miraflores - Lima 2018. Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38251>

Miranda, M., & Muñoz, J. (2015). Tecnología BIM y la optimización de la productividad en obras retail. Universidad Ricardo Palma, Lima. Obtenido de  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2191/miranda\\_ma-munoz\\_jcd.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2191/miranda_ma-munoz_jcd.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Moreno, M. (2019). Optimización de Estructuras de Barras Utilizando Metaheurísticas. Centro de Investigaciones en Matemáticas.
- Muñoz, G. (2020). Interoperabilidad en el entorno BIM: Mejoramiento de los procesos de diseño y comunicación a partir de la implementación del concepto OpenBIM. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79163/1113786136.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Neil, D., & Cortez, L. (2018). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica (Editorial UTMACH, Ed.).
- Noa, A., & Vergara, O. (2021). DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ESPECIALES APLICANDO TECNOLOGÍA BIM, AUTOMATIZACIÓN Y AUTOGENERACIÓN HÍBRIDA, DE UN HOTEL 5 ESTRELLAS. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6414>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis (Ediciones de la U, Ed.; 5a edición).
- Pereira-Uzal, J. (2013). Modelado 3D en patrimonio por técnicas de structure from motion. Ph Investigación, 1, 1–11.
- Pomayay, E. (2020). La metodología del modelamiento de información de la construcción (BIM) y su incidencia en la optimización de costos del proyecto Pabellón "H" de la Universidad Continental - Huancayo. Universidad Continental.
- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. Telos, 12(2), 248–252.
- Quiso, E., Rivera, J., & Farje, J. (2021). Proposal for the application of ICE and BIM sessions to increase productivity in construction. Journal of Physics: Conference Series, 1-11. Obtenido de



<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655943/10.10881742-659618031012027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ramírez, D. (2018). APLICACIÓN DE BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2018/junio/0775966/0775966.pdf>
- Ramos, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 1-5. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746475>
- Ricoeur, P. (2003). Arquitectura y narratividad. *Arquitectonics: Mind, Land & Society*, 3, 9–29.
- Rodríguez, M., & Mendivelso, F. (2018). DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE CORTE TRANSVERSAL. *Revista Médica Sanitas*, 21(3), 141–146.
- Ruíz, C. (2002). Validez. In Programa Interinstitucional Doctorado en Educación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Sanchez, K. (2021). Implementación de la metodología BIM 3D para la compatibilización de especialidades en la etapa de diseño de las edificaciones en la empresa Redcom Ingenieros, Lima, 2019. Lima: Universidad Católica Sedes Sapientiae. Obtenido de [https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1289/Sanchez\\_Katherine\\_trabajo\\_suficiencia\\_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1289/Sanchez_Katherine_trabajo_suficiencia_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Sánchez, R. (2015). t-Student. Usos y abusos. (59-61, Ed.) *Revista mexicana de cardiología*, 26(1). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmc/v26n1/v26n1a9.pdf>
- San Millan, M. (2011). *Arquitectura Óptima: Cuatro medios prácticos para optimizar proyectos de arquitectura*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Sebastián, J., León, J., Hincáié, A., & Mendoza, G. (2020). Comparación de implementación CAD vs BIM para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería. *IDEA Construcción Y Madera*, 2(2), 14–25.



- Sierra, H. (2021). METODOLOGÍA BIM EN LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS. CASO PRÁCTICO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO TARWIYOCC. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sulaiman, H., & Filippin, C. (2015). Optimización económica basada en simulación de edificios. Análisis de herramientas disponibles. National Scientific and Technical Research Council, 3(1), 211–222.
- Tacora, A., & Rivera, M. (2020). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA MEJORAR LOS ALCANCES EN LA ETAPA DE DISEÑO EN PROYECTOS DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TACNA, 2020. Tacna: Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1645>
- Testa, R. (2019). Implementación BIM en la Dirección de Proyectos de Construcción. Valladolid: Universidad de Valladolid. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/225143736.pdf>
- Trejo, N. (2018). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. Universidad de Chile, Santiago de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%C3%ADa-BIM-en-la-planificaci%C3%B3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vásquez, M. (1994). Recocido simulado: un nuevo algoritmo para la optimacion de estructuras. Escuela Tecnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Vizcarra, J. (2019). Implantación del Building Information Modeling (BIM) en las competencias de la enseñanza universitaria en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, UNSAAC, Cusco. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.



Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vizcarra-Aparicio/publication/335907949\\_Implantacion\\_del\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_BIM\\_en\\_las\\_Competiciones\\_de\\_la\\_Ensenanza\\_Universitaria\\_en\\_la\\_Escuela\\_Profesional\\_de\\_Ingenieria\\_Civil\\_de\\_la\\_Facultad\\_de\\_Arquitectura](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vizcarra-Aparicio/publication/335907949_Implantacion_del_Building_Information_Modeling_BIM_en_las_Competiciones_de_la_Ensenanza_Universitaria_en_la_Escuela_Profesional_de_Ingenieria_Civil_de_la_Facultad_de_Arquitectura)

Wan Mohammad, W., Bin Abdullah, M., & Ismail, S. (2018). Understanding the Concept of Building Information Modeling: A Literature Review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(1), 954-960. Obtenido de [https://hrmars.com/papers\\_submitted/4069/understanding-the-concept-of-building-information-modeling-a-literature-review.pdf](https://hrmars.com/papers_submitted/4069/understanding-the-concept-of-building-information-modeling-a-literature-review.pdf)

Xu, J. (2017). Research on application of BIM 5D technology in central grand project. *Procedia Engineering*, 174, 600–610. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.194>

Zhang, D. (2015). An analysis of building information modelling (BIM) implementation from a planned behavior perspective. Hong Kong: University of Hong Kong. Obtenido de <https://hub.hku.hk/handle/10722/224808>



## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>  ¿De qué manera se podrá implementar la metodología BIM para la optimización del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?	<b>OBJETIVO GENERAL</b>  Implementar la metodología BIM para la optimización del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>  La implementación de la metodología BIM permite optimizar el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.	<b>Variable independiente:</b>  <b>X = METODOLOGÍA BIM</b>  Dimensiones e Indicadores  X.1. = BIM 3D – Modelo tridimensional X.1.1. Visualización del proyecto X.1.2. Detección de errores X.1.3. Información geométrica X.1.4. Documentación gráfica  X.2. = BIM 4D - Tiempo X.2.1. = Fase de planificación X.2.2. = Proceso de construcción X.2.3. = Análisis de los sistemas	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada. <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo. <b>Diseño:</b> No experimental de corte Transversal. <b>Población:</b> La construcción de una infraestructura de agua potable en el centro poblado Allhuacchullo, en el distrito Santo Tomás de Chumbivilcas, Cusco, 2022 <b>Muestra:</b> Para definir el tamaño de la muestra se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, por lo tanto, la muestra tuvo el mismo tamaño de la población. <b>Técnicas de recolección de datos:</b>
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>  ¿Cómo se identificarán las incompatibilidades en las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?  ¿Cómo se identificarán las interferencias en las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>  Identificar las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.  Identificar las interferencias entre las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>  Mediante la aplicación de la metodología BIM se identificará las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.  Mediante la aplicación de la metodología BIM se identificará las interferencias entre las		



<p>¿Cómo la metodología BIM prevendrá y minimizarán los sobrecostos por incompatibilidades e interferencias en el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022?</p>	<p>agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.</p> <p>Determinar de qué manera la implementación de la metodología BIM previene y minimiza los sobrecostos por incompatibilidades e interferencias en el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.</p>	<p>especialidades que intervienen en la etapa del diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.</p> <p>La implementación de la metodología BIM logra prevenir y minimizar los sobrecostos por incompatibilidades e interferencias en el diseño de un sistema de agua potable en el centro poblado de Allhuacchullo – Cusco, 2022.</p>	<p>X.3. = BIM 5D - Coste  X.3.1. = Análisis de presupuesto  X.3.2. = Estimación de coste</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p><b>Y = OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO</b></p> <p>Y.1. = Incompatibilidades  Y.1.1. Por Especialidad  Y.1.2. Por Impacto  Y.1.3. Error en el diseño</p> <p>Y.2. = Interferencias  Y.2.1. Por Especialidad  Y.2.2. Por Impacto  Y.2.3. Error en el diseño</p> <p>Y.3. = Sobrecostos  Y.3.1. Costo de incompatibilidad  Y.3.2. Costo de interferencia</p>	<p>Observación y recopilación documental.</p> <p><b>Instrumentos de recolección de datos:</b>  Guía de observación, Fichas de registros de datos y Fichas bibliográficas.</p> <p><b>Técnicas para el procesamiento y análisis de la información:</b>  El procesamiento y análisis de la información será por medio del software Autodesk Revit 2020 y del Microsoft Excel.</p>
---	--	---	---	--

## Anexo 2. Panel fotográfico

Vista fotográfica del Centro poblado de Allhuacchullo



Vista Fotográfica de la estructura de Captación según modelos desarrollados con BIM



Vista Fotográfica de llenado de losa de concreto según detalles de modelos realizados



Vista fotográfica de instalaciones hidráulicas en reservorio



Vista Fotográfica de la construcción de la estructura Filtro Lento según modelos desarrollados.



Vista fotográfica de verificación de instalaciones domiciliarias.



Vista Fotográfica de verificación de trazos que proviene de línea de distribución principal desde Reservorio.



## Anexo 03. Ficha de Registro aplicando la metodología Tradicional y la Metodología BIM

RESULTADOS APLICANDO LA METODOLOGÍA TRADICIONAL Y LA METODOLOGIA BIM								
ITEM	PARTIDAS DEL EXP. TECNICO	UND.	P. UNIT.	APLICACIÓN DE METODOLOGÍA			APLICACIÓN DE METODOLOGÍA	
				EXP. TEC. (A)	TRADICIONAL	BIM	TRADICIONAL	BIM
					Met. Exp. Tec. (B)	Metrado (C)	Costo (A*B)	Costo
01	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					<b>367,866.18</b>	<b>355,730.46</b>	
01.01	OBRAS PROVISIONALES					29,856.85	29,856.85	
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA (3 20x2.40 mt.)	und.	1,040.38		1.00	1,040.38	1,040.38	
01.01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	58.24	120.00	120.00	6,988.80	6,988.80	
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	Gb	10,702.59	1.00	1.00	10,702.59	10,702.59	
01.01.04	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	Mes	2,781.27	4.00	4.00	11,125.08	11,125.08	
01.02	LINEA DE ADUCCION 01 (CAPTACION - DESARENADOR)					153,137.72	142,914.01	
01.02.01	<b>CAPTACION</b>					18,020.30	17,165.97	
01.02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					72.45	72.45	
01.02.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	29.45	29.45	9.42	9.42	
01.02.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	29.45	29.45	63.02	63.02	
01.02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,845.42	1,845.42	
01.02.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	23.63	22.72	22.72	536.87	536.87	
01.02.01.02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	0.77	22.75	22.75	17.52	17.52	
01.02.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	27.26	27.26	1,291.03	1,291.03	
01.02.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					777.91	672.52	
01.02.01.03.01	SOLADO DE CONCRETO 1:12 C:H =4"	m2	28.77	19.18	17.71	551.81	509.52	
01.02.01.03.02	CONCRETO Fc=140 Kg/cm2 +70% PG SIN MEZCLADORA	m3	262.91	0.86	0.62	226.10	163.00	
01.02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					11,955.85	11,918.15	
01.02.01.04.01	LOSA BASE					1,948.07	1,828.07	
01.02.01.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	112.41	114.50	598.02	609.14	
01.02.01.04.01.02	CONCRETO Fc= 210 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	485.63	2.78	2.51	1,350.05	1,218.93	
01.02.01.04.02	MUROS					8,459.60	8,304.12	
01.02.01.04.02.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	316.37	405.94	1,683.09	2,159.60	
01.02.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	65.27	58.82	3,299.40	2,973.35	
	Muro Lateral captacion				16.22			
	Muro Lateral captacion				15.44			
	Muro intermedio				8.20			
	Alero derecho de Ingreso				3.54			
	Alero izquierdo de Ingreso				2.60			
	Alero derecho de salida				2.20			
	Alero izquierdo de salida				2.20			
	Muro camara de distribucion				5.12			
	Muro Transversal Cam, Distribucion				1.70			
	Muro Transversal Cam, Distribucion				1.60			
01.02.01.04.02.03	CONCRETO Fc= 210 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	485.63	7.16	6.53	3,477.11	3,171.16	
	Conc. F=210kg/cm2 en Muro Lateral captacion				1.87			
	Conc. F=210kg/cm2 en Muro Lateral captacion				1.74			
	Conc. F=210kg/cm2 en Muro intermedio				0.74			
	Conc. F=210kg/cm2 en Alero derecho de Ingreso				0.37			
	Conc. F=210kg/cm2 en Alero izquierdo de Ingreso				0.26			
	Conc. F=210kg/cm2 en Alero derecho de salida				0.23			
	Conc. F=210kg/cm2 en Alero izquierdo de salida				0.23			
	Conc. F=210kg/cm2 en Muro camara de distribucion				0.46			
	Conc. F=210kg/cm2 en Muro Transversal Cam, Distribucion				0.15			
	Conc. F=210kg/cm2 en Muro Transversal Cam, Distribucion				0.14			
	Conc. F=210kg/cm2 en Losa de camara dist.				0.34			
01.02.01.04.03	BARRAJE					1,548.18	1,785.97	
01.02.01.04.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	44.16	45.50	234.93	242.06	
01.02.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	4.94	4.20	249.72	212.31	
01.02.01.04.03.03	CONCRETO Fc= 210 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	485.63	2.19	2.74	1,063.53	1,331.60	
	Conc. F=210kg/cm2 en Barraje.				2.74			
01.02.01.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS					2,148.37	1,437.12	
01.02.01.05.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	70.88	47.41	2,148.37	1,437.12	
	Area Interior Muro Lateral Derecha				4.65			
	Area Interior Muro Lateral Izquierda				5.03			
	Area Interior Muro Central				3.06			
	Area Interior Muro Central				4.11			
	Area Alero Interior de Ingreso				2.80			
	Area Alero Interior de Salida				2.22			
	Area Muro Cam. Dist. 1				2.57			
	Area Muro Cam. Dist. 2				2.57			
	Area Muro Cam. Dist. 3				0.80			
	Area Muro Cam. Dist. 4				0.80			
	Area Losa 1				3.05			



			Area Losa 2		4.15		
			Area Losa 3 Cam Det.		3.65		
			Area Sup. Barraje		3.65		
01.02.01.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					652.32	652.32
01.02.01.06.01	ACCESORIOS EN CAPTACION	und	652.32	1.00	1.00	652.32	652.32
			Union Universal de Pvc		2.00		
			Adaptador Union Presion Rosca Agua Fria		2.00		
			Niple con rosca Agua Fria		1.00		
			Codo Agua Fria		3.00		
			Tee SP Agua Fria		1.00		
			Union SP Agua Fria		2.00		
			Campana Tubo Agua Fria		7.00		
			Reduccion con Rosca externa Agua Fria		3.00		
			Reduccion SP Agua Fria		5.00		
			Union con rosca Interna Agua Fria		3.00		
			Union SP Agua Fria		2.00		
01.02.01.07	CARPINTERIA METALICA					567.98	567.98
01.02.01.07.01	TAPA METALICA PARA CAPTACION (0.60x0.60 mt)	und	158.99	2.00	2.00	317.98	317.98
01.02.01.07.02	COMPUERTA METALICA TIPO GUSANO	und	250.00	1.00	1.00	250.00	250.00
01.02.02	LINEA DE CONDUCCION 01					6,335.20	6,335.20
01.02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					99.43	99.43
01.02.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	122.26	122.26	39.12	39.12
01.02.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE LINEA DE CONDUCCION	KM	502.54	0.12	0.12	60.30	60.30
01.02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					2,560.64	2,560.64
01.02.02.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN MATERIAL SUELTO	m3	20.95	48.90	48.90	1,024.46	1,024.46
01.02.02.02.02	EXCAVACION DE ZANJA EN ROCA SUELO	m3	20.50	6.11	6.11	125.26	125.26
01.02.02.02.03	EXCAVACION DE ZANJA EN ROCA RUJA	m3	26.59	6.11	6.11	162.46	162.46
01.02.02.02.04	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA	m	1.62	122.26	122.26	198.06	198.06
01.02.02.02.05	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA	m	2.94	122.26	122.26	359.44	359.44
01.02.02.02.06	RELLENO Y COMP. CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	9.42	73.35	73.35	690.96	690.96
01.02.02.03	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS					3,675.14	3,675.14
01.02.02.03.01	INSTALACION DE TUBERIA PVC SAPNTP 399.002 D=110mm (4")	m	28.82	122.26	122.26	3,523.53	3,523.53
01.02.02.03.02	PRUEBA HIDRAULICA+ DESINFECCION	m	1.24	122.26	122.26	151.60	151.60
01.02.03	DESARENADOR					24,551.16	22,304.93
01.02.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES					61.99	91.02
01.02.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	25.20	37.00	8.06	11.84
			Area de Intervención Estructura Desarenador			37.00	
01.02.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	25.20	37.00	53.93	79.18
			Area de Intervención Estructura Desarenador			37.00	
01.02.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					3,244.04	2,831.62
01.02.03.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	23.63	40.32	38.60	952.76	912.12
			Según Volumen corte en Revit Arq			38.60	
01.02.03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	48.38	40.53	2,291.28	1,919.50
			Eliminacion de Mat. Excavado F. =5%			40.53	
01.02.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					436.44	487.36
01.02.03.03.01	SOLADO DE CONCRETO 1:12 C:H=4"	m2	28.77	15.17	16.94	436.44	487.36
			Area Superficie de Solado Revit			16.94	
01.02.03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					14,039.80	11,536.60
01.02.03.04.01	CAJA DESARENADOR					10,811.02	9,281.01
01.02.03.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	262.30	345.31	1,395.44	1,837.05
			Acero 3/8" en muros Desarenador			237.73	
			Acero 3/8" en Losa Base Desarenador			107.58	
01.02.03.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL	m2	50.55	76.84	75.88	3,894.26	3,835.73
			Encofrado y Desencofrado en Muros			75.88	
01.02.03.04.01.03	CONCRETO Fc=210 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	485.63	11.39	7.43	5,531.33	3,608.23
			Concreto en muros Desarenador			5.42	
			Concreto en losa base Desarenador			2.01	
01.02.03.04.02	LOSA TECHO					3,228.78	2,255.59
01.02.03.04.02.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	262.30	86.27	1,395.44	458.96
			Acero 3/8" en Losa Techo			86.27	
01.02.03.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL	m2	50.55	19.84	16.52	1,002.91	835.09
			Encofrado y Desencofrado en Losa Techo			16.52	
01.02.03.04.02.03	CONCRETO Fc=210 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	485.63	1.71	1.98	830.43	961.55
			Concreto en losa Techo Desarenador			1.98	
01.02.03.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS					3,558.10	3,975.66



01.02.03.05.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	48.74	54.16	1,757.08	1,952.47
			Area Tarrajeo exterior muros		37.94		
			Area Tarrajeo exterior Losa Techo		16.22		
01.02.03.05.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	59.42	66.75	1,801.02	2,023.19
			Area Tarrajeo interior muros		37.94		
			Area Tarrajeo interior Losa Techo		16.22		
			Area Tarrajeo interior Losa fondo		12.59		
01.02.03.06	PINTURA					397.23	441.40
01.02.03.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	48.74	54.16	397.23	441.40
			Area pintura muros exteriores		37.94		
			Area pintura losa exterior techo		16.22		
01.02.03.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					2,208.89	2,208.89
01.02.03.07.01	ACCESORIOS EN DESARENADOR	und	2,208.89	1.00	1.00	2,208.89	2,208.89
			Niple F" G" de 2", L=50cm		1.00		
			Válvula Comp. Cierre esférico		1.00		
			Unión Universal 2" F" G"		2.00		
			Niple F" G" de 2", L=10cm		3.00		
			Niple F" G" de 2", L=60cm		1.00		
			Canastilla de 2" Bronce		1.00		
			Niple con Breda 4" L=30cm		1.00		
			Unión Universal 4" F" G"		2.00		
			Niple de F" G" 4" L=10cm		1.00		
			Niple de F" G" 4" L=90cm		1.00		
			Codo PVC Agua Fria 2"		3.00		
			Campana PVC Agua Fria 4"		1.00		
			Unión SP Agua Fria 4"		1.00		
			Reducción con rosca ext. Agua Fria		2.00		
			Unión con R. Interna Agua Fria		1.00		
			Codo PVC Agua Fria 4"		2.00		
			Unión con rosca Interna Agua Fria		2.00		
			Reducción con rosca ext. Agua Fria 1"		1.00		
			Tee SP Agua Fria 4"		1.00		
			Tub Agua Fria C-10 SP 2"		1.25 m		
			Tub Agua Fria C-10 SP 4"		5.88 m		
01.02.03.08	CARPINTERIA METALICA					604.67	732.37
01.02.03.08.01	TAPA METALICA PARA DESARENADOR (0.60x0.60 mt)	und	158.99	3.00	3.00	476.97	476.97
			Tapa metálica en Losa techo Desarenador		3.00		
01.02.03.08.02	TAPA METALICA PARA DESARENADOR (0.40x0.40 mt)	und	127.70	1.00	2.00	127.70	255.40
			Tapa metálica en Caja de purga		1.00		
			Tapa metálica en caja de distribución		1.00		
01.02.04	PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRO LENTO					62,865.10	59,888.73
01.02.04.01	CASETA DE VALVULAS					690.60	580.19
01.02.04.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					0.89	0.89
01.02.04.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	0.36	0.36	0.12	0.12
			Area de intervencion case válvula		0.36		
01.02.04.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	0.36	0.36	0.77	0.77
			Area de intervencion case válvula		0.36		
01.02.04.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					14.67	14.48
01.02.04.01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA EXSTRUCTURAS	m3	23.61	0.18	0.18	4.25	4.25
					0.18		
01.02.04.01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	0.22	0.22	10.42	10.23
					0.18		
01.02.04.01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					200.41	169.03
01.02.04.01.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	8.32	5.98	44.26	31.82
			Acero 3/8" en muros de caseta de valv		2.98		
			Acero 3/8" en losa de caseta de valv		3.00		
01.02.04.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	1.84	1.60	93.01	80.88
			Enc. Y Desenc. Muros caseta valv.		1.60		
01.02.04.01.03.03	CONCRETO F <sub>o</sub> =175 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	485.63	0.13	0.12	63.13	56.33
					0.12		
01.02.04.01.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS					89.66	17.66
01.02.04.01.04.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	1.68	0.12	60.56	4.33
			Tarrajeo Muros Exteriores		0.12		
01.02.04.01.04.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	0.96	0.44	29.10	13.34
			Tarrajeo Interior C. Impermeab.		0.44		



01.02.04.01.05	PINTURA						7.82	0.98
01.02.04.01.05.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	0.96	0.12		7.82	0.98
					0.12			
01.02.04.01.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS						248.20	248.20
01.02.04.01.06.01	ACCESORIOS EN CAJA DE VALVULA DE CONTROL	und	248.20	1.00	1.00		248.20	248.20
					4.00			
					2.00			
					1.00			
01.02.04.01.07	CARPINTERIA METALICA						128.95	128.95
01.02.04.01.07.01	TAPA METALICA PARA CAJA DE VALVULA DE CONTROL (0.40x0.40x0.05)	und	128.95	1.00	1.00		128.95	128.95
01.02.04.02	FILTRO LENTO Y CAMARAS						62,174.51	59,308.54
01.02.04.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES						137.76	128.99
01.02.04.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	56.00	52.44		17.92	16.78
					52.44			
01.02.04.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	56.00	52.44		119.84	112.21
					52.44			
01.02.04.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						4,914.63	4,409.96
01.02.04.02.02.01	EXPLANACION DE PLATAFORMA PARA ESTRUCTURAS TERRESTRES	m3	26.59	48.00	41.95		1,276.32	1,115.40
					41.95			
01.02.04.02.02.02	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	47.59	8.72	8.72		414.98	414.98
					8.72			
01.02.04.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	68.06	60.80		3,223.32	2,879.57
					60.80			
01.02.04.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						3,133.96	3,133.96
01.02.04.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CANALES SECUNDARIOS	m2	58.96	38.40	38.40		2,264.06	2,264.06
01.02.04.02.03.02	CONCRETO f <sub>c</sub> =140 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	460.26	1.89	1.89		869.89	869.89
01.02.04.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						30,220.58	30,664.64
01.02.04.02.04.01	COLUMNETAS						230.89	229.41
01.02.04.02.04.01.01	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.32	11.76	11.52		62.56	61.29
					9.68			
					1.84			
01.02.04.02.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m <sup>2</sup>	50.55	1.60	1.60		80.88	80.68
					1.60			
01.02.04.02.04.01.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	460.26	0.19	0.19		87.45	87.45
					0.06			
					0.13			
01.02.04.02.04.02	CAMARA DE INGRESO Y DISTRIBUCION						1,798.56	1,537.11
01.02.04.02.04.02.01	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.32	43.26	60.13		230.14	319.91
					60.13			
01.02.04.02.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m <sup>2</sup>	50.55	16.55	11.15		836.60	563.63
					1.89			
					0.84			
					1.05			
					5.37			
					1.00			
					1.00			
01.02.04.02.04.02.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	460.26	1.59	1.42		731.81	653.57
					0.14			
					0.08			
					0.06			
					0.40			
					0.08			
					0.08			
					0.58			
01.02.04.02.04.03	LOSA DE CIMENTACION						4,938.89	6,353.77
01.02.04.02.04.03.01	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.32	167.89	341.25		893.17	1,815.45
					341.25			
01.02.04.02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m <sup>2</sup>	50.55	5.10	5.82		257.81	294.40
					5.82			



01.02.04.02.04.03.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	485.63	7.80	8.74	3,787.91	4,243.92
			Vol. C*A* en Losa de Cimentación		8.74		
01.02.04.02.04.04	MUROS					20,312.40	19,774.11
01.02.04.02.04.04.01	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.32	766.90	796.76	4,079.91	4,238.77
			Acero de 1/2" en muros Filtro lento		796.76		
01.02.04.02.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL	m <sup>2</sup>	50.55	185.66	178.63	9,385.11	9,029.85
			Encof. Desencof muro lateral izq. de filtro lento		29.18		
			Encof. Desencof. Muro central de filtro lento		26.46		
			Encof. Desencof muro lateral derech. de filtro lento		29.19		
			Encof. Desencof. Muro anterior de filtro lento		45.92		
			Encof. Desencof. Muro posterior de filtro lento		47.88		
01.02.04.02.04.04.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	485.63	14.10	13.40	6,847.38	6,505.50
			Vol C* A* muro lateral izquierdo de filtro lento		2.19		
			Vol C* A* muro central de filtro lento		1.98		
			Vol C* A* muro lateral derecho de filtro lento		2.19		
			Vol C* A* muro anterior de filtro lento		3.44		
			Vol C* A* muro posterior de filtro lento		3.59		
01.02.04.02.04.05	CAMARAS DE AGUA FILTRADA					2,479.83	2,240.84
01.02.04.02.04.05.01	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.32	100.55	97.56	534.93	519.00
			Acero de 1/2" en muros camara agua filtrada		59.56		
			Acero 3/8" en muros camara agua filtrada		26.07		
			Acero 3/8" en losa camara agua filtrada		11.93		
01.02.04.02.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL	m <sup>2</sup>	50.55	20.51	18.96	1,036.78	958.43
			Encof. Desencof. Cam. Agua Filtrada		18.96		
01.02.04.02.04.05.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	485.63	1.87	1.57	908.13	763.41
			Vol C*A* camara de agua filtrada		1.46		
			Vol C*A* Losa techo cam agua filtrada		0.11		
01.02.04.02.04.06	CAMARA DE DEMASIAS					459.99	529.39
01.02.04.02.04.06.01	ACERO DE REFUERZO f <sub>y</sub> = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	5.32	17.92	19.40	95.33	103.20
			Acero de 3/8" en camara de demasias		19.40		
01.02.04.02.04.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL	m <sup>2</sup>	50.55	4.62	5.28	233.54	266.90
			Encof. Desencof. Cam. Demasias		5.28		
01.02.04.02.04.06.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m <sup>3</sup>	485.62	0.27	0.33	131.12	159.28
			Vol C*A* cam. Demasias agua filtrada		0.33		
01.02.04.02.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS					10,107.85	7,372.03
01.02.04.02.05.01	TARRAJEO RUGOSO EN CAMARAS	m <sup>2</sup>	36.05	53.04	47.76	1,912.09	1,721.75
			Tarrajeo Rugoso h=1.50m		47.76		
01.02.04.02.05.02	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m <sup>2</sup>	36.05	99.05	91.59	3,570.75	3,301.93
			Tarrajeo Exterior Caja de Valv.		1.01		
			Tarrajeo Exterior Cam. Ingreso		2.00		
			Tarrajeo Exterior Cam. Dist.		2.92		
			Tarrajeo Exterior Cam. Demasias		1.93		
			Tarrajeo Exterior Cam. Agua Filtrada		7.49		
			Tarrajeo Exterior Filtro Lento		76.25		
01.02.04.02.05.03	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m <sup>2</sup>	30.31	152.59	77.48	4,625.00	2,348.36
			Tarrajeo Int. C. Impermeab. Cam. Ingreso		2.44		
			Tarrajeo Int. C. Impermeab. Cam. Dist.		6.14		
			Tarrajeo Int. C. Impermeab. Cam. Demasias		3.76		
			Tarrajeo Int. C. Impermeab. Cam. Agua Fil.		11.01		
			Tarrajeo Int. C. Impermeab. Filtro Lento		54.13		
01.02.04.02.06	PINTURA					807.26	746.48
01.02.04.02.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m <sup>2</sup>	8.15	99.05	91.59	807.26	746.48
			Area de Pintura del tarrajeo Exterior		91.59		
01.02.04.02.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					1,303.93	1,303.93
01.02.04.02.07.01	ACCESORIOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRO LENTO	und	1,303.93	1.00	1.00	1,303.93	1,303.93
			Valv. Control 2" Chicago		2.00		
			Unión Universal PVC de F*G* 2"		2.00		
			Valv. Comp. Cierre Estéril		1.00		
			Valv. Esterilica 2"		2.00		
			Niple de F*G* con Breda L=30.0cm		1.00		
			Canastilla de Bronce 2"		1.00		



		Adaptador Union Presión Rosca Agua Fria 2 1/2"		10.00			
		Campana PVC Tubo Agua Fria 2 1/2"		7.00			
		Codo PVC Agua Fria 2 1/2"		11.00			
		Reducción PVC con Rosca Externa Agua Fria 2"		1.00			
		Reduccion SP Agua Fria 2"		1.00			
		Union Universal PVC 2"		4.00			
		Tee SP PVC Agua Fria 2 1/2"		5.00			
		Union SP PVC AGUA FRIA 2 1/2"		4.00			
01.02.04.02.08	CARPINTERIA METALICA					181.50	181.50
01.02.04.02.09	TAPA METALICA PARA PLANTA DE TRATAMIENTO	und	181.50	1.00	1.00	181.50	181.50
01.02.04.02.10	FILTROS					11,367.05	11,367.05
01.02.04.02.10.01	COLOCACION DE BLOQUES DE CONCRETO	und	3.64	572.00	572.00	2,082.08	2,082.08
01.02.04.02.10.02	FILTRO DE GRAVA 1" - 1/2" e=12 cm.	m3	174.60	3.59	3.59	626.81	626.81
01.02.04.02.10.03	FILTRO DE GRAVA 1/2" - 1/4" e=8 cm.	m3	174.60	2.39	2.39	417.29	417.29
01.02.04.02.10.04	FILTRO DE GRAVA 1/4" - 1/8" e=5 cm.	m3	174.60	1.50	1.50	261.90	261.90
01.02.04.02.10.05	FILTRO DE GRAVA 1/8" - 1/16" e=5 cm.	m3	174.60	1.50	1.50	261.90	261.90
01.02.04.02.10.06	FILTRO DE ARENA (0.15mm - 0.35mm)	m3	214.96	35.90	35.90	7,717.06	7,717.06
01.02.05	RESERVORIO APOYADO (V=70 m3)					41,365.96	37,219.18
01.02.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES					100.85	117.66
01.02.05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	39.69	42.80	12.70	13.70
		Area de Intervencion de trabajo en Reservoir			42.80		
01.02.05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	41.19	48.58	88.15	103.96
		Trazo en area de Intervencion de trabajo en Reservoir			48.58		
01.02.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					7,952.96	90.68
01.02.05.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA EXSTRUCTURAS	m3	23.63	98.84	1.13	2,335.59	26.63
		Cálculo de Volumen corte según Revit			1.13		
01.02.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	118.61	1.35	5,617.37	64.05
		Eliminacion de material excavado F.e. = 20%			1.35		
01.02.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					918.63	1,407.72
01.02.05.03.01	SOLADO DE CONCRETO 1:1:2 C:H:e=4"	m2	28.77	31.93	48.93	918.63	1,407.72
		Area Superficie de solado E=0.10m			48.93		
01.02.05.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					24,701.64	27,220.28
01.02.05.04.01	LOSA BASE					7,285.84	6,714.69
01.02.05.04.01.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	680.96	341.64	3,516.31	1,817.52
		Acero en Losa Base Reservoir			341.64		
01.02.05.04.01.02	CONCRETO fc = 175 Kg/cm2	m3	480.26	8.19	10.64	3,769.53	4,897.17
		Concreto en Losa Base			10.64		
01.02.05.04.02	MUROS					9,971.02	13,391.45
01.02.05.04.02.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	797.40	776.92	4,242.17	4,133.21
		Acero en Muros Reservoir			776.92		
01.02.05.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	67.35	54.86	3,404.54	2,773.17
01.02.05.04.02.03	CONCRETO fc = 175 Kg/cm2	m3	480.26	5.05	14.09	2,324.31	6,485.06
		Concreto en Muro Izquierdo E=0.20			3.24		
		Concreto en Muro Derecho E=0.20			3.35		
		Concreto en Muro Frontal E=0.20			3.46		
		Concreto en Muro Posterior E=0.20			3.35		
		Concreto muro lizq. Caja Valv.			0.24		
		Concreto muro der. Caja Valv.			0.24		
		Concreto muro front. Caja Valv.			0.21		
01.02.05.04.03	LOSA TECHO					7,444.78	7,114.14
01.02.05.04.03.01	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 Kg/cm2	kg	5.32	732.14	495.52	3,894.98	2,636.17
		Acero en Losa Techo Reservoir			495.52		
01.02.05.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	42.18	36.14	2,132.20	1,826.88
					36.14		
01.02.05.04.03.03	CONCRETO fc = 210 Kg/cm2	m3	480.26	3.08	5.76	1,417.60	2,651.10
		Concreto en Losa Techo Reservoir			5.49		
		Concreto en Losa Techo Caja de Valvulas			0.27		
01.02.05.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS					4,197.07	4,789.32
01.02.05.05.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	72.44	70.73	2,611.46	2,549.89
		Area Tarrajeo Ext. En muro lizq. Reserv.			16.12		
		Area Tarrajeo Ext. En muro Der. Reserv.			16.74		



		Area Tarrajeo Ext. En muro Front. Reserv.			17.36	
		Area Tarrajeo Ext. En muro Post. Reserv.			16.74	
		Area Tarrajeo Ext. En muro Izq. Caja Valv.			1.33	
		Area Tarrajeo Ext. En muro Der. Caja Valv.			1.33	
		Area Tarrajeo Ext. En muro Front. Caja Valv.			1.12	
01.02.05.05.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	35.40	66.96	1,072.97
		Area Tarrajeo Int. En muro Izq. Reserv.			16.12	
		Area Tarrajeo Int. En muro Der. Reserv.			16.74	
		Area Tarrajeo Int. En muro Front. Reserv.			17.36	
		Area Tarrajeo Int. En muro Post. Reserv.			16.74	
01.02.05.05.03	MORTERO 1:5 = 2.5 PARA PENDIENTE DE FONDO	m2	17.58	29.16	11.94	512.63
		Area Sup. Interior de fondo Losa de Reservorio			11.94	
01.02.05.06	PINTURA					477.75
01.02.05.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	58.62	70.73	576.47
		Area de Superficie Exterior Reservorio			70.73	
01.02.05.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					2,408.10
01.02.05.07.01	ACCESORIOS RESERVORIO (V=7 m3)	und	422.45	1.00	1.00	422.45
		Accesorios de Tuberias				
		Codo 90° de F" G" de 2"			2.00	
		Niple de F" G" de 2" L=10.0cm			13.00	
		Niple de F" G" de 2" L=30.0cm			7.00	
		Niple de F" G" con Brida de 2" L=40.0cm			1.00	
		Tee de F" G" de 2"			1.00	
		Tubo de F" G" de 2" L=1.10m			2.00	
		Tubo de F" G" L=80cm			1.00	
		Union Universal 2 pulg" G"			2.00	
		Valv. 2" de Comp Tip Dado p. tub PVC			1.00	
		Accesorios uniones de Tuberias				
		Adaptador Union Presion Rosca - Agua Fria 2" - 1"			11.00	
		Campena Tubo Agua Fria			2.00	
		Codo SP Agua Fria 2"-1"			5.00	
		Codo CR Agua Fria 2"-1"			3.00	
		Reduccion Con Rosca Externa Agua Fria			1.00	
		Reduccion SP Agua Fria			2.00	
		Tee SP Agua Fria			1.00	
		Union con Rosca Interna Agua Fria			1.00	
01.02.05.07.02	ACCESORIOS EN CASETA DE VÁLVULAS (RESERVORIO 7 m3)	und	1,985.65	1.00	1.00	1,985.65
		Union Universal 2 pulg" G"			6.00	
		Niple de F" G" con Brida de 2" L=50.0cm			2.00	
		Valvula 2" Comp cierre estatico			3.00	
		Codo 45° de F" G" de 2"			7.00	
01.02.05.08	CARPINTERIA METALICA					608.96
01.02.05.08.01	ESCALERA TIPO GATO (RESERVORIO 5 M3)	pza	205.66	1.00	1.00	205.66
		Escala tipo Gato			1.00	
01.02.05.08.02	TAPA METALICA PARA RESERVORIO (0.60x0.60 mt)	und	181.50	1.00	1.00	181.50
		Tapa Metalica 60.0x60.0			1.00	
01.02.05.08.03	TAPA METALICA PARA CASETA DE VALVULAS (0.80x0.80 mt)	und	221.80	1.00	1.00	221.80
		Tapa Metalica Caseta de Valvulas			1.00	
01.03	LINEA DE CONDUCCION 01 (RESERVORIO DE 70m3-DISTRIBUCION)					184,871.65
01.03.01	LINEA DE CONDUCCION 01					152,769.02
01.03.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					2,220.91
01.03.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	2,700.16	2,700.16	864.05
01.03.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE LINEA DE CONDUCCION	KM	502.54	2.70	2.70	1,356.86
01.03.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					56,558.86
01.03.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN MATERIAL SUELTO	m3	20.95	1,080.06	1,080.06	22,627.26
01.03.01.02.02	EXCAVACION DE ZANJA EN ROCA SUELTA	m3	20.50	135.01	135.01	2,767.71
01.03.01.02.03	EXCAVACION DE ZANJA EN ROCA FIJA	m3	26.59	135.01	135.01	3,589.92
01.03.01.02.04	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA	m	1.62	2,700.16	2,700.16	4,374.26
01.03.01.02.05	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA	m	2.94	2,700.16	2,700.16	7,938.47
01.03.01.02.06	RELLENO Y COMP. CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	9.42	1,620.09	1,620.09	15,261.25
01.03.01.03	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS					93,989.26
01.03.01.03.01	INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP NTP 399.002 Ø110mm (4") C	m	28.82	541.44	541.44	15,604.30
01.03.01.03.02	INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP NTP 399.002 Ø160mm (6") C	m	34.76	2,158.71	2,158.71	75,036.76
01.03.01.03.03	PRUEBA HIDRAULICA + DESINFECCION	m	1.24	2,700.16	2,700.16	3,348.20
01.03.02	VALVULA DE PURGA Ø=6" (4 Und.)					2,289.18
01.03.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					3.54
01.03.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	1.44	1.44	0.46
		Limpieza de terreno manual (0.60*0.60)			1.44	



01.03.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	1.44	1.44	3.08	3.08
			Trazo y replanteo area intervenida (0.60*0.60)		1.44		
01.03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					78.33	34.76
01.03.02.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA EXSTRUCTURAS	m3	23.63	0.97	0.43	22.92	10.21
			Excavacion Manual para Valvula de Purga		0.43		
01.03.02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	1.17	0.52	55.41	24.55
			Eliminacion de Mat. Excedente F=20%		0.52		
01.03.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					675.95	718.63
01.03.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	8.00	9.60	404.40	485.28
			Encofrado en muros de Valvula de Purga		9.60		
01.03.02.03.02	CONCRETO f=140 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	460.26	0.59	0.51	271.55	233.35
			Concreto en Valv. Purg		0.48		
			Concreto en Dado		0.03		
01.03.02.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS					270.03	270.03
01.03.02.04.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	4.80	4.80	173.04	173.04
			Tarrajeo Exterior C. Mortero		4.80		
01.03.02.04.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	3.20	3.20	96.99	96.99
					3.20		
01.03.02.05	PINTURA					39.12	39.12
01.03.02.05.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	4.80	4.80	39.12	39.12
			Equivalente a Tarrajeo Ext.		4.80		
01.03.02.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					706.40	706.40
01.03.02.06.01	ACCESORIOS EN VALVULA DE PURGA (Ø=6")	und	176.60	4.00	4.00	706.40	706.40
			Suministro de Accesorios				
			Adeptador Union Presion Rosca PVC 3/4"		2.00	8.00 und	
			Reduccion con rosca PVC de 1 1/2" a 3/4"		1.00	4.00 und	
			Tapón Hembra PVC cribado de 3/4"		1.00	4.00 und	
			Unión PVC con rosca interna 3/4"		1.00	4.00 und	
			Unión Universal PVC con rosca Interna 3/4"		2.00	8.00 und	
			Valvula con Rosca 3/4"		1.00	4.00 und	
			Tuberia PVC C.R. 3/4" C-10		0.23	0.92 m	
			Tuberia PVC S.P. 3/4" C-10		1.21	4.84 m	
01.03.02.07	CARPINTERIA METALICA					515.80	515.80
01.03.02.07.01	TAPA METALICA PARA VALVULA DE PURGA (Ø.40xØ.40 mt)	und	128.95	4.00	4.00	515.80	515.80
			Tapa metalica de 0.40 x 0.40m		4.00		
01.03.03	VALVULA DE AIRE Ø=6" (4 Und.)					4,790.68	3,040.62
01.03.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES					7.87	6.30
01.03.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	3.20	2.56	1.02	0.82
			Limpieza de terreno en area Valv. Aire		2.56		
01.03.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	3.20	2.56	6.85	5.48
			Trazo y Replant. Area Valv. Aire		2.56		
01.03.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					279.01	41.20
01.03.03.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA EXSTRUCTURAS	m3	23.63	3.47	0.51	82.00	12.10
			Excav. Prof. 0.20m		0.51		
01.03.03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	4.16	0.61	197.02	29.10
			Vol. Excav. Factor Esponjamiento =20%		0.61		
01.03.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,536.61	512.09
01.03.03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	27.12	5.76	1,370.92	291.17
			Encof. Muros laterales		2.88		
			Encof. Muros longitudinales		2.88		
01.03.03.03.03	CONCRETO f=175 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	460.26	0.36	0.48	165.69	220.92
			Concreto F=175Kg/cm2		0.48		
01.03.03.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS					720.82	289.43
01.03.03.04.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	11.52	4.80	415.30	173.04
			Tarrajeo Exterior con mortero		4.80		
01.03.03.04.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	10.08	3.84	305.52	116.39
			Tarrajeo Interior C. Impermeabilizante		3.84		
01.03.03.05	PINTURA					93.89	39.12
01.03.03.05.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	11.52	4.80	93.89	39.12



		Pintura Exterior equivalente a Trazaje exterior		4.80			
01.03.03.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					1,116.76	1,116.76
01.03.03.06.01	ACCESORIOS EN VALVULA DE AIRE (Ø=6")	und	279.19	4.00	4.00	1,116.76	1,116.76
	Suministro de Accesorios						
	Adaptador Union Presion Rosca PVC 3/4"		6.00		24.00 und		
	Campana tubo Agua Fria		1.00		4.00 und		
	Reduccion PVC de 1 1/2" a 1"		1.00		4.00 und		
	Reduccion PVC de 1" a 3/4"		1.00		4.00 und		
	Unión Universal PVC de 3/4"		3.00		12.00 und		
	Válvula de Aire		1.00		4.00 und		
	Tubería PVC SP 1 1/2"		0.75		3.00 m		
	Tubería PVC CR 3/4"		0.10		0.40 m		
	Tubería PVC SP 3/4"		1.10		4.40 m		
01.03.03.07	CARPINTERIA METALICA					1,035.72	1,035.72
01.03.03.07.01	TAPA METALICA PARA VALVULA DE AIRE (0.60x0.60 mt)	und	258.93	4.00	4.00	1,035.72	1,035.72
	Tapa metalica de 0.60 x 0.60m				4.00		
01.03.04	VALVULA DE PURGA Ø=4" (13 Und.)					8,427.81	8,427.81
01.03.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES					11.51	11.51
01.03.04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	4.68	4.68	1.50	1.50
	Limpieza Terreno Area Valv. Purga (0.60*0.60)				4.68		
01.03.04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	4.68	4.68	10.02	10.02
	Trazo y Replant. Area de Valv. Purga				4.68		
01.03.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					216.54	216.54
01.03.04.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA EXSTRUCTURAS	m3	23.63	2.69	2.69	63.56	63.56
	Excavacion para Valv. Purga				2.69		
01.03.04.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	3.23	3.23	152.97	152.97
01.03.04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					2,193.40	2,193.40
01.03.04.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	26.00	26.00	1,314.30	1,314.30
01.03.04.03.02	CONCRETO f'c= 140 Kg/cm2 SIN MEZCLADORA	m3	460.26	1.91	1.91	879.10	879.10
01.03.04.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS					877.60	877.60
01.03.04.04.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	15.60	15.60	562.38	562.38
01.03.04.04.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	10.40	10.40	315.22	315.22
01.03.04.05	PINTURA					127.14	127.14
01.03.04.05.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	15.60	15.60	127.14	127.14
01.03.04.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					3,325.27	3,325.27
01.03.04.06.01	ACCESORIOS EN VALVULA DE PURGA (Ø=4")	und	255.79	13.00	13.00	3,325.27	3,325.27
	Suministro de Accesorios						
	Adaptador Union Presion Rosca PVC 3/4"		2.00		26.00		
	Reduccion con rosca PVC de 1 1/2" a 3/4"		1.00		13.00		
	Tapón Hembra PVC cribado de 3/4"		1.00		13.00		
	Unión PVC con rosca interna 3/4"		1.00		13.00		
	Unión Universal PVC con rosca interna 3/4"		2.00		26.00		
	Válvula con Rosca 3/4"		1.00		13.00		
	Tubería PVC C.R. 3/4" C-10		0.23		2.99		
	Tubería PVC S.P. 3/4" C-10		1.21		15.73		
01.03.04.07	CARPINTERIA METALICA					1,676.35	1,676.35
01.03.04.07.01	TAPA METALICA PARA VALVULA DE PURGA (0.40x0.40 mt)	und	128.95	13.00	13.00	1,676.35	1,676.35
	Tapa metalica de 0.40 x 0.40m				13.00		
01.03.05	VALVULA DE AIRE Ø=4" (13 Und.)					16,594.95	16,433.86
01.03.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES					25.58	25.58
01.03.05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	0.32	10.40	10.40	3.33	3.33
01.03.05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2.14	10.40	10.40	22.26	22.26
01.03.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					907.09	907.09
01.03.05.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA EXSTRUCTURAS	m3	23.63	11.27	11.27	266.31	266.31

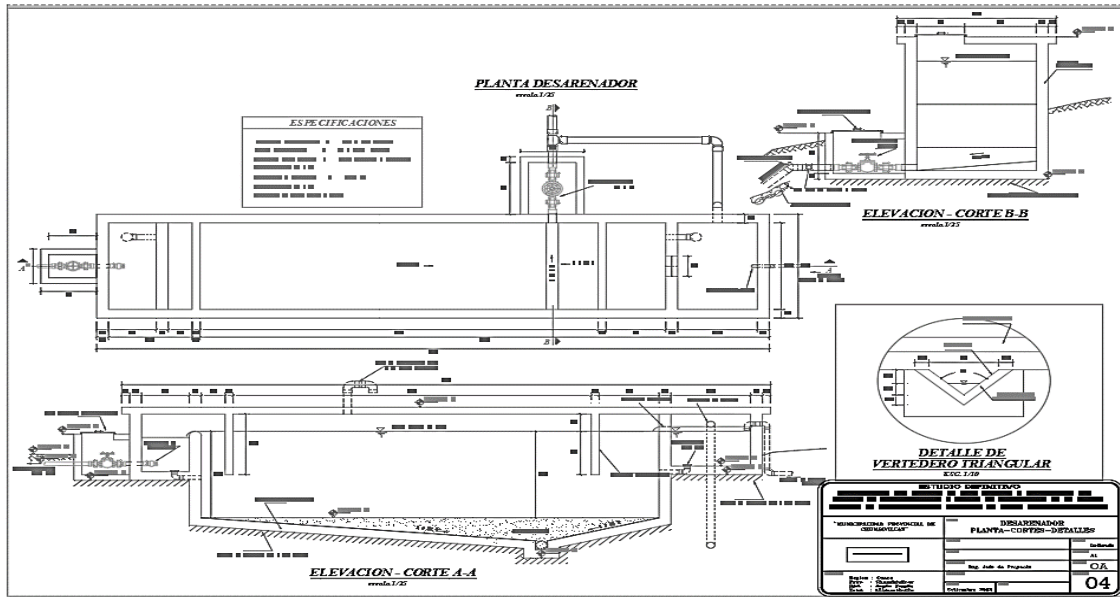


01.03.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	47.36	13.53	13.53	640.78	640.78
01.03.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					6,485.22	6,324.13
01.03.05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	50.55	88.14	88.14	4,455.48	4,455.48
01.03.05.03.03	CONCRETO f <sub>cm</sub> 175 Kg/cm <sup>2</sup> SIN MEZCLADORA	m3	460.26	4.41	4.06	2,029.75	1,868.66
01.03.05.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS					2,342.67	2,342.67
01.03.05.04.01	TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO 1:5	m2	36.05	37.44	37.44	1,349.71	1,349.71
01.03.05.04.02	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30.31	32.76	32.76	992.96	992.96
01.03.05.05	PINTURA					305.14	305.14
01.03.05.05.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES 02 MANOS	m2	8.15	37.44	37.44	305.14	305.14
01.03.05.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS					3,163.16	3,163.16
01.03.05.06.01	ACCESORIOS EN VALVULA DE AIRE (Ø=4")	und	243.32	13.00	13.00	3,163.16	3,163.16
	Suministro de Accesorios						
	Adaptador Union Presion Rosca PVC 3/4"			6.00	78.00		
	Campana tubo Agua Fria			1.00	13.00		
	Reduccion PVC de 1 1/2" a 1"			1.00	13.00		
	Reduccion PVC de 1" a 3/4"			1.00	13.00		
	Union Universal PVC de 3/4"			3.00	39.00		
	Válvula de Aire			1.00	13.00		
	Tuberia PVC SP 1 1/2"			0.75	9.75		
	Tuberia PVC CR 3/4"			0.10	1.30		
	Tuberia PVC SP 3/4"			1.10	14.30		
01.03.05.07	CARPINTERIA METALICA					3,366.09	3,366.09
01.03.05.07.01	TAPA METALICA PARA VALVULA DE AIRE (Ø.60x0.60 mt)	und	258.93	13.00	13.00	3,366.09	3,366.09
	Tapa metalica de 0.60 x 0.60m				13.00		
						367,866.18	355,730.46
						TRADICIONAL	BIM
						Incidencia	96.70%
							12,135.72
							3.30%

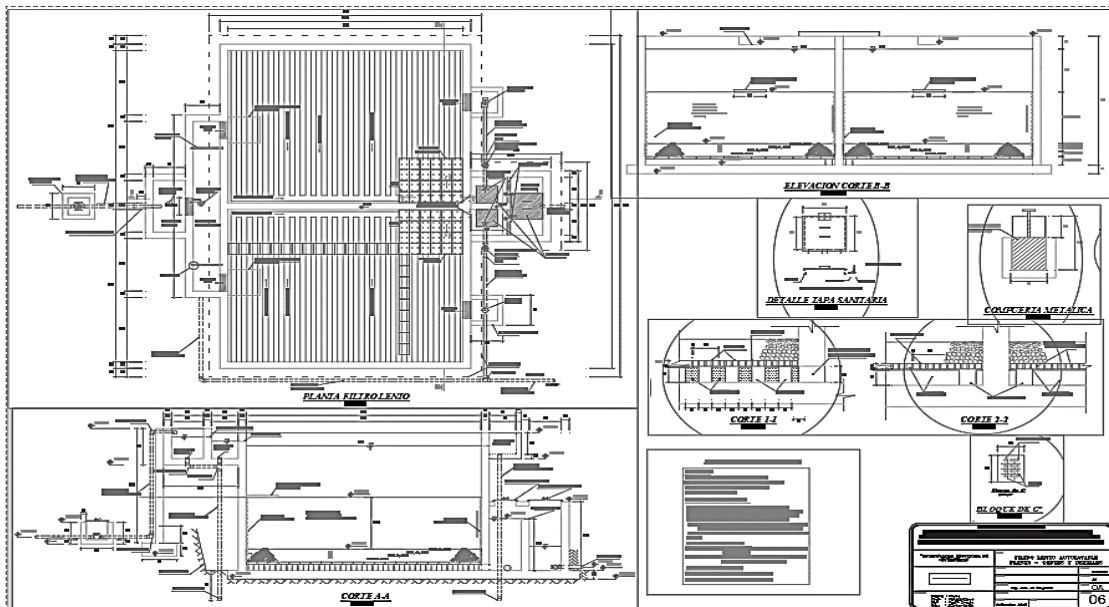




## Planos CAD en 2d de la estructura de desarenador



## Planos CAD en 2d de la estructura de filtro lento auto lavable







ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 28-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALEXANDER PONCE ABARCA

Dirección: CALLE GRAN M2-A ; LTE 20 JACOBO HUNTER - AREQUIPA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 42465618

Teléfono: 983898181 email: alexander@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: HIDRÁULICA

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Mgty. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL  
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE ALHUACHULLO  
CUSCO, 2022

Palabras claves, (3 a 5 términos): METODOLOGÍA BIM, OPTIMIZACIÓN, DISEÑO, SISTEMA DE AGUA POTABLE.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller   
  Titulo   
  2da Especialidad   
  Maestría   
  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional  
 Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P51

Firma de Autor



huella digital

28-08-2024

Fecha