

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BIM EN LA DETERMINACIÓN DE INCOMPATIBILIDADES DEL PROYECTO MÓDULO TERMAL LÚDICO DEL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez

Asesor:

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna

Cajamarca - Perú

2020



## DEDICATORIA

Dedico a Dios, al Arquitecto Supremo del Universo, que me ha brindado la oportunidad de realizar este proyecto de investigación que es parte del comienzo de nuevas y grandes oportunidades. A mis queridos hijos, Greta y Esteban, y a mi esposa Evelyn por su incondicional apoyo y confianza brindada durante todo el proceso de investigación

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por regalarme esta oportunidad de crecer personal y profesionalmente, a mi familia y a todas las personas que colaboraron de diferente manera para la culminación de este trabajo de investigación. Al Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna, por su orientación y asesoría en el presente trabajo.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema .....	28
1.3. Objetivos .....	28
1.4. Hipótesis.....	29
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
2.1 Tipo de investigación .....	30
2.2 Población y muestra .....	30
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	30
2.4 Procedimiento.....	31
2.5 Aspectos Éticos .....	33
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
3.1 Análisis del expediente técnico .....	34
3.2 Modelamiento BIM-3D.....	35
3.3 Determinación de Incompatibilidades a partir del Modelo BIM-3D.....	36
3.4 Determinación de incompatibilidades a partir del cuaderno de obras .....	49
3.5 Contrastación de las incompatibilidades encontradas .....	60
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
4.1 Limitaciones.....	63
4.2 Discusión.....	63
4.3 Implicancias .....	66
4.4 Conclusiones .....	67
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>
<b>PANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>110</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Elementos del modelado por Especialidades</i> .....	32
Tabla 2: <i>Relación de planos de estructuras en 2D del “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca”</i> .....	34
Tabla 3: <i>Relación de Planos de Arquitectura en 2D del Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca</i> .....	35
Tabla 4: <i>Incompatibilidades identificadas según modelo BIM-3D</i> .....	48
Tabla 5: <i>Incompatibilidades identificadas en el cuaderno de obras</i> .....	59
Tabla 6: <i>Matriz de coincidencias de incompatibilidades entre el Modelo BIM-3D y el cuaderno de obras</i> .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Ciclo de vida del proyecto BIM. ....	16
<i>Figura 2:</i> Dimensiones y servicios BIM. ....	20
<i>Figura 3:</i> ND-100. ....	21
<i>Figura 4:</i> ND-200. ....	21
<i>Figura 5:</i> ND-300. ....	22
<i>Figura 6:</i> ND-400. ....	22
<i>Figura 7:</i> ND-500. ....	23
<i>Figura 8:</i> Intercepción entre la ventana y viga peraltada del 1° y 2° nivel - modelo BIM 3D. .....	37
<i>Figura 9:</i> Interferencia entre la viga de cimentación ubicada en eje D y la piscina con chorros subacuáticos - modelo BIM 3D. ....	38
<i>Figura 10:</i> Interferencia entre la viga de cimentación ubicada en el eje A' y la piscina de hidromasajes de 34°C–modelo BIM 3D.....	39
<i>Figura 11:</i> No consideración de la columna C6-A' y la viga V-25x50 en la planta II – modelo BIM 3D.....	40
<i>Figura 12:</i> Losa de techos con pendientes distintas – modelo BIM 3D.....	41
<i>Figura 13:</i> Losa de Techo atravesando la pared del cuarto de máquinas – modelo BIM 3D. .....	42
<i>Figura 14:</i> Desigualdad de áreas de la piscina principal – modelo BIM 3D .....	43
<i>Figura 15:</i> Incompatibilidad de losa aligerada en la fachada – modelo BIM 3D .....	44
<i>Figura 16:</i> Incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada de modelos estructurales y arquitectónico – modelo BIM 3D .....	45
<i>Figura 17:</i> Interferencia entre montantes de ventilación y losa aligerada – modelo BIM 3D .....	46
<i>Figura 18:</i> Incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal y la cota de fondo de la caja de registro – modelo BIM 3D.....	47
<i>Figura 19:</i> Gráfico de Interferencias e incompatibilidades por Especialidades.....	49
<i>Figura 20:</i> Intersección de las ventanas con viga peraltada del 1° nivel – cuaderno de obra. .....	50
<i>Figura 21:</i> Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de chorros subacuáticos – cuaderno de obra.....	51
<i>Figura 22:</i> Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de hidromasajes – cuaderno de obra. ....	52
<i>Figura 23:</i> Inconsistencia de área de piscina principal - cuaderno de obra .....	53
<i>Figura 24:</i> Interferencia de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel con los ambientes de baile y aeróbicos del segundo nivel – cuaderno de obra. .....	54
<i>Figura 25:</i> Ambigüedad entre tipo de cobertura del ambiente de recepción y control del primer nivel – cuaderno de obras. ....	55

<i>Figura 26:</i> Incompatibilidad en el cuarto de máquinas – cuaderno de obra .....	56
<i>Figura 27:</i> Incompatibilidad en la fachada – cuaderno de obra.....	57
<i>Figura 28:</i> Incompatibilidad en piscina – cuaderno de obra .....	58
<i>Figura 29:</i> Gráfico de contrastación entre incompatibilidades del modelo BIM 3D y del cuaderno de obra.....	61

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar las incompatibilidades mediante la aplicación de herramientas BIM en el proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, 2019; el tipo de investigación es transversal-descriptiva. En el proceso de investigación se analizaron los planos 2D en sus diferentes especialidades del expediente técnico inicial, con los cuales se generaron los modelos BIM-3D a un nivel LOD 200 con el software Autodesk Revit 2019; seguidamente se realizó la interpolación entre los modelos, de tal acción se hallaron once incompatibilidades de los cuales resaltan: la interferencia entre la viga de cimentación V-30x90 ubicada en el eje D y la piscina con chorros subacuáticos (INC02) y la interferencia entre la viga de cimentación V-25x70 ubicada en eje A' con la piscina de hidromasajes de 34°C (INC03) por comprometer la cimentación estructural; después se realizó la contrastación entre las incompatibilidades identificadas en los modelos con las registradas en el cuaderno de obras hallando una coincidencia del 73%, con lo cual se afirma la hipótesis planteada, la aplicación de las herramientas BIM son beneficiosas en la determinación de incompatibilidades en el proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, ayudando a detectarlos oportunamente y evitar la generación de éstas en los diseños de los proyectos de edificación.

**Palabras Clave:** “Metodología BIM”, “Building Information Modeling (BIM)”, “Herramientas BIM” y “Diseño de Planos en Proyectos de Edificación”.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La complejidad de los proyectos de edificaciones, requeridos por los clientes hoy en día, es cada vez mayor, con una gran variedad de instalaciones, materiales, insumos, y procedimientos que exigen la aplicación no solo de herramientas eficaces de gestión y planificación en la construcción, sino también de una adecuada revisión, compatibilización y realimentación del diseño del proyecto antes de llegar a la etapa de construcción. Sin embargo, muchas veces el diseño del proyecto pasa a la etapa de construcción con un diseño no optimizado y con interferencias entre especialidades: arquitectura, estructura e instalaciones, obligando a la constructora a asumir el liderazgo en revisar y rectificar el diseño, y lo que es más crítico es que esta revisión se da muchas veces en plena construcción del proyecto, lo cual podría incidir negativamente en los plazos y costos si estos errores no son detectados a tiempo utilizando las herramientas adecuadas (Taboada, Alcántara, Lovera, Santos, & Diego, 2011).

Estudios realizados por Hanvey para la consultoría internacional “Interface Consulting” encargada de absolver y dar arbitraje a las disputas y reclamos entre la contratista y el cliente/propietario, muestran que hay muchas maneras en que los documentos de diseño e ingeniería pueden influir negativamente en el cumplimiento eficiente en tiempo y costo de los proyectos de construcción. Algunos de estos problemas más comunes, que afectan principalmente a la contratista, son: documentos de licitación incompletos e inadecuados, planos de diseño e ingeniería que llegan tardíamente, errores u omisiones en los planos, incompatibilidad entre los documentos

contractuales de diseño (planos vs especificaciones), excesivas solicitudes de información (RFI) y el tiempo de espera de las RFI y los cambios en el diseño. Por ello, resulta de vital importancia prestar atención a la forma en cómo se están desarrollando actualmente los procesos de diseño de los proyectos de construcción, para ello es necesario enfocar el problema desde la raíz para ir comprendiendo los motivos que conllevan a la generación de documentos de diseño ineficientes, insuficientes y de poca calidad (Alcántara, 2013).

La calidad de los proyectos de construcción viene siendo afectado en su gran mayoría por la deficiencia de diseños de los planos, como refiere Undurraga (como se citó en Alcántara, 2013) que en países de Latino América cerca de 20 al 25% de horas respecto del período total de construcción son desperdiciados por deficiencias de diseño. Koskela (citado por Alcántara, 2013) en otro estudio revela que cerca del 78% de los problemas de calidad en la industria de la Arquitectura-Ingeniería-Construcción están relacionados al diseño.

Apoyándonos en estudios más recientes y enfocadas a nuestra realidad nacional, Vásquez (citado por Alcántara, 2013), realizó entrevistas a ingenieros residentes y maestros de obras que laboraban en 65 proyectos de edificación de viviendas en la ciudad de Lima, en la que concluyó que el 73% de los entrevistados percibe que el diseño tiene una gran influencia en la productividad en obra.

Nuestra región no es ajena a estos problemas, en donde las empresas que ejecutan obras de edificación, se encuentran con varios problemas durante la fase de construcción debido a las deficiencias encontradas en los planos de las diferentes

especialidades; como ejemplo citaremos algunos de ellos y sus incompatibilidades más resaltantes:

- El proyecto “Complejo Cívico Cultural Baños del Inca” del año 2007, el cual funciona como sede principal de la municipalidad distrital de Los Baños del Inca, en dicho proyecto observamos la no coincidencia de la zapata de 1.60 x 1.80 ubicada en la intersección del eje 16 y el eje M, de los planos Bloque 1-Estructuras y Bloque 2-Estructuras correspondientes a la cimentación estructural (ver Anexo 24).
- El proyecto “Construcción de Mercado de Abastos” del año 2014, al analizar la zona E se puede apreciar que el ancho del sobrecimiento de 15 cm no está coincidiendo con el ancho del muro de arquitectura de 20 cm, ubicados en el eje K; estas incompatibilidades se presentan en gran parte del proyecto (ver Anexo 25).
- El proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca” del año 2011, que presentó muchas deficiencias en el diseño de sus planos, las cuales fueron evidenciadas en el proceso constructivo, tal como se registró en los asientos del cuaderno de obras (ver Anexo 27).
- Proyecto "Mejoramiento y ampliación del servicio educativo escolarizado de nivel secundario de la I.E. San Isidro en el distrito de Yonán, I.E. Gran Guzmango Cápac en el distrito de Chilete, provincia de Contumazá - región Cajamarca", del año 2020; en el análisis del plano denominado Instalación Sanitaria Desagüe Módulo I: 1º nivel y 2º nivel - I.E.S. SAN ISIDRO, podemos apreciar que existen más de una incompatibilidad en la conexión de

tuberías y aparatos sanitarios, de las cuales mencionaremos algunas de ellas: en el cuarto de limpieza se observa un lavadero que no tiene conexión de desagüe ubicado en el 2° nivel, lo mismo ocurre con el cuarto de limpieza del nivel superior; también podemos apreciar en el eje 6 que la montante de código S.V. 2"Ø está pasando por placa/columna, dicho fenómeno se repite en varios puntos de esta especialidad; con respecto a las instalaciones eléctricas podemos apreciar que en el Aula 01 Matemáticas el equipo de multimedia se encuentra ubicado en el mismo lugar de la luminaria, este fenómeno se repite en otros ambientes (ver Anexo 26).

Los problemas que se presentan en los proyectos antes descritos causan retrasos en la programación pactada y sobrevaloración de la obra afectando a la calidad del proyecto. Este fenómeno siempre ocurrirá de seguir utilizando las tecnologías tradicionales, ya que sus metodologías y herramientas son limitadas. Es por ello que esta investigación plantea, comprobar que la aplicación de las herramientas BIM ayudan a determinar y evitar la generación de incompatibilidades en los planos durante la fase de diseño; evitando problemas mayores como las pérdidas económicas, retrasos, entre otros.

Alrededor de la metodología BIM se han realizado diversos estudios como:

Martínez (2015), refiere que la metodología BIM contribuye a la calidad de los procesos constructivos, debido a que existe un trabajo colaborativo entre participantes del proyecto de construcción, mejor control de las fases de desarrollo del proyecto y modelos 3D con un alto nivel de detalle proporcionando información de todos los



aspectos relevantes del proyecto; permitiéndonos detectar irregularidades e identificar conflictos en las instalaciones en tiempo real (en la virtualización del modelo BIM 3D) .

Villalba (2015) expone, BIM es una nueva metodología de trabajo, mejorando a la tradicional en aspectos tan importantes como en la gestión de la información, ya que, al tratarse de un archivo único y paramétrico entre sí, se integra en un mismo archivo el modelo y la base de datos con toda la información. Mantiene la información actualizada, detectando errores e incongruencias entre las distintas partes del modelo

Ferrer (2014), comparó y demostró la eficacia de la metodología BIM frente a la metodología tradicional de elaboración de proyectos; escribió que, BIM es una metodología muy interesante y con un gran potencial(eficaz) que nos aporta muchas ventajas a la hora de elaborar un proyecto elevando la productividad y calidad; pero ello no significa que debemos abandonar por completo la metodología tradicional, de hecho, podemos aprovecharnos de ella y complementarla con la metodología BIM. Por otro lado, mencionó que la adopción de la metodología BIM es un camino duro de recorrer y que las limitaciones al principio son considerables, el obstáculo más difícil de superar es el cambio de metodología de trabajo y todo lo que ello conlleva; pero, a largo plazo, esta inversión da sus frutos.

Farfán y Chavil (2016), refieren que implementar BIM en la etapa de diseño reduce el impacto de los adicionales, como promedio los proyectos de oficina tienen 2.65% de adicionales ocasionados por la falta de calidad del expediente de obra e implementar BIM resulta en la reducción de 0.45% de los mismos y en la mejora del

índice de confiabilidad en el presupuesto de obra; resolver las incompatibilidades e interferencias del proyecto en la etapa de diseño reduce la cantidad de consultas de este tipo detectadas durante el casco o estructuras de la construcción en un 94%. Esto significa un gran impacto positivo sobre las obras lo que redundará en la mejora del cumplimiento del costo y plazo de la construcción del proyecto.

Cámac (2014) concluye, que el uso de un modelo 3D en Revit Architecture (herramienta BIM), nos permite ubicar y corregir las incompatibilidades de las especialidades de estructura y arquitectura durante la etapa de diseño y no en la etapa de construcción, beneficiando de gran forma al momento de construir el proyecto; además los usos adicionales del modelo 3D Revit Architecture durante la etapa de construcción, son muy beneficiosos pues brinda gran conocimiento a detalle de los proyectos, así también muchas herramientas con vista de mejorar la productividad y eficacia de los profesionales que utilizan el modelo 3D.

Alcántara (2013) refiere, el realizar un modelado BIM-3D de la edificación permite equivocarnos virtualmente en el modelo 3D y no en campo, ahorrando costos por procesos mal diseñados. El modelo no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad entre las distintas instalaciones que operan de forma dependiente. Además, permiten evaluar aspectos constructivos que faciliten un mejor planeamiento y control de las actividades de construcción a través de la gestión de subcontratistas.

Taboada, Alcántara, Lovera, Santos y Diego(2011), sostienen que el uso de modelos BIM-3D permite identificar fácilmente las incompatibilidades presentadas en los distintos planos de los especialistas en una etapa inicial de modelado por especialidades y después en una etapa de integración de estos modelos por medio de software BIM-Manager; también sostienen que el uso BIM-3D resulta muy beneficioso en la etapa de construcción, como las revisiones y análisis de constructibilidad; así como la generación de reportes automáticos de detección de interferencias.

Poclin (2014) expone, los modelos BIM-3D permiten identificar conflictos de compatibilización de planos de arquitectura e ingeniería producida por un deficiente diseño; como lo demostró en su estudio del Hospital II-2 de Jaén, en el que aplicó la metodología BIM e identificó conflictos entre elementos estructurales y no estructurales tales como muros con placas, duetos de HVAC con tuberías de agua, entre otros.

Para la comprensión de esta investigación, se deben mencionar conceptos fundamentales, que faciliten el entendimiento de la filosofía BIM, así como de sus componentes, sustentando con claridad y precisión la intención de nuestra investigación. Dentro de ellas tenemos:

John Eynon (2016) refiere que BIM, es la representación digital de las características físicas y funcionales de un proyecto, creando un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre él y formando una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida, desde la primera concepción hasta la demolición. Tenga en cuenta que menciona la representación digital, el

intercambio de conocimientos, la confiabilidad, la toma de decisiones y el ciclo de vida. BIM es mucho más que un modelo de geometría 3D. Se trata de toda la información en torno al ciclo de vida de los activos. BIM comprende muchos tipos de modelos: financieros, de datos, planificación, logística, ambientales y también geométricos / gráficos (3D). BIM comprende diferentes fases durante el ciclo de vida del proyecto como se observa en la Figura 1.

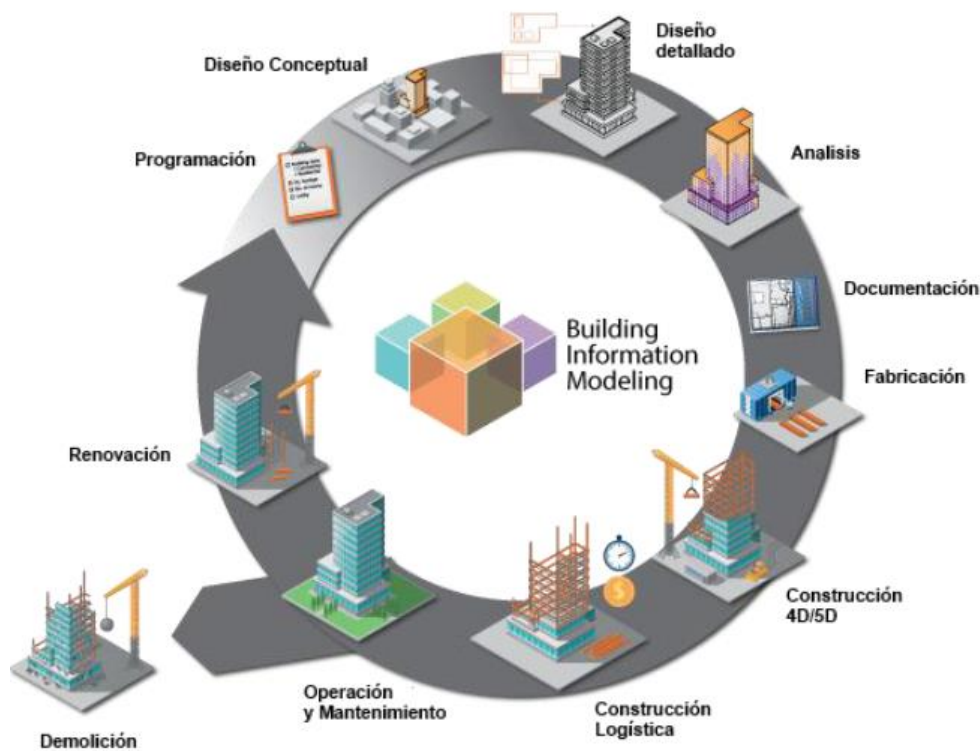


Figura 1: Ciclo de vida del proyecto BIM. Recuperado de “Propuesta de implantación BIM basada en la Sinergia Bim-Lean Construction”, de Cantó, J., 2017, p. 24, Alicante, España

Entre las características que definen los procesos BIM, según Australian Institute of Architects, (citado por Cantó, 2017), se encuentran las siguientes:

- Nueva y de rápida evolución: en muchas ocasiones, la falta de conocimiento y familiaridad conduce a la incertidumbre y la confusión sobre lo que se espera de los miembros del equipo.

- Integración: las características digitales y multidimensionales de BIM permiten que la información sea fácilmente coordinada y consolidada.
- Fluidez: la velocidad y facilidad de cambio que BIM aporta requiere una mayor atención a la gestión de procesos que cuando se utilizan modelos 2D e información en papel. Con el aumento de los niveles de interdependencia de la información BIM, las consecuencias de las acciones adquieren una gran importancia.
- Reconoce la información como un activo: el gran volumen de información contenida en los modelos puede ocultar información irrelevante. Esto, junto con la necesidad de mantener la interdependencia y la integridad de la información almacenada, aumenta el valor de la validación de la información. Es decir, se da la necesidad de llevar un control de lo que es fidedigno o apropiado en cualquier momento. En este aspecto, un BIM Execution Plan puede reconocer la modificación de las actividades de una fase del proyecto a medida que se toman las decisiones.
- Reconoce el valor dentro del ciclo de vida del proyecto: utilizando BIM de forma adecuada, puede utilizarse para mejorar los procesos durante el diseño, la construcción y la gestión de las instalaciones una vez finalizada la obra. La visión que abarca todo el ciclo de vida del edificio asocia una gran cantidad de información que BIM tiende a expandir, considerando también las necesidades y resultados a largo plazo. La atención, por tanto, ya no está únicamente en la construcción de un proyecto, sino en conseguir un gran activo construido en el tiempo, con el presupuesto fijado y con el mínimo desperdicio, lo que se conoce como Lean Construction.
- Requiere la colaboración de todas las partes involucradas: la planificación del proyecto se lleva a cabo de manera más eficaz en un acuerdo múltiple. En este aspecto es interesante la implementación de los contratos IPD que generan mejores resultados en la adopción BIM.

Rodríguez (como se citó en Cantó, 2017) plantea una serie de beneficios que BIM nos ofrece, indiscutibles a simple vista, sin la necesidad de haber llevado a cabo su implantación real, entre ellos, los que propone The Balance:

- Reduce la reedición del trabajo.
- Mejora la productividad.
- Reduce conflictos y modificaciones durante la construcción.
- Ahorro de tiempo y dinero.

Dentro de un proyecto BIM integrado se involucran diferentes disciplinas, responsabilidades y tareas, todas ellas clasificadas en las denominadas dimensiones BIM. Según la clasificación de Espacio BIM (como se citó en Cantó, 2017), son:

**BIM 1D: Idea.** Se trata de un diseño conceptual con el que identificar los requisitos del proyecto en el punto de partida, las condiciones existentes y la información esencial. Las actividades en este punto incluyen la realización de un análisis general, la normativa requerida a tener en cuenta y la preparación del Building Information Modelling Execution Plan (BEP) que guiará a todos los agentes involucrados en el proyecto.

**BIM 2D: Boceto.** Se llevarán a cabo decisiones para desarrollar el proceso de diseño y así hacer una recopilación de las entregas necesarias. Vendrá definido en este punto las vistas y planos en 2D, una planificación de los materiales y las bases para la sostenibilidad del proyecto.

**BIM 3D: Modelo de información del edificio.** Con base en los datos recopilados se creará el modelado 3D que servirá como representación gráfica de la idea propuesta. Este modelo no solo abarca la forma visual, sino que incluye la información base a tener en cuenta durante el ciclo de vida del proyecto.

BIM 4D: Tiempo. Al modelo se le sumará la dimensión del tiempo con tal de aumentar la productividad y facilitar el cumplimiento de plazos previstos. Cada elemento se desglosará por fases de ejecución y nos permitirá estimar una simulación constructiva en la fase temprana del proyecto, evitando pérdidas económicas.

BIM 5D: Coste. Se trata de conocer y estimar los gastos del proyecto con base en las actividades y en el tiempo empleado. Se proporcionan así métodos más exactos para analizar los costes, evaluar diferentes escenarios y cambiar su impacto en el proyecto.

BIM 6D: Simulación. Esta dimensión contribuye a realizar el análisis de consumo de energía de forma precisa durante el proceso de diseño. Permite, además, la verificación durante la ocupación del edificio y establecer procesos de mejora en instalaciones de alto rendimiento.

BIM 7D: Manual de instrucciones. La séptima dimensión permite extraer y explorar datos relevantes del proyecto y sus componentes, tales como el estado de los elementos, especificaciones, manuales de mantenimiento, datos de garantía, etc. Proporciona procesos para administrar los datos del proveedor y el componente instalado durante todo el ciclo de vida de la instalación que puede resultar útil a la hora de reemplazos de piezas en el futuro.

Además, Bim Academy (citada en Cantó, 2017) habla incluso hoy en día de dimensiones BIM 8D, 9D y 10D en relación a los sistemas de gestión de desastres, a métodos de respuesta frente a situaciones de emergencia y a la automatización de edificios y control remoto, respectivamente. Toda nueva información puede ser registrada y vinculada al modelo BIM.

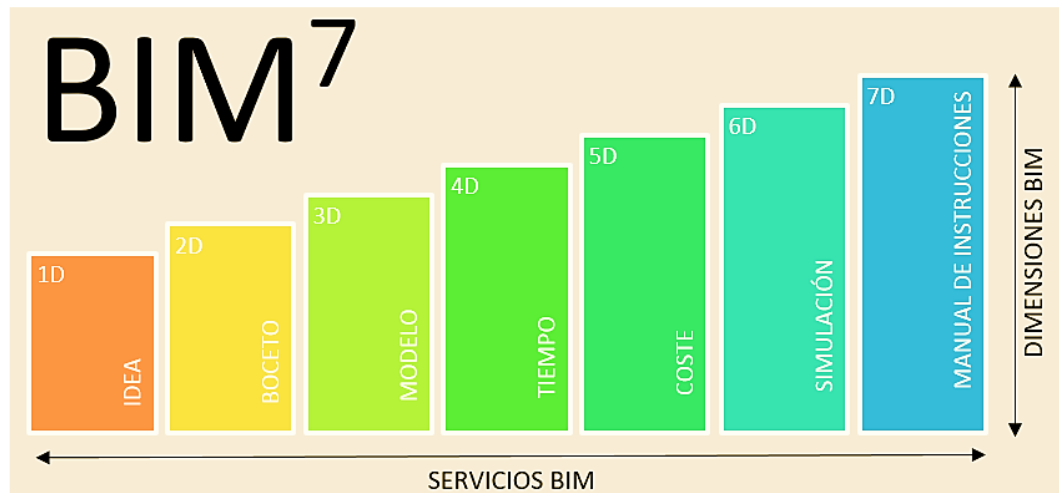


Figura 2: Dimensiones y servicios BIM. Recuperado de “Propuesta de implantación BIM basada en la Sinergia BIM-Lean Construction”, de Cantó, J., 2017, p. 28, Alicante, España

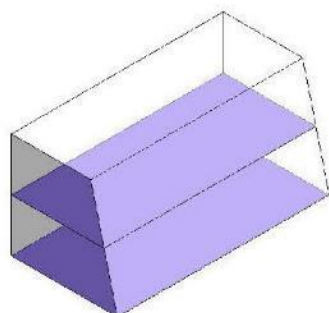
Cuando hablamos de BIM es necesario definir el concepto de Level of Development (LOD) o Nivel de Desarrollo (ND), D.C.V Consultores (2017) lo definen como:

El Nivel de Desarrollo (ND) describe los requisitos mínimos que los diferentes elementos del modelo deberán de incluir. El Nivel de Desarrollo (ND) varía de acuerdo al uso que se le quiere dar al modelo, es por ello importante determinarlo antes de desarrollar un Modelo. El Nivel de Desarrollo (ND) es acumulativo y debe avanzar de un nivel a otro. ( p. 11)

Los niveles de desarrollo se clasifican como:

Nivel de Desarrollo 100 (ND-100): incluyen elementos tales como masas que se utilizarán para estudios preliminares tales como diseño conceptual y etapas (Phases) generales del proyecto. Análisis basados en ubicación y orientación, así como metrados generales de áreas y volúmenes pueden ser realizados en este nivel.

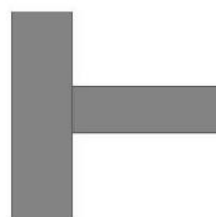
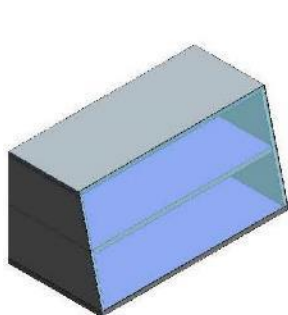




ÁREA Y VOLUMEN (ND1)		
ÁREA TERRENO	ÁREA TECHADA	VOLUMEN
139.35 m <sup>2</sup>	346.03 m <sup>2</sup>	396.44 m <sup>3</sup>

Figura 3: ND-100. Recuperado del “Plan de Ejecución BIM”, de D.C.V Consultores,2017, p.11, Lima

Nivel de Desarrollo 200 (ND-200): incluyen elementos en los cuales se han utilizado componentes genéricos donde las características de los elementos son solo generales, tales como espesor o volumen. Este nivel permite la compatibilización mediante la generación de reportes de interferencias.



MUROS (ND2)					
FAMILIA	TIPO	ANCHO	LARGO	ÁREA	VOLUMEN
Basic Wall	Muro-20cm	0.20	11.89	60.97 m <sup>2</sup>	12.39 m <sup>3</sup>
Basic Wall	Muro-30cm	0.30	11.99	70.53 m <sup>2</sup>	21.50 m <sup>3</sup>

Figura 4: ND-200. Recuperado del “Plan de Ejecución BIM”, de D.C.V Consultores,2017, p.11, Lima

Nivel de Desarrollo 300 (ND-300) incluyen elementos en los cuales los componentes genéricos han sido remplazados por materiales totalmente definidos. Este Nivel permite obtener Cuadros de Metrados exactos basados en los diferentes materiales.

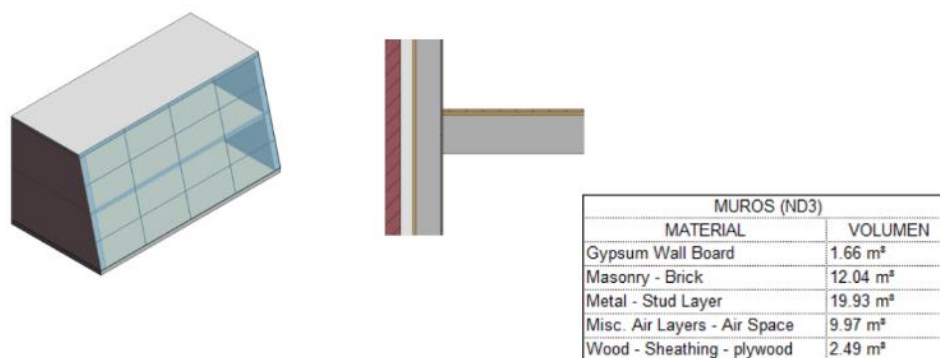


Figura 5: ND-300. Recuperado del "Plan de Ejecución BIM", de D.C.V Consultores,2017, p.12, Lima

Nivel de Desarrollo 400 (ND-400): incluyen elementos en los cuales los componentes han sido complementados con información en 2D, así como texto, dimensiones, notas, etc. Este Nivel permite la fabricación y/o construcción del Proyecto.

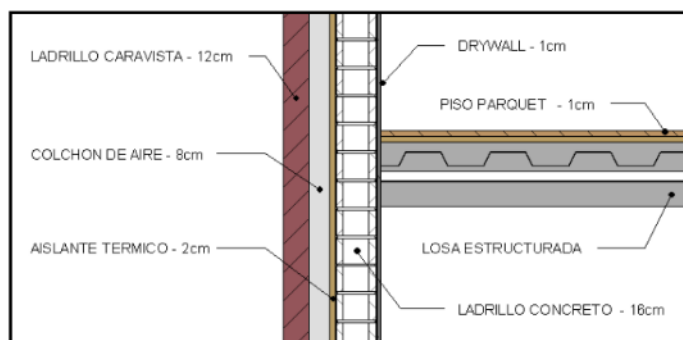
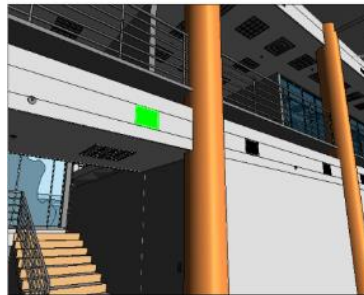


Figura 6: ND-400. Recuperado del "Plan de Ejecución BIM", de D.C.V Consultores,2017, p.12, Lima

Nivel de Desarrollo 500 (ND-500): incluyen parámetros asociados a todos los elementos de la edificación que permitirán, una vez exportados fuera del entorno BIM, realizar la programación de obra, así como mantenimiento y operaciones del proyecto. La vinculación del modelo con sistemas de base de datos puede ser realizada en este Nivel.



element_ID	revit_ID	last_inspected	next_inspection_due_date	priority	condition
132457383	659832	6/2/2008	9/11/2011	medium	good
132426790	679334	6/2/2008	9/11/2011	medium	good
132447782	650023	6/2/2008	9/11/2011	medium	good
131276003	672363	4/20/2006	1/24/2011	high	fair
132786522	650933	6/2/2008	9/11/2011	medium	good
131028862	667681	6/2/2008	9/11/2011	medium	good
132290073	679911	6/2/2008	9/11/2011	medium	excellent
131189520	640087	6/2/2008	9/11/2011	medium	good

Figura 7: ND-500. Recuperado del “Plan de Ejecución BIM”, de D.C.V Consultores, 2017, p.13, Lima

También es importante conocer algunos términos utilizados en el estudio por lo que definiremos algunos conceptos utilizados en la presente investigación:

**Diseño:** disciplina que tiene por objeto la armonización del entorno humano, desde la concepción de los objetos de uso, hasta el urbanismo. (El Peruano, 2018).

**Construcción:** acción que comprende las obras de edificación nueva, de ampliación, reconstrucción, refacción, remodelación, acondicionamiento y/o puesta en valor, así como las obras de ingeniería. Dentro de estas actividades se incluye la instalación de sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación y/u obra de ingeniería”. (El Peruano, 2018).

**CAD:** por sus siglas en Ingles Computer Aided Design o Computer Aided Drafting que significa Diseño y/o Dibujo Asistido por Computadora (Comite BIM del Perú, 2014).

**BIM:** por sus siglas en Ingles Building Information Modeling que significa modelado inteligente de edificaciones es una tecnología basada en una base de datos gráfica. (Comite BIM del Perú, 2014)

**AutoCAD:** es un software del tipo CAD (Computer Aided Design) que en castellano significa diseño asistido por computadora, y que fue creado por una empresa

norteamericana especializada en este rubro llamada Autodesk. (Tecnología Informática, 2019)

**Herramientas BIM:** son distintos programas informáticos que se basan en uno o varios modelos tridimensionales con información geométrica y no geométrica, interrelacionados entre sí de los cuales se puede extraer toda información para el proceso constructivo del edificio y la posterior gestión y mantenimiento (Ciclo de vida del edificio). A diferencia del software CAD donde a partir de distintas vistas que definen una futura realidad, las herramientas BIM realizan uno o varios modelos 3D que se corresponden con el modelo real (Construcción virtual) de los cuales vamos a poder extraer toda la información (vistas, mediciones, tablas de planificación...). (Animun - Creativity Advanced School, 2019)

**Autodesk Revit:** Autodesk Revit es una herramienta muy recomendable para el modelado de información de construcción y para el dibujo paramétrico, así como el diseño de elementos de modelación o edificación. Nos permite trabajar con objetos en tres dimensiones y provee de una asociatividad completa y un desarrollo muy bueno del proyecto de forma individual o en equipos de trabajo, logrando mucho más incluso de lo que podrían las empresas y las compañías demandar en un primer momento. Autodesk Revit está desarrollado para ordenadores con sistema operativo Microsoft Windows y llegó al mercado en su lanzamiento oficial el 5 de abril del año 2000. (ESDIMA-Escuela de Diseño de Madrid, 2019)

**Incompatibilidades:** Las incompatibilidades son problemas que se deben a una incorrecta representación gráfica en los planos cuando el detalle de un elemento no guarda relación con lo indicado en los demás planos. Por ejemplo, cuando una viga

aparece de un ancho distinto en el plano en planta si lo comparamos con otro plano de corte o de detalle de la misma viga. (Taboada, Alcántara, Lovera, Santos, & Diego, 2011).

A nivel mundial, las tecnologías de información son cada vez más aplicadas en todos los sectores productivos; es así que en el sector de la construcción se están implementando tecnologías BIM en proyectos de construcción para gestionarlos adecuadamente y obtener proyectos de calidad; según un estudio denominado “The business value of BIM”, se dió a conocer el crecimiento del uso de BIM en las empresas de Norteamérica que pasó de un 28% en el 2007 a un 48% para el 2009, lo que implica un crecimiento de un 71% en dos años. El 45% de los encuestados lo aprovecha, pero sabe que aún hay más y sólo el 3% trabaja el BIM en toda su capacidad. En Europa, para la misma fecha, 36% de las empresas dedicadas a la construcción o actividades relacionadas con la industria de la construcción, ubicadas en Europa Occidental, reportaron estar implementando la metodología BIM en sus proyectos (Cardona, 2014).

En nuestro país las empresas también empezaron a incorporar el uso de las herramientas BIM en los proyectos constructivos para garantizar la calidad de éstos cumpliendo el tiempo establecido y con los costos presupuestados; haciendo de las organizaciones más eficientes y eficaces. Lo anterior es aplicable también al sector público, siendo una experiencia exitosa de esta metodología el caso de los “Juegos Panamericanos Lima 2019”. Martyn Taype (2019) en su artículo “Experiencia exitosa de la metodología BIM” refiere:

Los “Juegos Panamericanos Lima 2019”, la cita deportiva más importante del continente americano que se realizó por primera vez en el Perú, donde alrededor de 6,700 atletas participaron en 39 deportes y 61 disciplinas, dentro de las cuales 22 fueron clasificatorias para los Juegos Olímpicos de Tokio 2020. Este evento deportivo puso al Perú en la vitrina del mundo, por su alcance internacional. Fueron 17 días de competencias, acompañadas de ceremonias, en las que los deportistas demostraron su talento en diversos puntos de Lima y Callao. Al menos 14 distritos formaron parte del recorrido entre sedes como: la Villa Deportiva Nacional (Videna), el Complejo Deportivo Villa María del Triunfo y la Villa Deportiva Regional del Callao, entre otros. Y ha sido considerado por muchos los mejores Juegos Panamericanos de la historia.

Sin embargo, algo que sorprendió a muchos críticos del evento es la eficiencia y eficacia mediante la cual se pudo superar el reto de la organización y de la construcción de su infraestructura en relativamente tan corto tiempo. Y es que en este proyecto se utilizó la metodología Building Information Modeling (BIM) lo cual ha llevado al Gobierno peruano a plantear que en la formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento de los proyectos de inversión se aplique esta metodología.

En tal sentido, en base a lo expuesto, reitero que la metodología BIM puede aplicarse en los proyectos de inversión el sector público en el Perú; pero contando con personal técnico debidamente capacitado y con experiencia en esta metodología. Este es un reto que con apoyo del Estado y el sector privado se puede superar. La experiencia exitosa de los recientes Juegos Panamericanos Lima 2019 han demostrado que los peruanos somos capaces de realizar y alcanzar grandes logros.

El uso de la metodología BIM y sus herramientas ya viene siendo respaldado por el gobierno, según el Decreto Legislativo N° 1444 que modifica la ley N° 30225 ley de contrataciones del estado. Artículo 3.- Incorporación de diversas disposiciones del estado que incorpora en su inciso decimotercero. - Las entidades ejecutan las obras

publicas considerando la eficiencia de los proyectos en su ciclo de vida. Mediante decreto supremo se establecen los criterios para la incorporación progresiva de herramientas obligatorias de modelamiento digital de la información para la ejecución de la obra pública que permitan mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos desde su diseño, durante su construcción, operación y hasta su mantenimiento (El Peruano, 2018). Además, en el Decreto Supremo N° 289-2019-EF se aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública.

La presente investigación busca principalmente enfatizar el uso de las herramientas BIM en obras de construcción con el fin de minimizar los errores o deficiencias generadas en la fase de diseño las que afectan directamente a la calidad del proyecto, Koskela (citado por Alcántara, 2013) refiere que el 78% de los problemas de calidad en la industria de la Arquitectura-Ingeniería-Construcción se debe al diseño de planos. También se puede afirmar que la deficiencia de los planos afectan a los plazos programados tal como se muestra en el estudio realizado por Undurraga(citado en Alcántara, 2013), quien refiere que del 20% al 25% del total de horas de construcción son desperdiciadas por la deficiencia en los diseños; así mismo éstas afectan directamente a los costos establecidos inicialmente, como se demuestra en el estudio realizado por Hanvey (citado en Alcántara, 2013), quien afirma que los documentos de diseño de ingeniería pueden influir negativamente en el cumplimiento eficiente en tiempo y costo de los proyectos de construcción, las cuales afectan a la contratista. A esto podemos sumarle los cuatro proyectos citados en nuestra región, descritos fojas arriba, de los cuales del análisis realizado a los planos 2D el 100% presentan incompatibilidades muy resaltantes; es por ello que esta investigación

plantea, comprobar que la aplicación de herramientas BIM ayudan a determinar la incompatibilidades en los planos durante la fase de diseño; evitando que éstos sean trasladados a la fase de ejecución en donde se requiera de rediseños de los planos y conlleve a la generación de problemas mayores o como las pérdidas económicas, retrasos, entre otros.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son los beneficios al aplicar herramientas BIM en la determinación de incompatibilidades en el proyecto Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca, 2019?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar las incompatibilidades mediante la aplicación de herramientas BIM en el proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, 2019.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analizar el expediente técnico original del proyecto "Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca".
- Generar el modelo BIM-3D por especialidad, del proyecto "Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca", utilizando Autodesk Revit 2019, versión educativa.
- Determinar la existencia de incompatibilidades e interferencias en los diseños de los planos del proyecto "Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca".



- Contrastar las incompatibilidades del modelo BIM-3D con los registrados en el cuaderno de obra.

#### **1.4. Hipótesis**

La aplicación de las herramientas BIM son beneficiosas en la determinación de incompatibilidades en el proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, 2019.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo de investigación**

Los diseños de investigación transaccional o transversal, no experimental, colectan datos en un solo momento y en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández, Fernández & Baptista, 2010)

La investigación tiene un enfoque cuantitativo con diseño no experimental pues no se manipularán las variables observadas; el tipo o alcance de la investigación es transversal y descriptiva, transversal pues se recogen los datos en un único momento y descriptivo pues su propósito es describir las variables.

### **2.2 Población y muestra**

#### **Población**

Proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, ubicada en el Distrito Baños de Inca – Cajamarca

#### **Muestra**

Proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, ubicada en el Distrito Baños de Inca – Cajamarca; la cual se seleccionó por conveniencia.

### **2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

La técnica que se ha utilizado es la observación visual directa, y los instrumentos que se aplicaron fueron guías de observación. Se diseñó dos formatos de instrumentos de recolección de datos:

- Guía de incompatibilidades en modelo BIM 3D (ver Anexo n°1) para registrar las incompatibilidades de las tres especialidades detectada mediante la interpolación de los modelos BIM 3D.
- Ficha de incompatibilidades en cuaderno de obra (ver Anexo n°2) para registrar las incompatibilidades encontradas en el cuaderno de obras.

### **Técnicas e instrumentos de análisis de datos:**

Una vez realizada la recolección de datos se procede al análisis, en donde la técnica es la estadística descriptiva, se utiliza como instrumento de análisis de datos la hoja de cálculo de Microsoft Excel, en donde se realiza la comparación y evaluación de los datos obtenidos en la interpolación de los modelos 3D y los registrados en el cuaderno de obra.

## **2.4 Procedimiento**

### **2.3.1 Análisis del expediente técnico**

Se solicitó los permisos y la documentación correspondiente del expediente técnico: “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico Baños Del Inca, Baños Del Inca, Cajamarca” al jefe del área de infraestructura de la Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca. El proceso se inició con el análisis de los planos 2D digitales en sus tres especialidades, según sus especificaciones técnicas.

### **2.3.2 Generación de los modelos BIM-3D por especialidad**

Se generaron los modelos BIM-3D del proyecto "Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca", utilizando la herramienta BIM, REVIT 2019 (Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP), versión educativa con clave: 829K1 y serie: 900-25071076, a partir de los planos digitales en AutoCAD de arquitectura, estructuras e instalaciones (sanitarias y

eléctricas) tanto en planta, corte (elevación), detalle, etc., a un nivel de desarrollo LOD 200, siguiendo la secuencia de construcción real de la edificación; es decir, el proceso de modelado involucró varias fases análogas al proceso constructivo real, empezando en orden: (1) Estructura, (2) Arquitectura básica, (3) instalaciones, (3a) II.EE., (3b) II.SS. Procesos que se especifica en la tabla siguiente:

Tabla 1  
*Elementos del modelado por Especialidades*

Fases	Componentes	Elementos de modelado
<b>Estructura</b>	Superestructura	Columnas, placas, vigas, losas, etc.
<b>Arquitectura</b>	Arquitectura	Tabiquerías: muros no portantes, drywall; cielos rasos, mamparas, etc.
<b>Instalaciones</b>	II.EE.	Aparatos eléctricos, etc.
	II.SS. (Agua y desagüe)	Tuberías de agua fría, etc.

### 2.3.3 Determinación de incompatibilidades a partir de los Modelos BIM-3D

Se determinó la existencia de incompatibilidades realizando la interpolación entre los modelos BIM-3D de las tres especialidades (estructuras, arquitectura e instalaciones) del proyecto "Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca" y entre ellos mismos; luego se extrajo la información en la "Guía de incompatibilidades en modelo BIM 3D (ver Anexo n°1).

### 2.3.4 Determinación de incompatibilidades a partir del cuaderno de obra

En esta fase se procedió a buscar las incompatibilidades detectadas por el residente de obra durante el proceso constructivo, según los asientos del cuaderno

de obra (ver anexo 27) los que se registraron en la “Ficha de incompatibilidades en cuaderno de obra” (ver Anexo n°2).

### **2.3.5 Contrastación de las incompatibilidades encontradas**

Para evaluar el beneficio de las herramientas BIM en la determinación de incompatibilidades del proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”; se procedió a contrastar las incompatibilidades detectadas entre los modelos BIM-3D generados y los encontrados en el cuaderno de obra

## **2.5 Aspectos Éticos**

Este trabajo de investigación ha cumplido con los criterios establecidos por el diseño de investigación de la Universidad Privada del Norte, el cual sugiere a través de sus formatos el camino a seguir en el proceso de investigación. Y se ha cumplido con el derecho de las ideas de los autores y los aspectos bibliográficos, por ello se hace referencia de los autores con sus respectivos datos de editorial y la parte ética que esto implica.

Además, el desarrollo de esta investigación no tiene ningún impacto negativo el medio ambiente ni con la sociedad; pues sólo se está diseñando los modelos BIM 3D y a través de la interpolación de éstos se puedan determinar las incompatibilidades entre los planos de las tres especialidades del proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”, para ello se hace uso de equipos y tecnologías que tienen un impacto mínimo.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Análisis del expediente técnico

Se obtuvo una copia del expediente técnico del proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”; proporcionados por la oficina de infraestructura de la municipalidad distrital de Los Baños del Inca. De dicho expediente se seleccionaron los planos de estructuras en 2D (ver Tabla 2), los planos de arquitectura 2D (ver Tabla 3) y los de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

Tabla 2

*Relación de planos de estructuras en 2D del “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca”*

RELACIÓN DE PLANOS – ESTRUCTURAS			
1	C-01	CIMENTACIÓN	Planta cimentación, detalles
2	C-02	VIGAS DE CIMENTACIÓN	Detalles longitudinales, cortes
3	E-01	PÓRTICOS, PLACAS Y DETALLES	A'-A', B-B. C-C, D-D, E-E
4	E-02	PÓRTICOS, PLACAS Y DETALLES	F-F, G-G, 7-7, 8-8, 9-9, 10-10, 11-11, 1-1
5	E-03	PÓRTICOS, PLACAS Y DETALLES	2-2, 4-4, 5-5, 6-6
6	E-04	ALIGERADOS Y DETALLES	Aligerado 1ra planta
7	E-05	ALIGERADOS Y DETALLES	Aligerado 2da planta
8	E-06	COLUMNAS Y PLACAS	Detalles columnas y Placas
9	E-07	CUARTO DE MAQUINAS	Cimientos, Pórticos, Vigas, detalles
10	E-08	ESCALERA HELICOIDAL	Planta, Corte isométrico, detalles
11	E-09	ESCALERA RECTA	Elevación, Corte, detalles
12	PC-01	PISCINAS Y CISTERNAS	Piscina Termal, Cisterna 45m3
13	PC-02	CISTERNAS	Cisterna 170 m3, Planta, Cortes, detalles
14	PC-03	CISTERNAS	Cisterna 170 m3, Planta, Cortes, detalles

Tabla 3

*Relación de Planos de Arquitectura en 2D del Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca*

<b>RELACIÓN DE PLANOS – ARQUITECTURA</b>		
1	LAMINA 0	Ubicación y perimétrico
2	LAMINA 1-2	Primer y segundo nivel
3	LAMINA 3	Cortes
4	LAMINA 4	Elevaciones
5	LAMINA 5	Cubiertas
6	LAMINA 6 -7	Pisos
7	LAMINA 8 – 9	Zócalos-contra zócalos-paredes
8	LAMINA 10-11	Cielos rasos
9	LAMINA 12	Detalles varios
10	LAMINA 13	Detalles falsos cielos rasos
11	LAMINA 14	Muros cortina
12	LAMINA 15	Puertas y ventanas
13	LAMINA 16-17-18-19-20	Detalles SSHH
14	LAMINA 21	Escalera interior
15	LAMINA 22	Escalera exterior
16	LAMINA 23-24-25-26	Planta. acotado-1° y 2° nivel
17	LAMINA 27	Detalles varios
18	LAMINA 28	Falsos cielos rasos
19	LAMINA 29	Puertas y ventanas

Luego los planos digitales 2D se analizaron con la herramienta del AutoCad.

También se seleccionaron los planos de ubicación y perimétrico (ver Anexo n°3), el plano general del primer nivel (ver Anexo n°4), el plano general del segundo nivel (ver Anexo n°5), el plano de cortes (ver Anexo n°6) y por último el plano de elevaciones (ver Anexo n°7).

### 3.2 Modelamiento BIM-3D

Se utilizó como herramienta BIM a Autodesk Revit 2019, versión educativa, para la elaboración de los modelos BIM-3D de las diferentes especialidades de la edificación a un nivel de desarrollo LOD 200, según los planos 2D de estructuras, arquitecturas e instalaciones eléctricas y sanitarias del proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo

Turístico de los Baños del Inca”, adquiridos en la fase anterior. Obteniendo como resultado los siguientes modelos:

- Modelo BIM-3D de Estructura, se muestra en el Anexo n°8.
- Modelo BIM-3D de Arquitectura, se muestra en el Anexo n°9.
- Modelo BIM-3D de Sanitarias, se muestra en el Anexo n°10.
- Modelo BIM-3D de Eléctricas, se muestra en el Anexo n°11.
- Modelo BIM-3D Integrado, se muestra en el Anexo n°12.

### **3.3 Determinación de Incompatibilidades a partir del Modelo BIM-3D**

Para determinar las incompatibilidades se procedió a realizar la interpolación entre los modelos BIM-3D generados, a partir del cual se detectaron varias interferencias e incompatibilidades que se detallan en las láminas de conflictos o incompatibilidades, ver anexos del 13 al 23; luego se registró la información en las guías correspondientes que se muestran a continuación:



**INC01: Intercepción entre la ventana y viga peraltada del 1° y 2° nivel.**


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA													
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D													
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019												
CÓDIGO INCOMP.:	INC01												
FECHA:	08/02/2019												
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.												
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:													
DESCRIPCIÓN:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ARQ.</th> <th>X</th> <th>EST.</th> <th>X</th> <th>II.EE.</th> <th>II.SS.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.		X		X		
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.								
	X		X										
<p><i>Intercepción entre la ventana y viga peraltada del 1° y 2° nivel:</i></p> <p>En el proceso de interpolación de los modelos de estructura y arquitectura se observa que la viga peraltada de 25x40 cm está siendo interceptada por la ventana trapezoidal de 1x1.20 cm, tanto en el primer nivel como en el segundo nivel.</p>													
LÁMINA:	INC-01.												
UBICACIÓN:	Eje 1 – del primer y segundo nivel.												
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.												

Figura 8: Intercepción entre la ventana y viga peraltada del 1° y 2° nivel - modelo BIM 3D.

**INC02: Interferencias entre la viga de cimentación V-30x90 ubicada en el eje D y la piscina con chorros subacuáticos.**


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA													
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D													
<b>PROYECTO:</b>	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019												
<b>CÓDIGO INCOMP.:</b>	INC02												
<b>FECHA:</b>	08/02/2019												
<b>MODELADO POR:</b>	Alberto Saúl Pajares Chávez.												
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:													
DESCRIPCIÓN:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ARQ.</th> <th>X</th> <th>EST.</th> <th>X</th> <th>II.EE.</th> <th>II.SS.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.						
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.								
<p><i>Interferencias entre la viga de cimentación V-30x90 ubicada en el eje D y la piscina con chorros subacuáticos:</i></p> <p>En el proceso de modelado se localizó la incompatibilidad entre la viga de cimentación V-30x90, la cual se encuentra atravesando horizontalmente a la piscina con chorros subacuáticos; esta viga conecta las columnas C5 y C6 del eje D.</p>													
<b>LÁMINA:</b>	INC-02.												
<b>UBICACIÓN:</b>	Eje D – del primer nivel.												
<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.												

Figura 9: Interferencia entre la viga de cimentación ubicada en eje D y la piscina con chorros subacuáticos - modelo BIM 3D.

**INC03: Interferencia entre la viga de cimentación V-25x70 ubicada en el eje A' con la piscina de hidromasajes de 34 °C.**

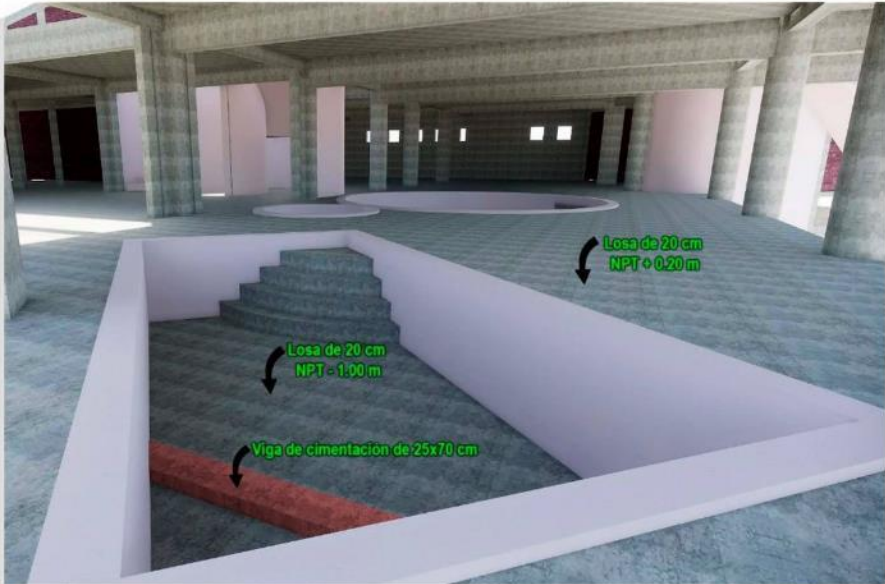
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D	
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019
CÓDIGO INCOMP.:	INC03
FECHA:	08/02/2019
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:	
DESCRIPCIÓN:	ARQ. X EST. X II.EE. II.SS.
<p><i>Interferencia entre la viga de cimentación V-25x70 ubicada en el eje A' con la piscina de hidromasajes de 34 °C:</i></p> <p>En el proceso de modelado se localizó la incompatibilidad entre la viga de cimentación V-25x70, la cual se encuentra atravesando horizontalmente a la piscina de hidromasajes de 34°C; esta viga conecta las columnas 5 y 6 del eje A'.</p>	
LÁMINA:	INC-03.
UBICACIÓN:	Eje A – del primer nivel.
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.

Figura 10: Interferencia entre la viga de cimentación ubicada en el eje A' y la piscina de hidromasajes de 34°C– modelo BIM 3D.



**INC04: No consideración de la columna C6-A' y la viga V-25x50 en la planta II.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D	
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019
CÓDIGO INCOMP.:	INC04
FECHA:	08/02/2019
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:	
DESCRIPCIÓN:	ARQ. EST. X II.EE. II.SS.
<p>No consideración de la columna C6-A' y la viga V-25x50 en la planta II:</p> <p>Con visita in situ se verifico la no consideración de la viga V-25x50 y la columna C6-A' en pórtico del eje 6 en el segundo nivel del modelo BIM-3D de estructuras.</p>	 
LÁMINA:	INC-04.
UBICACIÓN:	Eje 6 – del segundo nivel.
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.

Figura 11: No consideración de la columna C6-A' y la viga V-25x50 en la planta II – modelo BIM 3D.

### INC05: Losa de techos con pendientes distintas


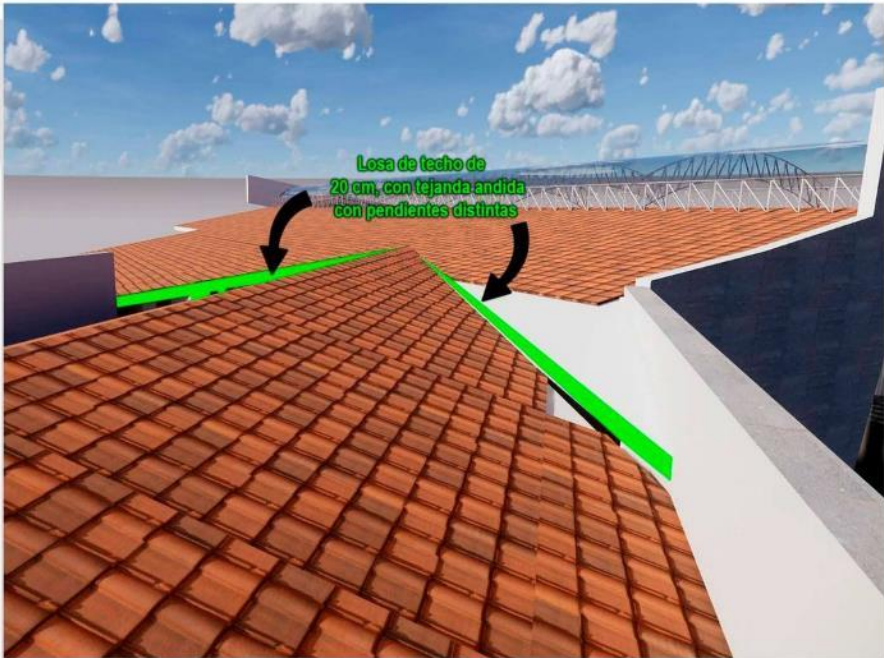
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D							
	PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
	CÓDIGO INCOMP.:	INC05	FECHA:	08/02/2019			
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.						
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
DESCRIPCIÓN:	ARQ.	X	EST.		II.EE.		II.SS.
<p><i>Losa de techos con pendientes distintas:</i></p> <p>Se encontró en la última cobertura del modelo de arquitectura una losa de 20 cm con recubrimiento de teja andina con pendientes distintas, las cuales originan unas aberturas en dicho componente.</p>							
LÁMINA:	INC-05.						
UBICACIÓN:	Eje J – en cobertura final.						
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.						

Figura 12: Losa de techos con pendientes distintas – modelo BIM 3D



### INC06: Losa de Techo atravesando la pared del cuarto de máquinas


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D	
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019
CÓDIGO INCOMP.:	INC06
FECHA:	08/02/2019
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:	
DESCRIPCIÓN:	ARQ. X EST. II.EE. II.SS.
<p><i>Losa de Techo atravesando la pared del cuarto de máquinas:</i></p> <p>Con la interpolación entre los modelos de estructuras y arquitectura se observa que la losa de techo de 20 cm atraviesa la pared frontal del cuarto de máquinas, sobresaliendo 35cm.</p>	
LÁMINA:	INC-06.
UBICACIÓN:	Cuarto de máquinas.
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.

Figura 13: Losa de Techo atravesando la pared del cuarto de máquinas – modelo BIM 3D.

### INC07: Desigualdad de áreas de la piscina principal

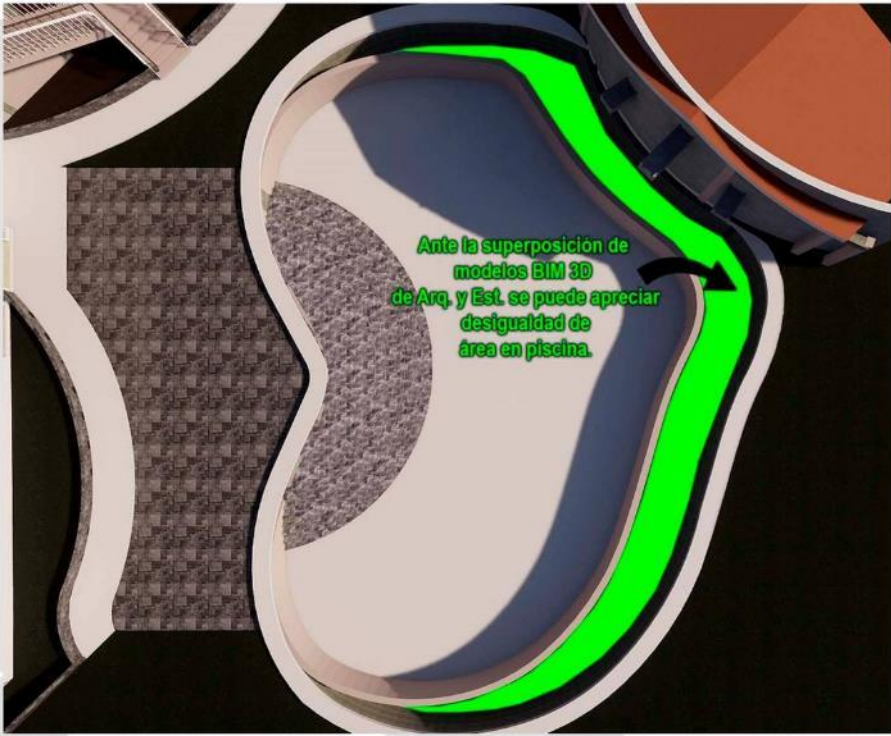
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D	
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019
CÓDIGO INCOMP.:	INC07
FECHA:	08/02/2019
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:	
DESCRIPCIÓN:	ARQ. X EST. X II.EE. II.SS.
<p><i>Desigualdad de áreas de la piscina principal:</i></p> <p>En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y estructuras, se aprecia la desigualdad de las áreas de la piscina principal entre ambos modelos.</p>	
LÁMINA:	INC-07.
UBICACIÓN:	Piscina principal.
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.

Figura 14: Desigualdad de áreas de la piscina principal – modelo BIM 3D

### INC08: No consideración de losa aligerada en la fachada

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA													
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D													
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019												
CÓDIGO INCOMP.:	INC08												
FECHA:	08/02/2019												
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.												
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:													
DESCRIPCIÓN:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ARQ.</th> <th>X</th> <th>EST.</th> <th>X</th> <th>II.EE.</th> <th>II.SS.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.		X		X		
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.								
	X		X										
<p><i>No consideración de losa aligerada en la fachada:</i></p> <p>En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y estructuras, se observa una losa aligerada de 20 cm del modelo de estructuras que no existe en el modelo de arquitectura.</p>													
LÁMINA:	INC-08.												
UBICACIÓN:	Eje A – del primer nivel.												
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.												

Figura 15: Incompatibilidad de losa aligerada en la fachada – modelo BIM 3D



### INC09: Incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D							
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019						
CÓDIGO INCOMP.:	INC09						
FECHA:	08/02/2019						
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.						
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
DESCRIPCIÓN:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ARQ.</th> <th>X</th> <th>EST.</th> <th>X</th> <th>II.EE.</th> <th>II.SS.</th> </tr> </thead> </table>	ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.	II.SS.		
<p><i>Incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada entre los modelos de estructura y arquitectura:</i></p> <p>En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y estructura, se observa la diferencia de pendientes entre las vigas estructurales y la losa.</p>							
LÁMINA:	INC-09.						
UBICACIÓN:	Eje A al eje H – en la cobertura ultima.						
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.						

Figura 16: Incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada de modelos estructurales y arquitectónico – modelo BIM 3D

### INC10: Interferencia entre montantes de ventilación y losa aligerada


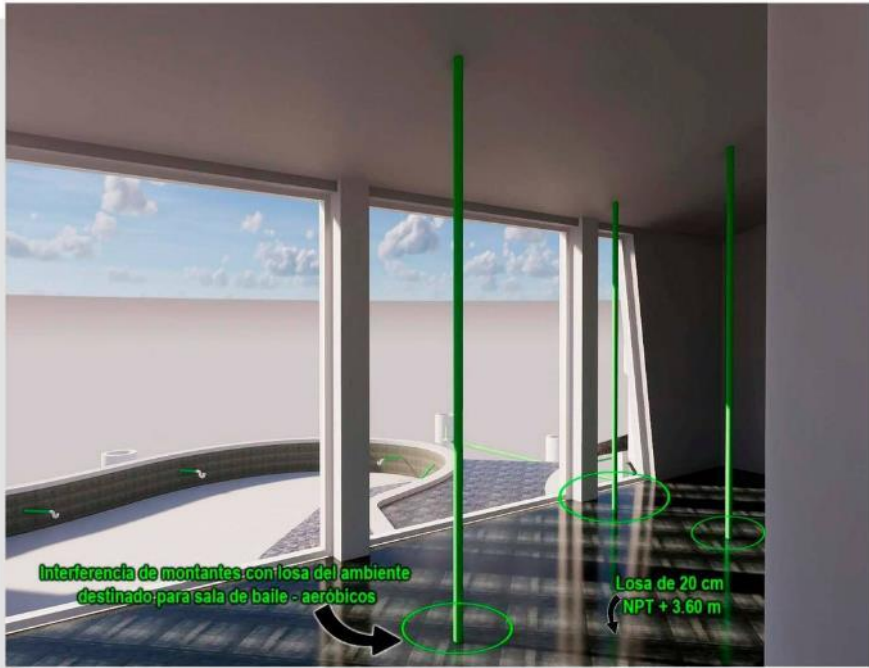
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D							
	PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
	CÓDIGO INCOMP.:	INC10	FECHA:	08/02/2019			
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.						
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
DESCRIPCIÓN:	ARQ.	X	EST.		II.EE.		II.SS.
<p><i>Interferencia entre montantes de ventilación y losa aligerada:</i></p> <p>En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y sanitarias, se observa la interferencia entre montantes de ventilación de los SSHH del primer nivel con la losa aligerada de 20cm de la sala destinada para baile y aeróbicos ubicada en el segundo nivel.</p>							
LÁMINA:	INC-10.						
UBICACIÓN:	Sala de baile aeróbicos – del segundo nivel.						
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.						

Figura 17: Interferencia entre montantes de ventilación y losa aligerada – modelo BIM 3D

### INC11: Incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal y la cota de fondo de caja de registro

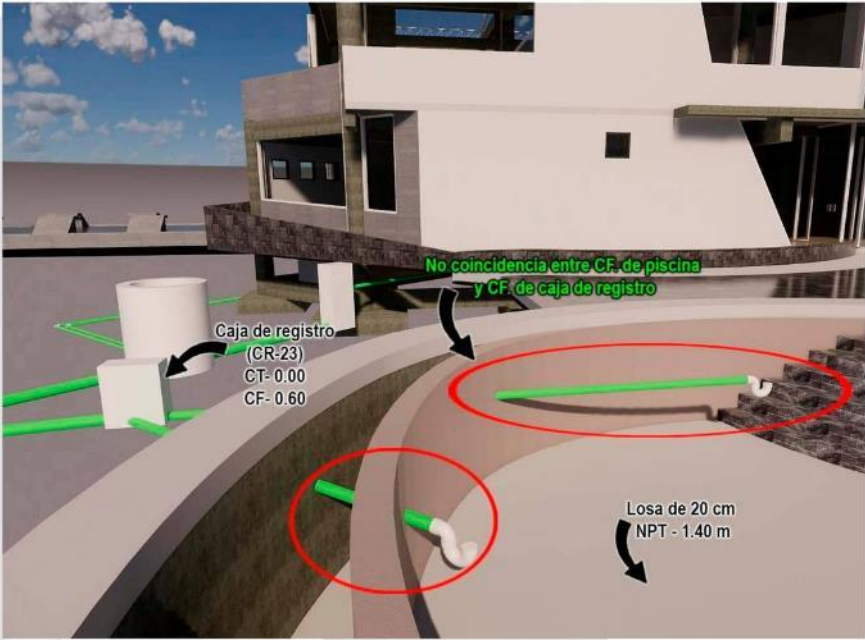
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																	
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D																	
PROYECTO:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019																
CÓDIGO INCOMP.:	INC11																
FECHA:	08/02/2019																
MODELADO POR:	Alberto Saúl Pajares Chávez.																
DESCRIPCIÓN:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:</th> </tr> <tr> <th>ARQ.</th> <th>X</th> <th>EST.</th> <th></th> <th>II.EE.</th> <th></th> <th>II.SS.</th> <th>X</th> </tr> </thead> </table> <p><i>Incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal y la cota de fondo de caja de registro:</i></p> <p>En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y sanitarias, se observa la incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal con la cota de fondo de la caja de registro con código CR-23.</p> 	CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:								ARQ.	X	EST.		II.EE.		II.SS.	X
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:																	
ARQ.	X	EST.		II.EE.		II.SS.	X										
LÁMINA:	INC-11.																
UBICACIÓN:	Piscina principal.																
REVISADO POR:	Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna.																

Figura 18: Incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal y la cota de fondo de la caja de registro – modelo BIM 3D

A continuación, mostramos un resumen de las incompatibilidades identificadas con la interpolación de los modelos BIM 3D de estructuras, arquitecturas y sanitarias; haciendo un total de once.

Tabla 4

*Incompatibilidades identificadas según modelo BIM-3D*

<b>Código</b>	<b>Incompatibilidad</b>	<b>ARQ.</b>	<b>EST.</b>	<b>II.EE.</b>	<b>II.SS.</b>
<b>INC01</b>	Intercepción entre la ventana y viga peraltada del 1° y 2° nivel.	X	X		
<b>INC02</b>	Interferencias entre la viga de cimentación V-30x90 ubicada en el eje D y la piscina con chorros subacuáticos	X	X		
<b>INC03</b>	Interferencias entre la viga de cimentación v-25x70 ubicada en el A' con la piscina de hidromasajes de 34°C.	X	X		
<b>INC04</b>	No consideración de la columna C6-A' y la viga V-25x50 en la planta II.		X		
<b>INC05</b>	Losa de techos con pendientes distintas	X			
<b>INC06</b>	Losa de Techo atravesando la pared del cuarto de máquinas	X			
<b>INC07</b>	Desigualdad de áreas de la piscina principal	X	X		
<b>INC08</b>	No consideración de losa aligerada en la fachada	X	X		
<b>INC09</b>	Incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada.	X	X		
<b>INC10</b>	Interferencia entre montantes de ventilación y losa aligerada	X			X
<b>INC11</b>	Incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal y la cota de fondo de caja de registro.	X			X



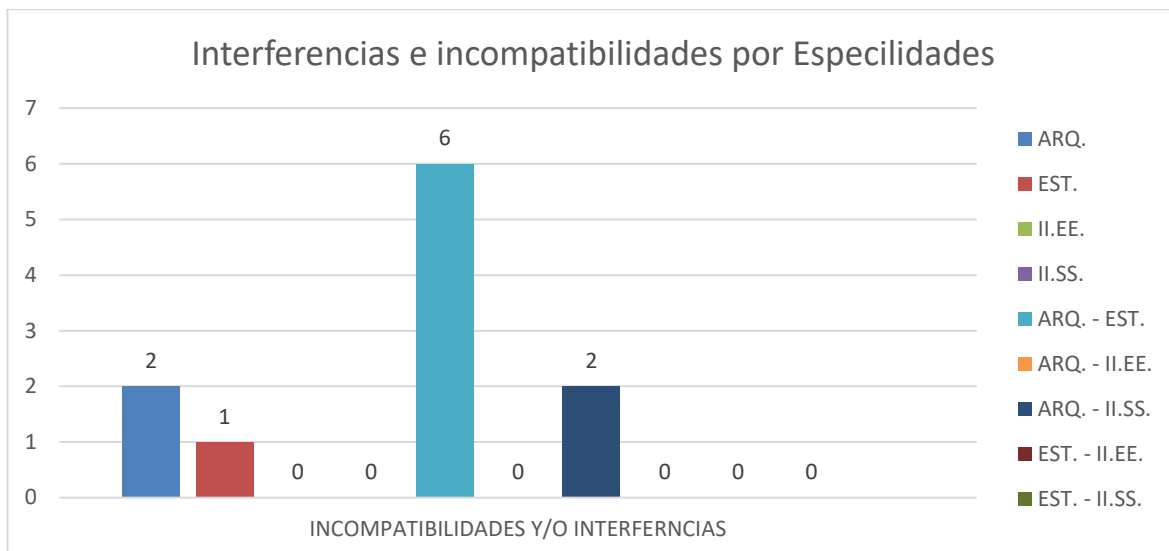


Figura 19: Gráfico de Interferencias e incompatibilidades por Especialidades

Analizando los datos del gráfico anterior podemos deducir que la mayor parte de las interferencias o incompatibilidades se dan entre las especialidades de arquitectura y estructura, pues de las once encontradas seis (55%) corresponden a la especialidad de arquitectura y estructura, dos (18%) corresponden sólo a la especialidad de arquitectura, una (9%) corresponde a la especialidad de estructura y las dos restantes (18%) corresponden a las especialidades de arquitectura y sanitaria; estos errores cometidos se pueden atribuir al uso de metodologías y herramientas tradicionales que son limitadas y que no permiten la coordinación adecuada entre los diferentes proyectistas.

### 3.4 Determinación de incompatibilidades a partir del cuaderno de obras

Para determinar las incompatibilidades registrada en el cuaderno de obra (ver anexo n°24) se procedió a revisar dicho cuaderno en forma minuciosa, luego se registró la información en las guías correspondientes que se muestran a continuación:

**I01: Intersección de las ventanas con viga peraltada del 1° nivel**

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA</b>								
<b>FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA</b>								
<b>OBRA:</b>		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019						
<b>CÓDIGO INCOMP.:</b>		I01	<b>ASIENTO:</b>		117	<b>FECHA:</b>		28-08-2012
<b>REGISTRADO POR:</b>		Julio A. Velásquez Dávila						
<b>INSPECTOR</b>		<b>RESIDENTE</b>			<b>X SUPERVISOR</b>			
<b>CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:</b>								
<b>ARQ.</b>	<b>X</b>	<b>EST.</b>	<b>X</b>	<b>II.EE.</b>		<b>II.SS.</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA</b>								
<p>En los planos de arquitectura en las paredes de la vista lateral izquierda en las ventanas, si se respeta el alfeizar en el primer nivel y la altura de las ventanas estas interceptan a la viga peraltada, techo aligerado lo cual constructivamente no se puede ejecutar, por lo que para para respetar la iluminación y ventilación, se ha creído conveniente en disminuir en altura el alfeizar y conservar la altura de las ventanas.</p>								
<b>CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA</b>								
<p><b>ASIENTO N° 117</b> <span style="float: right;"><b>28-08-2012</b></span></p> <p><b>DEL RESIDENTE</b></p> <p>En los planos de arquitectura en las paredes de la vista lateral izquierda en las ventanas, si se respeta el alfeizar en el primer nivel y la altura de las ventanas estas interceptan a la viga peraltada, techo aligerado lo cual constructivamente no se puede ejecutar; por lo que para respetar la iluminación y ventilación, se ha creído conveniente en disminuir en altura el alfeizar y conservar la altura de las ventanas; se le comunica al Ing. Mirco Solórzano que se ha coordinado</p>								

Figura 20: Intersección de las ventanas con viga peraltada del 1° nivel – cuaderno de obra.

**I02: Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de chorros subacuáticos.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA						
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA						
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019				
CÓDIGO INCOMP.:		I02	ASIENTO:	118	FECHA:	29-08-2012
REGISTRADO POR:		Julio A. Velásquez Dávila				
INSPECTOR		RESIDENTE	X	SUPERVISOR		
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:						
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA						
<p>En cuanto a la ubicación de la piscina con chorros sub acuáticos y piscina de hidromasajes, el proyectista no ha compatibilizado los planos de estructuras con los planos de arquitectura, por lo que dichas piscinas se ven afectada por el paso de la viga de cimentación; pero es solucionable con la reubicación del graderío de las piscinas al hacer coincidir la viga de cimentación con un paso o de otra manera que la viga de cimentación quede por debajo del graderío de las piscinas.</p>						
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA						
<p>1; 2: relleno y compactado con material propio. - En cuanto a la ubicación de la piscina con chorros sub acuáticos y piscina de hidromasajes: el proyectista no ha compatibilizado los planos de Estructuras con los planos de arquitectura; por lo que dichas piscinas se ven afectada por el paso de la viga de cimentación; pero es solucionable con la reubicación del graderío de las piscinas al hacer coincidir la viga de cimentación con un paso o de otra manera que la viga de cimentación quede por debajo del graderío de las piscinas. - Hecha a obra la</p>						

Figura 21: Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de chorros subacuáticos – cuaderno de obra.

### I03. Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de hidromasajes.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		103	ASIENTO:	118	FECHA:	29-08-2012	
REGISTRADO POR:		Julio A. Velásquez Dávila					
INSPECTOR		RESIDENTE		X SUPERVISOR			
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.	
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
<p>En cuanto a la ubicación de la piscina con chorros sub acuáticos y piscina de hidromasajes, el proyectista no ha compatibilizado los planos de estructuras con los planos de arquitectura, por lo que dichas piscinas se ven afectada por el paso de la viga de cimentación; pero es solucionable con la reubicación del graderío de las piscinas al hacer coincidir la viga de cimentación con un paso o de otra manera que la viga de cimentación quede por debajo del graderío de las piscinas.</p>							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p>1; 2: relleno y compactado con material propio. - En cuanto a la ubicación de la piscina con chorros sub acuáticos y piscina de hidromasajes: el proyectista no ha compatibilizado los planos de Estructuras con los planos de arquitectura; por lo que dichas piscinas se ven afectada por el paso de la viga de cimentación; pero es solucionable con la reubicación del graderío de las piscinas al hacer coincidir la viga de cimentación con un paso o de otra manera que la viga de cimentación quede por debajo del graderío de las piscinas. - llega a obra la</p>							

Figura 22: Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de hidromasajes – cuaderno de obra.



### I04: Inconsistencia de área de piscina principal

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		104	ASIENTO:	120	FECHA:	06-09-2012	
REGISTRADO POR:		Edisón Alejandro Álvarez García					
INSPECTOR		RESIDENTE		X	SUPERVISOR		
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.	
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
Con respecto a la piscina modificaciones autorizadas por el proyectista y/o entidad.							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p>Asiento n° 120 Baños 06-09-12</p> <p>Características</p> <p>Continúa accesorio de las albercas del primer nivel. Otocaudales abisales</p> <p>se recomienda cumplir con los planes del accesorio. Tocar respecto a las piscinas sobre modificaciones autorizadas por el proyectista y/o la entidad de concreto que aligerado de bloques de fofofofofo, y concreto venario de oiooioio.</p> <p>Personal: Maestro c. 10, 15 operarios, 10 oficiales, 20 peones, 01 ingeniero de seguridad, 01 almacenero, 01 guardián.</p> <p>CONSURGIO ALVAREZ SA</p> <p>Edisón Alejandro Álvarez García INGENIERO CIVIL</p>							

Figura 23: Inconsistencia de área de piscina principal - cuaderno de obra

**I05: Interferencia de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel con los ambientes de baile y aeróbicos del segundo nivel**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		105	ASIENTO:	122	FECHA:	11-10-2012	
REGISTRADO POR:		Edisión Alejandro Álvarez García					
INSPECTOR		RESIDENTE		X	SUPERVISOR		
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.		II.EE.		II.SS.	X
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
<p>En el numeral 2, acápite "b", dice reubicación de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel, ya que en el segundo nivel pasara los ambientes de baile y aeróbicos.</p>							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p>Asiento n° 122 - suspensión <span style="float: right;">del 11 de octubre 2012</span></p> <p>de construcción.</p> <p>1. CC. Verificado de avances cuando de constructores un avance <math>f_0 = 310 \text{ Kg/m}^2</math> según diseño presentado 1:2.5:2.6 + 21.3 T/m + 193 cc<sup>3</sup>/Lts EUCO-DM (implementación)</p> <p>2. CC. Se hace de conocimiento para los fines correspondientes que suspensión efectivamente y definitivamente del 11-10-12 para el levantamiento del proyecto y/o Evidencia respecto a:</p> <p>a) Si la ubicación de los SS.HH del segundo nivel podría ser debajo de la losa alveolada ya que el proyecto constructivo se emplaza en la losa alveolada de vigas, etc.</p> <p>b) Reubicación de los montantes de ventilación de los SS.HH del primer nivel ya que en el 2º nivel van a ser los ambientes de baile y aeróbicos</p> <p>c) Definitivamente respecto a la ubicación de ventilación de recepción y salida del primer nivel, es losa alveolada en segundo nivel e estructura metálica en el primer nivel ya que tiene mucha posibilidad de ser plano de asfalto y concreto, etc. (Carta n° 061-2012/A-S.C.)</p>							

Figura 24: Interferencia de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel con los ambientes de baile y aeróbicos del segundo nivel – cuaderno de obra.



**I06: Ambigüedad entre tipo de cobertura del ambiente de recepción y control del primer nivel.**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		I06	ASIENTO:	122	FECHA:	11-10-2012	
REGISTRADO POR:		Edisón Alejandro Álvarez García					
INSPECTOR		RESIDENTE		X	SUPERVISOR		
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.	
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
<p>En el numeral 2, acápite "c", pronunciamiento con respecto a la cobertura del ambiente de recepción y control de primer nivel, es loza ligera o es cobertura metálica en el último nivel ya que existen incompatibilidades en el plano de estructura y arquitectura.</p>							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p><i>Asiento N° 122 - Suspensión de estructura.</i></p> <p><i>1.º cc. Verificado de acuerdo con el estado de la obra en el momento de la verificación se verificó un estado de la obra con un estado de <math>f_c = 240 \text{ Kg/cm}^2</math> según diseño previsto 1:2.5:2.6 + 21.3 MPa + 193 cc<sup>3</sup>/lts ECCC-DM (imp. metalizada)</i></p> <p><i>2.º cc. Se hizo de conocimiento para los fines correspondientes que se suspendió oportunamente y se corroboraron los H.H.12 para la totalidad de las acciones de la Estructura respecto a:</i></p> <p><i>a) Si la cubierta de los SS.HH del segundo nivel podría ser debajo de la losa alveolada ya que el proyecto no cumple la 1ª condición en la losa cuando las vigas de concreto.</i></p> <p><i>b) Aplicación de las medidas de ventilación de los SS.HH del primer nivel ya que en el 2º nivel existen los ambientes de baño y vestíbulo.</i></p> <p><i>c) Pronunciamiento respecto a la cobertura del ambiente de recepción y control del primer nivel, es losa alveolada en el segundo nivel e estructura metálica en el último nivel ya que tiene una posibilidad de un plano de estructura y arquitectura. (Carta N° 061-2012/A-SB.)</i></p>							

Figura 25: Ambigüedad entre tipo de cobertura del ambiente de recepción y control del primer nivel – cuaderno de obras.

### I07: Incompatibilidad en el cuarto de máquinas

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		107	ASIENTO:	178	FECHA:	11-10-2012	
REGISTRADO POR:		Edisón Alejandro Álvarez García					
INSPECTOR		RESIDENTE		SUPERVISOR		X	
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.	
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
<p>Se solicita al residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y/o entidades. Casos: cuarto de máquinas, piscinas fachadas, etc.</p>							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p><i>Asiento n° 76 - Supervisión</i></p> <p><i>Al residente</i></p> <p><i>1.00. Se solicita al supo residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y/o entidades. Casos: Cuarto de Maquinas, fachadas, piscinas etc.</i></p> <p><i>2.00. Realizar ensayos a la rotura de yesos mencionados punto 76</i></p> <p><i>3.00. Se realiza apertura de punto paralelo de trabajos.</i></p> <p><i>Edisón Alejandro Álvarez García</i> INGENIERO CIVIL N° 12</p> <p><i>CONSORCIO ALVAREZ SA</i></p> <p><i>Edisón Alejandro Álvarez García</i> INGENIERO CIVIL</p>							

Figura 26: Incompatibilidad en el cuarto de máquinas – cuaderno de obra

### I08: Incompatibilidad en la fachada


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
		OBRA: Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		108	ASIENTO:	178	FECHA:	11-10-2012	
REGISTRADO POR:		Edisón Alejandro Álvarez García					
INSPECTOR		RESIDENTE		SUPERVISOR			X
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.	
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
Se solicita al residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y/o entidades. Casos: cuarto de máquinas, piscinas fachadas, etc							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p><i>Asiento n° 76 - Suspensión</i></p> <p><i>Al contratista</i></p> <p>1.00. Se solicita al susc. residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y/o entidades. Casos: Cuarto de máquinas, fachadas, piscinas, etc.</p> <p>2.00. Realizar ensayos a la rotura de testigos mencionados Asiento 76</p> <p>3.00. Se realiza apertura de frento paralelo de trabajos.</p> <p><i>Edisón Alejandro Álvarez García</i> INGENIERO CIVIL R.E.P. N° 24590 SUPERVISOR DE OBRA 12</p> <p><i>Edisón Alejandro Álvarez García</i> CONSORCIO ALVAREZ SA</p>							

Figura 27: Incompatibilidad en la fachada – cuaderno de obra



### I09: Incompatibilidad en piscina

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA							
OBRA:		Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019					
CÓDIGO INCOMP.:		109	ASIENTO:	178	FECHA:	11-10-2012	
REGISTRADO POR:		Edisón Alejandro Álvarez García					
INSPECTOR		RESIDENTE			SUPERVISOR		X
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
ARQ.	X	EST.	X	II.EE.		II.SS.	
DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA							
Se solicita al residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y/o entidades. Casos: cuarto de máquinas, piscinas fachadas, etc							
CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA							
<p style="text-align: right;">Edisón Alejandro Álvarez García INGENIERO CIVIL R.E.P. N° 25990 SUPERVISOR DE OBRA</p> <p>Asiento N° 76 - suspensión Al contratista</p> <p>1.00. Se solicita al supo residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y/o entidades. Casos: Cuarto de máquinas, fachadas, piscinas etc.</p> <p>2.00. Realizar ensayos a la rotura de vigas mencionados punto 76</p> <p>3.00. Se requiere apertura de grietas paralelas de trabajos.</p> <p style="text-align: right;">CONSORCIO ALVAREZ SA Edisón Alejandro Álvarez García INGENIERO CIVIL</p>							

Figura 28: Incompatibilidad en piscina – cuaderno de obra

En la tabla 5, se muestran un resumen de las incompatibilidades identificadas en el cuaderno de obras registradas por el residente y supervisor de obra.

Tabla 5  
*Incompatibilidades identificadas en el cuaderno de obras*

Código	N°	Fecha	Responsable	Incompatibilidad	Descripción
<b>Asiento</b>					
I01	117	28-08-2012	Residente	Intersección de las ventanas con viga peraltada del 1° nivel	Intersección de las ventanas con viga peraltada del 1° nivel del lado lateral izquierdo.
I02	118	29-08-2012	Residente	Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de chorros subacuáticos.	Afectación de vigas de cimentación por las piscinas: de chorros subacuáticos y de hidromasajes.
I03	118	29-08-2012	Residente	Interferencia de vigas de cimentación con la piscina de hidromasajes.	
I04	120	06-09-2012	Residente	Inconsistencia de área de piscina principal	Con respecto a la piscina modificaciones autorizadas por el proyectista.
I05	122	11-10-2012	Residente	Interferencia de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel con los ambientes de baile y aeróbicos del segundo nivel	En el numeral 2, acápite "b", dice reubicación de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel, ya que en el segundo nivel pasara los ambientes de baile y aeróbicos.

I06	122	11-10-2012	Residente	Ambigüedad entre tipo de cobertura del ambiente de recepción y control del primer nivel.	En el numeral 2, acápite “c”, pronunciamiento con respecto a la cobertura del ambiente de recepción y control de primer nivel, es loza ligera o es cobertura metálica en el último nivel ya que existen incompatibilidades en el plano de estructura y arquitectura.
I07	178		Supervisor	Incompatibilidad en el cuarto de máquinas	Se solicita al residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de incompatibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de supervisor, proyectista y o entidades. Casos: cuarto de máquinas, piscinas fachadas, etc
I08	178		Supervisor	Incompatibilidad en la fachada	
I09	178		Supervisor	Incompatibilidad en piscina	

Cabe destacar que se contabilizó solamente las incompatibilidades encontradas en las hojas de cuaderno de obra a las que se pudo tener acceso ya que, por cambio de gobierno, el nuevo personal desconoce su ubicación exacta.

### 3.5 Contrastación de las incompatibilidades encontradas

Para corroborar el beneficio de la aplicación de herramientas BIM en la determinación de incompatibilidades del proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca”; se procedió a realizar la contrastación de las incompatibilidades



detectadas con los modelos BIM-3D y los encontrados en el cuaderno de obras, para ver las coincidencias entre ellos. (ver Tabla 6)

Tabla 6  
*Matriz de coincidencias de incompatibilidades entre el Modelo BIM-3D y el cuaderno de obras*

Incompatibilidad en Modelo BIM 3D	Incompatibilidad en cuaderno de obras	I01	I02	I03	I04	I05	I06	I07	I08	I09
INC01		X								
INC02			X							
INC03				X						
INC04										
INC05										
INC06								X		
INC07					X					
INC08									X	
INC09										
INC10						X				
INC11										X

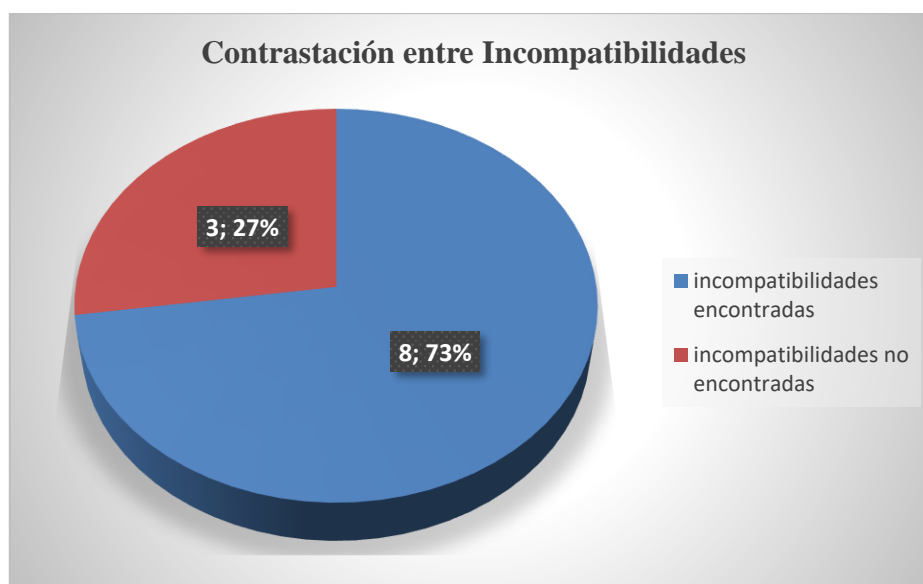


Figura 29: Gráfico contrastación entre incompatibilidades del modelo BIM 3D y del cuaderno de obra

En el gráfico anterior podemos observar que de las once incompatibilidades detectadas con los modelos BIM 3D, ocho de ellas que corresponden al 73% coinciden con las incompatibilidades registradas en el cuaderno de obras durante la fase de ejecución; cabe mencionar que la obra fue paralizada debido a las muchas incompatibilidades encontradas en sus diseños; pidiendo a los proyectistas el replanteo de los diseños. (ver Anexo 27, Asiento 122).

De lo anterior podemos afirmar que las herramientas BIM son beneficiosas en la determinación de incompatibilidades en los diseños a través de los modelos 3D en sus diferentes especialidades, pues se evidencia que estas herramientas detectaron la gran mayoría de las deficiencias e incompatibilidades registradas en el cuaderno de obras durante la ejecución; esto nos conlleva a afirmar que si los proyectistas encargados en realizar los diseños de cada especialidad hubieran utilizado herramientas BIM desde la fase de diseño se habría detectado y corregido las incompatibilidades oportunamente y la obra no hubiera presentado estas deficiencias durante la fase de ejecución llegando a ser paralizada, afectando indudablemente a la calidad del proyecto, a los tiempos establecidos y al presupuesto del proyecto.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Limitaciones.

En la investigación se tuvo limitantes en cuanto a:

- No se facilitó el documento formal para la solicitud de la información por parte de la UPN; sin embargo, gracias al jefe de infraestructura que estaba a cargo en ese tiempo (2019) se pudo desarrollar el proyecto, teniendo algunas limitantes por ello.
- Acceso a la información, la información no se encontró debidamente organizada debido al cambio de personal; además se encontró distribuida en diferentes oficinas de la entidad por estar en proceso de evaluación,

### 4.2 Discusión.

La aplicación de las herramientas BIM en la determinación de incompatibilidades en el proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca”, trajo muchos beneficios pues se pudo discernir la existencia de varias incompatibilidades entre las especialidades de estructuras, arquitecturas y sanitarias a partir del expediente técnico original del proyecto, por lo que se puede afirmar la hipótesis planteada.

Por otro lado según los resultados obtenidos por Farfán y Chavil (2016), refieren que implementar BIM en la etapa de diseño reduce el impacto de los adicionales, como promedio los proyectos de oficina tienen 2.65% de adicionales ocasionados por la falta de calidad del expediente de obra e implementar BIM resulta en la reducción de 0.45% de los mismos y en la mejora del índice de confiabilidad en el presupuesto de obra; resolver las incompatibilidades e interferencias del proyecto en la etapa de diseño reduce la cantidad de consultas de este tipo detectadas durante el casco o estructuras de la

construcción en un 94%. Esto significa un gran impacto positivo sobre las obras lo que redunda en la mejora del cumplimiento del costo y plazo de la construcción del proyecto. Según los resultados obtenidos en la presente investigación podemos decir que hay coincidencia con sus afirmaciones, ya que se ha demostrado que utilizar herramientas BIM en la etapa de diseño ayudan a detectar las incompatibilidades que podrían presentar los planos y corregirlas a tiempo antes de empezar la etapa de construcción, lo cual evitaría incurrir en graves problemas que conlleven a la paralización de la obra.

Villalba (2015) expone, BIM es una nueva metodología de trabajo, mejorando a la tradicional en aspectos tan importantes como en la gestión de la información, ya que, al tratarse de un archivo único y paramétrico entre sí, se integra en un mismo archivo el modelo y la base de datos con toda la información. Mantiene la información actualizada, detectando errores e incongruencias entre las distintas partes del modelo. Según los resultados de la investigación se demostró que BIM mantiene la información actualizada de manera integral permitiendo detectar los errores e incongruencias(incompatibilidades), por lo que coincidimos con Villalba.

Cámac(2014) concluye que el uso de un modelo 3D en Revit Architecture (herramienta BIM), nos permite ubicar y corregir las incompatibilidades de las especialidades de estructuras y arquitectura durante la etapa de diseño y no en la etapa de construcción, beneficiando de gran forma al momento de construir el proyecto; además los usos adicionales del modelo 3D Revit Architecture durante la etapa de construcción, son muy beneficiosos pues brinda gran conocimiento a detalle de los proyectos, así también muchas herramientas con vista de mejorar la productividad y eficacia de los profesionales que utilizan el modelo 3D. Aquí se coincide totalmente

con el autor, como ya se demostró en la investigación los modelos 3D permitieron detectar incompatibilidades en las especialidades de arquitectura, estructura e instalaciones y entre ellas durante la etapa del diseño del proyecto, lo cual es lo óptimo para poder corregirlas oportunamente y no tener problemas en la fase de construcción como sucedió con el proyecto en estudio.

Poclin (2014) expone, los modelos BIM-3D permite identificar conflictos de compatibilización de planos de arquitectura e ingeniería producida por un deficiente diseño; como lo demostró en su estudio del Hospital II-2 de Jaén, en el que aplicó la metodología BIM e identificó conflictos entre elementos estructurales y no estructurales tales como muros con placas, ductos de HVAC con tuberías de agua, entre otros. Con respecto a Poclin coincidimos con los resultados como ya se demostró en el estudio se detectaron las incompatibilidades en las tres especialidades gracias a los modelos BIM 3D.

Ferrer (2014), comparó y demostró la eficacia de la metodología BIM frente a la metodología tradicional de elaboración de proyectos; escribió que, BIM es una metodología muy interesante y con un gran potencial(eficaz) que nos aporta muchas ventajas a la hora de elaborar un proyecto elevando la productividad y calidad. Podemos reafirmar sus conclusiones pues efectivamente hicimos una comparación con las interferencias e incompatibilidades detectadas haciendo uso de los modelos 3D con las detectadas en el cuaderno de obra (metodología tradicional), habiendo una coincidencia del 73%; las que pudieron ser evitadas si se hubieran utilizado herramientas BIM.

Alcántara (2013) refiere, el realizar un modelado BIM-3D de la edificación permite equivocarnos virtualmente en el modelo 3D y no en campo, ahorrando costos por procesos mal diseñados. El modelo no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad entre las distintas instalaciones que operan de forma dependiente. Con esta investigación queda demostrado lo que Alcántara afirma, ya que al modelar cada especialidad y luego realizar el proceso de interpolación de todas las especialidades que participan en el proyecto se pudo detectar virtualmente las incompatibilidades que existieron entre ellas, las cuales se hubieran podido corregir oportunamente y no en campo incurriendo en gastos innecesarios como paso con el proyecto en estudio.

Taboada, Alcántara, Lovera, Santos y Diego (2011), sostienen que el uso de modelos BIM-3D permite identificar fácilmente las incompatibilidades presentadas en los distintos planos de los especialistas en una etapa inicial de modelado por especialidades y después en una etapa de integración de estos modelos por medio de software BIM-Manager. El uso de herramientas BIM nos permitió integrar de una manera práctica todas las especialidades que participaron en mencionado proyecto facilitando la determinación de incompatibilidades entre éstos; de acuerdo a ello coincidimos con las afirmaciones de los autores antes mencionados.

### **4.3 Implicancias**

La investigación tiene relevancia teórica pues busca contribuir al conocimiento relacionado con las nuevas herramientas de diseño inteligente que forman parte de la

metodología BIM, que buscan mejorar el ciclo de vida de un proyecto ya sea de edificación, carreteras, agua y saneamiento, entre otros.

Tiene relevancia práctica, pues su aplicación permitirá evitar cometer errores durante la fase del diseño; por lo tanto, en la fase de ejecución serán mínimos los problemas relacionados a los diseños.

Así mismo tiene relevancia social, puesto que la aplicación de la metodología BIM en los proyectos de construcción tendrán un impacto positivo pues se cumplirían los plazos y presupuestos establecidos en el expediente técnico, evitando sobrevaloraciones, vicios ocultos y ampliaciones de dichos proyectos, beneficiando a la sociedad donde se construya.

#### 4.4 Conclusiones

- Utilizando las herramientas BIM se verificó once incompatibilidades e interferencias en el proyecto, las cuales son: la intercepción entre la ventana y viga peraltada del 1° y 2° nivel (INC01), interferencias entre la viga de cimentación V-30x90 ubicada en el eje D y la piscina con chorros subacuáticos (INC02), interferencias entre la viga de cimentación v-25x70 ubicada en el A' con la piscina de hidromasajes de 34°C (INC03), desigualdad de áreas de la piscina principal (INC07), no consideración de losa aligerada en la fachada (INC08), incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada (INC09); no consideración de la columna C6-A' y la viga V-25x50 en la planta II (INC04), losa de techos con pendientes distintas (INC05), losa de techo atravesando la pared del cuarto de máquinas (INC06), interferencia entre

montantes de ventilación y losa aligerada (INC10) y por último la incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal y la cota de fondo de caja de registro (INC11); siendo las más resaltantes la interferencia entre la viga de cimentación y la piscina con chorros subacuáticos (INC02) y la interferencia entre la viga de cimentación ubicada en eje D con la piscina de hidromasajes de 34°C (INC03) por comprometer la cimentación estructural. Es por ello que podemos afirmar la hipótesis planteada pues las herramientas BIM ayudaron a determinar las incompatibilidades antes descritas en el proyecto estudiado.

- Realizando el análisis de la información digital 2D de las especialidades de arquitectura, estructura, sanitarias y eléctricas del proyecto "Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca" con la técnica de superposición y utilizando la herramienta XREF; se observó una deficiente elaboración de los planos 2D por presentar incompatibilidades.
- Utilizando las herramientas Autodesk Revit 2019 (versión educativa) se generaron los modelos BIM-3D de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias con lo cual se obtuvo el modelo integrado a un nivel de desarrollo LOD 200; la generación de estos modelos 3D simularon un proceso constructivo próximo a la realidad y el nivel de desarrollo LOD 200 permitieron la compatibilización de los modelos para la detección de interferencias e incompatibilidades.
- Utilizando la herramienta Vínculos de Revit, la cual permite superponer uno o varios modelos a la vez dentro de cada modelo 3D, se determinaron once



incompatibilidades e interferencias, de las cuales el 55% corresponden a las especialidades de arquitectura y estructura, un 18% a las especialidades de arquitectura e instalaciones sanitarias, un 18% sólo a la especialidad de arquitectura y el 9% sólo a la especialidad de estructura; por lo cual podemos deducir que los errores en la fase de diseño se producen mayormente entre las especialidades de arquitectura y estructura.

- Analizando el cuaderno de obras se detectaron ocho incompatibilidades e interferencias registradas por el asistente y supervisor, las cuales fueron: intersección de las ventanas con viga peraltada del 1° nivel (I01), interferencia de vigas de cimentación con la piscina de chorros subacuáticos (I02), interferencia de vigas de cimentación con la piscina de hidromasajes (I03), inconsistencia de área de piscina principal (I04), interferencia de los montantes de ventilación de los servicios higiénicos del primer nivel con los ambientes de baile y aeróbicos del segundo nivel (I05), ambigüedad entre tipo de cobertura del ambiente de recepción y control del primer nivel (I06), incompatibilidad en el cuarto de máquinas (I07) e incompatibilidad en la fachada (I08), de ellos los más resaltantes fueron: la interferencia de vigas de cimentación con la piscina de chorros subacuáticos (I02) y la interferencia de vigas de cimentación con la piscina de hidromasajes (I03); debido a estos errores se ordenó la paralización de la obra para volver hacer un replanteo de todas las especialidades.
- Se contrastaron cada una de las incompatibilidades encontradas en la interpolación de los modelos BIM 3D con las registradas en el cuaderno de obra del proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del

Inca”, de esta contrastación tenemos una coincidencia de ocho incompatibilidades que corresponde al 73% de incompatibilidades encontradas en el proceso constructivo de mencionado proyecto; por lo cual podemos decir que las herramientas BIM ayudan a determinar las incompatibilidades e interferencias en la etapa de diseño lo que permitirá corregirlos oportunamente evitando llevarlos a la fase de construcción en donde es evidente los grandes problemas que provocan como la paralización de la obra acarreando pérdidas económicas y de tiempo.

- De la investigación realizada se puede resaltar que la metodología tradicional es susceptible a generar errores en los diseños de edificaciones en cada una de sus especialidades ya que es complicado hacer un contraste bidimensional de una edificación, sobre todo en las complejas; mientras que las herramientas BIM permiten trabajar bidimensionalmente y tridimensionalmente ayudando así a supervisar el proyecto con mayor precisión, ya que se puede trabajar a un alto nivel de detalle detectando y corrigiendo los errores oportunamente.

Por lo antes descrito, queda demostrada la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación, ya que la aplicación de las herramientas BIM fueron beneficiosas en la detección de incompatibilidades en el proyecto “Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de los Baños del Inca, 2019”.

Se recomienda que todos los proyectos de gran envergadura desarrollados con la metodología tradicional sean modelados con las herramientas BIM antes de empezar la fase constructiva para verificar el correcto diseño de los planos, en caso de presentar incompatibilidades e interferencias puedan ser corregidas durante la fase de diseño

evitando se presenten en la fase de ejecución del proyecto; este proceso puede darse mientras los profesionales adopten las herramientas BIM para el diseño de los planos y dejen de lado las herramientas CAD.

También se recomendaría profundizar las investigaciones relacionadas con la metodología BIM en sus otras dimensiones.


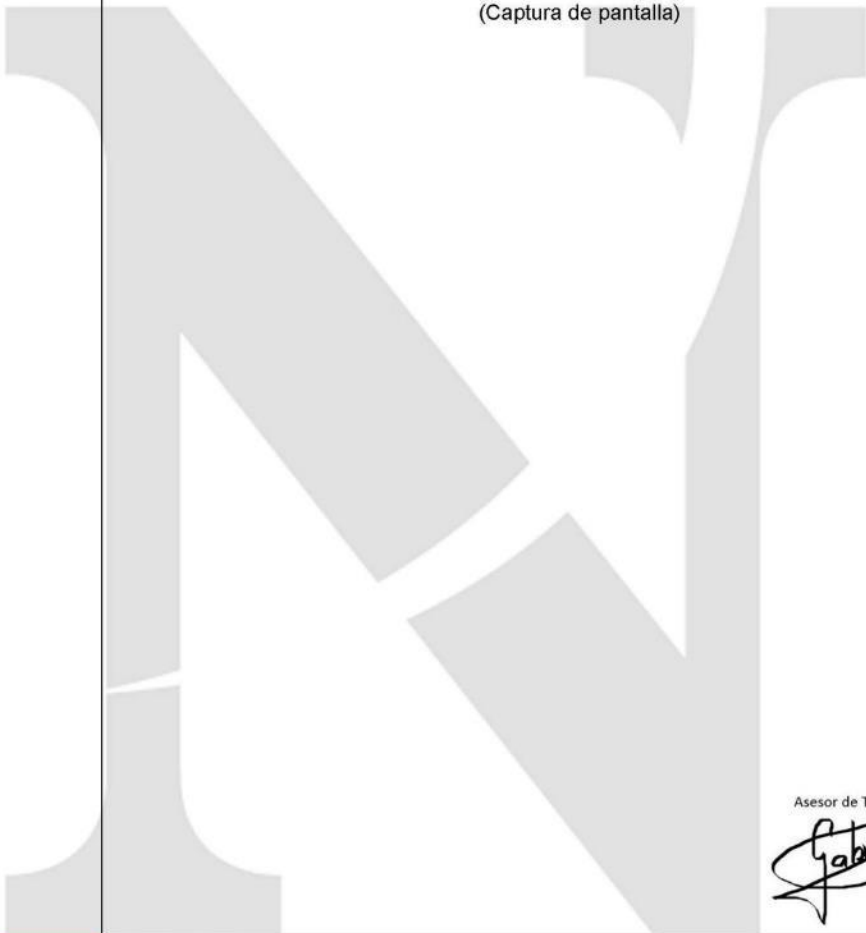
## REFERENCIAS


- Alcántara, P. V. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias del diseño basada En La Construcción Virtual Usando Tecnologías BIM (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Animun - Creativity Advanced chool. (17 de febrero de 2019). *www.animum3d.com*.  
Obtenido de <https://www.animum3d.com/que-es-bim/>
- Cámac , L. (2015). *Identificación de incompatibilidades en la construcción de estructuras y arquitectura utilizando un modelo 3D en Revit Architecture 2014*. Lima, Lima, Perú.
- Cantó Carpetano, L. (2017). *Propuesta de implantación BIM basada en la Sinergia Bim-Lean Construction (tesis de pregrado)*. Universidad de Alicante, Alicante, España.
- Cardona, G. (2014). *Usos de la metodología BRIM como herramienta para la planificación de la construcción de un puente de concreto en Colombia*. Colombia.
- Comite BIM del Perú. (2014). *Protocolos BIM-04\_Documentacion BIM*. Lima.
- EDITECA. (16 de Febrero de 2019). *editeca.com*. Obtenido de <https://editeca.com/lod-nivel-de-desarrollo/>
- ESDIMA-Escuela de Diseño de Madrid. (17 de febrero de 2019). *esdima.com*. Obtenido de <https://esdima.com/herramientas-profesionales-y-software-para-trabajar-con-bim/>
- Eynon, J. (2016). *Construction Manager's - BIM HANDBOOK*. Reino Unido: 9600 Garsington Road, Oxford, OX4 2DQ, Reino Unido.
- Farfán, E. Z., & Chavil, J. D. (2016). *Análisis y evaluación de la implementación de la metodología BIM en empresas peruanas*. Lima.

- Ferrer, H. (2014). *Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología BIM: Edificio el Olmo (Lliria)*. Lliria.
- Martinez, A. M. (2015). *BIM y las repercusiones en la Calidad de los Procesos Constructivos*. Barcelona.
- Poclin, E. (2014). *Evaluación del diseño del Hospital II-2 de Jaén con el uso de tecnología BIM*. Jaén-Cajamarca.
- Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R., & Diego, J. (2011). *Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM*. Lima.
- Taype, M. (30 de Setiembre de 2019). *El Montonero*. Obtenido de El Montonero: <https://elmontonero.pe/columnas/experiencia-exitosa-de-la-metodologia-bim>
- Tecnología Informática. (25 de febrero de 2019). *tecnologia-informatica.com*. Obtenido de <https://tecnologia-informatica.com/que-es-autocad-para-que-sirve/?fbclid=IwAR3YF8BKUUIINsAArTQnxzPMmnh9ykDF-4c171pVovmL5uO7Imu1WwqrOHw>
- Villalba, R. (2015). *Estudio y modelado en metodología BIM de una vivienda plurifamiliar entre medianeras*. Valencia.
- WIKIPEDIA La Enciclopedia Libre. (17 de febrero de 2019). *es.wikipedia.org*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>



## ANEXOS

### Anexo n°1. Guía de Observaciones de Incompatibilidades a partir del modelo 3D- BIM

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
GUÍA DE INCOMPATIBILIDADES EN MODELO BIM 3D							
	PROYECTO:	(Nombre de proyecto)					
	CÓDIGO INCOMP.:	(Código de Incompatibilidad)	FECHA:	(Fecha de registro)			
		(Nombre de modelador)					
MODELADO POR:	(Nombre de modelador)						
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:							
DESCRIPCIÓN:	ARQ.		EST.		II.EE.		II.SS.
(Comentarios).	<p>FOTO (Captura de pantalla)</p> 						
LÁMINA:	(N° de plano)						
UBICACIÓN:	(Describir ubicación entre ejes)						
REVISADO POR:	(Firma de experto)						

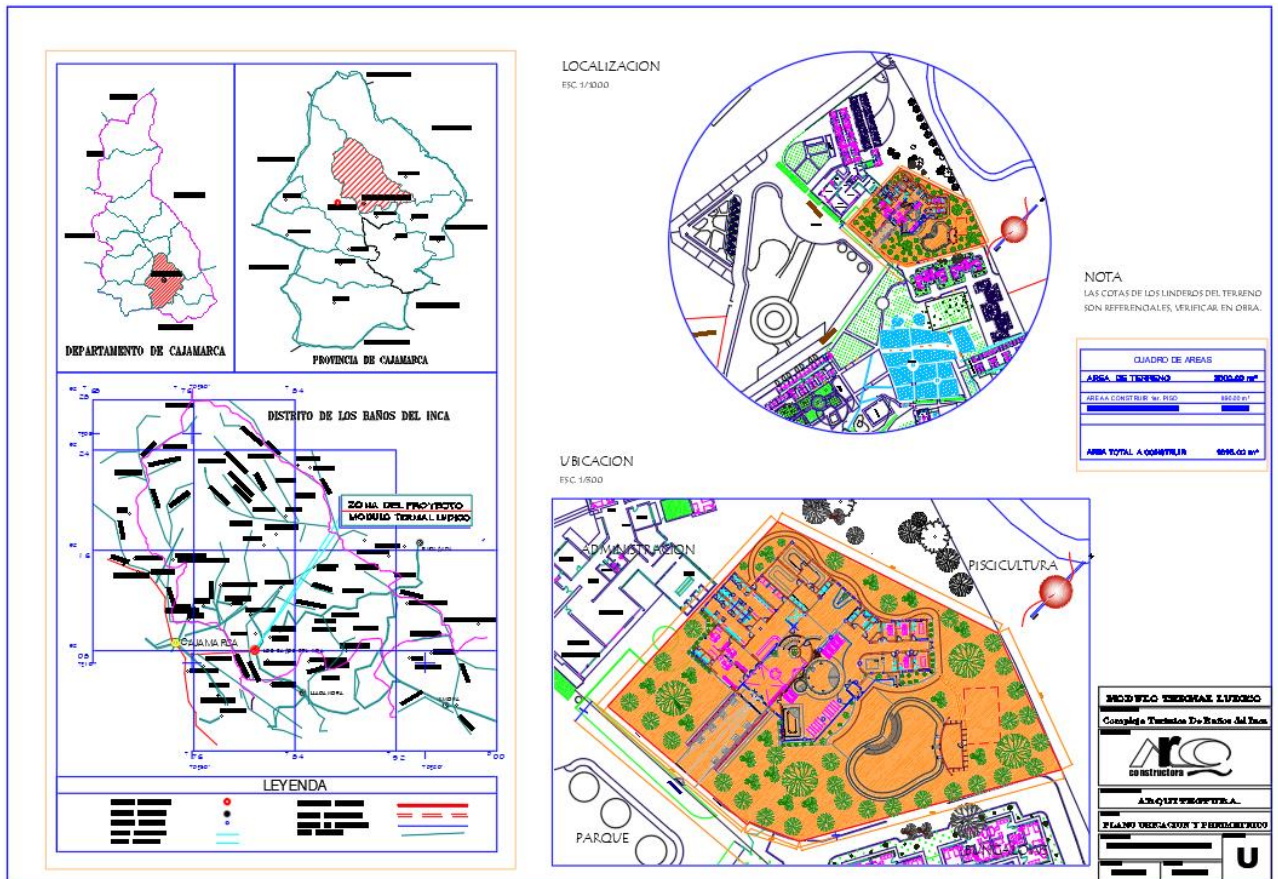
Asesor de Tesis  
  
Gabriel Cachi Cerna

**Anexo n°2. Guía de Observaciones de Incompatibilidades a partir del cuaderno de obras**

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA</b>						
<b>FICHA DE INCOMPATIBILIDADES EN CUADERNO DE OBRA</b>						
	<b>OBRA:</b>	(Nombre de proyecto)				
	<b>CÓDIGO INCOMP.:</b>	(Código de asiento en cuaderno de obra)	<b>ASIENTO:</b>	(N° de asiento en cuaderno de obra)	<b>FECHA:</b>	(Fecha de registro de Incompatibilidad)
<b>REGISTRADO POR:</b>		(Nombre de profesional de la obra)				
<b>INSPECTOR</b>		<b>RESIDENTE</b>		<b>SUPERVISOR</b>		
<b>CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADES ENTRE:</b>						
<b>ARQ.</b>		<b>EST.</b>		<b>II.EE.</b>		<b>II.SS.</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA INCOMPATIBILIDAD SEGÚN CUADERNO DE OBRA</b>						
(Descripción en cuaderno de obra)						
<b>CAPTURA DE FRAGMENTO AL CUADERNO DE OBRA</b>						
<p>FOTO (Captura de pantalla)</p>						
<p>Asesor de Tesis  Gabriel Cachi Cerna</p>						



### Anexo n° 3. Plano ubicación y perimétrico



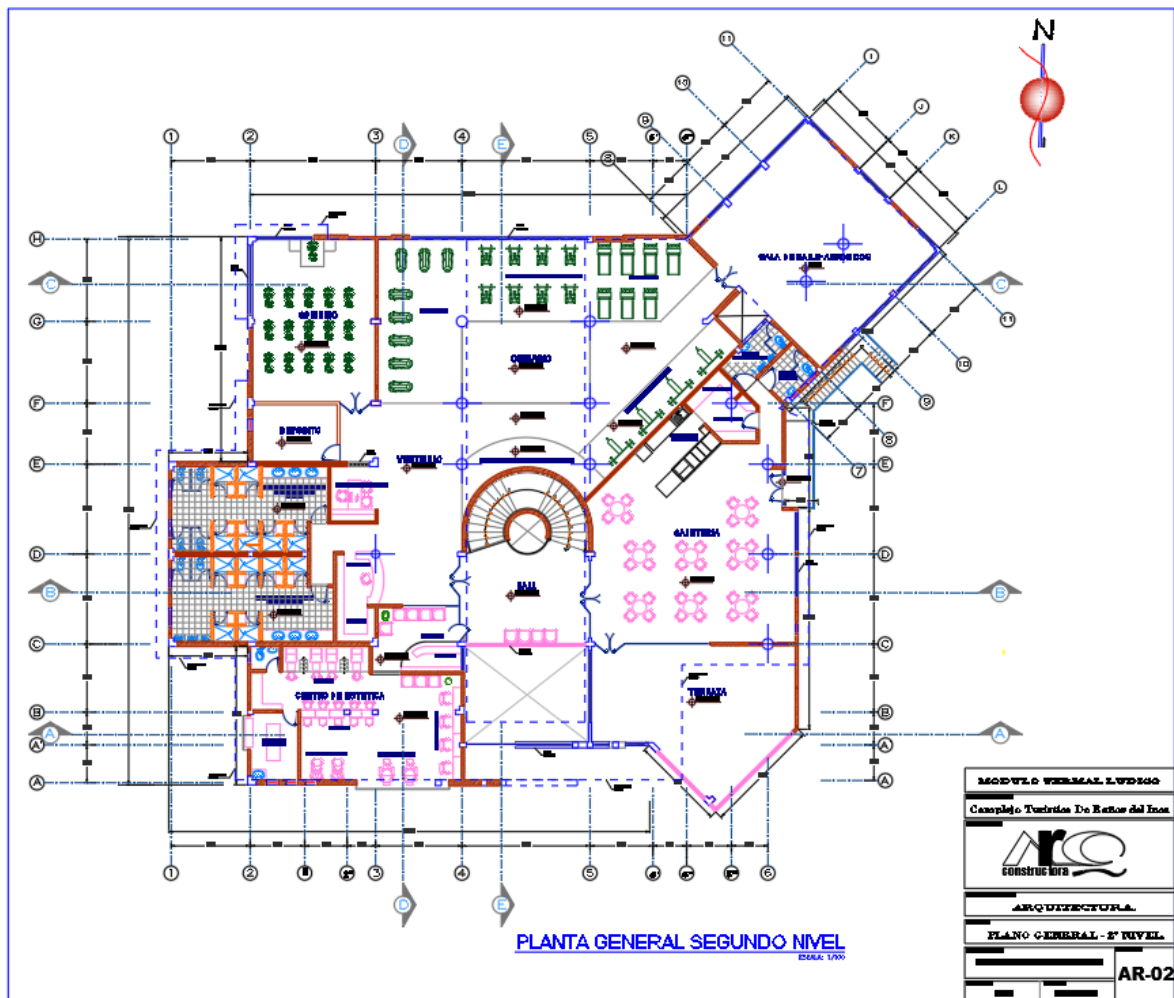


#### Anexo n° 4. Plano General - 1° Nivel



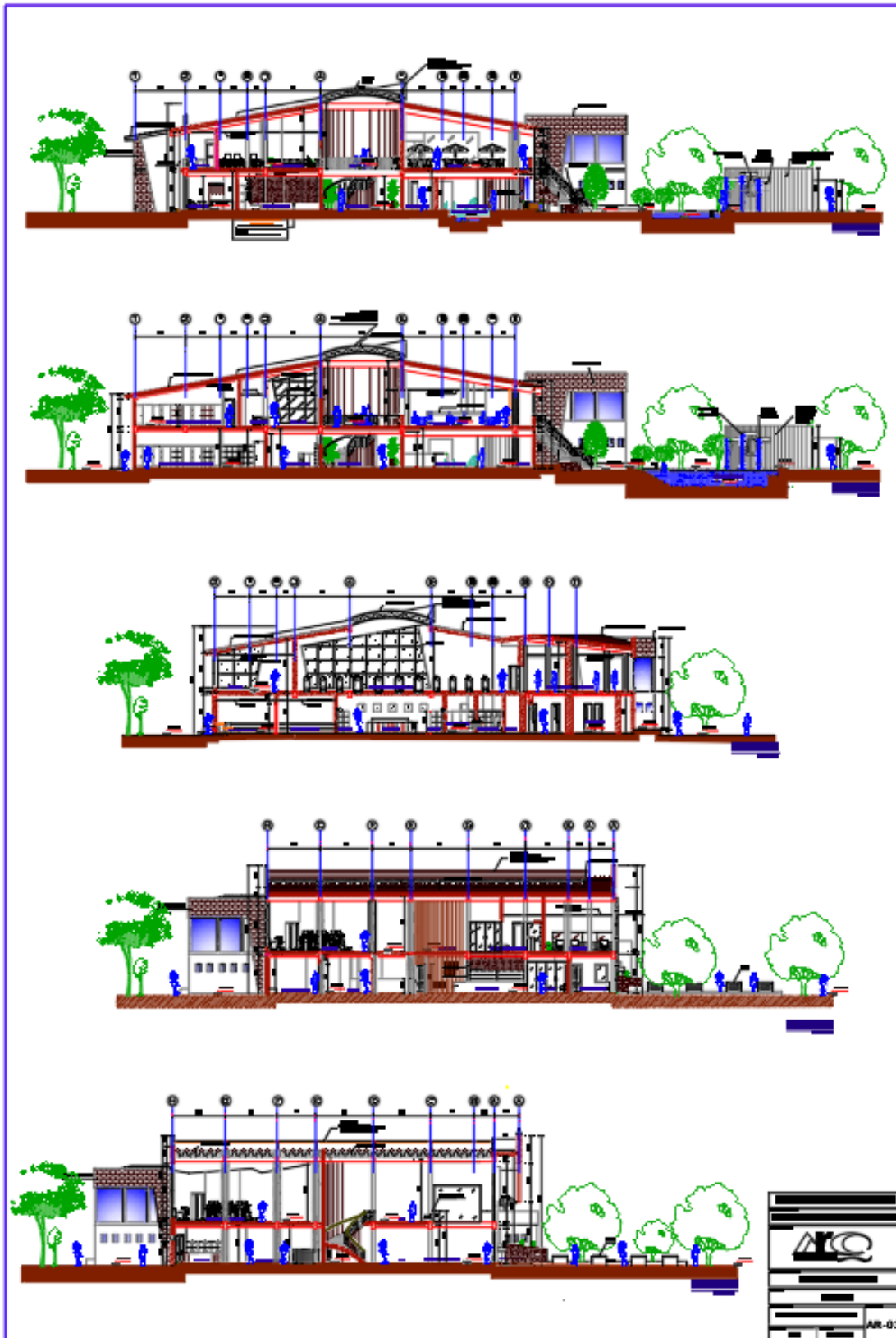
Fuente: Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2019

**Anexo n° 5. Plano General - 2° Nivel**

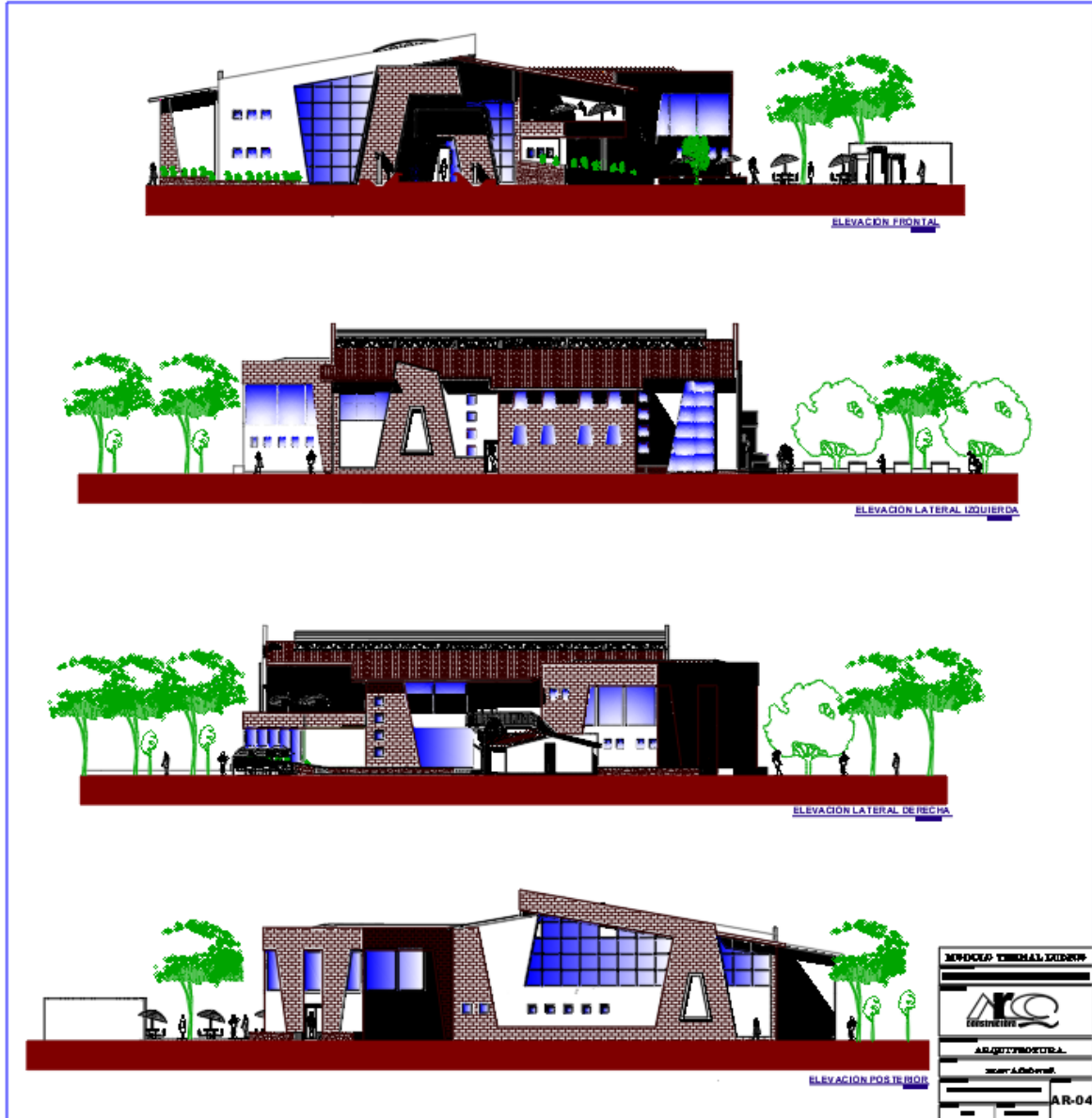


Fuente: Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2019

Anexo n° 6. Plano de cortes



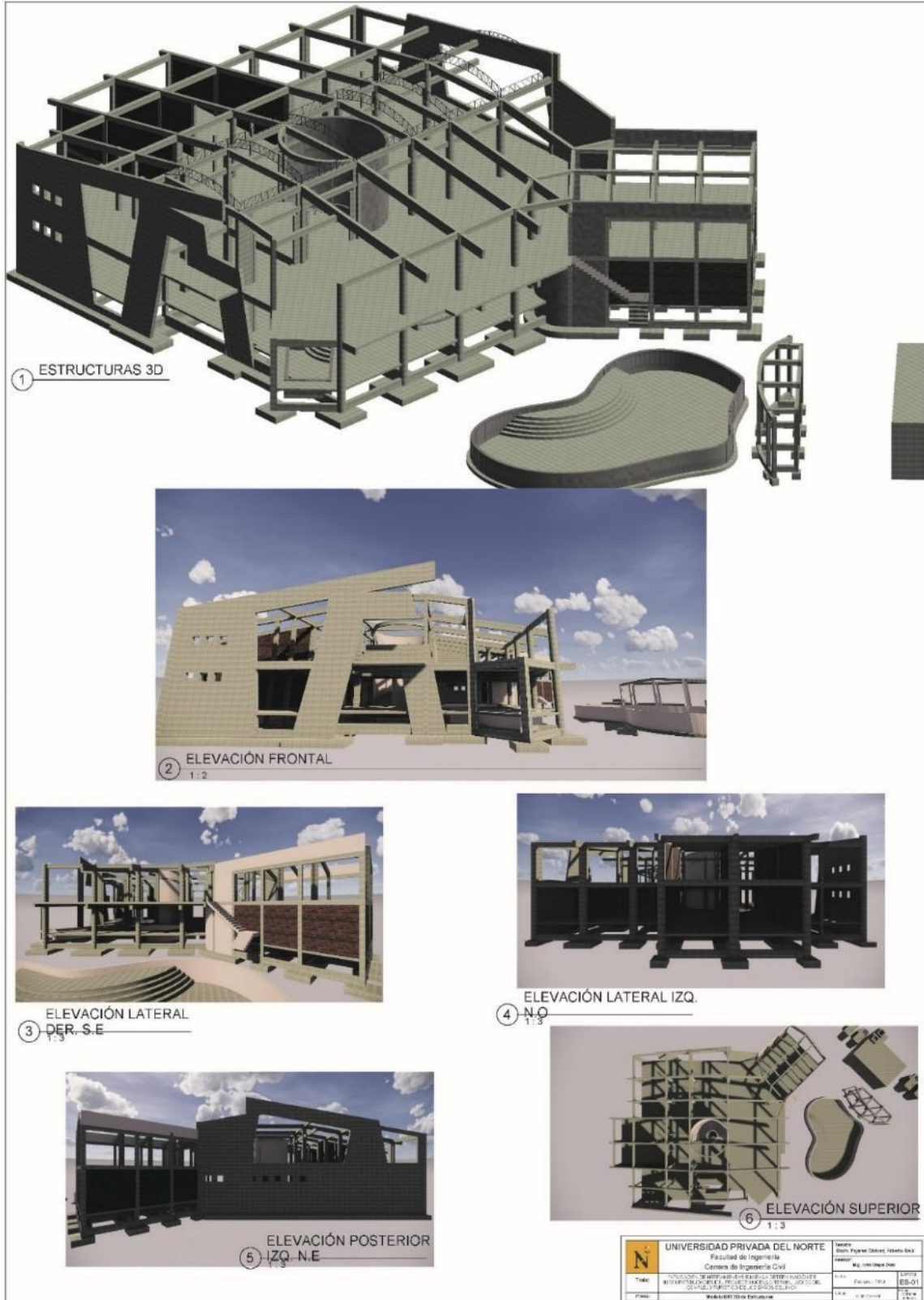
**Anexo n° 7. Plano de elevaciones**



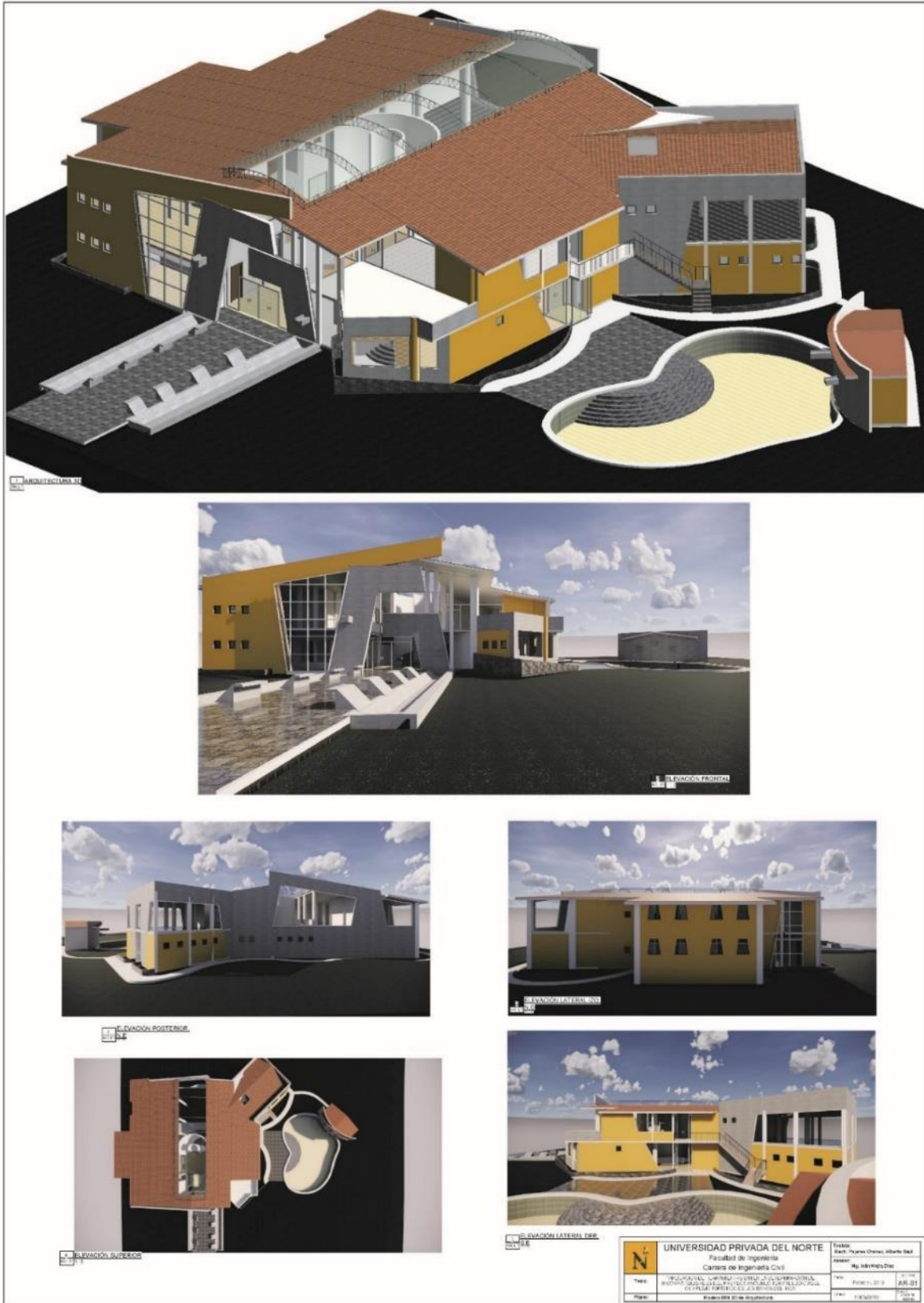
Fuente: Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2019



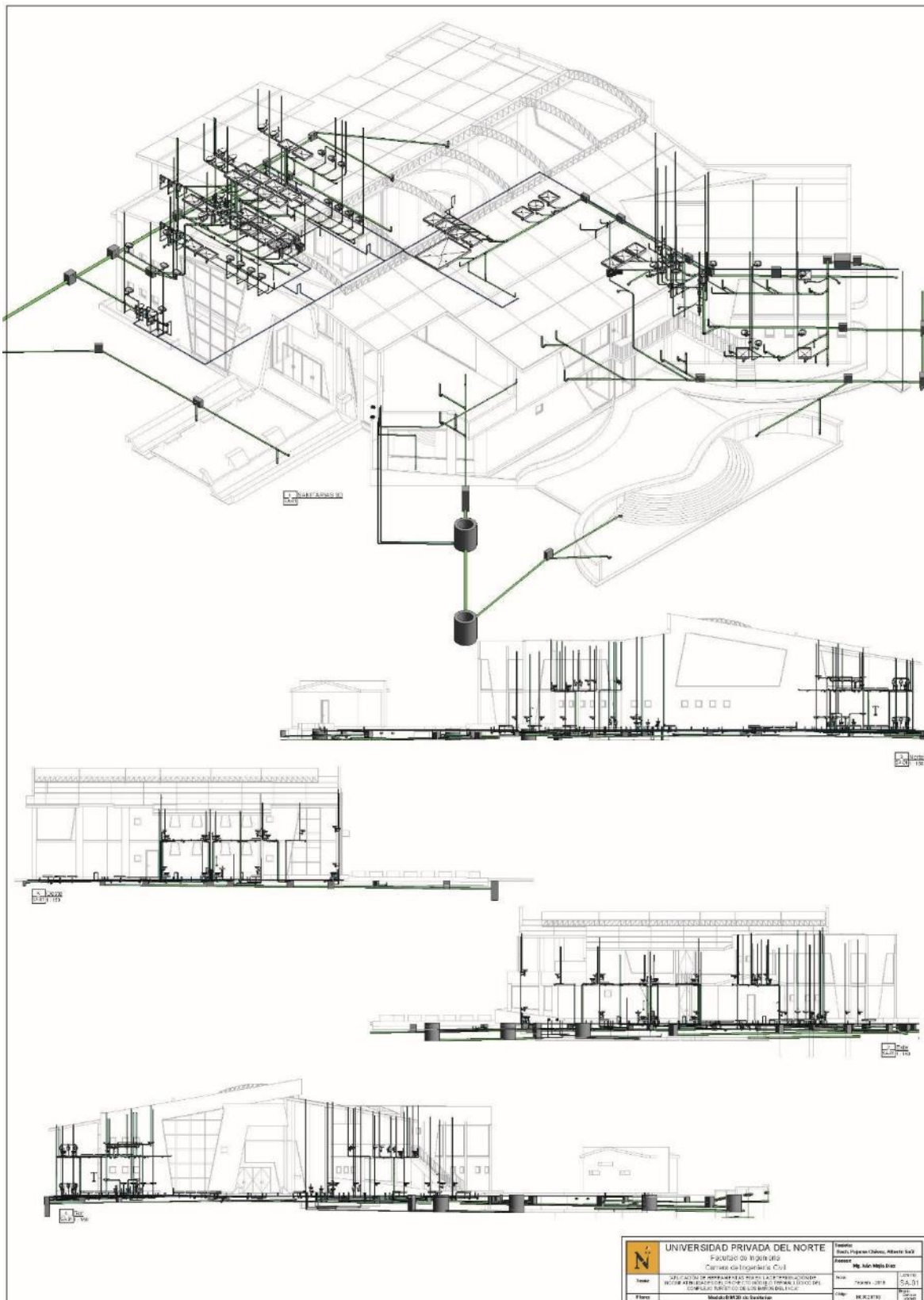
Anexo n° 8. Modelo BIM-3D de estructuras



Anexo n° 9. Modelo BIM-3D de arquitectura

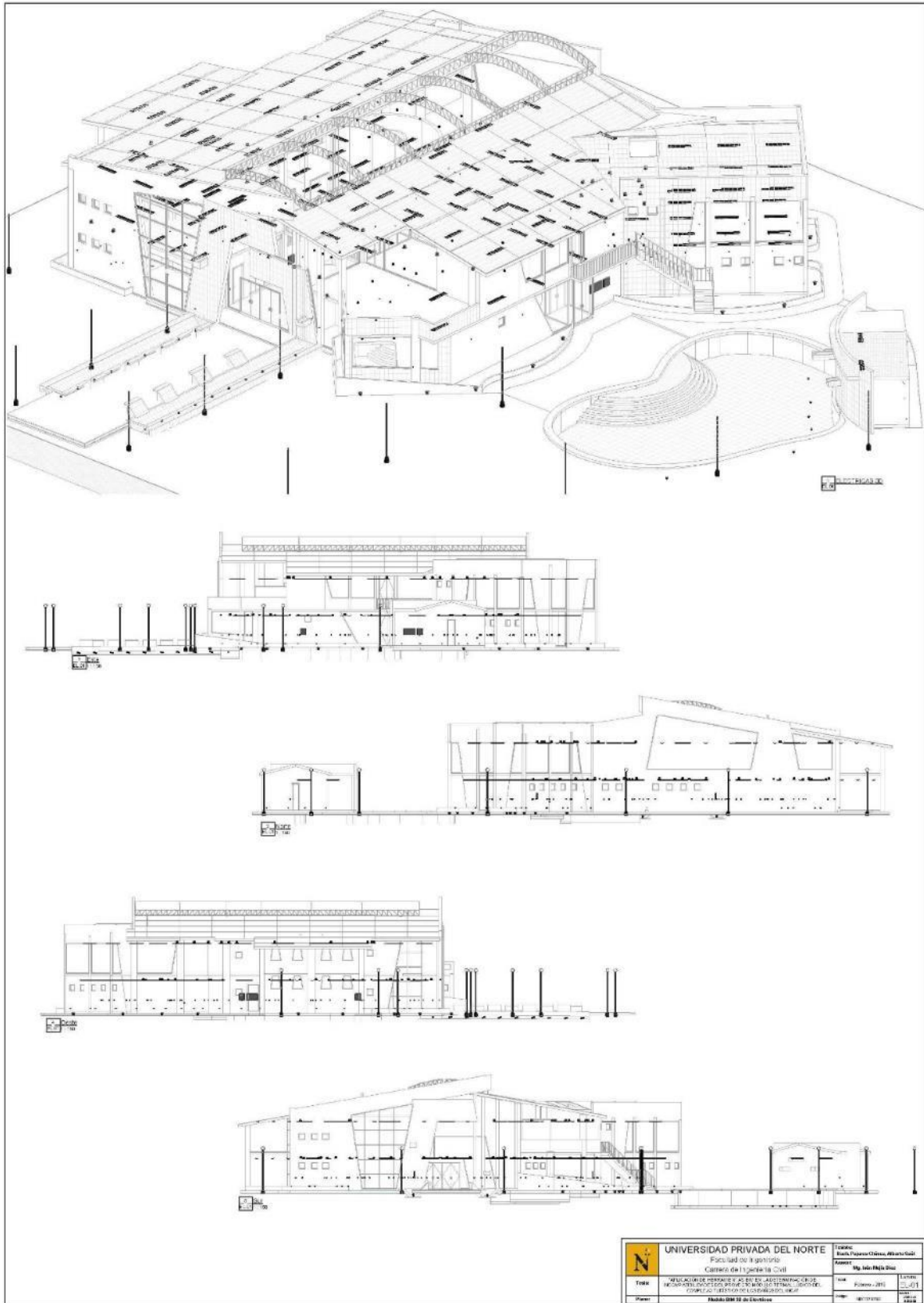


Anexo n° 10. Modelo BIM-3D de sanitarias





Anexo n° 11. Modelo BIM-3D de eléctricas

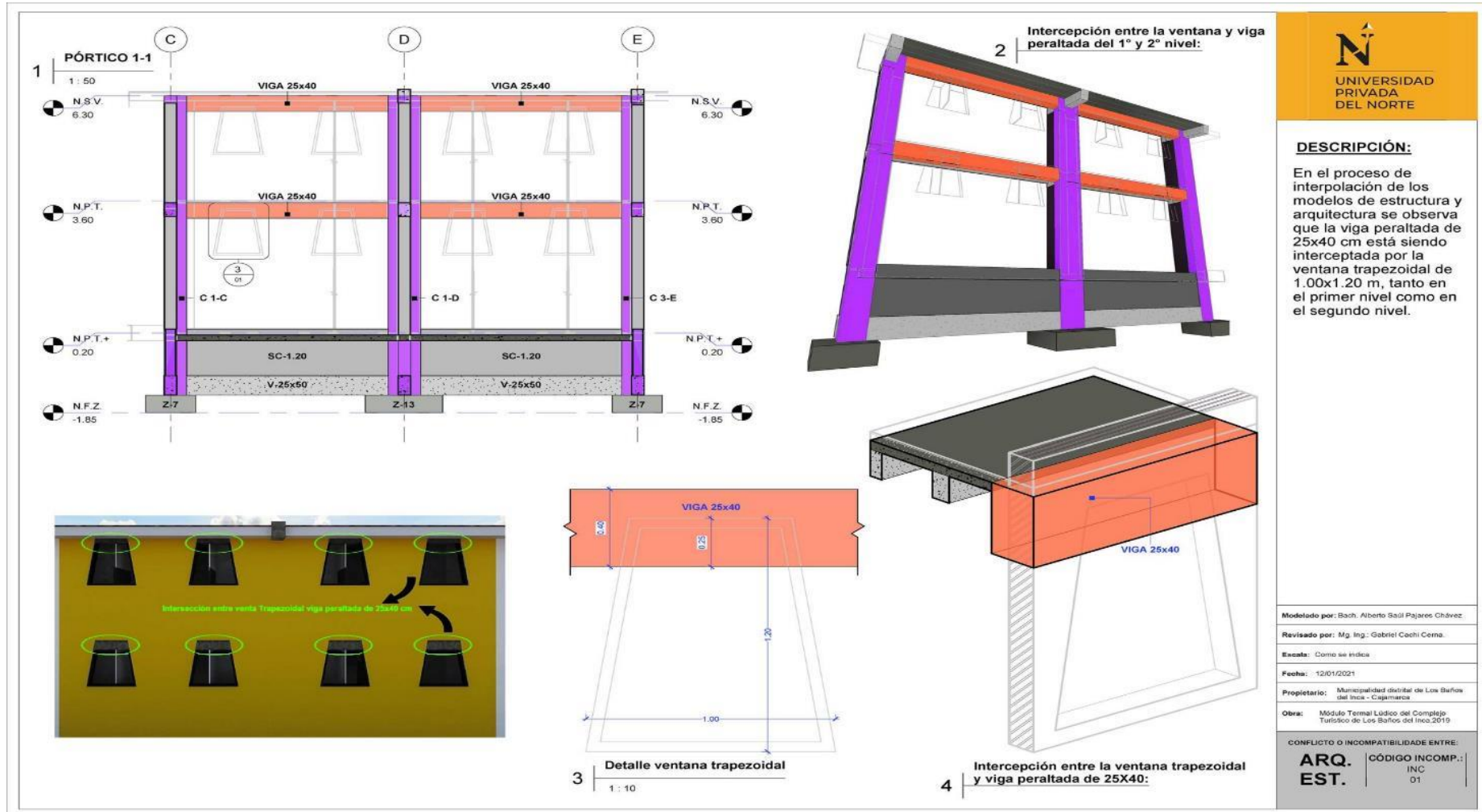


	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Facultad de Ingeniería	
	Carrera de Ingeniería Civil		Carrera de Ingeniería Civil	
Título	ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD EN EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA	Fecha	Febrero 2019	Edición
Plano	Modelo BIM 3D de Eléctricas	Autores	Bach. Pajares Chávez Alberto Saúl	Escuela

Anexo n° 12. Modelo BIM-3D Integrado

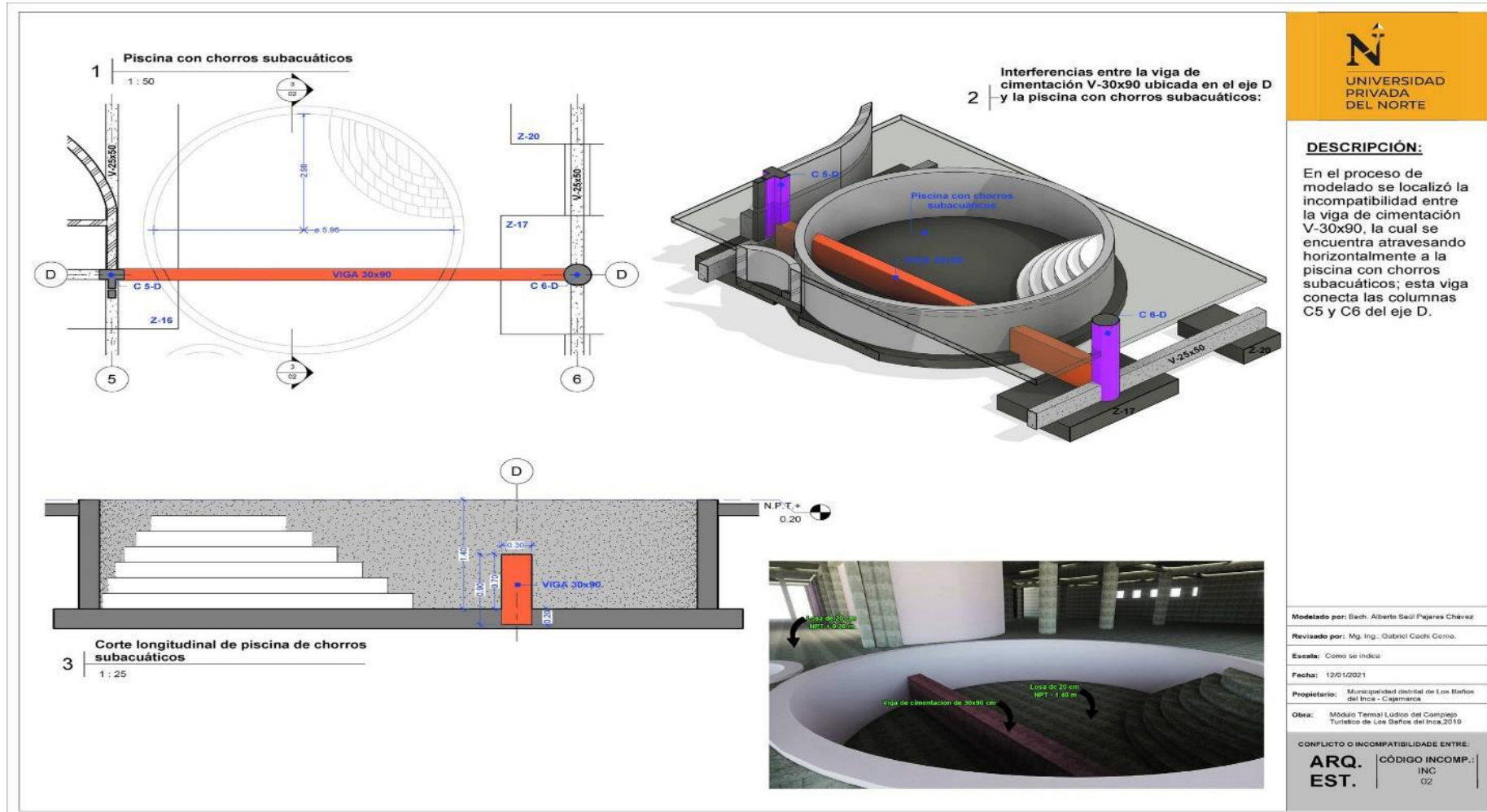


Anexo n° 13: Lámina INC-01



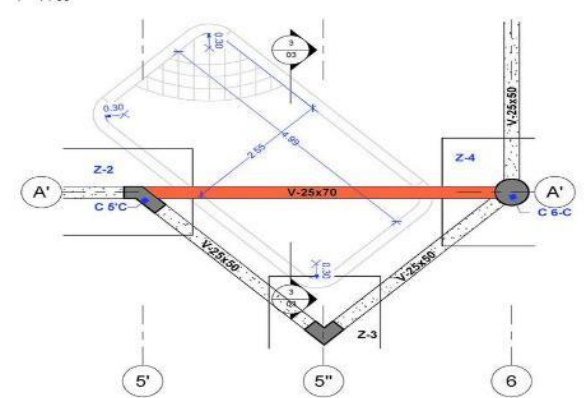


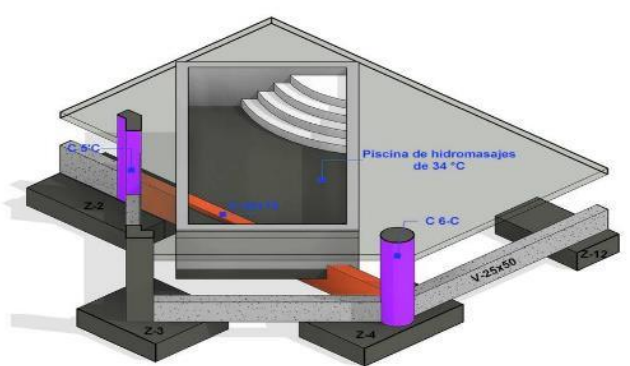
Anexo n° 14: Lámina INC-02



**Anexo n° 15: Lámina INC-03**

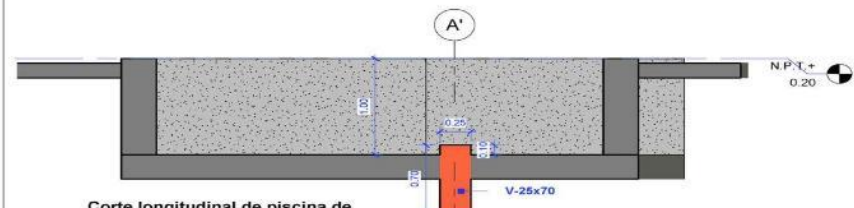
**1 Piscina hidromasajes 34°**  
1 : 50

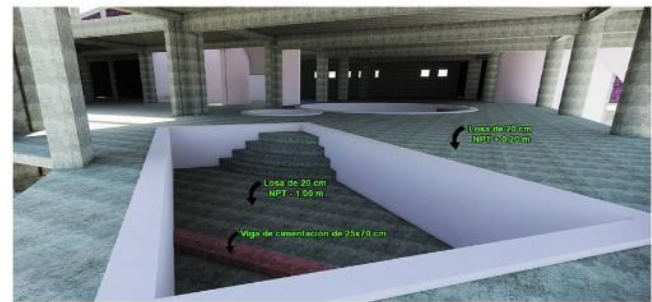




**2 Interferencia entre la viga de cimentación V-25x70 ubicada en el eje A' con la piscina de hidromasajes de 34 °C:**

**3 Corte longitudinal de piscina de hidromasajes 34°**  
1 : 25





**UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE**

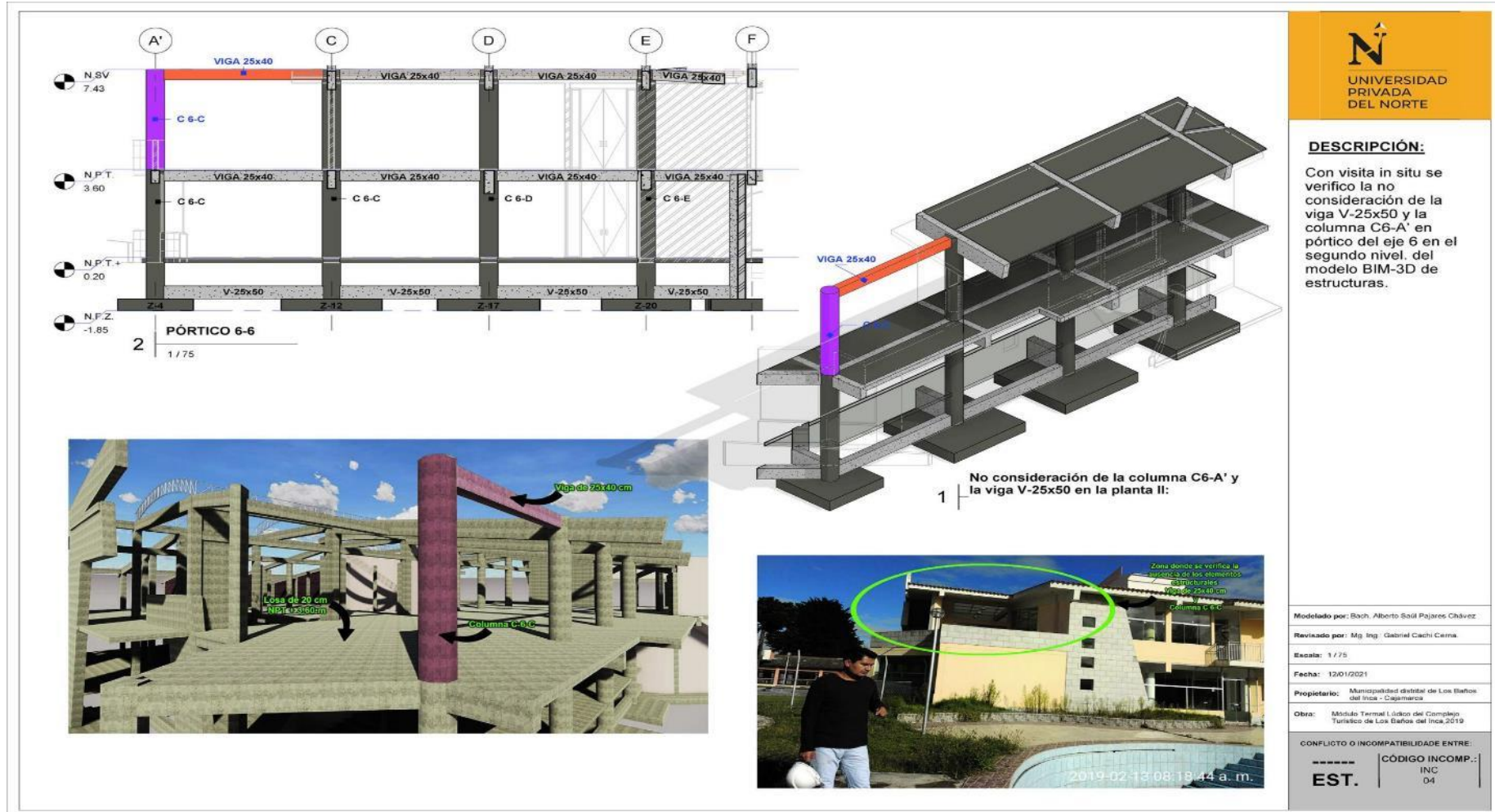
**DESCRIPCIÓN:**

En el proceso de modelado se localizó la incompatibilidad entre la viga de cimentación V-25x70, la cual se encuentra atravesando horizontalmente a la piscina de hidromasajes de 34°C; esta viga conecta las columnas 5 y 6 del eje A'.

Modelado por: Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez
Revisado por: Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna
Escala: Como se indica
Fecha: 12/01/2021
Propietario: Municipalidad distrital de Los Baños del Inca - Cajamarca
Obra: Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019

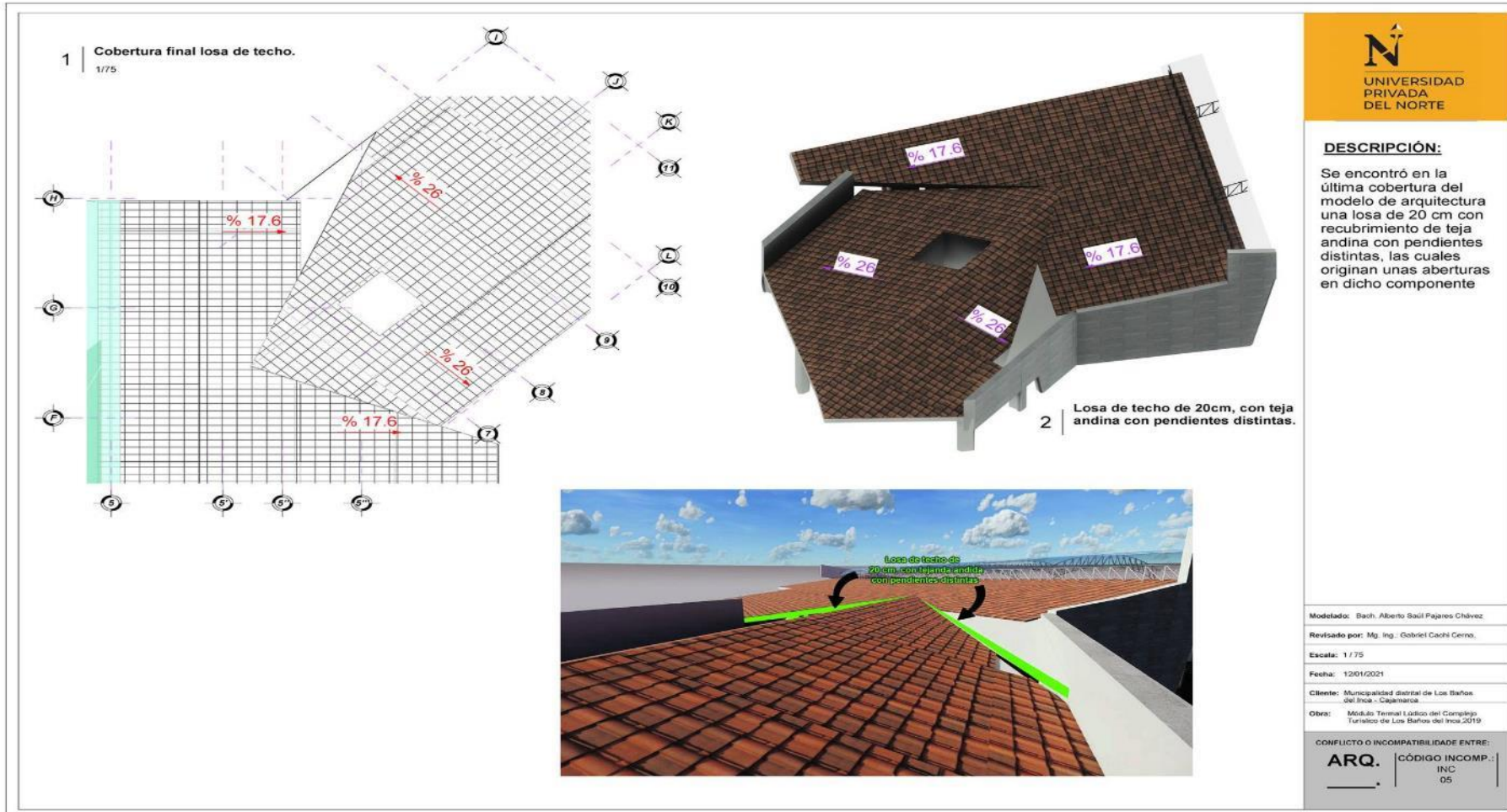
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDAD ENTRE:	
ARQ. EST.	CÓDIGO INCOMP.: INC 03

Anexo n° 16: Lámina INC-04





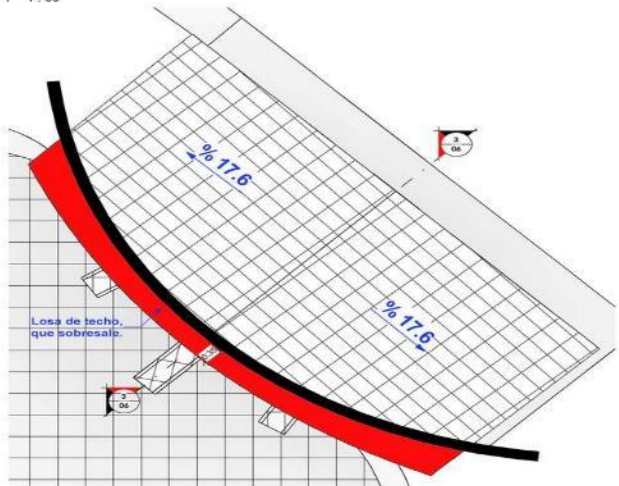
**Anexo n° 17: Lámina INC-05**





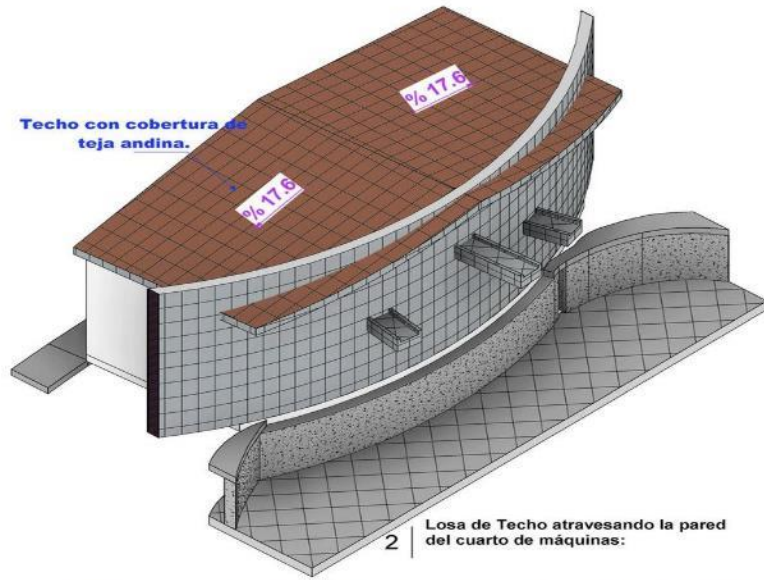
**Anexo n° 18: Lámina INC-06**

**1** | Cuarto de máquinas  
1 : 50



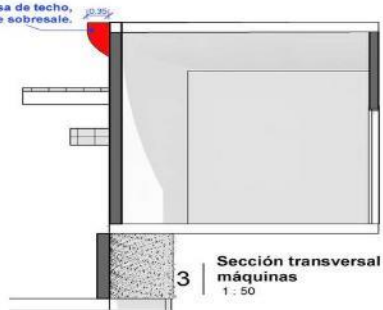
Losa de techo, que sobresale.

**2** | Losa de Techo atravesando la pared del cuarto de máquinas:

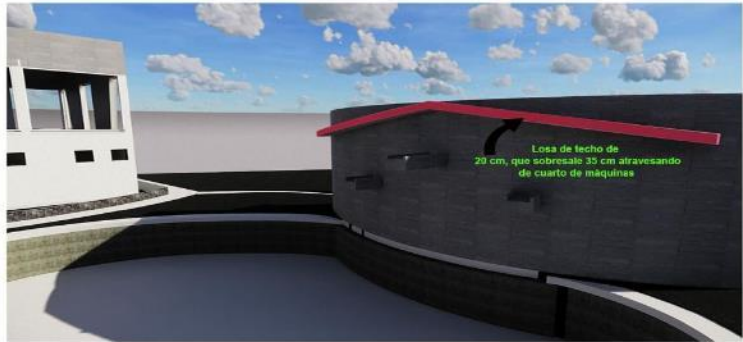


Techo con cobertura de teja andina.

**3** | Sección transversal de cuarto de máquinas  
1 : 50



Losa de techo, que sobresale.



Losa de techo de 20 cm, que sobresale 35 cm atravesando de cuarto de máquinas

**DESCRIPCIÓN:**

En el modelo de arquitectura se observa que la losa de techo con cobertura de teja andina y los aligerada de 20 cm atraviesa la pared frontal del cuarto de máquinas, sobresaliendo 35cm.

Modelado: Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez

Revisado por: Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna.

Escala: 1 : 50

Fecha: 12/01/2021

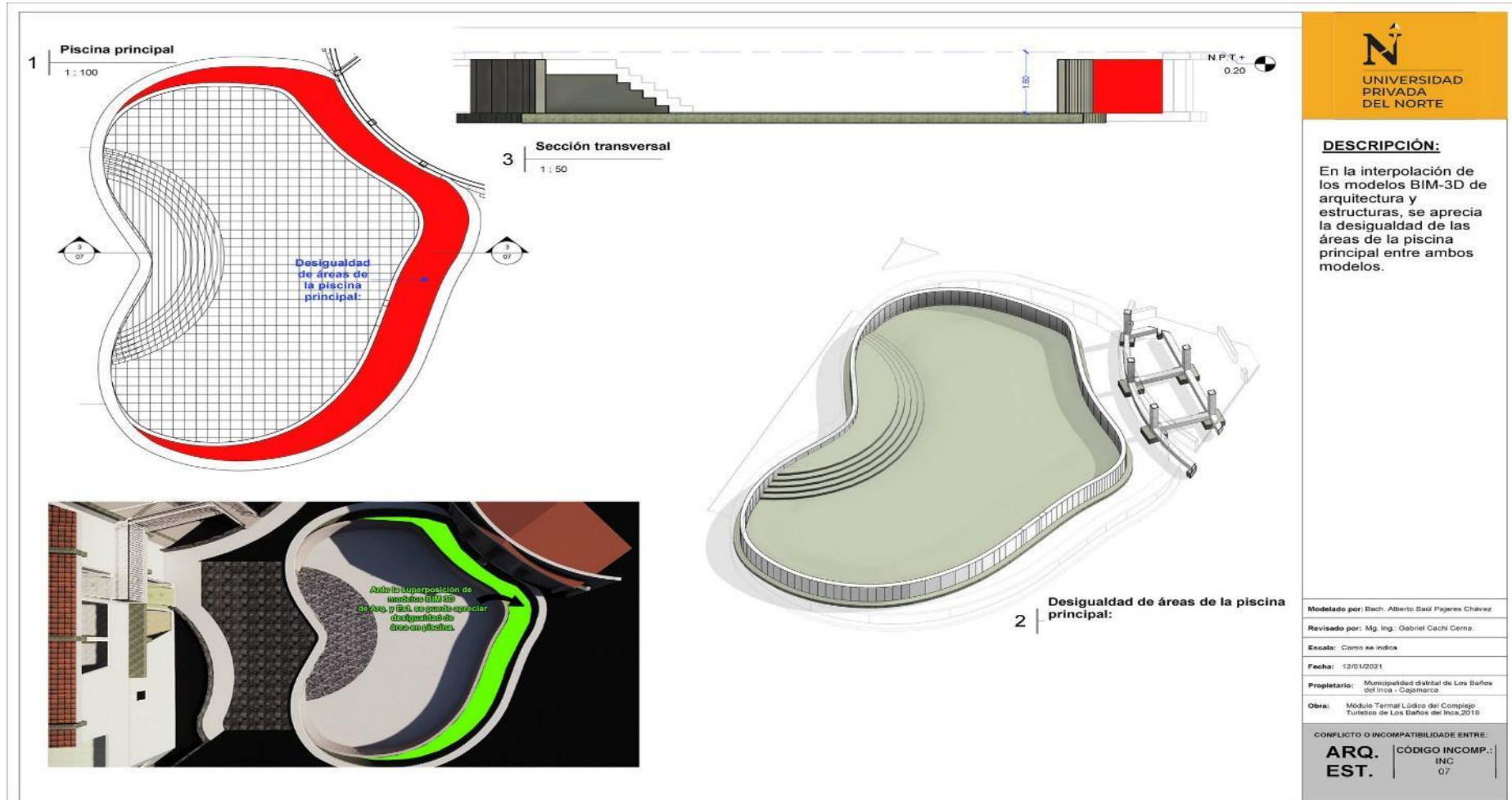
Cliente: Municipalidad distrital de Los Baños del Inca - Cajamarca.

Obra: Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019

CONFLICTO O INCOMPATIBILIDAD ENTRE:

<b>ARQ.</b>	CÓDIGO INCOMP.:
_____	INC 06

Anexo n° 19: Lámina INC-07



**Anexo n° 20: Lámina INC-08**

**1** Losa aligerada en la fachada:

1: 50

No consideración de losa aligerada en la fachada

No consideración de losa aligerada en la fachada

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**DESCRIPCIÓN:**

En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y estructuras, se observa una losa aligerada de 20 cm del modelo de estructuras que no existe en el modelo de arquitectura.

Losa aligerada de 20 cm del modelo de estructuras que no existe en el modelo de arquitectura

**2** Losa aligerada en la fachada no considerada.

Modelado por: Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez.	
Revisado por: Mg. Ing. Gabriel Cachi Ceima.	
Escala: 1 : 50	
Fecha: 12/01/2021	
Propietario: Municipalidad distrital de Los Baños del Inca - Cajamarca	
Obra: Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019	
CONFLICTO O INCOMPATIBILIDAD ENTRE:	
<b>ARQ. EST.</b>	CÓDIGO INCOMP.: INC 08



Anexo n° 21: Lámina INC-09



**1** Incompatibilidad de pendientes entre vigas estructurales y losa aligerada entre los modelos de estructura y arquitectura.



**2** Cobertura última y losa aligerada.  
1 : 200



No coincidencia de pendientes entre vigas estructurales y losa aligera de modelos estructural y arquitectónico.



**UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE**

**DESCRIPCIÓN:**  
En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y estructura, se observa la diferencia de pendientes entre las vigas estructurales, losa aligerada y cobertura de teja andina.


Modelado:	Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez
Revisado por:	Mg. Ing.: Gabriel Cechi Cerna
Escala:	1 : 200
Fecha:	12/01/2021
Cliente:	Propietario
Obra:	Nombre de proyecto

CONFLICTO O INCOMPATIBILIDAD ENTRE:	CÓDIGO INCOMP.:
ARQ.	INC.
EST.	09

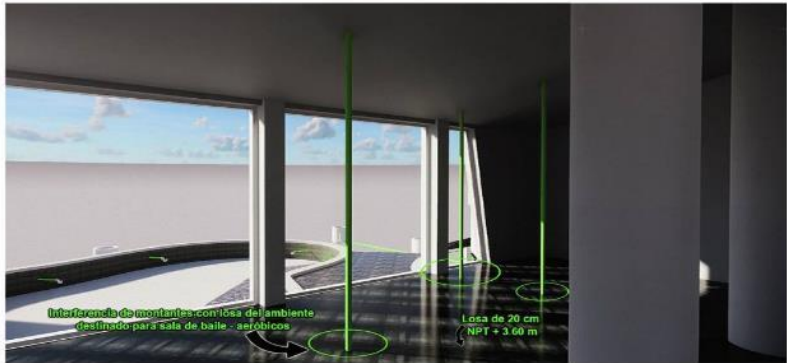
Anexo n° 22: Lámina INC-10

**1** Sala destinada para baile y aeróbicos  
1: 75

**2** Interferencia entre montantes de ventilación y losa aligerada:



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE



Interferencia de montantes con losa de ambiente (destinado para sala de baile - aeróbicos)

Losa de 20 cm  
NPI + 3.60 m

**DESCRIPCIÓN:**

En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y sanitarias, se observa la interferencia entre montantes de ventilación de los SSHH del primer nivel con la losa aligerada de 20cm de la sala destinada para baile y aeróbicos ubicada en el segundo nivel.

Modelado: Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez

Revisado por: Mg. Ing.: Gabriel Cachi Cerna

Escala: 1 : 75

Fecha: 12/01/2021

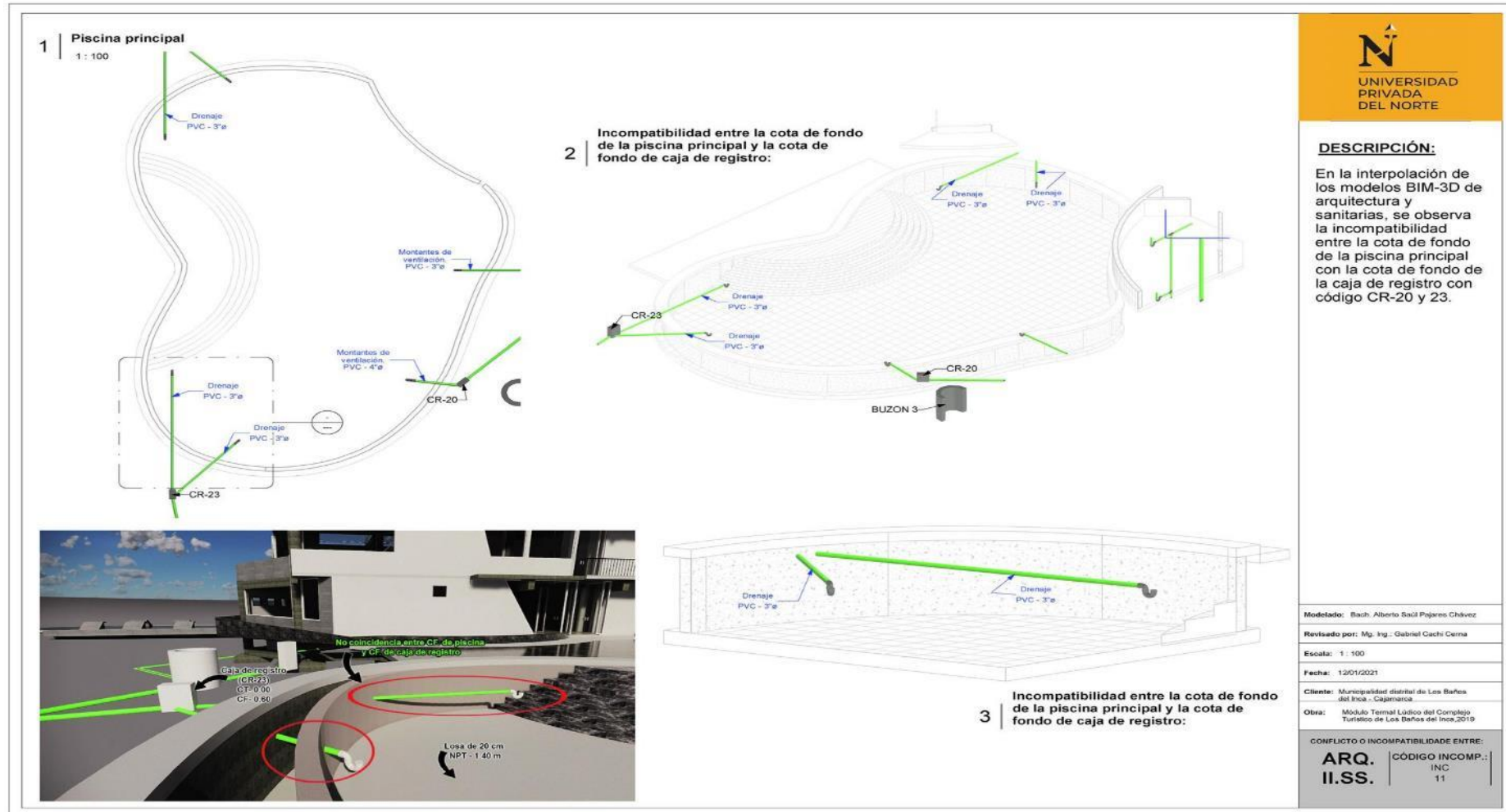
Cliente: Municipalidad distrital de Los Baños del Inca - Cajamarca

Obra: Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019

CONFLICTO O INCOMPATIBILIDADE ENTRE:

<b>ARQ.</b> <b>II.SS.</b>	CÓDIGO INCOMP.: INC 10
------------------------------	------------------------------

**Anexo n° 23: Lámina INC-11**



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**DESCRIPCIÓN:**  
En la interpolación de los modelos BIM-3D de arquitectura y sanitarias, se observa la incompatibilidad entre la cota de fondo de la piscina principal con la cota de fondo de la caja de registro con código CR-20 y 23.

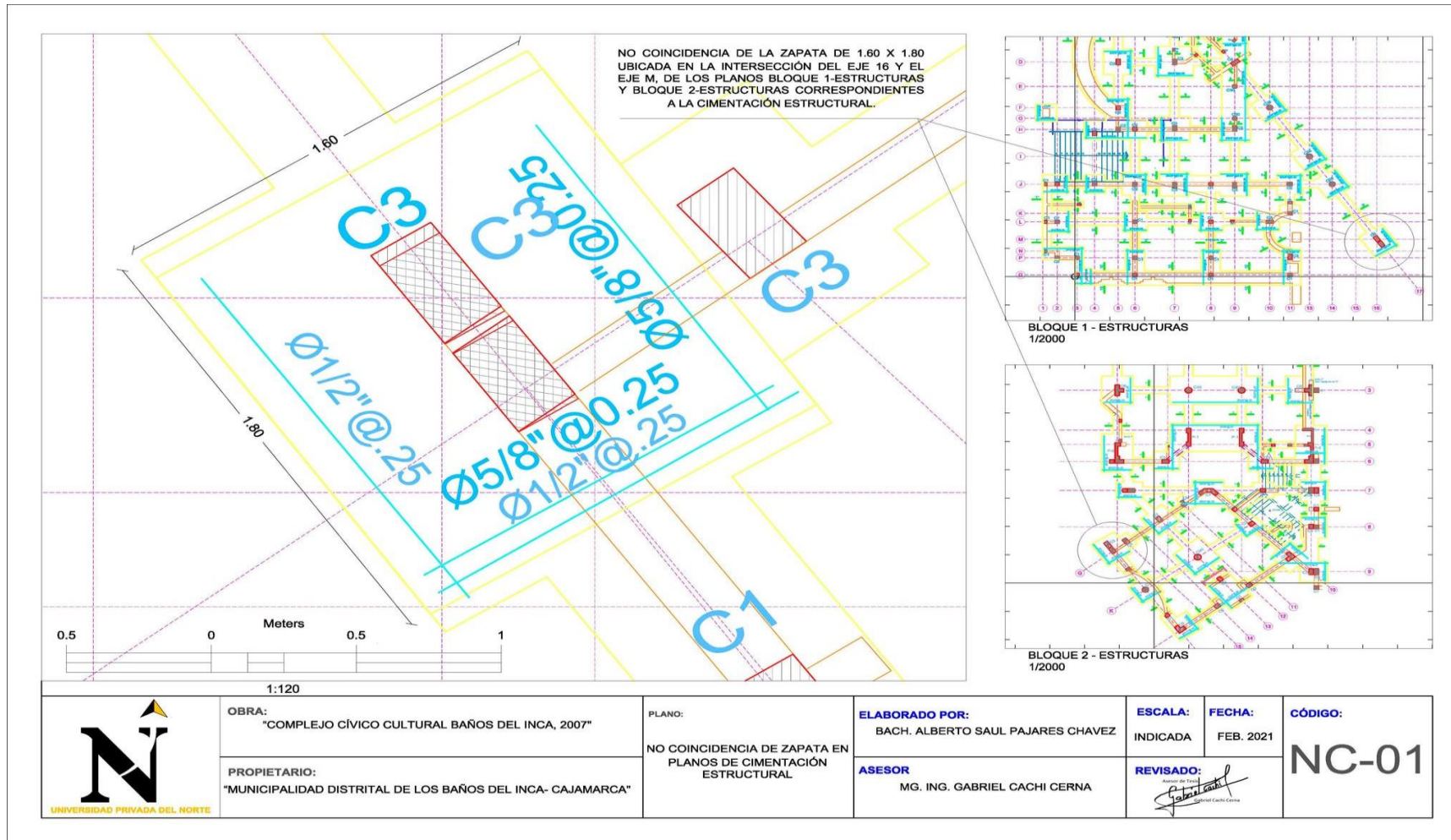
Modelado por:	Bach. Alberto Saúl Pajares Chávez
Revisado por:	Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerma
Escala:	1 : 100
Fecha:	12/01/2021
Cliente:	Municipalidad distrital de Los Baños del Inca - Cajamarca
Obra:	Módulo Termal Lúdico del Complejo Turístico de Los Baños del Inca, 2019

CONFLICTO O INCOMPATIBILIDAD ENTRE:

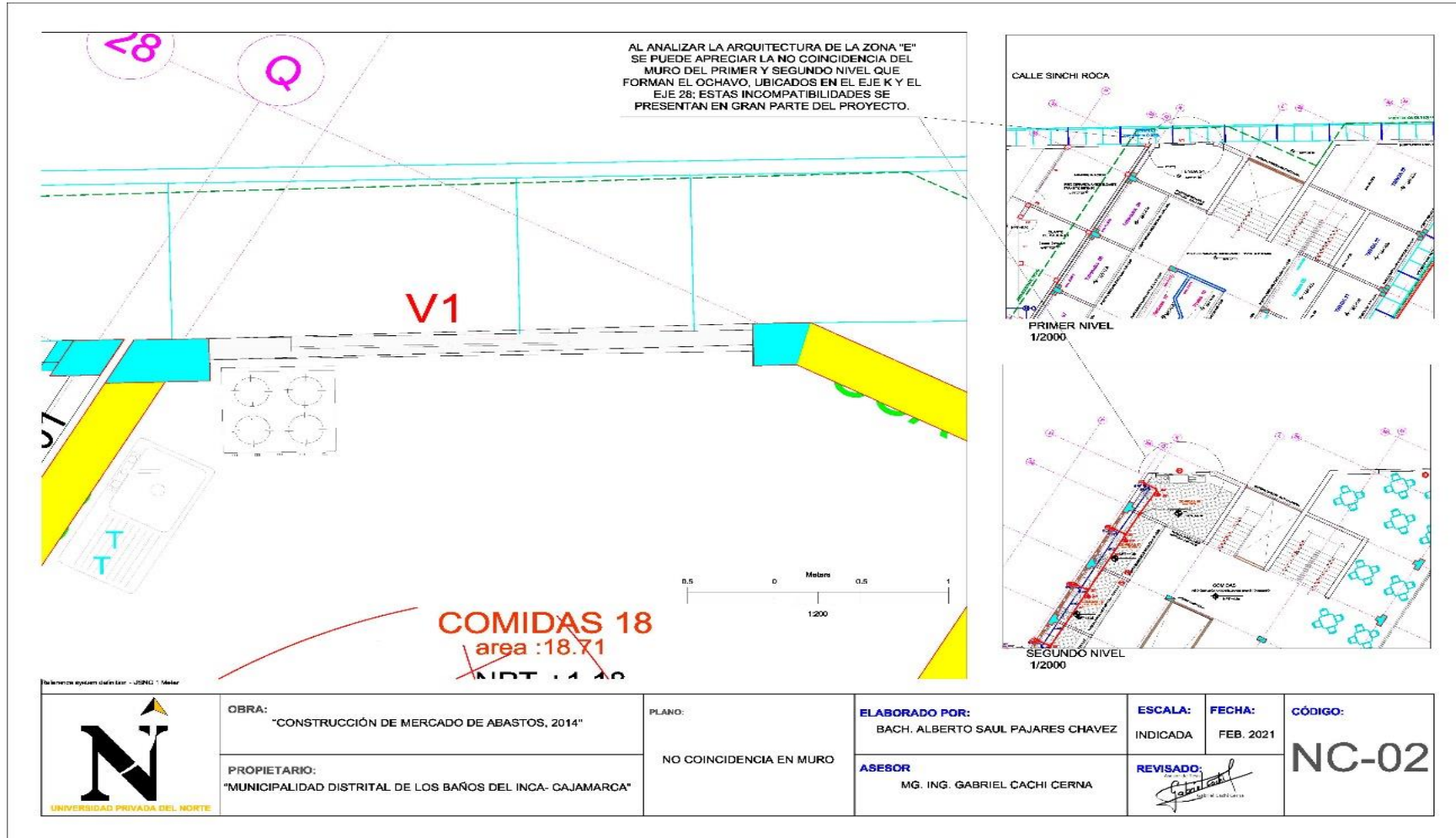
<b>ARQ.</b>	<b>CODIGO INCOMP.:</b>
<b>II.SS.</b>	INC 11



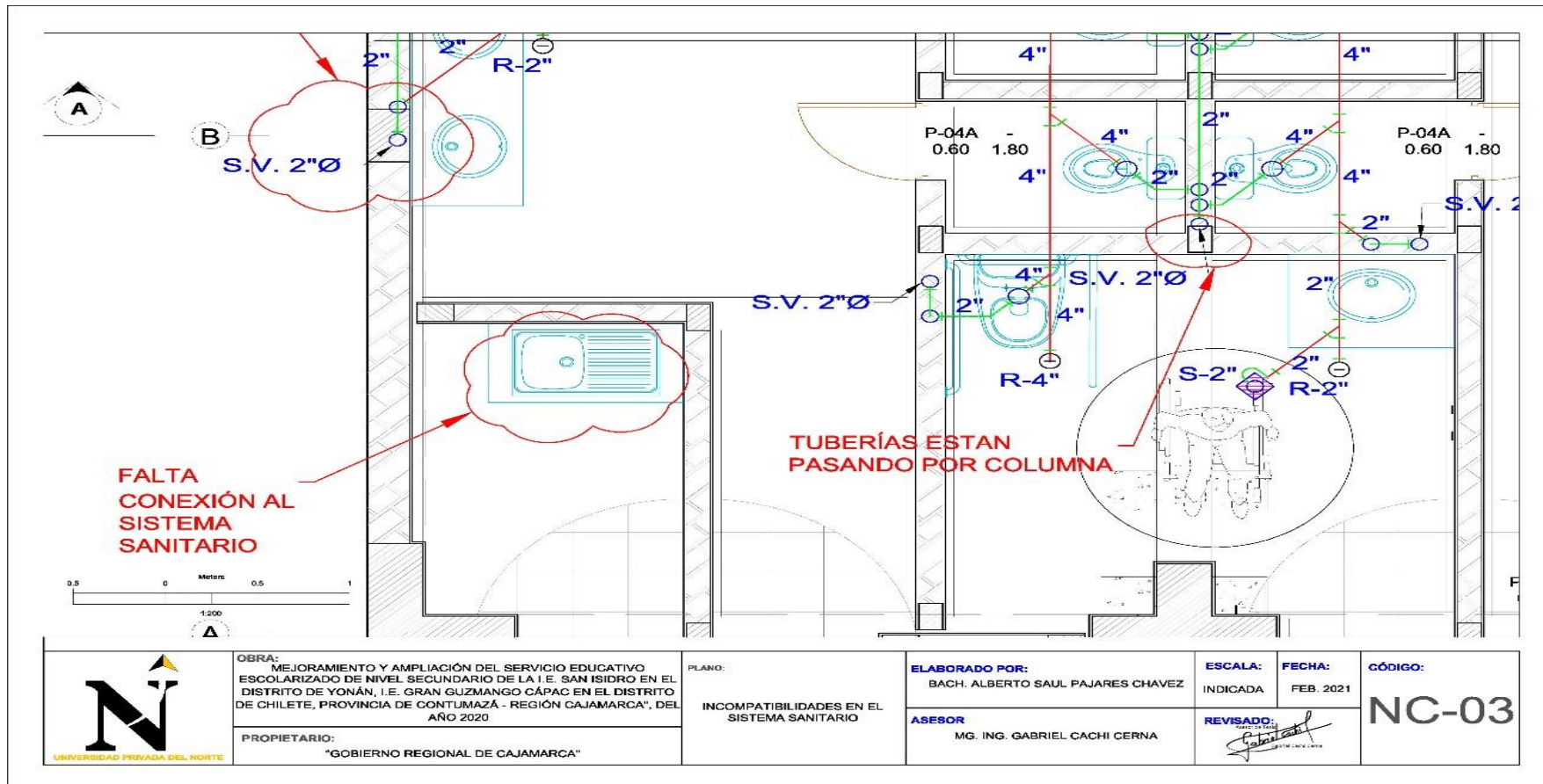
Anexo n°24: Incompatibilidades en el proyecto “Complejo Cívico Cultural Baños del Inca” del año 2007



**Anexo n°25: Incompatibilidades en el proyecto “Construcción de Mercado de Abastos” del año 2014**



**Anexo n°26: Incompatibilidades en el proyecto “Mejoramiento y ampliación del servicio educativo escolarizado de nivel secundario de la I.E. San Isidro en el distrito de Yonán, I.E. Gran Guzmango Cápac en el distrito de Chilete, provincia de Contumazá - región Cajamarca”, del año 2020**





# CUADERNO DE OBRA

115°  
27  
2104

FECHA: \_\_\_\_\_ MODALIDAD: CONTRATA  
 OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE UN MODULO TERCIAL LUDICO EN EL COMPLEJO TURISTICO DE LOS BAÑOS DEL ZNCA. DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL ZNCA. CATAMARCA - CATAMARCA.  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL ZNCA.

ASIENTO N° 117

28.08.2018

DEL RESIDUO

En los planos de arquitectura en las paredes de la vista lateral ubicada en las ventanas, se se respeta al alfeizar en el primer nivel y la altura de las ventanas estas influyen en la viga para el techo aligerado. - lo cual constructivamente no se puede ejecutar, por lo que para respetar la iluminación y ventilación, se ha creído conveniente en disminuir en altura el alfeizar y conservar la altura de las ventanas; se le comunica al Ing. Gerardo Sibilator que se ha coordinado con el Ing. José Derama Divina para que en su laboratorio se realice el día de hoy los ensayos a la compresión; se está combatiendo el relleno con material tipo 1, trabajo en capas menores al espesor de 0.20 con vibracompuñadores; y se mantiene eliminando el agua del dren mediante una bomba de agua. Los trabajos continúan con asentado de ladrillo en el eje 3 y 2 con arena gruesa de río y cemento rojo en las proporciones de acuerdo al expediente Técnico, relleno y compactado con material propio, colocación de acero de refuerzo en forma de losa y paredes del tanque cisterna, encofrado de sobrecimientos en la zona de masajes. - Se le hace entrega copia del diseño de mezcla, que se utilizará en vigas, columnas, techos aligerados, placas con cemento Tipo 3 parca mayo (A.S.T.M.C-150) (cemento verde); siendo el proporcionamiento en volumen: 1; 2:50; 2.60 21.30 lb/bolsa / 193 cm<sup>3</sup> EUCO Dren/bolsa. Cemento; Arena gruesa de río; piedra chancada de 1/2"

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
JULIO VELASQUEZ DAVILA  
 REG. CIP N° 38815  
 RESIDENTE DE OBRA

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
JULIO VELASQUEZ DAVILA  
 REG. CIP N° 38815  
 RESIDENTE DE OBRA

INSPECTOR

SUPERVISOR

**CUADERNO DE OBRA**

28

2103

FECHA: \_\_\_\_\_ MODALIDAD: CONTRATA  
 OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE UN MÓDULO TERMAL LÚDICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CATAHUA - CATAHUA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA.

Asiento n° 77 - suspensión Baños 28.08.12  
 Al contratista.

- 1.00 se debe respetar la altura de alféizer y ventana  $h = 2.20$  mts y  $h = 1.20$  respectivamente, las secciones de la ventana se debe mantener en el enchape para adosar sobre ella el vidrio
- 2.00. Diseño de mezclas presentado para cto  $f = 210 \text{ Kg/m}^3$ , densidad  $f = 2.50 : 2.60 / 21.30 \text{ Dg/bl / 193 cm}^3$  EUCO DM/bl para superestructuras  
 actividades: Presentado de ladrillo gabra eje 11, 3.3.  
 relleno y compactación con material propia

CONSORCIO ALVAREZ - SQ  
 Edson Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.I.P. N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS

Asiento n° 78 - suspensión Baños 29.08.12  
 Al contratista

- 1.00. se solicita al suyo residente compatibilizar planos en sus diferentes especialidades y en caso de superponibilidades plantear alternativas de solución para pronunciamiento de suspensión, Proyectiva y/o entidad  
 Casos: Cuarto de Maquinas, Fachadas, Piscinas etc.
- 2.00. Realizar ensayos a la rotura de testigos mencionados Asiento 76
- 3.00. se reanuda apertura de frentes paralelo de trabajos.

CONSORCIO ALVAREZ - SQ  
 Edson Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.I.P. N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS

Asiento n° 118 29.08.2012

DE RESIDENTE  
 Se concluye el empujado de los ejos 8; 9; 10; 11; I; J; K; L de los sobrecimientos, de acuerdo a medidas especificadas →

INSPECTOR

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO VELAZQUEZ BARRIL  
 REG. CIP N° 3845  
 RESIDENTE DE OBRA

CONSORCIO ALVAREZ - SQ  
 Edson Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.I.P. N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS



**CUADERNO DE OBRA**

11/49  
29  
2102

FECHA: \_\_\_\_\_ MODALIDAD: CONSTRUYA  
 OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE UN MÓDULO TERMAL LÚDICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CANTÓN CAJAMARCA - CAJAMARCA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA.

en los plenos; por lo que se solicita al Ingeniero Supervisor autorizar su llenado. se continua con la colocación de acero en el fondo de la losa y pasadas del Tanque cisterna asentado de ladrillo en los ejes 1 y 2; relleno y compactado con material propio. - En cuanto a la ubicación de la piscina con chorros sub acuáticos y piscina de hidromasajes; el proyectista no ha compatibilizado los plenos de estructuras con el plano de arquitectura; por lo que dichas piscinas se ven afectadas por el paso de la viga de cimentación; pero es solucionable con la reubicación del gradado de las piscinas al hacer coincidir la viga de cimentación con un paso o de otra manera que la viga de cimentación quede por debajo del gradado de las piscinas. llega a obra la cantidad de bolsas de cemento tipo I (color verde) el cual será utilizado en los elementos estructurales que no estén en contacto o quedan bajo el terreno natural

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO X VILLO ALVAREZ GARCIA  
 REG. CIP N° 33815  
 RESIDENTE DE OBRA

Asiento n° 78 - Supervisión Baños 29.08.12  
 Al contratista.

- 1.00 Verificado reforzamiento y equipado, niveles de altura vaciado de  $\phi$  en ejes 8-9, 9-9, 10-10, 11-11, 12, 12, 13, 13-14. Cmo  $\phi$  = 175 Kg/cm<sup>2</sup> según diseño
- 2.00 De las 20 tablas de madera sencilla, engrosadas, estas se debe en cepillar y candear para ser usadas en equipado de columnas
- 3.00. Se requiere que el tecnico electricista marque las columnas donde van fubona y Cargas para colocarlo en los tableros antes de

INSPECTOR: \_\_\_\_\_  
 CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO X VILLO ALVAREZ GARCIA  
 REG. CIP N° 33815  
 RESIDENTE DE OBRA  
 CONSORCIO ALVAREZ - 80  
 Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R. CIP N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRA



**CUADERNO DE OBRA**

51  
2527

FECHA: CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DE UN MODULO TERMAL LUDICO, EN EL COMPLEJO TURISTICO MODALIDAD: CONTRATA  
 OBRA: DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CATAKABCA - CATAKABCA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA.

**ASIENTO N° 135**

15-09-2012

**DEL RESIDENTE**

Se pone de conocimiento, que el día Miércoles 12 de Septiembre, llego a obra el Ingeniero Sanitario contratado por el contratista para levantar las observaciones de los planos de Instalaciones Sanitarias o en todo caso realizar las mejoras que se necesiten. A si mismo se quiere dar el SUMINISTRO DE ENERGIA, que de acuerdo a las condiciones establecidas en la memoria descriptiva en el punto 1.3, El suministro de Energía para el "Módulo Termal Lúdico" se proyecta como una ampliación de la carga como una Repotenciación de la Subestación Tipo caseta existente en el Complejo Turístico de Los Baños del Inca, el cual cuenta con un suministro en Media Tensión en 10KV. Con un transformador de 75 KVA, en la subestación con código C33040 del alimentados en Media Tensión C33003; que atiende las necesidades actuales del Complejo Turístico de los baños del Inca. La máxima demanda calculada para el "Módulo Termal Lúdico" se ha proyectado en 47.01802 KW) y se ha previsto la repotenciación y Remodelación de la Subestación Tipo caseta existente a una subestación de 160 KVA, de configuración radial trifásica, 60 HZ. Para abastecer los 74.91 KW de demanda total del Complejo Turístico de los baños del Inca, del cual se dice hacer un Tablero de Distribución general, el cual alimenta de manera independiente al proyecto en tensión. - la consulta es; como se da inicio a los trabajos si en la caseta existente no existe lo

INSPECTOR

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO A. VELASQUEZ DAVILA  
 REG. CIP N° 33875  
 RESIDENTE DE OBRA

CONSORCIO ALVAREZ EL  
 Edison Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.P. N° 25590  
 SUPERVISOR DE OBRA

**CUADERNO DE OBRA**

174 69  
3046

FECHA: 02 octubre 2012 MODALIDAD: Precios unitarios  
 OBRA: Construcción y Equipamiento de un módulo termal lúdico en el Complejo Turístico de Los Baños del Inca  
 PROYECTO: Módulo de Baños del Inca  
 PROGRAMA:  
 ENTIDAD EJECUTORA: Consorcio: Consorcio Lúdico Inca

Asiento N° 119 - Referencia: Causa 03 octubre 2012.  
 Procedida por calificación N° 15 - Consideración al mes de octubre 2012 y de julio, en ausencia de:  
 Avance programado acumulado al 30.09.12: 20.96% (Calendario acelerado)  
 Avance Ejecutado acumulado al 30.09.12: 21.40% > 20.96%  
 Avance de obra: adelantado en 0.44% del calendario acelerado  
 Se verificó:  
 - Continúa ejecución de los aligerados, pilas, desuro, codo de piletas  
 - Continúa reforzamiento de vigas y viguerías, colocación de muros  
 - Se inicia instalaciones sanitarias y eléctricas en los aligerados  
 - Encapado de concreto bituminoso.  
 Medidas: 08 volquenes (15 m<sup>2</sup>) arena gruesa, 03 volquenes (15 m<sup>2</sup>) de piedra charrada 1/2, 700 bts de cemento tipo I de recubrimiento para la tubería de sustitución de tuberías y en las pila FV- pesadas y 1<sup>o</sup> 6<sup>o</sup> pila para piletas de las tuberías de residuos a alta temperatura, 10 bts de cemento bituminoso para el encapado de concreto.  
 ASIENTO N° 149 03-10-2012  
 DE RESIDUOS

Edison Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R. CIP N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS  
 Se continúa con trabajos de encapado de los aligerados en el exterior de piletas de tuberías y colocación de refuerzo de concreto en las tuberías de residuos a alta temperatura, encapado de piletas de tuberías. El encapado de los aligerados bituminoso será realizado en los próximos días de obra.

INSPECTOR: JULIO A. VELASQUEZ DAVILA  
 RESIDENTE: CONSORCIO LUDICO BAIOS  
 SUPERVISOR: Edison Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R. CIP N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS  
 Grafiresa



**CUADERNO DE OBRA**

172 71

FECHA: CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE UN MÓDULO TERMAL LÚDICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CANTÓN CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA MODALIDAD: CONTRATO 2019  
 OBRA: TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CANTÓN CAJAMARCA, PROVINCIA CAJAMARCA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA

Asiende n° 120 Baños 06.07.12  
 Ceramias  
 Continúa colocación de las ceramias del primer nivel  
 Colocándose abrisos  
 se recomienda cumplir con los planes del expediente. Ten  
 nido respetar las pautas sobre modificaciones  
autorizadas por el municipio y la ciudad  
 de acuerdo con el plano de flechas de funcionamiento, y  
 cuando sea necesario de otra forma.  
 Personal: Maestre ab. 05, 15 operarios, 10 oficiales, 20 peones  
 01 ingeniero de seguridad, 01 albañileros, 01 guardián.

CONSORCIO ALVAREZ SA  
 Edson Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R.CIP N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS  
 Baños 06.07.12

Asiende n° 121 Baños 06.07.12  
 Sanidad  
 Continúa colocación de ceramias de 240 x 0.15 x 0.20, con  
 recorte de bisel, acabe de impermeabilización.  
 Se realiza trabajos de saneamiento de pautas, colocar  
 factores felucosa y para de primer nivel.  
 se recomienda usar cajas de 70° de ceramias y que  
 sea pasado de acuerdo a especificaciones técnicas  
 se habilita para para viga de apoyo de acedera con  
 pedana en el lado  
 Personal: Maestre ab. 05, 15 operarios, 10 oficiales, 20 peones.  
 (CONTINUA FOLIO 92)

INSPECTOR \_\_\_\_\_ RESIDENTE \_\_\_\_\_ SUPERVISOR  
 Edson Alejandro Alvarez Garcia  
 INGENIERO CIVIL  
 R.CIP N° 25890

**CUADERNO DE OBRA**

169 74  
3041

FECHA: CONDICIONES Y CANTIDADES DE UN PROYECTO BIM EN CUADRO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CANTAMARCA - CAYAMA MODALIDAD: CONYATA  
 OBRA: DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CANTAMARCA - CAYAMA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA.

Asunto N° 122 - Dependencia del 11 de octubre 2018  
de construcción.

1.00. Verificado los avances en el estado de ejecución en concreto  
 $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  según diseño presentado 1:2.5:2.6 + 21.3 (1%)  
 + 193  $\text{cm}^3/\text{L}^3$  EUCO-DM (imp. incombustible)

2.00. Se hizo de conocimiento para los fines correspondientes que  
 dependieron oportunamente y se recomendó hoy 11.10.18 para  
 el estado de ejecución del proyecto en el Estado respectivo es:

- a) Si la cubierta de los SS.HH del segundo nivel podría ser debajo de la losa aligerada ya que el proyecto contempla un embudo en la losa aligerada las viguetas de c/c.
- b) Prohibición de las mermas de ventilación de los SS.HH del primer nivel ya que en el 2º nivel existen los quillones de baldes y arboles.
- c) Simultáneamente respecto a la cobertura de ventilación de recepción y salida del primer nivel, la losa aligerada en segundo nivel e inclusive mermas en el último nivel ya que tiene una pendiente de un 1% hacia el exterior y asimismo a.s. (Cada N° 061-2012/A-S.C.)

3.00. Se debe presentar al diseño de concreto f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> como concreto tipo 1, imp. incombustible y el recorte en el proyecto para el vaciado de la losa aligerada del primer nivel.

Actividades:  
 Fundaciones aligeradas en losa aligerada del primer nivel, con una  
 de de concreto expone de 22.5 cm / 193  $\text{cm}^3/\text{L}^3$  (CONTINUA SIGUE)

INSPECTOR

RESIDENTE

CONSORCIO ALVAREZ S.O.  
 SUPERVISOR  
 Edison Alejandro Álvarez García  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C.I.P. N° 25890  
 SUPERVISOR DE OBRAS  
 Grafiresa



**CUADERNO DE OBRA**

158  
3030 86

FECHA: \_\_\_\_\_ MODALIDAD: CONTINUA  
 OBRA: CONSTRUCCIÓN Y BOMBA AMBIENTO DE LOS MÓDULOS TERMAL LUDICO DE BARRIO TURISTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA

**ASIENTO N° 155 11-10-2012**  
**DE RESIDENTE**

Se continua esta paralización de la obra por las cuestiones que hicieron la suspensión en la fecha 11.10.12 en el asiento N° 122 que dice " oportunamente y reiteradamente hoy 11.10.12 ha solicitado absolución del proyectista y/o Entidad respecto a: ooooo. Contradictoriamente en la misma fecha y circunstancias el manifestista al supervisor submisor que para autorizar el vaciado del fondo aligerado los instaladores sanitarios deben ejecutarse de acuerdo a los planos estructurales; frente a esta desagradable el contratista opta por continuar con los trabajos paralizados; hasta que la solicitud por parte del supervisor Submisor hecha al proyectista y/o Entidad sea absuelta por tener como mejor criterio iniciar los trabajos no hacer esas consultas y estas interrupciones sean las futuras fallas o defectos de equilibrio de la estructura.

Por Absoluto el supervisor Submisor en el asiento N° 129 de fecha 14 de octubre del 2012 en los Cueros Finales, resiste que a la fecha la H.O.S. no absuelve consultas de la Submisión de obra formuladas desde la revisión del perfil. Por lo expuesto el contratista continuara con la ejecución de obra, por lo que se conoce que el establecimiento tiene evidencia de muchos errores que pueden haber sido observados por la submisión en el expediente Técnico. Por lo que reitero la entidad no absuelve las consultas planteadas por la

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO A VELASQUEZ DAVILA  
 REG- OIP N° 33845  
 RESIDENTE DE OBRA

INSPECTOR \_\_\_\_\_ SUPERVISOR \_\_\_\_\_  
 Grafirasa



**CUADERNO DE OBRA**

157 87  
3029

FECHA: \_\_\_\_\_ MODALIDAD: CONYATA  
 OBRA: CONSTRUCCIÓN Y REGISTRO DE DISEÑO DEL MÓDULO TERMAL LÚDICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MONICIPALIDAD DISTRICTAL DE LOS BAÑOS DEL INCA

Submisión a la Entidad la obra se terminó según consta por la firma todo el expediente terminó conforme a todo esto subscrito el artículo 40 de la Ley de Contrataciones y artículos 196 y 200 en su segundo ítem del RECAP.

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO A. VELASQUEZ DAVILA  
 REG. CIP N° 33815  
 RESIDENTE DE OBRA

ASIENTO N° 156 18.10.2012  
DEL RESIDENTE

Se continúa con la obra pendiente por los retenciones consultadas a la Entidad y por la Submisión al proyectista y a la fecha ambas se han subsanado. Dichas anotaciones se en cuenta en los asientos de submisión N° 127 de fecha 11.10.2012, asiento N° 129 de fecha 14 de Octubre del 2012 y corresponden en la Ley de Contrataciones de Estado artículos 40, artículo 156 del RECAP y artículo 200 en su segundo ítem.

INSPECTOR

CONSORCIO LUDICO BAÑOS  
 JULIO A. VELASQUEZ DAVILA  
 REG. CIP N° 33815  
 RESIDENTE DE OBRA

SUPERVISOR

Grafarasa

**CUADERNO DE OBRA**

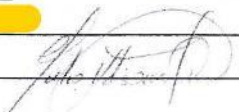
146  
98  
3018

FECHA: \_\_\_\_\_ MODALIDAD: CONFEZA  
 OBRA: CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE UN MÓDULO TERMAL LÚDICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO DE LOS BAÑOS DEL INCA, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA - CAJAMARCA  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 PROGRAMA: \_\_\_\_\_  
 ENTIDAD EJECUTORA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOS BAÑOS DEL INCA

**ASIENTO N° 163** **26-10-2012**

DEL RESIDENTE


La obra continúa paralizada por falta de la absolución a la consulta planteada por la Supervisión, así como por la renuncia de la Supervisión, paralización atribuible a la Entidad según el artículo 200 en su segundo ítem del VECRE.



**ASIENTO N° 164** **27-10-2012**

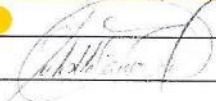
DEL RESIDENTE

La obra continúa paralizada por falta de absolución a la consulta planteada por la Supervisión, así como por la renuncia de la misma Supervisión por lo que es atribuible a la Entidad según el segundo ítem del artículo 200 del VECRE.



**ASIENTO N° 165** **29-10-2012**

La obra continúa paralizada por los aspectos señalados en el asiento N° 164 de fecha 27-10-2012.



**ASIENTO N° 166** **30-10-2012**

DEL RESIDENTE

En el día de hoy se ha recibido la carta con la absolución de consultas elaboradas por la Supervisión en la fecha 14.10.12 sobre el cambio de Tuberia de los SS.HH, reubicación de montantes de ventilación, en donde se hizo presente el Supervisor Interino Jorge Perro y Helder Ace, con quien se verificó los cambios, arrojando lo siguiente:

\_\_\_\_\_  
INSPECTOR \_\_\_\_\_  
RESIDENTE \_\_\_\_\_  
SUPERVISOR

Grafiresa

Fuente: Municipalidad Distrital de Los Baños del Inca, 2019



## PANEL FOTOGRÁFICO









