

INGENIERIA CIVIL

Tesis previa a la obtención de título de
Ingeniero Civil.

AUTORES: Franklin Orlando Guanochanga Caiza
Christian Fernando Tapia Cueva

TUTOR: Ing. Alberto David Icaza Verdesoto, MSc.

**Análisis Comparativo entre un Diseño Constructivo Convencional y la
Metodología BIM de un Centro de Salud Tipo A**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Alberto David Icaza Verdesoto, certifico que conozco a los autores del presente trabajo de titulación denominado “Análisis Comparativo entre un Diseño Constructivo Convencional y la Metodología BIM de un Centro de Salud Tipo A”, Franklin Orlando Guanochanga Caiza y Christian Fernando Tapia Cueva, siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



.....
Alberto David Icaza Verdesoto

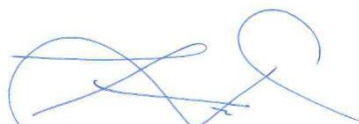
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Franklin Orlando Guanochanga Caiza, Christian Fernando Tapia Cueva, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

Firma:



Franklin Orlando Guanochanga Caiza

C.C. 1712778032

fran_guanochanga@hotmail.com

Firma:



Christian Fernando tapia Cueva

C.C. 1716279268

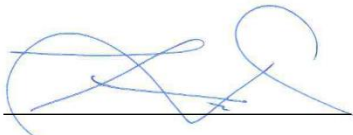
christofer_tc@hotmail.com

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a mis hijos: Alejandro Gabriel, María Emilia, Jordan Felipe y Joaquín Sebastián, ya que fueron mi mayor inspiración y motivación durante esta etapa de estudio y de investigación.

Este trabajo es también de ustedes, porque cada sacrificio de tiempo que me faltó por dedicarles, contribuyo a este logro.

Que este proyecto de titulación, sea un testimonio de mi amor eterno hacia ustedes y un recordatorio de que todo es posible cuando te planteas una meta y se tiene el apoyo moral de quienes más amamos.



Franklin Guanochanga

El trabajo de titulación dedico a mi familia, quienes con su apoyo en este largo trayecto han estado a mi lado, siendo mi fortaleza moralmente, todo este sacrificio realizado va dedicado a ellos, a pesar de las dificultades que se ha tenido, para lograr culminar esta etapa estudiantil de mi vida.



Christian Tapia

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al ingeniero Andrés Castillo, decano de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad Internacional del Ecuador, por su apoyo incondicional, para lograr culminar la realización de un sueño, nuestro sincero reconocimiento, respeto y gratitud.



Franklin Orlando Guanochanga Caiza



Christian Fernando Tapia Cueva

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	11
Abstract	13
Términos Claves.....	14
CAPÍTULO 1.....	15
Introducción	15
Objetivos	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos	16
Planteamiento del Problema.....	16
Justificación y Delimitación.....	17
Justificación Teórica	17
Justificación Metodológica.....	18
Delimitación Temporal:.....	19
Delimitación Geográfica:	19
Delimitación del Contenido:	20
Marco Referencial	21
<i>Marco conceptual teórico</i>	21
CAPÍTULO 2.....	23
Marco teórico de la metodología Convencional y metodología BIM.	23
Antecedentes de la metodología convencional.....	23
Antecedentes de la metodología BIM.....	24
Inicios de la Metodología BIM	25
Diseño Constructivo Convencional	27
<i>Definición y Características</i>	27
<i>Ventajas y desventajas</i>	27
<i>Aplicación en Centros de Salud</i>	28
Metodología BIM.....	28
<i>Definición y Características</i>	28
<i>Ventajas y Desventajas</i>	29
<i>Aplicación en Centros de Salud</i>	30

<i>Eficiencia y Productividad</i>	31
<i>Costos y Tiempo</i>	31
<i>Calidad y Sostenibilidad</i>	31
Tipos de centros de salud en Ecuador	32
<i>Centros de Salud Tipo A</i>	33
<i>Centros de Salud Tipo C</i>	35
<i>Hospitales Básicos y Generales</i>	36
CAPÍTULO 3	38
Eficiencia y Productividad en el Proceso de Diseño	38
<i>Limitaciones de Productividad en el Diseño Convencional</i>	38
<i>Descripción del Proceso de Diseño Convencional</i>	39
Costos y Tiempo en el Proceso de Diseño	39
Calidad y Sostenibilidad en el Diseño Constructivo	40
Análisis Cuantitativo y Cualitativo del Diseño Convencional	46
Análisis de Productividad y Eficiencia del Diseño Convencional	49
Evaluación de la Metodología BIM Eficiencia en Duración y Complejidad	49
<i>Descripción del Proceso de Diseño mediante BIM</i>	50
<i>Detalle de pasos a seguir:</i>	51
Eficiencia y Productividad en el Proceso de Diseño	52
Complejidad del Proceso BIM y Costos Asociados	52
Costos y Tiempo en el Proceso de Diseño	57
Calidad y Sostenibilidad en el Diseño Constructivo	60
Análisis Cuantitativo y Cualitativo del Diseño con metodología BIM	61
Índice de Productividad del Diseño de la metodología BIM	62
Incorporación de los Niveles de Desarrollo (LOD) en la Metodología BIM	63
Análisis Comparativo entre el Diseño Convencional y la Metodología BIM del Centro de Salud Tipo A	68
CAPITULO 4	72
Análisis de Resultados de la Metodología convencional y Metodología BIM	72
Análisis de la Calidad del Resultado Final	72
Costos en el Diseño	75
Costos Durante la Ejecución	76

Conclusiones y Recomendaciones	77
Conclusiones.....	77
Recomendación	79
Bibliografía.....	81
Glosario	83
Anexos	86
Planos Metodología Convencional	86
Planos Metodología BIM.....	86

ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Ubicación del Centro de Salud Tipo "A". Fuente: Google maps</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 2: Fachada Centro de Salud Tipo A Quisapincha, Ambato, (Área construcción 658.87 m2), (sitio web)</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 3: Fachada Centro de salud Cojimfés, Manta Tipo B (Área construcción 1.450 m2), (sitio web)</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 4: Fachada Centro de salud Tosagua Tipo C (Área construcción 2.936 m2), (sitio web)</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 5: Fachada del Hospital general de Manta, Ecuador (Área construcción 24.100 m2), (sitio web)</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 6: Esquema de la planta del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 7: Esquema de la cubierta del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia...41</i>	
<i>Ilustración 8: Fachadas del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 9: Esquema planta tipo del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 10: Cortes del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 11: Esquema de cimentación Centro de Salud Tipo A. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia ...44</i>	
<i>Ilustración 12: Cuadro de columnas del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 13: Esquema y detalle de losa del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 14: Reunión de trabajo convencional para revisión de planos 2D. Fuente: Freepik.es</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 15: Presentación Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 16: Presentación en planta Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 17: Presentación Corte A Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 18: Presentación Corte B Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 19: Presentación Fachada Lateral Derecha, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 20: Presentación Fachada Lateral Izquierda, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 21: Presentación Fachada Posterior, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 22: Presentación Fachada Frontal, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 23: Presentación Acabados (Puertas), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 24: Presentación Acabados (Paredes), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 25: Presentación Cimentación Plintos, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 26: Presentación Cadenas de Cimentación, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 27: Presentación Columnas, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 28: Presentación Vigas IPE, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 29: Presentación Armadura acero de refuerzo Columnas y Cadenas de amarre, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 30: Presentación Detalle de Unión Columna, Contrapiso y Losa, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 31: Comparativo (tiempo de diseño y costos). Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 32: Interferencias en Navisworks, (Columna y pared), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 33: Interferencias en Navisworks, (Viga y pared), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>73</i>

<i>Ilustración 34: Interferencias en Navisworks, (Columna y ventana), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 35: Cuadro de Resumen de Conflictos en Navisworks, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>74</i>

TABLAS

<i>Tabla 1: Ventajas y desventajas del diseño Convencional. Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 2: Ventajas y desventajas de la metodología BIM, Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3: Cuadro comparativo entre diseño convencional y metodología BIM, Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4: Costos de Operación y Tiempo de Diseño. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 5: Ponderación de factores para análisis cualitativo Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6: Evaluación de factores. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 7: Cuadro de índices. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 8: Costos de Operación y Tiempo de Diseño. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 9: Ponderación de factores. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 10: Evaluación de factores. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 11: LOD en la metodología BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 12: LOD 300 en diseño arquitectónico. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 13: LOD 300 en diseño estructural. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 14: Implementación LOD 300 en el modelo BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 15: Cuadro comparativo de eficiencia y productividad. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 16: Cuadro de comparación de costos y tiempos. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 17: Comparación de Calidad y Sostenibilidad. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 18: Cuadro comparativo de beneficios económicos. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 19: Comparativo de costos diseño convencional. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 20: Comparativo de Costos del diseño BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 21: Comparativo de tiempos de ejecución de método convencional. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 22: Comparativo de tiempos de ejecución de método BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 23: Comparativo de eficiencia y precisión. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 24: Comparativo de la metodología convencional y BIM. Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 25: Comparativo de ponderación de eficiencia de la metodología convencional y BIM. Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia</i>	<i>71</i>

Resumen

En la presente investigación se compara el diseño tradicional con la metodología Building Information Modeling (BIM). Aplicándose el estudio a un caso concreto en un Centro de Salud Tipo A. Además, se analizan detalles de cómo se desarrollan los procesos de diseño, modelado y coordinación de la información los dos métodos analizados.

Se utilizaron herramientas para analizar tanto los datos numéricos como los datos cualitativos como parte de la metodología empleada. También se tuvieron en cuenta diferentes aspectos, como el tiempo requerido para finalizar el diseño, la excelencia del modelo logrado y la efectividad en la detección de discrepancias en la interpretación de los planos entre la arquitectura y la ingeniería estructural. Se analizó la reducción de errores en las fases de planificación y ejecución, determinando el enfoque que consigue una mayor eficacia en el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales.

El propósito de esta investigación es aportar al entendimiento actual sobre la aplicación de BIM en obras de infraestructura para el campo de la Salud. Es esencial subrayar los beneficios particulares que este enfoque proporciona para la planificación y construcción de instalaciones médicas como el Centro de Salud Tipo A. Los resultados de la investigación constituirán como un instrumento valioso para que los profesionales en ingeniería civil y diseño arquitectónico optimicen sus decisiones en relación con la implementación de BIM en sus proyectos laborales.

Así mismo, se plantea utilizar este análisis para promover el uso de la BIM como metodología colaborativa en el ámbito de la ingeniería civil. Esperando promover una mayor eficiencia, calidad y sostenibilidad en el desarrollo de proyectos de infraestructuras de Salud y otros proyectos relacionados con el tema.

Además, el análisis comparativo demostró que la metodología BIM redujo los tiempos de diseño en un 30% y los costos en un 30% en comparación con el método convencional. La

detección temprana de conflictos a través de herramientas como Navisworks permite optimizar la coordinación multidisciplinaria, minimizando errores.

Abstract

In this research, traditional design is compared with the Building Information Modeling (BIM) methodology. The study is applied to a specific case in a Type A Health Center. In addition, details of how the design, modeling and information coordination processes are developed in the two methods analyzed are analyzed.

Tools were used to analyze both numerical data and qualitative data as part of the methodology used. Different aspects were also taken into account, such as the time required to complete the design, the excellence of the model achieved and the effectiveness in detecting discrepancies in the interpretation of the plans between architecture and structural engineering. The reduction of errors in the planning and execution phases was analyzed, determining the approach that achieves greater efficiency in the use of human and material resources.

The purpose of this research is to contribute to the current understanding of the application of BIM in health infrastructure works. It is essential to highlight the particular benefits that this approach provides for the planning and construction of high-level medical facilities. The findings of the research will be a valuable tool for civil engineering and design specialists to optimize their decisions regarding the implementation of BIM in their work projects.

It also aims to use this analysis to promote the use of BIM as a collaborative methodology in the field of civil engineering, hoping to promote greater efficiency, quality and sustainability in the development of health infrastructures and other projects related to the subject.

Moreover, the comparative analysis demonstrated that the BIM methodology reduced design times by 30% and costs by 30% compared to the conventional method. Early conflict detection through tools such as Navisworks enhances multidisciplinary coordination, minimizing errors.

Términos Claves

- Análisis de metodologías constructivas
- Metodología BIM
- Diseño constructivo de Centros de Salud Tipo A.

CAPÍTULO 1

Introducción

El uso de tecnologías innovadoras en ingeniería civil ha cambiado la forma en que se planifica, diseña o construye proyectos de infraestructura en la actualidad. Se puede decir que, uno de los avances más significativos es la metodología BIM. Esta se ha popularizado por permitir conectar grupos de trabajo. Además de mejorar la eficiencia y precisión en todas las fases de un proyecto. Esta herramienta permite trabajar y coordinar diferentes áreas de la ingeniería.

El presente estudio se enfoca en analizar la aplicación de BIM en el diseño de un Centro de Salud de Tipo A. El principal objetivo de este proyecto es beneficiar tanto a su construcción como, a los habitantes del Barrio El Murco, en la parroquia Tambillo, cantón Mejía, provincia de Pichincha, a través de la gestión del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Tambillo.

El propósito de este estudio es realizar un análisis comparativo entre un enfoque de diseño convencional y la metodología BIM, tomando como caso específico un Centro de Salud Tipo A. con el objetivo de identificar diferencias en eficiencia, precisión y costo. Además, se desea evaluar los beneficios potenciales de implementar BIM en este entorno de ingeniería civil, incluida la mejora de la calidad del diseño, la coordinación entre equipos colaborativos y la optimización de recursos.

Con este enfoque, el estudio pretende contribuir a través de un análisis comparativo, mostrando que existe una nueva forma de diseño, planificación y construcción, como es la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura de salud, que proporciona toda la información relevante para los profesionales de ingeniería civil, y diseñadores de centros de salud que planean adoptar esta tecnología en sus prácticas profesionales.

Es importante destacar que en Ecuador existe un proyecto diseñado bajo la metodología BIM, *La Revista del Líder de Tecnología*, que menciona “El proceso BIM utilizado para el diseño del Centro Médico Atlas, un proyecto que ya se encuentra en construcción en la ciudad de Quito” (IT AHORA, 2024).

Por otra parte, BIM está presente en varios proyectos de infraestructura que manejan empresas privadas como: Ripconciv, Parques Industriales, Sedemi, Uribe Schwarzokpf, Yilport Puerto Bolivar, entre las más relevantes.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un análisis comparativo entre un diseño constructivo convencional y la metodología BIM en un Centro de Salud Tipo A.

Objetivos Específicos

- Conocer los antecedentes del diseño convencional y la Metodología BIM.
- Analizar el Marco teórico de los métodos.
- Evaluar la metodología de la eficiencia del proceso de diseño, comparando la duración y complejidad entre los dos métodos.
- Analizar la calidad del resultado final, en términos de funcionalidad, los costos involucrados de diseño entre lo convencional y la metodología BIM.

Planteamiento del Problema

Actualmente, la mayor parte del sector de la construcción en el Ecuador no utiliza metodologías integradas como BIM, ya que en la mayoría de los casos se trabaja de forma aislada, el diseño, la construcción y la adquisición de insumos. En el ámbito de los proyectos de

ingeniería, procura o adquisiciones (Engineering Procurement Construction (EPC), por el desconocimiento de las ventajas que se obtienen durante el diseño con la metodología BIM.

La carencia de difusión ha provocado que muchos profesionales e incluso empresas desconozcan su uso, su aplicación y no cuenten con una estructura empresarial que respalde esta metodología, así como los costos que todo esto implica en la adquisición de software y además de profesionales calificado. Es por ello que el diseño, continúan realizándose por el método convencional, coordinando e integrando las distintas ingenierías a través de planos impresos, teniendo en cuenta cada una de forma individual, sin embargo, esta metodología BIM puede conectar todas las ingenierías de forma multidisciplinar.

Los métodos convencionales se basan en sistemas tradicionales de diseño y construcción, mientras que BIM utiliza modelos digitales compartidos para planificar, diseñar, construir y gestionar proyectos en términos de mantenimiento y remodelación hasta que cumpla su vida útil. Otro desafío actual es la falta de profesionales en modelado BIM y la dificultad para acceder al software necesario. Además, la falta de oportunidades de empleo en el país limita el desarrollo de capacidades en esta área y dificulta el trabajo.

Justificación y Delimitación

Justificación Teórica

La relevancia teórica de la investigación radica en la importancia de comparar el diseño convencional y la metodología BIM para un Centro de Salud Tipo A. El estudio facilitará la comunicación y coordinación de datos en un modelo digital integrado, dando como resultado una solución rápida y sencilla.

Además, se propone analizar cómo la metodología BIM puede mejora la calidad y precisión del diseño al simular el diseño mediante una maqueta virtual del proyecto, detectando

conflictos y reduciendo errores que puedan ocurrir durante la fase de construcción, con estándares de eficiencia que pueden ser integrados desde su inicio.

Este estudio ayuda a identificar y evaluar las ventajas y desventajas de cada enfoque de diseño para un Centro de Salud Tipo “A”, contribuyendo a la toma de decisiones que contenga toda la información de las fases de diseño, identificando las mejores prácticas en el campo de la arquitectura y la ingeniería estructural.

Justificación Metodológica

El análisis comparativo de dos metodologías de diseño para un Centro de Salud Tipo “A”, se basa en la aplicación de herramientas para el método convencional que está desarrollado en 2D, mediante el uso de software de diseño asistido por computadora denominado AutoCAD versión 2024, y la metodología BIM con Autodesk Revit 2024, que es una plataforma que permite visualizar en una maqueta virtual de mejor manera el diseño del proyecto, para lo cual se sigue el siguiente orden:

- Análisis de diseño convencional mediante técnicas 2D (AutoCAD 2024).
- Desarrollo del diseño de modelado en Revit, utilizando una plataforma BIM.
- Se deberá comparar las dos metodologías de diseño, analizando la precisión y eficiencia de los recursos.
- Análisis de tiempo y costos del diseño BIM, los beneficios de visualización y detección de conflictos.

El uso de la metodología BIM en proyectos de construcción tiene algunas ventajas ante los métodos de diseño convencionales, el cual permite un proceso más preciso y eficiente, reduciendo el riesgo de errores y omisiones. También mejora la colaboración y coordinación entre las partes interesadas del proyecto, lo que permite una mejor comprensión y comunicación del diseño.

El análisis comparativo entre un diseño convencional y la metodología BIM en un Centro de Salud Tipo A, explicará los potenciales beneficios de utilizar una opción tecnológica como BIM, la cual tendrá mayor precisión, eficiencia, colaboración, visualización y resultados del proyecto.

Delimitación Temporal:

El tiempo que se ha previsto desarrollar el proyecto tiene un plazo de 5 meses, a partir de la aprobación del Plan, y consta de las siguientes partes:

- Introducción
- Antecedentes y Contextualización
- Comparación metodológica
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

Delimitación Geográfica:

Para el presente análisis comparativo entre un diseño convencional y la metodología BIM de un Centro de Salud Tipo A, se propone que la ubicación será en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Tambillo, Barrio El Murco, que se muestra en la siguiente ilustración 1:

Ilustración 1: Ubicación del Centro de Salud Tipo "A". Fuente: Google maps



Este alcance geográfico limita la generalización de los resultados a otras regiones con condiciones distintas en términos de normativas, recursos y necesidades de infraestructura. Asimismo, el estudio se basó en la necesidad que presenta el sector de El Murco, considerando el apoyo de la Junta Parroquial quien proporcione la base del diseño de los planos convencionales.

Delimitación del Contenido:

Este análisis comparativo evalúa los beneficios de utilizar un método BIM en comparación con el diseño convencional en un Centro de Salud Tipo A. Este proyecto se ha desarrollado en beneficio de la zona del Barrio El Murco, parroquia Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

Este análisis toma en cuenta herramientas para la metodología BIM, como Revit y Navisworks para el estudio de diseño y los compara con métodos convencionales fundamentados en diseño 2D y CAD. El alcance está limitado entre la fase de diseño arquitectónico y estructural, excluyendo etapas de construcción, operación y mantenimiento. Este enfoque se orienta exclusivamente en el proceso comparativo entre ambas metodologías de diseño.

Los resultados tienen como objetivo proporcionar pautas prácticas para la correcta implementación del método BIM en proyectos similares, y demostrar su capacidad para optimizar materiales y tiempos en la fase de construcción de Centros de Salud Tipo A, para profesionales, empresas privadas e instituciones públicas.

Marco Referencial

Marco conceptual teórico

- **Diseño estructural en instalaciones salud:** Diseño convencional en centros de salud: se describirá el enfoque convencional de diseño utilizado tradicionalmente en la industria de la construcción para centros de salud, destacando sus características, limitaciones y áreas de mejora. (De Coster, R., & Delva, W., 2016).
- **Building Information Modeling (BIM):** se define la metodología BIM como un enfoque colaborativo basado en la creación y gestión de modelos digitales que contienen información detallada sobre todos los aspectos de un proyecto de construcción. (Azagra, 2019).
- **Beneficios de BIM:** se describen los beneficios potenciales de la metodología BIM, como la mejora en la coordinación entre equipos, la detección temprana de conflictos, la reducción de errores y costos, y la optimización de recursos. (Quintero, 2018).
- **Diseño de procesos en establecimientos de salud:** se describe el enfoque convencional de diseño utilizado tradicionalmente en centros de salud, resaltando sus características, limitaciones y áreas de mejora. (García, A., & Martínez, L., 2017).

Tras analizar la importancia de las metodologías, en el diseño constructivo y justificar el estudio comparativo entre el diseño convencional y la metodología BIM, es esencial profundizar en el marco teórico que sustenta ambos enfoques. A continuación, se presentan los antecedentes

y fundamentos conceptuales que permitirán comprender las ventajas y limitaciones de cada metodología, sentando las bases para el análisis comparativo posterior.

CAPÍTULO 2

Marco teórico de la metodología Convencional y metodología BIM.

En este capítulo se presenta un análisis teórico de los conceptos y metodologías relevantes para la comparación entre un diseño convencional y la metodología BIM aplicados a un Centro de Salud Tipo A. Se inicia con los antecedentes de las metodologías, se explorarán las características, ventajas y desafíos de ambas metodologías para proporcionar una base sólida que sustente el análisis comparativo realizado en este estudio.

Antecedentes de la metodología convencional

La metodología convencional se ha empleado en edificaciones, obras de infraestructura de Ingeniería Civil. Con recursos tradicionales como planos impresos, calculadoras, libros de trabajo, entre otros. En la mitad del siglo XX se inicia la transformación de los dibujos convencionales y las herramientas de cálculo por sistemas de diseño asistido como AutoCAD. Impulsando una transformación relevante en el sector de la construcción y facilitando una optimización en términos de tiempo y costo de los proyectos.

Una característica del método convencional es el proceso constructivo de trabajo por parte de las diferentes ingenierías que intervienen en un proyecto civil, lo cual genera problemas que normalmente se evidencian en la fase constructiva de una obra. Al trabajar con el método convencional de construcción generalmente se presenta el problema donde los elementos de las distintas ingenierías que interviene en una obra no están ligados entre sí, por lo que cada una es un esquema independiente y en caso de que exista una modificación se deberá revisar cada una de las ingenierías de forma separada.

Adicionalmente si hubiese alguna modificación posterior, esto generará otro problema, como la creación de planos nuevos de existir una incidencia, bien sea por una coalición entre elementos o algún problema mayor, puede llegar a reflejarse una demora en la fase de

construcción y el costo de la modificación puede ser muy elevado y resulte que el costo total sea mayor a lo presupuestado.

Por otro lado, no existen medidas preventivas en los sectores de gestión y mantenimiento para anunciar proyectos futuros que puedan controlar el impacto en el tiempo y costo de construcción. Otra característica es que estas pantallas no aceptan parámetros porque solo contienen información básica. Diseño arquitectónico y enfoque práctico. Planos 2D, considere planos en: plantas, secciones y elevaciones para las ingenierías que intervienen.

Para la revisión y coordinación manual, cada ingeniería es revisado por separado y se identifican conflictos o inconsistencias entre ellos durante la construcción. La planificación y ejecución se presenta mediante un cronograma de trabajo, lo cual no permite interrelacionar las diferentes ingenierías de diseño.

Antecedentes de la metodología BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling) surgió como una respuesta a la necesidad de optimizar los procesos de diseño y construcción en el sector de la ingeniería civil y arquitectura. Con el paso de los años, esta tecnología ha adquirido gran relevancia debido a su capacidad para garantizar eficiencia, calidad y seguridad en proyectos constructivos.

El origen del concepto BIM se remonta a la década de 1970, cuando Charles Eastman desarrolló el software Building Description System (BDS) en 1974. Este programa, aunque contaba con una interfaz gráfica rudimentaria, incluía una biblioteca de elementos estructurales parametrizados. La innovación principal del BDS fue su capacidad para organizar datos antes de generar la geometría, estableciendo las bases de la metodología BIM actual. Durante la década de 1980, las primeras implementaciones prácticas de esta tecnología ocurrieron gracias a la colaboración de empresas constructoras húngaras y estadounidenses.

En 1986, se lanzó ArchiCAD, el primer software BIM para ordenadores personales, desarrollado por Gábor Bojár, fundador de Graphisoft. Esta herramienta permitía la creación y gestión de datos en todas las etapas del proyecto, promoviendo la colaboración y eficiencia en el diseño y construcción de las edificaciones.

Inicios de la Metodología BIM

- **1957:** El Dr. Patrick J. Hanratty creó Pronto, el primer software comercial de fabricación asistida por computadora (CAM), que posteriormente evolucionó hacia aplicaciones CAD/CAM.
- **1963:** Ivan Sutherland, en el MIT Lincoln Labs, desarrolló Sketchpad, el primer sistema CAD con interfaz gráfica de usuario. Este avance facilitó el modelado de sólidos y sentó las bases para los sistemas de diseño asistido por computadora posteriores.
- **1975:** Charles Eastman publicó un artículo describiendo un prototipo llamado Building Description System (BDS), que introducía ideas de diseño paramétrico y bases de datos integradas, elementos fundamentales en el concepto moderno de BIM.
- **1980:** Se introdujo el estándar ISO STEP, regulando el intercambio de datos de modelos de productos. Además, se lanzó ArchiCAD, el primer software BIM del mercado.
- **1985:** En Estados Unidos, Diehl Graphsoft lanzó Vectorworks, una de las primeras aplicaciones CAD con funcionalidades BIM. Ese mismo año, Parametric Technology Corporation (PTC) desarrolló Pro/ENGINEER, considerado el primer software de modelado paramétrico comercial.
- **1990:** Se consolidaron esfuerzos para integrar aplicaciones en la industria. En el año 2000, se desarrolló Revit, un software que revolucionó el modelado BIM, y en 2002, Finlandia llevó a cabo el primer proyecto BIM integrado.
- **1995:** Surgió el formato International Foundation Class (IFC), permitiendo la interoperabilidad entre diferentes programas BIM. Dos años después, ArchiCAD introdujo

soluciones colaborativas basadas en el intercambio de archivos, facilitando el trabajo en equipo a gran escala.

- **2001:** La empresa NavisWorks lanzó JetStream, un software orientado a la coordinación y simulación de construcciones, facilitando la identificación temprana de posibles problemas y fomentando una colaboración más eficiente entre los equipos.
- **2006-2012:** Estados Unidos realizó su primer proyecto IPD (Integrated Project Delivery), mientras que países como Finlandia y el Reino Unido publicaron guías y requisitos para la implementación del BIM a nivel nacional.
- **2016-2018:** La metodología BIM se volvió obligatoria en proyectos de obras públicas en países como el Reino Unido y España, marcando un hito en la adopción de esta tecnología.
- **2020:** Chile efectuó como parte de su Plan Estratégico Nacional de Transformación Digital en la Construcción, el cual busca estandarizar, regular y normalizar el uso de metodología BIM en proyectos públicos, país que se consolida como un referente en América Latina, (Gobierno de Chile, 2020).

Estos avances en una nueva metodología, ha servido para formar la RED BIM de Gobiernos Latinoamericanos y sus miembros son: Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México, Perú, Uruguay y Chile (Red BIM Gob Latam, 2020)

El incursionar en esta Normativa en la investigación no solo amplía una perspectiva histórica del uso de la Metodología BIM, también permite que América Latina se destaque con su avance hacia una construcción más sostenible y eficiente, alineándose a las mejores prácticas globales.

Diseño Constructivo Convencional

Definición y Características

El diseño convencional se refiere a los métodos tradicionales utilizados en la industria de la construcción, que generalmente involucran el uso de planos 2D y procesos secuenciales. Estas metodologías han sido la norma durante décadas y se caracterizan por su enfoque lineal y segmentado (Smith, 2014).

Los métodos convencionales de construcción se basan en la división del proyecto en etapas claras: diseño, documentación, licitación, construcción y operación. Cada una de estas etapas se realiza de manera secuencial y con poca interacción entre ellas (Johnson, 2012).

Ventajas y desventajas

Tabla 1: Ventajas y desventajas del diseño Convencional. Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia

VENTAJAS	DESVENTAJAS
- La mayoría de los profesionales de la construcción están bien familiarizados con estos métodos, lo que facilita su implementación (Brown, 2015) - Generalmente, los costos iniciales pueden ser más bajos debido a la falta de necesidad de tecnologías avanzadas (Lee, 2013).	- La falta de integración entre las diferentes etapas del proyecto puede llevar a problemas de coordinación y errores (Harris, 2011). - Las modificaciones en el diseño pueden ser difíciles y costosas de implementar una vez que el proyecto ha comenzado (Garcia, 2010).

Aplicación en Centros de Salud

El diseño constructivo convencional en centros de salud requiere una planificación meticulosa debido a las especificaciones técnicas y normativas estrictas. La seguridad, la funcionalidad y la eficiencia son aspectos críticos que deben ser considerados (García, A., & Martínez, L., 2017)

En el Ecuador la normativa vigente está dada por la Dirección Nacional de Infraestructura Salud, en la cual se describe las especificaciones técnicas que se debe cumplir para su construcción. (Ministerio de Salud Pública)

Las instalaciones de salud deben cumplir con regulaciones rigurosas, lo que a menudo complica la implementación de cambios una vez que la construcción ha comenzado. (Rodríguez, 2018).

Metodología BIM

Definición y Características

La metodología BIM es un proceso inteligente basado en modelos 3D que proporciona información detallada y actualizada a lo largo del ciclo de vida del proyecto. BIM permite la creación y gestión de información digital de las características físicas y funcionales de un proyecto de construcción (Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. y Liston, K., 2011).

Más allá del diseño y la construcción, BIM optimiza la gestión de la operación y el mantenimiento de edificaciones. Los modelos generados contienen datos relativos a la geometría, relaciones espaciales, información geográfica, y propiedades cuantitativas y cualitativas de los componentes del edificio (Azhar, 2011); es decir la metodología BIM permite reducir errores y optimizar recursos. Estos beneficios son especialmente relevantes para los Centros de Salud Tipo A, donde la eficiencia y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), son prioritarias

“Es crucial entender que más allá del modelado físico, la verdadera esencia de la metodología BIM radica en la información que se obtiene del modelo. Esta información no solo facilita el diseño y la construcción, sino que también juega un papel vital en la gestión del ciclo de vida del proyecto. El acceso a datos precisos y actualizados permite a los equipos tomar decisiones informadas y optimizar el mantenimiento y operación de las infraestructuras a largo plazo". (Pérez, 2020).

Por ende, BIM tiene una orientación integral para la planificación, diseño, construcción y gestión de edificaciones e infraestructuras que se proyecta más allá de la utilización de un software o la creación de modelos en 3D, ya que incorpora información detallada sobre cada elemento del proyecto, desde sus especificaciones técnicas, dimensiones, materiales a utilizar, costos, plazos y mantenimiento a lo largo de toda su vida útil.

Ventajas y Desventajas

Tabla 2: Ventajas y desventajas de la metodología BIM, Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia

VENTAJAS	DESVENTAJAS
• Facilita la colaboración y coordinación entre los actores del proyecto mediante la centralización de la información (Sacks et al., 2018). • Reduce errores y retrabajos mediante modelos 3D precisos y detección temprana de conflictos (Azhar, S., Khalfan, M. y Maqsood, T., 2012) • Promueve la sostenibilidad al optimizar el uso eficiente de materiales y recursos (Miettinen, R. y Paavola, S., 2014)	• Los costos de implementación pueden ser elevados debido a la adquisición de software y capacitación especializada (Bryde, D., Broquetas, M. y Volm, JM, 2013). • La curva de aprendizaje puede ser desafiante, ya que los profesionales deben adaptarse a nuevas herramientas y procesos (Gerges, M., Austin, S., Mayouf, M. y Ahiaga-Dagbui, D., 2017).

Aplicación en Centros de Salud

BIM es un método muy útil para diseñar y construir proyectos debido a su capacidad para manejar la complejidad de estos. De igual modo, BIM puede facilitar la planificación y el diseño de la atención de Centros de Salud de las infraestructuras, y garantiza que se cumplan los estándares de calidad y seguridad en el sector de salud (Li, H., Guo, H., Skitmore, M., & Huang, T., 2019).

En este sentido, el sistema de Salud tiene requerimientos especiales, como la construcción de salas blancas y la instalación de equipos médicos avanzados, que pueden gestionarse de forma más eficiente con la metodología de trabajo BIM. Además, la herramienta, BIM permite gestionar mejor la información y tomar decisiones basadas en datos precisos y actualizados (Patacas, J., Dawood, N., Vukovic, V., & Qasim, M., 2020).

Comparación entre Diseño Constructivo Convencional y Metodología BIM

Tabla 3: Cuadro comparativo entre diseño convencional y metodología BIM, Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia

DISEÑO CONVENCIONAL		METODOLOGÍA BIM
Eficiencia y Productividad	En este tipo de diseño, los problemas se detectan a menudo en el sitio, lo que puede causar retrasos y costos adicionales (Smith, 2014).	Los problemas se pueden identificar y resolver en la fase de diseño, reduciendo retrasos y costos inesperados (Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. y Liston, K., 2011).
Costos y Tiempo	Los cambios realizados a los diseños y los errores descubiertos durante la construcción pueden resultar costosos y e incrementar el tiempo de entrega (Harris, 2011).	La capacidad de simular todo el proyecto en un entorno digital significa que se pueden identificar y corregir errores antes de que comience la construcción, ahorrando tiempo y dinero (Sacks, R., Gurevich, U. y Shrestha, P., 2018).
Calidad y Sostenibilidad	La carencia o las limitaciones de insumos conduce a un uso ineficiente de materiales y	La optimización del diseño y la planificación basada en datos precisos permite un uso más

	recursos, lo que afecta la sostenibilidad del proyecto (Lee, 2013)	eficiente de los recursos y una menor huella ambiental (Patacas, J., Dawood, N., Vukovic, V. y Kassem, M., 2020)
--	--	--

Eficiencia y Productividad

El uso de BIM ha demostrado mejorar la eficiencia y la productividad en comparación con los métodos convencionales. La capacidad de prever y resolver problemas antes de que ocurran en el sitio de construcción es una de las principales ventajas de BIM (Azhar, 2011).

Costos y Tiempo

Aunque la implementación de BIM puede requerir una inversión inicial significativa, a largo plazo puede resultar en ahorros de costos y tiempo debido a la reducción de errores y retrasos (Bryde, D., Broquetas, M. y Volm, JM, 2013).

Calidad y Sostenibilidad

El BIM es ampliamente reconocido por promover la calidad y la sostenibilidad en proyectos de construcción, a través de una mejor planificación y utilización de recursos. Esto se debe a que los Centros de Salud diseñados con BIM pueden beneficiarse de una mayor eficiencia de energía y un menor daño al medioambiente (Miettinen, R. y Paavola, S., 2014).

La planificación de edificios con metodología convencional y los realizados con metodología BIM tienen sus propias ventajas y desafíos. Se puede argumentar que la tendencia hacia la mejora digital y la necesidad cada vez mayor de desarrollar proyectos mejores, más sostenibles y seguros, han fomentado el uso de BIM en la industria de la construcción. Especialmente en proyectos complejos, como instalaciones de Salud. En este sentido, la capacidad de BIM para mejorar y la combinación, minimizar errores y optimizar el uso de recursos, resulta muy atractiva.

La utilización de BIM puede ayudar en el cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), optimizando los recursos y mejorando la eficiencia en el diseño y construcción de infraestructuras urbanas, reduciendo residuos y maximizando la utilización de materiales, reciclando y reutilizando en el mismo proyecto.

En el contexto de los Centros de Salud Tipo A, BIM facilita el diseño de edificios que cumplen con estándares de eficiencia energética y promueven un entorno sostenible, lo cual es fundamental para garantizar el bienestar de las comunidades y el medio ambiente.

Pero para los edificios nuevos, BIM requiere una inversión en tecnología y formación que es necesario evaluar. Para desarrollar un análisis comparativo entre el diseño convencional y el método BIM, es importante la comprensión de los diferentes tipos de establecimientos de salud en el Ecuador, y sus características, funciones y limitaciones.

A continuación, se muestra un resumen detallado de estas características.

Tipos de centros de salud en Ecuador

El país cuenta con una variedad de establecimientos de salud. Según Ortega (2021) cada uno está diseñado para satisfacer los distintos niveles y necesidades de la población. De ellos, los más reconocidos son:

Centros de Salud Tipo A

- **Características:** estos tipos de centros se encuentran diseñados para la atención al paciente y se centran en servicios preventivos y curativos. Además, se edifican con el fin de abordar problemas de salud que requieren una estancia corta.

Ilustración 2: Fachada Centro de Salud Tipo A Quisapincha, Ambato, (Área construcción 658.87 m2), (sitio web)



- **Limitaciones:** Una de las principales limitaciones de estas instituciones es que su aislamiento se ve afectado por la falta de infraestructura y personal capacitado. Además, muchos centros se construyen según planes para zonas urbanas que no tienen en cuenta las condiciones locales.

Centros de Salud Tipo B

- **Características:** Estas instituciones ofrecen atención ambulatoria y algunos servicios hospitalarios básicos. Generalmente cuentan con una mayor variedad de especialidades que el tipo A.

Ilustración 3: Fachada Centro de salud Cojimíes, Manta Tipo B (Área construcción 1.450 m2), (sitio web)



- **Limitaciones:** A menudo estos centros enfrentan problemas relacionados con el espacio físico y la funcionalidad, limitando su capacidad para atender adecuadamente y de forma funcional a los pacientes.

Centros de Salud Tipo C

- **Características:** Estos centros están diseñados para brindar una variedad de servicios, incluida la atención especializada. Suelen vivir en zonas densamente pobladas.

Ilustración 4: Fachada Centro de salud Tosagua Tipo C (Área construcción 2.936 m2), (sitio web)



- **Limitaciones:** La infraestructura de estos centros de salud puede no cumplir con los estándares requeridos para una atención más especializada, afectando de este modo la calidad del servicio.

Hospitales Básicos y Generales

- **Características:** Estas infraestructuras, de gran magnitud, están destinadas a proporcionar una atención médica integral, la cual incluye servicios de emergencia y hospitalización. Los hospitales públicos suelen contar con personal especializado y recursos adecuados para atender a la población.

Ilustración 5: Fachada del Hospital general de Manta, Ecuador (Área construcción 24.100 m2), (sitio web)



Limitaciones: Una de las principales dificultades que enfrentan estos hospitales es el hacinamiento. Esto ocurre cuando la demanda de servicios médicos supera la capacidad instalada de las instalaciones.

Características Generales

De acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Salud, los hospitales en Ecuador deben cumplir con estándares que garanticen la eficiencia operativa y la accesibilidad para los pacientes y el personal médico. El diseño de estas infraestructuras debe adaptarse a las actividades diarias, priorizando el bienestar tanto de los usuarios como del personal sanitario.

Es fundamental que los hospitales presenten un diseño funcional y ergonómico que permita un flujo operativo adecuado. Además, cada construcción debe respetar los reglamentos

técnicos vigentes, los cuales especifican las dimensiones mínimas, los usos de los espacios, y las instalaciones necesarias para ofrecer una atención médica eficiente.

Adicionalmente, las infraestructuras hospitalarias deben cumplir con criterios de inclusión y accesibilidad. Esto implica contar con entradas y salidas adaptadas, rampas, pasillos amplios y otras facilidades que aseguren el acceso para personas con discapacidades.

Dentro del marco teórico se establece las bases conceptuales necesarias para entender las diferencias entre el diseño convencional y la metodología BIM. En el siguiente capítulo se analiza y evalúa los aspectos cuantitativos y cualitativos que respaldan la aplicación de estas metodologías en proyectos de Centros de Salud Tipo A.

CAPÍTULO 3

Análisis Comparativo de Duración y Complejidad en Procesos de Diseño: Metodología Convencional vs. Metodología BIM

En Ecuador, la aplicación del método BIM ha sido más restringida en comparación con países como Chile y España. No obstante, la urgencia de mejorar procedimientos en proyectos tanto públicos como privados ha llevado a contemplar modificaciones fundamentales en la ingeniería Civil. En este caso, la planificación de un Centro de Salud tipo A implica un procedimiento más complejo que demanda un análisis detallado de las técnicas empleadas.

En este capítulo, se está realizando una comparación entre el diseño con método convencional y la metodología BIM, con especial atención en la optimización del proceso, los costos y tiempos, además de la viabilidad del proyecto finalizado. Es imprescindible realizar este análisis para entender el impacto de cada técnica en el resultado final del producto y en la administración del proyecto.

Para este análisis comparativo entre el diseño convencional y la metodología BIM se realizará un Centro de Salud Tipo A. Se ubica en la provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Tambillo, Barrio El Murco (zona rural).

A continuación, se muestra la eficiencia y efectividad en el proceso de diseño convencional y BIM (Building Information Modeling) para un Centro de Salud Tipo A.

Eficiencia y Productividad en el Proceso de Diseño

Limitaciones de Productividad en el Diseño Convencional

El diseño se caracteriza por su enfoque lineal y segmentación, realizándose cada paso de forma individual. Esta división crea pérdidas de tiempo que dan lugar a retrasos y errores, especialmente en la coordinación entre equipos. García y López (2020) indican que los proyectos que utilizan este tipo de método tienen riesgo de un 25% mayor de duplicación de trabajo en comparación con métodos integrados como BIM. Además, la falta de comunicación efectiva entre

las partes puede provocar errores importantes en el diseño final y, en la mayoría de las ocasiones, durante la construcción.

Duración y Complejidad en el Diseño Convencional

Descripción del Proceso de Diseño Convencional

En Ecuador el diseño convencional se realiza en dos etapas utilizando software como AutoCAD 2024, que permite la creación y elaboración de planos, pero existe una diferencia entre las disciplinas (arquitectura, estructural, y otras ingenierías). Esto conduce a un flujo de trabajo lineal en el que cada ingeniería debe crear su propio diseño y luego coordinar múltiples comprobaciones para evitar conflictos entre diseños, incluso conflictos que sólo pueden aparecer en la etapa de construcción.

Al implementar en proyectos de Centros de Salud, esta metodología puede crear una barrera, por lo que es importante ser flexible en la ejecución de proyectos, que pueden modificarse según los requisitos del Ministerio de Salud.

El diseño en 2D tiene un aumento significativo en el tiempo de desarrollo debido a la integración manual entre diferentes especialidades, lo que también puede conducir a un aumento adicional en la duración de desarrollo en comparación con BIM.

Además, sin un modelo 3D integrado, existe la posibilidad de muchos errores de diseño o diferencias entre disciplinas se descubren tarde, lo que aumenta el tiempo de revisión y los costos de reparación. Este método es más difícil en la gestión de proyectos, porque las revisiones manuales requieren más recursos y personal.

Costos y Tiempo en el Proceso de Diseño

Factores Económicos y Límites

Aunque el software y la capacitación del diseño convencional son menos costosos, la falta de integración puede generar mayores costos y retrasos en las etapas posteriores del proyecto.

Así como costos adicionales durante el proceso por falta de coordinación o errores que no se detectan en una fase temprana. Estos costos son comunes en el diseño convencional porque los modelos no funcionan juntos y los errores no se detectan hasta etapas posteriores del proceso.

Los trabajadores independientes en Ecuador y pequeñas y medianas empresas eligen este método debido al bajo costo, lo que limita la competencia del sector frente a empresas nacionales e internacionales que tienen mayor capacidad administrativa. Sin embargo, todavía se utiliza el diseño convencional debido a su simplicidad y bajo costo inicial.

Implicaciones de Costo en el Diseño Convencional

Utilizar un método convencional resultaría en aumentos en los costos debido a las revisiones y cambios a medida que avanza el proyecto. La carencia de sincronización y una perspectiva integral del proyecto originan lo que se conoce como el fenómeno del "inflación de costos por rediseño". Según lo indicado por Rodríguez y Pérez (2021), los gastos extras en proyectos elaborados mediante métodos convencionales, sobre todo en estructuras complicadas como centros de salud, podrían aumentar hasta un 18%.

Calidad y Sostenibilidad en el Diseño Constructivo

Limitaciones en la Calidad del Diseño Convencional

Las restricciones significativas en la calidad del proyecto surgen del método convencional, ya que los controles manuales generan discrepancias entre el diseño arquitectónico y estructural. Para el diseño con la metodología convencional del centro de salud tipo A, se incorpora algunas ilustraciones tomadas de los anexos de nuestro estudio, que indica parte de los planos de diseño. Los planos completos se encuentran en el apartado de anexos.

Ilustraciones del diseño arquitectónico del Centro de Salud Tipo A, metodología convencional.

A continuación, se presenta las ilustraciones más relevantes del diseño arquitectónico.

Ilustración 6: Esquema de la planta del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia

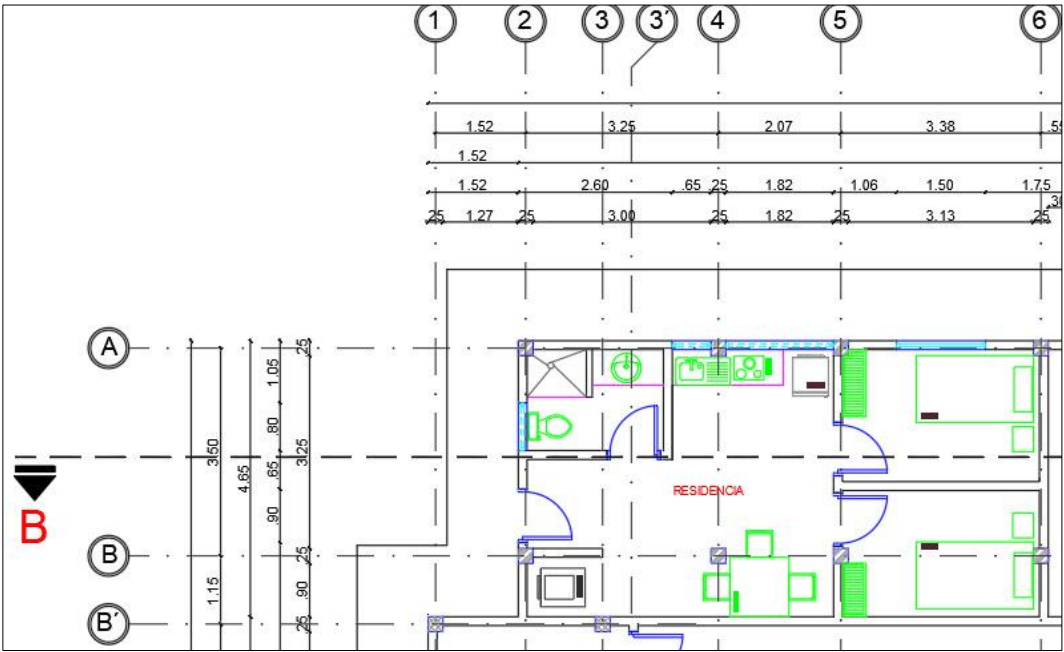


Ilustración 7: Esquema de la cubierta del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia

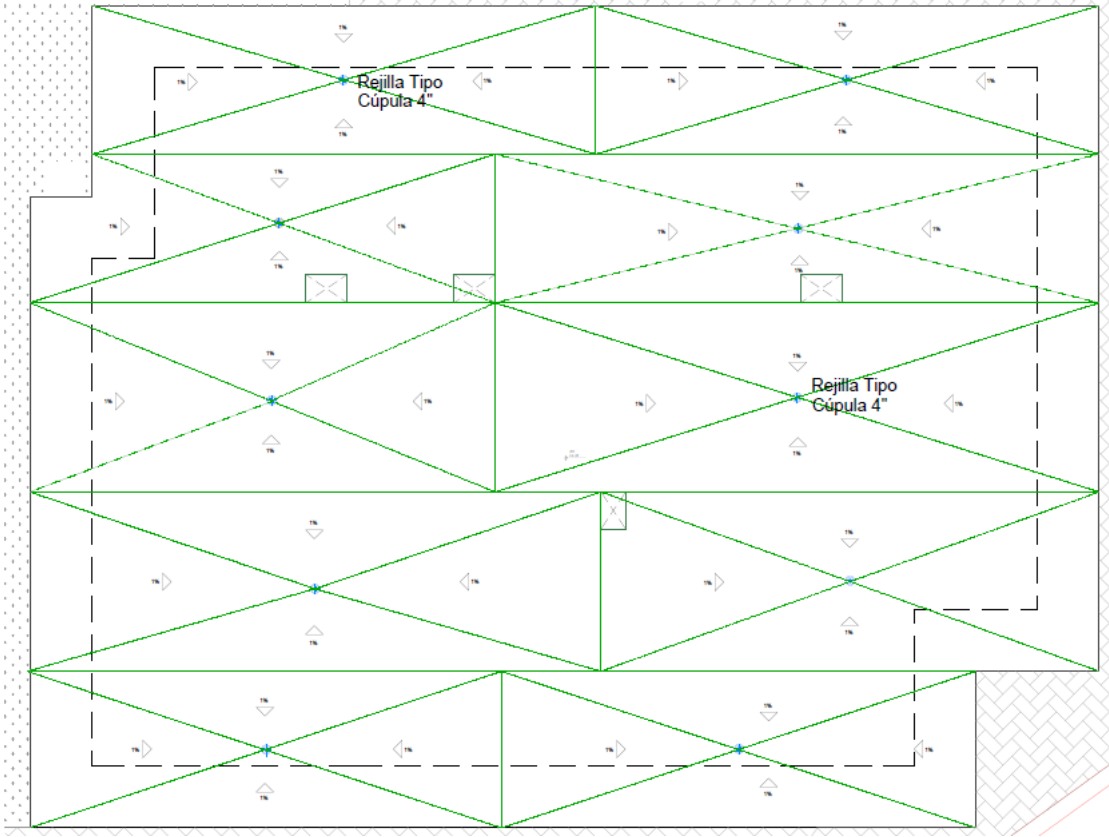


Ilustración 8: Fachadas del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia

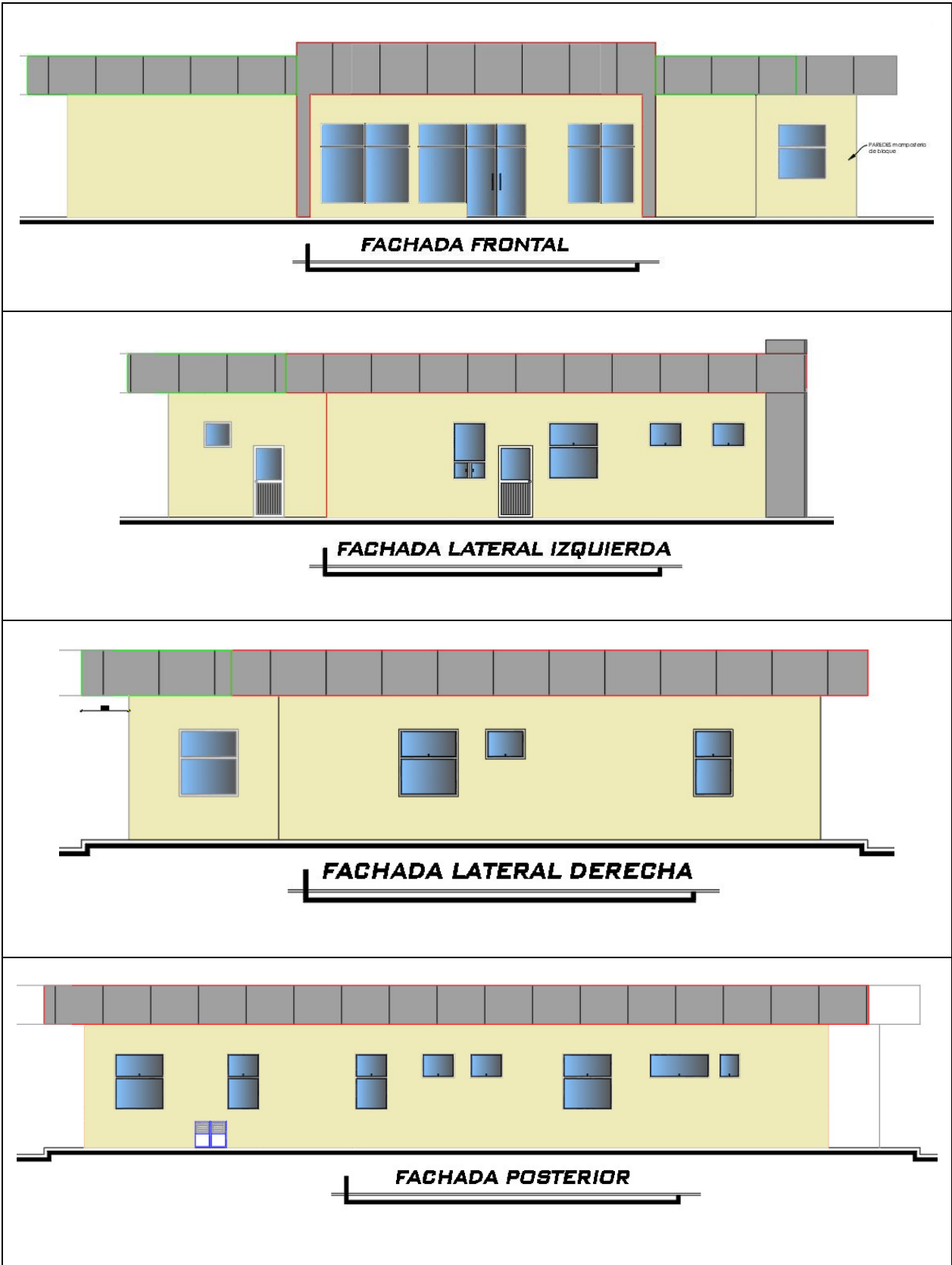


Ilustración 9: Esquema planta tipo del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia

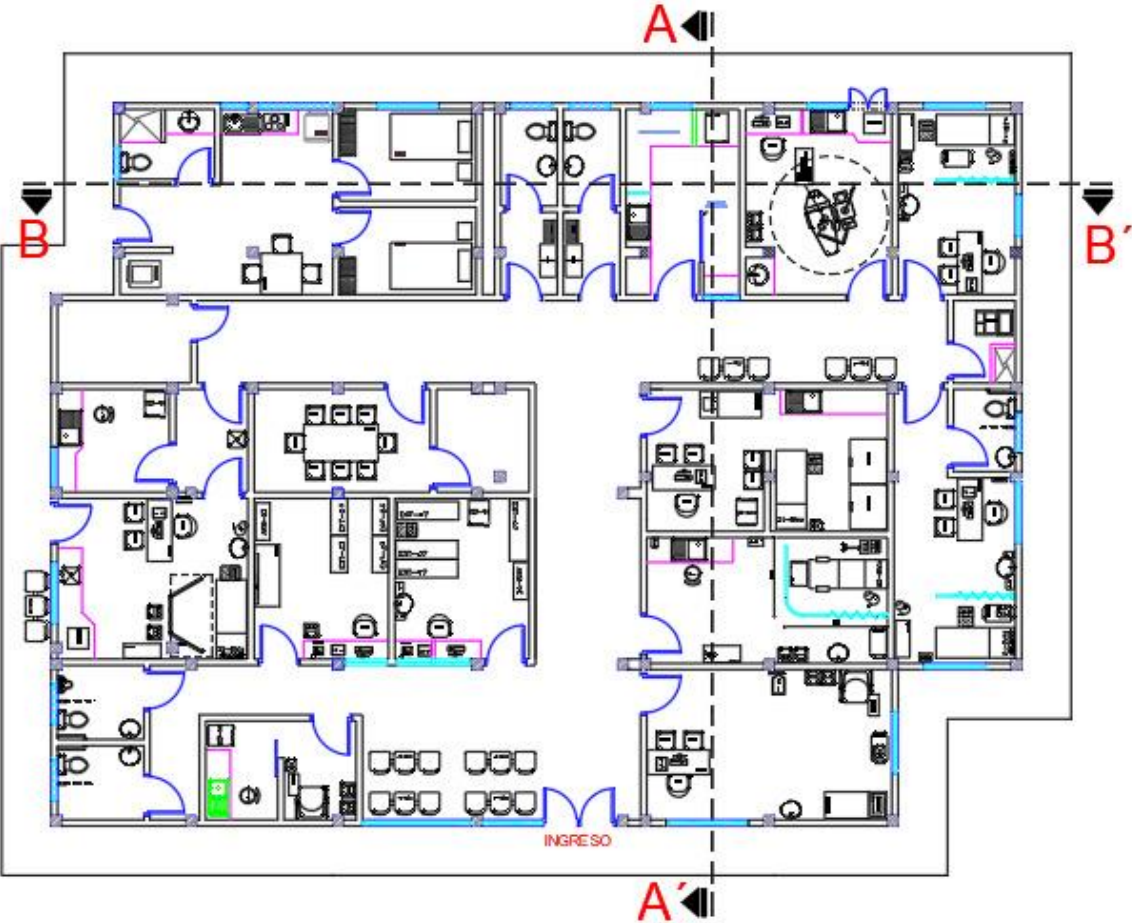
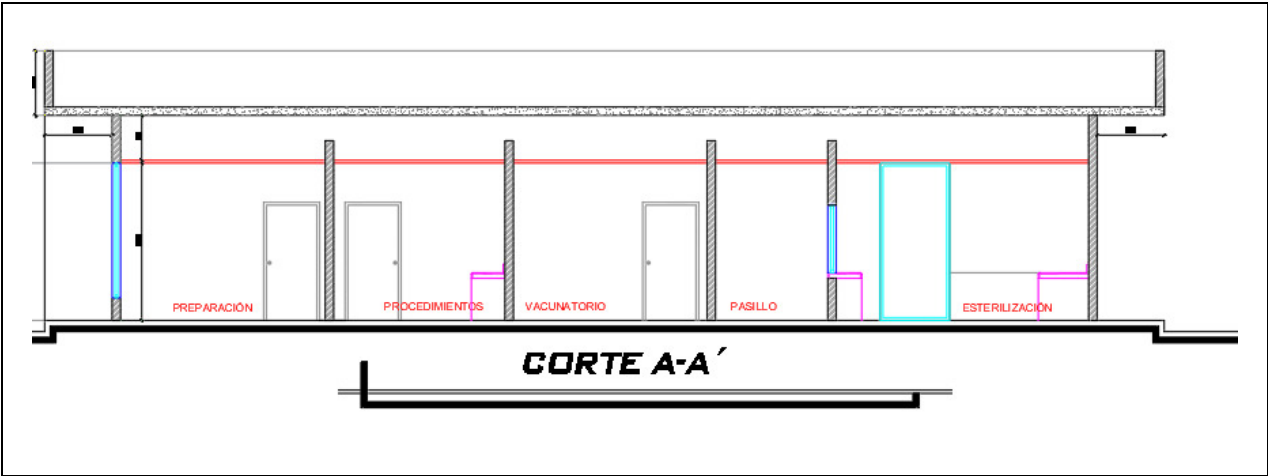
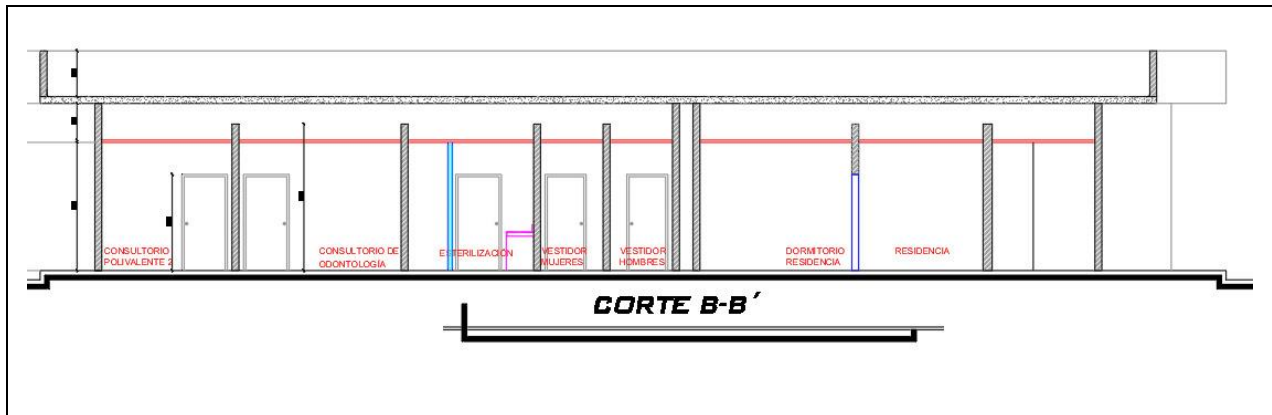


Ilustración 10: Cortes del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia





Ilustraciones del diseño estructural del Centro de Salud Tipo A, metodología convencional

Se muestra algunas ilustraciones del diseño estructural.

Ilustración 11: Esquema de cimentación Centro de Salud Tipo A. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

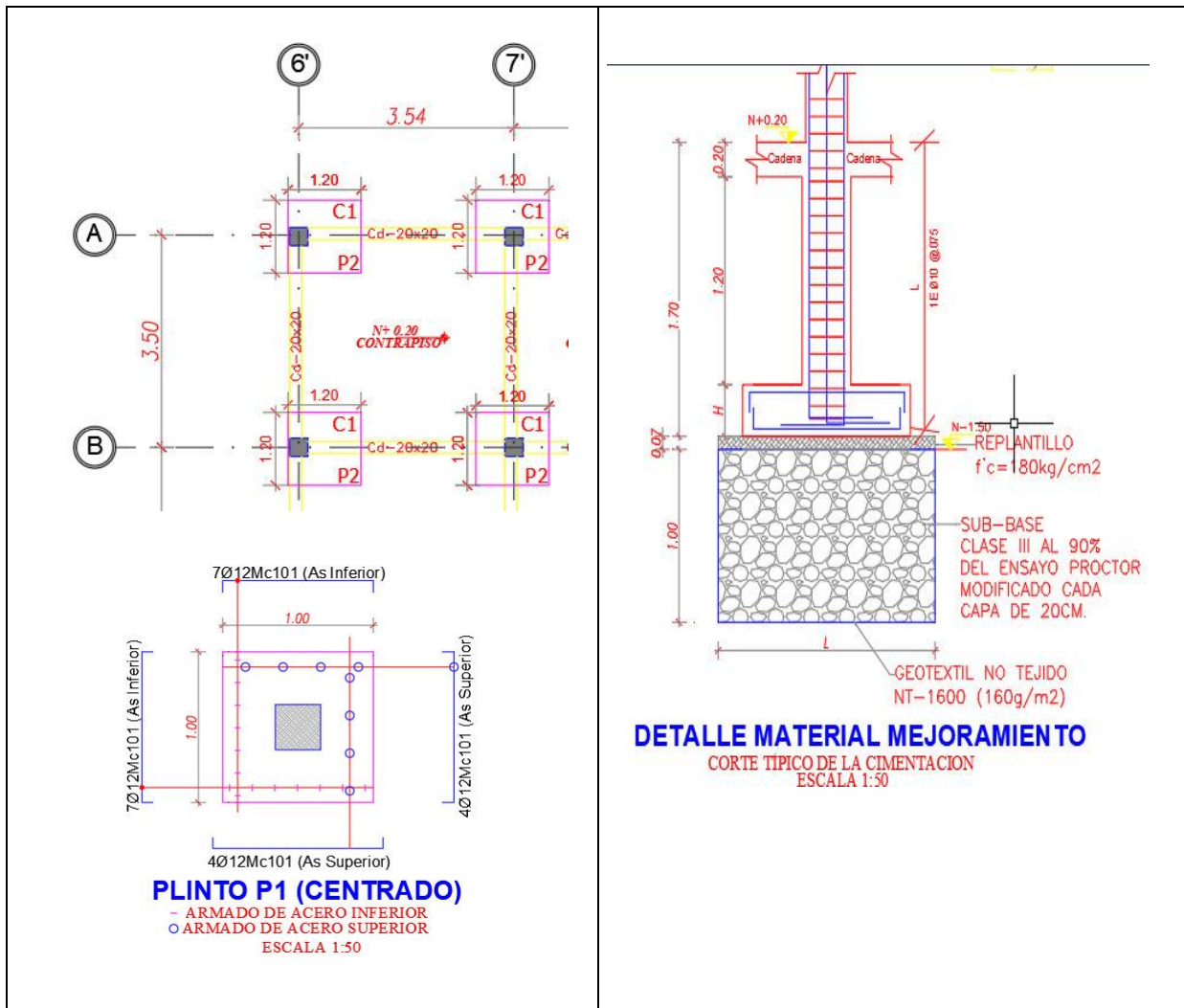


Ilustración 12: Cuadro de columnas del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia

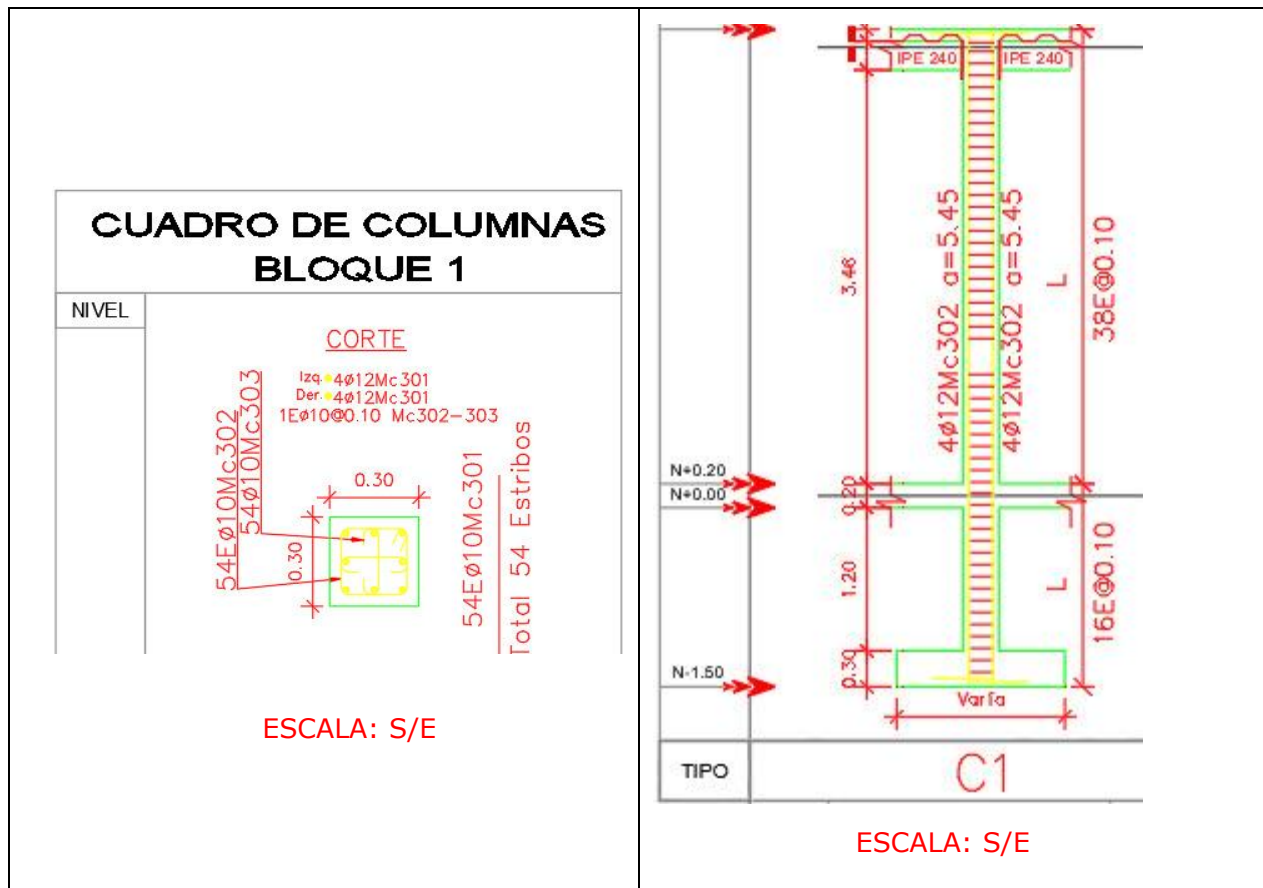


Ilustración 13: Esquema y detalle de losa del Centro de Salud Tipo A. Fuente Franklin Guanochanga, Christian Tapia

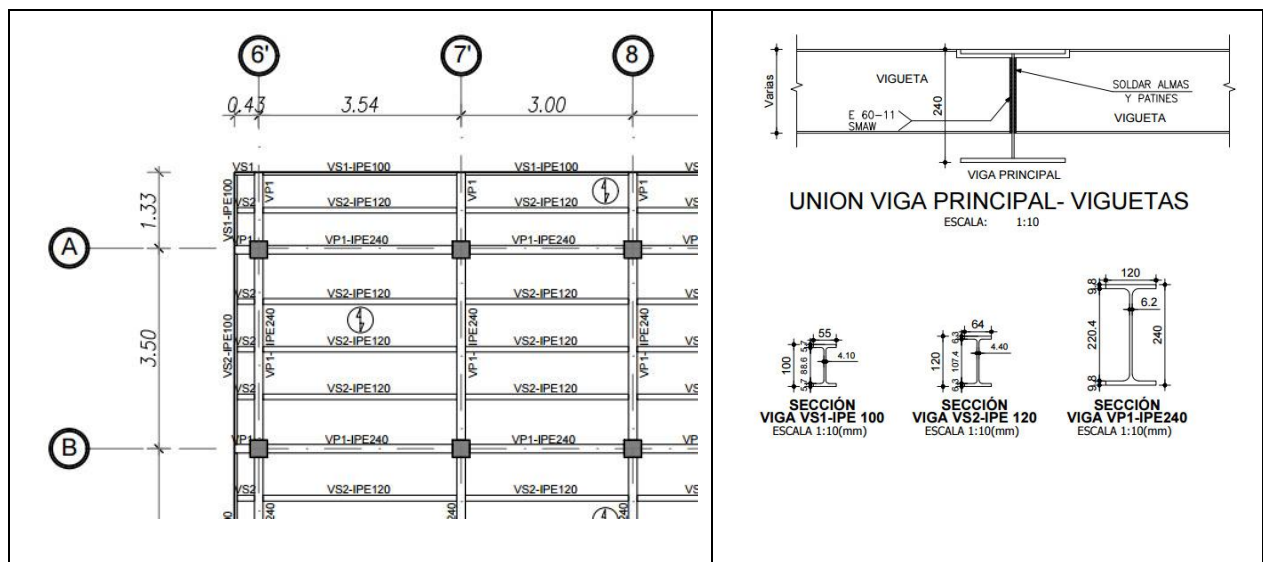


Ilustración 14: Reunión de trabajo convencional para revisión de planos 2D. Fuente: Freepik.es



En el presente caso de estudio, se determina y analiza la eficiencia y eficacia del proceso de diseño y el método BIM para un Centro de Salud tipo A desde aspectos tanto cualitativos como cuantitativos.

Análisis Cuantitativo y Cualitativo del Diseño Convencional

Este análisis se divide en dos partes: análisis cuantitativo, que incluye números, costos, períodos y cálculos específicos. Por otro lado, el análisis cualitativo que describe las características y limitaciones de cada método.

Análisis Cuantitativo

Costos de Operación y Tiempo de Diseño

En esta tabla se muestran los costos operativos y el tiempo requerido para desarrollar el diseño arquitectónico y estructural de un Centro de Salud tipo A con un área de 500 metros cuadrados utilizando diseño convencional (Álvarez, 2021)

Tabla 4: Costos de Operación y Tiempo de Diseño. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Etapa del Proyecto	Tiempo Promedio (días)	Costo Promedio (USD)	Método Convencional
Diseño Arquitectónico	30,00	\$3.500,00	Dibujo en CAD, planos 2D
Diseño Estructural	25,00	\$2.500,00	Cálculos estructurales manuales
Revisión y Correcciones	10,00	\$1.300,00	Revisión secuencial
Total	65,00	\$7.300,00	

- **Costo Total** = C1 + C2 + C3
- **Tiempo Total** = T1 + T2 + T3

$$\text{Costo Total} = 3,500.00 + 2,500.00 + 1,300.00 = 7,300.00 \text{ USD}$$

$$\text{Tiempo Total} = 30 + 25 + 10 = 65 \text{ días}$$

Análisis Cualitativo

- **Área Total de Diseño:** 500 m²
- **Duración Promedio del Diseño Convencional:** 65 días
- **Costo Promedio del Diseño Convencional:** 7,300.00 USD

Ponderación de Factores

En un análisis cualitativo, se considera factores como la seguridad, el costo, el tiempo, la precisión y el riesgo. Además, se asigna ponderaciones a cada uno de estos en función de la importancia y la experiencia en diseño y construcción.

Tabla 5: Ponderación de factores para análisis cualitativo Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Factor	Descripción	Ponderación (%)
Costo de Diseño	Impacto económico del proceso de diseño.	30
Tiempo de Ejecución	Tiempo requerido para completar el diseño y obtener permisos.	20
Precisión del Diseño	Exactitud y fiabilidad de los cálculos y especificaciones.	25
Riesgo de Errores	Probabilidad de que se presenten errores o equivocaciones durante la fase de diseño	25

Evaluación

Para la evaluación de cada factor, se asigna una calificación en una escala de 1 a 5, siendo 5 la calificación más favorable. A continuación, se muestra cómo se calcula la ponderación final.

Tabla 6: Evaluación de factores. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Factor	Escala 1-5 (1=Deficiente, 5=Excelente)	Valor Calculado	Ponderación (%)	Ponderación Final
Costo de Diseño	3	3	30	0,90
Tiempo de Ejecución	3	3	20	0,60
Precisión del Diseño	4	4	25	1,00
Riesgo de Errores	2	2	25	0,50

Cuadro de Índices

El índice total de cada factor se obtiene multiplicando la puntuación de cada factor por su ponderación. Luego, estos resultados se suman para obtener la puntuación total.

Tabla 7: Cuadro de índices. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Factor	Valoración (1-5)	Ponderación (%)	Ponderación Final
Costo de Diseño	3	30	0,90
Tiempo de Ejecución	3	20	0,60
Precisión del Diseño	4	25	1,00
Riesgo de Errores	2	25	0,50
Índice Total			3,00

El índice total es 3,0 e indica que el diseño del método funciona bien en términos de eficiencia y eficacia. Aunque cumple con la precisión y costos justos, es propenso a errores y de funcionamiento lento.

Análisis de Productividad y Eficiencia del Diseño Convencional

La eficiencia y la rentabilidad comparando el costo, el tiempo de implementación y el retorno de la inversión (ROI) para cada elemento de diseño. Se puede calcular un margen de beneficio para cada m²: (González, 2022).

$$\text{Indice de productividad} = \frac{\text{Costo total}}{\text{Área}} (m^2)$$

$$\text{Indice de productividad} = \frac{7,300.00 \text{ USD}}{500 m^2}$$

$$\text{Indice de productividad} = 14.60 \frac{\text{USD}}{m^2}$$

Este índice ayuda a ver qué tan bueno es un diseño convencional en relación con toda el área a diseñar.

Evaluación de la Metodología BIM Eficiencia en Duración y Complejidad

Estructura del Proceso en BIM

El uso de BIM (Building Information Modeling) permite la integración de diversas disciplinas en un modelo 3D, lo cual ayuda a minimizar problemas y errores al consolidar toda la información en una fuente única. En proyectos de infraestructura de salud pública en Ecuador, como hospitales y centros de salud, esta integración en tiempo real favorece la coordinación entre arquitectos, ingenieros y otros profesionales involucrados.

Mediante el uso de BIM, se pueden evitar las inspecciones manuales, fomentando la colaboración y disminuyendo las modificaciones progresivas. Investigaciones efectuadas acerca de este recurso y su aplicación han evidenciado que el uso de BIM disminuye el tiempo necesario para la creación y los costos asociados, al mismo tiempo que agiliza el proceso, siendo este último un factor fundamental en la etapa de organización.

El diseño equivale a tiempo. En el ámbito de la construcción, junto con el factor temporal, la seguridad se convierte en una prioridad que requiere reducir la posibilidad de riesgos, prevenir gastos extras y evitar retrasos en la culminación del proyecto.

Descripción del Proceso de Diseño mediante BIM

Un diseño exitoso mediante el uso de metodología BIM, es esencial seguir una serie de pasos estructurados que aseveren la coordinación y la precisión en todas las etapas de la vida del proyecto:

- **Modelado 3D integrado:** Este paso inicial implica la creación de un modelo tridimensional que incluye todos los elementos arquitectónicos, estructurales y demás ingenierías. Se utilizan herramientas como Revit 2024, para garantizar que el modelo cumpla con los requisitos técnicos y normativos.
- **Detección de interferencias:** Con el uso de software como Navisworks 2024, se analizan posibles conflictos entre disciplinas (por ejemplo, interferencias entre mamposterías, ventanas y estructuras e inclusive instalaciones). Este proceso permite resolver problemas antes de la etapa de construcción, minimizando retrasos y costos adicionales.
- **Análisis comparativo:** Una vez que el modelo está completo, se realiza una evaluación detallada de costos, tiempos y beneficios en comparación con los métodos convencionales. Este análisis permite justificar la inversión inicial en BIM y destacar sus ventajas a largo plazo.

Estos pasos no solo optimizan el proceso de diseño, sino que también fomentan una mayor colaboración entre los equipos de trabajo. (Azhar, S., Khalfan, M. y Maqsood, T., 2012)

Detalle de pasos a seguir:

1. **Inicio del Proyecto:** Se establece el alcance y los objetivos del proyecto, definiendo el equipo de trabajo y los recursos necesarios.
2. **Definición de Requerimientos:** Se recogen y analizan los requerimientos del cliente y las normativas aplicables, asegurando que todos los aspectos técnicos y funcionales estén claros.
3. **Creación del Modelo 3D:** Se desarrolla un modelo tridimensional utilizando software BIM. En esta etapa, se integran todos los elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (mecánicos, eléctricos y plomería).
4. **Detección de Interferencias:** Se utilizan herramientas de software para identificar conflictos entre diferentes sistemas dentro del modelo (por ejemplo, interferencias entre estructuras y sistemas eléctricos).
5. **Análisis Comparativo con Planos convencionales:** Se compara el modelo BIM con los planos tradicionales para evaluar la precisión, costos y tiempos estimados del proyecto.
6. **Generación de Documentación:** Se crea la documentación necesaria para la construcción, incluyendo planos, especificaciones técnicas y listas de materiales.
7. **Revisión y Aprobación del Modelo:** El modelo se presenta a las partes interesadas para su revisión y aprobación antes de proceder a la construcción.
8. **Entrega Final y Mantenimiento:** Una vez aprobado, el modelo se entrega al cliente junto con un plan de mantenimiento que detalla cómo utilizar el modelo a lo largo del ciclo de vida del edificio.
9. **Fin del Proyecto:** Se cierra el proyecto formalmente después de la entrega final y se recopilan lecciones aprendidas para futuros proyectos.

Eficiencia y Productividad en el Proceso de Diseño

Mejora en la Productividad mediante la Metodología BIM

Mediante el uso de la metodología BIM, es posible lograr una completa integración entre las distintas disciplinas a través de un modelo tridimensional de manera sencilla. Mejorar la comunicación entre arquitectos e ingenieros es fundamental, ya que también ayuda a identificar rápidamente posibles problemas de diseño. De acuerdo con la investigación realizada por Smith y Miller (2021), la implementación de la metodología BIM puede aumentar la productividad en un 35% al permitir la identificación temprana de potenciales inconvenientes y potenciar la efectividad en cada fase de diseño.

Complejidad del Proceso BIM y Costos Asociados

La adopción de BIM requiere una importante inversión inicial en software y formación. Empresas como Uribe Schwarzkopf, Ripconciv, Sedemi, entre otros, están incursionando en esta metodología, sobre todo financieramente, porque no se trata sólo de la compra de licencias, sino también de la capacitación y retención de personal calificado. A pesar de estos costos, los beneficios de la planificación y la reducción de errores en el sector de la construcción superaron estas barreras financieras, especialmente en proyectos de ingeniería civil. A mayor escala, con la infraestructura de salud pública, existen costos adicionales que afectan los presupuestos.

Ilustraciones del diseño arquitectónico del Centro de Salud Tipo A, metodología BIM

Se presenta algunas ilustraciones del diseño arquitectónico

Ilustración 15: Presentación Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

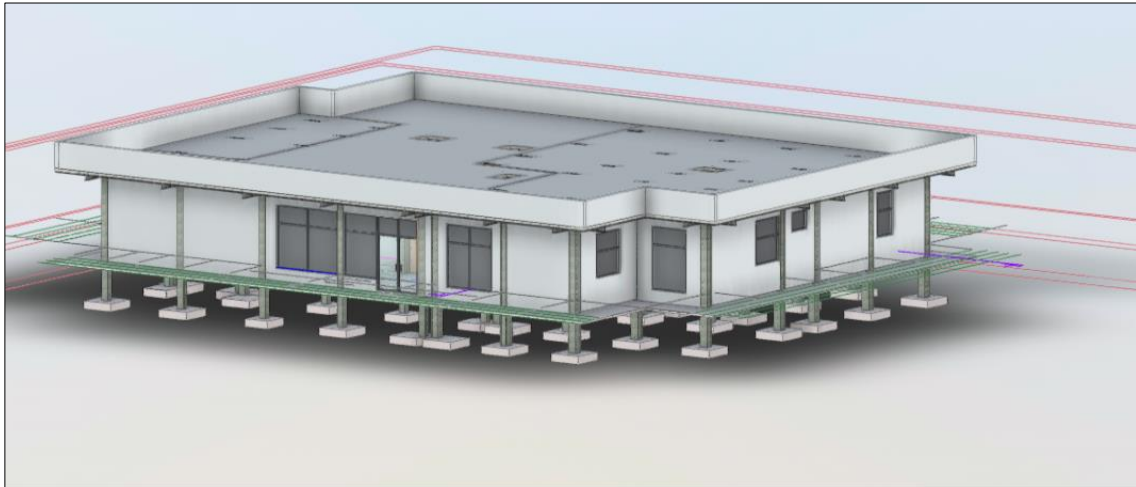


Ilustración 16: Presentación en planta Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

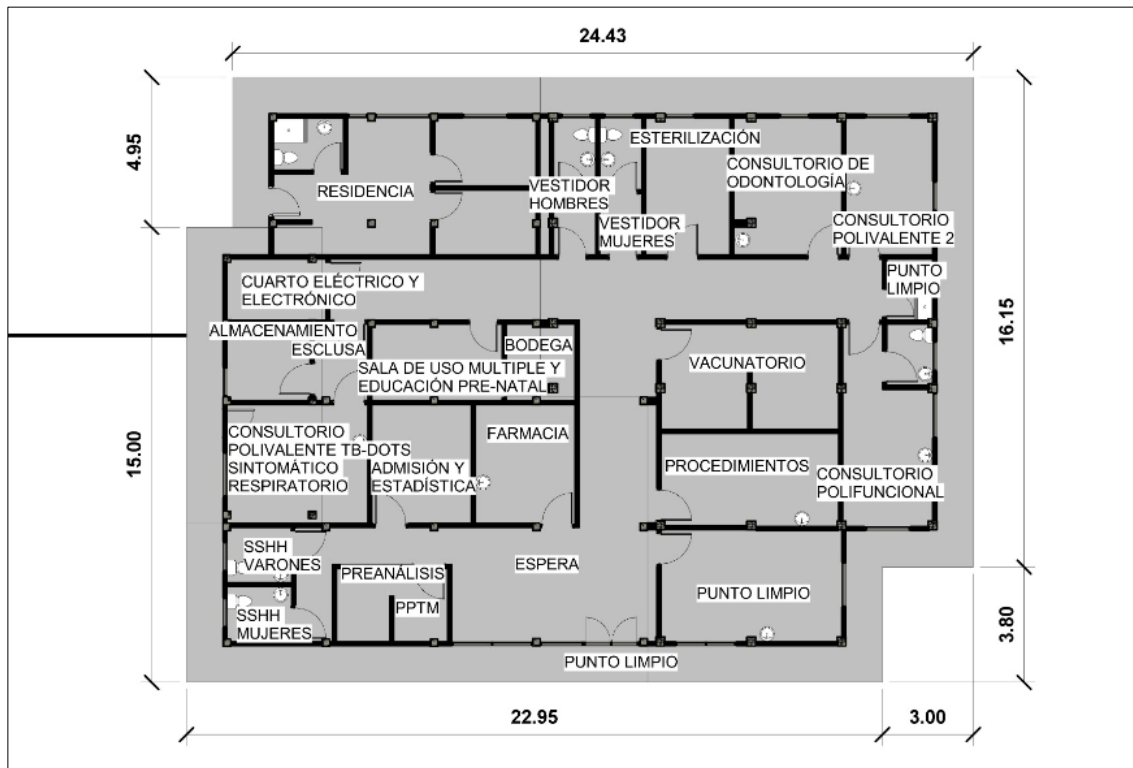


Ilustración 17: Presentación Corte A Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

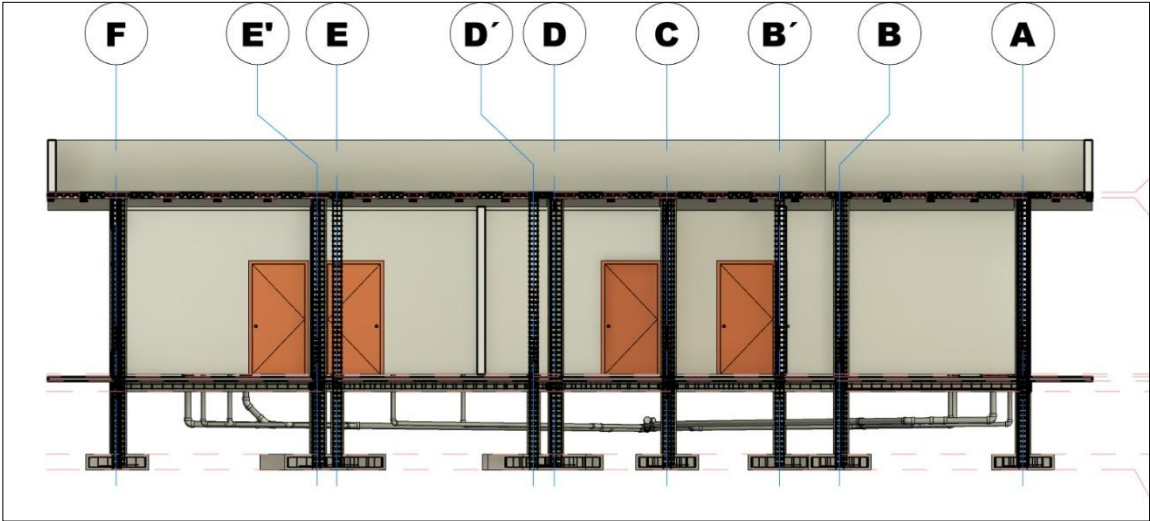


Ilustración 18: Presentación Corte B Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

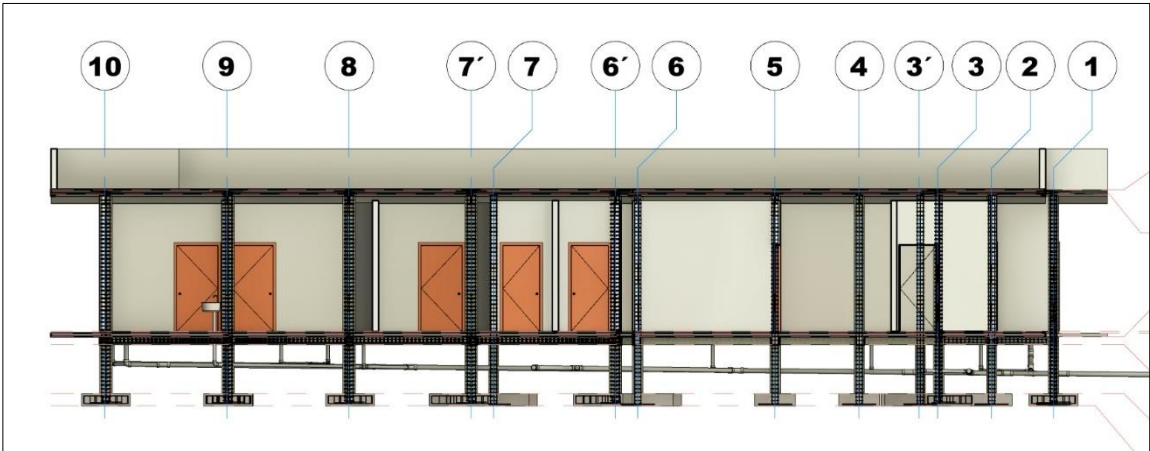


Ilustración 19: Presentación Fachada Lateral Derecha, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

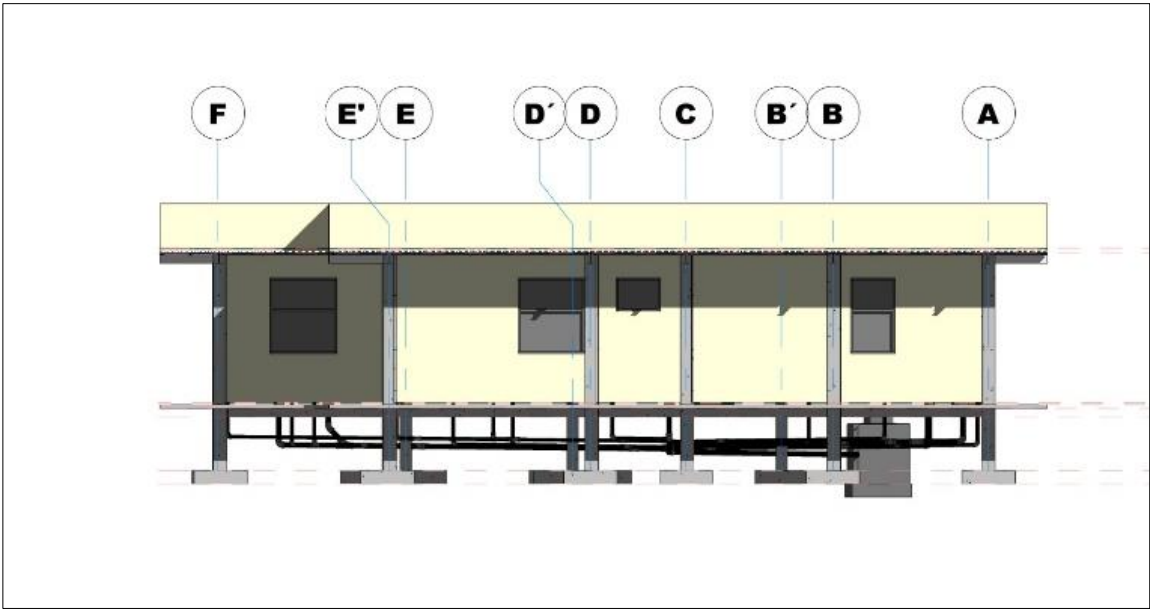


Ilustración 20: Presentación Fachada Lateral Izquierda, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

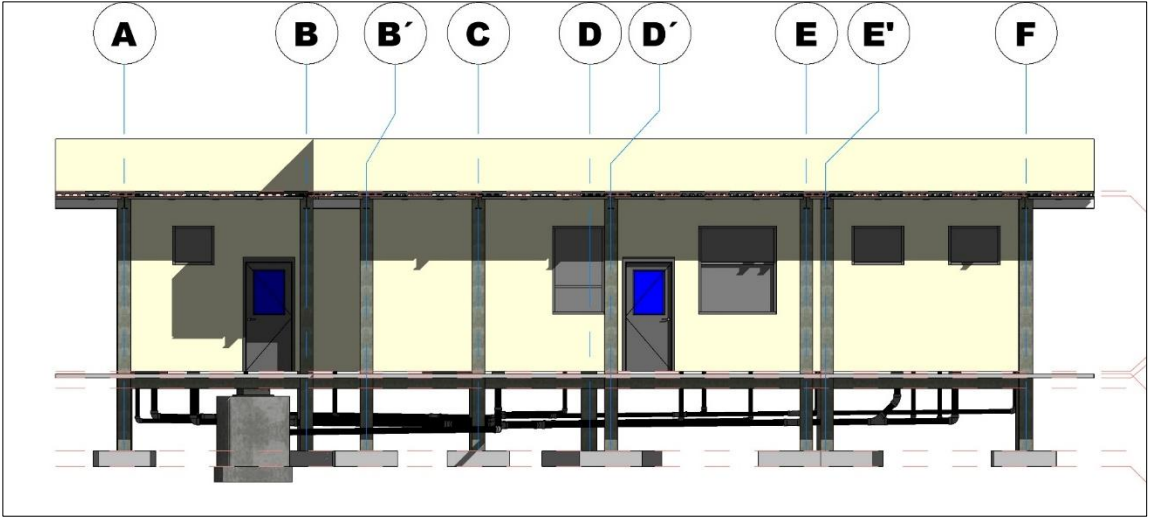


Ilustración 21: Presentación Fachada Posterior, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

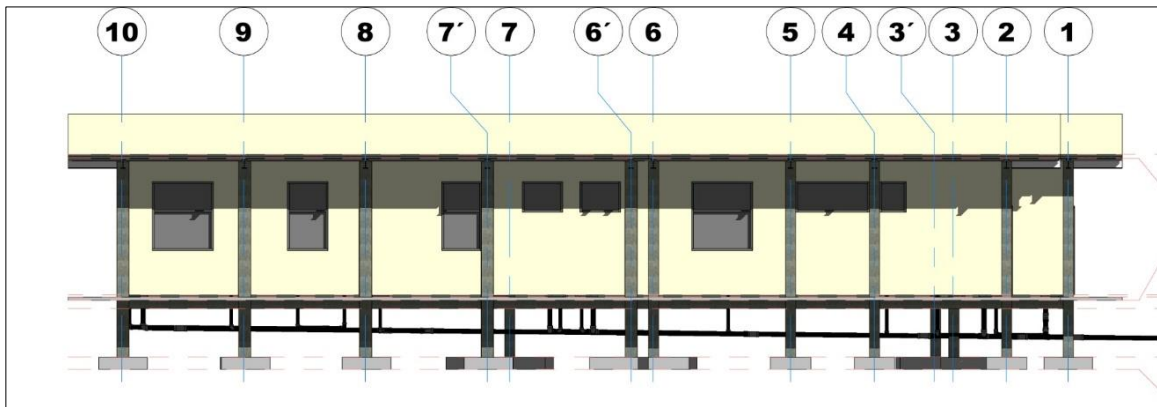


Ilustración 22: Presentación Fachada Frontal, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

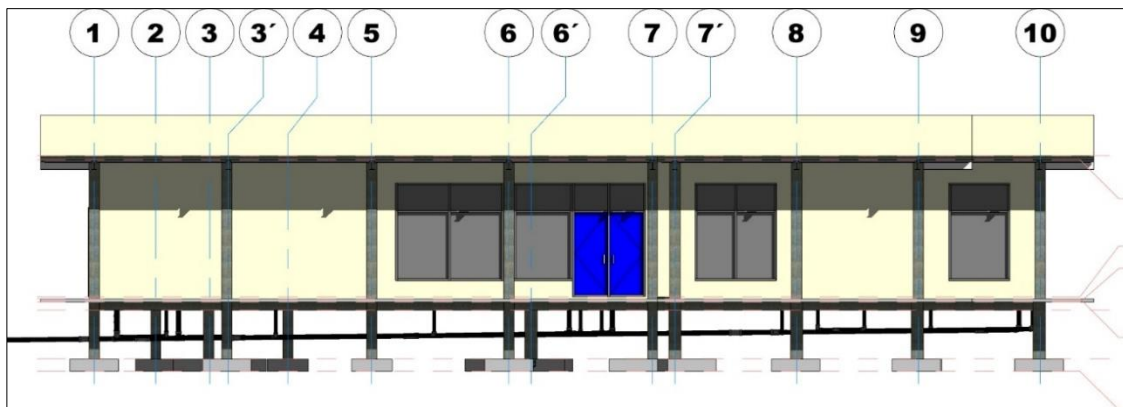


Ilustración 23: Presentación Acabados (Puertas), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

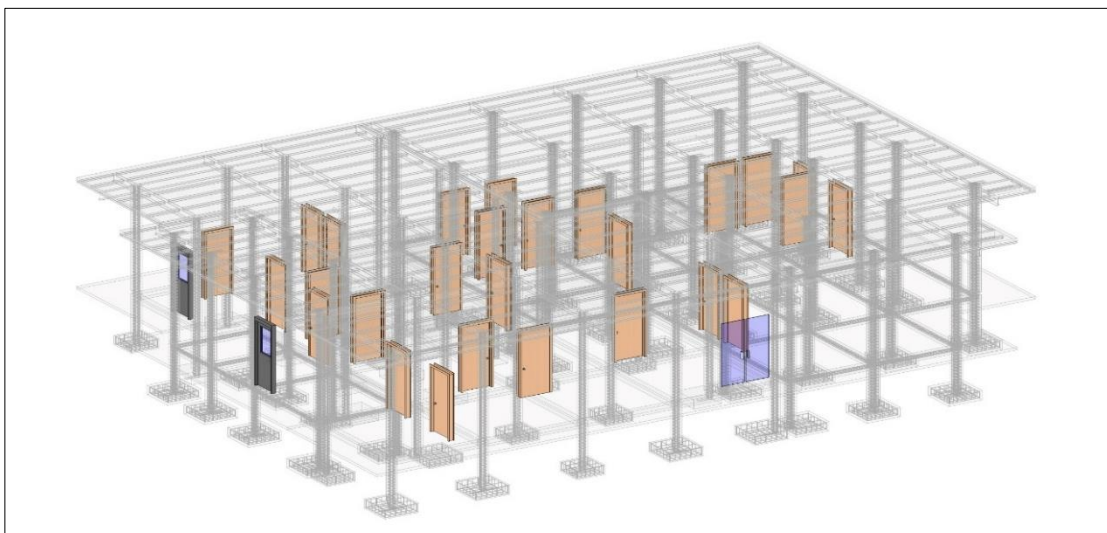
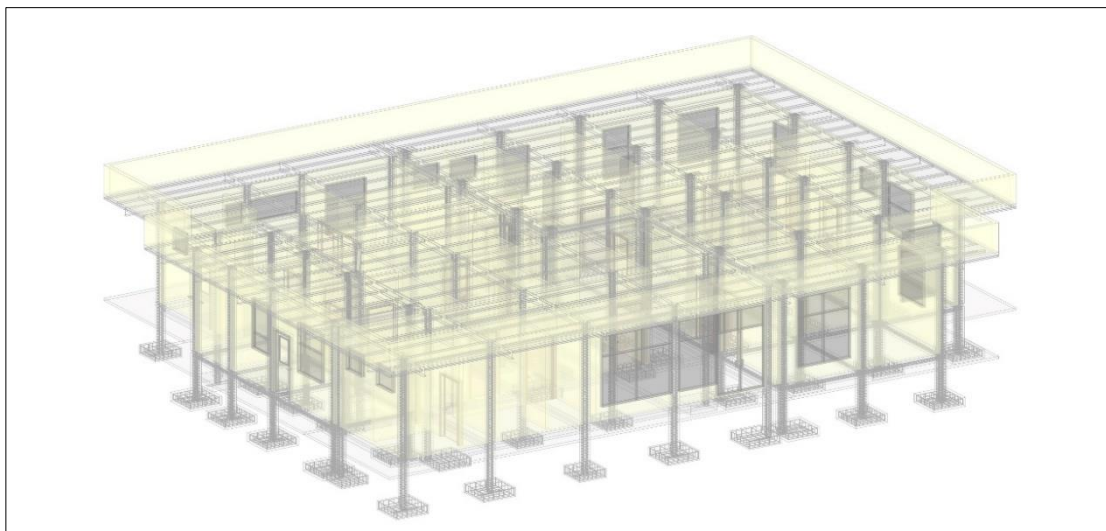


Ilustración 24: Presentación Acabados (Paredes), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia



Costos y Tiempo en el Proceso de Diseño

Análisis Cuantitativo de Tiempos y Costos

El uso de BIM facilita un modelo de trabajo colaborativo que permite ahorrar tiempo, ya que elimina la necesidad de revisiones multidisciplinarias. Además, si los costos de diseño se identifican de manera temprana, estos pueden ser recuperados en términos de eficiencia durante la implementación, tanto en centros de salud como en proyectos de obra civil.

Con BIM, los errores de diseño se pueden identificar y corregir en la fase de diseño, lo que contribuye a reducir los costos y el tiempo durante la fase de construcción. En comparación, el diseño convencional, al carecer de herramientas que faciliten la evaluación continua, tiende a generar retrasos y ajustes de última hora, lo cual tiene un impacto negativo en proyectos críticos, como la infraestructura de salud, donde el tiempo de entrega y el presupuesto son factores claves.

Ilustraciones del diseño estructural del Centro de Salud Tipo A, metodología BIM

Se presenta algunas ilustraciones del diseño estructural

Ilustración 25: Presentación Cimentación Plintos, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

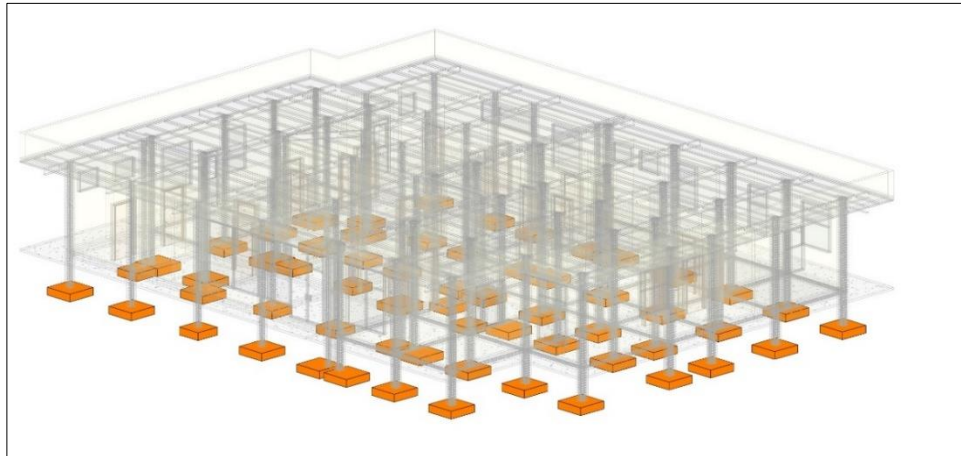


Ilustración 26: Presentación Cadenas de Cimentación, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

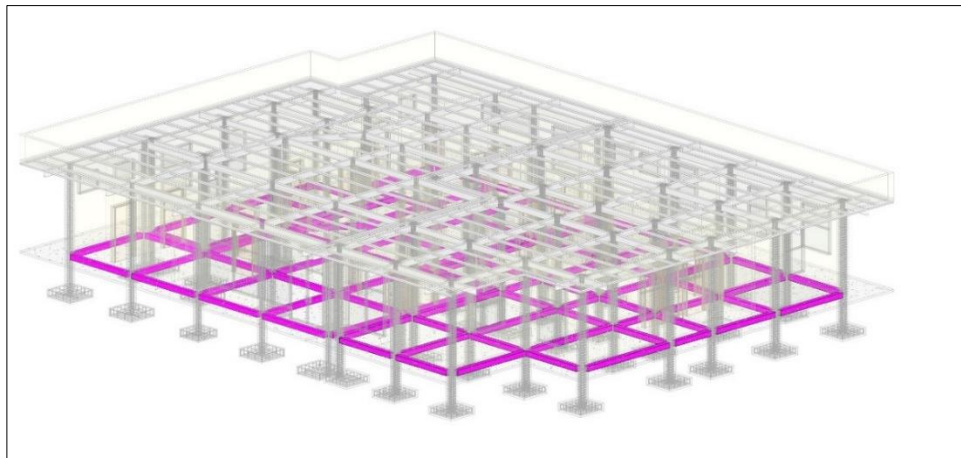


Ilustración 27: Presentación Columnas, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

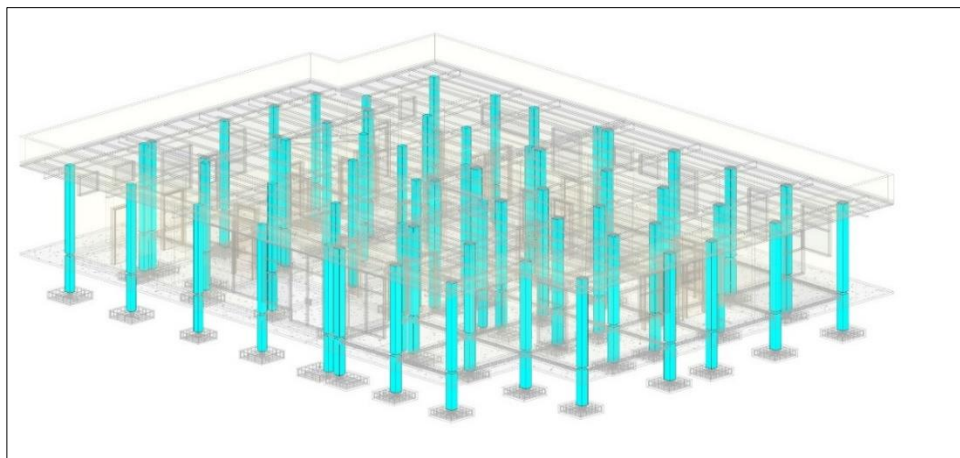


Ilustración 28: Presentación Vigas IPE, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

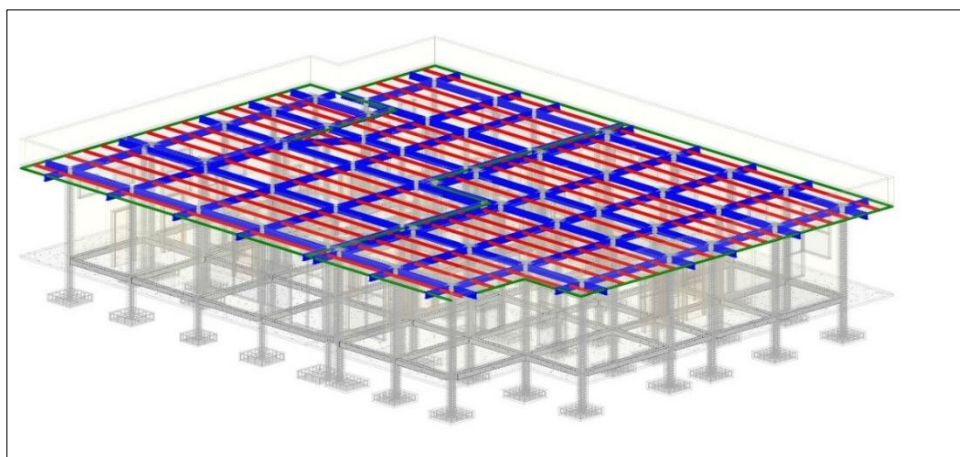


Ilustración 29: Presentación Armadura acero de refuerzo Columnas y Cadenas de amarre, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

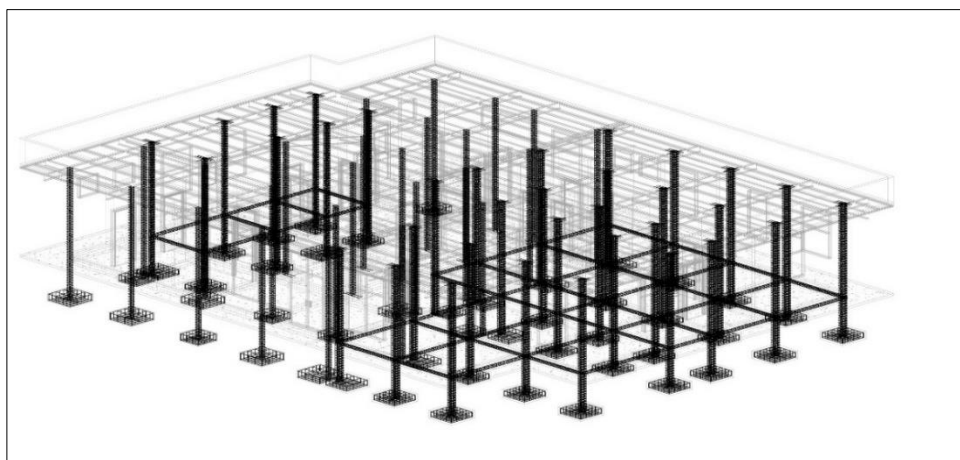
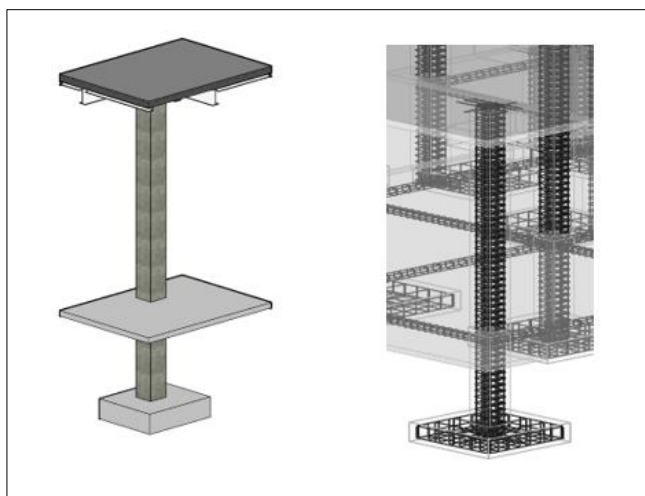


Ilustración 30: Presentación Detalle de Unión Columna, Contrapiso y Losa, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia



Optimización de Costos y Tiempo a través de BIM

El uso de la metodología BIM puede facilitar la gestión de los costos en los proyectos de construcción. La capacidad de modificar información de forma inmediata en un modelo en tres dimensiones es la causa principal. De acuerdo con Davies y Brown (2022), el empleo de este instrumento reduce en un 40% el tiempo requerido para la planificación, lo que implica un ahorro importante tanto en tiempo como en recursos económicos. El uso de BIM ha permitido que empresas constructoras que incursionan con esta metodología en el país, reduzcan en aproximadamente un 30% el tiempo necesario para evaluar el proyecto, gracias a la rapidez y eficacia del proceso.

Calidad y Sostenibilidad en el Diseño Constructivo

Aumento de la Calidad y Sostenibilidad con BIM

BIM facilita todo el proceso de incorporación de principios sostenibles al modelo virtual desde el inicio del proyecto mediante la simulación. Es especialmente importante para proyectos de salud, donde existen entornos contruidos buenos y estables. Por otra parte, BIM es conocido por su capacidad de integrar varias disciplinas de arquitectura y diseño estructural en un único modelo 3D.

De esta manera puede optimizar el tiempo, el costo y la precisión del diseño, estas definiciones son esenciales para un proyecto como un Centro de Salud Tipo A, con un tamaño de 500 metros cuadrados. Se muestra un análisis cuantitativo y cualitativo que destaca los beneficios y desafíos de esta metodología.

Análisis Cuantitativo y Cualitativo del Diseño con metodología BIM

Análisis Cuantitativo

Costos de Operación y Tiempo de Diseño

Para poder emplear BIM, es necesario contar con herramientas especializadas como Revit, que permiten automatizar la simulación y el cálculo de materiales, reduciendo errores y acelerando considerablemente los plazos de entrega. A pesar de la inversión inicial en licencias y formación es más elevado que el método convencional.

Tabla 8: Costos de Operación y Tiempo de Diseño. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Etapa del Proyecto	Tiempo Promedio (días)	Costo Promedio (USD)	Método BIM
Diseño Arquitectónico	21	\$4.000,00	Modelado 3D integrado
Diseño Estructural	14	\$3.500,00	Cálculos y simulaciones 3D
Revisión y Correcciones	10	\$750,00	Coordinación automatizada
Total	45	\$8.250,00	

- **Costo Total BIM** = Costo Arquitectónico + Costo Estructural + Costo de Revisiones

$$\text{Costo Total BIM} = 4,000 + 3,500 + 750 = \mathbf{8,250.00 \text{ USD}}$$

- **Tiempo Total BIM** = Tiempo Arquitectónico + Tiempo Estructural + Tiempo de Revisiones

$$\text{Tiempo Total BIM} = 21 + 14 + 10 = \mathbf{45 \text{ días}}$$

Análisis Cualitativo

Ponderación de Factores

Se asignan las ponderaciones a factores similares al análisis del método convencional, adaptados a las características de BIM.

Tabla 9: Ponderación de factores. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Factor	Descripción	Ponderación (%)
Costo de Diseño	Inversión inicial más alta, pero amortizable.	25
Tiempo de Ejecución	Reducción significativa gracias al modelado integrado.	30
Precisión del Diseño	Elevada, con detección de conflictos en tiempo real.	30
Riesgo de Errores	Muy bajo debido a la automatización y coordinación.	15

Evaluación

Tabla 10: Evaluación de factores. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Factor	Escala 1-5 (1=Deficiente, 5=Excelente)	Valor Calculado	Ponderación (%)	Ponderación Final
Costo de Diseño	4	4	25	1,00
Tiempo de Ejecución	5	5	30	1,50
Precisión del Diseño	5	5	30	1,50
Riesgo de Errores	4	4	15	0,60

Índice Total BIM = 1.0 (Costo) + 1.5 (Tiempo) + 1.5 (Precisión) + 0.6 (Errores) = **4.6**

Índice de Productividad del Diseño de la metodología BIM

Para desarrollar el cálculo de la productividad del diseño BIM, usamos la misma fórmula aplicada al diseño convencional. En este sentido, el índice de productividad se puede calcular como el Costo por m²: (González, 2022)

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Costo total BIM}}{\text{Área}} (m^2)$$

$$\text{Índice de productividad} = \frac{8,250.00 \text{ USD}}{500 m^2}$$

$$\text{Índice de productividad} = 16.50 \frac{\text{USD}}{m^2}$$

Aunque el coste por metro cuadrado es mayor en el enfoque BIM, el menor tiempo de diseño y los ahorros en obra debido a menos errores justifican la inversión.

Incorporación de los Niveles de Desarrollo (LOD) en la Metodología BIM

Dentro del contexto del enfoque BIM, los Niveles de Desarrollo (LOD) establecen los estándares que indican el grado de precisión y los datos asociados al modelo BIM en las distintas fases del proyecto. Posibilitando definir la extensión, las proyecciones y la implementación del modelo en la planificación, edificación y funcionamiento de una infraestructura.

Descripción de los LOD en la Metodología BIM

Los LOD actuales, según el estándar más utilizado van desde el nivel 100 hasta el nivel 500. A continuación, se describen estos niveles y su alcance general:

Tabla 11: LOD en la metodología BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

LOD	Descripción	Alcance General
LOD 100	Representación conceptual que utiliza elementos geométricos básicos. No se especifican dimensiones exactas ni materiales.	Se utiliza para estudios preliminares, análisis de viabilidad y desarrollo del diseño conceptual.
LOD 200	Representación aproximada de los elementos geométricos, definidos con dimensiones generales y propiedades básicas.	Se aplica en el desarrollo del diseño preliminar y la planificación inicial.
LOD 300	Modelo detallado de los elementos geométricos con dimensiones precisas y características específicas.	Se usa para el diseño detallado y la documentación de construcción.
LOD 350	Modelos que incluyen interacciones entre los elementos y sus relaciones con otros sistemas, permitiendo su integración.	Es utilizado para la coordinación del proyecto y la detección de conflictos.
LOD 400	Modelos para producción que contienen los detalles necesarios para la fabricación y construcción exacta de los elementos.	Se emplea en la prefabricación y en la ejecución de la obra de construcción.
LOD 500	Modelo "as-built" que refleja el estado final construido de la edificación, con datos operativos y de mantenimiento.	Es utilizado en la operación, mantenimiento y gestión del ciclo de vida del edificio.

Aplicación de LOD 300 en el diseño con metodología BIM del Centro de Salud Tipo A

Para este diseño de Centro de Salud Tipo A, LOD 300 es adecuado tanto para los aspectos arquitectónicos como de diseño. Este nivel garantiza que la información contenga suficiente detalle y sea precisa para planificar, analizar y detallar todas las disciplinas involucradas.

- **Diseño arquitectónico:** Los detalles del modelado son precisos con espacios, elementos estructurales, acabados y componentes relacionadas como puertas, ventanas y paredes están muy detallados. Esto incluye dimensiones adecuadas y materiales específicos.
- **Diseño Estructural:** incluyen los elementos estructurales detallados, como columnas, vigas, placas y elementos rígidos, y sus dimensiones, propiedades físicas y materiales.

Alcance del LOD 300 en el diseño con metodología BIM para el Centro de Salud Tipo A

- **Diseño Arquitectónico**

Tabla 12: LOD 300 en diseño arquitectónico. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Elemento	Descripción	Información Adicional
Paredes	Espesor, altura y material definido (por ejemplo, mampostería).	Propiedades térmicas y acústicas.
Puertas y Ventanas	Dimensiones exactas, materiales (aluminio, vidrio, madera, etc.).	Detalles de instalación y tipo de cerradura.
Acabados interiores	Revestimientos definidos (cerámica, pintura, etc.).	Información de mantenimiento y duración esperada.
Espacios internos	Áreas definidas para consulta, farmacia, salas de espera, etc.	Relación funcional entre espacios según normativas locales.

- **Diseño Estructural**

Tabla 13: LOD 300 en diseño estructural. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Elemento	Descripción	Información Adicional
Columnas	Dimensiones precisas, refuerzos definidos.	Material (hormigón armado), resistencia especificada.
Vigas y Losas	Geometría exacta, detalles de refuerzo.	Cargas soportadas, compatibilidad con otros sistemas.
Cimentaciones	Tipo de cimentación definido (superficial, profunda, etc.).	Propiedades del terreno y capacidad portante.

Implementación del LOD 300 en el modelo BIM

El modelo BIM con LOD 300 se utiliza en el diseño del Centro de Salud tipo A para producir planos de construcción, realizar la simulación de interferencias y preparar el modelo para los documentos técnicos necesarios. Esto incluye:

- **Coordinación interdisciplinaria:** El diseño arquitectónico se integra con el diseño estructural y de instalaciones (eléctrico, sanitario, etc.).
- **Simulación 3D:** Permite detectar conflictos, por ejemplo, interferencias entre elementos estructurales y arquitectura.
- **Exportación de Documentos:** creación automática de planos, secciones y detalles directamente desde el modelo.

Implementación del LOD 300 en el modelo BIM

Tabla 14: Implementación LOD 300 en el modelo BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Factor	Descripción	Valoración (1-5)	Ponderación (%)	Ponderación Final
Precisión del Modelo	Dimensiones exactas y propiedades materiales.	5	30	1,50
Reducción de Errores	Coordinación efectiva y detección de interferencias.	4	25	1,00
Costo de Implementación	Costo inicial alto, pero eficiente a largo plazo.	3	20	0,60
Versatilidad del Modelo	Uso para documentación, simulación y análisis posterior.	5	25	1,25
Índice Total BIM (LOD 300)	-	-	-	4,35

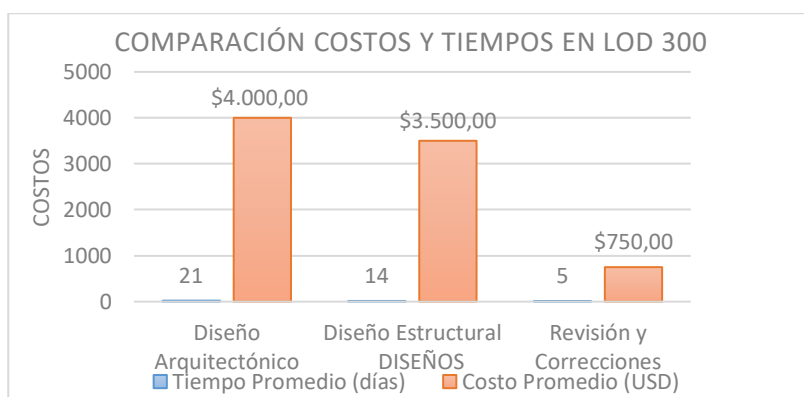
Índice Total BIM = 4.35

Este índice refleja una alta eficiencia en el uso de LOD 300 para proyectos complejos como es un Centro de Salud Tipo A.

Representación Gráfica del Proceso

Se incluye un gráfico de barras comparativo que muestra el tiempo y costo de cada etapa del proyecto bajo el enfoque del LOD 300. Se genera el siguiente gráfico para mayor claridad.

Ilustración 31: Comparativo (tiempo de diseño y costos). Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia



En el gráfico de la ilustración 31, se comparan los costos (en dólares) y tiempos (en días) para la construcción y los proyectos de construcción bajo el enfoque LOD 300. Se puede apreciar en la imagen que los costos son más altos en el diseño arquitectónico debido al nivel de información requerida para la finalización y el diseño. No obstante, es evidente que se ha reducido el tiempo requerido para el diseño estructural, lo cual indica la orientación técnica y automatizada del proceso.

A continuación, se presentan tablas de evaluación para comparar el método convencional y la metodología BIM. En este reporte se resaltan las diferencias en aspectos como: eficiencia, costos, calidad y sostenibilidad.

Tabla 15: Cuadro comparativo de eficiencia y productividad. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Aspecto	Método Convencional	Metodología BIM
Colaboración	Trabajo y coordinación limitada entre disciplinas.	Entorno de trabajo colaborativo, con un modelo compartido y centralizado.
Detección de Conflictos	Detección tardía, generalmente durante la construcción.	Detección temprana a través de simulaciones y análisis del modelo.
Flujo de Trabajo	Secuencial y fragmentado, lo que genera cuellos de botella.	Flujo de trabajo ágil y continuo, optimizando tiempos.
Actualización de Información	Manual y propensa a errores; requiere revisiones constantes.	Actualizaciones automáticas en tiempo real; información siempre actualizada.

Tabla 16: Cuadro de comparación de costos y tiempos. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Aspecto	Método Convencional	Metodología BIM
Costos Iniciales	Generalmente más bajos, pero con costos adicionales frecuentes.	Inversión inicial más alta, pero reducción significativa de costos adicionales a largo plazo.
Control de Costos	Difícil de gestionar; cambios generan incrementos significativos.	Control preciso mediante modelado; gestión dinámica de costos en tiempo real.
Tiempos de Ejecución	Su Prolongación es debido a varias revisiones y cambios constantes en el proceso constructivo, en todo tipo de obra civil.	Reducción del tiempo total del proyecto en aproximadamente un 30% por la planificación eficiente.

Tabla 17: Comparación de Calidad y Sostenibilidad. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Aspecto	Método Convencional	Metodología BIM
Calidad del Diseño	Inconsistencias entre planos; errores comunes durante la construcción.	Diseño coherente y preciso; simulaciones mejoran la calidad final del proyecto.
Sostenibilidad	Integración limitada de prácticas sostenibles desde el inicio del diseño.	Facilita la integración de análisis energéticos y estrategias sostenibles desde las primeras etapas del proyecto.
Mantenimiento	Información dispersa; difícil acceso a datos para mantenimiento posterior.	Modelo centralizado que facilita el mantenimiento y gestión a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Tabla 18: Cuadro comparativo de beneficios económicos. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Aspecto	Método Convencional	Metodología BIM
Rentabilidad	Menor rentabilidad debido a costos adicionales frecuentes.	Mayor rentabilidad a largo plazo gracias a la reducción de costos y tiempos.
Retorno de Inversión (ROI)	ROI incierto debido a imprevistos durante la construcción.	ROI más predecible gracias a la planificación detallada y gestión eficiente del proyecto.

Análisis Comparativo entre el Diseño Convencional y la Metodología BIM del Centro de Salud Tipo A

El análisis entre los métodos de diseño convencionales y BIM se centra en evaluar sus diferencias en eficiencia, costo, tiempo y precisión en el desarrollo arquitectónico y estructural. En este caso se incluirá un enfoque cuantitativo y cualitativo, incluyendo los costes de gestión, software y formación necesarios para implementar ambos métodos.

Comparativa de Costos Directos

Diseño Convencional

En los enfoques convencionales, los gastos se dividen entre la creación por separado de diseños arquitectónicos y estructurales, con escasa coordinación entre las metodologías. En este diseño, los tiempos de entrega se alargan y aumenta la posibilidad de cometer errores durante la construcción.

Tabla 19: Comparativo de costos diseño convencional. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Costos del Diseño Convencional	Monto (USD)
Licencias de software AutoCAD,	\$1.500,00
Capacitación inicial del personal	\$2.000,00
Contratación de arquitectos e ingenieros	\$6.000,00
Correcciones y ajustes en etapas posteriores	\$1.300,00
Materiales impresos (planos y documentación)	\$500,00
Costo Total Aproximado	\$11.300,00

Diseño BIM (LOD 300)

La utilización de BIM posibilita la reducción de gastos al unificar todos los procedimientos en un solo modelo, lo que conlleva a una mayor exactitud y sincronización en las fases iniciales. No obstante, llevar a cabo esta acción resulta costosa en cuanto a la adquisición de software especializado y la formación del personal.

Tabla 20: Comparativo de Costos del diseño BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Costos del Diseño BIM	Monto (USD)
Licencias de software BIM (Autodesk Revit, etc.) anual	\$4.000,00
Capacitación inicial del personal	\$2.500,00
Desarrollo del modelo BIM (arquitectura y estructura)	\$8.250,00
Costo Total Aproximado	\$14.750,00

Tiempos de Ejecución

Metodología Convencional

El diseño convencional requiere más tiempo debido a la necesidad de coordinación manual entre las disciplinas arquitectónica y estructural, lo que aumenta el riesgo de conflictos y cambios.

Tabla 21: Comparativo de tiempos de ejecución de método convencional. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Actividad	Duración (días)
Diseño arquitectónico	30
Diseño estructural	25
Revisión y ajustes	10
Tiempo Total (días)	65

Metodología BIM

Con BIM el tiempo se reduce significativamente debido a la integración automática de disciplinas y la detección temprana de conflictos mediante herramientas de simulación.

Tabla 22: Comparativo de tiempos de ejecución de método BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Actividad	Duración (días)
Modelado arquitectónico y estructural	35
Coordinación interdisciplinaria	5
Revisión final	5
Tiempo Total (días)	45

Eficiencia y Precisión

Tabla 23: Comparativo de eficiencia y precisión. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Indicador	Convencional	BIM
Índice de Coordinación	70%	95%
Errores Detectados (por fase)	≥ 15	≤ 5
Desperdicio Material (m ²)	8%	2%

Análisis Cualitativo y Cuadro Resumen

Cuadro Comparativo

Tabla 24: Comparativo de la metodología convencional y BIM. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Aspecto Evaluado	Diseño Convencional	Diseño BIM
Costo Total Aproximado (USD)	\$11.300,00	\$14.750,00
Tiempo Total (días)	65	45
Errores Detectados	Alta incidencia	Baja incidencia
Flexibilidad para cambios	Limitada	Alta
Cumplimiento Normativo	Depende de revisiones manuales	Automatizado en el modelo

Ponderación de Eficiencia

Tabla 25: Comparativo de ponderación de eficiencia de la metodología convencional y BIM. Fuente. Franklin Guanochanga, Christian Tapia

Indicador	Convencional	BIM
Coordinación	3	5
Optimización de Recursos	2	4
Cumplimiento de Normas	3	5
Total (Escala 1-5)	2,7	4,7

Según el análisis, la adopción de la metodología BIM implica una inversión inicial en software y capacitación, pero esto se compensa con la disminución de gastos, duración optimizada y la minimización de errores de diseño. En el caso para un Centro de Salud Tipo A, el uso de BIM con un nivel de desarrollo 300 cumple con las normativas locales, disminuye posibles riesgos y asegura un diseño más óptimo y sostenible a largo plazo.

El análisis de eficiencia y productividad realizado en este capítulo permite una comprensión cuantitativa y cualitativa de las diferencias entre los métodos convencionales y metodología BIM.

En el siguiente capítulo se profundizará en los resultados específicos obtenidos a través de la aplicación de ambas metodologías.

CAPITULO 4

Análisis de Resultados de la Metodología convencional y Metodología BIM

La finalidad de este análisis es evaluar el resultado de la comparación de los métodos convencionales en su etapa de diseño y la metodología BIM de un Centro de Salud Tipo A. Esta deducción, que será comprendida como la funcionalidad del diseño será de vital importancia en el proceso constructivo y por ende su efectividad.

Análisis de la Calidad del Resultado Final

Funcionalidad del Diseño

El diseño es uno de los primeros pasos a la hora de construir centros de salud, porque la estructura debe cumplir con requisitos de alto rendimiento y flexibilidad. Al comparar los dos métodos, el método convencional resulta ser más sólido para la adaptación y los cambios durante la construcción. Los cambios en el sitio pueden generar demoras y costos adicionales, y afectar las operaciones posteriores a la finalización de este tipo de obras.

Adicionalmente, la utilización de BIM posibilita una planificación flexible y adaptable. La colaboración y la oportunidad de examinar diversas situaciones en un entorno virtual permiten resolver los problemas operativos antes de que surjan en el proyecto. De este modo, esta metodología garantiza el adecuado desempeño del diseño, sin comprometer la calidad del producto final. De esta manera, contribuye a que el diseño definitivo satisfaga de manera efectiva los estándares de desempeño.

Calidad en la Ejecución

Al emplear la metodología BIM se logra un mayor dominio sobre la construcción, ya que se puede diseñar una variedad de componentes en tres dimensiones utilizando Revit 2024, planificar la funcionalidad en la maqueta virtual entre lo estructural y el diseño arquitectónico, así como supervisar el rendimiento de la obra. De esta manera, se logra una mayor exactitud y una

edificación libre de fallos, dado que es posible identificar posibles desacuerdos o interferencias entre las disciplinas, mediante el uso de recursos como Navisworks 2024.

Ilustración 32: Interferencias en Navisworks, (Columna y pared), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

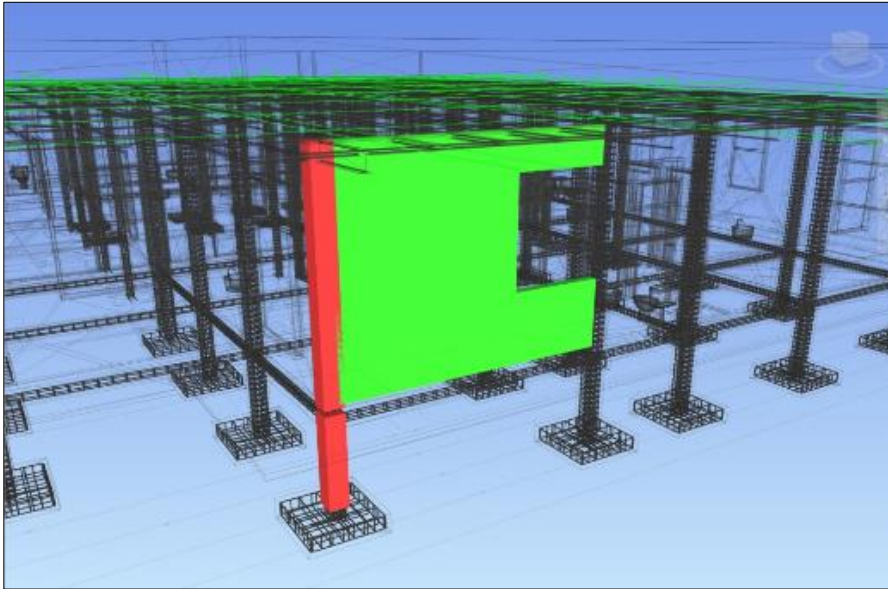


Ilustración 33: Interferencias en Navisworks, (Viga y pared), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

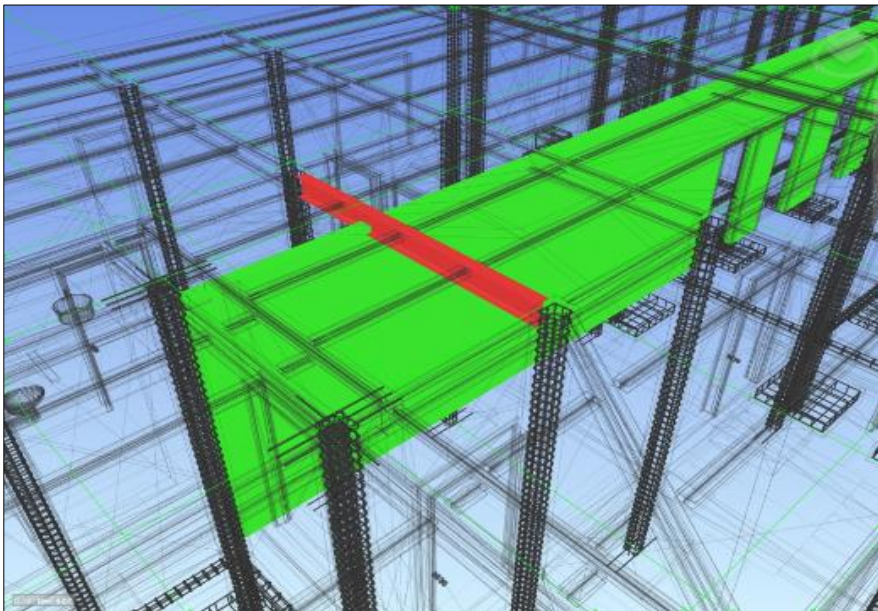


Ilustración 34: Interferencias en Navisworks, (Columna y ventana), Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

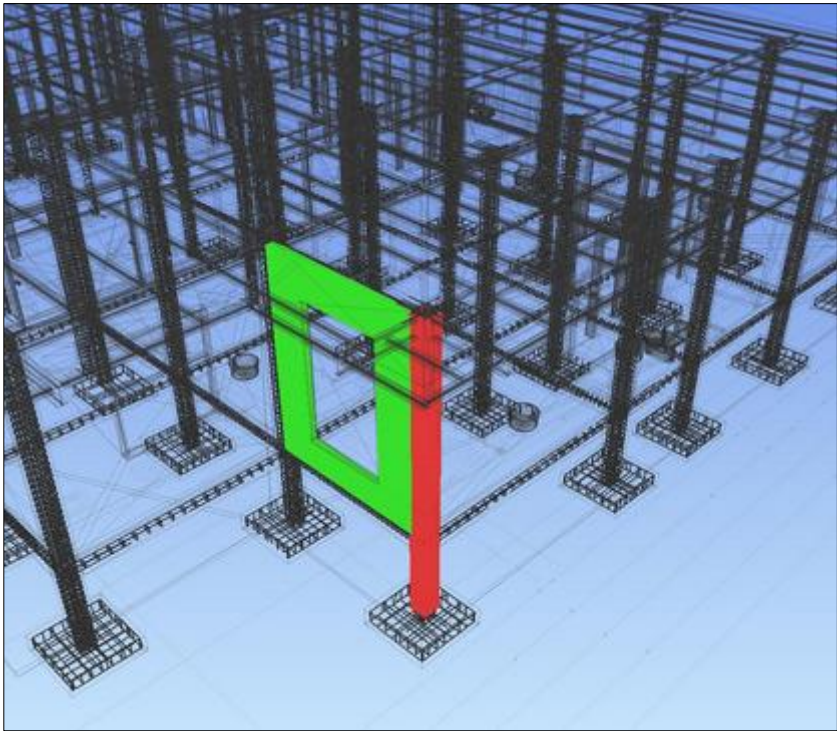


Ilustración 35: Cuadro de Resumen de Conflictos en Navisworks, Centro de Salud Tipo A en Revit. Fuente: Franklin Guanochanga, Christian Tapia

AUTODESK		Informe de conflictos									
Test 1		cia	tos	o	Activo	Revisado	o	Resuelto	Tipo	o	
		0.010m	12	0	12	0	0	0	o	r	
Elemento 1											
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto92	Activo	-0.050	E'-10 : Planta +0.05 ARQ	Estático	2024/11/25 21:36	x:145.244, y:104.565, z:1.705	ID de elemento : 162213	-1.20	M_Hormigón-Cuadrado-Pilar	Pilares estructurales: M_Hormigón-Cuadrado-Pilar: BLOQUE 3 0.30x0.30 m
	Conflicto93	Activo	-0.050	F-9 : Planta +0.05 ARQ	Estático	2024/11/25 21:36	x:142.244, y:100.765, z:1.933	ID de elemento : 162228	-1.20	M_Hormigón-Cuadrado-Pilar	Pilares estructurales: M_Hormigón-Cuadrado-Pilar: BLOQUE 3 0.30x0.30 m
	Conflicto156	Activo	-0.025	F-8 : Planta +0.05 ARQ	Estático	2024/11/25 21:36	x:139.269, y:100.765, z:1.933	ID de elemento : 162243	-1.20	M_Hormigón-Cuadrado-Pilar	Pilares estructurales: M_Hormigón-Cuadrado-Pilar: BLOQUE 3 0.30x0.30 m

En un diseño convencional, la efectividad del proceso recae en la experiencia del equipo y en la interacción fluida entre los distintos grupos involucrados, aunque se logren los resultados deseados. Cuando se realizan modificaciones en la construcción, como ajustar los elementos para resolver inconvenientes que no se habían previsto inicialmente, es posible que se vea comprometida la excelencia del proyecto, generando demoras y gastos no contemplados.

Costos en el Diseño

Costos Iniciales

Analizando los costos iniciales, la implementación de la metodología BIM necesita una importante inversión en software, hardware y formación. Aunque los costos de implementación BIM son altos, se amortizan a largo plazo gracias a la eficiencia que presenta este método en las fases de diseño y ejecución.

En los primeros años de operación, las compañías pueden enfrentar gastos iniciales al invertir en el desarrollo y dominio de habilidades especializadas en BIM. No obstante, los beneficios que proporciona en cuanto a disminución de errores y optimización de la coordinación suelen respaldar estos costos iniciales.

A diferencia de la metodología BIM, el diseño convencional no requiere la misma inversión inicial en tecnología, ya que las herramientas tradicionales de AUTO CAD 2024 siguen siendo dominantes. Sin embargo, los ahorros iniciales pueden compensarse con costos adicionales que surjan a lo largo del proyecto, como cambios y costos de mano de obra que generan cambios tan inesperados.

De igual forma, al combinar BIM y el uso de herramientas como Revit 2024 de Autodesk, es necesario realizar una importante inversión en licencias que deben renovarse anualmente. Es fundamental considerar las licencias de Autodesk Navisworks 2024, así como los costos asociados al mantenimiento de la infraestructura de tecnologías, actualizaciones y capacitación

especializada. Las agencias gubernamentales y las empresas enfrentan esta dificultad debido a recursos limitados o involucrados en proyectos más pequeños.

Costos Durante la Ejecución

En cuanto a los costes durante la ejecución, la metodología BIM, esta ayuda a reducir los costos adicionales, detectando posibles intervenciones y problemas de diseño antes de la construcción. Por lo que se minimiza la necesidad de revisiones y modificaciones en campo, que son una de las principales fuentes de costos adicionales en proyectos construidos con métodos convencionales. Asimismo, la eficiencia en la planificación de recursos y tiempos admite que los proyectos BIM tengan un mayor beneficio a medida que avanza el proceso de construcción.

Por otro lado, en el diseño convencional, son comunes las correcciones y ajustes no planificados en el sitio de construcción, aumentando de esta forma los costos operativos. Por tanto, estos cambios suelen ser inevitables debido a la falta de visibilidad general del proyecto en las primeras etapas, generando de forma frecuente problemas de coordinación entre las diferentes disciplinas de diseño.

Finalmente, los resultados del análisis realizado en este capítulo brindan una base sólida para extraer conclusiones relevantes y formular recomendaciones estratégicas. En la siguiente sección se destaca lo relevante de adoptar la metodología BIM en futuros proyectos de infraestructura de Salud.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Eficiencia en el Diseño y Ejecución

Se ha comprobado la efectividad del enfoque BIM en comparación con el método convencional de diseño. Lo que respalda esta acción es la habilidad de anticipar dificultades, mejorar el uso de recursos e incrementar la eficacia. La flexibilidad y adaptabilidad de BIM contribuyen a optimizar la eficiencia del diseño, al posibilitar la realización de modificaciones sin interferir en el progreso o avance del proyecto.

Impacto en los Costos

Aunque la implementación de BIM requiere una inversión inicial considerable, los beneficios a largo plazo justifican este gasto, ya que reduce significativamente los costos totales de un proyecto. La implementación temprana de BIM mejora la coordinación, permite detectar problemas antes de que se materialicen y optimiza la gestión de los recursos, lo que contribuye a disminuir los costos operativos y de mantenimiento. En comparación el enfoque tradicional, aunque funcional, tiende a generar gastos adicionales debido a errores en las fases de diseño y ejecución, lo que puede resultar en costos adicionales imprevistos.

Debido al tamaño y alcance del proyecto, no es adecuado para este tipo de estructura como Centro de Salud Tipo A, por el gran impacto inicial. Aunque el método BIM tiene muchas ventajas en términos de eficiencia, seguridad, sostenibilidad y calidad del diseño, su implementación debe considerarse en función de la complejidad, por ende, el diseño convencional de este tipo de Centro de Salud, sigue siendo adecuado y viable.

Para proyectos más complejos y extensos en Centros de Salud para sectores urbanos y centros privados y también para otro tipo de edificaciones e infraestructura, BIM se convierte en una herramienta importante para garantizar un diseño eficaz, seguro y sostenible. En este

sentido, es importante invertir en el método BIM; en Ecuador para realizar una planificación cuidadosa, se debe eliminar paradigmas en cuanto a la educación técnica, la asignación de recursos y la formulación de políticas que alienten e incentiven su adopción.

Los resultados evidencian la necesidad de contar con personal capacitado y calificado en el manejo BIM para maximizar los beneficios. Aunque este método es muy beneficioso para la eficiencia, la optimización de costos y los mandos intermedios en lo que respecta al talento humano, su implementación depende en gran medida de las políticas internas del sector público y privado.

Específicamente, BIM puede reducir los tiempos de diseño alrededor de un 30% y los costos en un porcentaje similar, según el análisis comparativo. Además, herramientas como Navisworks facilitaron la detección temprana de conflictos, optimizando la coordinación entre disciplinas y reduciendo errores en la etapa de construcción

Por otro lado, se puede decir que son necesarios las habilidades y conocimientos técnicos de los profesionales implicados. Por lo tanto, este enfoque ayuda a mejorar la competitividad del sector, y conjuntamente fortalece la capacidad de los equipos locales para enfrentar eficazmente los desafíos de los proyectos futuros y los estándares de calidad del mundo.

Beneficios a largo plazo en términos de mantenimiento y gestión de infraestructura

Uno de los aspectos más prometedores de la metodología BIM es su capacidad para ofrecer beneficios significativos a largo plazo, especialmente en la fase de operación y mantenimiento. Estos beneficios pueden ser: planificación de remodelaciones, seguimiento del mantenimiento, gestión eficiente de recursos

Esto se traduce en una mayor duración de los proyectos y en una reducción significativa de costos operativos a lo largo de la vida útil del proyecto, lo cual va de la mano con la minimización de desperdicios, generando un menor impacto en el ambiente.

Recomendación

Considerando el análisis comparativo de calidad y costos, se recomienda que el personal profesional y las empresas de la construcción en el Ecuador consideren la adopción gradual de la metodología BIM en proyectos de infraestructura de Salud. Basado en la flexibilidad, calidad y eficiencia que ofrece esta metodología, puede resultar en un mejor desempeño del proyecto a largo plazo, además de permitir una construcción más sustentable y precisa.

Capacitación en Metodología BIM

Se puede recomendar, que las compañías y profesionales de la industria de la construcción apuesten por capacitar a su equipo en el empleo de BIM, con el fin de garantizar una transición sin contratiempos de técnicas y, posteriormente, lograr ventajas competitivas. Durante el aprendizaje, es fundamental adquirir destrezas en la utilización de programas informáticos y técnicas colaborativas que permitan la implementación efectiva de BIM.

Políticas de Incentivos para la Implementación de BIM

Es importante que el gobierno ecuatoriano introduzca incentivos fiscales o subsidios económicos para las empresas que opten por integrar esta avanzada herramienta en sus operaciones para incentivar la adopción de BIM. La implementación de estas medidas reduciría el gasto financiero inicial y promovería la adopción de tecnologías más avanzadas en la construcción de infraestructura pública y privada. Como lo han promovido Chile y otros países de la región latinoamericana en su política pública.

El camino hacia un sistema constructivo más eficiente seguro y sostenible demanda de un esfuerzo conjunto entre el sector público y privado, donde herramientas como BIM juegan un papel crucial para modernizar los procesos de diseño y construcción y alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible del país.

Se adjunta el Link para ver el producto final o planificado con un vídeo que muestra un recorrido virtual por el proyecto.

<https://youtu.be/RFVHG39skLM>

Bibliografía

- Álvarez, F. (2021). Costos y Tiempos en Proyectos de Construcción: Una Visión del Diseño Convencional y BIM. . *Revista de Arquitectura y Construcción*, 12(3), 45-56.
- Azagra, P. (2019). *Introducción a Building Information Modeling (BIM): Fundamentos y aplicaciones en arquitectura, ingeniería y construcción*. Reverte.
- Azhar, S. (2011). Modelado de información de construcción (BIM): tendencias, beneficios, riesgos y desafíos para la industria AEC. Liderazgo y gestión en ingeniería.
- Azhar, S., Khalfan, M. y Maqsood, T. (2012). Modelado de información de construcción (BIM): ahora y más allá. *Revista Australasia de Economía de la Construcción*, págs. 12(4), 15-28.
- Bryde, D., Broquetas, M. y Volm, JM. (2013). Los beneficios del proyecto del modelado de información de construcción (BIM). *Revista Internacional de Gestión de Proyectos*, págs. 31(7), 971-980.
- De Coster, R., & Delva, W. (2016). Determinants of design choices for sustainable hospital buildings. *Building and Environment*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. y Liston, K. (2011). *Una guía para el modelado de información de construcción para propietarios, gerentes, diseñadores, ingenieros y contratistas*.
- García, A., & Martínez, L. (2017). Análisis crítico del diseño convencional de centros de salud en España. *Revista de Arquitectura*, págs. 21(2), 45-58.
- Gerges, M., Austin, S., Mayouf, M. y Ahiaga-Dagbui, D. (2017). Una investigación sobre la implementación del modelado de información de construcción en el Medio Oriente. *Revista de Tecnología de la Información en la Construcción*, págs. 22, 1-15.
- Gobierno de Chile. (2020). *PLAN BIM CHILE: Estrategia Nacional de Transformación Digital en la Construcción*.
- González, J. (2022). Análisis de la Eficiencia en el Diseño Arquitectónico y Estructural: Un Estudio de Caso en Ecuador. *Universidad Técnica de Ambato*.
- Harris, F. (2011). *Gestión de la construcción moderna*.
- IT AHORA. (marzo de 2024). *Metodología BIM*. Obtenido de <https://itahora.com/2024/03/14/la-metodologia-bim-llega-a-ecuador-para-potenciar-la-construccion/>
- Johnson, B. (2012). *La economía del diseño de edificios*. McGraw-Hill.
- Lee, N. (2013). *Economía de la construcción*. Palgrave Macmillan .

- Li, H., Guo, H., Skitmore, M. y Huang, T. (2019). La utilización de modelos de información de construcción en la coordinación de MEP en los edificios de Hong Kong. *Revista de Ingeniería y Gestión de la Construcción*, págs. 145(3), 05019001.
- Marrón, A. (2015). *Gestión de Proyectos de Construcción*. Rutledge.
- Miettinen, R. y Paavola, S. (2014). Más allá de la utopía BIM: enfoques para el desarrollo y la implementación del modelado de información de construcción. *Automatización en la Construcción*. págs. 43, 84-91.
- Ministerio de Salud Pública. (s.f.). Manual del Modelo de atención Integral de salud. 87.
- Ortega, A. L. (2021). Análisis arquitectónico del Centro de Salud tipo “B” de la parroquia Sucre. *Universidad San Gregorio de Portoviejo*, 42-45.
- Patacas, J., Dawood, N., Vukovic, V. y Kassem, M. (2020). BIM para la gestión de instalaciones: evaluación de los estándares BIM en la gestión de activos. *Automatización en la Construcción*.
- Pérez, J. (2020). *Metodología BIM: Un enfoque integral*. Académica.
- Quintero, J. &. (2018). *Ventajas y desafíos de la implementación de Building Information Modeling (BIM) en la industria de la construcción*.
- Red BIM Gob Latam. (noviembre de 2020). <https://www.redbimgoblatam.com/>.
- Rodríguez, A. (2018). *Dirección de Obra y Diseño de Estructuras Industriales de Hormigón y Acero*. Elsevier.
- Sacks, R., Gurevich, U. y Shrestha, P. (2018). Una revisión de protocolos, guías y estándares de modelado de información de construcción para grandes clientes de la construcción. *Automatización en la Construcción*, págs. 91, 1-13.
- Smith, P. (2014). *Planificación y control de proyectos mediante Primavera*. Rutledge .

Glosario

Como medio de consulta, presentamos un pequeño diccionario terminológico de las definiciones más íntimamente ligados al tema:

- **AEC.-** Architecture, Engineering and Construction. Área que engloba tres subáreas: Arquitectura, Ingeniería y Construcción.
Análisis comparativo. - Se utiliza para examinar y comparar dos o más elementos. Para este caso se emplea el diseño BIM y el diseño convencional), para identificar similitudes, diferencias, ventajas y debilidades entre ellos.
- **Análisis.-** Proceso de identificar los componentes de un todo, separarlos y examinarlos para comprender sus principios más elementales.
- **AutoCAD.-** Software de diseño asistido por computadora (CAD) utilizado para dibujar, diseñar y modelar con precisión objetos 2D y 3D, incluyendo superficies y sólidos.
- **BIM.-** Building Information Modeling. Modelado de información para la construcción que permite la gestión de datos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- **CAD.-** Computer-Aided Drafting. Sistema de dibujo asistido por computadora que facilita la creación de representaciones gráficas de diseños y modelos.
- **Calidad.-** Medida en que se cumplen los requisitos y condiciones establecidos en un proyecto o solicitud.
- **Centro de Salud Tipo A.** - El centro de salud de tipo A es una instalación diseñada para ofrecer servicios médicos, diagnósticos y tratamientos a la comunidad. Clasificada como de tercer nivel de atención. Estos tipos de centros se consideran importantes en el sistema de salud pública, porque brindan atención especializada y recursos avanzados para administrar diversos tipos de medicamentos. Asimismo, los centros de salud pueden variar en tamaño y alcance. Estas diferencias permiten adaptarse a las necesidades específicas

de cada comunidad. Así como garantizar un acceso adecuado a la atención salud (Ministerio de Salud Pública)

- **Cliente.-** Individuo u organización que recibe beneficios o resultados del proyecto. El cliente puede ser interno (dentro de la organización) o externo (fuera de la organización).
- **Costo.-** Valor monetario total requerido para la obtención de un bien, servicio o proceso.
- **Diseño convencional.** – Es el enfoque tradicional de diseño que generalmente implica el uso de herramientas y métodos manuales, como dibujos en papel o software de diseño 2D, para desarrollar planes y especificaciones de un proyecto de construcción.
- **Diseño.** - Actividad creativa que genera un bien o servicio.
- **Documento.** - Elemento que contiene una serie de datos que son independientes del dominio del filtro.
- **EPC.** – (Engineering Procurement Construction):
Fuerza. - En el contexto del desempeño, es la capacidad de un método o proceso para lograr los resultados deseados en el momento oportuno y hacer un buen uso de los recursos disponibles.
- **Investigación.** - La recopilación de datos, información y hechos para promover el conocimiento y apuntar a crear algo específico o situacional.
- **LOD (Level of Development):** Nivel de detalle y precisión de un modelo BIM.
- **Metodología BIM.** - (**Building Information Modeling**): Es un enfoque colaborativo basado en la creación y gestión de información digital de un edificio o infraestructura durante todo su ciclo de vida. BIM integra datos geométricos, información de las propiedades de los componentes y relaciones entre ellos para apoyar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia en el diseño, construcción y operación de proyectos.
- **Navisworks.** - Software de revisión de proyectos para monitorear la calidad del modelo y los parámetros para BIM.

- **ODS.-** Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por la ONU, para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible

Precisión. - En el sentido de la investigación, se refiere a la exactitud y confiabilidad de los datos, modelos o resultados producidos durante el proceso de diseño. Se considera que una mayor precisión significa menos posibilidades de errores o discrepancias entre el diseño conceptual y la realidad construida, lo que resulta en una mejor calidad y desempeño del proyecto.

- **Proceso.** - Un conjunto de funciones interrelacionadas que transforman elementos de entrada en salidas.
- **Proyecto.** - Un proceso único, un conjunto de actividades coordinadas con una fecha de inicio y una fecha de finalización, realizadas para lograr un objetivo basado en requisitos específicos, incluidas limitaciones de tiempo, costo y recursos.
- **Recursos.** - Medios que el capital que se encuentra a disposición de la empresa para la realización de una determinada labor.
- **Revit.** - Software de modelado 3D, crea y edita elementos constructivos, para BIM.

Sostenibilidad. - Es la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas, equilibrando el bienestar social, económico y ambiental.

Anexos

Planos Metodología Convencional

Planos arquitectónicos (2D - AutoCAD)

- Planos implantación cubierta
- Planos planta tipo
- Planos cortes y Fachadas
- Planos puertas y ventanas

Planos estructurales (2D - AutoCAD)

- Planos Cimentación y columnas
- Planos Cubiertas y vigas

Planos Metodología BIM

Planos arquitectónicos (Revit)

- Planos Planta, Cortes
- Planos Fachadas

Planos estructurales (Revit)

- Planos Zapatas y cadenas
- Planos Vigas y losas

Planos de interferencias y detalles (Revit, Navisworks)

- Planos de detalles de modelado
- Planos de detalles interferencias

PROYECTO:
DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A "EL MURCO" -
PICHINCHA - MEJÍA

UBICACIÓN:
PARROQUIA EL MURCO -
CANTÓN MEJÍA -
PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN CUBIERTAS

ESCALAS: INDICADAS	ARQ 1 / 4
FECHA: DICIEMBRE 2024	

VALIDADO POR:

DIRECTOR(A) NACIONAL DE
INFRAESTRUCTURA SANITARIA

APROBADO POR:

COORDINADOR(A) ZONAL – SALUD

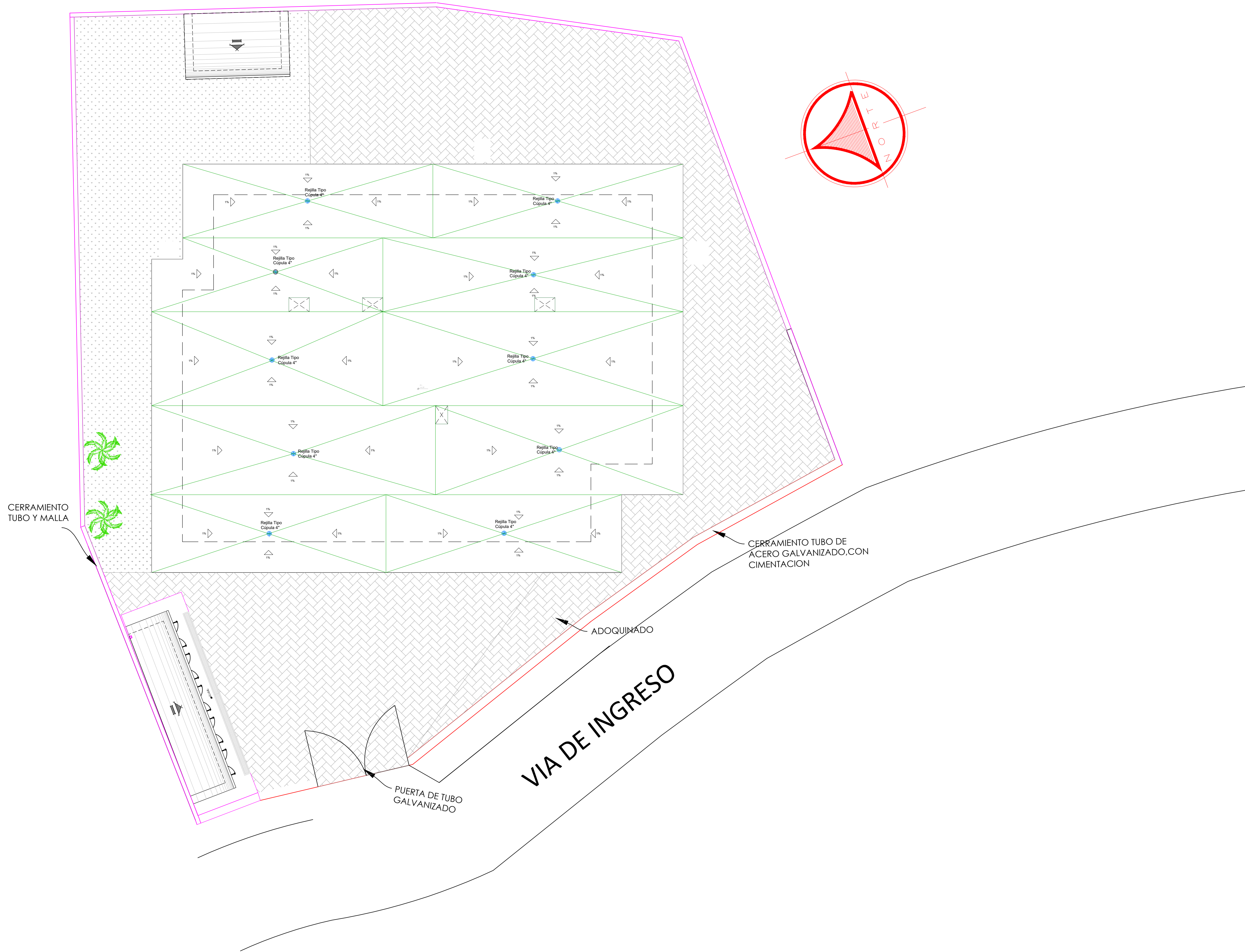
REVISADO POR:

ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

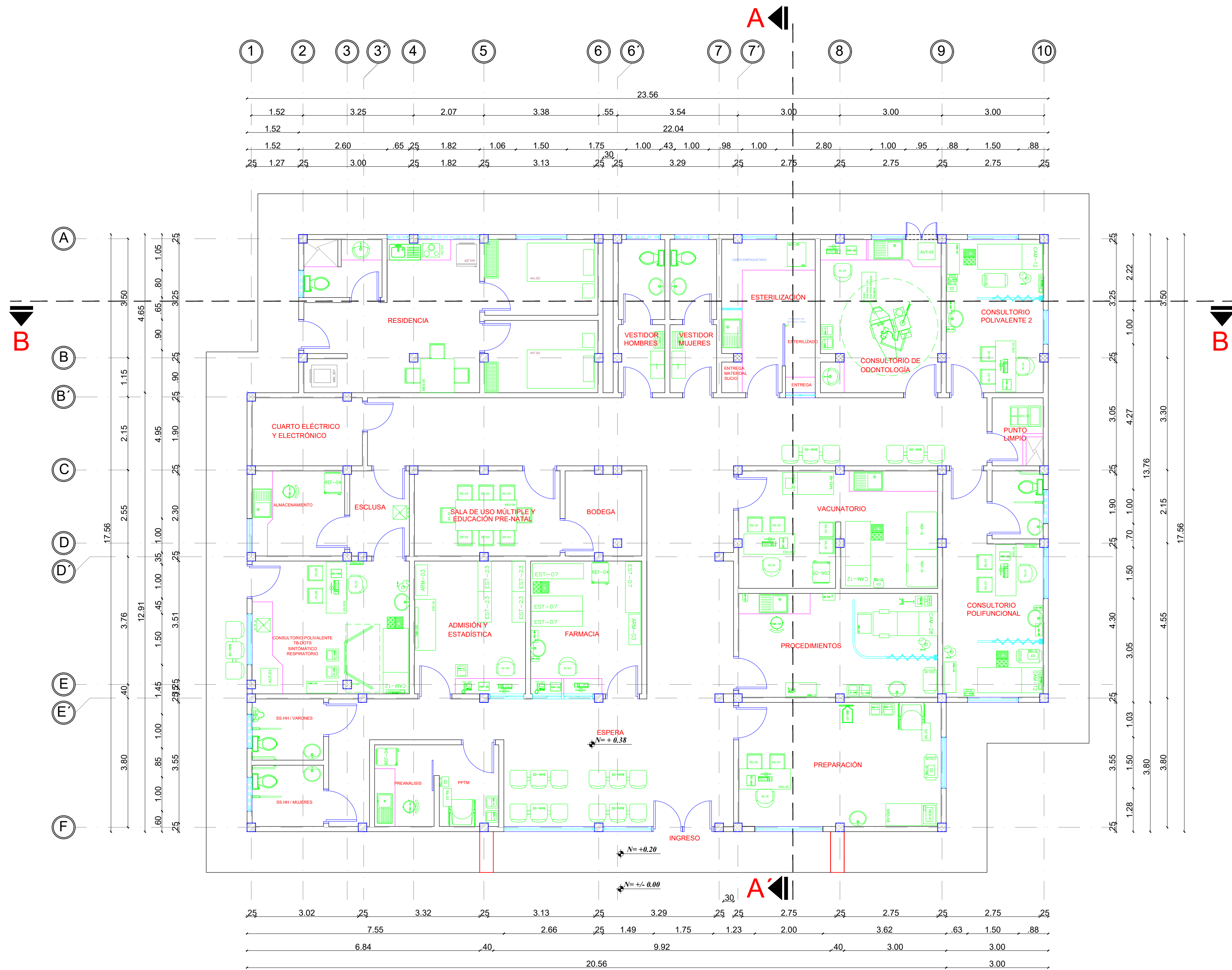
ELABORADO POR:

ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

SELLOS:



IMPLANTACIÓN CUBIERTAS
ESCALA: 1-----100



PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA: 1 ---- 75

PROYECTO:
DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A "EL MURCO" -
PICHINCHA - MEJÍA

UBICACIÓN:
PARROQUIA EL MURCO -
CANTÓN MEJÍA -
PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTENIDO:
PLANTA ARQUITECTÓNICA - BLOQUE PRINCIPAL

ESCALAS:
INDICADAS

FECHA:
DICIEMBRE 2024

ARQ
2/11

VALIDADO POR:

DIRECTOR(A) NACIONAL DE
INFRAESTRUCTURA SANITARIA

APROBADO POR:

COORDINADOR(A) ZONAL - SALUD

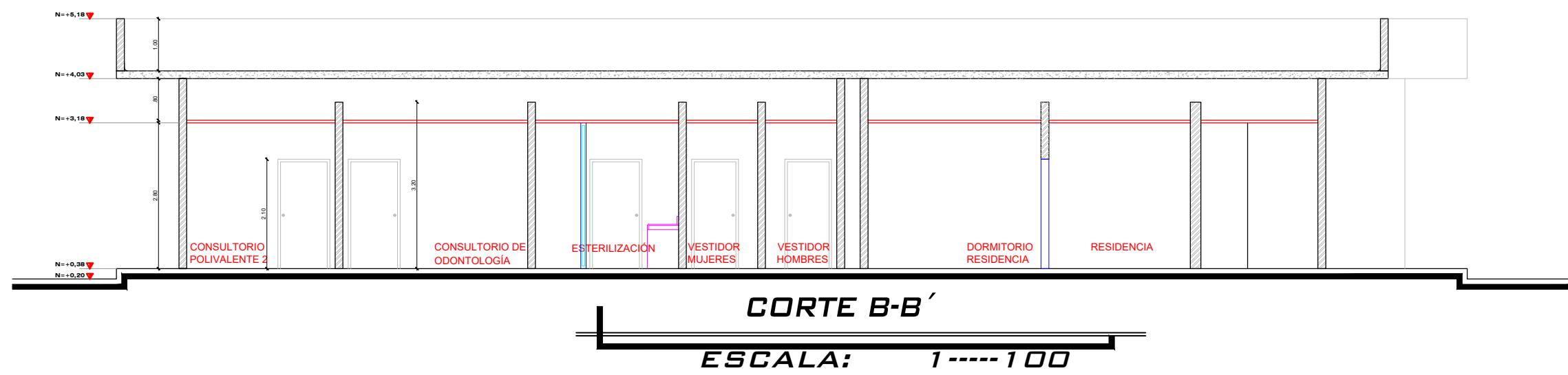
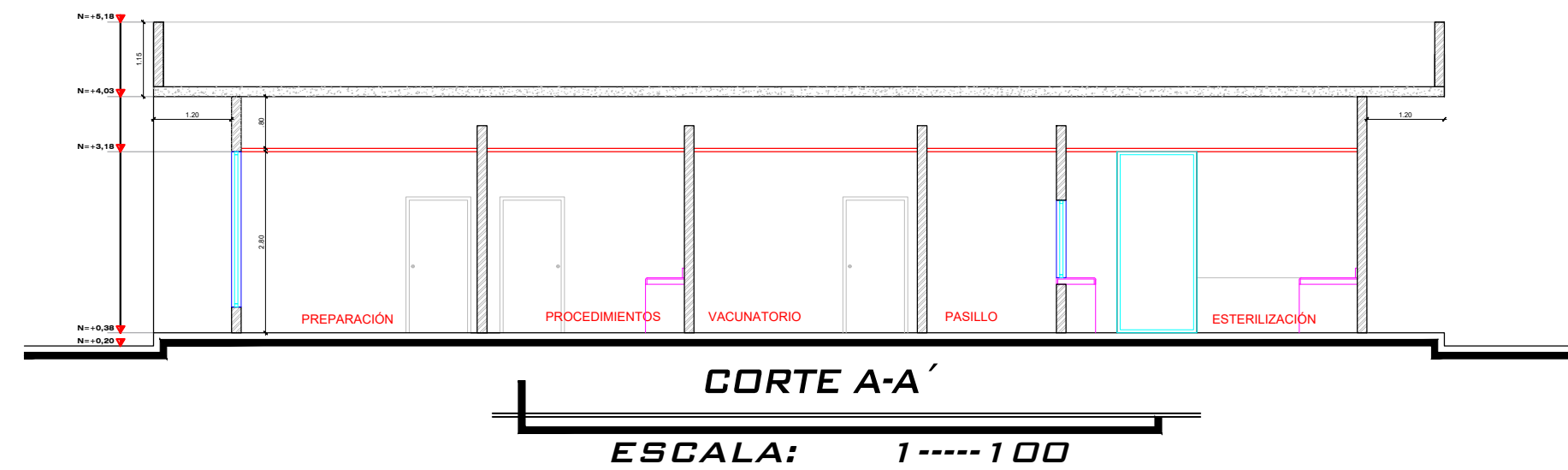
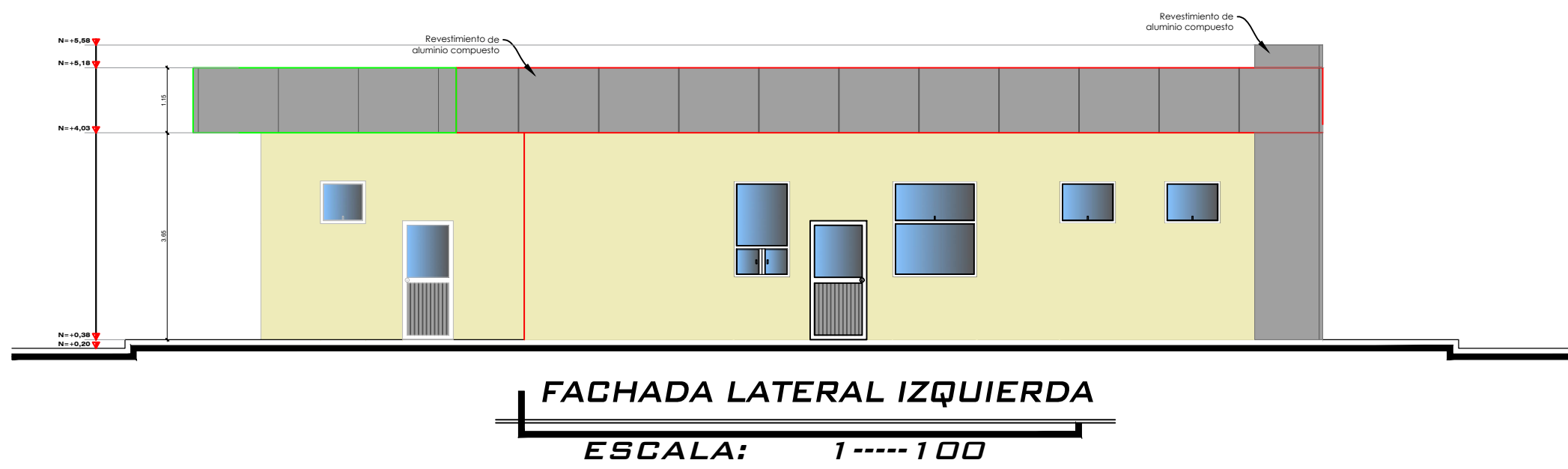
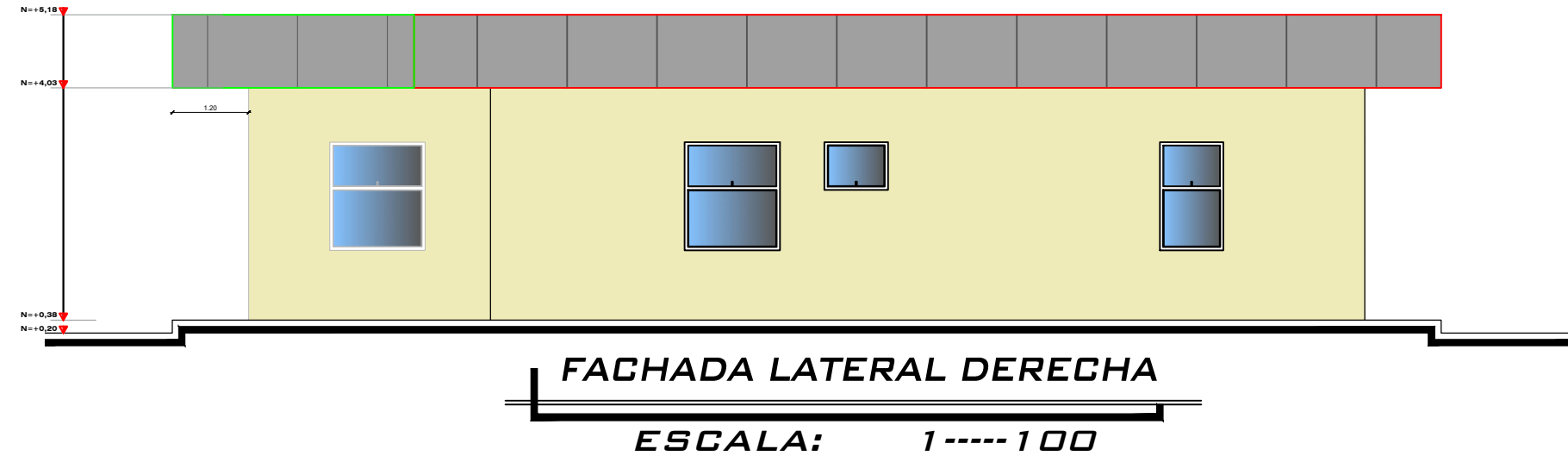
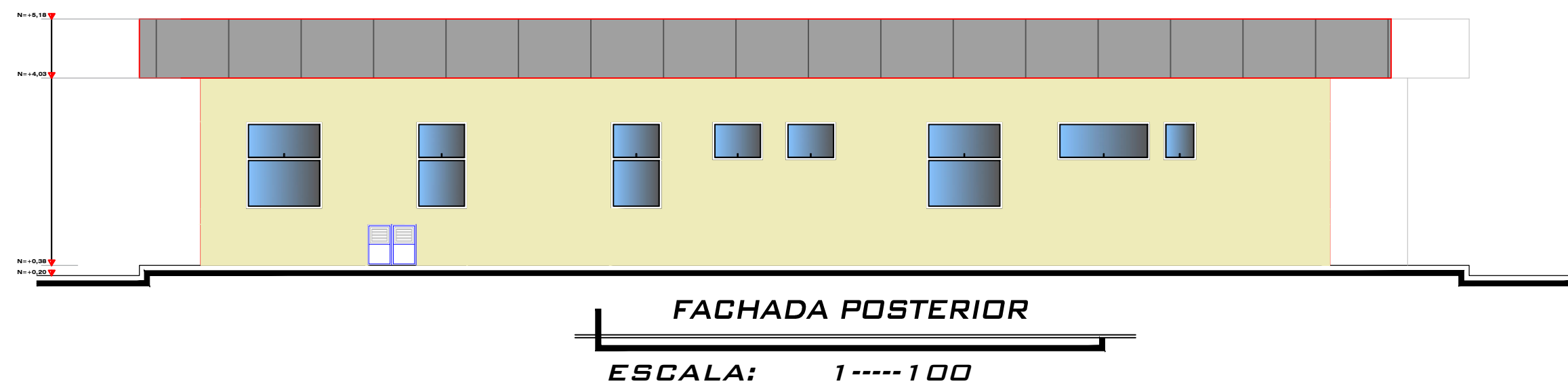
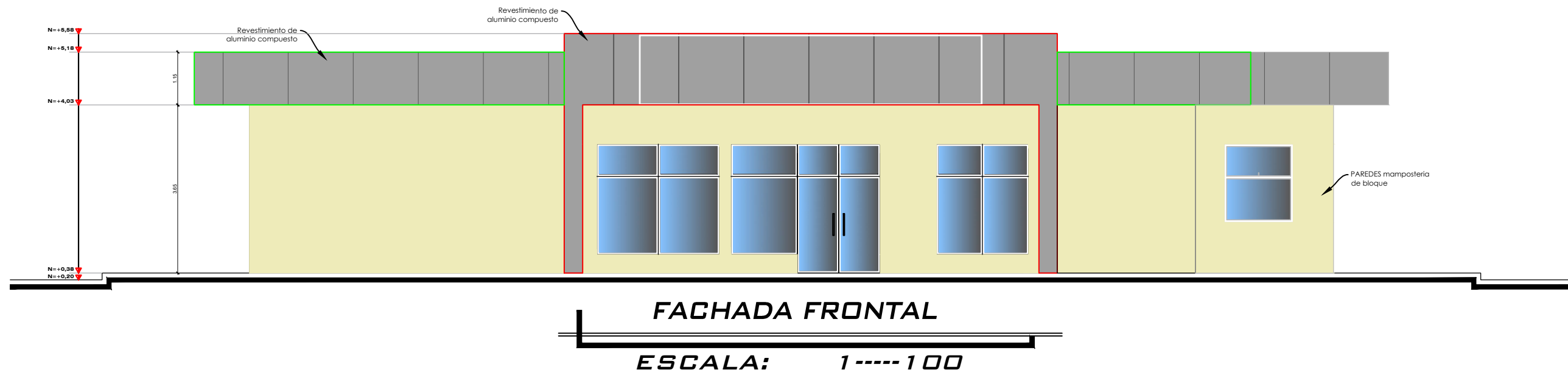
REVISADO POR:

ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

ELABORADO POR:

ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

SELLOS:



PROYECTO:
DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A "EL MURCO" -
PICHINCHA - MEJÍA

UBICACIÓN:
PARROQUIA EL MURCO -
CANTÓN MEJÍA -
PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTENIDO:
FACHADAS Y CORTES EDIFICIO PRINCIPAL

ESCALAS:
INDICADAS

FECHA:
DICIEMBRE 2024

ARQ
3/
4

VALIDADO POR:

DIRECTOR(A) NACIONAL DE
INFRAESTRUCTURA SANITARIA

APROBADO POR:

COORDINADOR(A) ZONAL 7 - SALUD

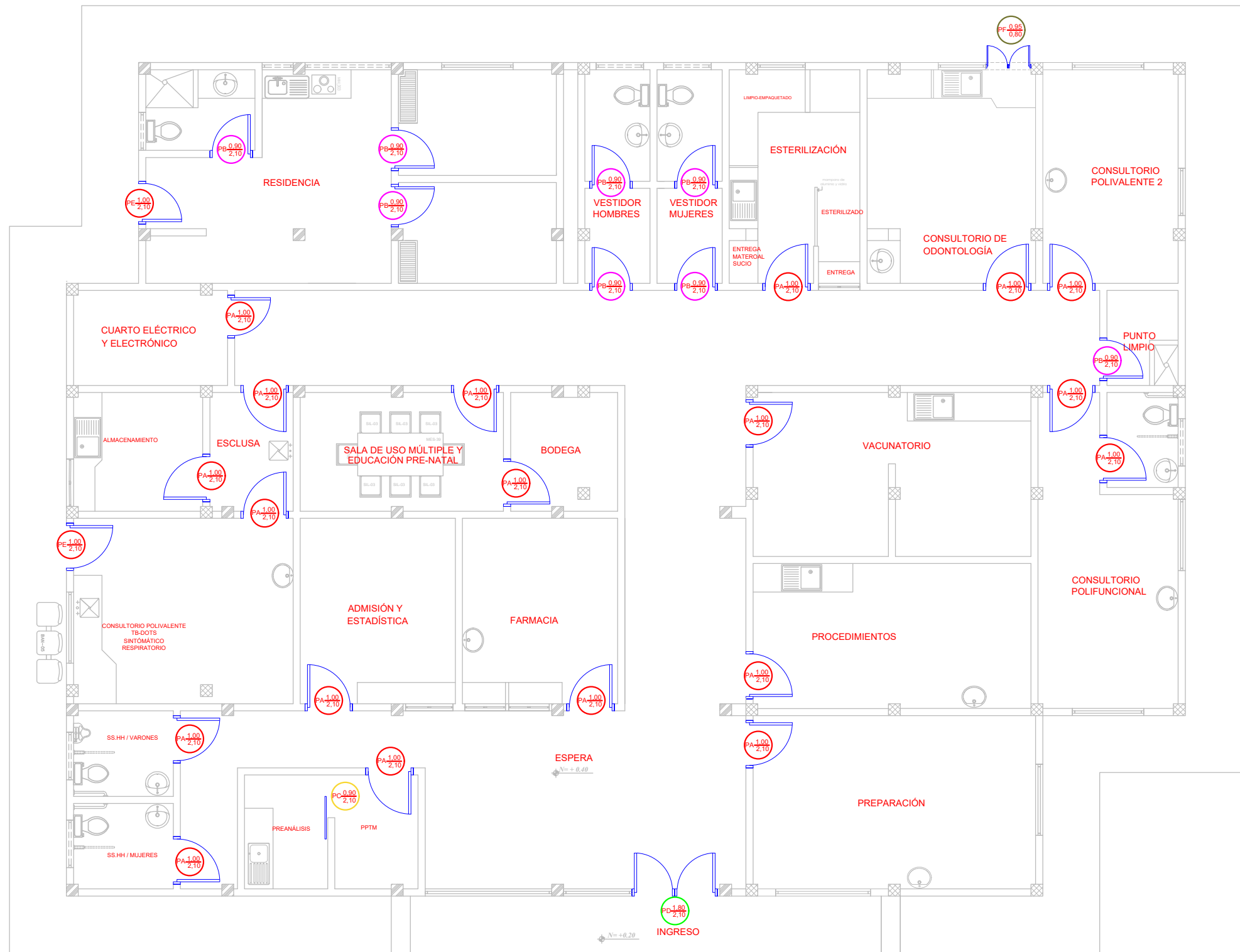
REVISADO POR:

ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCION NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

ELABORADO POR:

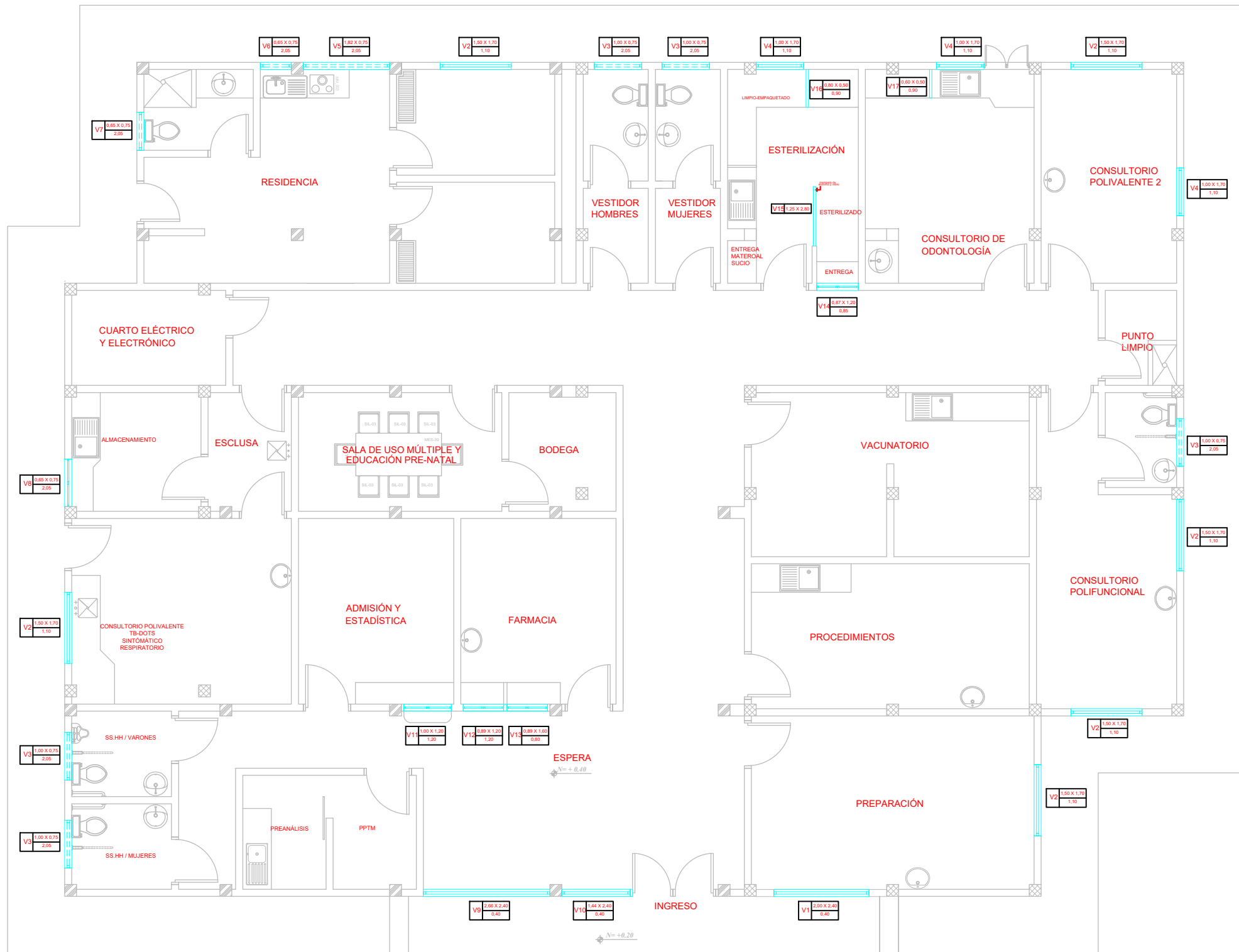
ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCION NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

SELLOS:



CUADRO DE PUERTAS				
SÍMBOLO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
PA	1.00	2.10	19	Puerta tamborada termolaminada
PB	0.90	2.10	9	Puerta tamborada termolaminada
PC	0.90	2.10	1	Puerta corrediza de aluminio y vidrio
PD	1.80	2.10	1	Puerta de aluminio y vidrio ingreso principal
PE	1.00	2.10	2	Puerta de aluminio y vidrio, icluye marco y panel de aluminio compuesto
PF	0.95	0.80	1	Puerta metálica compresor

PUERTAS
ESCALA: 1-----100



CUADRO DE VENTANAS					
SÍMBOLO	ANCHO	ALTO	ANTEPECHO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
V1	2.00	2.40	0.40	1	Mampara
V2	1.50	1.70	1.10	6	Ventana proyectable
V3	1.00	0.75	2.05	5	Ventana proyectable
V4	1.00	1.70	1.10	3	Ventana proyectable
V5	1.82	0.75	2.05	1	Ventana corrediza
V6	0.65	0.75	2.05	1	Ventana fija
V7	0.80	0.75	2.05	1	Ventana proyectable
V8	1.00	1.70	1.10	1	Ventana fija con tarjetero para atención al público
V9	2.66	2.40	0.40	1	Mampara
V10	1.44	2.40	0.40	1	Mampara
V11	1.00	1.20	1.20	1	Ventana fija con tarjetero para atención al público
V12	0.89	1.20	1.20	1	Ventana fija con tarjetero para atención al público
V13	0.89	1.60	0.80	1	Ventana fija con tarjetero para atención al público
V14	0.87	1.20	0.85	1	Ventana fija con tarjetero para atención al público
V15	1.25	2.80	0.00	1	Mampara
V16	0.80	0.50	0.90	1	Ventana fija
V17	0.60	0.50	0.90	1	Ventana fija

VENTANAS
ESCALA: 1-----100

PROYECTO:
DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A "EL MURCO" -
PICHINCHA - MEJÍA

UBICACIÓN:
PARROQUIA EL MURCO -
CANTÓN MEJÍA -
PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTENIDO:
PUERTAS Y VENTANAS - BLOQUE PRINCIPAL

ESCALAS:
INDICADAS

FECHA:
DICIEMBRE 2024

ARQ
4/4

VALIDADO POR:

DIRECTOR(A) NACIONAL DE
INFRAESTRUCTURA SANITARIA

APROBADO POR:

COORDINADOR(A) ZONAL - SALUD

REVISADO POR:

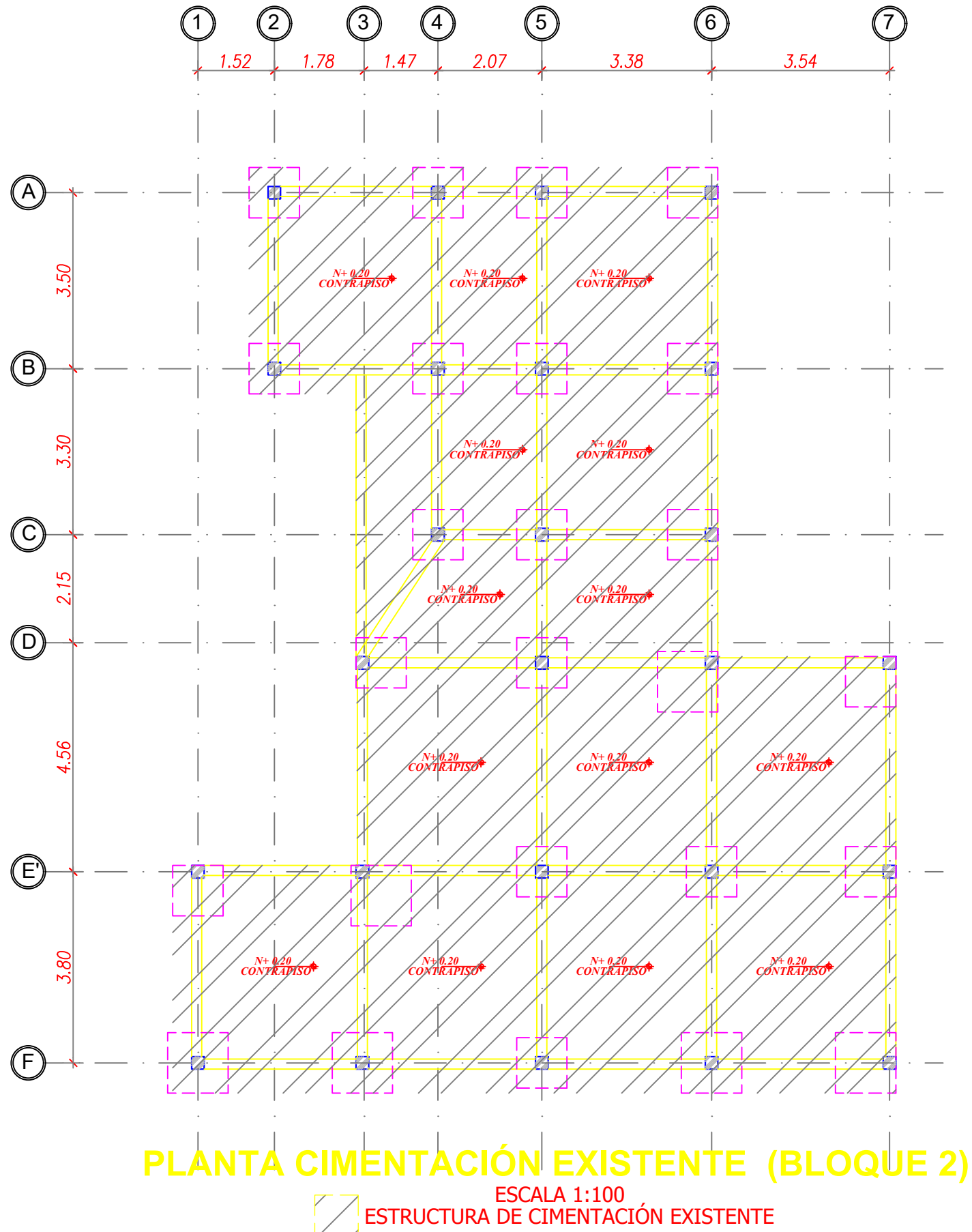
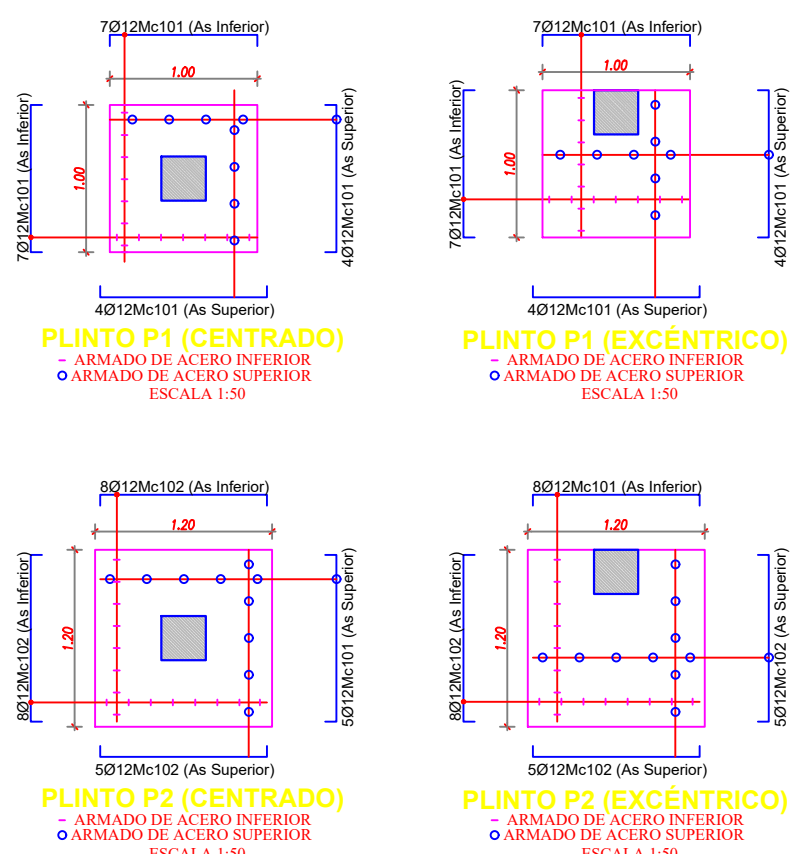
ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

ELABORADO POR:

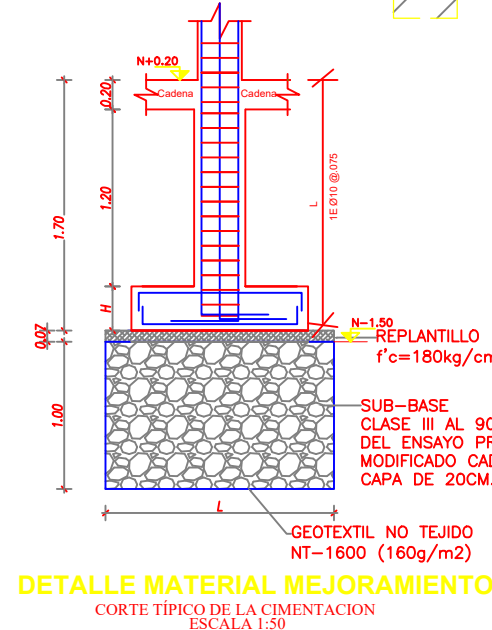
ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

SELLOS:

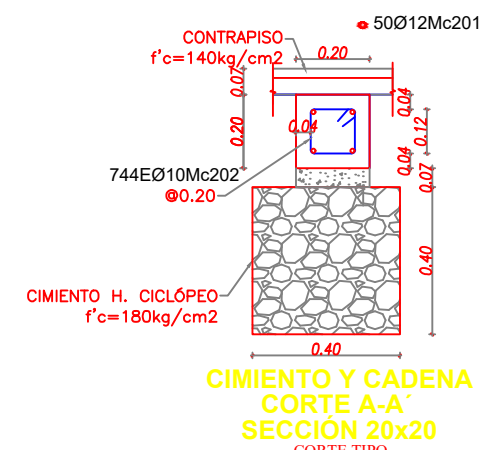
PLANTA CIMENTACIÓN N-1.50 (BLOQUE 3)
ESCALA 1:100



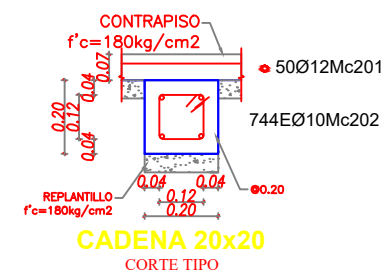
PLANTA CIMENTACIÓN EXISTENTE (BLOQUE 2)
ESCALA 1:100
ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN EXISTENTE



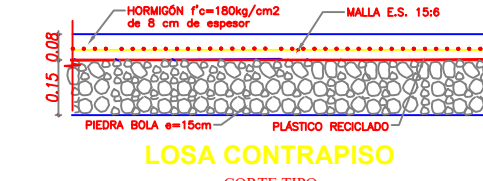
DETALLE MATERIAL MEJORAMIENTO
CORTE TÍPICO DE LA CIMENTACIÓN
ESCALA 1:50



CIMENTO Y CADENA
CORTE A-A'
SECCIÓN 20x20
ESCALA 1:5

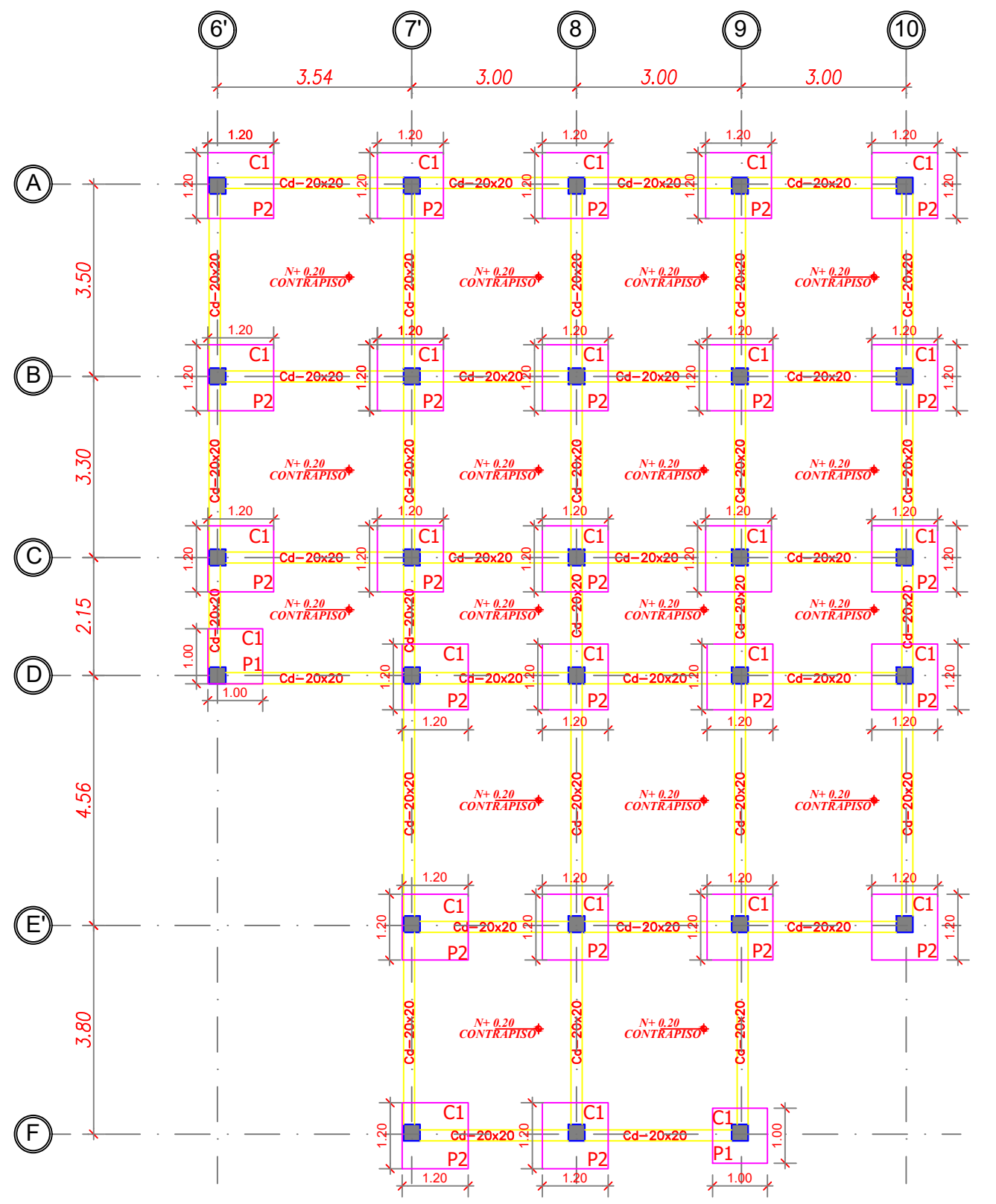


CADENA 20x20
CORTE TÍPO
ESCALA 1:5



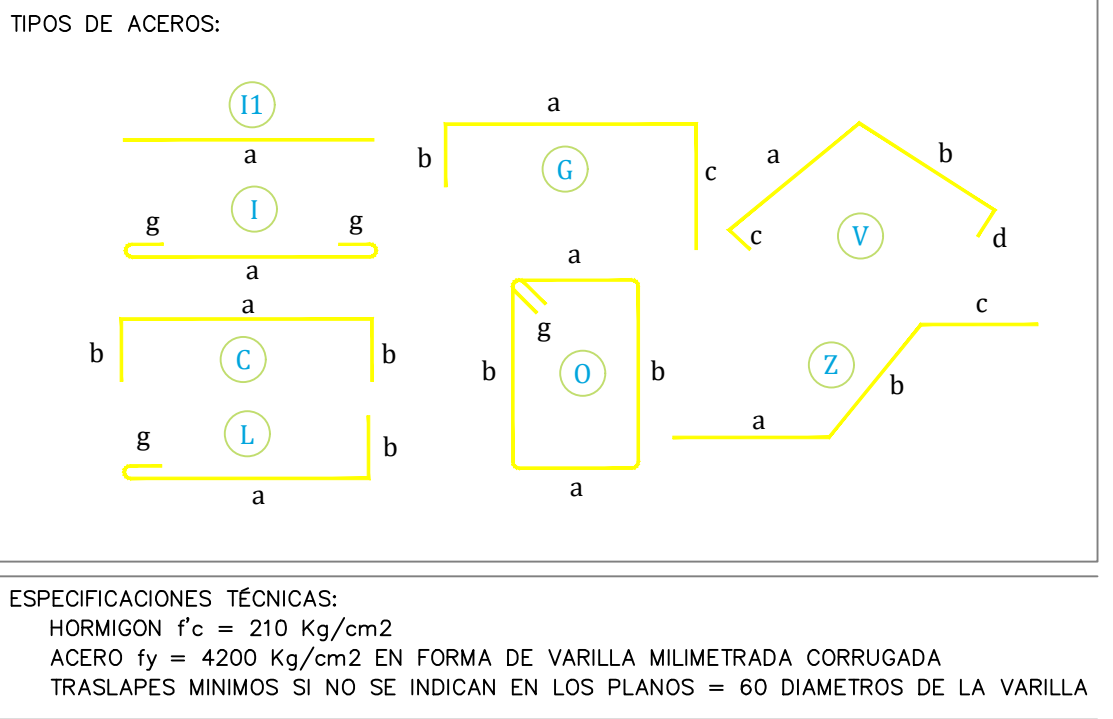
LOSAS CONTRAPISO
CORTE TÍPO
ESCALA 1:5

PLANTA CIMENTACIÓN N-1.50 (BLOQUE 1)
ESCALA 1:100



PLANILLA DE MATERIALES									
PLANILLA DE HIERROS									
MC	Ø	TIPO	DIMENSIONES				LONGITUD CORTE	Nº	LONGITUD TOTAL
			a	b	c	g			
PLINTOS									
101	12	C	0,90	0,20			1,30	44	57,20
102	12	C	1,10	0,20			1,50	858	1287,00
CADENAS									
201	12	I	12,00				12,00	50	600,00
202	10	O	0,14	0,14		0,10	0,76	744	565,44
COLUMNAS									
301	12	L	5,45	0,40			5,85	280	1638,00
302	10	O	0,24	0,24		0,10	1,16	1890	2192,40
303	10	O	0,24			0,10	0,44	3780	1663,20
RESUMEN DE MATERIALES									
ACERO							fy=4200 Kg/ cm2		
φ (mm)		8	10	12	14	16		20	TOTAL
Longitud (m)		0	4421	3582	0	0	0	0	8003,24
Peso Neto (kg)		0	2723	3178	0	0	0	0	5900,92

PLANILLA DE MATERIALES									
PLANILLA DE HIERROS									
MC	Ø	TIPO	DIMENSIONES				LONGITUD CORTE	Nº	LONGITUD TOTAL
			a	b	c	g			
CISTERNA									
401	12	C	2,20	0,15			2,50	168	420,00
402	12	C	2,15	0,15			2,45	78	191,10
403	12	C	3,90	0,15			4,20	52	218,40
404	12	C	2,15	0,15			2,45	108	264,60
405	12	C	3,95	0,15			4,25	60	255,00
406	12	I	1,65				1,65	78	128,70
407	10	G	0,15	0,00		0,08	0,31	260	80,60
RESUMEN DE MATERIALES									
fy=4200 Kg/cm2									
φ (mm)	8	10	12	14	18	20	TOTAL		
Longitud (m)	0	81	1478	0	0,00	0	1558,40		
Peso Neto (kg)	0	50	1311	0	0,00	0	1360,52		



Wtot (Kg) =	7261,44	PLINTOS (m3) =	14,86m3
HORMIGÓN f'c =	210 Kg/cm2	CADENAS (m3) =	5,95m3
COLUMNAS (m3) =	17,33m3	REPLANTILLO (m3) =	5,55m3
MALLA ELECTROSOLDADA 15:6 (m2) =	222,00m2		
HORMIGÓN f'c =	210 Kg/cm2 (Cisterna)=9,00m2		

- Hormigón f'c=210 Kg/cm²
- Resistencia a la fluencia fy=4200 Kg/cm² en forma de varilla corrugada.
- En el diseño de la cimentación se calculó con un esfuerzo admisible de suelo Mejorado cuyo valor es de 16,00 T/m², referido al estudio Geotécnico realizado por la empresa UEAQ.
- El constructor deberá garantizar que se realice la reposición de suelo por mejoramiento. Se recomienda 60 cm. de sub-base clase 3 compactada al 90% sobre geotextil NT. Lo junto entre dos estructuras no debe ser menor de 2-5cm.
- El constructor podrá optar por un programa de corte y empaque de fierros longitudinales de las columnas, para lo que se deberá observar las siguientes recomendaciones:
- No interrumpir la colocación de estribos de columna en los cruces de estos con elementos horizontales.
- En una misma sección no se deberá realizar traslapes de más del 50% de la armadura longitudinal.
- Los traslapes se localizarán en el tercio medio de la luz libre, serán alternados y de una longitud libre de 60db diámetros.
- El constructor podrá optar por un programa de corte y empaque de fierros longitudinales de las vigas, para lo cual se deberá observar las siguientes recomendaciones:
- Los traslapes del acero superior se localizarán en el centro de la viga y de una longitud libre de 60db diámetros.
- Los traslapes del acero inferior se localizarán en el tercio medio de la luz libre, serán alternados y de una longitud libre de 60db diámetros.
- Para hormigón en condiciones de control en planta:
- El constructor podrá optar por un programa de corte y empaque de mallas electrosoldadas para lo que se deberá observar las siguientes recomendaciones:
- El trasape proporcionado de malla de alambre corrugado soldado deberá cumplir con el código ACI 318-15.
- En cualquier caso, el trasape mínimo deberá ser de 20 cm, e incluir dos varillas transversales en cada malla.
- Se deberá proporcionar el siguiente recubrimiento al acero de refuerzo:
- Para hormigón en condiciones de control en planta:
- Hormigón expuesto al suelo o a la acción del clima, para muros 4,0 cm, para otros elementos tales como pilto 7,5 cm.
- Hormigón no expuesto al suelo o ni a la acción del clima para losas, muros, nervaduras 3,0 cm, para vigas, columnas en refuerzo principal entre 2,5 cm hasta 4 cm para Estribos 2,5 cm.
- Para hormigón preparado en obra:
- Hormigón expuesto al suelo y permanentemente expuesto a el 7,5 cm
- Hormigón expuesto al suelo o a la acción del clima 5 cm.
- Hormigón no expuesto al suelo o ni a la acción del clima, para losas, muros, nervaduras 3,0 cm, para vigas, columnas en refuerzo principal 4 cm para Estribos 4 cm.
- El constructor, para garantizar la seguridad en la excavación para usar un sistema de Tablestacos, que servirá a su vez de soporte de la excavación y posteriormente de encofrado.

NORMAS: NEC-SE-2015. Norma Ecuatoriana de la Construcción y/o código ACI 318 - 15

PROYECTO:
DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A DE "EL MURCO - PICHINCHA - MEJÍA

UBICACIÓN:
PARROQUIA EL MURCO - CANTÓN MEJÍA - PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTENIDO:
-CIMENTACIÓN, -COLUMNAS
-CISTERNA
-DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALAS:
INDICADAS

FECHA:
DICIEMBRE 2024

EST
1/2

VALIDADO POR:
DIRECTOR(A) NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

APROBADO POR:
COORDINADOR(A) ZONAL 7 - SALUD

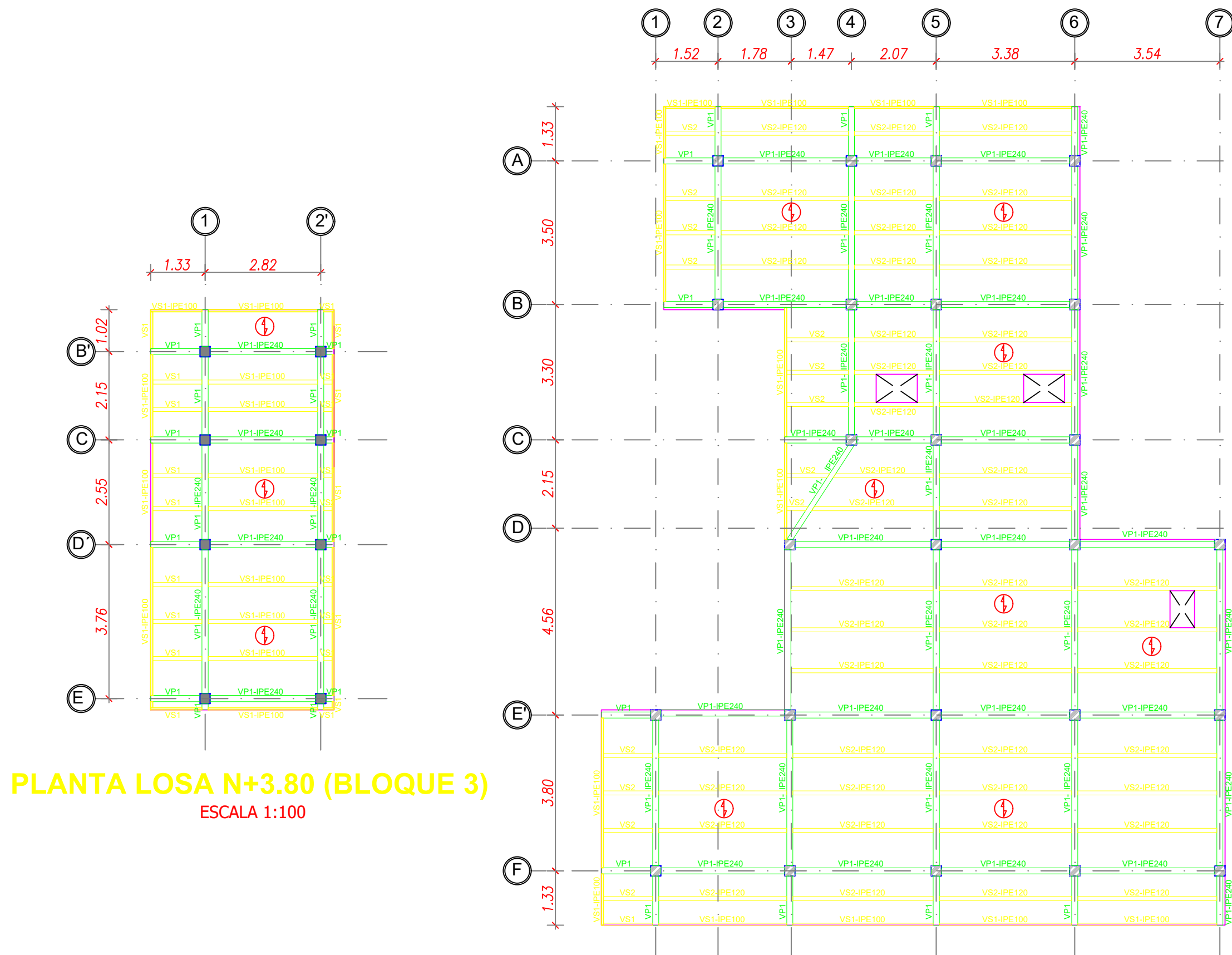
REVISADO POR:
ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCION NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

ELABORADO POR:
ANALISTA DEL PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y SISTEMAS CONEXOS DE COMUNICACIÓN DEL PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN EN SALUD

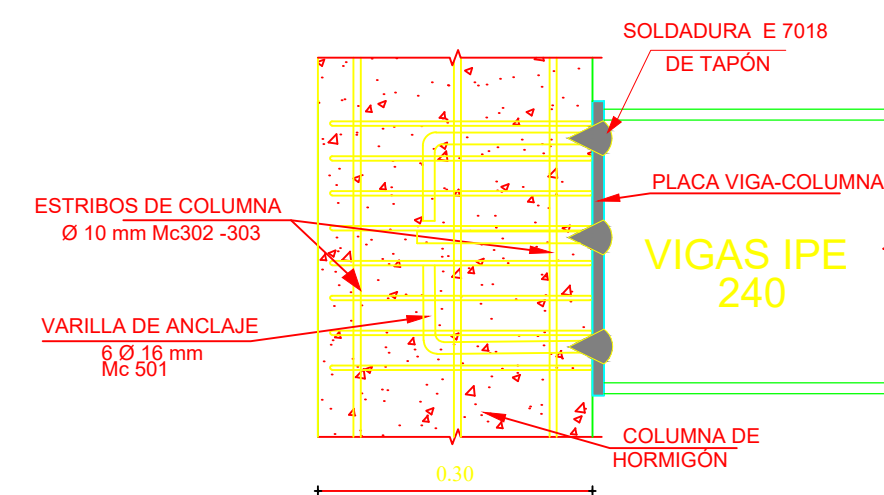
SELLOS:

CUADRO DE PLINTOS (BLOQUE 1)						
TIPO	No.	DIMENSIONES			NIVEL	UBICACIÓN
		A	B	H		
P1	02	1,00	1,00	0,30	N-1.50	DF, F9
P2	25	1,20	1,20	0,30		

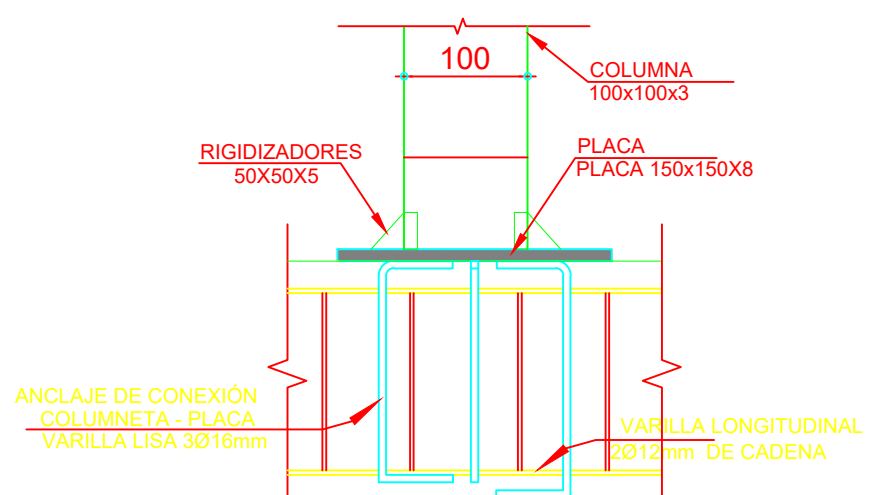
CUADRO DE PLINTOS (BLOQUE 3)						
TIPO	No.	DIMENSIONES			NIVEL	UBICACIÓN
		A	B	H		
P2	08	1,20	1,20	0,30	N-1.50	1 (B, C, D, E), 2 (B, C, D, E)



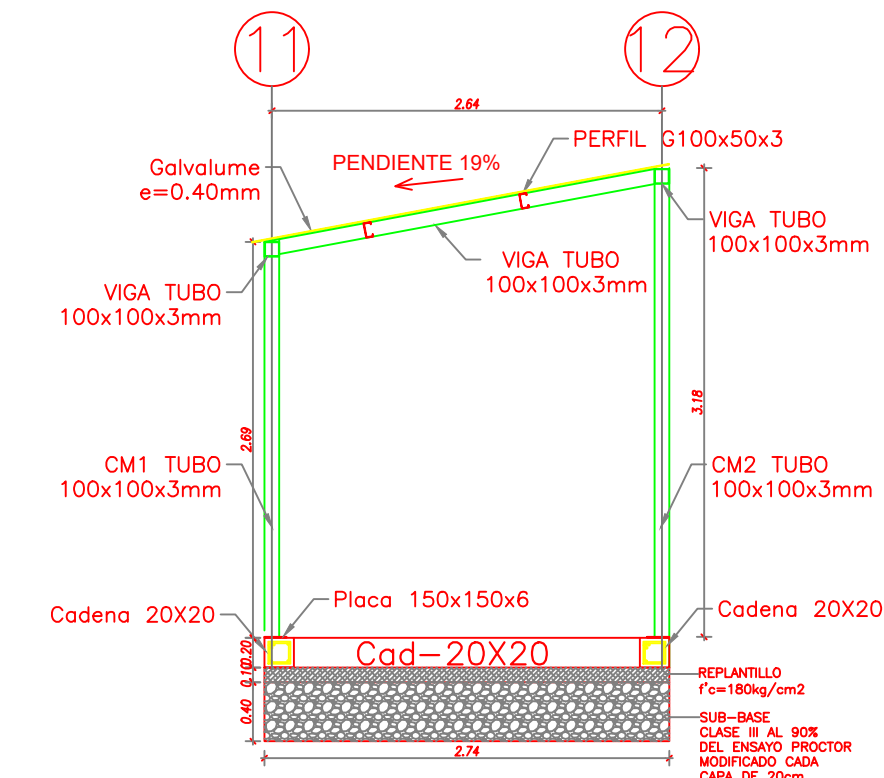
PLANTA LOSA N+3.80 (BLOQUE 2)
ESCALA 1:100



DETALLE 1
CONEXIÓN PLACA -
VIGAS IPE EN
COLUMNAS H.A.
ESCALA: S/E

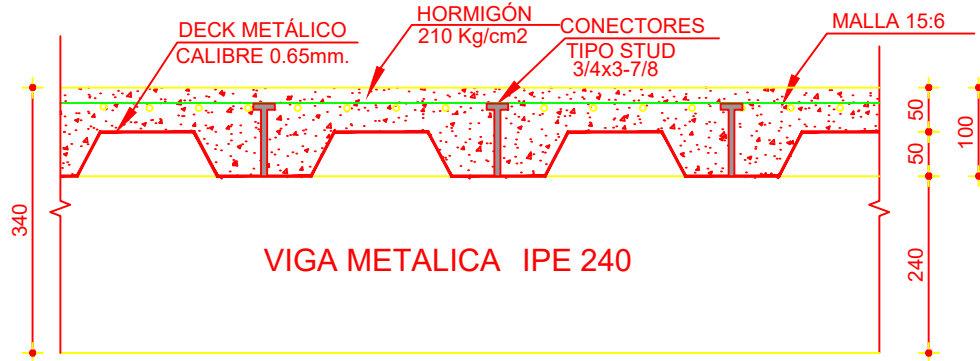


CONEXIÓN PLACA BASE - CADENA
ESCALA: S/E

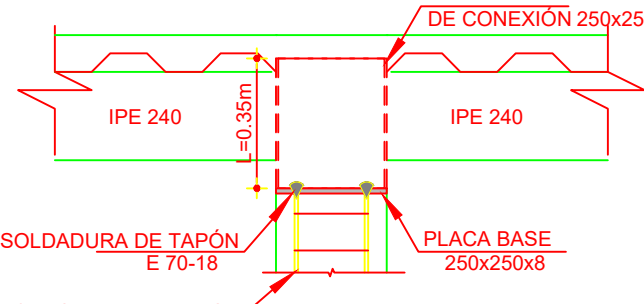


DETALLE TRANSVERSAL
CUARTO DE CISTERNA - BOMBAS
ESCALA 1:50

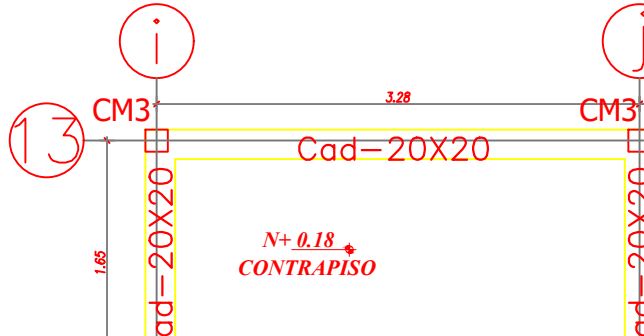
PLANTA LOSA N+3.80 (BLOQUE 1)
ESCALA 1:100



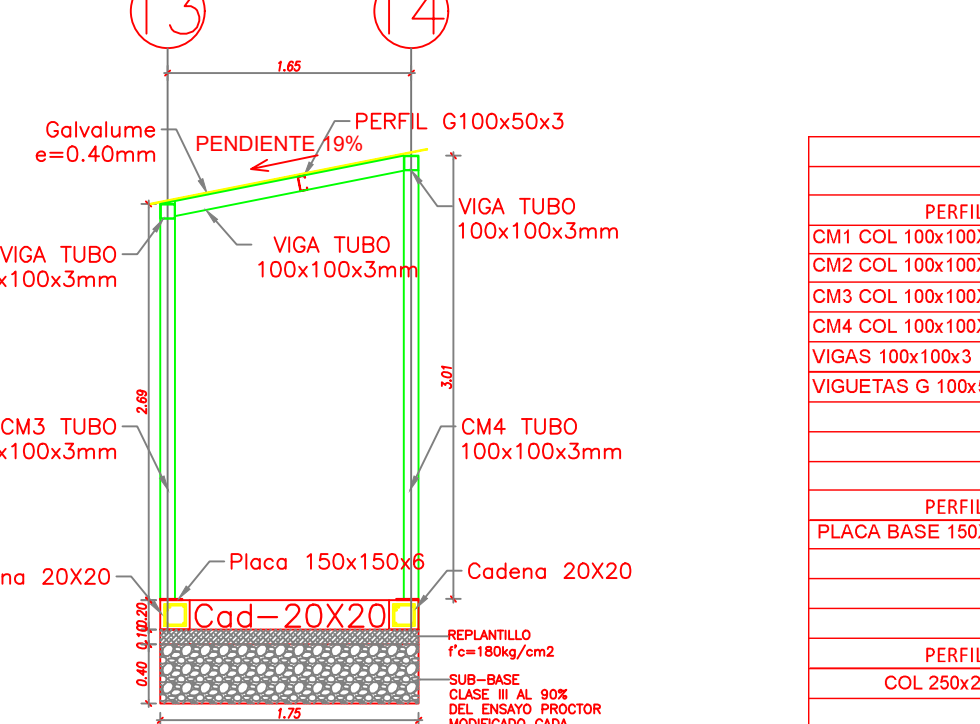
CORTE TÍPICO DE
LOSA Nv +3.80
ESCALA 1:10



DETALLE 4
CONEXIÓN PLACA
COLUMNA EXISTENTE - COLUMNA METÁLICA
ESCALA S/E



PLANTA CUARTO DESECHOS
ESCALA: 1:50



DETALLE TRANSVERSAL
CUARTO DE DESECHOS
ESCALA 1:50

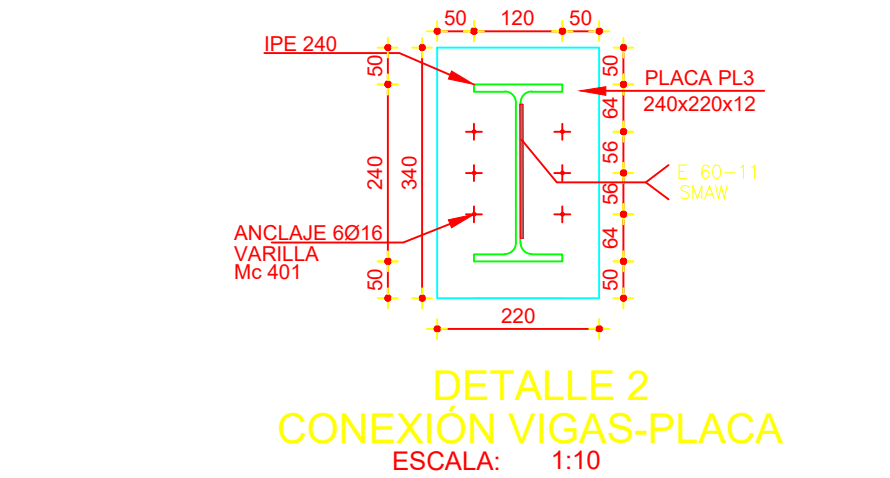
PLANILLA DE MATERIALES									
PLANILLA DE HIERROS									
M.C	ø	TIPO	DIMENSIONES				LONGITUD CORTE	Nº	LONGITUD TOTAL
			a	b	c	g			
VARILLA DE ANCLAJE PLACA			COLUMNA DE HORMIGÓN						
501	16	L	0,20	0,15			0,35	1380	483,00
VARILLA DE ANCLAJE PLACA - CADENA									
502	16	L	0,20	0,15			0,35	36	12,60
RESUMEN DE MATERIALES									
ACERO							fy=4200 Kg/cm ²		
i (mm)	8	10	12	14	16	20	TOTAL		
Longitud (m)	0	0	0	0	0	495,60	0	495,60	
Peso Neto (kg)	0	0	0	0	0	781,54	0	781,54	

CUADRO DE VIGAS LOSA N+3.80 BLOQUE 1			
ACERO A-36			
VIGA	L. VIGA (m)	PESO (kg/m)	PESO (kg)
VS1- IPE 100	57,59	8,10	466,48
VS2 - IPE 120	186,82	10,40	1942,93
VP1 - IPE 240	146,03	30,70	4483,12
		TOTAL	6892,53

CUADRO DE VIGAS LOSA N+3.80 BLOQUE 2			
ACERO A-36			
VIGA	L. VIGA (m)	PESO (kg/m)	PESO (kg)
VS1- IPE 100	38,85	8,10	314,69
VS2 - IPE 120	158,68	10,40	1650,27
VP1 - IPE 240	136,05	30,70	4176,66
		TOTAL	6141,61

CUADRO DE VIGAS LOSA N+3.80 BLOQUE 3			
ACERO A-36			
VIGA	L. VIGA (m)	PESO (kg/m)	PESO (kg)
VS1- IPE 100	55,19	8,10	447,04
VP1 - IPE 240	33,46	30,70	1027,22
		TOTAL	1474,26

PLACAS DE ANCLAJE COLUMNAS HORMIGÓN - VIGAS				
ACERO A-36				
PERFIL	Volumen placa (m ³)	Número	V. total (m ³)	PESO (kg)
PLACA ANCLAJE 240x220 e=12mm	0,00063	230	0,1457	1143,96
			TOTAL	1143,96



DETALLE 2
CONEXIÓN VIGAS-PLACA
ESCALA: 1:10

Acero estructural

RESISTENCIA DE LA SOLDADURA A UTILIZAR SEGUN AWS 60 KSI Y 70 KSI
LA RESISTENCIA DEL ACERO ESTRUCTURAL/PERFILES A36 fy=2530 kg/cm²
NORMAS UTILIZADAS: NEC-SE-AC

Wtot (Kg) = 781,54
ACERO A-36 = 16831,34 Kg
Deck e=0,65mm = 500,00 m²
HORMIGÓN f'c = 210 Kg/cm²
LOSAS EN BLOQUES 1,2 y 3 Nv+3.80(m³)= 35,00m³
MALLA ELECTROSOLDADA 15:6 (m²)=500,00m²
GALVALUME e=0,40mm= 28,00m²
CADENAS (m³)= 2,00m³

- Hormigón f'c=210 Kg/cm²
- Resistencia a la fluencia fy=4200 Kg/cm² en forma de varilla corrugada.
- En el diseño de la cimentación se calculó con un esfuerzo admisible de suelo Mejorado cuyo valor es de 16,00 T/m², referido al estudio Geotécnico realizado por la empresa JEARQ.
- El constructor deberá garantizar que se realice la reposición de suelo por mejoramiento. Se recomienda 60 cm. de sub-base clase 3 compactada al 90% sobre geotextil NT. La junta entre dos estructuras no debe ser menor de 2,50cm.
- El constructor podrá optar por un programa de corte y empale de hierros longitudinales de las columnas, para lo que se deberá observar las siguientes recomendaciones:
 - No interrumpir la colocación de estribos de columna en los cruces de estos con elementos horizontales.
 - En una misma sección no se deberá realizar traspases de más del 50% de la armadura longitudinal.
- Los traspases se localizarán en el tercio medio de la luz libre, serán alternados y de una longitud libre de 600x diámetros.
- El constructor podrá optar por un programa de corte y empale de hierros longitudinales de las vigas, para lo cual se deberá observar las siguientes recomendaciones:
 - Los traspases del acero superior se localizarán en el centro de la viga y de una longitud libre de 600x diámetros.
- Acero Estructural A-36
- NORMAS: NEC-SE-2015. Norma Ecuatoriana de la Construcción y/o código ACI 318 - 15

PROYECTO:

DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A DE "EL MURCO -
PICHINCHA - MEJÍA

UBICACIÓN:

PARROQUIA EL MURCO -
CANTÓN MEJÍA -
PROVINCIA DE PICHINCHA

CONTENIDO:

- LOSAS DE BLOQUES 1, 2 y 3 Nv+3.80
- CUARTO DE BOMBAS, CUARTO DE DESECHOS
- DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALAS:

INDICADAS

FECHA:

DICIEMBRE 2024

VALIDADO POR:

DIRECTOR(A) NACIONAL DE
INFRAESTRUCTURA SANITARIA

APROBADO POR:

COORDINADOR(A) ZONAL - SALUD

REVISADO POR:

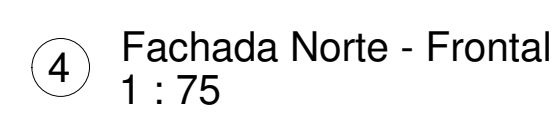
ESPECIALISTA / ANALISTA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA
DIRECCIÓN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

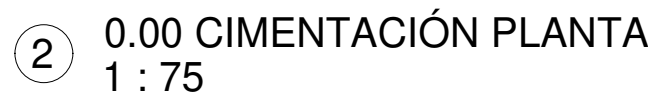
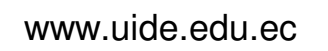
ELABORADO POR:

ANALISTA DEL PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA,
EQUIPAMIENTO Y SISTEMAS CONEXOS DE COMUNICACIÓN DEL PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN EN SALUD

SELLOS:

EST
2/2



[illegible][illegible]

DISEÑO CENTRO DE
SALUD TIPO A "EL
MURCO" - PICHINCHA -
MEJIA

ZAPATAS Y CADENAS

Dibujo

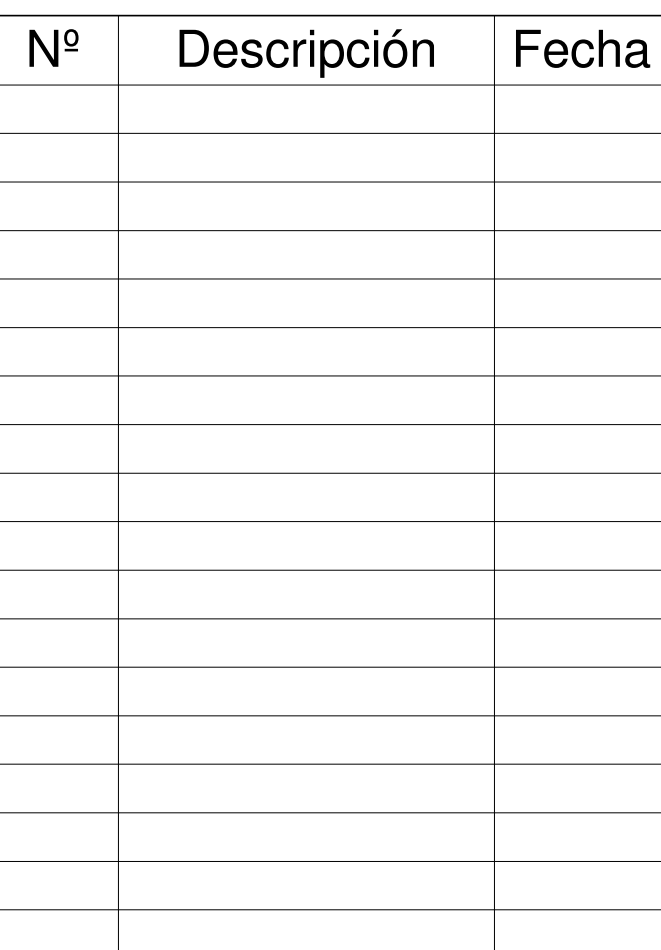
GUANOCHANGA FRANKLIN
TAPIA CRISTIAN

Fecha	12/12/2024
-------	------------

ES01

Escala	1 : 75
--------	--------

Escala	Como se indica
--------	----------------

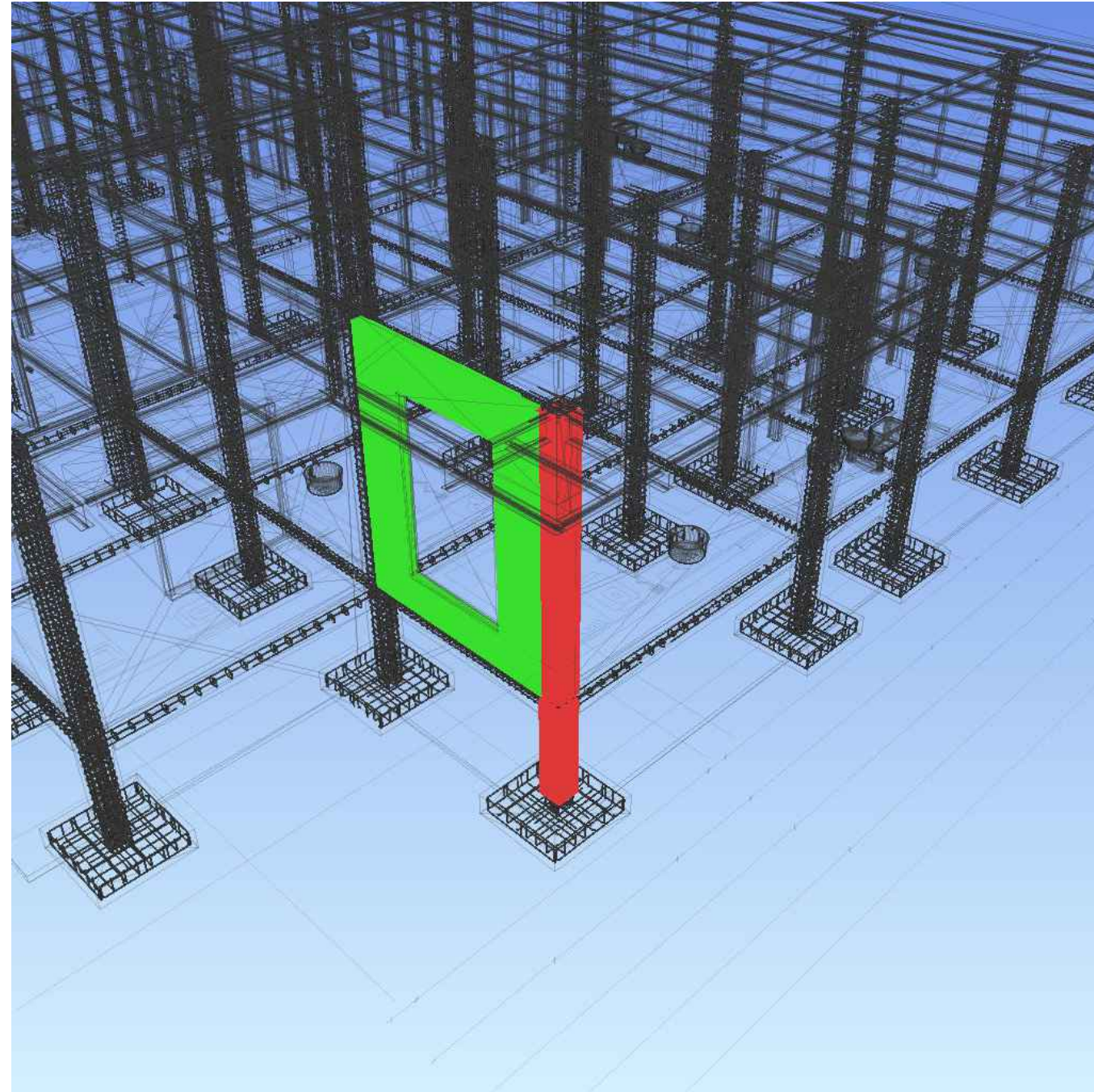


DETALLES DE MODELADO

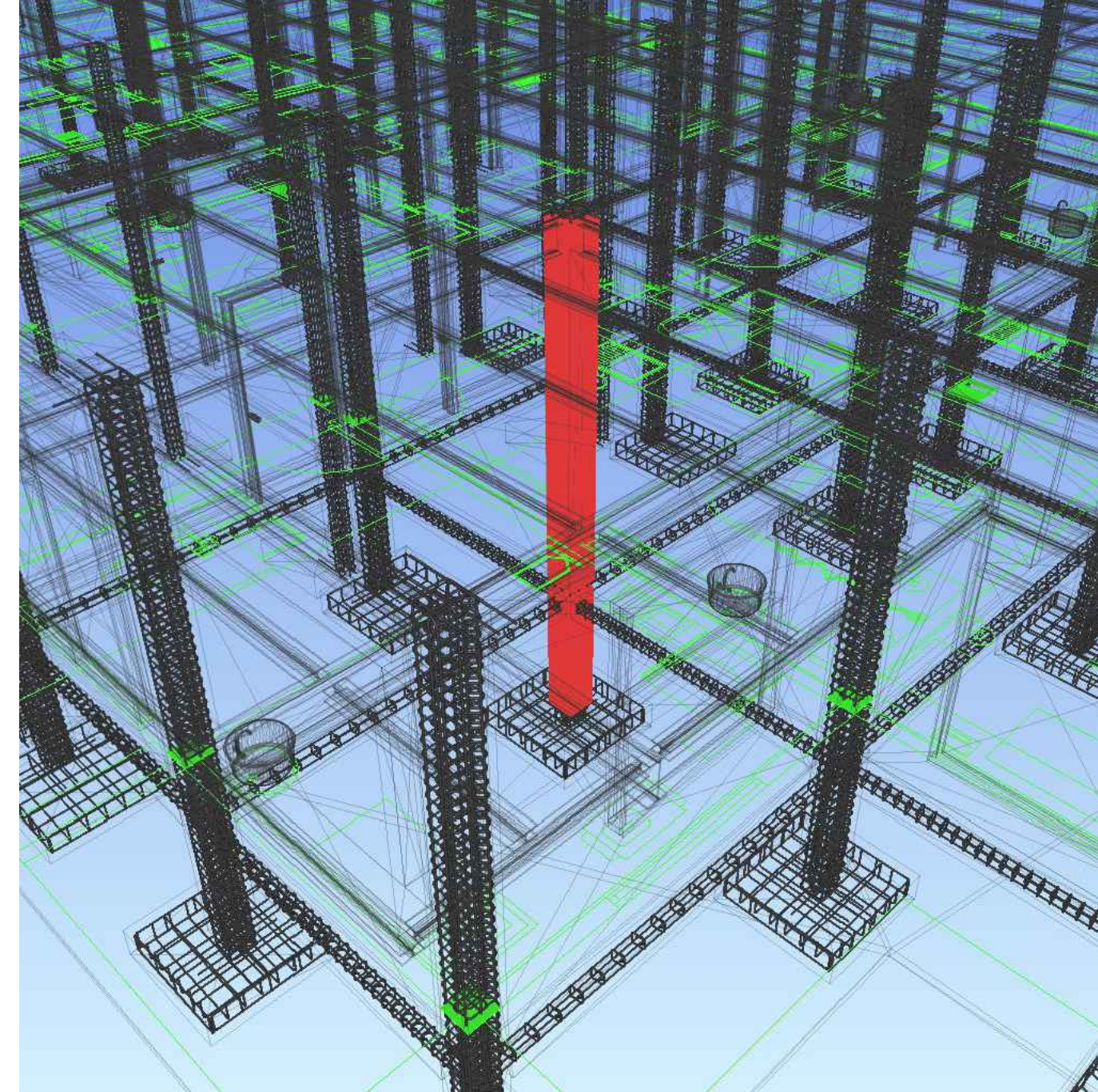
Fecha	12/12/24
-------	----------

Escala

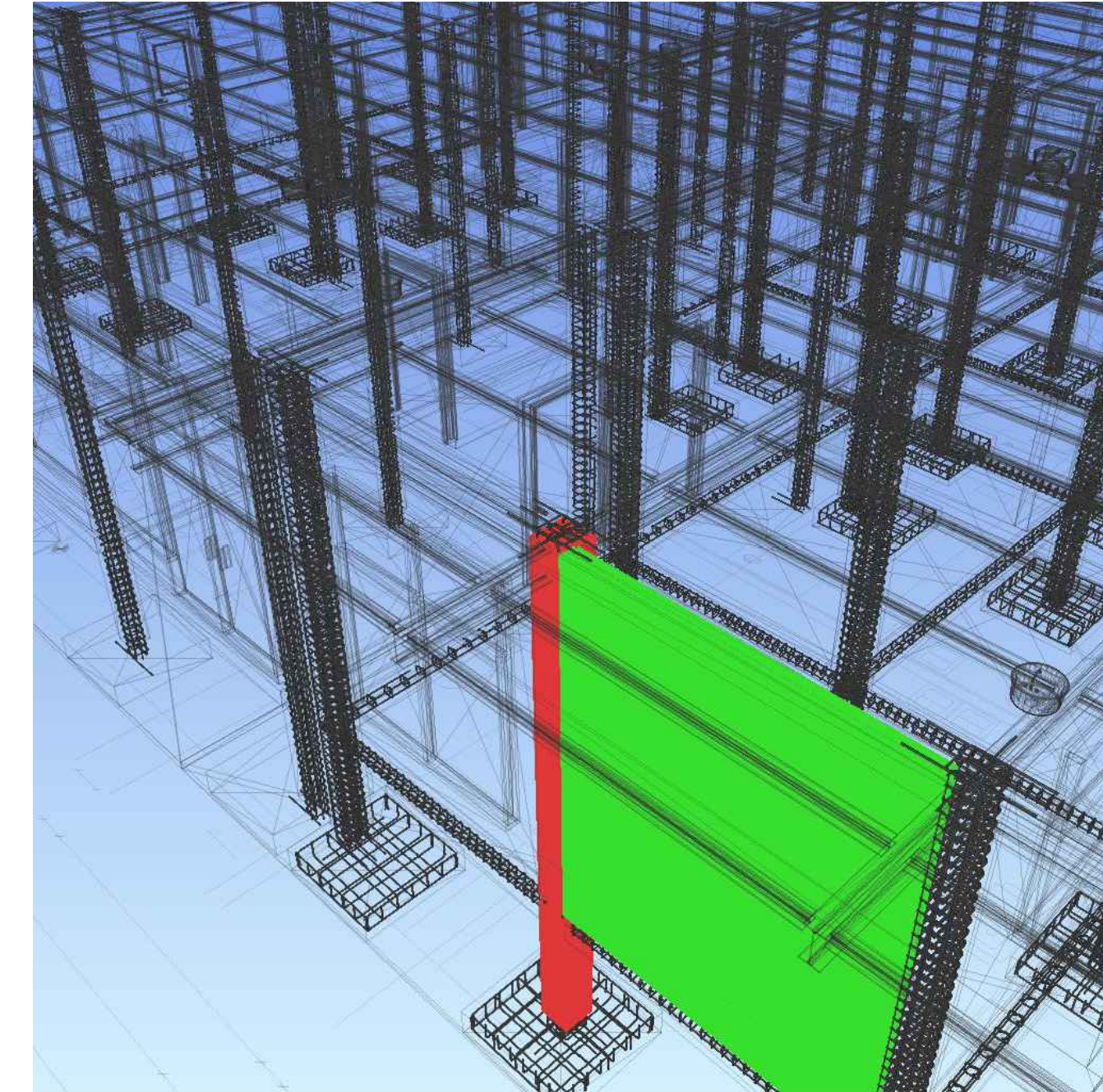




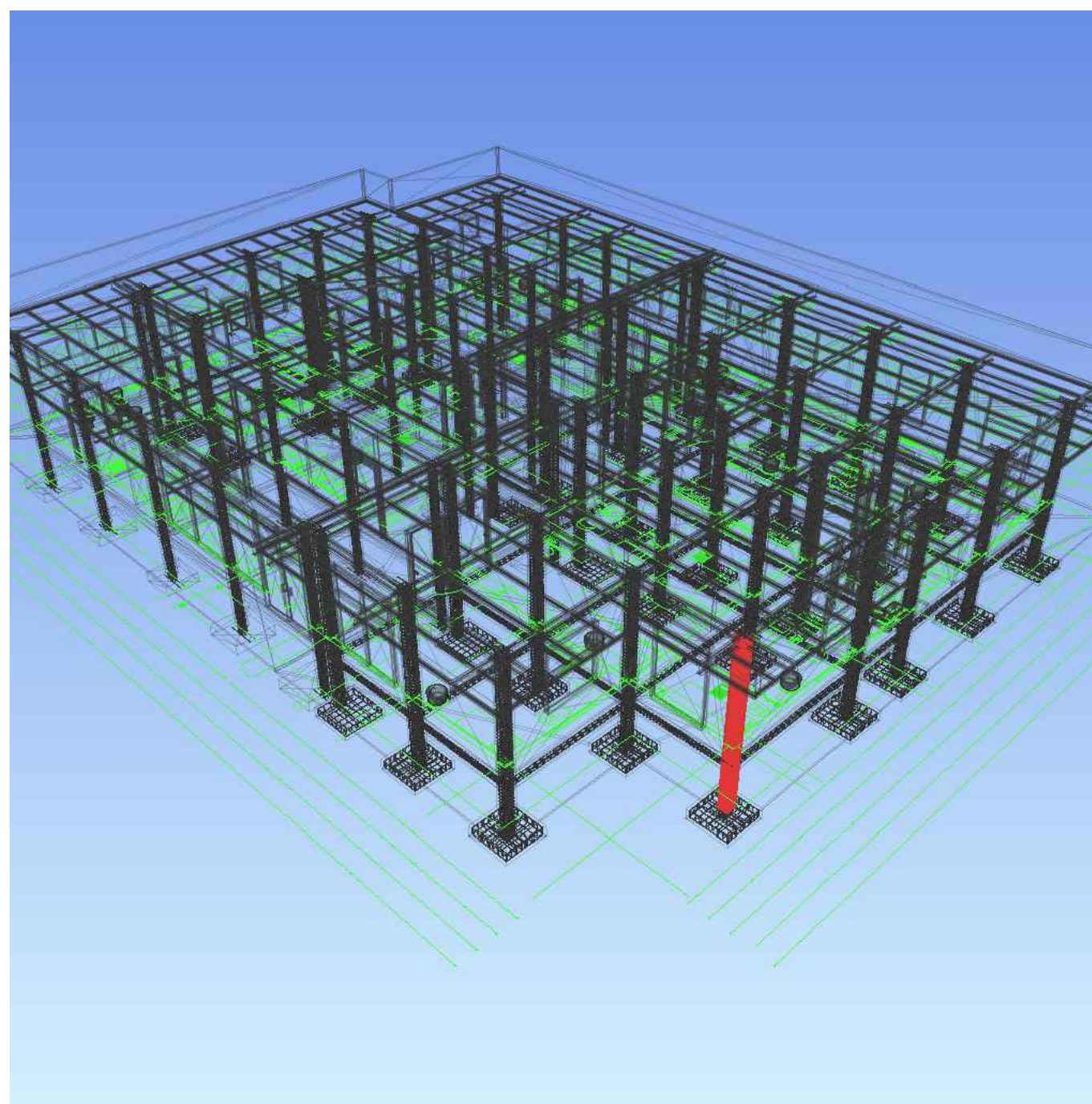
① ELEMENTO 1: ID de elemento162213
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar
ELEMENTO 2: ID de elemento175954
Muro básico
Distancia : -0.050m
Descripción: Estático



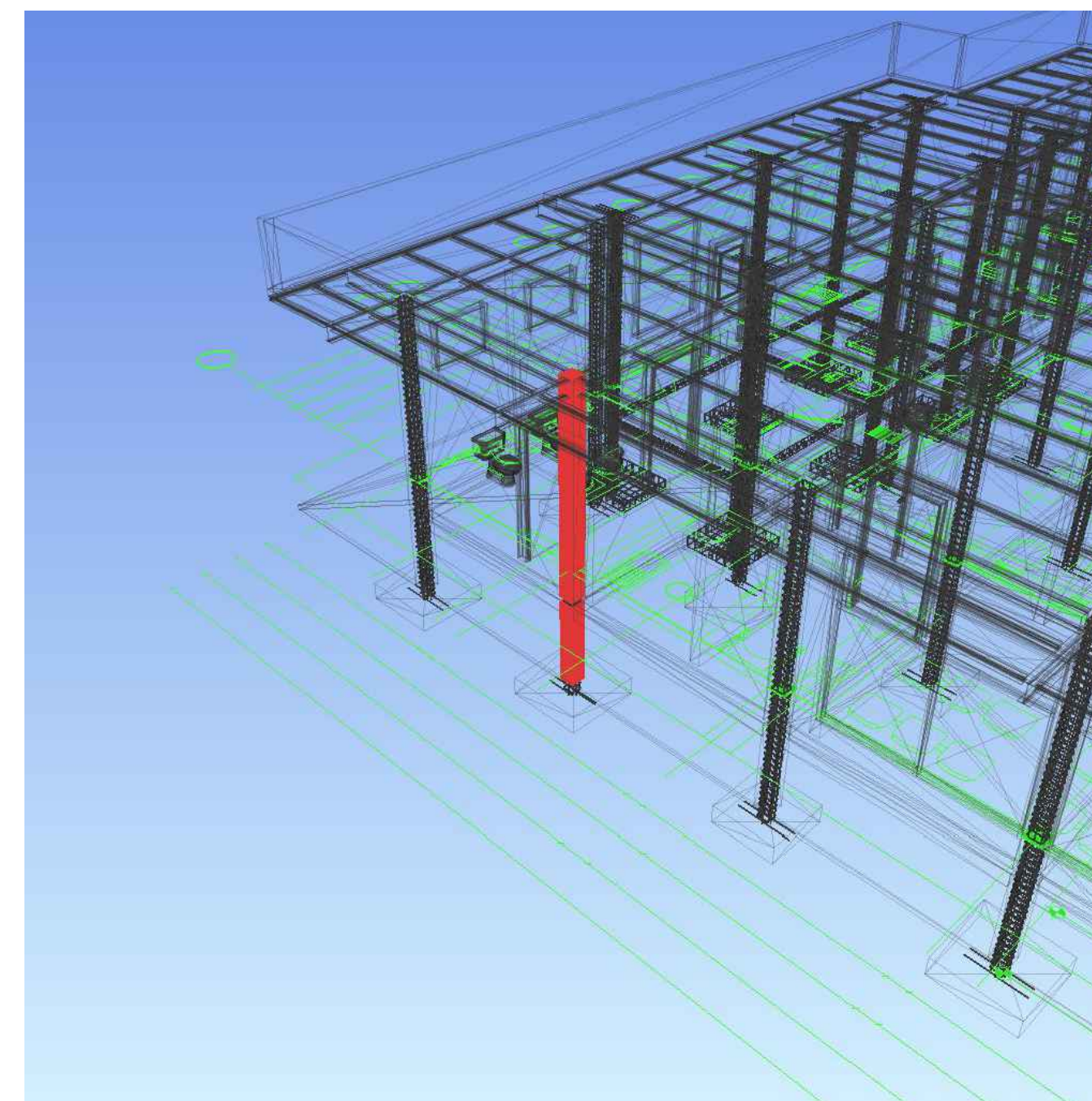
② ELEMENTO 1: ID de elemento 162318
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar
ELEMENTO 2: ID de elemento 175898
Muro básico
Distancia : -0.025m
Descripción: Estático



③ ELEMENTO 1: ID de elemento 162243
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar
ELEMENTO 2: ID de elemento 175956
Muro básico
Distancia : -0.050m
Descripción: Estático



④ ELEMENTO 1: ID de elemento 162213
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar
ELEMENTO 2: ID de elemento 175898
Muro básico
Distancia : -0.025m
Descripción: Estático



⑤ ELEMENTO 1: ID de elemento 161248
M_Hormigón-Cuadrado-Pilar
ELEMENTO 2: ID de elemento 175898
Muro básico
Distancia : -0.020m
Descripción: Estático



www.uide.edu.ec

[illegible]

DISEÑO CENTRO DE SALUD TIPO A "EL MURCO" - PICHINCHA - MEJIA

DETALLES DE INTERFERENCIAS NAVISWORKS

Dibujo

GUANOCHANGA FRANKLIN
TAPIA CRISTIAN

Fecha	12/12/2024
-------	------------

ES04

Escala