



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Jaime Quinde Huamán

<https://orcid.org/0000-0003-2831-328X>

Braulio Huaman Cordova

<https://orcid.org/0000-0003-2294-4865>

Asesor:

Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas

<https://orcid.org/0000-0002-3646-5550>

Tarapoto, Perú

2024



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis


Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil


Autores

Jaime Quinde Huamán
Braulio Huaman Cordova

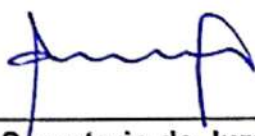
Sustentado y aprobado el 31 de mayo del 2024 por los siguientes jurados:



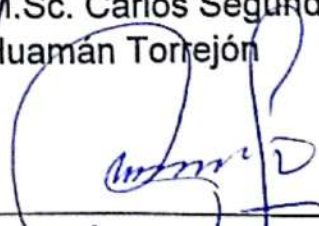
Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Víctor Eduardo
Samamé Zatta



Vocal de Jurado:
Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo
García Ramírez



Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Carlos Segundo
Huamán Torrejón



Asesor:
Ing. M.Sc. Carlos Enrique
Chung Rojas

Tarapoto, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL
Y ARQUITECTURA



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**Acta de Sustentación de Trabajo de
Investigación Para Título de
Ingeniero Civil N°...797...**



Jurado reconocido con Resolución N° 382-2023-UNSM/FICA-CF-NLU

Facultad: Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela profesional de Ingeniería Civil

A las 11:15 horas del día Viernes 31 de Mayo de 2024 inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación: “SIMULACIÓN Y MEJORAMIENTO DE UN SISTEMA DE DRENAJE URBANO IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIM, EN LA CIUDAD DE TARAPOTO”, para optar el título de Ingeniero, presentado por los Bachilleres Jaime Quinde Huamán y Braulio Human Cordova con asesoría de Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta (presidente del jurado), Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón (secretario), Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo García Ramírez (vocal), y acompañados por Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° 013-2024-UNSM/FICA

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor. Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Diecisiete (...17...); tal como se deja constar en la siguiente descripción:



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es Aprobatoria y correspondiente a la calificación de Diecisiete. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo de treinta (30) días calendario.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 797 De la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12:45 horas, el mismo día de Viernes 31 de Mayo del 2024



Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón
Secretario del Jurado



Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta
Presidente del Jurado



Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo García Ramírez
Vocal del Jurado



Bach. Jaime Quinde Huamán
Autor



Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas
Asesor



Bach. Braulio Huaman Cordova
Autor

Declaratoria de autenticidad

Jaime Quinde Huamán, con DNI N° 76844582, y **Braulio Huamán Córdova**, con DNI N° 70407305, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto.**

Declaramos bajo juramento que:



1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados son resultados reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 31 de mayo del 2024.



Jaime Quinde Huamán
DNI: 76844582



Braulio Huamán Córdova
DNI: 70407305

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto: Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto</p>	<p>Área de investigación: Hidráulica Línea de investigación: Las estrategias de tecnologías de información y comunicación (TIC), así como los sistemas constructivos tradicionales y no tradicionales para el progreso sostenible. Sublínea de investigación: Infraestructura hidráulica con fines socio-productivos Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo <input type="checkbox"/>, experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autores: Jaime Quinde Huamán Braulio Huaman Cordova</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil. https://orcid.org/0000-0003-2831-328X https://orcid.org/0000-0003-2294-4865</p>
<p>Asesor: Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Unidad o Laboratorio Hidráulica. https://orcid.org/0000-0002-3646-5550</p>

Dedicatoria

A mis padres, María Córdova Román y Francisco Huamán Ruiz por su constante respaldo, sus valiosos consejos durante todo este trayecto, que me han permitido completar exitosamente la carrera de Ingeniería Civil.

Braulio Huaman Cordova

A mis padres, Ismael Quinde Pintado y Neirith Huamán Pérez y mis 3 hermanos, Karina, Israel e Ivonne por su paciencia y por creer en mí, a mis abuelos María Pintado y Cristian Castro, por su apoyo incondicional y a mi novia Nathaly Torres, por estar siempre conmigo aun en los momentos difíciles; gracias cada uno de ellos por confiar siempre en mí, y son mi orgullo de ser lo que seré.

Jaime Quinde Huamán

Agradecimiento

A los profesores Universidad Nacional de San Martín, por su tiempo y esfuerzo dedicados a impartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas a lo largo de nuestra formación académica. Sin su guía profesional, no habríamos alcanzado este nivel.

También agradecemos, a quienes, han contribuido en los trabajos de campo para reunir toda la información posible para este proyecto, además agradecemos a las personas que han apoyado durante la ejecución y el análisis estadístico de los datos.

Braulio Huaman Cordova y Jaime Quinde Huamán

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de Figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. Marco General del problema.....	15
1.2. Formulación del problema de investigación	16
1.3. Hipótesis de la Investigación.....	16
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.2. Fundamentos teóricos.....	18
2.3. Definición de términos básicos	25
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	26
3.1.1. Ubicación Política	26
3.1.2. Ubicación Geográfica	26
3.1.3. Periodo de ejecución	26
3.1.4. Autorizaciones y permisos	26
3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	26
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales.....	26
3.2. Sistema de Variables	27
3.2.1. Variables Principales	27
3.2.2. Variables secundarias.....	27
3.3. Procedimientos de la investigación	28
3.3.1. Objetivo específico 1.....	28
3.3.2. Objetivo específico 2.....	28
3.3.3. Objetivo específico 3.....	28
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29

4.1. Resultado del objetivo específico 1	29
4.2. Resultado del objetivo específico 2	35
4.3. Resultado del objetivo específico 3	38
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS	44

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables por objetivo específico.....	27
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
Tabla 3 Datos de la Estación Tarapoto.....	30
Tabla 4 Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas.....	31
Tabla 5 Resumen de cálculo de precipitaciones máximas en 24 horas.....	32
Tabla 6 Lluvias máximas (mm).- Estación CO – Tarapoto.....	33
Tabla 7 Periodo de retorno (T).....	33
Tabla 8 Intensidad-Duración-Frecuencia.....	34
Tabla 9 Comparación de proyectos con metodología tradicional vs metodología BIM	38
Tabla 10 Matriz de consistencia del proyecto de investigación.....	45

Índice de Figuras

Figura 1 Ciclo de vida del Modelo BIM	19
Figura 2 Beneficios del uso del BIM resumidos en una infografía.....	21
Figura 3 Ubicación dónde se desarrolló el proyecto	29
Figura 4 Diseño de cuneta 0.80 x 0.80	35
Figura 5 Diseño de cuneta 0.60 x 0.60	35
Figura 6 Diseño de calles y cunetas del Jr. Martínez de Compagñon.....	36
Figura 7 Ubicamos el área del proyecto en el programa de Autodesk - Infracore.....	36
Figura 8 Realizando el diseño del sistema de drenaje	37
Figura 9 Elaboración de presupuesto en S10	37
Figura 10 Presupuesto realizado en Presupuesto.pe.....	38

RESUMEN

Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto

El proyecto de investigación denominado líneas arriba, se realizó en la ciudad de Tarapoto, puntualmente en el jirón Martínez de Compagnón, ya que se vio la necesidad de implementar la metodología BIM en proyectos constructivos de sistema de drenaje. Como objetivo principal se tuvo en cuenta la implementación de esta metodología a través de las dimensiones de BIM, para ello, en primer lugar, se identificó los parámetros que se necesitan para un realizar un proyecto de drenaje, como son: estudio topográfico, estudio de suelos, estudios hidrológicos e hidráulicos. Luego se identificó los softwares a utilizar; para este proyecto se hizo uso de los programas, CIVIL 3D e Infracore. Además, se realizó una comparación sobre la elaboración de proyectos de sistema de drenaje con método tradicional y metodología BIM, en la cual se pudo llegar a la conclusión que la metodología BIM es de mucha ayuda para los proyectos constructivos, contribuye al desarrollo y se puede hacer un mejor seguimiento a todas las etapas de construcción de un proyecto, ya que se puede visualizar la intervención de todas las especialidades del mismo, que trabajan en conjunto para avalar un trabajo confiable. Se recomienda seguir investigando más sobre esta metodología y que se puedan realizar capacitaciones ya sea a las empresas y estudiantes sobre BIM porque es el futuro de la construcción.

Palabras clave: Optimización de costos, programación, formulación, modelado virtual, productividad.

ABSTRACT

Simulation and improvement of an urban drainage system implementing the BIM methodology in the city of Tarapoto.

The research project named above was carried out in the city of Tarapoto, specifically in the jirón Martínez de Compagñón, since there was a need to implement the BIM methodology in drainage system construction projects. The main objective was the implementation of this methodology through the BIM dimensions. First, the parameters needed to carry out a drainage project were identified, such as: topographic study, soil study, hydrological and hydraulic studies. Then the software to be used was identified; for this project, CIVIL 3D and Infracore were used. In addition, a comparison was made on the development of drainage system projects with traditional method and BIM methodology, in which it was possible to conclude that the BIM methodology is very helpful for construction projects, contributes to the development and can be better monitored at all stages of construction of a project, since the intervention of all specialties of the project can be visualized, working together to ensure a reliable work. It is recommended to continue researching more on this methodology and to provide training to companies and students on BIM because it is the future of construction.

Keywords: Cost optimization, scheduling, formulation, virtual modeling, productivity.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1. Marco General del problema

Está demostrado un crecimiento en la población de San Martín, así como también un crecimiento del sector construcción. Uno de los factores que influye para el aumento, es el desplazamiento de habitantes de áreas rurales en su gran mayoría de la sierra del Perú, que a su vez buscan una solución a la problemática relacionada a la necesidad de servicios esenciales como el suministro de agua, alcantarillado, electricidad, recolección de residuos, drenaje pluvial entre otros.

Por otro lado, debido al cambio climático y a las condiciones atmosféricas, se puede presenciar que existe un desequilibrio ambiental con respecto a las estaciones del año, esto se manifiesta de diferentes maneras ya sea alterando las temporadas de lluvia, o también con el incremento de calor; lo que genera que las precipitaciones cada vez sean de mayor intensidad, generando en algunos casos, el colapso de las tuberías, cunetas de la ciudad de Tarapoto.

Debido al crecimiento del sector construcción, es de suma importancia estar actualizados con las distintas metodologías de trabajo, principalmente durante las etapas de ejecución, debido a que gran parte del costo del proyecto se concentra en ella.

Por otra parte debido a la gran demanda en el sector constructivo, las empresas deben optimizar sus recursos y procesos para mantenerse competitivos y adaptarse a los avances tecnológicos del sector.

Los ingenieros civiles son responsables del control y operación de diversas construcciones, cuyo ciclo de vida incluye ingeniería conceptual, básica y de detalle, así como planificación, ejecución, presupuesto y mantenimiento, del cual, de lo mencionado anteriormente se indica que en la ciudad de Tarapoto se presentan deficiencias en los proyectos de sistema de drenaje ante la ocurrencia de lluvias con intensidad máxima, puesto que no existe un proceso de seguimiento ante la culminación de una obra.

Una de las metodologías más notables en la actualidad es BIM, que permite la integración de las diversas especializaciones que componen la ejecución de un proyecto. Reduciendo proporcionalmente la complejidad del trabajo, mejorando la estrategia y la planificación de la construcción.

Durante la ejecución de sistemas de drenaje en Tarapoto, hay un retraso importante en la no aplicación del BIM. Uno de los factores que más puede influir en esta problemática es que en la actualidad no se considera de forma necesaria el uso de una normativa que indique cómo se deben de llevar a cabo dichos proyectos.

1.2. Formulación del problema de investigación

¿De qué manera la simulación y el mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, contribuirá en mejorar la elaboración de proyectos en la ciudad de Tarapoto?

1.3. Hipótesis de la Investigación

La implementación de la metodología BIM, permitirá mejorar la elaboración de proyectos de sistema de drenaje, reduciendo planificación, ejecución, presupuesto y mantenimiento de la misma.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar la simulación y mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM.

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar la implementación de BIM en obras drenaje donde se identificó los parámetros que requería el proyecto.
- Identificar los softwares que se utilizaron en el empleo de un sistema de drenaje.
- Realizar el análisis comparativo sobre la elaboración de proyectos hidráulicos con metodología BIM y con metodología convencional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Se encontró variedad en proyectos sobre implementación BIM en el sector de la construcción. Algunos de ellos incluyen proyectos de investigación y artículos científicos relacionados con este trabajo, que se enumeran a continuación:

Antecedentes Internacionales

Bustamante & González (2021), en su artículo titulado: “Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco”, de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile, proponen una metodología de estudio, utilizando el sistema BIM 5D para determinar las ventajas de su uso y reducir los costos de cambios o errores de presupuesto. (p.75)

Sandoval & Torres (2018), en su trabajo de investigación titulado, “Planteamiento gerencial de una estrategia técnica para la, selección de los métodos alternativos de entrega de proyectos y el proceso de implementación BIM en organizaciones pymes del sector de construcción de Bogotá D-C”, de la Universidad Católica de Colombia, evidenciaron la necesidad de concientizar a las empresas, la importancia de implementar el método BIM, debido a que reduce riesgos, aumenta la digitalización y también la eficiencia laboral en el sector constructivo. (p.99)

Antecedentes Nacionales

Tapia (2018), en su proyecto de investigación titulado, “Primer estudio del nivel de adopción BIM En proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao” de la Pontificia Universidad Católica del Perú, indican que: de acuerdo a los resultados percibidos del uso de BIM, observaron que el mayor beneficio al adoptar BIM, es mejorar la calidad de la información del proyecto, además mejora el alcance, definición y la planificación; finalmente, cuando se utiliza BIM en los proyectos, se reduce el tiempo de construcción. (p.79)

Piña & Urquiaga (2020), de la Universidad Nacional de San Martín, Perú; en su tesis titulada “Propuesta de implementar la metodología BIM para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de edificación de la ciudad de Yurimaguas”, concluyen: a través de la metodología BIM en la administración de obras de construcción, se genera una coordinaciones entre los profesionales encargados en el desarrollo del mismo, lo cual

permite identificar las incompatibilidades e interferencias poder solucionarlas de inmediato, asimismo, mencionan que, a través de simulaciones 4D y 5D, debido a la precisión de los metrados y la optimización del proceso de construcción, el costo alcanzado por el método BIM es confiable. (p.75)

Ramos (2018), en su tesis denominado "Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno, 2017 - 2018", de la Universidad Nacional del Altiplano, Perú; indica que: al aplicar el método BIM en el proyecto mencionada líneas arriba, obtuvieron resultados positivos, ya que se redujeron los plazos y los gastos, aumentando la coordinación entre las diversas disciplinas del proyecto y el manejo de datos precisos, esto ha evidenciado la importancia de utilizar el método BIM al inicio para planificar y diseñar para elevar la calidad de los proyectos constructivos. Por lo tanto, se recomienda adoptar la metodología BIM desde la etapa de planificación y diseño para mejorar la calidad en los proyectos de construcción. (p.127)

Antecedentes Locales

Sajamí & Ramírez (2021), de la Universidad Científica del Perú; en su tesis de pregrado titulado: "Innovación tecnológica con metodología BIM y su relación en el control de obras viales, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín", recomienda que profesionales del sector construcción consideren el método BIM para analizar problemas de diseño, avance en proyectos, y para optimizar los procesos y aumentar la rentabilidad" (p.52)

Calderón & Montalván (2021), en su tesis de pregrado titulado: Diseño de un edificio multifamiliar con la metodología BIM, para detectar las interferencias, Tarapoto – 2021, de la Universidad César Vallejo, Perú, llegaron a conclusión, que implementar el método BIM cuando se elabora obras constructivas posibilita la detección y corrección de fallos durante la fase de diseño gracias al modelado virtual. Esto otorga la capacidad de proponer solución anticipada que pueden prevenirse antes de la ejecución del proyecto. (p.26)

2.2. Fundamentos teóricos

BIM

Existen muchas definiciones para la metodología BIM, algunos de ellos son los siguientes:

Aunque BIM se refiere al Modelado de Información de Edificios, también podría ser Edificios de Gestión de Información, ya que tiene mucho que ver con la gestión de la información en lugar de simplemente modelar. (Kaisen, 2018)

El MTMA España describe BIM como un método de trabajo innovadora centrada en la digitalización y la cooperación entre los participantes durante el proceso vital de una obra.

Al aplicar dicha técnica llevará una variación significativa en el modo convencional de trabajar en la industria constructiva, que se basará en el trabajo en equipo. Esto resultará en costos significativamente más bajos y una mayor competitividad debido a la mitigación de amenazas e incertidumbres, así como a la mejora de eficiencia en las fases de procedimiento constructivo.

El Ministerio de Economía y Finanzas impulsó una medida política para las inversiones públicas en infraestructura en todo el país que lleva por nombre “Plan BIM Perú”, el mismo indica lo siguiente: (BIM) es un método que involucra la colaboración de diferentes profesionales y especialidades para administrar los datos relacionados con una inversión pública, empleando un modelo de datos elaborado por los participantes relevantes, con el fin de simplificar la planificación, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Esto proporciona un punto de partida confiable para la toma de decisiones.

Lo mencionado anteriormente podemos deducir que el uso de BIM no solo se trata de la fase inicial del proyecto, sino también tiene un alcance que supera las etapas de diseño; asimismo abarca ejecutar, operar y realizar mantenimiento, reduciendo los gastos que se puedan generar por imprevistos.

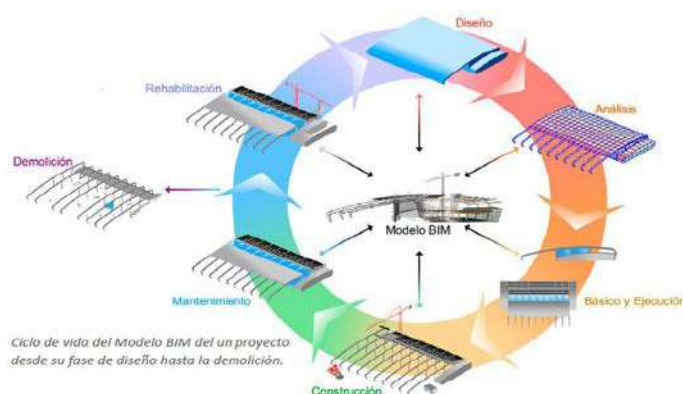


Figura 1

Ciclo de vida del Modelo BIM

Fuente: Spain Sf

BIM en el Perú

En los últimos años, los financiamientos en construcción dentro del Perú han tenido numerosos errores, lo que ha llevado a demoras y gastos adicionales durante el proceso de financiamiento. Es por esto que, es necesario implementar métodos para mejorar la productividad, transparencia y calidad de las inversiones públicas.

Entidades que aplican BIM

Según el MEF afirma que el BIM puede aplicarse a cualquier institución perteneciente a los 3 niveles gubernamentales, que se encuentran bajo el programa anual y de gestión de inversión, que llevan a cabo proyectos de inversión o inversiones relacionadas con optimizar recursos, ampliar marginal y reposición en cualquier etapa de la inversión.

Beneficios de aplicar BIM

El Ministerio de Economía y Finanzas indica algunos beneficios de aplicar BIM lo cual se describen a continuación:

Eficiencia en la gestión de recursos durante el ciclo de inversión, manteniendo bajo control de los datos técnicos y de gestión. Esto a su vez genera la reducción de costos y evita que durante la ejecución de los proyectos se origine atrasos.

Mejorar la excelencia de las inversiones en construcciones o infraestructuras mediante la colaboración y la administración de datos, lo cual posibilita la evaluación y supervisión de los niveles de calidad, además de asegurar el cumplimiento de las normativas de inversión.

Los múltiples participantes implicados en el progreso de una inversión trabajan juntos en cada fase y etapa del ciclo de inversión para definir criterios para participar, comunicar e intercambiar datos informativos.

La claridad en las elecciones adoptadas durante la ejecución de la inversión se alcanza mediante la gestión de datos de los participantes comprometidos durante el ciclo de inversión.



Figura 2

Beneficios del uso del BIM resumidos en una infografía

Fuente: IP21NEWS

Importancia del BIM

En 26 años, se calcula que la población en el mundo será de 9,7 mil millones. Por consiguiente, las empresas deben buscar una mejor forma de diseñar y construir sin generar pérdidas y atrasos en la ejecución; esto se logrará usando metodologías que ayuden a desarrollar espacios más eficientes y con una duración considerable. (ONU, 2019)

BIM no solo mejora la eficiencia de los equipos de construcción y diseño, sino que además posibilita recopilar datos a lo largo del procedimiento para potenciar las labores de mantenimiento. Este es el motivo por el que el uso de BIM está ganando popularidad a lo largo del mundo.

Las dimensiones de BIM

Para lograr los objetivos mencionados anteriormente, BIM posee dimensiones con las que se puede lograr los trabajos rápidamente, en tiempo real, reduciendo costos y mejorar los errores al instante si es necesario. Estos se describen a continuación:

a. BIM 3D

Se trata de un procedimiento de representación paramétrica y tridimensional de los elementos de una infraestructura. (Céspedes, 2016)

Es posible que el software específico más utilizado sea Autodesk Revit. Tratándose de un software adaptable y de colaboración permitiendo acceder a los participantes del proyecto para garantizar la interoperabilidad a nivel mundial. Para lograrlo, concibe cada una de las fases de diseño, la visualización, la simulación y la organización en tres dimensiones con sombreado instantáneo.

Si bien es cierto Revit es el software más utilizado, también se puede utilizar el software CIVIL 3D en el caso de diseño de carreteras, obras de drenaje, etc. Conviene utilizar el software de acuerdo a la necesidad del proyecto.

b. BIM 4D

El tiempo se incorpora al modelo. Por lo tanto, cada elemento puede recibir un proceso constructivo específico. No solo facilita el manejo del proyecto, sino que también nos permite diseñar el plan de ejecución, simular las diferentes fases de la construcción y anticipar posibles dificultades, lo que aumenta la eficiencia y facilita cumplir los tiempos especificados. (Céspedes, 2016)

Uno de los programas en 3D más conocidos en profesionales de arquitectura e ingeniería es Navisworks. Este software posibilita al cliente la apertura y fusión de modelos 3D, así como la navegación en tiempo real y la revisión del modelo mediante una variedad de instrumentos que incluyen comentarios, marcado, visualización y detección.

Microsoft Project consiste en un conjunto de instrumentos para la gestión de proyectos y portafolios (PPM) disponibles tanto en formato de Software As a Service (en la nube) u On Premises.

También existen programas como Infracad, Archicad, etc que ayudan en esta dimensión.

c. BIM 5D

Facilita a los participantes con experiencia la creación de métodos que ilustran los cambios en el material, el diseño, la superficie en pies cuadrados y otros aspectos del diseño que no solo cambian el aspecto de una instalación, sino también el presupuesto y el calendario constructivo. (BIMnD, 2019)

Modelo De Optimización Para Sistemas De Alcantarillado

El procedimiento para mejorar el sistema de alcantarillado implica determinar los tamaños de los conductos y la pendiente apropiadas en función de los caudales previstos, la topografía del lugar y los criterios específicos (como velocidad máxima y mínima, relleno, entre otros) con el fin de minimizar el costo total del sistema. (Céspedes, 2016)

Para el diseño de sistemas de alcantarillado, los modelos de simulación no utilizan técnicas analíticas de optimización; en su lugar, se lleva a cabo de manera iterativa,

ajustándose gradualmente a los caudales de diseño, requisitos y condiciones predefinidas hasta alcanzar la mejor aproximación posible. (Céspedes, 2016)

Sistema de Drenaje Urbano

De acuerdo con las normas peruanas, el propósito del drenaje urbano es gestionar de manera efectiva el agua de las lluvias en entornos urbanos para evitar dañar a las infraestructuras públicas (como carreteras, redes de agua y electricidad, entre otras) y prevenir que se acumule agua que podría convertirse en un riesgo de contaminación o propagación de enfermedades.

Tipo de Sistemas de Drenaje Urbano

De acuerdo con las normas, el sistema de alcantarillado se puede dividir de acuerdo al agua que conducen.

a. Alcantarillado Sanitario. Destinado únicamente a tratar las aguas residuales de hogares e industrias.

b. Alcantarillado Pluvial. Empleado para la evacuación del agua de lluvia que discurre superficialmente.

c. Alcantarillado Combinado. Transporta tanto aguas de las lluvias como aguas residuales.

Caudales Máximos de Diseño

Las normas también señalan que, si la cuenca tiene 13km² o menos de área, los caudales para los sistemas de drenaje urbano menores deben calcularse utilizando el Método Racional.

Utilizando modelos de simulación de áreas de cuencas mayores o el método de hidrograma unitario.

Método Racional

La siguiente es la formulación del método racional:

$$Q = 0.278 CIA$$

Dónde:

Q es el caudal(m³/seg)

C es el coeficiente de escorrentía.

I es la precipitación (mm/hora).

A es el área de cuenca (Km²)

Para que esta fórmula sea válida, el valor de "C" y las intensidades difieren según las particularidades geomorfológicas, topográfica, tipo de suelo, esto lo podemos encontrar en el MTC y la Norma OS-060.

Cálculo Hidráulico en el diseño de las obras de drenaje

La fórmula de Robert Manning es el cálculo hidráulico más utilizado y fácil de usar para determinar las mínimas longitudes de la sección a proyectar. Se aplica tanto para canales abiertos y tubos, facilita el cálculo de la velocidad del fluido y el caudal bajo condiciones de régimen constante a través de la siguiente ecuación.

$Q_m < Q_d$

Dónde:

Q_m es el caudal máximo proyectado (m³/s).

Q_d es el caudal diseñado de la obra (m³/s).

$$Q_m = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Dónde:

Q es el caudal (m³/s)

A es el área de la sección transversal (m²).

R es el radio hidráulico.

P es el perímetro mojado (m).

S es la pendiente (m/m).

n es el coeficiente de rugosidad.

2.3. Definición de términos básicos

Revit. Programa de BIM mayormente usado por profesionales de arquitectura e ingeniería, contratistas para crear un modelo en el que se puede trabajar con todas las disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones) constructivas. Revit está diseñado para potenciar BIM, mas no para reemplazarlo. Además, almacena los datos que compone el modelo, a partir del cual se generan los planos y otros.

Modelado 3D. Es un método utilizado para generar formas tridimensionales mediante programas. Se asemeja al trabajo de un escultor o tallador al elaborar una obra.

Obras hidráulicas. Las obras e infraestructuras hidráulicas, creadas en ingeniería civil, tienen como protagonista al agua y su manejo, principalmente con el objetivo de aprovecharlo y protegerlo de sus excesos.

Lean Construction. A través de la mejora continua y procesos optimizados, busca proporcionar valor y beneficios al usuario durante la planificación de proyectos de construcción.

Hidrología. Investiga el agua y cómo aparece, circula y se distribuye por la tierra, sus propiedades tanto químicas, físicas y cómo interactúa con otros seres vivos y el medio ambiente.

Interoperabilidad. La interoperabilidad no es más que la capacidad de intercambiar información entre distintos programas informáticos para trabajar de forma más rápida, integrada y eficiente. Esta es una de las cualidades más importantes que esperan encontrarse los profesionales cuando utilizan tecnologías BIM.

Calidad. Se refiere a los atributos o características de algo que influyen en el nivel de satisfacción del usuario al cumplir con sus requerimientos.

Ciclo de vida del proyecto. Compone de las etapas que atraviesan una estructura desde su inicio hasta el final.

Modelación paramétrica. El modelado paramétrico es un método que describe todo el proceso de diseño en lugar de limitarse a resultados específicos, como lo hace el diseño CAD tradicional. Se pueden describir y derivar automáticamente numerosas variantes de diseño.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Ubicación Política

Se encuentra dentro del departamento de San Martín, distrito de Tarapoto, el mismo, pertenece a los 14 distritos que componen la provincia; abarcando una superficie total de 67.81km². Además, sirve como la capital provincial, está conformada en 3 distritos (conurbación): Tarapoto, Banda de Shilcayo y Morales. Gracias a su posición geográfica, Tarapoto juega un papel destacado en el comercio tanto a nivel regional como nacional.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Longitud Oeste: 76° 21' 35", latitud Sur: 6° 29' 16", altitud media: 342.00 m.s.n.m.

3.1.3. Periodo de ejecución

El proyecto titulado “Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto” tuvo un periodo de ejecución de cuatro (4) meses.

3.1.4. Autorizaciones y permisos

No aplica.

3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

El proyecto no tiene impacto ambiental, puesto que los estudios a realizarse no afectarán los elementos que componen un ecosistema, como el medio natural o el medio biológico.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Los autores afirman que se han seguido los principios éticos fundamentales, incluyendo el respeto a la población, respeto al ecosistema y equidad. El presente proyecto de tesis será sometido y revisado, evaluado y aprobado por parte de la unidad de investigación respectiva.

La investigación actual protege la propiedad intelectual de los autores en relación con una variedad de teorías y conocimientos; citándolos adecuadamente y precisando las referencias bibliográficas correspondientes.

No se realizará experimentos en animales ni en cosa alguna que pueda dañar y alterar el ecosistema.

3.2. Sistema de Variables

3.2.1. Variables Principales

Implementación de la metodología BIM.

3.2.2. Variables secundarias

Tabla 1

Descripción de variables por objetivo específico

Objetivo Específico N° 1: Investigar la implementación de BIM en obras drenaje donde se identificó los parámetros que requería el proyecto.			
Variable Abstracta	Variable Concreta	Medio de Registro	Unidad de Medida
Metodología BIM	Obras de drenaje	Instrumentos que son muy útiles en las etapas de un proyecto constructivo (antes, durante y después de la construcción).	Glb.
Objetivo Específico N° 2: Identificar los softwares que se utilizaron en el empleo de un sistema de drenaje.			
Variable Abstracta	Variable Concreta	Medio de Registro	Unidad de Medida
Softwares	Norma OS.060 - Drenaje pluvial urbano. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC	Determinar las dimensiones adecuadas	Glb.
Objetivo Específico N° 3: Realizar el análisis comparativo sobre la elaboración de proyectos hidráulicos con metodología BIM y con metodología convencional			
Variable Abstracta	Variable Concreta	Medio de Registro	Unidad de Medida
Análisis comparativo	Metodología BIM	Herramientas que son muy útiles en las etapas de un proyecto constructivo (antes, durante y después de la construcción).	Glb.

Fuente: Elaboración propia

3.3. Procedimientos de la investigación

Se realizará siguiendo el siguiente esquema:

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Objetivo	Técnica	Instrumento
Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto	Observación directa Búsqueda de información relacionada en instituciones. Aplicación de software.	Ficha de Registro de Datos Datos de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la más cercana al área del proyecto de investigación, brindada por el SENAMHI. Plano catastral del distrito de Tarapoto en versión digital. Programas digitales de diseño.

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Objetivo específico 1

Investigar acerca de la implementación de BIM en obras drenaje para la identificación de los parámetros en el proyecto.

Actividad: Realizar una investigación sobre proyectos de drenaje, relacionados con metodología BIM, e identificar a los factores que influyen ya sea en sitio, arquitectura, mecánica, costos, operación, etc.

3.3.2. Objetivo específico 2

Identificar los softwares a utilizar y ponerlo en práctica mediante el empleo de un sistema de drenaje.

Actividad: Se utilizará los softwares de Autodesk que son: AutoCAD, CIVIL 3D, INFRAWORKS.

3.3.3. Objetivo específico 3

Realizar un análisis comparativo sobre la elaboración de proyectos hidráulicos con metodología BIM con metodología convencional.

Actividad: Se realizará un análisis comparativo mediante cuadros o gráficos en Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del objetivo específico 1

El área de estudio del trabajo de investigación corresponde al Jr. Martínez de Compagnón cuadras 7 al 13.

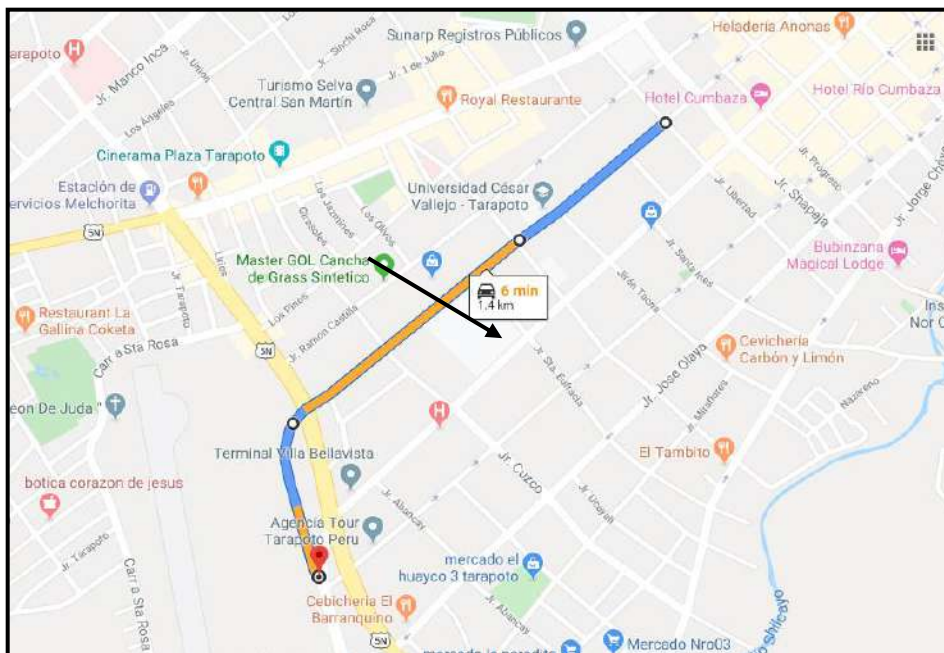


Figura 3

Ubicación dónde se desarrolló el proyecto

Fuente: Google maps

Estudio Demográfico

La población que se beneficiará son las personas que residen en ambas márgenes de las vías mencionadas dónde se realizará el proyecto.

Estudio de suelos

Se realizó la consulta a la Municipalidad provincial de San Martín si es que existía algún estudio de suelos relacionado al área de estudio; de lo mencionado anteriormente se obtuvo una respuesta positiva y se tuvo como referencia los estudios de suelos realizados por la empresa CONSULTORES ARÉVALO SRL.

Diseño Hidráulico De Las Obras De Drenaje.

El diseño óptimo nos permitirá el libre flujo líquido y sólido sin causar daños a la vía y propiedades aledañas, para ello se tiene en consideración algunos factores:

a. Características topográficas

Los puntos topográficos fueron facilitados por la Municipalidad Provincial de San Martín. (Ver anexos)

b. Estructuras existentes

Se realizó una inspección y se observó que existe una gran cantidad de obras de arte construidos por los pobladores y el estado, tales como cunetas, alcantarillas, etc. Los cuales se encuentran en distintas condiciones de conservación y funcionamiento.

Por otro lado, las obras de drenaje provisionales construidos, necesariamente tendrán que ser cambiados.

c. Planteamiento hidráulico del sistema de drenaje

Análisis Hidrológico

Utilizando los datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se calculó las precipitaciones y escorrentías máximas con el propósito de establecer las medidas de las estructuras de drenaje que se van a construir.

Los datos disponibles en el área de investigación se refieren a mediciones pluviométricas, específicamente de precipitaciones máximas en un periodo de 24 horas, obtenidos de la estación mencionada en la tabla:

Tabla 3
Datos de la Estación Tarapoto

ESTACION	UBICACIÓN		REGION Y PROVINCIA	DIST.	ALTITUD. m.s.n.m.	TIPO
TARAPOTO	LATITUD SUR	LONGTUD OESTE	SAN MARTIN	TARAP OTO	356.00	CO
	06°28'00"	76° 22' 00"				

Fuente: SENHAMI

Precipitación máxima diaria

La información utilizada consiste en los registros de las máximas precipitaciones ocurridas en un período de 24 horas. Se muestran estos datos para un lapso de 26 años.

Tabla 4
Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas

N°	Año	Precipitación Max. En 24 Horas (mm)
1	1990	58.0
2	1991	48.0
3	1992	55.0
4	1993	62.0
5	1994	76.0
6	1995	44.0
7	1996	77.0
8	1997	53.0
9	1998	72.0
10	1999	79.3
11	2000	82.5
12	2001	75.9
13	2002	54.0
14	2003	84.5
15	2004	64.2
16	2005	71.0
17	2006	113.3
18	2007	63.5
19	2008	91.0
20	2009	49.0
21	2010	98.4
22	2011	65.2
23	2012	100.5
24	2013	71.7
25	2014	89.5
26	2015	64.2

Fuente: SENHAMI

Cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas

Se muestra en el anexo, el análisis estadístico para la distribución mencionada anteriormente, específicamente para la estación Tarapoto, considerando periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Resumiendo se muestra lo siguiente:

Tabla 5

Resumen de cálculo de precipitaciones máximas en 24 horas

T (años)	Distribución Normal	Distribución Log Normal	Distribución Log Pearson III	Distribución Extrema Tipo I- Gumbel
2	71.6	69.6	78.6	68.8
5	86.4	85.0	96.0	84.2
10	94.1	94.4	106.7	94.5
20	100.4	102.9	116.4	104.3
25	102.3	105.5	119.4	107.4
50	107.6	113.3	128.4	117.0
100	112.4	120.9	137.0	126.5

Fuente: Elaboración propia

Pmax. Registrado: 113.30 mm, N° de datos: 26

Intensidad de lluvia: Modelo de Frederick Bell

Facilita el cálculo de la máxima precipitación vinculada a un intervalo de tiempo y frecuencia determinados, empleando como referencia la precipitación registrada durante una hora y con un periodo de retorno de 10 años.

La fórmula es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50) P_{60}^{10}$$

Donde:

t es la duración (min)

T es el periodo de retorno (años)

P_tT es la precipitación registrada en t con periodo de retorno de T.

P₆₀10 es la precipitación registrada en 1 hora con periodo de retorno de diez años.

Esta relación es aplicable para duraciones de lluvia (t) que van de 5 a 120 min y periodo de retorno de 2 y 100 años.

P₆₀10 se puede determinar utilizando el método de Yance Tueros, que calcula la intensidad máxima por hora a partir de la precipitación máxima en 1 día.

$I = a \cdot P24^b$

I es la intensidad máxima (mm/h)

a, b son los parámetros del modelo

P24 es la precipitación máxima en 24 horas

En los cuadros de los anexos se presentan los datos de la precipitación máxima para varios periodos de retorno. Se observa que, según el modelo de Dick Peschke, la información supera los números esperados y las recomendaciones del MTC. Es por esto que, se tomará como criterio el modelo de Bell, de acuerdo a lo cual se tiene lo siguiente:

Tabla 6
Lluvias máximas (mm).- Estación CO – Tarapoto

T años	P.Max 24 horas (mm)	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
100	126.5	11.3	16.9	20.7	23.6	28.1	36.9
50	117.0	10.2	15.3	18.7	21.3	25.3	33.3
25	107.4	9.1	13.6	16.6	19.0	22.6	29.7
10	94.5	7.6	11.4	14.0	15.9	19.0	24.7
5	84.2	6.5	9.8	11.9	13.6	16.2	21.3

Fuente: Modelo de Bell

P6010 fue determinado según el método de Yance - Tueros

Intensidad Máxima

Para el periodo de retorno se obtuvo los siguientes resultados:

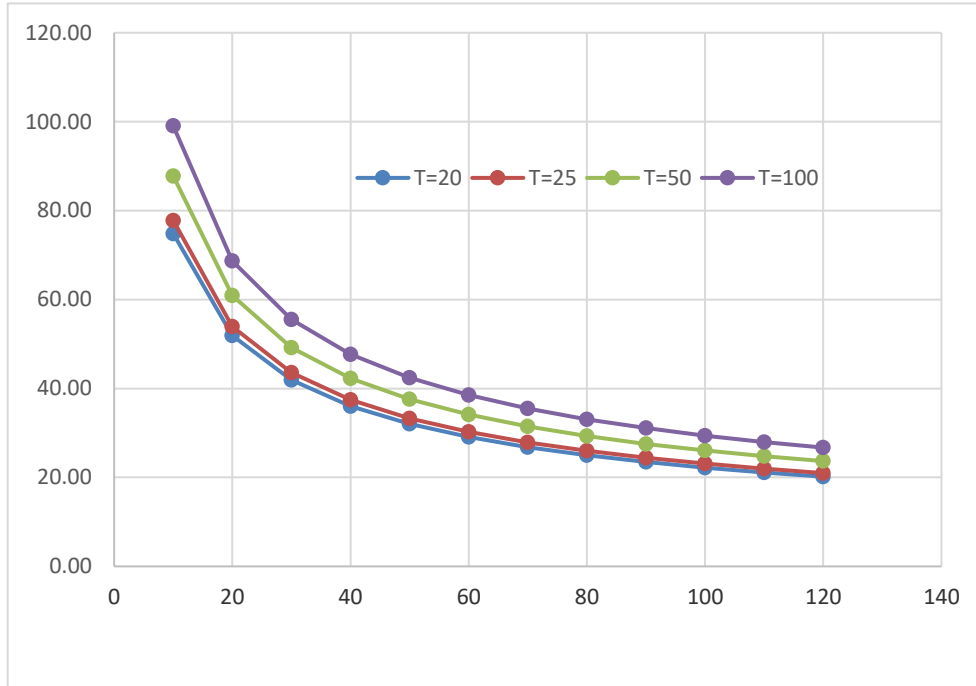
Tabla 7
Periodo de retorno (T)

Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años				
	20	25	50	100	
10	74.83	77.80	87.79	99.07	74.83
20	51.91	53.97	60.91	68.73	51.91
30	41.92	43.58	49.18	55.50	41.92
40	36.02	37.44	42.25	47.68	36.02
50	32.02	33.29	37.56	42.39	32.02
60	29.08	30.24	34.12	38.50	29.08
70	26.81	27.87	31.45	35.50	26.81
80	24.99	25.98	29.32	33.08	24.99
90	23.48	24.41	27.55	31.09	23.48
100	22.21	23.09	26.06	29.41	22.21
110	21.12	21.96	24.78	27.97	21.12
120	20.18	20.98	23.67	26.71	20.18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Intensidad-Duración-Frecuencia



Drenaje lado derecho e izquierdo de la Vía Martínez de Compagnón

En las cuadras 07 y 08 existen cunetas tapadas construidas, de sección 1.00 x 1.00 m. y que cumplen ampliamente el requerimiento hidráulico del dren en ese tramo, pero que sin embargo es necesario evaluarlo desde el punto de vista estructural (por la antigüedad de la misma y calidad de concreto utilizado) así como en función al diseño vial proyectado (planta y perfil). En este tramo, según las consideraciones hidrológicas e hidráulicas, solo se requiere de cunetas laterales de 0.80 x 0.80 m de sección.

Pasando los Girasoles hasta Colon la cuneta de drenaje tendrá una sección de 0.80 x 0.80 m y desde Colon hasta el punto de convergencia en la cuadra 14, a partir de este punto derivará sus aguas al drenaje del punto de convergencia y que esta vertida posteriormente en el dren colector existente.

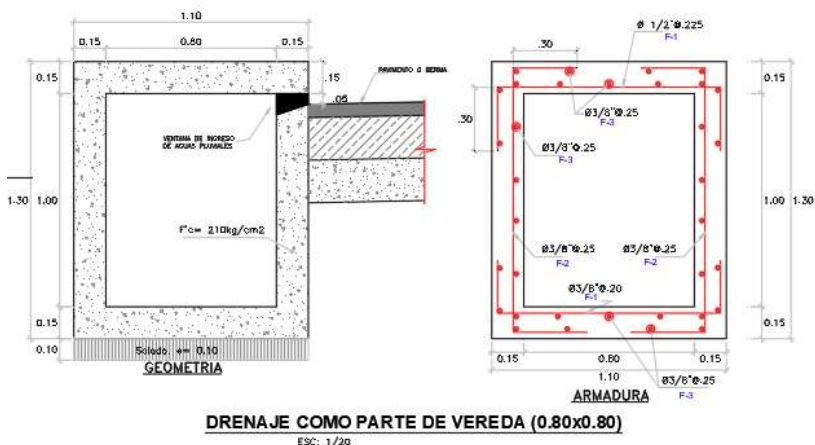


Figura 4

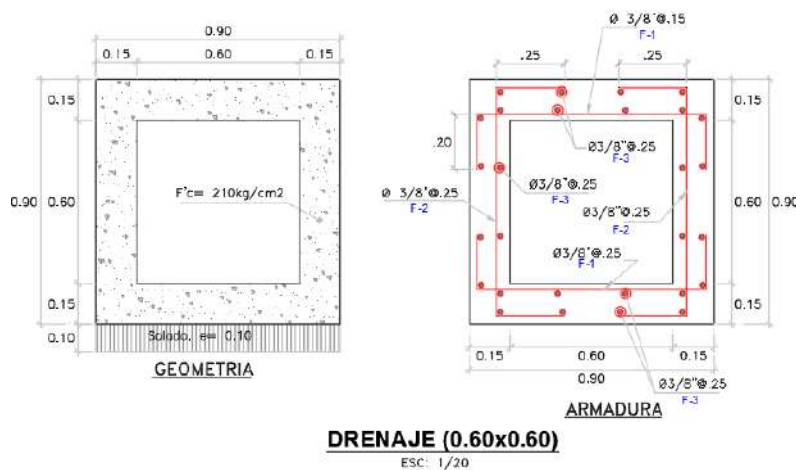
Diseño de cuneta 0.80 x 0.80

Fuente: Elaboración propia

La cuneta de drenaje de la C-15 tendrá una sección de 0.60 x 0.60 m. y entregará sus aguas al dren de la margen derecha de la C-01 de la Av. Aviación.

Según el cálculo de caudales de diseño realizado para este lado derecho del sistema de drenaje Martínez de Compagnón, en donde el cálculo hasta el punto de convergencia en la cuadra 13 se obtuvo un caudal de 1.163 m³/s.

En la cuadra 15, la cuneta tendrá una sección de 0.60 x 0.60 m. hasta su entrega en la cuneta del lado derecho de la C-01 de la Av. Aviación.

**Figura 5**

Diseño de cuneta 0.60 x 0.60

Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultado del objetivo específico 2

Para el uso de la metodología se tuvo en consideración los siguientes programas:

BIM 3D

Se ingresaron datos al programa CIVIL 3D para el diseño correspondiente, empezamos importando los puntos para crear la superficie correspondiente. Posteriormente creamos el alineamiento, la vista de perfil, las secciones transversales y por último el corredor. Como el objetivo principal fue el sistema de drenaje solo se tuvo como referencia al diseño de pavimento.

El programa CIVIL 3D optimiza la gestión de proyectos al permitir el intercambio fluido de información entre computadoras multidisciplinares, manteniendo las bases y la eficiencia, lo que disminuye tener que rectificarse y aumenta la satisfacción del usuario.

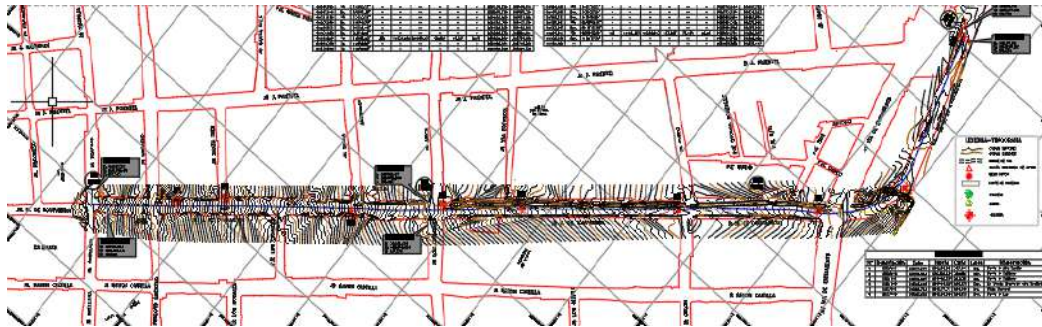


Figura 6

Diseño de calles y cunetas del Jr. Martínez de Compagñon

Fuente: Elaboración propia

BIM 4D

Si bien en cierto el programa Naviswork es de mucha ayuda para la cuarta dimensión de BIM, existen también otros programas que nos permiten ver el progreso temporal de las actividades constructivas. En este caso se hizo uso del programa INFRAWORKS, en la cual se obtuvo la simulación del sistema de drenaje.

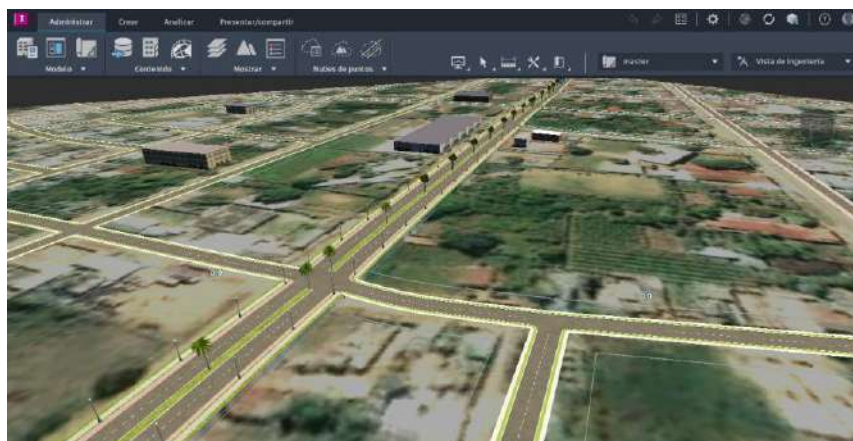


Figura 7

Ubicamos el área del proyecto en el programa de Autodesk - Infracworks.

Fuente: Elaboración propia

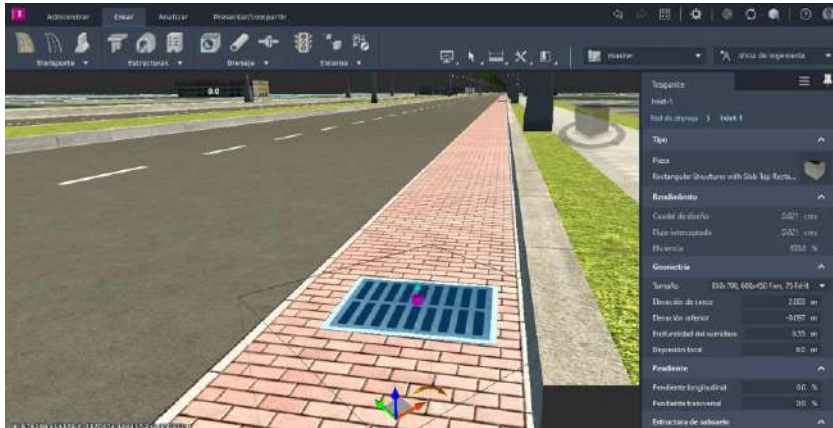


Figura 8

Realizando el diseño del sistema de drenaje

Fuente: Elaboración propia

BIM 5D

La quinta dimensión de BIM nos permitió vincular datos sobre los costos estimados del sistema de drenaje. Para este caso usamos el programa Presupuestos.pe.

En primer lugar, realizamos el presupuesto con el programa S10 y se obtuvo el siguiente costo directo:

COSTO DIRECTO: 1, 544, 893.18

CUNETAS LATERALES DE CONCRETO ARMADO				1,544,893.18
TRABAJOS PRELIMINARES				4,590.79
TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRAS DE ARTE EN CUNETAS LATERALES	m2	2,981.03	1.54	4,590.79
MOVIMIENTO DE TIERRAS				84,103.90
EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS C/MAQUINARIA	m3	3,030.96	4.83	14,639.54
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A MANO EN CUNETAS LATERALES	m3	286.13	76.86	21,991.95
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE (DM =5.0 Km)	m3	3,788.70	12.53	47,472.41
CONCRETO ARMADO				1,456,198.49
CONCRETO P/C=140 KG/CM2 PARA SOLADOS EN CUNETAS LATERALES	m3	266.97	358.10	95,601.96
CONCRETO P/C=210 KG/CM2 EN CUNETAS LATERALES	m3	1,297.25	495.87	643,267.36
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN CUNETAS LATERALES	kg	64,886.91	4.56	295,879.75
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS LATERALES	m2	11,324.28	35.06	397,029.26
CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	2,981.03	3.40	10,135.50
SELLADO DE JUNTAS EN CUNETAS LATERALES	m	817.20	17.48	14,284.66

Figura 9

Elaboración de presupuesto en S10

Fuente: Elaboración propia

Luego realizamos con Presupuestos.pe. Ingresamos las partidas correspondientes a nuestro proyecto; la ventaja de este programa es que podemos trabajar en línea desde cualquier dispositivo conectado a internet, a diferencia del S10 que solo permite trabajar en el dispositivo donde se generó la base de datos y la exportación suele ser un poco pesado. Además, se puede compartir con los profesionales que están involucrados en el proyecto a través de mensajería. El programa Presupuestos.pe también facilita en el ámbito concerniente a Insumos y Análisis de Precios Unitarios, ya que este programa

cuenta con precios referenciales, los cuales son actualizados periódicamente sin la intervención del proyectista.

Se obtuvo un Costo directo: 1,277,046.42

Datos Generales	Partida	Unidad	Medrado	CU	Parcial	Mano de Obra	Materiales	Equipos	Subcontratos
Catálogo de Insumos	CUNETETA LATERAL DE CONCRETO ARMADO				1,277,046.42	469,074.85	655,540.99	97,774.67	0.00
Catálogo de Partidas	OBRAS PRELIMINARES				3,994.58	3,921.41	178.86	894.31	0.00
Lista de Insumos	TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRAS DE ARTE EN CUNETAS LATERALES	M2	2,981.03	1.34	3,934.58	2,921.41	178.86	894.31	0.00
Gastos Generales	MOVIMIENTO DE TIERRAS				73,951.43	10,120.52	0.00	62,234.32	0.00
Pie de presupuesto	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS C/MAQUINARIA	M3	3,030.96	5.42	16,427.80	5,455.72	0.00	10,972.08	0.00
Fórmula Polinómica	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO A MANO EN CUNETAS LATERALES	M3	286.13	28.64	8,194.76	5,631.28	0.00	2,766.68	0.00
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=50 KM	M3	3,788.70	13.02	49,828.87	833.51	0.00	48,495.36	0.00
	CONCRETO ARMADO				1,199,100.41	446,032.52	655,362.13	34,646.04	0.00
	CONCRETO FC=140 KG/CM2 PARA SOLADOS EN CUNETAS LATERALES	M3	266.97	314.62	83,994.10	31,572.87	48,252.16	4,170.07	0.00
	CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN CUNETAS LATERALES	M3	1,297.25	324.00	420,309.00	131,876.44	208,364.30	17,006.95	0.00

Rendimiento: 100 MIO: 6.30 MT: 10.99 EQ: 0.19 SC: 0.00 SP: 0.00 CU: 17.48

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	0.5000	0.0400	22.94	0.92
OFICIAL	HH	1.0000	0.0800	18.14	1.45
PEON	HH	3.0000	0.2400	16.39	3.93
ARENA GRUESA	M3		0.0015	50.00	0.08
ASFALTO RC-250	GAL		0.1006	14.00	1.41

Figura 10

Presupuesto realizado en Presupuesto.pe

Fuente: Elaboración propia

4.3. Resultado del objetivo específico 3

Teniendo en cuenta se puede deducir lo siguiente:

Tabla 9

Comparación de proyectos con metodología tradicional vs metodología BIM

METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
Solo se puede visualizar el diseño en 2D.	Visualizamos el proyecto en todas sus dimensiones.
Si queremos modificar alguna disciplina, nos lleva tiempo realizarlo para actualizar en todas las dimensiones del proyecto.	Intercambiamos datos con las diferentes disciplinas, la actualización es en tiempo real para todas las dimensiones.
Los errores muchas veces se detectan en la ejecución del proyecto.	Lo errores los identificas en el proceso de diseño del proyecto; si existe alguna modificación lo haces al instante, así obtienes un proyecto con mejor calidad y menores errores, por ende sobrecostos.
No se puede visualizar un render realista del proyecto.	Gracias a la cuarta dimensión de BIM, se puede ver el progreso de un proyecto (actividades constructivas, etc).
Se tiene que dibujar diferentes planos para las disciplinas.	Con BIM un proyecto puede ser visto en todas las disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones, etc)
Usamos información con base de datos diferentes.	Nos da la ventaja de la unificación de todos los aspectos del proyecto en una única base de datos, que se puede compartir a todos los involucrados en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. El proyecto se desarrolló en el distrito de Tarapoto y abarca las áreas de drenaje del lado derecho e izquierdo de Jr. Martínez de Compagnón desde la C-07 hasta la C-13.
2. El planteamiento del sistema de drenaje proyectado, consiste en la construcción de cunetas longitudinales de concreto armado tapadas, con secciones que varían desde 0.60 x 0.60 m para las tomas laterales y de 0.80 x 0.80 m, para todo el tramo longitudinal de los dos drenajes de ambos.
3. Los programas utilizados en el presente trabajo de investigación, fueron InfraWorks, Civil 3D y Presupuestos.pe los cuales fueron de mucha ayuda para conseguir los objetivos esperados, principalmente tener una mejor visualización del sistema de drenaje.
4. El modelado mediante la metodología BIM permite una interacción entre los especialistas del proyecto; al estar todos involucrados facilita la detección de errores y realizar modificaciones en etapas iniciales, evitando de esta forma retrabajos y sobrecostos.
5. Con la metodología BIM podemos combinar modelos en 2D y 3D en tiempo real, asimismo podemos visualizar los planos de todas las especialidades.
6. El programa Presupuestos.pe nos permite trabajar en diversos equipos que puedan conectarse a internet sin necesidad de exportar base de datos de otros dispositivos.
7. Con la cuarta dimensión de BIM podemos realizar la simulación de cualquier proyecto que queramos desarrollar, ya que nos permite visualizar de forma realista como va quedando en la ejecución hasta su etapa final.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda planificar ordenadamente la ejecución de las obras de drenaje, para no afectar a la infraestructura urbana existente y tampoco a la población.
2. Por lo general, los proyectos de drenaje, se tiene que realizar a partir de su último tramo, en época de pocas lluvias.
3. Utilizar los softwares adecuados para el desarrollo de la metodología BIM de un proyecto.
4. Realizar los trabajos con la metodología BIM, con los miembros del equipo adecuado para cada disciplina, de esta manera evitar errores en el transcurso del proyecto.
5. A la Universidad Nacional de San Martín, implementar cursos sobre el uso de esta metodología, ya que es una buena alternativa para proyectos futuros.
6. Concientizar a los profesionales y propietarios de empresas, respecto a la importancia de la implementación de BIM en Tarapoto, de esta manera no quedarse atrás con respecto a otras ciudades donde si aplican esta metodología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk. (s.f.). Ventajas de BIM. Lima.
- BIMnD. (2019). ¿Qué es el 5D en BIM?. Lima.
- Bustamante, G., & González, F. (2021). Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco. Obras y proyectos.
- Cadena, R., & Carrasco, R. D. (2008). Cálculo de gasto o caudal. Cálculo de gasto o caudal - Ecurrimiento Superficial.
- Céspedes Huayama, A., & Mamani Egoavil, C. (2016). Modelo de Gestión de proyecto aplicando la metodología Building Information Modeling (BIM) en la planta agroindustrial de Lurín.
- Chávez Aguilar, F. (2006). Simulación y Optimización de un sistema de alcantarillado urbano. LIMA: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- CONSULTORIA, A. (s.f.). Administrando Proyectos con Microsoft Project. Obtenido de <https://www.alpha-consultoria.com/que-es-microsoft-project-y-para-que-sirve/>
- EDITECA. (s.f.). Claves fundamentales para conocer la herramienta Navisworks. Obtenido de <https://editeca.com/claves-fundamentales-navisworks/#:~:text=Navisworks%20es%20una%20de%20las,punto%20de%20vista%2C%20y%20mediciones.>
- Engineering, E. I. (s.f.). Los proyectos BIM para infraestructuras actualmente están revolucionando el sector de la construcción. Obtenido de <https://econova-institute.com/que-es-bim-para-infraestructuras/>
- FINANZAS, M. D. (s.f.). La Metodología BIM. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=5897&Itemid=102594&lang=es
- Guerrero Calderón, L. J., & Montalván Garay, D. A. (2021). Diseño de un edificio multifamiliar con la metodología BIM, para detectar las interferencias, Tarapoto – 2021.
- INGENIERÍA, K. A. (s.f.). ¿Qué es el BIM? Obtenido de <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

- IP21NEWS. (9 de Enero de 2021). Beneficios del uso del BIM resumidos en una infografía. Obtenido de <https://ip21ingenieria.com/blog/beneficios-del-uso-del-bim-resumidos-en-una-infografia/>
- Lima, M., & Quispe, L. (2018). "Evacuación de Aguas Pluviales aplicando técnicas de Drenaje Urbano sostenible en la Localidad de Alto Libertad". Tesis de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Maps, G. (10 de Diciembre de 2023). Martínez de Compagñon cdra 7. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-6.493657,-76.3683746,18.25z?authuser=0&entry=ttu>
- Ministerio de Transportes, m. y.-G. (28 de 12 de 2018). El Gobierno crea la Comisión interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública. Obtenido de <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/vie-28122018-1356>
- MTC. (2008). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima.
- MVCS. (2006). Norma Técnica OS.060 drenaje Pluvial Urbano . Lima.
- ONU. (17 de Junio de 2019). La población mundial sigue en aumento, aunque sea cada vez más vieja. Obtenido de Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457891>
- Pape, H., & Nazer, A. (2021). Determinantes de la innovación en empresas constructoras de la Región de Atacama, Chile. Obras Proyectos.
- Perú, M. D. (15 de 10 de 2020). ¿Qué es Plan BIM Perú? Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Plan%20BIM,infraestructura%20de%20todo%20el%20pa%C3%ADs.>
- Piña Guevara, F., & Urquiaga Mori, M. (2020). Propuesta de implementar la metodología BIM para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de edificación de la ciudad de Yurimaguas. Tarapoto: Facultad de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de San Martín.
- Ramos Mamani, J. (2018). Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno, 2017 - 2018. Puno: Universidad Nacional del Altiplano .

- Sajamí Infante, C. S., & Ramírez Shapiama, J. C. (2021). "Innovación tecnológica con metodología BIM y su relación en control de obras viales, en el distrito de Tarapoto, Provincia y departamento de San Martín. 63.
- Sánchez Carlessi , H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Sandoval Carreño, D., Bermúdez Becerra, E., & Torres Fonseca, H. (2018). Planteamiento gerencial de una estrategia técnica para la selección de los métodos alternativos de entrega de proyectos el proceso de implementación BIM en organizaciones PYMES del sector de construcción de Bogotá D-C.". Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- Senhami. (1990-2015). Datos de la Estación Tarapoto. Tarapoto.
- Spain, B. S. (s.f.). BIM. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Tapia Nieto , G. (2018). Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú - Facultad de Ciencias e Ingeniería.

ANEXOS

Tabla 10

Matriz de consistencia del proyecto de investigación

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿De qué manera la simulación y el mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, contribuirá en mejorar la elaboración de proyectos en la ciudad de Tarapoto?	Simulación y mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM.	<p>ANTECEDENTES</p> <p>A nivel internacional: Bustamante, Ochoa, & González (2021) en su artículo titulado: "Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco", de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile.</p> <p>Sandoval, Bermúdez, & Torres (2018), en su trabajo de investigación titulado, "Planteamiento gerencial de una estrategia técnica para la, selección de los métodos alternativos de entrega de proyectos y el proceso de implementación BIM en organizaciones pymes del sector de construcción de Bogotá D-C", de la Universidad Católica de Colombia.</p> <p>A nivel nacional: Tapia (2018), en su proyecto de investigación titulado, "Primer estudio del nivel de adopción BIM En proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao" de la Pontificia Universidad Católica del Perú.</p> <p>Piña & Urquiaga (2020) de la Universidad Nacional de San Martín, Perú; en su tesis titulada "Propuesta de implementar la metodología BIM para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de edificación de la ciudad de Yurimaguas"</p> <p>Ramos (2018) en su tesis titulada "Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el</p>	La implementación de la metodología BIM, permitirá mejorar la elaboración de proyectos de sistema de drenaje, reduciendo planificación, ejecución, presupuesto y mantenimiento de la misma.	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Simulación y mejoramiento de un sistema de drenaje Urbano.</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>Implementación de la metodología BIM.</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Descriptiva – Aplicativa</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA Población: El distrito de Tarapoto que es uno de los distritos pertenecientes a la provincia y departamento de San Martín. Muestra: Los habitantes que residen en ambas márgenes del Jr. Martínez de Compañón cdra. 7 al 13.</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Observación Experimental ➤ Búsqueda de información relacionada en instituciones. ➤ Aplicación de softwares. <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ficha de Registro de Datos ➤ Datos de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la más cercana al área del proyecto de investigación, brindada por el SENAMHI. ➤ Plano catastral del distrito de Tarapoto en versión digital. ➤ Programas digitales de diseño.
	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigar acerca de la implementación de BIM en obras de drenaje para la identificación de los parámetros que requiere el proyecto. ✓ Identificar los softwares a utilizar y ponerlo en práctica mediante el empleo de un sistema de drenaje. ✓ Realizar un análisis comparativo sobre la elaboración de proyectos hidráulicos con metodología BIM con metodología convencional. 				

control de tiempos y costos para la obra mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno, 2017 - 2018", de la Universidad Nacional del Altiplano, Perú

A nivel local:

Sajamí & Ramírez (2021) en su tesis de pregrado titulado: "Innovación tecnológica con metodología BIM y su relación en el control de obras viales, en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín", de la Universidad Científica del Perú.

Calderón & Montalván (2021) en su tesis de pregrado titulado: Diseño de un edificio multifamiliar con la metodología BIM, para detectar las interferencias, Tarapoto – 2021, de la Universidad César Vallejo, Perú.

Declaratoria de autenticidad

Jaime Quinde Huamán, con DNI N°76844582 y **Braulio Huamán Córdova**, con DNI N°70407305, egresados de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autores del proyecto de investigación titulado: Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto.

Declaramos bajo juramento que:

1. El proyecto de investigación presentado es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene el proyecto de investigación no ha sido auto plagiada;

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 13 de marzo del 2024



Jaime Quinde Huamán
DNI: 76844582



Braulio Huamán Córdova
DNI: 70407305

Declaratoria de autenticidad

Yo, **Carlos Enrique Chung Rojas**, docente de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional de San Martín, asesor del Trabajo de Investigación titulado: "Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto" de los autores Jaime Quinde Huamán y Braulio Huamán Córdova, constató que la investigación tiene un índice de similitud menor al 50% verificable en el informe de originalidad del programa TURNITIN, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecida por la Universidad Nacional de San Martín.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 11 de marzo del 2024



Ing. Msc. Carlos Enrique Chung Rojas
DNI 01089135

ENLACE DE LAS HOJAS DE CÁLCULOS PARA LOS ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN

Enlace 1: Ejecución de cálculos.

https://drive.google.com/drive/folders/1iki6ZrD8Uxq9qei0GR3aNWft_g5Dsce?usp=sharing

Enlace 2: Base de datos topografía

<https://drive.google.com/drive/folders/1XIB7N9Qn3bGRAd725pEtZNm2bELIDHi?usp=sharing>

Enlace 3: Planos del proyecto de investigación.

https://drive.google.com/drive/folders/1qxNqY8l_LuUBFnLHUVOkih-PHILd5Z4w?usp=sharing

PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 1: Colapso de alcantarilla debido a lluvia torrencial en el Jr. Martínez de Compagñon cdra



Foto 2: Colapso de alcantarilla en el Jr. Circunvalación cdra 02



Foto 3: Calles en mal estado producto del mal sistema de drenaje a consecuencia de las intensas lluvias

Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto.

por JAIME QUINDE HUAMÁN

Fecha de entrega: 18-jun-2024 01:32p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2404919119

Nombre del archivo: JAIME_QUINDE_-_TESIS_-_18.06.2024.docx (4.11M)

Total de palabras: 9063

Total de caracteres: 50545

Simulación y Mejoramiento de un sistema de drenaje urbano implementando la metodología BIM, en la ciudad de Tarapoto.

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
4	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
8	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%