

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto  
Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con  
conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja  
– San Martín, 2023

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA  
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Chayan Goicochea Chavez

**REVISOR**

Orlando Rossbel Delgado Guardia

Rioja, Perú

2023

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	CHAYAN
Apellidos	GOICOCHEA CHAVEZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	74308985
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	ORLANDO ROSSBEL
Apellidos	DELGADO GUARDIA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	40883833
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-0342-2976

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del segundo miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del tercer miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	Rendimiento, mano de obra, saneamiento, partidas, agua potable
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 019-2023-UCSS-FI/TPICIV**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Los Olivos, 26 de mayo de 2023

Siendo el día viernes 19 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

**“Rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca - Rioja – San Martín, 2023”**

Presentado por el bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca:

**GOICOCHEA CHAVEZ, CHAYAN**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. LABAN VARGAS, JOSE LUIS

Ing. LAURENCIO LUNA, VILMA MONICA

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller GOICOCHEA CHAVEZ, CHAYAN el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,



LABAN VARGAS, JOSE LUIS  
Evaluador especialista 1



LAURENCIO LUNA, VILMA MONICA  
Evaluador especialista 2

**Anexo 2****CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

Manuel Ismael Laurencio Luna  
Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca - Rioja - San Martín, 2023 ”**, presentado por GOICOCHEA CHAVEZ, CHAYAN con código 2014101703 y DNI 74308985 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 10%**. \* Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'ORL' with a flourish, is centered on the page.

---

Orlando Rossbel Delgado Guardia  
**Docente Revisor**  
DNI N° 40883833  
ORCID: 0000-0002-0342-2976  
Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo principal determinar el rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023. Lo cual este estudio es de tipo cuantitativo no experimental. Para su desarrollo se utilizó el método de la observación directa en campo teniendo como instrumento un formato para la obtención de datos, considerando como muestra de estudio, la mano de obra empleada durante los procesos constructivos del sistema de agua potable; posteriormente la información pasó gabinete para realizar los análisis y obtener los resultados a nuestras preguntas planteadas. Se obtuvieron como principales resultados que los trabajos preliminares alcanzaron un rendimiento promedio de 125.38 %, para movimientos de tierras un rendimiento promedio de 100.38% y para instalación de tuberías un rendimiento de 88.99 %. Por lo tanto, se muestra que los rendimientos de la mano de obra en las actividades de ejecución de la red de agua potable del distrito existen una variación negativa de 11.01 % con respecto al expediente técnico, debido a presencia de factores físicos, ambientales y a las deficiencias en el expediente técnico.

**Palabras claves:** Rendimiento, mano de obra, saneamiento, partidas, agua potable

## **ABSTRACT**

The main objective of this report is to determine the performance of labor in the execution of the project Improvement and Expansion of the drinking water system with home connections in the district of Nueva Cajamarca - Rioja - San Martín, 2023. Which this study is of a non-experimental quantitative type, since for its development the method of direct observation in the field was used, having as an instrument a format for obtaining data, considering as a study sample the labor employed during the construction processes of the system of drinking water; Subsequently, the information passed to the cabinet to carry out the analyzes and obtain the results of our questions. The following results were obtained: for preliminary works an average yield of 125.38%, for earthworks an average yield of 100.38% and for pipe installation a yield of 88.99%. Therefore, it is shown that the labor yields in the execution activities of the district drinking water network have a negative variation of 11.01% with respect to the technical file, due to the presence of physical, environmental factors and the deficiencies in the technical file.

**Keywords:** performance, manpower, sanitation, items, drinking water

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TRAYECTORIA DEL AUTOR</b> .....	<b>3</b>
2.1. Descripción General del Consorcio.....	3
2.2. Reseña histórica del Consorcio .....	3
2.3. Organización del Consorcio.....	4
2.3.1. Organigrama.....	6
2.3.2. Misión y Visión.....	6
2.3.3. Valores y Principios.....	7
2.4. Breve reseña profesional.....	7
2.5. Denominación y descripción del área .....	8
2.6. Funciones específicas desempeñadas.....	9
2.7. Experiencia profesional más significativa.....	10
<b>3. PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>11</b>

3.1.	Planteamiento del problema.....	11
3.2.	Determinación del problema.....	13
3.2.1	Problema principal.....	13
3.2.2.	Problemas Secundarios .....	13
3.3.	Objetivo General .....	13
3.4.	Objetivos Específicos.....	14
3.5.	Justificación.....	14
3.6	Alcances y limitaciones .....	15
<b>4.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
4.1	Antecedentes bibliográficos.....	17
4.2.	Bases Teóricas.....	20
4.3.	Definición de Términos Básicos .....	24
<b>5.</b>	<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>26</b>
5.1.	Metodología de la Solución .....	26
5.2.	Desarrollo de la solución.....	29
5.3.	Factibilidad técnica – operativa.....	49
5.4.	Cuadro de inversión .....	51
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
6.1.	Análisis Costos – Beneficio.....	52
<b>7.</b>	<b>APORTES MÁS DESTACABLES .....</b>	<b>55</b>

<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores y principios del consorcio .....	7
Tabla 2 Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra.....	22
Tabla 3 Métodos y técnicas del proyecto de investigación .....	26
Tabla 4 Estructura de desglose de trabajo (EDT).....	35
Tabla 5 Rendimiento de la mano de obra en trabajos preliminares del ET.....	37
Tabla 5 Rendimiento de la mano de obra en trabajos preliminares del ET.....	38
Tabla 6 Rendimiento de la mano de obra en movimiento de tierras del ET .....	38
Tabla 7 Rendimientos de la mano de obra en instalación de tuberías del ET .....	40
Tabla 8 Rendimiento real de la mano de obra en trabajos preliminares.....	41
Tabla 9 Rendimiento real de la mano de obra en movimiento de tierras .....	41
Tabla 10 Rendimiento real de la mano de obra en instalación de tuberías.....	43
Tabla 11 Comparación de rendimientos de mano de obra en trabajos preliminares .....	45
Tabla 12 Comparación de rendimientos de mano de obra en movimiento de tierras.....	45
Tabla 13 Comparación de rendimientos de la mano de obra en instalación de tuberías .....	48
Tabla 14 Personal que conforma la cuadrilla de agua potable .....	49
Tabla 15 Equipos menores y herramientas manuales.....	50
Tabla 16 Materiales utilizados en la ejecución de las redes de agua potable .....	50
Tabla 17 Cuadro de inversión.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa “Consortio Nueva Cajamarca” .....	6
Figura 2 Estructura del área de producción.....	8
Figura 3 Diagrama de actividades en movimiento de tierras .....	23
Figura 4 Estructura de Procedimiento para la Recolección de Información .....	28
Figura 5 Mapa de ubicación geográfica de Nueva Cajamarca .....	30
Figura 6 Resumen del presupuesto base del proyecto.....	34
Figura 7 Comparación del rendimiento promedio calculado y el ET.....	53
Figura 8 Causas de incumplimiento de la planificación de una semana .....	54
Figura 9 Causas de incumplimiento acumulado.....	54
Figura 10 Plano de ubicación del proyecto .....	63
Figura 11 Plano de sectorización.....	64
Figura 12 Trabajos preliminares, trazo y replanteo de red de agua potable .....	65
Figura 13 Excavación en Terreno Normal para instalación de red de agua potable .....	65
Figura 14 Excavación de zanja para instalación de tubería de agua potable en T.S. ....	66
Figura 15 Colocación de cama de arena $e = 0.10$ m.....	66
Figura 16 Instalación de tubería DN=160 MM .....	67
Figura 17 Protección de red existente de agua potable DN=315 MM. ....	67
Figura 18 Relleno de zanja con material propio.....	68
Figura 19 Prueba Hidráulica en redes de agua potable. ....	68

## 1. INTRODUCCIÓN

Todo proyecto de inversión pública o privada está conformado por recursos y procesos que surgen de la necesidad de una determinada población y se elabora con el objetivo de ayudar y contribuir con el desarrollo sostenible por lo que es sumamente indispensable el servicio de saneamiento básico como el agua potable y alcantarillado. (Sernaque, 2021)

Para que un proyecto se desarrolle de manera efectiva es necesario elaborar un buen expediente técnico, por ende, se debe conocer cuáles son los componentes y los diversos estudios que demanda para su correcta elaboración tanto presupuestalmente y para el momento de su ejecución. (Terrones, 2018)

Existen factores que dificultan la proyección eficaz del costo y el tiempo de ejecución de una obra, dentro de ellos es la designación de los rendimientos de la mano de obra (RMO) y estipulada a cada partida. Porque, para realizar estos cálculos, los datos son tomados de manera erróneamente de una base de información inexacta, por haber sido formulados para circunstancias de obra no previstas en el proyecto específico y con un punto de vista ajeno al área. En consecuencia, el proyecto se ve afectando seriamente en variaciones presupuestarias y esfuerzos significativos. (Torres y Grandez, 2019)

Para aplacar el problema mencionado en nuestra realidad hay muchos proyectos de sistemas de agua potable administrados por los municipios o empresas privadas en lo que se obliga a buscar soluciones técnico, factible y económico para la ejecución de proyectos de calidad tanto en los procesos constructivos como en los suministros de materiales que garantizan una buena inversión presupuestaria. (Aliaga, 2019)

En Perú, actualmente, en una ejecución se presencian vicios ocultos que hacen que los rendimientos reales obtenidos a partir de la mano de obra no sean los mismos de los que fueron programados. Esto puede afectar de manera positiva o negativamente al proyecto, por ello, al momento de la elaboración del presupuesto de obra es fundamental tener en cuenta

que factores influyen en esta variación para poder anticipar medidas y hacer las correcciones necesarias. Cabe señalar que, para la elaboración de presupuestos de obras de construcción se toma en cuenta como fuente de datos a la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO). Sin embargo, en muchas ocasiones estas no se adaptan a la realidad de los distintos proyectos, debido a que cada uno posee múltiples exigencias que no están previstas en dicha base de datos (Hugo, 2021).

En la región de San Martín existen muchos proyectos que tienen problemas al momento de ser ejecutados por diversos motivos, ya sean por presencia de factores que han sido tomados en cuenta al momento de elaborar los expedientes técnicos y dejando como consecuencia la insatisfacción del cliente por los malos procesos o porque no son terminados al tiempo que fueron programados. (García, 2021)

Este trabajo se enfoca en dar a conocer los RMO obtenidos en la ejecución de la red de agua potable en el proyecto “Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca-Rioja - San Martín” con la finalidad de evidenciar qué partidas presentan un mayor rendimiento de la mano de obra y cuáles presentan más inconvenientes y a qué factores se debe esto. Se realizará una comparativa entre el expediente técnico y el trabajo real en campo, con la intención de que se logre plantear algunas alternativas de solución para que, en proyectos futuros similares, se tengan las estrategias adecuadas para poder aplicarlas a tiempo.

## 2. TRAYECTORIA DEL AUTOR

### 2.1. Descripción General del Consorcio

Nombre	:	Consorcio Nueva Cajamarca
Nacionalidad	:	Peruana
RUC	:	20605155635
Dirección Legal	:	Av. Circunvalación N° 2283
Provincia	:	Tarapoto
Departamento	:	San Martín
Representante Común	:	Ing. Abner Guzmán Tejada

### 2.2. Reseña histórica del Consorcio

La contratista es una empresa que fue creada el 21 de agosto del 2019 cuyo objetivo social es la Colaboración Empresarial (CONSORCIO). Está constituido bajo los alcances de la Ley General de Sociedades, que se dedica a la ejecución de Obras Públicas. Fue creado específicamente con la finalidad de ejecutar el proyecto que lleva por nombre: “Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la ciudad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín”, código SNIP N° 322711 y Código Único de inversiones N° 2300077.

El Consorcio Nueva Cajamarca está conformado por tres empresas: NEGOCIOS & CONSTRUCCIONES LITO E.I.R.L., con RUC 20480052090, CONSTRUCTORA INMOBILIARIA RIO HUALLAGA S.A.C. – COIRH, con RUC 20450278051 & ASSIGNIA INFRAESTRUCTURA S.A. SUCURSAL DEL PERU con RUC 20536715518, la cual está debidamente representado por su Representante Común del Consorcio el Sr. Abner Guzmán Tejada, con DNI N° 45980227.

CNC actualmente tiene una oficina instalada en distrito de Nueva Cajamarca ubicada en el Jr. Piura – cuadra 02, lugar donde se está ejecutando el proyecto, está constituida por excelentes profesionales con buena capacidad técnica y operativa, comprometidos a mejorar

continuamente el desempeño para el bienestar de la población nueva cajamarquina y cumplir con la meta propuesta que es ejecutar con éxito dicho proyecto.

### **2.3. Organización del Consorcio**

El consorcio nueva Cajamarca está organizado por las siguientes áreas y sus debidos representantes:

- Gerencia del proyecto
  - Gerente General de Operaciones: Ing. Gerson Pinedo Tuesta.
  - Gerente de obra: Ing. Fredy Tafur Garay.
  - Residente de obra: Ing. José L. Revilla Manchego.
  
- Oficina Técnica
  - Gestión Contractual: Ing. Alexander Gonzales Alva
  - Jefe de planeación y control: Ing. Abraham D. Torres Senmache.
  - Valorizaciones: Ing. José A. Diaz Linares
  - Logística: Ing. Cesar A. Medina Moncada
  
- Producción
  - Jefe de Producción: Ing. Alejandro Rojas Gallufi
  - Ingeniero de producción Captación: Ing. Ítalo Huataquispe Lalangui.
  - Ingeniero de Producción PTAP: Ing. Cristian A. Ramos Alonso
  - Ingeniero de Producción PTAR: Ing. Alfredo M. Ramírez Magan
  - Ingeniero de producción de obras lineales: Bach. Chayan Goicochea Chavez.
  
- Equipo Administración

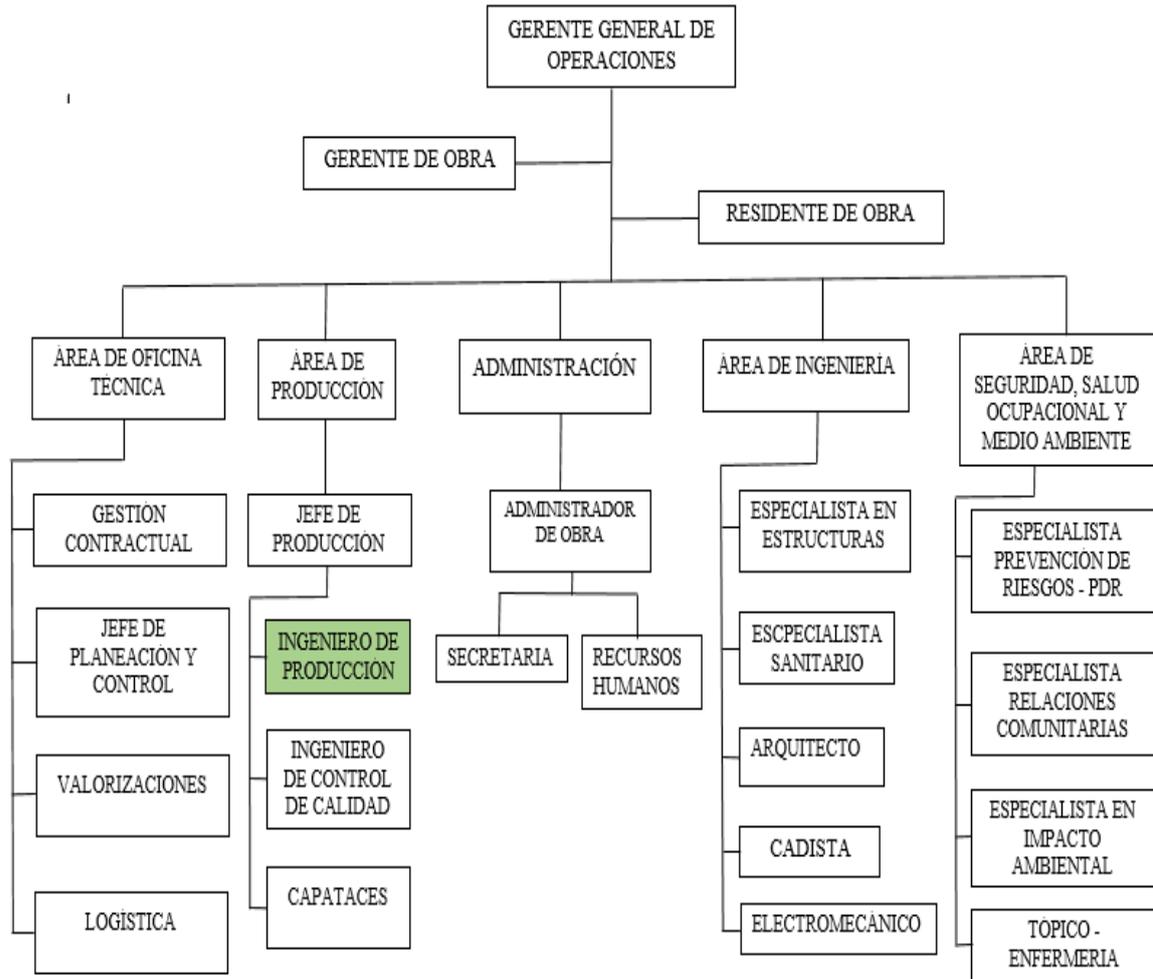
Departamento de Personal y Administración de Obras:

- Administrador de obra: Lic. Alindor Pinedo Tafur
- Secretaria: Berenice Lancha Flores
- Recursos Humanos: Vanesa Silva Vásquez
  
- Equipo de ingeniería
  - Especialista en Estructuras: Ing. José A. Herrera Mogollón
  - Arquitectura: Lic. Pamela V. Torres Senmache.
  - Cadista: Rafael Alegre Osorio.
  - Topografía: Marco A. Montes Pinedo
  - Adicionales de obra: Ing. Jhon E. López Hidalgo  
Ing. Edgar Iñapi Bardales
  
- Área de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
  - Especialista en Impacto Ambiental: Ing. Merlin Pinedo Guzmán
  - Especialista en Seguridad y Salud: Ing. Carlos M. Santillán García.
  - Ingeniero de Seguridad Obras Lineales: Ing. Delmester Chuquimbalqui Marina.
  - Ingeniero de Seguridad PTAP: Ing. Mayte Oliva Vásquez.
  - Relaciones Comunitarias: Leslie Fernández Montoya.
  - Enfermería: Lic. Rosario L. Ventura Montenegro.
  - Paramédico: Walter A. García Tangoa.

### 2.3.1. Organigrama

**Figura 1**

*Organigrama de la empresa “Consortio Nueva Cajamarca”*



*Nota:* Adaptado del Informe oficial del Consorcio. Se muestra la estructura organizacional del Consorcio, en la parte sombreada indica el área donde se realizaron las labores profesionales.

### 2.3.2. Misión y Visión

- Misión

Somos una empresa que está dedicada a la ejecución de obras públicas y brindar servicios integrales de construcción, cumpliendo con los objetivos planteados bajo los

estándares de calidad y contribuyendo activamente al éxito de nuestros clientes y al desarrollo de la región amazónica, en armonía con nuestro entorno.

- **Visión**

Ser la empresa constructora más sólida y confiable de la Amazonía Peruana, encabezando el mundo de la construcción mediante la responsabilidad, eficiencia y cumplimiento con todas las metas planteadas, buscando cada día nuevos horizontes y el desarrollo de un mundo mejor.

### **2.3.3. Valores y Principios**

**Tabla 1**

*Valores y principios del consorcio*

<b>Valores</b>	<b>Principios</b>
Responsabilidad con los trabajos	Satisfacción de nuestros clientes
Respeto con los trabajadores y demás	Cumplir con nuestros compromisos
Compromiso con el trabajo	Generar confianza con los clientes
Calidad en los trabajos realizados	Transparencia organizativa, operativa y financiera
Eficiencia	Optimización de recursos
Honestidad	
Profesionalismo	

*Nota:* Adaptado de la información brindada por el administrador de la empresa Consorcio Nueva Cajamarca. Se muestra los valores y los principios que tiene el consorcio.

### **2.4. Breve reseña profesional**

Bachiller en ciencias de la Ingeniería Civil egresado de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica Sedes Sapientiae – Filial Rioja en el 2019. Del 16 de noviembre del 2019 hasta el 30 de noviembre del 2022. Se laboró en dicha obra: “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la

ciudad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín” con el cargo de ingeniero asistente de producción.

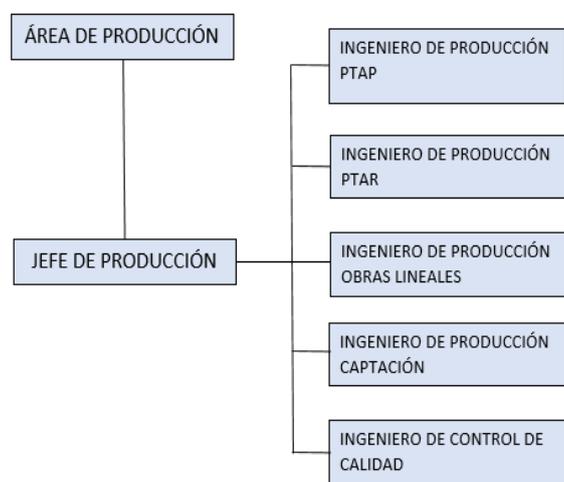
Durante el tiempo de estancia en dicho proyecto el responsable fue encargado de la ejecución de diversos componentes. Las cuáles se asumió con gran responsabilidad y compromiso, desarrollando el trabajo con respeto, puntualidad y eficiencia, aportando todos los conocimientos adquiridos en la vida universitaria con una buena capacidad, cuidado y diligencia que los trabajos o partidas ameriten. Siempre y cuando teniendo en cuenta las especificaciones técnicas pactadas del expediente técnico del proyecto.

Durante la experiencia profesional como ingeniero asistente de producción dentro de la obra se ejecutó todas las obras lineales de distribución de agua potable (redes primarias y secundarias); el desarrollo de pruebas hidráulicas de agua y desagüe; la ejecución de todas las conexiones domiciliarias de agua y desagüe; la instalación de línea de conducción y aducción de agua potable; ejecución de redes secundarias de alcantarillado. También, la ejecución de obras civiles complementarias en la zona de la captación del proyecto.

## 2.5. Denominación y descripción del área

**Figura 2**

*Estructura del área de producción*



*Nota.* En la figura se muestra cómo está organizado el área de producción del Consorcio Nueva Cajamarca.

La empresa contratista Consorcio Nueva Cajamarca otorga el trabajo bajo la modalidad de prestación de servicios prevista en el artículo 1764 y siguientes del Código Civil. Al fin de brindar prestaciones como Ingeniero Asistente de Producción, en el proyecto que lleva el nombre: “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la ciudad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín”. Donde se pasó formar parte de los profesionales responsables de los procesos constructivos a fin de brindar soporte al área de producción dentro de la obra, teniendo como jefe del área al Ingeniero Alejandro Rojas Gallufi.

## **2.6. Funciones específicas desempeñadas**

Las funciones y responsabilidades específicas de las cuáles se estuvo a cargo son las siguientes:

- Brindar soluciones técnicas de campo.
- Elaborar metrados de avance de obra, procesar y generar reportes de desempeño.
- Desarrollar reportes de Horas - Hombre (H-H) por frentes de trabajo y generar reporte de consolidado total de H-H consumidas.
- Controlar rendimientos de mano de obra y materiales.
- Compatibilizar de planos y especificaciones técnicas.
- Informar cambios de detalles de ingeniería.
- Controlar calidad de los procesos constructivos, materiales, protocolos y pruebas de equipos.
- Elaborar requerimientos de materiales.
- Elaborar informes de producción.
- Generar protocolos de control de calidad para pruebas hidráulicas.
- Resolver interferencias en campo con redes existentes de servicio.
- Capacitar a los trabajadores sobre los procesos constructivos.
- Otras que determine el jefe inmediato.

## **2.7. Experiencia profesional más significativa**

Durante todo el periodo en el proyecto nombrado anteriormente se aprendió muchas cosas que van a formar parte de la experiencia profesional. Una de las experiencias que marcó la diferencia es haber estado a cargo de la ejecución de estructuras hidráulicas complementarias en la zona de la captación:

- Cámara de alivio.
- Cámara de rejas.
- Cámara macromedidor de caudal.
- Cámara repartidora de caudal.
- Desarenador.
- Cámara de reunión de caudal.
- Cámara de aire y purga en la línea de aducción.
- Cámara de aire y purga en la línea de conducción.

Para realizar los trabajos, se aprendió a tener una planificación semanal utilizando la herramienta de lookahead para ver nuestras posibles restricciones de obra y así tener una mejor producción. Otro punto importante que se tuvo en cuenta es tener el material como agregados, encofrados, etc. y equipos anticipadamente para no tener retrasos durante la ejecución. La presencia de lluvia en la zona era un poco impredecible y fue un factor que impedía que algunos trabajos se ejecuten conforme estaba planeado, los cuales generaban retrasos o por consiguiente se tenía pérdidas. A pesar de que se tuvo muchas complicaciones se ejecutó todas las estructuras de acuerdo con las especificaciones y se logró cumplir con la meta propuesta.

### **3. PROBLEMÁTICA**

#### **3.1. Planteamiento del problema**

Actualmente, una de las muchas dificultades que enfrenta la humanidad es la carencia de los servicios de saneamiento básico que consiste en la instalación de obras lineales con el propósito de disminuir los riesgos a padecer enfermedades a consecuencia de consumir agua sin recibir un previo tratamiento. Además de prevenir la contaminación y por consiguiente contribuir con un desarrollo sostenible. (Gonzales y Vallejos, 2020)

En la elaboración de todo expediente técnico de un proyecto de inversión pública o privada uno de los componentes más importantes es conocer el monto presupuestal con el cual será ejecutado dicho proyecto. Para ello, los especialistas en el rubro tendrán en cuenta los RMO por cada partida que se encuentra dentro de la ejecución de un proyecto y en tal caso la ejecución de la red de agua potable las cuales son necesarias para su elaboración.

Obligatoriamente se debe considerar los requerimientos necesarios como mano de obra y equipos, teniendo en cuenta sus rendimientos para que al momento que el proyecto culmine se puedan ver resultados positivos. Es por ello que las entidades contratantes y contratistas deben tener la capacidad y habilidad para planificar; suele suceder que al momento de afrontar un proyecto a ejecutar los constructores pueden reflejar un optimismo exagerado. Lo cual puede llevarlos a aceptar presupuestos muy reducidos, programaciones de obras restringidas y utilización de recursos que no están a su alcance. Todo esto puede limitar que un proyecto pueda culminar de una manera exitosa. El gremio de construcción no posee información clara y concisa para la planificación de un proyecto debido a que no existe una base de datos de la cual se pueda obtener la información acerca de los rendimientos aproximados de mano de obra para cada lugar específico de ejecución para cada proyecto, es de ahí de donde parte la problemática. (Aliaga, 2019)

En Perú, CAPECO es una de las fuentes con base de datos más frecuentadas por profesionales de diferentes campos de la construcción. Pero dicha institución no toma en cuenta con la data de los RMO de zonas que no se encuentran dentro las provincias de Lima

y Callo. Cabe mencionar que existe una gran incertidumbre de base de datos. Es por ello que las Empresas más grandes denominadas Odebrecht, JJC, COSAPI, ICCGSA, Graña Montero, entre otras; cuentan con su propia información y son muy reservadas. En efecto, los expedientes técnicos de los proyectos son deficientes. (Gregorio, 2018)

De modo similar, en la región San Martín, se tiene una dificultad al momento de la elaboración de los presupuestos de los proyectos debido a la gran parte los encargados de tal actividad ignoran los legítimos datos de RMO. Especialmente en los proyectos de saneamiento por la variación de partidas con respecto a la CAPECO y por dificultades que se presentan en campo. Hasta la actualidad, no existe instituciones que regulen una base de datos eficaces para realizar un costo directo certero al 100% y efectuar las metas planteadas. (García, 2021)

En el distrito de Nueva Cajamarca, durante la ejecución de las redes de agua potable y alcantarillado del proyecto denominado: “Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la ciudad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín”. También, se evidencian una serie de restricciones e interferencias, tales como: carencia de información de sistemas de redes de servicios públicos, interferencias con propiedades privadas, definición y alineamientos de calles, cambios repentinos de tipo de terreno que no están estipulados de acuerdo con las partidas del expediente técnico (ET), factores climáticos impredecibles, etc. Donde la producción se ve afectada porque los rendimientos de la mano de obra tienden a tener variaciones desfavorables poniendo en riesgo el presupuesto del proyecto y el plazo de ejecución.

En función a todo lo mencionado existe una frecuente brecha del RMO en la ejecución del proyecto debido a la alta presencia de factores físicos y ambientales que restringen la ejecución. También, la poca experiencia de los trabajadores y por otro lado la deficiencia del expediente técnico; por lo que se muestra una baja productividad por parte de los trabajadores, el incremento del tiempo o plazo de ejecución; además de ello el aumento del costo y presupuesto de ejecución del proyecto.

## **3.2. Determinación del problema**

### **3.2.1 Problema principal**

¿Cuáles son los rendimientos de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023?

### **3.2.2. Problemas Secundarios**

¿Cuáles son los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023?

¿Cuáles son las actividades más críticas en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023?

¿Cuáles son las variaciones de los rendimientos de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín 2023, con respecto al expediente técnico?

## **3.3. Objetivo General**

Determinar cuáles son los rendimientos de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023.

### **3.4. Objetivos Específicos**

Determinar cuáles son los factores más influyentes en el rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023.

Determinar cuáles son las actividades más críticas en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023.

Determinar cuáles son las variaciones de los rendimientos de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023, en comparación con el expediente técnico.

### **3.5. Justificación**

Los RMO juegan un rol muy importante dentro de la elaboración de un expediente técnico de un determinado proyecto. La correcta determinación de los rendimientos ayuda a no tener inconvenientes con el tiempo estimado para la ejecución de una actividad programada. Es importante conocer dichos rendimientos porque cada proyecto es único por lo que tienden a variar de acuerdo al contexto o zona donde se pretende ejecutar.

Se necesita conocer las variaciones de acuerdo a la realidad de cada lugar, para que en el futuro se pueda mejorar la elaboración de los expedientes teniendo en consideración la implementación de una base de datos más certero y así tener un costo y tiempo de ejecución con más precisión.

El desarrollo de esta investigación se justifica teóricamente, porque pretende dar a conocer cuáles son los RMO reales obtenidos a partir de la ejecución de las redes de agua potable. Los mismos que serán de gran ayuda y utilidad para las empresas o entidades que son del rubro de la elaboración de expedientes.

El presente trabajo tiene como justificación práctica, que se tendría una información con datos más exactos y propios de la zona, tomando en cuenta a las dimensiones como los factores que influyen en la variación de los rendimientos, tipo de terreno que se presenta durante la ejecución de las redes de agua potable, el tiempo de jornada empleado en cada actividad. Con base a los resultados obtenidos que estrategias de debe plantear para controlar los rendimientos y el plazo de ejecución.

La justificación dentro del ámbito metodológico es que durante la etapa de ejecución de las redes de agua potable se tuvo en cuenta los siguientes métodos: la inspección del terreno o campo de trabajo y la toma de datos la cual permitió dar a conocer los rendimientos múltiples de las diversas actividades en la ciudad de Nueva Cajamarca. Por otro lado, los factores que están interviniendo de manera puntual a la variación de los rendimientos. De manera que, permita determinar datos claros y precisos. Además, se llevó a un cuadro estadístico para ver la variación con respecto a datos del expediente técnico.

La justificación dentro del contexto social es que brindaría un aporte conciso y beneficiara a muchos de los profesionales proyectistas de la zona donde se encuentra ejecutando dicho proyecto con el fin de optimizar los recursos. El ámbito de la construcción es muy amplio y siempre se necesita tener una base de datos reales ya que permitirá tener una buena gestión de los proyectos.

Este informe hace mención a los RMO reales que fueron determinados en algunas partidas que se encuentran dentro de la ejecución de las redes de agua potable del proyecto antes mencionado.

### **3.6 Alcances y limitaciones**

Este trabajo de investigación abarca un enfoque cuantitativo, para su desarrollo se siguió unos procesos de manera secuenciales con la capacidad de ser probados y partiendo desde una observación y fueron verificados netamente en campo durante el proceso de

ejecución. De modo que, permitió alcanzar resultados cuantificables o medibles y para su determinación se utilizó la estadística. (Hernández et al., 2014)

Según Rivero (2008) las investigaciones son de tipo aplicativo porque los resultados que son obtenidos servirán como base de datos para la plasmarse en proyectos futuros y que serán aplicados de acuerdo con la necesidad de los especialistas que lo requieren. Asimismo, manifiesta que es aplicada, porque pretende conocer datos y comparar con la realidad.

El trabajo es un estudio correlacional, porque tiene la particularidad de medir o comparar la relación que existe entre dos o más variables en estudio, dado el caso se busca saber la relación entre datos obtenidos del rendimiento de la mano de obra y la productividad durante la ejecución de las redes de agua potable; así como también es transversal, porque la información requerida es adquirida en un determinado año (Hernández et al., 2014).

Para la obtención de nuestros resultados específicos se realizan estudios dentro de un proyecto de saneamiento, específicamente en el componente de redes de agua potable, donde la información recopilada fue directamente del lugar de los hechos a través de la observación permanente, sin intentar manipular alguna variable en estudio, por lo que se empleó un estudio no experimental (Palella y Martins, 2006).

El presente trabajo está limitado a realizar una determinación del rendimiento de la mano de todo el personal obrero presente durante la ejecución teniendo en cuenta factores como, condicionamiento laboral, cambios repentinos del medio ambiente, entre otros, que alteran relativamente la producción del personal.

Además, este informe tiene como limitación el acceso de algunos datos sobre la empresa donde se realizó la experiencia profesional debido a que no cuenta con mucha información, por otro lado, el tema de investigación que está planteado carece de referencias bibliográficas recientes.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes bibliográficos

#### - Antecedentes nacionales

Ruíz (2021) realizó un estudio y analizó el RMO durante la ejecución de los trabajos preliminares, trabajos de movimiento de tierras y vaciado de pavimentos en 03 cuadras de un proyecto del sector Los Jardines en la localidad de Tarapoto - San Martín. En dicha ciudad, se ha visto que es necesario realizar trabajos de pavimentación y así contribuir con el desarrollo eficiente para la población. Debido a ello se ha realizado un análisis de RMO en algunas de sus partidas para verificar cuáles son los datos verdaderos en el presente proyecto. Porque se tiene un descontrol durante la ejecución alterando costos y tiempos determinados. Por tal motivo, se efectuó una investigación de tipo cuantitativo no experimental bajo una medición transversal debido a que los datos fueron adquiridos en momentos específicos. La muestra utilizada fueron las partidas estipuladas anteriormente y para la comprensión de información se estableció fichas de observación para ser llenados con datos encontrados en campo. Los mismos que, se llevarán a gabinete y que servirán de ayuda en el procesamiento de datos de rendimientos para a través de un análisis estadístico y así satisfacer la información y obtener resultados que se requiere. Los resultados sobre los RMO actualizados que se obtuvieron son los siguientes: En primer lugar, las partidas de trabajos preliminares son de 88.04% en función del expediente técnico. La partida en estudio de movimiento de tierras el resultado promedio es de 133.32% en relación con el expediente técnico y por último en la partida de Pavimentos es de 75.63 % en función a los datos estipulados en el expediente técnico del proyecto en ejecución. De acuerdo con el análisis de los resultados se concluye que en las partidas estudiadas existen muchas variaciones. El desconocimiento o por falta de experiencia del personal o por factores propios de la zona que no fueron tomados en cuenta al momento de formular el expediente técnico o por la falta de control por parte de los encargados de cada frente de trabajo. Trabajos preliminares con un rendimiento de 95.19% que es superior al 80% que manda el Expediente Técnico ET, movimiento de tierras con un 107.92%. También, es superior al que manda el ET y en pavimento flexible es de 80.37% que tiene un porcentaje mínimo por encima de 80% que manda el ET.

Terrones (2018) en su investigación determinó los rendimientos reales de mano de obra en la construcción de la Rehabilitación de la Av. Juan Pablo II con Av. Paujiles – Av. Huamán – en la provincia de Trujillo, región La Libertad. En la actualidad, se tiene muchas incertidumbres e incongruencia al momento de efectuar un expediente técnico. Por tanto, toda empresa constructora debe tener una base de datos certeros de acuerdo a las características de cada lugar o zona donde se pretende ejecutar un proyecto. De modo que ayude a tener un presupuesto más real y plazos de ejecución más confiables. Para la recaudación de información de datos requeridos se empleó la técnica de la inspección directamente en el lugar de los hechos (campo) y para los cuales fueron necesarios utilizar unas fichas de observación como instrumentos. Además, se utilizó procesos estadísticos para el análisis de los datos, por lo que se efectuó en este caso la investigación enfocada cuantitativamente utilizando un diseño no experimental y con un tipo de estudio descriptivo. Al respecto, se obtuvieron los siguientes resultados: demolición de carpeta asfáltica 2629.53 m<sup>2</sup>/día, trazo y replanteo en pavimentación 1014.84 m<sup>2</sup>/día, corte de base existente c/equipo, e = 0.20m 2629.53 m<sup>2</sup>/día, eliminación de material excedente c/esponjamiento 829.55 m<sup>3</sup>/día, sello asfáltico 2385.37 m<sup>2</sup>/día, base granular e= 20cm 890.50 m<sup>2</sup>/día, barrido y limpieza p/ la carpeta asfáltica 4921.88 m<sup>2</sup>/día, imprimación asfáltica en pavimento 569.99 m<sup>2</sup>/día, barrido y limpieza manual para recapeo 2766.15 m<sup>2</sup>/día, riego con emulsión para recapeo 1701.35 m<sup>2</sup>/día, carpeta asfáltica en caliente de 1" 1516.61 m<sup>2</sup>/día, marcas sobre el pavimento 53.51 m<sup>2</sup>/día, excavación de zanjas para sardinales 69.78 m<sup>2</sup>/día, trazo y replanteo de sardineles sumergidos 1464.96 m/día, sardineles de concreto de f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> 14.67 m<sup>2</sup>/día, encofrado y desencofrado de sardinel 19.87 m<sup>2</sup>/día, pintura en sardineles 182.62 m/día. Se concluye, que existen grandes variaciones sobre los RMO en las partidas que fueron analizadas, por lo que se demuestra la veracidad de la hipótesis planteada ya que los RMO si son ciertamente diferentes a los rendimientos que fueron estipulados al momento de elaborar el Expediente Técnico.

Gregorio (2018) evaluó el rendimiento de mano en obra en proyectos de agua potable en callejón de Huaylas – Ancash en las actividades que involucran movimiento de tierras. El descuido por parte de las empresas al momento de formular costos y plazos de ejecución afectan severamente al proyecto, ocasionando pérdidas en su ejecución. En muchas ocasiones y casi en todos los datos de rendimientos son estipuladas en base a las experiencias

o de acuerdo a CAPECO. Los mismos, que son alejados de la realidad. De acuerdo a los parámetros y metodología que se desarrolló en el análisis, el estudio tiene un enfoque cuantitativo debido que los datos son medibles y para lo cual se estableció como instrumentos algunos formatos. Además, es de tipo descriptivo ya que los métodos utilizados para la información necesitada son recaudados a base de la observación precisamente in situ y es no experimental transversal, porque las variables en estudio son analizadas conforme se presentan en un tiempos y lugares específicos. Se estuvo los siguientes resultados: durante la excavación manual en terreno natural se obtuvo un RMO es 2.99 m<sup>3</sup>/día, excavación manual en conglomerado es 2.80 m<sup>3</sup>/día y excavación manual en roca suelta es 2.30 m<sup>3</sup>/día, para la partida de refine y nivelación es 48.95 m/día, en material de cama de soporte es 48.74 m/día, para la partida de relleno y compactación a pisón con material selecto cada 0.10 m, el resultado es 50.04 m/día, en relleno y compactación utilizando material propio cada 0.15 m el resultado es 48.90 m/día y en cuanto a eliminación de basto sobrante en bugui a 50 m es de 5.85 m<sup>3</sup>/día. Por lo que, en conclusión, los RMO tienden a tener variaciones con relación a datos nombrados en el ET y CAPECO en los componentes que son estudiadas por factores presentes durante la ejecución del proyecto.

- Antecedentes internacionales

Roa y Carrillo (2019) mediante su trabajo de grado analizan el RMO para los trabajos finales en obras civiles en la ciudad de Bucaramanga en base a una metodología que es tomada en Construdata. Estudio realizado en: Ejecución de proyectos en la ciudad de Bucaramanga (6) – Colombia. Actualmente Construdata no tiene información certera para la ciudad de Bucaramanga a diferencia que para otras ciudades del país de Colombia si existen bases de datos para fines constructivos. Por lo que, con dicho trabajo se pretende brindar y dar la iniciativa para el estudio y el análisis de los RMO para dichas partidas. Para el trabajo, la metodología utilizada está basada en 04 partes: diseño de instrumentos para la recolección de datos, recopilación de información, organización de información y por consiguiente el análisis de los resultados. Por consiguiente, según Construdata los resultados variaron: para friso liso hubo un incremento de 32%, para las actividades de enchape de pared y piso tuvieron un incremento de 24.13% y 20.87%, en tanto a estuco y pintura a doble pasada tuvieron un decrecimiento de 86% y 49%. Por tal motivo se concluye que la información resultante en tal informe afirma que existe un aumento de 24% en los RMO en

los proyectos de construcción que fueron estudiados, lo cual servirá para emplear los datos en la formulación de expedientes técnicos de la ciudad en estudio.

Quintero y Plata (2017) dentro de su investigación decidieron realizar un estudio de análisis de RMO en domicilios de beneficio social para la formulación de una data más certera de la Municipalidad de Ocaña Norte de Santander – Colombia. Actualmente para que todo proyecto tenga éxito debe contar con una correcta gestión. Para la formulación de un proyecto es necesario conocer los factores presentes en la zona y así no tener complicaciones al durante su ejecución del proyecto. Tanto el costo, el plazo contractual y la calidad son muy importantes para cumplir con las metas trazadas y contribuir con la satisfacción del cliente. En la ciudad de Ocaña, últimamente se viene desarrollando proyectos de viviendas debido a su gran crecimiento económico y social. Pero, existe una desconformidad por parte de los clientes ya que no se están cumpliendo con las metas trazadas. Para ello, se utilizó una investigación tipo cuantitativa no experimental, utilizando una metodología basada en la observación objetiva y directa donde se tomarán muestras en el lugar de los hechos. Además, de la revisión de documentos e información necesaria para el estudio. Los resultados adquiridos en este estudio son que las actividades tienen un rendimiento superior a los que fueron contemplados en los proyectos de vivienda de interés social. En base a los resultados obtenidos, se concluye que la ciudad de Ocaña presenta rendimientos superiores a los que se extrajeron de la data de Construprecios para elaboración y formulación de los proyectos de viviendas de interés social, generando una reducción del 50.23% del tiempo planificado para la ejecución de la primera fase de una vivienda. También, los RMO han sido sobredimensionados porque los trabajadores de la ciudad son capaces de ejecutar dichas actividades con un rendimiento rentable para la producción.

#### **4.2. Bases Teóricas**

En cuanto a las bases teóricas del informe, se ha tenido conveniente fomentar una averiguación de diversos conceptos de fuentes más confiables que sirva de gran ayuda para fundamentar y justificar las variables en estudio sobre los RMO en la ejecución de redes de agua potable, las cuales se mencionan a continuación:

Según Mejía (2017) el rendimiento es una cuantía de un esfuerzo que se consigue a través del uso de algunos medios tales como la acción de la mano del hombre y equipos por un tiempo determinado. En todos los trabajos en rendimiento es aquel factor que marca en nivel de producción de cada partida.

También Botero (2002) menciona que la mano de obra es aquel recurso humano empleado para ejecutar una actividad específica. Se conoce como consumo de mano de obra a una suma de esfuerzo necesaria para realizar un trabajo específico completamente ya sea por uno o más trabajadores dispuestos a realizar dicho trabajo. El gasto empleado de MO se establece en función de hora hombre por una unidad de medida (Hh/um).

De igual manera Terrones (2018) afirma que el RMO es aquella cantidad de trabajo realizado en su totalidad por un equipo de uno o más trabajadores de cualquier rama dentro de la construcción o a fines por unidad de trabajo. Generalmente está determinado en um/hh (unidad de medida de una tarea por tiempo trabajado). Para los cálculos es necesario emplear la fórmula siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral} \times \text{N}^\circ \text{ de hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

Además, Mancilla (2021) señala que, en las provincias de Lima y Callao, en la actualidad se está legislando un manual de rendimientos de mano de obra mínimos, tomados bajo la Orden Ministerial N° 175 del 09/04/1968 del Ministerio de Vivienda y Construcción. La decisión oficial anterior determina los parámetros mínimos que deben cumplir cada trabajador por una labor en 08 horas. Cabe señalar que los estándares de desempeño promedio son los recomendados por la Cámara Peruana de la Construcción.

Caminos (2013) afirma que para el cálculo de rendimientos no solo se abarca el factor humano, lo cual quizás es un activo sumamente importante durante el desarrollo y ejecución del proyecto. Además, se considera otros factores propios del trabajador y ambientales como el clima y la condición de los equipos y la maquinaria que se utilizara durante los procesos

constructivos y la calidad de los recursos. De ello depende el plazo de ejecución necesario para culminar una faena.

Por lo que Botero (2002) menciona que se suelen presentar factores que hacen que los rendimientos sean afectados involuntariamente y además los avances o la producción no sea rentable. Un proyecto de construcción es distinto a otro por sus características y condiciones y esto sucede porque se desarrolla en zonas y circunstancias diferentes. De manera que los asocia en siete categorías.

**Tabla 2**

*Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra*

<b>Categoría</b>	<b>Factores</b>
01	Rentabilidad General
02	Condiciones de Trabajo
03	Ambiente Climatológico
04	Actividades
05	Maquinaria o Equipos
06	Supervisión
07	Empleados u Obreros

*Nota:* Elaborado a partir de Botero (2002). Analizar el rendimiento y gastos de MO empleados en trabajos de edificaciones civiles.

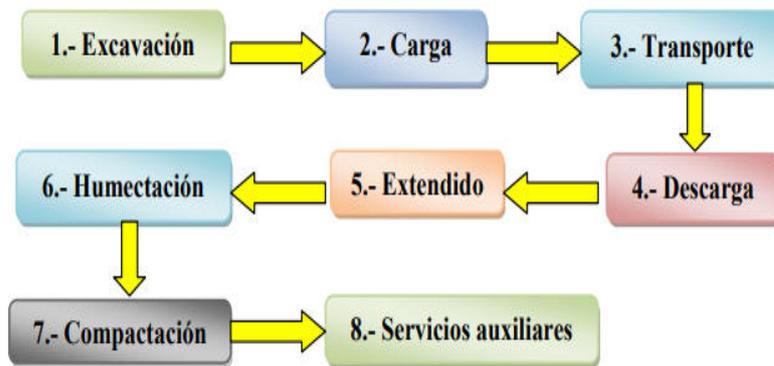
Por otro lado, Ayala et al. (2021) indican que los trabajos preliminares son aquellos que se realizan anticipadamente a la construcción del proyecto. Mencionar que también forman parte del proceso constructivo. Los trabajos como la limpieza del terreno comprenden, eliminación de desmonte, trabajos de corte superficial en el área del terreno forman parte de los trabajos preliminares y su unidad de medida es en (m<sup>3</sup>).

Según Tinoco y Espinoza (2021) mencionan que dentro de la construcción de edificaciones los trabajos de movimiento de tierras se definen como todas las excavaciones realizadas manualmente o con el apoyo de alguna maquinaria para iniciar con los trabajos de cimentación.

También, Guevara (2015) define como movimiento de tierras al paquete de todos los trabajos que se efectúan con el terreno natural con el objetivo de cambiar las formas de la naturaleza o suministrar materiales útiles para proyectos de diferente índole.

### Figura 3

Diagrama de actividades en movimiento de tierras



Nota: Fases que se realizan en movimiento de tierras. Diagrama tomado de Guevara (2015). Analizar y ejecutar los movimientos de tierra en un proyecto utilizando el diagrama de curva masa.

Además, Gutiérrez y Pomar (2016) dividen el movimiento de tierras en tres tipos de excavaciones: a cielo abierto, donde las excavaciones se harán en terreno seco o con presencia de saturación y se utilizarán algunos equipos especiales según se requiera. Excavación subterránea, en este caso las excavaciones se harán normalmente con equipos especiales y por último la excavación subacuática, donde se realizarán con presencia de agua y o se realizaran desde la superficie por lo que se necesitará equipos para bombear agua.

De acorde a la Norma OS.010 Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) menciona que se debe tener en consideración aspectos importantes como el tipo de suelo, la caracterización y condiciones de la zona y la topografía del terreno con el propósito de realizar el diseño del sistema de agua potable y así determinar y garantizar la calidad y tipo de materiales que serán utilizados para la conducción de las aguas mediante tuberías.

Lossio (2012) en tu investigación menciona dos tipos de abastecimiento de agua potable: abastecimiento de por gravedad, donde todo el sistema se diseña por gravedad desde

un punto más alto hacia un punto final de los usuarios y el segundo es por bombeo. Lo cual consiste, en diseño por bombeo y la zona de localización de la toma se ubica en cotas por debajo a la población que será beneficiaria.

Cárdenas y Patiño (2010) aluden a que el inicio de suministro de agua potable radica en la ejecución de obras civiles y lineales precisamente para la recaudación, circulación, tratamiento, almacenaje y repartición del agua desde el lugar de origen hasta los domicilios de los pobladores que serán beneficiados con el sistema.

Según Norma OS.050 Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) manifiesta a las redes para distribución de agua que están compuestas por un bloque o uniones de tuberías primarias, secundarias que autorizan la distribución y el abastecimiento de caudal a los domicilios que forman parte y son beneficiarios de dicho servicio.

#### **4.3. Definición de Términos Básicos**

- Calidad de agua potable: Es aquella agua luego de haber recibido un tratamiento respectivo y que ha pasado por control de calidad donde garantiza que está limpia y sin contaminación y por ende esta apta para el consumo humano luego de haber recibido un tratamiento respectivo.
- Conexiones domiciliarias: Una conexión domiciliaria es aquella conexión que se realiza de un servicio público hasta la fachada de un determinado domicilio o predio que va incluido un sistema de accesorios para garantizar el servicio y el control del consumo diario.
- Estudios básicos: Son los estudios realizados anticipadamente para la formulación de un proyecto de inversión, mencionar que son necesarios e indispensables y juegan un rol muy importante en la correcta formulación de expedientes técnicos. Dichos estudios ayudarán a determinar el costo, alcance y duración del proyecto.
- Movimientos de tierras: Son todos aquellos trabajos que tienen que ver con excavaciones, relleno y compactación, ya sean excavaciones manuales o con

maquinaria pesada previamente a la construcción de edificaciones o instalaciones de tuberías.

- Parámetros de diseño: Los parámetros de diseño son aquellos factores o estudios que aseguran la calidad de diseño dentro de los proyectos y por ende el sistema de agua potable, dentro de ellos se mencionan los siguientes: tiempo de diseño, cálculo poblacional en tiempo futuro para el diseño, cálculo de caudal de diseño y variaciones de consumo.
- Rendimiento de la mano de obra: El RMO es aquel valor numérico que se le atribuye como resultado cuando un trabajo está completamente terminado por un equipo de uno o más trabajadores. Su unidad de medida es um/Hh.
- Sistema de agua potable: El sistema de agua potable (AP) está conformado por un conjunto de componentes necesarios para la reunión de agua, para la conducción de agua, almacenaje de agua, tratar y repartir agua para el consumo humano. La red de AP evacua agua de calidad para el servicio de las viviendas.
- Suministro e instalación de tuberías: El suministro consiste en el abastecimiento de tuberías para que seguidamente sean estas instaladas siguiendo un correcto control del proceso constructivo, con la finalidad de abastecer un servicio de calidad en beneficio de una determinada población.
- Trabajos preliminares: Dentro del rubro de la construcción se desarrollan trabajos previos a la construcción; ya sea de limpieza de terreno, delimitación del área de trabajo, instalación de campamentos provisionales, etc. A estos trabajos se le conoce como trabajos preliminares.

## 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### 5.1. Metodología de la Solución

El proyecto de desarrollo profesional que ha sido seleccionado para este informe es denominado: “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la ciudad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín”.

- Tipo de investigación

Para poder desarrollar este informe se emplea una investigación tipo cuantitativa no experimental, los datos que serán utilizados son analizados conforme se recopilada de campo y que para ello se utilizará las ecuaciones matemáticas necesarias para el cálculo requerido. Asimismo, se menciona que se hará uso de tablas y gráficos para poder demostrar los resultados obtenidos. Los datos que serán revelados servirán para otros investigadores de soporte para poder aplicar en obras de similitud a que se mencionó en el párrafo anterior.

- Métodos y técnicas

**Tabla 3**

*Métodos y técnicas del proyecto de investigación*

Método	Técnica	Fuente
Seleccionar las partidas que serán estudiadas	Partidas que están dentro de la ejecución de las redes de agua potable	Expediente técnico del proyecto en ejecución
Analizar las partidas seleccionadas	Observación en campo a las partidas escogidas durante su ejecución	Llenado de formatos de observación y toma de fotografías

Realizar un informe final del estudio Interpretación de los resultados obtenidos Resultados de los RMO obtenidos en las partidas seleccionadas para el caso de estudio

---

*Nota:* Adaptado de García (2021). RMO en obras de saneamiento básico bajo la modalidad de administración directa, en zonas rurales del distrito de Shamboyacu. Los métodos y técnicas que fueron utilizados para el desarrollo del trabajo de investigación.

- Población

En el presente informe la población de estudio está conformada por el rendimiento de la MO en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023.

- Muestra

La muestra será la MO empleada en la ejecución de las partidas de trabajos preliminares, movimiento de tierras e instalación de tuberías que involucradas dentro de la ejecución del proyecto de sistema de agua potable.

- Instrumentos para la recolección de información

Para la toma de la data se digitalizo unas fichas de observación de trabajo de campo para poder anotar los avances diarios y los tiempos gastados para tales actividades. Asimismo, sirvió para poder detectar algunos factores que se presentaban al momento de los procesos constructivos y además de ello algunas omisiones que se tuvo en el expediente técnico.

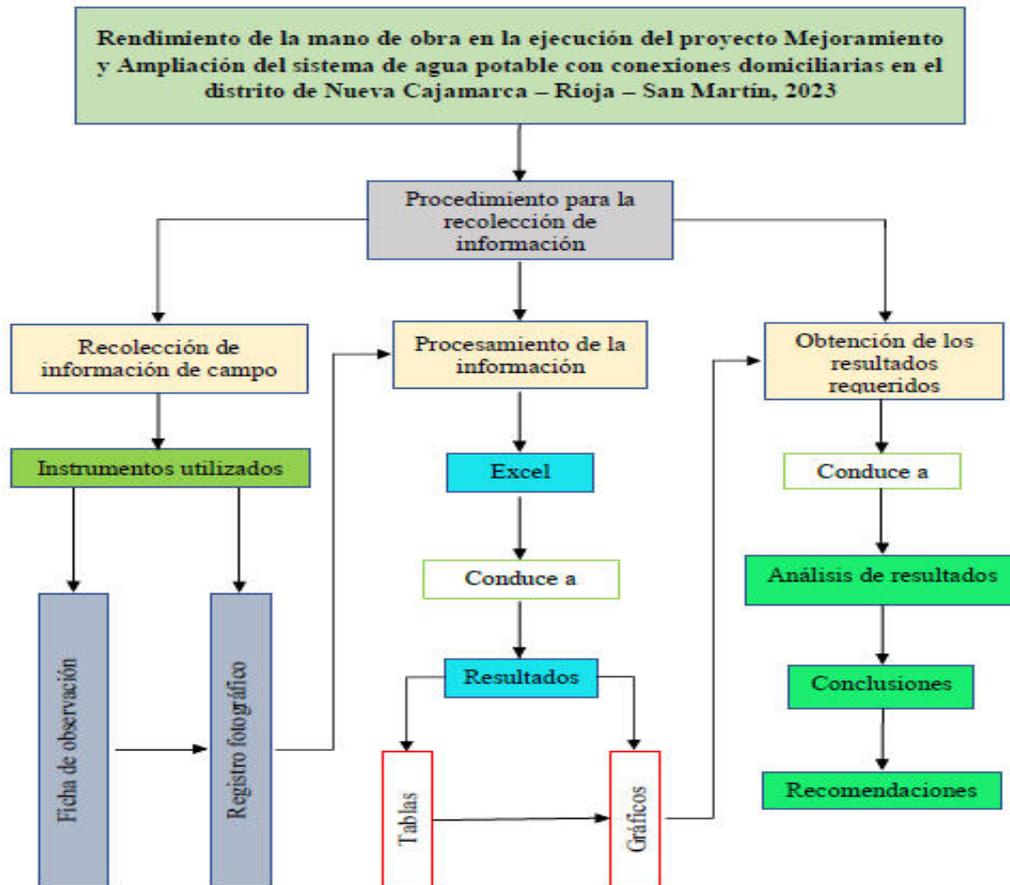
Por otro lado, un instrumento que se tubo es el registro fotográfico, la cual servirá para poder evidenciar el trabajo en campo y las diferentes visitas que se tuvo durante la ejecución de las actividades.

- Procedimientos para la recolección de información

En la figura 4 se detalla cómo está organizado de procedimiento para la recopilación de la data.

**Figura 4**

*Estructura de Procedimiento para la Recolección de Información*



*Nota:* Diagrama adaptado de Tinoco y Espinoza (2021). Evaluación y RMO en las partidas iniciales de las construcciones que no son formales de la Provincia de Jaén - sectorización Los Aromos. La figura muestra como esta estructura los procedimientos que se tiene en cuenta para la recolección de información para el informe.

En un primer momento se realizó un breve recorrido de la zona de trabajo, percatándose de las posibles restricciones, así como el tipo de terreno, presencia de redes de servicio existentes, factores climatológicos, etc.

- Recolección de información de campo

En este periodo se recaudó la información o los datos necesarios para dar inicio con el desarrollo del presente informe. Los datos fueron plasmados en las fichas de observación de campo que fueron elaboradas anticipadamente.

- Procesamiento de la información

En este periodo se procede con el procesamiento de la información recaudada haciendo uso del Excel, para luego ser presentados en tablas y gráficos estadísticos con respecto a los objetivos que se elaboraron anteriormente.

- Obtención de los datos requeridos

En este periodo, con la ayuda de las tablas y gráficos se procede con la obtención de los resultados para luego realizar los análisis respectivos. Así como, realizar comparaciones con el expediente técnico y concluir con los objetitos planteados para la determinación de los RMO en la ejecución del proyecto de mejoramiento, además, de la ampliación del servicio de AP incluyendo las conexiones domiciliarias.

## **5.2. Desarrollo de la solución**

- Información General del Proyecto

Nombre del proyecto: Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias en la ciudad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín.

Sistema de contratación: Precios Unitarios

Contratista: Consorcio Nueva Cajamarca

Supervisión: Consorcio San Martín

- Ubicación geográfica del proyecto

Para este estudio el proyecto que es seleccionado está situado en la ciudad de Nueva Cajamarca.

Departamento: San Martín

Provincia: Rioja

Distrito: Nueva Cajamarca

Área Estimada: 332.43 Km<sup>2</sup>

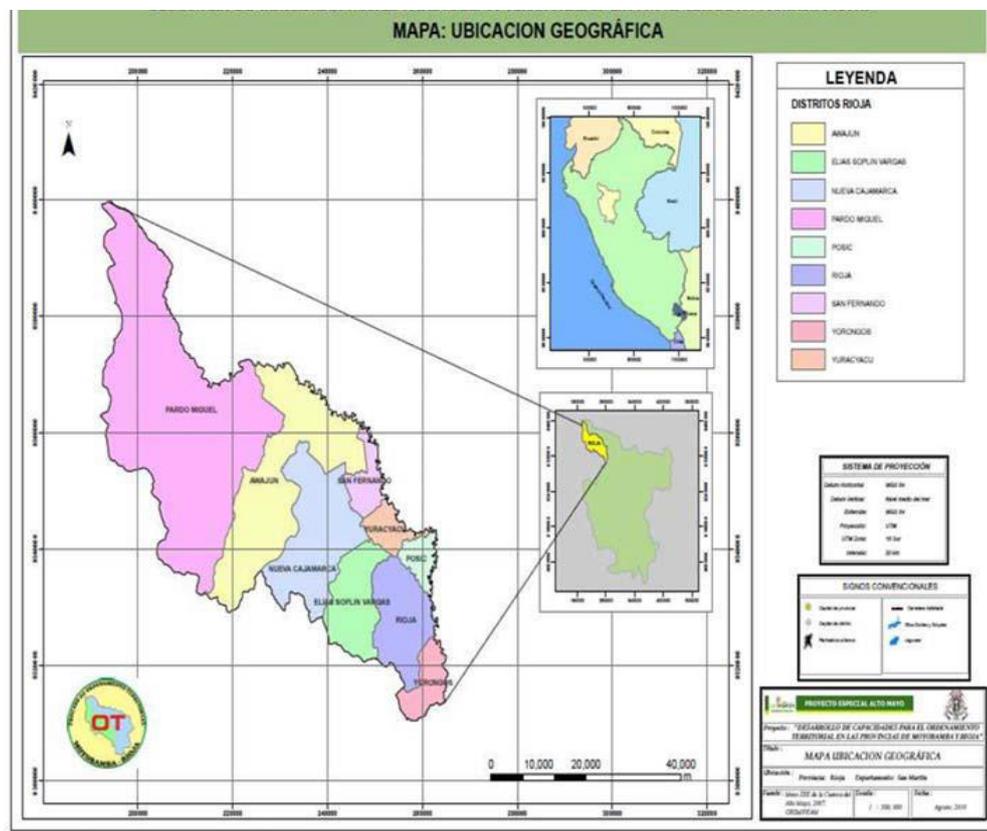
Coordenadas geográficas:

Latitud Sur: 6°44'55''

Longitud Oeste: 77°43'5'

**Figura 5**

*Mapa de ubicación geográfica de Nueva Cajamarca*



*Nota:* Tomado del Expediente Técnico del proyecto. *Se muestra en mapa de la ubicación geografía del lugar donde se está desarrollando el proyecto.*

- Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en mejorar y ampliar el sistema de AP y alcantarillado incluyendo 8150 conexiones domiciliarias de agua y desagüe. Además, está planteado mejorar la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) existente y además una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y una línea de descarga en la ciudad de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín.

El propósito parte de la necesidad de mejorar y dar mayor alcance de los servicios y contribuir con una mejora en la calidad del sistema de AP que beneficia a los habitantes de la Ciudad de Nueva Cajamarca, adicionalmente los sectores de Tahuantinsuyo, Ucrania y La Unión. Al respecto, para fomentar mejores condiciones en la salud de las personas brindando un producto de calidad de agua y desagüe. Al mismo tiempo, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y las normativas vigentes actualizadas que están establecidas en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

El proyecto cuyo objetivo principal la ejecución de obras lineales y civiles para el sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias para contribuir con el bienestar de la población nueva cajamarquina, disminuyendo el grado de incidencia a padecer enfermedades gastrointestinales, dermatológicas, parasitarias.

Tiene como objetivos específicos la ampliación y mejoramiento el sistema de captación y conducción de agua, construir y mejorar la PTAP, mejorar las redes de distribución de agua potable y conexiones a domicilios. Perfeccionar el sistema de alcantarillado y sus respectivas conexiones prediales, y su disposición final de los desagües tratados. Así como, la mitigación de impactos ambientales y un adecuado nivel de educación sanitaria.

- Alcance y Extensión del Proyecto

- Ampliación y mejoramiento de la captación
  - Construcción de 1 captación tipo barraje

- Ejecución de 1 cámara de alivio
  - Ejecución de 1 cámara de rejas
  - Ejecución de 1 cámara de macromedidor de caudal
  - Construcción de 1 cámara repartidora de caudal
  - Construcción de 1 desarenador
  - Construcción de 160.04 m de cerco perimetrio
- Mejoramiento y ampliación de la PTAP
    - Construcción de 1 microturbina para generar energía
    - Construcción de 02 reservorios de 2,525.00 m<sup>3</sup>
    - Instalación de 818.57 m de tubería de interconexión de estructuras
    - Construcción de 1 caseta de productos químicos
    - Construcción de 1 filtros rápidos y cámaras de contacto de cloro
    - Construcción de 1 Pre sedimentador laminar
    - Construcción de 3 lecho de secados
    - Ejecución de 754.58 m de cerco perimétrico
    - Mejoramiento de la PTAP existente
- Líneas en obras de Agua Potable
    - La instalación de 6309.96 m de tubería de conducción y aducción de agua potable.
    - La instalación de 160,832.69 m de tubería de redes primarias y secundarias de agua potable.
    - Construcción de 1 cámara de sectorización
    - Ejecución de 8150 conexiones domiciliarias de AP.
    - Ejecución de 4 cámaras reductoras de presión
    - Ejecución de 8 cámaras de válvulas de purga
- Líneas en obras de alcantarillado
    - Instalación de 135,105.15 m de tubería secundarias de alcantarillado
    - Instalación de 17,769.15 m de tubería para emisor y colectores
    - Instalación de 2,722.00 unidades de buzones

- Ejecución de 8150 conexiones domiciliarias de desagüe
- Cámaras de bombeo de desagüe y líneas de impulsión
  - Construcción de 02 cámaras de bombeo
  - Instalación de 2912.00 m de tubería para la línea de impulsión
- Planta de tratamiento de aguas residuales
  - Ejecución de 01 cámara de bombeo
  - Construcción de 01 cámara de rejillas y 01 desarenador
  - Construcción de 04 Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente RAFA
  - 01 filtro de disco
  - 01 taque espesador
  - 01 planta elevadora de agua tratada
  - 01 desinfección UV
  - 01 lecho de secado
  - 01 sala de sopladores
  - 01 oficina de administración
  - 01 caseta de vigilancia
  - 700.20 m de cerco perimétrico
- Interesados del proyecto
  - Gobierno de la Región de San Martín.
  - Alcalde del Municipio Provincial de Rioja
  - Alcalde del Municipio Distrital de Nueva Cajamarca
  - Administradora Local de Agua SEMAPA de Nueva Cajamarca
  - Junta de Usuarios y Comité de Obras y Servicios del Distrito de Nueva Cajamarca
  - Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca
  - Población de Nueva Cajamarca
  - Beneficiarios directos o pobladores afectados que son aproximadamente 35000 habitantes.

- Empresa ejecutora del proyecto Consorcio Nueva Cajamarca (CNC)
  - Sindicato de Trabajadores de construcción civil
  - Proveedores de materiales, equipos y herramientas de construcción
- Presupuesto del proyecto

El presupuesto total para el proyecto que se viene mencionado reiteradas veces asciende en un total de S/. 174,462,589.15 nuevos soles.

### Figura 6

*Resumen del presupuesto base del proyecto*

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO		
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON CONEXIONES DOMICILIARIAS EN LA CIUDAD DE NUEVA CAJAMARCA, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN.		
FECHA: 31.05.2019		
OBRA	DESCRIPCION	TOTALES (S/.)
1	CAPTACION, CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR	2,160,934.70
2	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	20,214,918.34
3	02 RESERVORIOS APOYADOS V= 2525 M3	2,593,188.63
4	LINEA DE CONDUCCION, REDES DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	31,136,823.26
5	REDES DE ALCANTARILLADO, CONEXIONES DOMICILIARIAS Y EMISOR GENERAL	43,291,704.06
6	ESTACIONES DE BOMBEO DE DESAGUES Y LINEA DE IMPULSION SECTOR TAHUANTINSUYO Y UCRANIA	1,037,135.36
7	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES	24,676,575.56
8	CRUCES DE TUBERIA, PUENTE DE CONCRETO, MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES y SISTEMA DE UT	2,688,082.82
9	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (1)</b>	<b>127,799,362.73</b>
10	Gastos generales (8.68888%)	11,104,333.70
11	Utilidad (7%)	8,945,955.39
12	<b>Presupuesto Parcial</b>	<b>147,849,651.82</b>
13	<b>Impuesto General a las Ventas :18%</b>	<b>26,612,937.33</b>
14	<b>MONTO TOTAL PRESUPUESTO DE OBRA:</b>	<b>174,462,589.15</b>
15	SERVICIO DE SUPERVISION DE OBRA	6,016,910.49
	<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>180,479,499.64</b>

*Nota:* Tomado del Expediente Técnico del proyecto. Se muestra la descomposición del presupuesto general del proyecto.

- Plazo de ejecución

Se considera que la ejecución del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias tendrá un plazo de 720 días calendarios, lo que permite expresar:

Fecha de inicio del proyecto:	10/10/2019
Fecha de inicio de construcción:	10/10/2019
Fecha de fin programado:	28/09/2021

Dado las circunstancias de los hechos la obra aún no se ha logrado ejecutar en su totalidad, actualmente presenta un avance físico del 95%.

- Selección de las partidas que serán parte del estudio

Para la selección de las partidas que serán parte del estudio se tomó como base al expediente técnico del proyecto y se estableció una estructura de desglose de trabajo para los cuales las partidas seleccionadas se muestran a continuación:

**Tabla 4**

*Estructura de desglose de trabajo (EDT)*

ITEM	ACTIVIDAD	UND
01	REDES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE AP	
01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	
01.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO INICIALES DE OBRA	m
01.01.02	CERCO DE MALLA HDPE DE 1 M DE ALTURA P/LIMITE DE SEGURIDAD	m
01.01.03	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO FINALES DE OBRA	m
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	m
01.02.01	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.N. H=1.50-1.75M. P/TUB. DN= 315-450mm	m

---

01.02.02	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.N. H=1.50-1.75M. P/TUB. DN= 200-250mm	m
01.02.03	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.N. H=1.20-1.50M. P/TUB. DN= 110-160mm	m
01.02.04	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.N. H=1.20-1.50M. P/TUB. DN= 75-90mm	m
01.02.05	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T. S. H=1.50-1.75M. P/TUB. DN= 200-250mm	m
01.02.06	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T. S. H=1.20-1.50M. P/TUB. DN= 110-160mm	m
01.02.07	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T. S. H=1.20-1.50M. P/TUB. DN= 75-90mm	m
01.02.08	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.S.R. H=1.50-1.75M. P/TUB. DN= 200-250mm	m
01.02.09	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.S.R. H=1.20-1.50M. P/TUB. DN= 110-160mm	m
01.02.10	EXCAVACION DE ZANJA A MAQUINA T.S.R. H=1.20-1.50M. P/TUB. DN= 75-90mm	m
01.02.11	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA EN T. N. P/TUB. 75-450MM H=1.20m-1.75m	m
01.02.12	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA EN T. S. P/TUB. 75-450MM H=1.20m-1.75m	m
01.02.13	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA EN T.S.R. P/TUB. 75-450MM H= 1.20m-1.75m	m
01.02.14	CAMA DE APOYO CON MAT. PRESTAMO EN T.N. E=0.10M P/TUB. DE 75- 450MM H=1.20-1.75m	m
01.02.15	CAMA DE APOYO (GRAVILLA) EN T. S. P/TUB. E= 0.10M P/TUB. DN= 75-450MM H=1.20-1.75m	m
01.02.16	CAMA DE APOYO CON MAT. PRESTAMO EN T.S.R. E=0.10M P/TUB. DE 75-450MM H=1.20-1.75m	m
01.02.17	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T-N. DN 75 - 90MM DE 1,20 A 1,50 M PROF.	m
01.02.18	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T-N. DN 100 - 160MM DE 1,20 A 1,50 M PROF.	m

---

01.02.19	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T-N. DN 200 - 250MM DE 1,50 A 1,75 M PROF.	m
01.02.20	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T-N. DN 300 - 350MM DE 1,50 A 1,75 M PROF.	m
01.02.21	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T-N. DN 400 - 450MM DE 1,75 A 2.00 M PROF.	m
01.02.22	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T. S. DN 75 - 90MM DE 1,20 A 1,50 M PROF.	m
01.02.23	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T. S. DN 100 - 160MM DE 1,20 A 1,50 M PROF.	m
01.02.24	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T. S. DN 200 - 250MM DE 1,50 A 1,75 M PROF.	m
01.02.25	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T.S.R DN 75 - 90MM DE 1,20 A 1,50 M PROF.	m
01.02.26	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T.S.R. DN 100 - 160MM DE 1,20 A 1,50 M PROF.	m
01.02.27	RELLENO CO. ZANJA (PUL)P/TUB T.S.R. DN 200 - 250MM DE 1,50 A 1,75 M PROF.	m
01.03	<b>INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE PVC</b>	m
01.03.01	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=450MM	m
01.03.02	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=355MM	m
01.03.03	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=315MM	m
01.03.04	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=250MM	m
01.03.05	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=200MM	m
01.03.06	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=160MM	m
01.03.07	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=110MM	m
01.03.08	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=90MM	m
01.03.09	INST. DE TUBERIA PVC UF ISO 4422 DN=75MM	m

*Nota:* Tomado del expediente técnico del proyecto. Se muestra la descomposición de las actividades que serán analizadas en el presente informe.

- Rendimiento de la mano de obra del Expediente Técnico  
En la Tabla 5 se muestra el RMO en trabajos preliminares del ET.

**Tabla 6***Rendimiento de la mano de obra en trabajos preliminares del ET*

Ítem	Descripción	Cuadrilla	RMO	Unidad
01.01	Trabajos Preliminares			
01.01.01	Trazo, niveles y replanteo iniciales de obra	0.1 Ca+02 Pe+01 Top	350	m/día
01.01.02	Cerco de malla HDP p/límite de seguridad	0.1 Ca+01 Pe	500	m/día
01.01.03	Trazo, niveles y replanteo finales de obra	0.1 Ca+03 Pe+01 Top + 01 D. Téc.	500	m/día

*Nota.* Adaptado del expediente técnico del proyecto. RMO en las partidas de trabajos preliminares.

**Tabla 7***Rendimiento de la mano de obra en movimiento de tierras del ET*

Ítem	Descripción	Cuadrilla	RMO	Und.
<b>01.02</b>	<b>Movimiento de tierras</b>			
01.02.01	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 315-450mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	85	m/día
01.02.02	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	100	m/día
01.02.03	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	120	m/día
01.02.04	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	140	m/día
01.02.05	Excavación de zanja a máquina T.S. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	70	m/día
01.02.06	excavación de zanja a máquina T.S. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	90	m/día
01.02.07	Excavación de zanja a máquina T.S. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	110	m/día
01.02.08	Excavación de zanja a máquina T.S.R. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	70	m/día
01.02.09	Excavación de zanja a máquina T.S.R. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	90	m/día

01.02.10	Excavación de zanja a máquina T.S.R. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	0.1 Ca+01 Pe+01 Op.M. P	110	m/día
01.02.11	Refine y nivelación de zanja en T.N. p/tub. 75-450mm h=1.20-1.75m	0.1 Ca+02 Pe	140	m/día
01.02.12	Refine y nivelación de zanja en T.S. p/tub. 75-450mm h=1.20-1.75m	0.1 Ca+02 Pe	120	m/día
01.02.13	Refine y nivelación de zanja en T.S.R. p/tub. 75-450mm h= 1.20-1.75m	0.1 Ca+02 Pe	120	m/día
01.02.14	Cama de apoyo con mat. préstamo en T.N. e=0.10m p/tub. de 75- 450mm h=1.20-1.75m	0.1 Ca+01 Pe	50	m/día
01.02.15	Cama de apoyo (gravilla) en T.S. p/tub. e= 0.10m p/tub. DN= 75-450mm h=1.20-1.75m	0.1 Ca+01 Pe	40	m/día
01.02.16	Cama de apoyo con mat. préstamo en T.S.R. e=0.10m p/tub. de 75-450mm h=1.20-1.75m	0.1 Ca+01 Pe	40	m/día
01.02.17	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	71.05	m/día
01.02.18	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	60.51	m/día
01.02.19	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	55.17	m/día
01.02.20	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 300 - 350mm de 1,50 a 1,75 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	49.63	m/día
01.02.21	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 400 - 450mm de 1,75 a 2.00 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	45.35	m/día
01.02.22	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	66.67	m/día
01.02.23	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	65.25	m/día
01.02.24	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	47.79	m/día
01.02.25	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	71.05	m/día
01.02.26	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	60.51	m/día

01.02.27	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	0.1 Ca+05 Pe+01 Op. Eq. Liv.	52.98	m/día
----------	---	---------------------------------	-------	-------

*Nota:* Adaptado a partir de los análisis de precios unitarios (APU) del ET del proyecto. Rendimientos de la mano de obra en movimiento de tierras.

La maquinaria pesada y equipo liviano que se utilizó durante la ejecución de la partida movimiento de tierras son:

- 01 retroexcavadora
- 01 minicargador
- 01 volquete 10 m<sup>3</sup>

**Tabla 8**

*Rendimientos de la mano de obra en instalación de tuberías del ET*

Ítem	Descripción	Cuadrilla	RMO	Und.
<b>01.03</b>	<b>Instalación de tuberías</b>			
01.03.01	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=450MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	60	m/día
01.03.02	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=355MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	65	m/día
01.03.03	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=315MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	80	m/día
01.03.04	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=250MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	100	m/día
01.03.05	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=200MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	120	m/día
01.03.06	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=160MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	140	m/día
01.03.07	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=110MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	150	m/día
01.03.08	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=90MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	160	m/día
01.03.09	Instalación de tubería PVC-UF ISO DN=75MM	0.1 Ca + 01 Op + 02 Pe + 01 Top	180	m/día

*Nota:* Adaptado a partir de los análisis de precios unitarios del expediente técnico. Rendimientos de la mano de obra en instalación de tuberías.

- Rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto

Este apartado brinda los resultados calculados a base de la información recolectada en campo para lo cual se puede resumir en las 8 hasta la 12 como se muestran a continuación.

**Tabla 9**

*Rendimiento real de la mano de obra en trabajos preliminares*

Ítem	Descripción	Cuadrilla	RMO	UND
01.01	Trabajos Preliminares			
01.01.01	Trazo, niveles y replanteo iniciales de obra	0.1 Top + 02 Pe	329.77	m/día
01.01.02	Cerco de malla HDP p/límite de seguridad	02 Pe	659.54	m/día
01.01.03	Trazo, niveles y replanteo finales de obra	01 Top + 02 Pe + 01 D.T.	750.00	m/día

*Nota:* Adaptado del expediente técnico. Los rendimientos de la mano de obra que fue obtenida luego de los cálculos realizados para la partida de trabajos preliminares.

**Tabla 10**

*Rendimiento real de la mano de obra en movimiento de tierras*

Ítem	Descripción	Cuadrilla	RMO	UND
01.02	Movimiento de tierras			
01.02.01	Excavación de zanja con máquina h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 315-450mm	T.N. 01 Of + 01 Op.M. Pe.	84.72	m/día
01.02.02	Excavación de zanja con máquina h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	T.N. 01 Of + 01 Op.M. Pe.	97.87	m/día
01.02.03	Excavación de zanja con máquina h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	T.N. 01 Of + 01 Op.M. Pe.	109.23	m/día
01.02.04	Excavación de zanja con máquina h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	T.N. 01 Of + 01 Op.M. Pe.	100.66	m/día
01.02.05	Excavación de zanja con máquina h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	T.S. 01 Of + 01 Op.M. Pe.	97.63	m/día

01.02.06	Excavación de zanja con máquina T.S. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	01 Of + 01 Op.M. Pe.	103.97	m/día
01.02.07	Excavación de zanja con máquina T.S. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	01 Of + 01 Op.M. Pe.	96.17	m/día
01.02.08	Excavación de zanja con máquina T.S.R. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	01 Of + 01 Op.M. Pe.	118.90	m/día
01.02.09	Excavación de zanja con máquina T.S.R. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	01 Of + 01 Op.M. Pe.	120.64	m/día
01.02.10	Excavación de zanja con máquina T.S.R. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	01 Of + 01 Op.M. Pe.	97.04	m/día
01.02.11	Refine y nivelación de zanja en T.N. p/tub. 75- 450mm h=1.20m-1.75m	0.1 Op + 02 Pe	105.88	m/día
01.02.12	Refine y nivelación de zanja en T.S. p/tub. 75- 450mm h=1.20m-1.75m	0.1 Op + 02 Pe	129.63	m/día
01.02.13	Refine y nivelación de zanja en T.S.R. p/tub. 75-450mm h= 1.20-1.75m	0.1 Op + 02 Pe	147.36	m/día
01.02.14	Cama de apoyo con mat. préstamo en T.N. e=0.10m p/tub. de 75- 450mm h=1.20-1.75m	01 Of + 02 Pe	39.31	m/día
01.02.15	Cama de apoyo (gravilla) en T.S. p/tub. e= 0.10m p/tub. DN= 75-450mm h=1.20-1.75m	01 Of + 02 Pe	40.55	m/día
01.02.16	Cama de apoyo con mat. préstamo en T.S.R. e=0.10m p/tub. de 75-450mm h=1.20-1.75m	01 Of + 02 Pe	46.09	m/día
01.02.17	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	01 Of + 02 Pe	62.91	m/día
01.02.18	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	64.27	m/día
01.02.19	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	57.82	m/día
01.02.20	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 300 - 350mm de 1,50 a 1,75 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	53.39	m/día
01.02.21	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 400 - 450mm de 1,75 a 2.00 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	42.80	m/día

01.02.22	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	53.64	m/día
01.02.23	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	52.90	m/día
01.02.24	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	52.07	m/día
01.02.25	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	61.59	m/día
01.02.26	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R. DN 100 - 160mm de 1,20 m a 1,50 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	70.92	m/día
01.02.27	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	01 Of + 02 Pe + 01 Op. Eq. Liv.	71.34	m/día

*Nota:* Adaptado del ET. Se muestran los RMO obtenidos luego de realizar los cálculos correspondientes para la partida de movimiento de tierras en la ejecución del proyecto.

**Tabla 11**

*Rendimiento real de la mano de obra en instalación de tuberías*

Ítem	Descripción	Cuadrilla	RMO	UND
01.03	Instalación de tuberías			
01.03.01	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=450MM	01 Op + 01 Pe	41.35	m/día
01.03.02	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=355MM	01 Op + 01 Pe	48.86	m/día
01.03.03	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=315MM	01 Op + 01 Pe	75.94	m/día
01.03.04	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=250MM	01 Op + 01 Pe	44.97	m/día
01.03.05	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=200MM	01 Op + 01 Pe	126.58	m/día
01.03.06	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=160MM	01 Op + 01 Pe	133.10	m/día
01.03.07	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=110MM	01 Op + 01 Pe	161.10	m/día

01.03.08	Instalación de tubería PVC UF ISO 01 Op + 01 Pe DN=90MM	155.62	m/día
01.03.09	Instalación de tubería PVC UF ISO 01 Op + 01 Pe DN=75MM	151.37	m/día

*Nota:* Se muestran los rendimientos reales de la mano de obra obtenidos a partir de los cálculos para la partida de instalación de tuberías para agua potable.

- Comparación de rendimientos calculados y el ET

**Tabla 12**

*Comparación de rendimientos de mano de obra en trabajos preliminares*

Ítem	Descripción	Unidad	Rendimiento Calculado	Rendimiento del Expediente Técnico	Porcentaje Real (%)
01.01	Trabajos Preliminares				
01.01.01	Trazo, niveles y replanteo iniciales de obra	m/día	329.77	350	94.22%
01.01.02	Cerco de malla HDP p/límite de seguridad	m/día	659.54	500	131.91%
01.01.03	Trazo, niveles y replanteo finales de obra	m/día	750.00	500	150.00%

*Nota:* Se puede notar que existe una variación del rendimiento de la mano de obra en la partida de trabajos preliminares.

**Tabla 13**

*Comparación de rendimientos de mano de obra en movimiento de tierras*

Ítem	Descripción	Unidad	Rendimiento Calculado	Rendimiento del Expediente Técnico	Porcentaje Real (%)
01.02	Movimiento de tierras				
01.02.01	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 315-450mm	m/día	84.72	85	99.67%
01.02.02	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	m/día	97.87	100	97.87%
01.02.03	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	m/día	109.23	120	91.03%

01.02.04	Excavación de zanja a máquina T.N. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	m/día	100.66	140	71.90%
01.02.05	Excavación de zanja a máquina T.S. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	m/día	97.63	70	139.47%
01.02.06	excavación de zanja a máquina T.S. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	m/día	103.97	90	115.52%
01.02.07	Excavación de zanja a máquina T.S. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	m/día	96.17	110	87.43%
01.02.08	Excavación de zanja a máquina T.S.R. h=1.50-1.75m. p/tub. DN= 200-250mm	m/día	118.90	70	169.86%
01.02.09	Excavación de zanja a máquina T.S.R. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 110-160mm	m/día	120.64	90	134.04%
01.02.10	Excavación de zanja a máquina T.S.R. h=1.20-1.50m. p/tub. DN= 75-90mm	m/día	97.04	110	88.22%
01.02.11	Refine y nivelación de zanja en T.N. p/tub. 75-450mm h=1.20m-1.75m	m/día	105.88	140	75.63%
01.02.12	Refine y nivelación de zanja en T.S. p/tub. 75-450mm h=1.20m-1.75m	m/día	129.63	120	108.03%
01.02.13	Refine y nivelación de zanja en T.S.R. p/tub. 75-450mm h= 1.20-1.75m	m/día	147.36	120	122.80%
01.02.14	Cama de apoyo con mat. préstamo en T.N. e=0.10m p/tub. de 75- 450mm h=1.20-1.75m	m/día	39.31	50	78.62%
01.02.15	Cama de apoyo (gravilla) en T.S. p/tub. e= 0.10m p/tub. DN= 75mm-450mm h=1.20-1.75m	m/día	40.55	40	101.38%
01.02.16	Cama de apoyo con mat. préstamo en T.S.R. e=0.10m p/tub. de 75-450mm h=1.20-1.75m	m/día	46.09	40	115.23%

01.02.17	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	m/día	62.91	71.05	88.54%
01.02.18	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	m/día	64.27	60.51	106.21%
01.02.19	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	m/día	57.82	55.17	104.80%
01.02.20	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 300 - 350mm de 1,50 a 1,75 m prof.	m/día	53.39	49.63	107.58%
01.02.21	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.N. DN 400 - 450mm de 1,75 a 2.00 m prof.	m/día	42.80	45.35	94.38%
01.02.22	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	m/día	53.64	66.67	80.46%
01.02.23	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	m/día	52.90	65.25	81.07%
01.02.24	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	m/día	52.07	47.79	108.96%
01.02.25	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R DN 75 - 90mm de 1,20 a 1,50 m prof.	m/día	61.59	71.05	86.69%
01.02.26	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R. DN 100 - 160mm de 1,20 a 1,50 m prof.	m/día	70.92	60.51	117.20%
01.02.27	Relleno co. zanja (pul) p/tub T.S.R. DN 200 - 250mm de 1,50 a 1,75 m prof.	m/día	71.34	52.98	134.65%

**Nota.** La tabla muestra que existe una gran variación entre le rendimiento de mano de obra en las actividades de la partida de movimiento de tierras.

**Tabla 14***Comparación de rendimientos de la mano de obra en instalación de tuberías*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Rendimiento Calculado</b>	<b>Rendimiento del Expediente Técnico</b>	<b>Porcentaje Real (%)</b>
01.03	Instalación de tuberías				
01.03.01	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=450MM	m/día	41.35	60	68.92%
01.03.02	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=355MM	m/día	48.86	65	75.17%
01.03.03	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=315MM	m/día	75.94	80	94.93%
01.03.04	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=250MM	m/día	44.97	100	44.97%
01.03.05	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=200MM	m/día	126.58	120	105.48%
01.03.06	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=160MM	m/día	133.10	140	95.07%
01.03.07	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=110MM	m/día	161.10	150	107.40%
01.03.08	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=90MM	m/día	155.62	160	97.26%
01.03.09	Instalación de tubería PVC UF ISO DN=75MM	m/día	151.37	180	84.09%

*Nota:* Se muestran que hay una variación de RMO entre lo real ejecutado y el ET.

### 5.3. Factibilidad técnica – operativa

Para dar solución a la problemática mencionada, es necesario tener en cuenta a la hora de la ejecución del proyecto en estudio que es sumamente obligatorio contar con el presupuesto para maquinaria pesada. Así como para los equipos menores y recursos humano con el objetivo de garantizar la correcta ejecución de los trabajos para que el proyecto funcione en su totalidad.

Para lo cual, se afirma que todo frente de trabajo cuenta con una cuadrilla completa y equipada para realizar los trabajos que concierne la ejecución del sistema de agua potable, para lo cual se detalla a continuación:

**Tabla 15**

*Personal que conforma la cuadrilla de agua potable*

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Función</b>	<b>Equipamiento</b>
Operador 01	01	Operador de maquinaria pesada	Casco, guantes, lentes, polera, pantalón, tapones auditivos.
Operador 02	01	Operador de maquinaria liviana	Casco, guantes, lentes, polera, pantalón, tapones auditivos.
Operario	01	Guiar a la cuadrilla	Casco, guantes, lentes, polera, pantalón, tapones auditivos.
Oficial	02	Instalación y reparación de tuberías	Casco, guantes, lentes, polera, pantalón, tapones auditivos.
Peón	05	Apoyo en diversos trabajos	Casco, guantes, lentes, polera, pantalón, tapones auditivos.
Topógrafo	01	Trazo y replanteo	

*Nota:* Se muestra como está conformada la cuadrilla de la ejecución de líneas de AP, además de ello cual es la función de cada uno y su correspondiente equipamiento. En gabinete se encontraba un dibujante técnico para para plasmar los avances diarios. Además, cada cuadrilla contaba con la presencia de un ingeniero encargado de los trabajos y un supervisor para la verificación y constatar la correcta ejecución de los trabajos.

Además, es necesario que cada cuadrilla cuente con sus equipos menores y herramientas manuales para realizar las labores.

**Tabla 16**

*Equipos menores y herramientas manuales*

<b>Equipos menores y herramientas manuales</b>	<b>Uso</b>	<b>Condición</b>
Vibroapisonador	Para compactación de relleno	Usado
Motobomba 2"	Bombear agua en terreno saturado	Usado
Amoladora	Para desgaste de tubería de diámetro mayores	Usado
Rotomartillo	Picar rocas o bloques de concreto	Usado
Palanas	Para perfilar y nivelar el terreno	Nuevo
Escofina	Desgastar tuberías	Nuevo
Marco y hoja de sierra	Cortar tuberías	Nuevo
Pisón manual	Para apisonar la arena de cama	Nueva

*Nota:* Se muestra el detalle de los equipos menores y las herramientas manuales que se utilizan en la ejecución de las actividades.

Los materiales son muy importantes para la ejecución del proyecto, los cuales fueron contrastados y utilizados de acuerdo con el expediente técnico y los adicionales presentados por parte de la contratista, se detallan a continuación:

**Tabla 17**

*Materiales utilizados en la ejecución de las redes de agua potable*

<b>Materiales</b>	<b>Uso</b>
Tubería PVC	Tubería para agua potable PVC
Anillos	Anillos para empalme de tuberías
Lubricante	Para empalme de tubería
Arena	Arena de cama de apoyo y protección de tubería
Piedra chancada ½"	Para dado de anclaje de accesorios
Agregado fino	Para dado de anclaje de accesorios
Cemento	Para dado de anclaje de accesorios
Agua	Para dado de anclaje de accesorios

Accesorios HD (cruz, tee, codo, val. Etc.)	Para unir tuberías en cambio de dirección
Pegamento	Para reparaciones de tuberías existentes

*Nota:* En esta tabla se muestra los materiales que se utilizaron para la correcta ejecución de las redes de agua potable.

#### 5.4. Cuadro de inversión

**Tabla 18**

*Cuadro de inversión*

<b>Descripción</b>	<b>Monto S/</b>
<b>I. Presupuesto de recursos humanos</b>	<b>S/ 1500.00</b>
Asesor	1500.00
<b>II. Presupuesto de materiales</b>	<b>220.00</b>
Wincha de mano 8 m	30.00
Materiales de oficina	150.00
Tablero porta papel	10.00
Libretas de campo	30.00
<b>III. Presupuesto de servicios</b>	<b>S/ 1100.00</b>
Servicio de internet	150.00
Impresiones	150.00
Capacitaciones	350.00
Red móvil	150.00
Movilidad	300.00
<b>Total, Inversión</b>	<b>S/ 2820.00</b>

*Nota:* La tabla muestra la descomposición de la inversión que se generó para el desarrollo del informe de suficiencia profesional.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. Análisis Costos – Beneficio

- Análisis del rendimiento de la Mano de Obra en trabajos preliminares

Según el expediente técnico para las partidas de trabajos preliminares nos indican un rendimiento de mano de obra de 350 m/día, 500 m/día y 500 m/día. Mientras que, en la investigación realizada los rendimientos son de 329.77 m/día, 659.54 m/día y 750 m/día. Lo que indica que existe variaciones en ambas actividades. Los mismos que representan el 94.22%, el 131.91% y el 150.00% de lo que fue programado; dejando como rendimiento promedio para toda la partida de trabajos preliminares un 125.38% con una variación de 25.38% por encima de lo programado. Esto indica, que en esta partida incide positivamente para el costo de la ejecución de la obra.

- Análisis del rendimiento de la Mano de Obra en movimiento de tierras

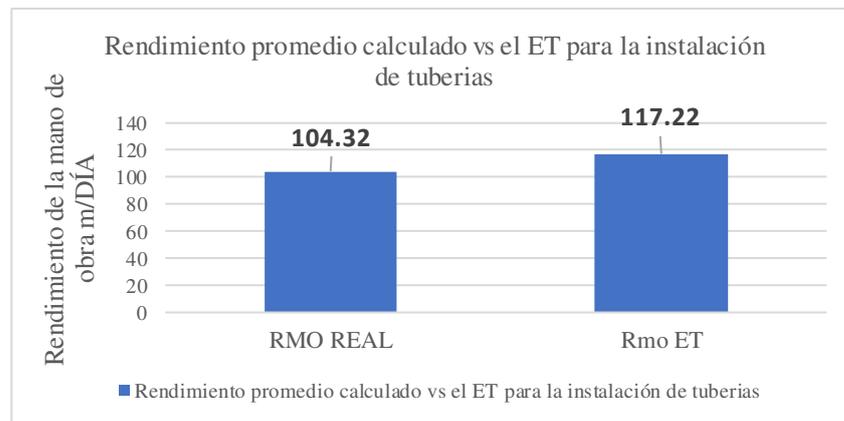
Para la partida de movimiento de tierras se obtuvo un rendimiento promedio de 102.68 m/día para la actividad de excavación con maquinaria, 127.62 m/día para refine y nivelación, 41.98 m/día para colocación de cama de apoyo y 58.51 m/día para relleno y compactación de zanja; mientras que los rendimientos programados fueron de 98.5 m/día, 126.67 m/día, 43.33 m/día y 58.72 m/día respectivamente. Lo que indica que existe variación en las actividades; para excavación tiene una variación positiva es de 4.24%, para refine y nivelación tiene una variación positiva de 0.75%, para colocación de cama de apoyo tiene una variación negativa de 3.12% y para relleno y compactación tiene una variación negativa de 0.36%. Dejando como rendimiento promedio para toda la partida de movimiento de tierras un 100.38% y con una variación superior de 0.38% con respecto al expediente técnico.

- Análisis del rendimiento de la Mano de Obra en Instalación de Tuberías

Para la partida de instalación de tuberías se determinó un rendimiento promedio total para todos los diámetros de 104.32 m/día y mientras que el expediente técnico es de 117.22 m/día. Esto indica que el calculado es el 88.99% de lo programado, dejando una variación no favorable de 11.01%. Esto indica que repercute negativamente al presupuesto del proyecto ya se demuestra que tenemos una baja productividad.

### Figura 7

Comparación del rendimiento promedio calculado y el ET



*Nota:* La figura muestra una comparación entre el rendimiento calculado de la mano de obra y el rendimiento que establece el ET. Lo que indica que el rendimiento real es menor que el programado.

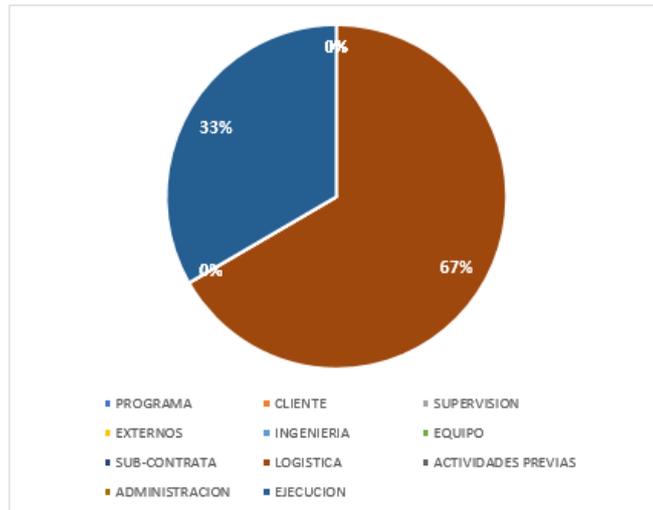
Según los análisis se puede mostrar un bajo rendimiento de la mano de obra para la ejecución de las partidas mostradas lo que significa que se tendrá un costo mayor de lo programado y por ende aumentará el plazo de ejecución.

- Presencia de factores que afectan el rendimiento de la Mano de Obra

Para proceder con el análisis de las variaciones de los RMO se generó una gráfica de presencia de factores físicos y ambientales que afectan en rendimiento de los trabajadores al momento de ejecutar los trabajos. Para lo cual se tomó una semana aleatoria de la programación semanal que se realizaba y para ello podemos visualizar en la siguiente figura.

**Figura 8**

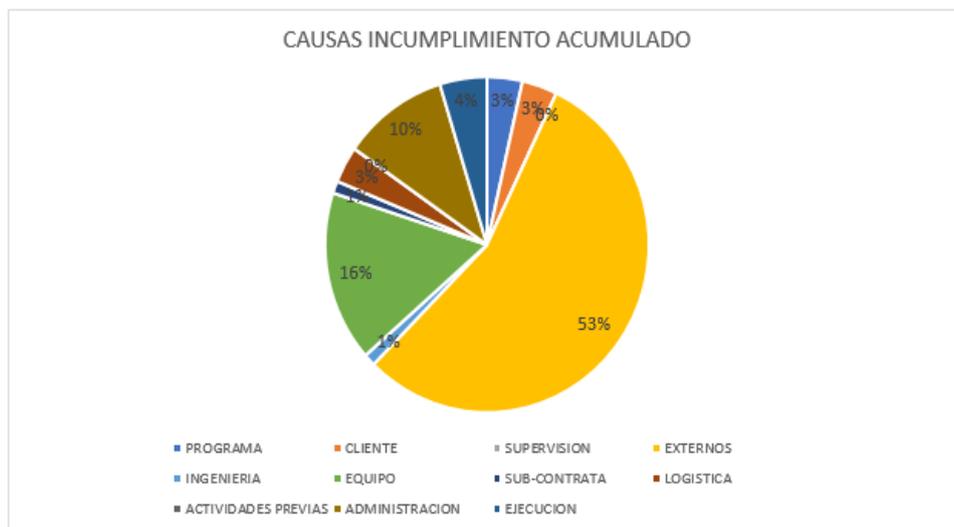
*Causas de incumplimiento de la planificación de una semana*



*Nota:* Se visualiza en la figura un 67% de causas de incumplimiento que depende de logística y un 33% para ejecución.

**Figura 9**

*Causas de incumplimiento acumulado*



*Nota:* Según la figura se puede conocer los factores que afectan el RMO en los trabajos, lo que significa que no se cumple con la planificación realizada. En la gráfica muestra que el mayor porcentaje de incumplimiento se debe por presencia de factores externos.

## **7. APORTES MÁS DESTACABLES**

### - En Producción

#### **CARGO: INGENIERO ASISTENTE DE PRODUCCIÓN**

- Elaboración de una planificación semanal de los frentes de trabajo a través de la herramienta Lookahead.
- Seguimiento y control de calidad de los procesos constructivos en obras lineales y obras civiles.
- Elaboración de metrados de avance de obra.
- Generación de protocolos de control de calidad para las pruebas hidráulicas de redes de agua potable y alcantarillado.

### - Oficina Técnica

#### **CARGO: APOYO EN ELABORACIÓN DE ADICIONALES**

- Elaboración de un presupuesto adicional de obra N°56 y su respectivo deductivo vinculante N°45.
- Realización del metrado general de toda la red de AP para realizar la liquidación de la obra.

#### **CARGO: APOYO EN VALORIZACIONES**

- Elaboración de metrados de adicionales de obra.
- Elaboración de paneles fotográficos de diferentes adicionales.
- Armado de informes de adicionales de obra.

### - Desarrollo Profesional

Aplicación y adquisición de conocimientos teóricos y prácticos acerca:

- Desarrollo de pruebas hidráulicas de AP y alcantarillado.
- Aplicación de las normativas técnicas peruanas del reglamento nacional de edificaciones.

- Planificación de los frentes de trabajo.
- Tener como prioridad la seguridad y salud en el trabajo.

- Resultado de las Actividades Laborales

- Cumplir con la ejecución de obras civiles y obras lineales de agua potable.
- Capacitar a los trabajadores sobre los procesos constructivos en los trabajos.
- Incentivar a los trabajadores a tener un mejor ambiente laboral y sin dejar de lado al cuidado del medio ambiente.
- Puesta en marcha del servicio de AP.
- Ingresar a trabajar en el proyecto en mención inmediatamente al terminar la carrera de ingeniería civil, donde se puso en práctica la poca experiencia y los conocimientos adquiridos en la vida universitaria y así poder generar ingresos económicos.

- Logros Alcanzados

Logros más importantes alcanzados:

- Participación en el proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado.
- Capacidad para planificar, organizar diversos frentes de trabajo en un proyecto de construcción.
- Participar de la ejecución de obras civiles de gran envergadura.

## 8. CONCLUSIONES

En este informe se determinó que los rendimientos de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca en las partidas de trabajos preliminares, movimiento de tierras e instalación de tuberías para agua potable los rendimientos promedios fueron de 125.38%, 100.38% y 88.99% respectivamente. La partida de movimiento de tierras la que marca el avance de la ejecución de las redes de agua potable.

También se determinó que los factores influyentes en el RMO en la ejecución del proyecto fueron en su mayoría por factores de externos tales como la lluvia, interferencias con redes existentes. Asimismo, otro factor determinante representa la maquinaria y equipos, porque no presentaban una buena condición para realizar los trabajos debido a que en muchas ocasiones los trabajos fueron paralizados porque la maquinaria tenía desperfectos.

También se determinó que las actividades más críticas en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca fueron las excavaciones de zanjas en terreno saturado y rocoso, debido a que en muchas ocasiones los terrenos son sumamente sueltos y esto generaba retrasos en los trabajos y por ende representaba mayor peligro.

Por último, se determinó que existe grandes variaciones en los rendimientos de la mano de obra en la ejecución del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable con conexiones domiciliarias en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín, 2023. Para la instalación de redes de agua potable el rendimiento de la mano de obra es de 89.00% con respecto al expediente técnico, lo que indica que existe una variación de 11.00% afectando negativamente al costo del proyecto.

## **9. RECOMENDACIONES**

Es sumamente importante tener presente los RMO en los proyectos de similitud y poner en práctica los rendimientos brindados en este informe ya que fueron analizados y establecidos de acuerdo a la zona de San Martín. Muchas veces los proyectos toman como referencia rendimientos de la mano de obra los señalados en CAPECO que son representativos de la costa del país.

Tener presente los factores influyentes en el RMO tales como: la Mano de obra (la edad, experiencias laborales, categorías, etc.). Además, de los factores climatológicos y restricciones presentes en los procesos constructivos de diferente índole para establecer una buena planificación de actividades.

Se recomienda tener en cuenta los tipos de terrenos que se puedan presentar al momento de realizar excavaciones debido a que en su mayoría los trabajos más críticos se presentan cuando existe un terreno saturado o con presencia de rocas de grandes dimensiones. De ello, dependerá el avance de los trabajos, así como también la utilización de materiales y equipos.

Para las posibles investigaciones posteriores se recomienda analizar los RMO de las partidas pendientes del proyecto presentado para así poder generar una base de datos más fehacientes para los demás componentes de la obra.

## 10. REFERENCIAS

- Aliaga, J. (2019). *Análisis del rendimiento de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el Anexo Cruz de Mayo del distrito de Andamarca, provincia de Concepción - región Junín*. [Trabajo de pregrado, Universidad Peruana del Centro]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana del Centro. <https://repositorio.upecen.edu.pe/handle/20.500.14127/178>
- Ayala, D., Jaramillo, P., Núñez, J., Trelles, E., & Zavala, A. (2021). *Programación de la ampliación de una institución educativa en funcionamiento e instalación de tres aulas temporales durante el periodo escolar en Morropón - Piura*. [Trabajo de grado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5254>
- Botero, L. (2002). *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21512802.pdf>
- Caminos, J. (2013). *Análisis de rendimientos y diseño de un modelo de cálculo para el control de la mano de obra en proyectos de agua potable*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/510>
- Cárdenas, D., & Patiño, F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, provincia del Azuay*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725>
- García, I. (2021). *Rendimiento de la mano de obra en proyectos de saneamiento básico por administración directa, en zonas rurales del distrito de Shamboyacu - Picota - San Martín*. [Trabajo de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital Universidad Católica Sedes Sapientiae. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1186>
- Gonzales, L., & Vallejos, M. (2020). *Efectos sociales del desabastecimiento en agua potable y saneamiento básico*. [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3720>

- Gregorio, A. (2018). *Evaluación del rendimiento de mano de obra en movimiento de tierra en obras de agua potable en callejón de Huaylas - Ancash*. [Trabajo de pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional Universidad San Pedro. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7938>
- Guevara, F. (2015). *Análisis y ejecución de movimiento de tierras en una obra empleando el diagrama de curva masa*. [Trabajo de grado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional de PIRHUA. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2441>
- Gutiérrez, D., & Pomar, R. (2016). *Modelo para estimar impactos ambientales en el movimiento de tierras en obras de edificaciones*. [Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6794>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación: Vol. Sexta Edición* (Sexta Edición). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hugo, K. (2021). *Determinación del rendimiento de la mano de obra en la construcción de un puesto de control y vigilancia, Rioja, 2018*. [Trabajo de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital Universidad Católica Sedes Sapientiae. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1269>
- Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2053>
- Mancilla, F. (2021). *Análisis de productividad y rendimiento de mano de obra en procesos constructivos proyecto comisaria PNP en el distrito de ciudad Nueva - Tacna*. [Trabajo de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1643>
- Mejía, G. (2017). *Evaluación de rendimiento de mano de obra en la construcción de locales multiusos en el distrito de Chota*. [Trabajo de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1016>
- Norma OS.010. (2006). *Captación y conducción de agua para el consumo humano*. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

- Norma OS.050. (2006). *Redes de distribución de agua para consumo humano*. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Parella, S., & Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. FEDUPEL. <http://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23578w/w23578w.pdf>
- Quintero, A., & Plata, S. (2017). *Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander*. [Trabajo de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional UFPS Seccional Ocaña. <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/898>
- Rivero, D. (2008). *Metodología de la Investigación* (Shalom). <http://187.191.86.244/rceis/wp-content/uploads/2015/07/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n-DANIEL-S.-BEHAR-RIVERO.pdf>
- Roa, L., & Carrillo, D. (2019). *Análisis del rendimiento de la mano de obra para actividades de acabados en proyectos de construcción en Bucaramanga*. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga]. Repositorio Institucional Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21302>
- Ruíz, J. (2021). *Análisis de rendimiento de mano de obra en pavimentos del proyecto: Construcción pavimento del Jr. Ramón Castilla cuadras 09 al 12, sector Los Jardines -Tarapoto*. [Trabajo de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4310>
- Sernaque, J. (2021). *Evaluación de la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto: construcción de alcantarillas en la provincia de Rioja - San Martín, 2020*. [Trabajo de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital Universidad Católica Sedes Sapientiae. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1303>
- Terrones, L. (2018). *Rendimientos reales de mano de obra en la Rehabilitación de la Av. Juan Pablo II intersección Av. Paujiles - Av. Huamán, en comparación con su expediente técnico*. [Trabajo de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22197>

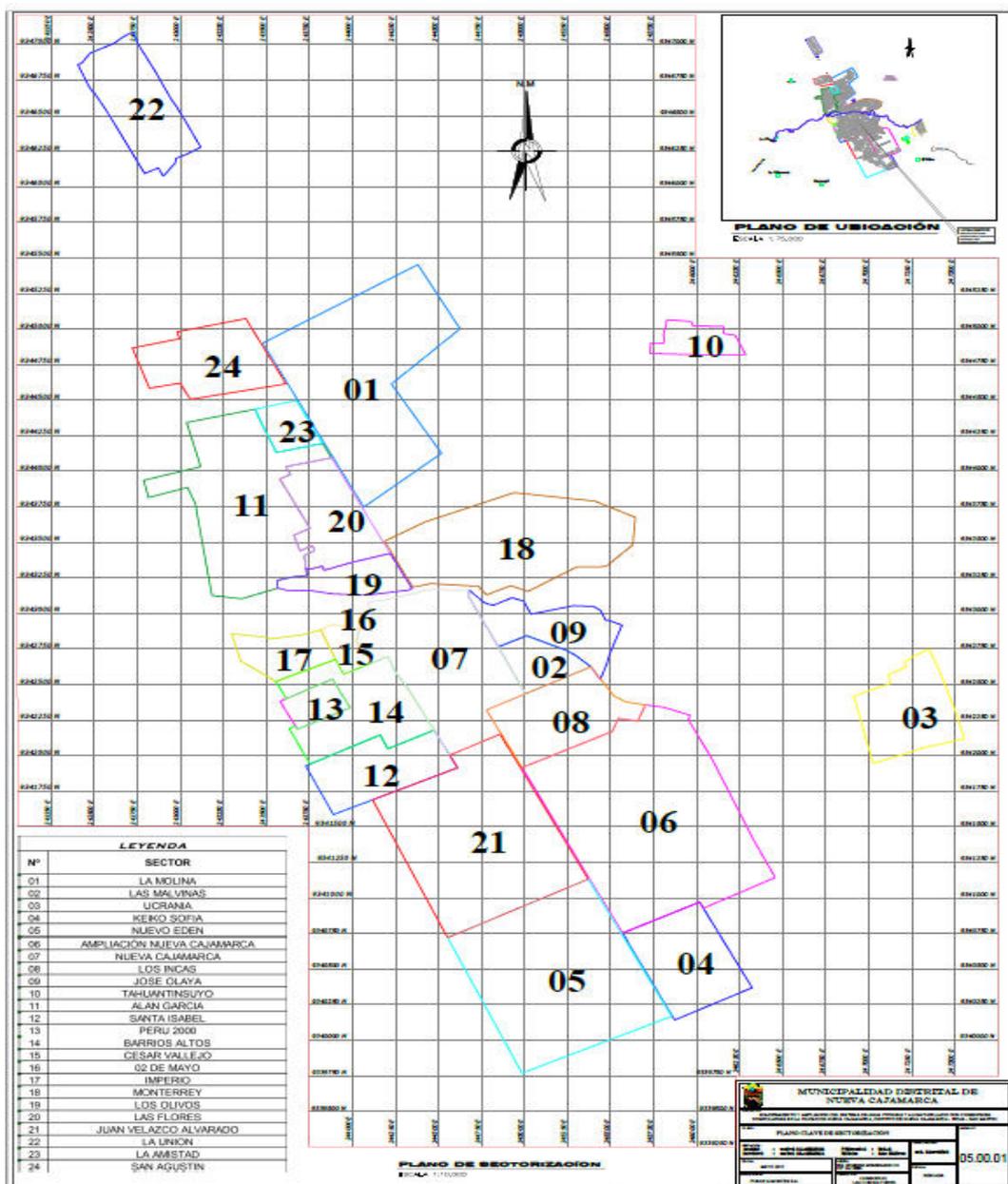
- Tinoco, C., & Espinoza, R. (2021). *Evaluación de rendimientos de mano de obra en las principales partidas de las construcciones informales en el sector Los Aromos de la ciudad de Jaén*. [Trabajo de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/444>
- Torres, N., & Grández, K. (2019). *Análisis del rendimiento de mano de obra de la captación tipo barraje del sistema de abastecimiento de agua potable del proyecto: Mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable e instalación de los servicios de saneamiento básico en la localidad de Bello Horizonte y Nuevo Horizonte, distrito Banda de Shilcayo, provincia y región San Martín*. [Trabajo de pregrado, Universidad Científica del Perú - UCP]. Repositorio Institucional Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1091>



ANEXO 02

Figura 11

Plano de sectorización



Nota: Tomado del Expediente técnico. Se muestra la sectorización del proyecto.

ANEXO 03

**Figura 12**

*Trabajos preliminares, trazo y replanteo de red de agua potable*



ANEXO 04

**Figura 13**

*Excavación en Terreno Normal para instalación de red de agua potable*



ANEXO 05

**Figura 14**

*Excavación de zanja para instalación de tubería de agua potable en T.S.*



ANEXO 06

**Figura 15**

*Colocación de cama de arena  $e = 0.10$  m.*



ANEXO 07

**Figura 16**

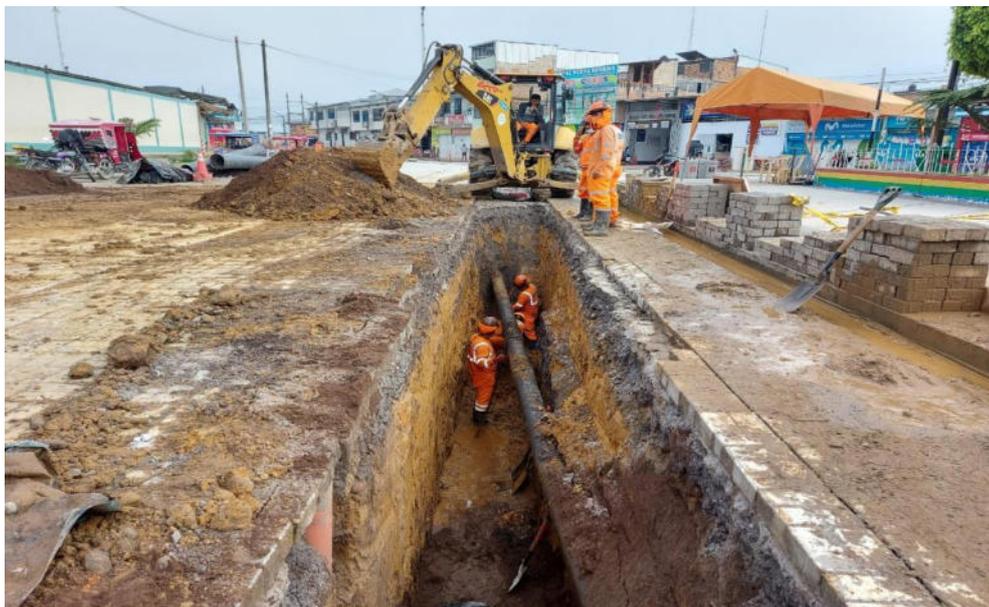
*Instalación de tubería DN=160 MM*



ANEXO 08

**Figura 17**

*Protección de red existente de agua potable DN=315 MM.*



ANEXO 09

**Figura 18**

*Relleno de zanja con material propio.*



ANEXO 10

**Figura 19**

*Prueba Hidráulica en redes de agua potable.*

