

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Optimización de los procesos constructivos para mejorar la  
productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del  
distrito de Nueva Cajamarca, 2019.

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

**AUTOR**

Roald Calderón Gormás

**REVISOR**

Alcibiades Bances Meza

Rioja, Perú

2021

## **RESUMEN**

El objetivo del presente informe es analizar la optimización de los procesos constructivos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca. Analizando la problemática originada en la ejecución del proyecto, llevó al planteamiento de posibles soluciones que se deberían poner en práctica con el consentimiento de la Supervisión y Entidad; proponiendo la optimización de los pasos de ejecución y mejoras de algunas de las actividades previas en cada frente de trabajo. Se analizó las metodologías estipuladas en las especificaciones técnicas del expediente técnico, revisando detalladamente la oportunidad para mejorar dichos procesos, implementar alguna modificación adicional o deductiva para su correcta funcionalidad. Además, se analizó posibles procesos constructivos que impedirían lograr cierta productividad requerida por parte del área de planeamiento. La evaluación de productividad en cada cuadrilla encargada de realizar dichos trabajos se realizó a través de un análisis en dos tiempos; antes y después de la optimización de dichos procesos analizados. Por consiguiente, los resultados obtenidos se detallan en los cuadros comparativos de ratios y productividad, ya que esta última se incrementó un 50%; por lo que se concluye que mejorar ciertos procesos es más productivo con menos recursos.

Palabras clave: procesos constructivos, productividad, optimización.

## **ABSTRACT**

The purpose of this report is to analyze the optimization of construction processes to improve productivity in the execution of the sanitation project in the District of Nueva Cajamarca. The analysis of the problem originated in the execution of the project, led to the proposal of possible solutions that should be put into practice with the consent of the Supervision and Entity; proposing the optimization of the execution steps and improvements of some of the previous activities in each work front. The methodologies stipulated in the technical specifications of the technical file were analyzed, carefully reviewing the opportunity to improve said processes, implement any additional or deductive modification for their correct functionality. In addition, possible construction processes that would prevent achieving a certain productivity required by the planning area were analyzed. The productivity evaluation in each crew in charge of carrying out said work was carried out through a two-stage analysis; before and after the optimization of said analyzed processes. Consequently, the results obtained are detailed in the comparative tables of ratios and productivity, since the latter increased by 50%; Therefore, it is concluded that improving certain processes is more productive with fewer resources.

**Keywords:** construction processes, productivity, optimization.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1. Antecedentes y fundamentación científica .....	7
1.1. Realidad problemática.....	7
1.2. Antecedentes .....	11
1.3. Fundamentación científica .....	16
2. Justificación de la investigación.....	19
3. Problema .....	22
3.1. Problema General.....	22
3.2. Problemas Específicos .....	22
4. Conceptualización de las variables .....	23
5. Objetivos .....	24
5.1. Objetivo General .....	24
5.2. Objetivos Específicos .....	24
<b>II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION</b> .....	<b>25</b>
2.1. Tipo de estudio.....	25
2.2. Diseño de investigación .....	25
2.3. Método de investigación .....	25
<b>III. METODOLOGIA DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA</b> .....	<b>26</b>
3.1. ANÁLISIS SITUACIONAL.....	26
3.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	35
3.3. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA .....	44
3.4. RECURSOS REQUERIDOS.....	46
<b>IV. ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADO</b> .....	<b>48</b>
4.1. RESULTADOS EN OBRAS LINEALES.....	49
4.2. RESULTADOS EN PTAP .....	54
4.3. RESULTADOS EN PTAR .....	56
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>63</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>64</b>
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	<b>65</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de suelos encontrados en cada uno de los SPT. ....	33
Tabla 2: Filtraciones Permisibles. ....	41
Tabla 3: Niveles de AF.....	43
Tabla 4: Relación Problema-Solución frente de Obras Lineales. ....	45
Tabla 5: Relación Problema-Solución frente PTAP. ....	45
Tabla 6: Relación Problema-Solución frente PTAR.....	46
Tabla 7: Recursos requeridos en Obras Lineales. ....	47
Tabla 8: Recursos requeridos PTAP.....	47
Tabla 9: Relación Problema-Solución frente PTAR.....	47
Tabla 10: Comparativo y Gráfico de productividad Cuadrilla 01 Inst. Buzones. ....	49
Tabla 11: Comparativo y Gráfico de productividad Cuadrilla 01 Línea Alc. ....	50
Tabla 12: Comparativo y Gráfico de productividad total Línea Alc. ....	51
Tabla 13: Comparativo y Gráfico de productividad total Cuadrillas Inst. Buzones. ....	51
Tabla 14: Comparativo y Gráfico de productividad total Cuadrilla Pruebas Hidráulicas de Alcantarillado.....	52
Tabla 15: Comparativo y Gráfico de productividad en acero y encofrados PTAP. ....	55
Tabla 16: Comparativo y Gráfico de productividad en acero y encofrados PTAR. ....	57

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de prueba hidráulica de alcantarillado.....	40
Figura 2: Modelo de encofrado metálico para estructuras. ....	42
Figura 3: Productividad cuadrilla Buzon-01.....	50
Figura 4: Productividad cuadrilla Línea-01.....	50
Figura 5: Productividad Total Semanal cuadrillas de Línea de alcantarillado. ....	51
Figura 6: Productividad Total Semanal cuadrillas de Inst. Buzones.....	52
Figura 7: Productividad Total Semanal cuadrillas de pruebas Hidráulicas.....	53
Figura 8: Ratios de Habilitación de acero y Encofrado. ....	56
Figura 9: Ratios de Habilitación de acero y Encofrado. ....	58
Figura 10: Programación y ejecución semanal, Cuadrilla 01 Inst. Buzones. ....	60
Figura 11: Programación y ejecución semanal, Cuadrilla 01 Línea de alcantarillado.....	61
Figura 12: Ubicación Geográfica del área del proyecto.....	65
Figura 13: Sectorización del área de drenaje. ....	66
Figura 14: Sistema general de Alcantarillado.....	66
Figura 15: Instalación de buzones pre fabricados.....	67
Figura 16: Línea de alcantarillado y habilitación de accesos.....	67
Figura 17:Colectores. ....	68
Figura 18: Prueba hidráulica a zanja tapada. ....	68
Figura 19: Uso de entibados metálicos para colectores y tramos profundos.....	69
Figura 20: Eliminación de material excedente.....	69
Figura 21: Conexiones domiciliarias. ....	70
Figura 22: Línea de agua potable. ....	70
Figura 23: Ensanchamiento de vías de acceso en PTAR. ....	71
Figura 24: Línea de drenaje interno PTAR.....	71
Figura 25:Línea de drenaje interno PTAP. ....	72
Figura 26: Línea de drenaje externo PTAP. ....	72
Figura 27: Visita a lugar de Captación. ....	72

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1. Antecedentes y fundamentación científica**

### **1.1. Realidad problemática**

La carencia de servicios básicos en las ciudades de Perú como alcantarillado y agua potable, ha hecho que estas sean unas de las principales obras para cumplir con el desarrollo de cada ciudad. Además de ser un problema, la carencia de estos servicios forma parte de un problema mundial para el desarrollo integrado y autosostenible de las ciudades que van es post del desarrollo y surgimiento a convertirse en lugares perfectos para llevar una vida que todos deseamos para nosotros mismos y los nuestros. Nueva Cajamarca no es ajeno a la necesidad de estos servicios básicos, por lo cual se desarrolló un perfil y posteriormente un proyecto de saneamiento completo para satisfacer las necesidades básicas de su población. Al año 2021, este proyecto se encontraba en la fase de ejecución, siendo el CONSORCIO NUEVA CAJAMARCA la constructora encargada de ejecutar dicho proyecto siguiendo estrictamente los parámetros y especificaciones técnicas que están estipuladas en el expediente técnico en cada una de sus partidas.

Entonces, se vio necesario desarrollar el informe de dicho proyecto respecto a sus múltiples procesos constructivos; de los cuales, algunos han ido cambiando bajo consulta con todos los involucrados a lo largo de la ejecución, ya que en campo hay vicios ocultos que impiden ejecutar dichos procesos constructivos de acuerdo a expediente. El proyecto en el que se basa dicho informe es el siguiente: "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". La mayoría de actividades que ejerce el ser humano, tienden a cambiar algunos de sus procesos constructivos; ya sea por optimizar recursos e insumos, o por ganar tiempo en diferentes proporciones, afectan de una u otra forma tanto al medio ambiente como a la obra misma en desalineamiento de los procesos constructivos y por ende la productividad. La construcción y saneamiento son consideradas como las actividades

con más movimiento, desarrollo y también que producen impacto positivo y cambio de procesos de ejecución en el marco de todas sus fases; iniciando con la obtención de los insumos y el inicio de ensamblaje o fabricación del producto, hasta la ejecución de dichos proyectos con la puesta en marcha final del mismo; quienes se valoran por el impacto que producen en el tiempo de vida.

Linares y Vásquez (2017). Señala en su tesis denominada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el sector Las Palmeras - distrito de Pimentel - provincia de Chiclayo - región Lambayeque”; dice que las carencias de la calidad en los servicios básicos de saneamiento es un reto de mucha importancia a nivel mundial; y que, nuestro país se identifica por su paupérrimo alcance y pésima calidad del servicio y de los procesos constructivos al momento de la ejecución. En dicho sector de este estudio, un pueblo pequeño rural lejano a la urbanización el cual pertenece a uno de los distritos de Chiclayo, carece de estos servicios, afectando así la calidad de vida. Esta tesis tuvo de objeto crear un gran proyecto a nivel de Ingeniería y así surja una propuesta de mejora referente a los servicios básicos para dicha localidad y satisfaga aquellas necesidades primordiales empleando los parámetros vigentes de saneamiento y así dar una posible mejora al factor causal de enfermedades infectocontagiosas. Con respecto al tipo y diseño de investigación empleada es cuasi-experimental, se usaron estrategias de monitoreo y levantamientos topográficos que sirvieron como punto de partida para dirigir los puntos referenciales y equipos de nivelación topográfica, para realizar el procesamiento de estos datos con un diagrama de flujos. Al finalizar se obtuvo, para la línea de agua potable, una propuesta de flujo abierto por medio de bombeo a través de tanques cisterna y elevado, los cuales puedan abastecer a los usuarios mediante conexiones domiciliarias; y para el sistema de alcantarillado, un colector de todas las aguas residuales de todos los terrenos lotizados mediante conexiones domiciliarias, con un emisor cuyo diámetro de 80 pulgadas desembocando las aguas residuales a un buzón en funcionamiento en la vía Chiclayo - Pimentel. Al finalizar se concluyó: Debieron considerarse objetivos específicos a la mejora de procesos constructivos, donde indica que se llegó a entregar la obra en el



plazo establecido y optimizando recursos de calidad por parte de la contratista encargada de ejecutar el proyecto.

Lozano (2012) indica que actualmente a nivel mundial, la mayoría de sectores están influenciados por la ejecución de proyectos masivos donde se puede apreciar el incremento del desarrollo de cada país y brindando mejora en el estilo de vida a la población. A partir del cual, para las regiones del Perú, sean destinado grandes presupuestos para proyectos públicos, y esto a la vez deben influir en el crecimiento de la economía de cada una de sus respectivas regiones. Específicamente por la magnitud de presupuestos para dichos proyectos que sin duda deberán garantizar el crecimiento y desarrollo socioeconómico, mejorando el estilo de vida de las familias resultantes del beneficio y mermando completamente sus necesidades o las más básicas. Por ello, es indispensable reconocer que la ejecución de proyectos públicos conllevan a una gran alza referente a aumento económico, social y cultural de una región; pero es indispensable analizar si el proyecto ejecutado a través de los procesos constructivos planteados se realizará con eficacia, eficiencia y productividad y que además incidan en una disminución de los costos, ya que se deben mejorar y evaluar el planteamiento de estos procesos, más aún si existen deficiencias técnicas y de gestión que obstaculizan lograr el objetivo común referente a los tiempos de ejecución, magnitud de presupuesto y garantía de calidad con la que el proyecto ha sido ejecutado.

Diaz (2010). Realizó una investigación denominada "*Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y desagüe de la Ciudad de la Unión Huánuco*"; indica sobre aquella investigación, tuvo como objeto remodelar y modificar el sistema sanitario de la ciudad de La Unión, Dos de Mayo, Huánuco; porque estos alcanzan una longevidad que sobrepasan medio siglo de vida y provocando el desgaste de la gran cantidad de tuberías de hierro fundido en el sistema de agua y alcantarillado; teniendo grandes fugas; las mismas que generan contaminaciones al agua potable que satisface a 9 viviendas, muy aparte de la capacidad del reservorio de agua que no resulta suficiente para abastecer a todas las viviendas de ese lugar que ha incrementado su población rápidamente y en lo que respecta a la forma estructural; también presentaba deficiencias aludido a la estanqueidad de flujo residual. A partir de ello se rediseñó el

Sistema de Agua Potable, al igual como el Sistema de Distribución, que incluyen las conexiones domiciliarias que se ejecutarán en su mayoría con una supuesta mejora de procesos constructivos con respecto a lo estipulado en expediente técnico; con la finalidad de tener una mayor productividad en la ejecución del proyecto.

En conclusión; a partir de todo lo antes mencionado, es indispensable recalcar que, a lo largo de la ejecución de diferentes tipos de obras públicas y privadas, se han ido implementando, mejorado y optimizado los procesos constructivos; los cuales siempre se han hecho con la intención de optimizar recursos y costos o ganar tiempo. Estas mejoras se deben hacer siempre y cuando haya una consulta entre los involucrados y aprobadas en conjunto. Luego, se tendrán que poner en práctica y ver si la propuesta planeada resulta favorable tanto para la contratista como para el proyecto; siempre que esté cumpliendo con los estándares de calidad. Se debería ejecutar del mismo modo siendo supervisado al mínimo detalle para al finalizar la ejecución del proyecto se entregue una obra de calidad. Finalmente, la Supervisión forma parte importante en el proyecto y verificación de los procesos constructivos, tanto en las diferentes etapas y fases del proyecto como en los diferentes frentes de trabajo; vigilar la ejecución de los acuerdos pactados, la verificación y ejecución del proyecto de acuerdo a las especificaciones técnicas y/o cambios o sugerencias que sean para mejorar el proceso constructivo del proyecto; son algunos de los trabajos que desempeña el consorcio encargado de la supervisión del proyecto. Para este caso, la empresa encargada de la supervisión 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" es el Consorcio San Martín; quien a través de su staff de profesionales comprometidos con el cumplimiento correcto en la ejecución del proyecto, ha dado fe y la aprobación de que todo proceso de construcción se ha desarrollado correctamente en cada frente de trabajo; con la conformidad en campo de los trabajos realizados a través de los protocolos de instalación de tuberías, instalación de buzones, prueba hidráulica a zanja tapada, prueba hidráulica a zanja abierta y cambio de material; confirman que todo trabajo se ha realizado en coordinación con la supervisión y la entidad.

## **1.2. Antecedentes**

Echeverría y Mantilla (2019) en su investigación “Proceso constructivo del sistema de agua potable utilizando el método de cracking, para la sustitución de tubería en el centro cívico de la ciudad de Trujillo”, indica que esta optimización de proceso constructivo para reemplazar el uso de tubería de diferente clase y material, se ha visto con mucha mayor demanda; ya que es una forma diferente de ejecutar un sistema de saneamiento para las ciudades carentes de esta necesidad básica. Además, de ser innovadores y económicos; los problemas medioambientales, el presupuesto y la nueva tecnología en equipos, también fueron evolucionando ya que son una mejor forma de innovación y optimización para ejecutar un proyecto de saneamiento con el mínimo de problemas y destrucción o utilización de recursos que con los métodos convencionales y tradicionales. Asimismo, da a conocer sobre el método de excavación sin zanja; ya que es una pieza fundamental en el desarrollo de las nuevas ciudades que ponen visión a la sostenibilidad; ya que logra mermar el impacto negativo ocasionado por la humanidad en el mundo, porque además de buscar el bienestar económico de la población, también debe reducir los problemas ambientales al igual que la afectación general en la ecología, ya que esto es lo que busca la optimización de procesos constructivos en todas las etapas de vida de los proyectos de diversa generalidad.

A partir de ello, aplicando este tipo de método concluyó que; los presupuestos de proyectos tradicionales se calcularon en los costos reales comprendidos a la realización del trabajo ya que esos gastos sociales y virtuales no se especifican en un proyecto desde el planeamiento del mismo. Al final de la ejecución del proyecto, emergen estos costos, camuflándose como cobros de seguros por cualquier tipo de pérdida, ya sea tipo económica, social, de medio ambiente o gastos generados en daño a terceros e incontables otras afectaciones. Además, con esta optimización e innovación de procesos se deben ejecutar trabajos de instalación, cambio y reparación de la cañería que ejercen el servicios de agua potable, desagüe, electricidad, cableado televisivo y gas; es decir, no solo sirve para saneamiento, sino que también para otras necesidades básicas como la electricidad y necesidades complementarias diversas.

Asimismo, Gálvez (2019) bajo su investigación con título “Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Santa Fe del C.P. Progreso, Distrito de Kimbiri, Provincia de La Convención, Departamento de Cusco y su incidencia en la condición sanitaria de la población”; indica en sus antecedentes la diversa problemática que existe en la ejecución. Una de esas problemáticas es el clima; ya que dicho proyecto está ubicado en una zona de mucha variabilidad climática y que en cualquier momento la naturaleza afecta los diversos procesos constructivos en cada etapa de la ejecución del mismo. También por encontrarse en una zona de mucha presencia de agua por el mismo nivel de napa freática elevada, se complica avanzar con los trabajos diarios, afectando la productividad de los diferentes frentes de trabajo.

Por otro lado, indica que: Parte del continente latinoamericano, se realizó un estudio acerca de qué tanto abarca un proyecto de agua potable y alcantarillado. Se emplearon datos estadísticos de la CEPAL, obteniendo resultados que en aquellos lugares donde se realizaron los estudios, fueron los lugares que tenían mayores fuentes de agua pero que sin embargo, estas poblaciones carecían del servicio básico de agua, e incluso en dichas localidades se encontraban mayor cantidad posible de agua dulce en el mundo; lastimosamente estas ciudades y regiones del continente no cuentan con los servicios básicos de alcantarillado ni mucho menos de agua potable, disminuyendo así la calidad de vida de sus habitantes. Incluso hoy en día se ve reflejado que las comunidades más perjudicadas son las áreas rurales y que cuentan con ríos y lugares cercanos a cuencas hidrográficas, pero que se notan reflejados en el número de enfermedades. Factores como el PIB, el Índice de Desarrollo humano, PIB per cápita, Densidad del PIB, Tasa de crecimiento del PIB, Índice de Calidad de Vida y muchos más; indican comparaciones y situaciones de los distintos lugares, mostrando la realidad del estilo y calidad de vida que llevan los pobladores de estos lugares. La política se aprovecha de ello y lo usa a favor de su propia beneficencia y se olvidan de mejorar la calidad de servicios de saneamiento y agua potable tanto para las zonas urbanas y rurales; siendo esta última la más olvidada en los grandes proyectos de los gobiernos.

Moscairo y Valdivia (2019) a través de su trabajo de investigación: “Mejoramiento de la productividad en proyectos de saneamiento básico rural”; indican que, en la antigüedad con las primeras obras de construcción, surgió un pensamiento arquitectónico al momento de establecerse en un lugar fijo. Ese pensamiento ha ido evolucionando a través del paso del tiempo y la historia con un fin específico basado en la comodidad y satisfacción de necesidades básicas del ser humano. Entonces a partir de ello surge una de las necesidades esenciales dentro de la construcción y por ende en el rubro de saneamiento; que es mejorar la productividad a través de la optimización, innovación y mejoramiento de los distintos procesos constructivos, ya sea aplicando técnicas prácticas o metodologías de planeamiento y ejecución muy estudiadas y con aplicación en los diferentes rubros de la construcción en grandes ciudades del mundo. Por otro lado, también indican lo bastante obvio, que las grandes empresas dedicadas a la construcción que buscan el mejoramiento de la productividad de los proyectos que llevan a cabo, empiezan no solo en la optimización de procesos constructivos; sino desde mucho antes, desde la capacitación y la inducción del trabajador, es decir; no solo es importante fortalecer los procesos constructivos del proyecto, sino que también la capacitación y el compromiso del trabajador forman un punto muy importante al momento de ejecutar técnicas y metodologías de productividad.

Finalmente, en relación a los resultados que se obtuvo en el estudio, los autores concluyen que se deben formalizar y uniformizar los procesos ya que aumenta la visión de errores y las oportunidades para mejorar, además la utilización de herramientas, filosofías y metodologías para el análisis y evaluación de mejores métodos de trabajo, optimización continua de los procesos para eliminar o reducir los problemas en la rama de la construcción y sus diferentes rubros. Cada vez que sea necesario, es importante implementar técnicas, filosofías y metodologías que conlleven a una optimización de la productividad, ya que estas harán que el trabajo reduzca su necesidad de utilización de demasiados recursos, mano de obra y ampliaciones de plazo que son causas de muchos proyectos inconclusos en la actualidad y que además generan pérdidas a los

involucrados del proyecto, al gobierno y sobre todo a lo más importante, la población en general y sus diversas necesidades.

Pejerrey (2018) en su trabajo de investigación del curso de actualización profesional, denominado “Mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento en la comunidad de Cullco Belén-Puno”, con respecto a varios autores en la cual se basó para su investigación, señala que hay un sinnúmero de localidades y grandes ciudades que se estaba ejecutando los de servicios de saneamiento, tienen mayor incidencia en la parte de los colectores. Es decir; la mayor parte de colectores principales de los diferentes proyectos a ejecutar en su momento, son los que se tiene mayores percances y vicios oculto al momento de su intervención, ya que la gran parte son tramos expresados en muchos kilómetros con tuberías no muy comerciales y que pasan por terrenos de terceros y no saneados, dificultando su ejecución con los procesos constructivos tradicionales. La falta de accesos y carencia de área para ejecutar dichos tramos, son parte de mayor dificultad en la ejecución; por eso la mano de obra se ve obligada en su gran mayoría de trabajos a implementar y optimizar diversos procesos de ejecución para que la productividad resulte favorable y compense las HH y HM utilizadas en dichos trabajos y así no resulte desfavorable para su productividad ni ocasione pérdidas para la empresa constructora o contratista, y no tener que implementar el tema de adicionales de obra que perjudican tanto a la entidad, al proyecto en sí mismo y a la población que resulta ser la más afectada.

Además, se basa en otro autor nacional que diseñó las redes de agua potable y alcantarillado para un centro poblado de la región de Lambayeque; donde indica que el lugar beneficiado carece de un buen servicio de agua potable y saneamiento, por lo que se planteó optimizar este proyecto incluyendo el tanque elevado con un volumen de 205 m<sup>3</sup>, el cual será alimentado a través de un pozo tubular que cuenta con el caudal suficiente para poder abastecer a los habitantes de dicha localidad (2.18 l/s). También, planteó la construcción 02 cámaras de bombeo ya que las aguas servidas no pueden ser eliminadas por gravedad, ya que entonces son indispensables estas cámaras para evacuar las aguas servidas hacia la laguna de estabilización. En el antiguo proyecto, comenta el autor; que esas dos cámaras de bombeo no existían por lo cual sea cual

fuese la optimización de cualquier tipo de procesos constructivos, no se lograría el fin debido a que la gravedad iba en contrapendiente.

Celi y Pesantez (2012) en su proyecto de tesis “Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización Finca Municipal en el cantón El Chaco, provincia de Napo, Ecuador”, plantean un sistema de saneamiento y agua potable para dar solución a la necesidad de dicha población; además, debido a que no existía un replanteo previo del trazado vial que brindaría servicio a la población urbana, decidieron también diseñar los trazos viales que se necesitarían para determinar las cotas de reparto de agua potable y de los pozos de recolección de aguas residuales y pluviales de los sistemas necesarios. Es decir; hicieron un proyecto completo para dicho proyecto de urbanización que no solo involucraban procesos constructivos para alcantarillado y agua potable, sino también para el sistema vial, lo cual involucraría tener en cuenta los procesos constructivos viales que son gran parte diferentes a los de saneamiento a excepción de la topografía del terreno. El mayor problema con el que se encontraron en el estudio y verificación in situ fueron la alta capacidad de retención de humedad del suelo y la insuficiente permeabilidad, lo que facilitaba la formación de pantanos en las partes bajas del área de estudio; ya que por las condiciones físicas del suelo, estructura y porosidad se torna susceptible al momento de compactar, por lo que plantearon que la ejecución debería hacerse con maquinaria pesada mayor, para evitar que la productividad caiga por debajo de los ratios meta propuestos por la contratista.

Al final estudio e investigación de la misma; concluyeron que el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con sus diversos procesos constructivos bien definidos para el tipo de terreno encontrado, no solo están ligados entre ellos; sino también con todos los aspectos tanto sociales, físicos o geomorfológicos de la zona de estudio. Por lo tanto, dependen de esos aspectos para la correcta determinación de criterios, tiempo de diseño, determinación poblacional, estadísticas de consumo y la correcta optimización y ejecución de procesos constructivos, en cuya apropiada elección está el éxito de la ejecución o no del mismo. Por otro lado, recomiendan que, para la ejecución de dicho proyecto, en cualquier cambio de los procesos constructivos

vigentes aprobados; la contratista y entidad tengan un constante diálogo para no causar retrasos y molestias que puedan evitarse con la constante comunicación entre los tres componentes involucrados: Contratista, Supervisión y Entidad.

### **1.3. Fundamentación científica**

Echeverría y Mantilla (2019) definen que la diferencia de optimización de nuevos e innovadores procesos productivos frente a los procesos tradicionales, es la seguridad que ofrece a la mano de obra. Es decir; los trabajadores no corren el riesgo o peligro de sufrir alguna lesión o accidente en la ejecución de una actividad determinada. Por otro lado, la productividad dependerá de la habilidad del trabajador para poder satisfacer los parámetros mínimos de rendimientos o producción diarios requeridos por la empresa contratista a cargo del proyecto. Además, en cuanto al costo de producción, lo que se busca es disminuir estos; por lo que, siendo indispensable y uno de los puntos centrales por parte de gerencia, al ver la reducción de costos de producción al momento de hacer los cambios de procesos de construcción, se tendrá la aprobación e interés de seguir innovando y gestionando con el resto de involucrados para mejorar en otros ámbitos del proyecto, con nuevos procesos y metodologías que actualmente están surgiendo. Por último, en cuanto a los problemas que se puedan generar a la sociedad al momento de ejecutar el proyecto, disminuirán; ya que tanto el ruido, polvo, demoliciones y otros causales de incomodidad, disminuirán drásticamente para tener a una población tranquila y con la certeza de que se está ejecutando un buen proyecto.

Moscairo y Valdivia (2019) se centran en definir la productividad a partir de la recopilación de varias investigaciones. Puesto que productividad es una sola, cabe resaltar que los diferentes conceptos de productividad llegan a la conclusión de una sola respuesta. Si bien es cierto, se conoce a la productividad como el cociente de lo producido y lo gastado; es decir, la cantidad ejecutada de una determinada partida o actividad entre los recursos gastados para su ejecución. Por otro lado, también definen a la productividad como un reflejo de la forma en la que se están utilizando los recursos



en obra, y qué tan bien son los productos obtenidos en el proceso además de denotar la eficiencia con los recursos utilizados. Finalmente, se puede decir que la productividad es también una forma de evaluar un determinado proceso, sistema o metodología para elaborar cierto producto final requerido por el cliente y el grado o cantidad de recursos utilizados para su fin.

Gálvez (2019) hace referencia a la calidad de saneamiento tanto en sus diversos procesos constructivos como en la productividad generado por los mismos. La calidad de saneamiento es una secuencia de procesos constructivos ejecutados de acuerdo que cumplan los parámetros ya establecidos, mediante por la cual la población requiere, edifica y mantiene un ambiente óptimo y sano para ellos y los suyos; creando así barreras que previenen cualquier tipo de enfermedad o atentado contra su salud. Los procesos constructivos en un proyecto de saneamiento y agua potable, no solo tiene que ser óptimos y que cumplan con ciertos parámetros; sino que también deben cumplir con alto grado de calidad de ejecución, de productividad y de funcionamiento.

Araujo (2017) dice que los procesos constructivos no solo deben cumplir ciertos parámetros definidos de calidad; sino que también deben disminuir el impacto ambiental en la ejecución de todos los proyectos en general. La construcción o ejecución sostenible de los proyectos es muy importante, ya que debe mantener una responsabilidad equilibrada con el medio ambiente, tratando de ejecutar el proyecto de forma que no se vea tan comprometido el entorno que nos rodea y subsanando en los puntos más flexibles y comprometidos del proyecto que requieran atención y seguimiento, para no afectar al exterior e interior del mismo. Por otro lado, hace referencia a la producción limpia que viene a ser un método estratégico ambiental preventiva que se aplica a los procesos constructivos, productividad y los servicios para el mejoramiento de la eco-eficiencia y reduciendo todos los riesgos o en su gran mayoría, para la sociedad y el medio ambiente. Este término es un movimiento preventivo que nace y viene siendo implementado a partir del año 1989 por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

León (2016) concluye que la productividad depende de la facilidad de procesos productivos y que esta tiene una utilidad en el planeamiento y control del proyecto, ya que lo más importante es hacer el planeamiento y uso correcto del tiempo; y que este último es uno de los recursos de mayor importancia para una obra. Entonces, define a la productividad como la relación del producto final y los factores productivos empleados en la producción de cada actividad; es decir, a lo que genera el trabajo tanto en horas hombre, horas máquina y otros tipos de indicadores de producción. Por lo tanto, si se desea evaluar qué tan bien ha ido mejorando la productividad se tendría que fijar en los factores de producción, ya que se debería hacer mucho más con los mismos recursos utilizados, o lo mismo con menos recursos. A partir de ello, se concluye que una parte fundamental de la productividad, es la situación en la que se pueda desarrollar los procesos constructivos correctos, con facilidad, mejora e innovación, porque a mejor ambiente de construcción, mayor productividad y mayores ganancias tanto para el trabajador y para la empresa misma; ya que la empresa encargada de ejecutar el proyecto podrá evaluar la productividad y a partir de ello ver la contribución de metas realistas para poder hacer una proyección y planificación del saldo del proyecto, tanto en tiempo de ejecución, costo y sobre todo, recursos a utilizar.

Ramírez (2012) hace un estudio sobre la productividad y alude a que ésta, es una parte fundamental y céntrica de la optimización de procesos constructivos, indicando que todo proceso de construcción es susceptible a ser mejorada ya sea al inicio o durante la ejecución del proyecto. Añadido a ello, la responsabilidad de hacer estos cambios o mejoras, es el ingeniero de campo; ya que él es el más cercano a la actividad en campo. Luego la responsabilidad recae sobre el ingeniero de producción, porque es el encargado de identificar y aprovechar todas las oportunidades para mejorar que se presenten durante la ejecución del proyecto. Además de ello, realizar un estudio de productividad y evaluar las diferentes posibilidades de mejora de procesos se pueden hacer en el proyecto. La finalidad de este estudio o evaluación de productividad, se debería hacer para mermar los tiempos muertos; es decir, los tiempos improductivos que son recursos gastados en vano; horas hombre y horas máquina pagadas sin sacar ningún provecho que beneficie en el avance del proyecto. Por lo tanto, conviene

realizar un seguimiento minucioso en campo y verificar si el proceso constructivo es productivo realizarlo de tal manera o mejorarlo; además, la comunicación con el personal obrero experimentado ayudará a identificar los tiempos muertos y subsanarlos junto con la verificación de dificultades que se presenten. Finalmente implementar alternativas de mejoramiento, probarlas en campo y evaluar si su utilización es productiva.

## **2. Justificación de la investigación**

El informe de investigación es justificable ya que el principal factor a desarrollar es el deficiente avance en todo ámbito de esta ciudad a través del conocimiento de optimización de procesos constructivos del sistema de alcantarillado y agua potable utilizando métodos óptimos, para la instalación de tuberías, en el Distrito de Nueva Cajamarca. El desarrollo económico y social que tuvo el Perú en las últimas décadas ha necesitado tecnologías que puedan dar soluciones a los requerimientos de servicios básicos de agua potable, alcantarillado, gas natural, telefonía, electricidad, etc.

Dichos servicios, quienes han sido modificados demandantemente por el transporte y al desgaste normal de los insumos en su estructura, necesitan ser reemplazados por nuevas calidades y en diámetros mayores de la tubería existente. Las nuevas tecnologías que reemplazaron aquellos métodos tradicionales de renovación han sido muchas, ya que se han implementado diferentes metodologías y optimización de procesos productivos; dicho caso se debe a reducción de costos, a la gran velocidad de utilización y a que al momento de su uso reducen el porcentaje de contaminación. Esto resulta mucho más factible para la utilización, comercialización y mayor demanda.

El Consorcio Nueva Cajamarca tiene por objeto ejecutar el proyecto de una manera profesional y altamente con lo concerniente a calidad para poder satisfacer las necesidades de la población nueva cajamarquina, dotándolos con los conocimientos e inducciones de sensibilización a la población, herramientas y destrezas necesarias para la utilización, administración y gerencia del proyecto al final de su ejecución. Además,

con respecto a la ejecución; habilitar al profesional de campo o producción en planificar, programar y controlar los recursos de tiempo, costo y calidad, asociados al proyecto en ejecución. Los ingenieros de campo son profesionales con sólidas habilidades de liderazgo para poder supervisar los distintos procesos de ejecución del proyecto, desde el inicio hasta la fase de cierre haciendo uso de las mejores estrategias y optimizando recursos y tiempo de ejecución del proyecto; pero con el solo propósito de realizar correctamente los procesos constructivos y sobre todo la adecuada ejecución en general del proyecto de alcantarillado y agua potable del distrito de Nueva Cajamarca.

Con la realización de esta investigación, además de ser una herramienta de ayuda para las evaluaciones de proyectos futuros y como medio de guía para futuras investigaciones en proyectos similares u otros proyectos que se acerquen a la base de esta investigación no solo en el ámbito de ingeniería, sino en todos los proyectos que generen una producción en su creación de servicios donde puedan evaluar la productividad en general. Por lo tanto, con esta investigación, se aportará con la solución al problema de la baja productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca. En la obtención de los datos y su análisis de interpretación se emplearán instrumentos que pertenecen a la metodología cuantitativa y cualitativa. Además, con esta investigación se determinará el estado actual de la productividad del proyecto de saneamiento del mismo distrito, para así poder plantear mejoras relacionadas al desempeño de la mano de obra y a la dirección técnica en la ejecución de obras, de esa forma incrementar la productividad.

Para esta investigación se estudiará la productividad basada solamente a los factores relacionados al desempeño de la mano de obra mediante la aplicación del control de rendimientos en la ejecución en de los proyectos de saneamiento ejecutado por el Consorcio Nueva Cajamarca; la medición o toma de datos se hará solo en algunas partidas correspondientes a la construcción líneas de alcantarillado y agua potable; PTAR y PTAP; estas partidas de estudio serán seleccionadas de acuerdo a su mayor representatividad ya sea en costo o tiempo. Además, se estudiarán los factores relacionados a la dirección técnica en la ejecución de obras como son la experiencia y

conocimiento del jefe de proyecto o residente de obra, la planificación de obra, el control de obra y el estado actual de la compatibilidad de los expedientes técnicos con las que se ejecutan dichas obras; para ello se emplearan como fuente los registros obtenidos en la ejecución de proyectos de saneamiento. Como propuesta para la mejora de la productividad con relación al desempeño de la mano de obra en la ejecución de los diferentes procesos constructivos de los diferentes frentes de ejecución como Obras Lineales, PTAR y PTAP; no se está considerando el frente de Captación, ya que al año 2020 aún no se encuentra en ejecución de dicho frente de trabajo debido a las inclemencias de clima, accesibilidad, factores sociales, replanteos de las estructuras a ejecutar, etc. Agregado a todo lo anterior, se encuentra en ejecución paralela otro proyecto de captación de agua potable para uno de los caseríos del distrito de nueva Cajamarca ubicado en la parte alta, a una altura similar del terreno designado para la construcción de la PTAP; entonces, son muchos factores que se tendrán que dar solución antes de intervenir en dicho frente de trabajo y todas las actividades que este implica.

### **3. Problema**

#### **3.1. Problema General**

¿Cómo influye la optimización de los procesos constructivos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019?

#### **3.2. Problemas Específicos**

¿Cómo influye la implementación de procesos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019?

¿Cómo influyen las técnicas de construcción para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019?

¿Cómo influyen los nuevos procesos constructivos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019?

¿Cómo influyen las alternativas de solución para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019?

#### 4. Conceptualización de las variables

##### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Optimización de los procesos constructivos para mejorar la Productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Escala de medición
V. 1. Procesos Constructivos	Es el conjunto de fases ejecutadas, que se realizan sucesivamente en el tiempo de ejecución y que se materializan dando forma al proyecto según el expediente técnico. (Ramírez, 2012)	Son los ciclos donde se concretiza o realiza el proyecto.	Implementación de procesos Técnicas de construcción Nuevos procesos constructivos Alternativas de solución	Ordinal
V. 2. Mejora de la Productividad	Es el indicador donde se refleja cómo se están utilizando los recursos en la producción de algún bien o servicio, traducida en recursos utilizados y productos obtenidos. (Martínez, 2007)	Resultado del cociente entre lo producido y lo gastado para ello.	Calidad de producción Rendimientos eficientes	Ordinal

## **5. Objetivos**

### **5.1. Objetivo General**

Analizar la optimización de los procesos constructivos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019.

### **5.2. Objetivos Específicos**

Analizar la implementación de procesos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019.

Analizar las técnicas de construcción para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019.

Analizar los nuevos procesos constructivos para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019.

Analizar y evaluar las alternativas de solución para mejorar la productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, 2019.



## **II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION**

### **2.1. Tipo de estudio**

El informe de suficiencia profesional según Gálvez (2019) es de tipo aplicada y además científica ya que se está investigando experimentalmente los procesos constructivos de las partidas más importantes del proyecto; para dar a conocer sobre el Proceso Constructivo del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca, optimizando los procesos de construcción para mejorar la productividad. Primero se debe realizar un pre diseño con referencias recomendadas de libros, normas técnicas y experiencias de proyectos anteriores; por otro lado, se debe analizar el tipo del sistema de saneamiento conociendo también las características del suelo que se encuentre en el lugar, así como de la disponibilidad de agregados, distancia, condiciones en las que se encuentra el área a ejecutar.

### **2.2. Diseño de investigación**

Gálvez (2019) indica que el diseño es cuasiexperimental; ya que está basado a lo largo del tiempo de vida de ejecución del proyecto evaluando un antes y un después del proyecto. En este caso, el informe presentado sobre el proyecto de saneamiento de Nueva Cajamarca se basará a lo largo de ejecución del mismo en sus diferentes etapas y frentes de trabajo.

### **2.3. Método de investigación**

Según Hernández (2014) basándose en investigaciones anteriores, se empleó el método longitudinal. En este caso se analizará sistemas independientes como Sistema de Agua Potable, Sistema de Saneamiento, PTAP, PTAR y Captación; los cuales son los frentes básicos que van juntos para la ejecución del proyecto, pero cada frente trabaja individualmente.

Además, es explicativo; ya que se detalla cómo se han implementado y mejorado algunas técnicas de ejecución de procesos constructivos que conlleven a generar una buena productividad actual con respecto a los rendimientos anteriores a las mejoras.

### **III. METODOLOGIA DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA**

#### **3.1. ANÁLISIS SITUACIONAL**

El Consorcio Nueva Cajamarca, empresa encargada de ejecutar en su totalidad el proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca denominado bajo 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”; al realizar la ejecución del mismo, se ha encontrado un sinnúmero de problemas y vicios ocultos de las cuales algunos se han tenido que evaluar y bajo coordinación se han elaborado y presentado expedientes de adicionales de obra, los cuales generan una distorsión significativa respecto al presupuesto de obra; por otro lado, también causan pérdidas de tiempo, ya que la generación del adicional implica una consulta a la Supervisión y Entidad.

Parte de la ejecución del proyecto es identificar el tipo de partida y proceso constructivo que se necesita realizar en campo, ya que en la etapa de planeación se define las diferentes herramientas y métodos a utilizar en los procesos de optimización del proyecto. Entonces, los procesos constructivos son una de las características principales del proyecto; por lo que al ejecutarlo en su totalidad o en conjunto, dan origen a la concretización del proyecto. Cada rama o especialización, se debe realizar en una secuencia lógica, de tal manera que se puedan ejecutar o no impidan su ejecución más adelante de las partidas que no estén bien definidas en las especificaciones técnicas o en los planos del expediente técnico ya replanteados, puesto que siempre se obvian algunas cosas o no se tiene en cuenta algunas características del proyecto hasta que llega el momento de su ejecución in situ.

Por lo tanto, a continuación, se detalla un análisis situacional de los frentes de trabajo más críticos del proyecto, donde se tuvieron que mejorar los procesos constructivos ya que su intervención con los simples procesos según especificaciones técnicas hubiera resultado deficiente causando retrabajos, pérdidas económicas y pérdidas de tiempo a la Contratista. Sumado a todo lo antes mencionado; la situación climática que se presenta en el lugar de intervención es desfavorable; ya que por

encontrarse en una zona altamente lluviosa perjudica en el avance de obra, disminuyendo la productividad y generando utilizar materiales e insumos que no está previsto cobrar según metrados y precios unitarios, por lo que todo ese gasto adicional y recursos utilizados corren por cuenta propia de la empresa Contratista. El análisis situacional del proyecto se presenta en todos los frentes de trabajo y a continuación se detallan los más críticos o los que eran necesarios evaluar.

### **3.1.1 OBRAS LINEALES.**

**a) Liberación de terrenos y definición de calles:** Uno de los frentes en los que se ha descentralizado el proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca, es el frente de obras lineales; que sin ningún precedente se ha logrado ejecutar sin necesidad de parar su ejecución en su totalidad. Si bien es cierto, en el proyecto se encuentran un sin número de restricciones propiamente dichas del mismo proyecto que afectan la ejecución continua; dentro de esas restricciones se encontraron la liberación formal de los terrenos por donde pasaron las redes primarias y secundarias de alcantarillado, las redes de agua y la instalación y/o construcción de buzones. La definición de calles por parte de la Entidad también fue una situación en la se debió aclarar por parte de los tres comprometidos en el proyecto.

**b) Redes existentes:** La presencia de redes existenciales de agua y alcantarillado antiguas y el desconocimiento y falta de planos de las redes existenciales, fueron también una de las restricciones que se llevó a consulta; ya que la misma presencia de estas redes existentes por el mismo lugar donde indicaban en el plano de replanteo, perjudicaban a la población y a la cuadrilla encargada de realizar dichos trabajos, por lo que en un principio se debían paralizar labores en esos lugares y trasladarse a otro punto de trabajo para poder empezar de nuevo la ejecución del nuevo tramo o la instalación de buzones, generando así pérdida de horas hombre y horas máquina laborables perdidas afectando el rendimiento y producción.

**c) Buzones:** Según especificaciones técnicas plasmadas en el expediente técnico del proyecto, indica la fabricación parcial o total de buzones en el lugar de su instalación

o construcción. Según este proceso, significaba la implementación de cuadrillas para su ejecución y resultaba complicado su fabricación en el mismo lugar, ya que afectaba a los pobladores y a la transitabilidad peatonal y vehicular. Otro caso referente a los buzones era la utilización de un solado simple como base; entonces resultaba complicado puesto que se demoraría en el fraguado hasta llegar a su resistencia requerida.

**d) Línea de alcantarillado y agua potable:** Respecto a la línea y agua potable y línea de alcantarillado tanto en la ejecución de las redes primarias y secundarias; en muchos de los tramos a ejecutar se encontraron material saturado y de acceso crítico; es decir, el lugar donde se iba a ejecutar se encontraba en mal estado, la presencia de lluvias constantes en la zona elevaron el nivel de la napa freática, dificultando así tener un avance que vaya acorde a los recursos gastados con el producto obtenido. Por otro lado, las redes de alcantarillado varían de profundidad de zanja de ejecución, por lo que, combinado la profundidad de la zanja y el mal estado del terreno, retrasaban la producción diaria de las cuadrillas encargadas de realizar estos trabajos, además de correr el riesgo de que pueda atentar contra la vida de algunos de los trabajadores en los tramos de mayor profundidad. Además de las anteriores restricciones, en algunos de los sectores del distrito, se encontraron calles que a simple vista no se lograban identificar con el resto de predios, ya que la maleza abundaba en cada lugar, y la falta de accesos dificultaban la ejecución de las líneas de alcantarillado y agua potable.

**e) Colectores:** Los colectores están conformados por colectores principales y colectores secundarios o menores, son tramos de alcantarillado que recogen todo el flujo de las redes principales y secundarias, y las derivan hacia la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). En este punto, la situación crítica son los terrenos no saneados y el tema de accesos hacia los puntos de trabajo tanto de línea de alcantarillado como de construcción de buzones in situ e instalación de buzones prefabricados. Puesto que el tema de accesibilidad con los materiales de ejecución es de suma importancia, se vio conveniente realizar los trabajos en terrenos ya saneados por parte de la Entidad y en donde ya se tenía permiso para sus respectivas

intervenciones, con el fin de disminuir tiempos muertos en las cuadrillas y mejorar la productividad producidas por estos. Cabe recalcar que actualmente, respecto a los colectores, se continua con su ejecución ya que el proyecto sigue en marcha.

**f) Conexiones domiciliarias:** Otra parte importante del proyecto, dentro del frente de Obras Lineales, se encuentran las conexiones domiciliarias de alcantarillado y agua potable. Para poner en contexto, en los planos según expediente técnico y llevados a comparación en campo, muchas veces no se lograba coincidir. Posteriormente con los planos de replanteo, se logró identificar con más claridad. Luego surgieron otros inconvenientes. Según expediente técnico, manda una cierta cantidad de conexiones domiciliarias repartidas por sectores. La restricción referente a ese aspecto, fue que la población ha ido constantemente construyendo viviendas a partir de la aprobación del expediente técnico aproximadamente alrededor del año 2015; es decir, las viviendas construidas a partir de la fecha según expediente técnico, no deberían ser consideradas ya que el proyecto abarca a un total de 8150 viviendas y el resto de viviendas tendrían que regularizar y solicitar su conexión finalizado el proyecto en la municipalidad del distrito de Nueva Cajamarca. Entonces, la identificación de las viviendas consideradas resultaba muy confuso para los operarios jefes de cuadrilla de conexiones domiciliarias.

**g) Pruebas Hidráulicas:** Una parte importante de verificación de calidad de la instalación de tuberías son las pruebas hidráulicas de alcantarillado. Conformadas por dos modalidades, tanto a zanja abierta y a zanja tapada. Según lo estipulado en expediente técnico, se debería ejecutar ambas modalidades; el problema fue que, al momento de instalar la tubería en su totalidad del tramo a ejecutar, se debería llenar buzón y línea y medir del espejo de agua hacia la apa de buzón como primera lectura; diez minutos después se tomará la segunda lectura sin que esta haya bajado una longitud considerable. Esta longitud en centímetros, no debería sobrepasar entre 1 y 1.5 centímetros dependiendo de longitud de tramo y diámetro de tubería, para que el tramo pase la prueba hidráulica. Pero uno de los problemas en campo fue el clima, ya que al dejar zanja abierta y en un momento empezaban las lluvias, la zanja quedaba

expuesta y se corría el riesgo a que la zanja colapse y genere retrabajos. Además, si un tramo no se lograba terminar en un día laborable, se tendría que dejar zanja abierta durante toda la noche para que al siguiente día cuando se logre terminar el tramo, se pueda pasar la prueba hidráulica a zanja abierta, pero esto implicaba correr riesgos a que se generen accidentes durante la noche o que al quedar expuesta la tubería, esta se pueda extraviar y otros tantos de problemas como el solaqueado y la mediacaña de buzones se deben completar primero para que se puedan pasar ambas pruebas. Por lo tanto, bajo evaluación y análisis de la problemática descrita, se plantearon medidas para que no ocurran los problemas antes mencionados.

Respecto a las pruebas hidráulicas de agua potable, son tres modalidades; prueba hidráulica a zanja abierta, a zanja tapada y prueba de desinfección. Por lo que las dos modalidades presentan la misma problemática al igual que en el alcantarillado, y la tercera prueba es similar a las dos anteriores, pero va agregado cloro como desinfectante de tuberías por circuitos que ya hayan pasado las dos pruebas anteriores y que tengan la aprobación de supervisión en los respectivos protocolos que son un indicador de calidad y son prueba de conformidad, donde van firmados por el representante cada especialista tanto de Supervisión y de la Contratista.

**h) Eliminación de material excedente:** Una de las partidas comprendidas en el proyecto, es la eliminación de material excedente de todos los frentes de trabajo. Si bien es cierto, la entidad hace el pago hasta 10 Km del lugar de trabajo; pero al poner en marcha la ejecución del proyecto, muchas veces los mismos pobladores de los diferentes sectores donde se realizaban los trabajos, se oponían a que este material sea eliminado e impedían a que la maquinaria pesada prosiga con su eliminación. Además, referente al tema de botaderos, no se encontró lugares apropiados facilitados por parte de la entidad como específica expediente técnico. Por lo que responsables de Relaciones Comunitarias debieron buscar lugares aptos, dentro de la ciudad para poder facilitar la eliminación del material excedente de cada frente de trabajo.

### 3.1.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP).

a) **Drenaje:** Respecto a la tubería de drenaje interno de la planta de tratamiento de agua potable, es indispensable indicar que; para las excavaciones de obras civiles la profundidad oscilaba entre 3 y 5 metros, sin contar las cimentaciones de éstas. Por lo tanto, se vio necesario tener que bombear el agua que se juntaba con las lluvias constantes debido al mismo clima de la zona y además de que el área donde se construyó está ubicada cerca de las montañas donde las precipitaciones son más constantes. Para entonces, el constante bombeo de aguas causadas por precipitaciones y por la misma napa freática, ha causado que se generen mayores gastos de combustible y la presencia constante de un vigilante para el mantenimiento de las bombas que debieron funcionar las 24 horas del día para que al llegar el resto de personal pueda continuar con los trabajos diarios programados sin ningún inconveniente o con el mínimo de inconvenientes.

b) **Encofrados:** Uno de los temas de gran problemática respecto a obras civiles en general, es el tema de los encofrados para las estructuras. Si bien es cierto, en este proyecto de saneamiento, el expediente técnico también abarca la construcción de estructuras para el buen funcionamiento del mismo sistema. La PTAP contempla dos reservorios, un presedimentador y un lecho de secado como estructuras mayores. Para estas estructuras, la demanda de madera para los encofrados se vio en un tema crítico, ya que por la misma coyuntura y temas de legalidad o el frecuente tráfico de madera, es muy difícil encontrar cierta cantidad como la que se requiere para los encofrados de las obras civiles de la PTAP; por lo tanto, en ese sentido se vio necesario considerar otros métodos de encofrado la cual sea más rápido su colocación como se desencofrado. Además, otro problema que trae consigo el uso de madera para encofrados, es el tiempo de vida y las veces que se puede utilizar para realizar un encofrado. Dependiendo del tipo de madera y su durabilidad para realizar los trabajos de encofrado y desencofrado, se hizo un análisis y evaluación previa en una reunión interna del Consorcio Nueva Cajamarca para evaluar la factibilidad y qué tan productivo resultaría tener que depender de su utilización o cambiar por otro método

de encofrado que resulte más eficiente, más productivo, que ofrezca seguridad garantizada y lo más importante, que resulte un trabajo de gran calidad que no afecte a la producción de la Contratista, a la calidad de ejecución del proyecto y por supuesto al Medio Ambiente que es una parte olvidada al momento de realizar ejecución de los proyectos en general.

### **3.1.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).**

a) **Acceso:** otra de las situaciones complicadas en este frente de trabajo, fue el tema de acceso; ya que el terreno de la PTAR se encuentra aproximadamente a 5 Km de la ciudad de Nueva Cajamarca, y a 1.2 Km desde el único acceso hasta la Carretera Fernando B. Terry. En este segundo tramo, el acceso se tuvo que llegar a una conciliación con los propietarios del lugar para el ensanchamiento de la carretera afirmada con que inicialmente tenía un ancho de 2.80 metros. Además, la construcción de dos alcantarillas para un canal de regadío y para la quebrada que bordea la PTAR. La problemática de no contar con un acceso de libre circulación proporcionado por la Entidad, hacía que los trabajos se retrasen y que el flujo contante de maquinaria se vea afectado.

b) **Drenaje General:** Es necesario precisar que, en el área de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales existe frente a su ingreso una quebrada que bordea parte del área a construir, es por ello que, en tiempos de lluvias constantes, ésta suele desbordarse ya que no se logra abastecer para conducir el gran caudal de flujos provenientes de la ciudad y a lo largo de su trayecto. Es por ello que, al no abastecer a dar escurrimiento de los desbordes, se ha planteado la evaluación para ver el grado de afectación al área donde se construirán las obras civiles. Posteriormente se llegó a la conclusión de que, en la parte céntrica del área a construir el nivel de terreno estaba por debajo respecto al espejo de agua promedio de la quebrada, por lo tanto, al no tener un drenaje superficial o drenaje interno los trabajos resultarían mucho más complicados al momento de su intervención.



c) **Tipo de terreno:** El factor suelo es muy importante en cada uno de los trabajos del proyecto en general; puesto que dependiendo de su conformación y estructura molecular se evalúan los criterios para diseñar las cimentaciones de las estructuras y el resto de las obras civiles o complementarias. Dado que en el lugar se encontró material de malas características para construir sobre ellos de tipo suelo ML, CL y P previo estudio de suelos a través de perforaciones SPT realizado por parte de la entidad; entonces se conoció que el tipo de suelo donde iban a ir las estructuras, eran suelos de muy mala calidad para realizar trabajos que sean productivos tanto en rendimiento de mano de obra como productivos con las demás actividades que se unirían más adelante para dar funcionamiento al proyecto en general.

Tabla 1: *Clasificación de suelos encontrados en cada uno de los SPT.*

SUCS	AASHTO	DESCRIPCIÓN
<b>SC-SM</b>	A-2-4(0)	Arena arcilloso-limosa con 30.21% de grava, suelo de compacidad dura, color gris con manchas verdes.
<b>SM</b>	A-2-4(0)	Arena limosa, suelo de compacidad media, color gris oscuro
<b>ML</b>	A-7-6(7)	Arena limosa, suelo de consistencia pastosa, color negro.
<b>GM</b>	A1-b(0)	Mezcla de grava, arena limosa, arcilla, 40.97% de gravilla, suelo de compacidad Media, color gris.
<b>GP-GM</b>	A1-a(0)	Mezcla de grava, arena limosa, arcilla, con 66.63% de gravilla, suelo de compacidad media, color gris.
<b>SW-SC</b>	A1-a(0)	Mezcla de arena, gravilla, arcilla limosa, color gris oscuro.
<b>CL-ML</b>	A-4(4)	Arcilla limosa con arena, en proceso de sedimentación, suelo de consistencia dura, color gris.
<b>SC</b>	A-4(0)	Arena arcillosa, con 18.45% de gravilla, con mínimo porcentaje de trazas de turba (pequeños trozos en el estrato), suelo de compacidad media, color gris oscuro.
<b>CL</b>	A-6(8)	Arcilla delgada, con mínimo porcentaje de materia orgánica (turba y pequeños trozos en el estrato), suelo de consistencia firme, color gris oscuro.

*Fuente: Elaboración propia*

d) **Excavaciones:** Al igual que en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, en este frente de trabajo se realizaron excavaciones para las estructuras, pero de mucha más magnitud; ya el proyecto netamente en la PTAR comprende de cuatro RAFA (Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente), un Reactor Biológico Secuencial y un Lecho de

Secado con sus respectivas estructuras complementarias que unen a todas ellas juntas para dar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Puesto que anteriormente se encontró un tipo de suelo de mala calidad para construir, se procedió a excavar todo el material para las estructuras y a eliminar el material que no iba a ser necesario para los rellenos complementarios. La problemática se dio al comenzar los procesos de excavaciones, ya que otro factor amenazante para los trabajos de excavaciones fue el nivel freático del lugar. Se tuvo que bombear constantemente y gastar en recursos como en horas hombre para que esté pendiente de los trabajos y mantenimiento de los equipos de bombeo en las cuatro excavaciones de los RAFA con las que se procedió a ejecutar inicialmente.

e) **Encofrados:** Al igual que para los trabajos de la PTAP; en la PTAR también se necesitó el requerimiento de madera para los encofrados de las estructuras de las obras civiles, puesto que por ser frente de mucha más magnitud que el anterior, la cantidad de recursos y de personal doblan con respecto al anterior frente de trabajo, sumado a ello, que su área de 3.3 hectáreas dobla al de la PTAP y por supuesto la magnitud de excavaciones que se realizaron.

### **3.1.4 CAPTACION**

Este frente de trabajo es uno de los más complicados respecto al saneamiento de terrenos ya que, junto al área de este, se encuentra la captación de un caserío La Florida, perteneciente al Distrito de Nueva Cajamarca, pero a la orilla opuesta del río Yuracyacu y a mayor altitud respecto a la PTAP. Sumado a eso, existen terrenos de terceros que aún no están bien definidos ni saneados. Actualmente solo se han ejecutado trabajos de topografía y replanteos in situ y en gabinete. Puesto que por temporada de invierno se ha optado por no ingresar aún con los trabajos mayores ni con la intervención parcial de las partidas que se podrían ejecutar. Pero ya se han evaluado algunas problemáticas que se deberían tener en cuenta al momento de su intervención, como por ejemplo el saneamiento del terreno, el cruce aéreo para la tubería, la voladura de roca con dinamita, el acceso y las excavaciones en material rocoso; que sin duda será un reto para la Contratista.

### **3.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

Puesto que, ante un sinnúmero de problemas que se han evaluado para la ejecución del proyecto de saneamiento del Distrito de Nueva Cajamarca, se ha optado por posibles soluciones que ayuden a mejorar la productividad y resulte conveniente la ejecución de las propuestas a desarrollar. El tema de optimizar los procesos constructivos respecto a las partidas donde no resultaba conveniente seguir milimétricamente los pasos de ejecución estipulados en las especificaciones técnicas, se ha evaluado y puesto en consulta por las tres instituciones involucradas directamente con el proyecto: la Entidad, la Supervisión y la Contratista.

Las propuestas presentadas y acordadas para la mejora de los procesos constructivos y por ende la productividad, se ha realizado bajo consulta legal a través de una carta si el proceso necesitaba cambiar en su totalidad; pero si era una simple modificación que indicara una mejora de acuerdo al criterio y experiencia de los profesionales, maestros de obra y operarios encargados de cada cuadrilla. A partir de todo lo antes mencionado, se plantearon medidas de solución para los tres frentes de trabajo quienes se vienen ejecutando desde el año 2019 y a continuación se detallan.

#### **3.2.1. OBRAS LINEALES**

**a. Liberación de terrenos y definición de calles:** Bajo la evaluación de la problemática para ejecutar los procesos constructivos que impedían mejorar la productividad, se ha optado por presentar opciones para solucionar lo pendiente a la liberación de terrenos y la definición de calles que netamente expediente estipula que la Entidad es la encargada de sanear dichos terrenos y calles. Ya que esto no estipula necesariamente un proceso constructivo, pero es parte del proyecto y es necesario para su intervención. Por lo tanto, se planteó que el encargado de topografía por parte del Consorcio Nueva Cajamarca y los especialistas en Relaciones Comunitarias, deberían gestionar con los dueños de los terrenos no saneados para obtener permiso de ejecutar dichos tramos; y respecto a las calles serían los mismos encargados junto con los encargados de catastro, evaluar la viabilidad de ejecución en las calles no definidas.

**b. Redes existentes:** Una propuesta para solucionar este punto, fue la elaboración de un replanteo de redes existentes de agua y alcantarillado. El problema es que la Entidad no contaba con los planos actualizados de estos, lo que iban a generar mayores gastos a la Contratista y mayores retrasos. Por lo que se propuso seguir con los procesos constructivos tradicionales y al momento de tener que intervenir en un tramo con red existencial o al tener que instalar un buzón, se iba a ejecutar al costado estos existentes, lo mínimo posible para que no sea afectado el plano inicial que indica el expediente técnico y que no perjudiquen las redes existenciales de alcantarillado. Según expediente técnico indica la demolición de algunos buzones existentes del proyecto anterior que no se llegó a concluir, los cuales no cumplían ninguna función real. Si se llegaba a chocar con uno de estos, simplemente se procedería a su demolición; pero si algunos buzones continuaban funcionando, simplemente se perforaría el buzón y se pasaría por medio de este, por lo que la nueva tubería debería ir con un forro de otra tubería de mayor diámetro y rellenando a los costados perforados del buzón existente con una mezcla de concreto con  $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$  con “cemento tipo V” que es el indicado para soportar bacterias y radiación que genera un sistema de saneamiento.

**c. Buzones:** El tema referente a buzones se ha llevado a cabo en dos grupos; instalación de buzones prefabricados para buzones de altura hasta 03 metros y construcción de buzones, referidos a las construcciones in situ para buzones de altura mayor a 03 metros. Como se describió anteriormente sobre el proceso constructivo general para buzones, primero debería ir un solado simple, lo cual hasta llegar a su resistencia demoraría aproximadamente un día laborable completo luego se tendría que instalar recién el cuerpo completo del buzón. Esto implicaría dejar hoyos excavados por todo un día y al costado los materiales para su instalación o construcción secuencialmente; por lo que se correría riesgos de accidentes, el llenado del hoyo con agua de posibles lluvias o por el mismo nivel freático. Ante esa evaluación de problemáticas en el proceso constructivo y que perjudicaría o retrasaría la productividad de las cuadrillas encargadas de realizar dichos trabajos. Por lo que se propuso utilizar over con diámetro entre 4 a 8 pulgadas, las cuales servirían como solado para colocar el cuerpo del buzón. Luego referente a que los buzones se tendrían

que prefabricar en campo, se optó por prefabricarlos en un lugar proporcionado por la Contratista, en este caso se eligió uno de los almacenes para su pre fabricación. Esta consistiría solo para buzones menores de 03 metros de altura. La pre fabricación de estos, se realizaba por las alturas predeterminadas según los planos de expediente y replanteo; su fabricación por partes se realizaba de la siguiente manera: base, techo, fijo de 54 cm y los variables que dependían de la altura que se necesitaba para llegar a la altura requerida en cada buzón. Además, se utilizó el los acelerantes de concreto para que lleguen a alcanzar su máxima resistencia en el menor tiempo posible. Es por este método que se optó, ya que se lograría fabricar varias piezas en un solo día con una sola cuadrilla. Luego se procedería al traslado de los mismos a cada punto donde iban a ser instalados con un operario y un peón, proporcionados de una plataforma y una retro excavadora para su izaje.

**d. Línea de Alcantarillado y Agua Potable:** Uno de los puntos más resaltantes del alcantarillado son las líneas de tubería conductoras del flujo sanitario recolectado. Para solucionar las problemáticas de campo como el material o tipo de terreno se vio la necesidad de presentar alternativas de solución que ayuden a mermar las complicaciones en campo. Por ejemplo; según especificaciones técnicas estipuladas en expediente técnico, indica para tener que colocar la tubería debería seleccionarse el material sobre la cual va a ir la tubería y el material que se pondrá sobre la clave de la tubería; es decir, se debería zarandear el material excavado para poder utilizarlo. Para ello se llegó al acuerdo de utilizar arena de río para los 10 cm que servirán de cama y los 30 complementarios que irán sobre la clave de la tubería para protección de la misma; ya que la arena proporciona mayor acomodamiento de sus partículas e impide que la tubería se deflece a los costados o verticalmente. Esta mejora permitiría que la productividad se vea reflejada en un 200 % de lo que se lograría con el material seleccionado.

Por otra parte, ya que los terrenos resultaron mayormente saturados, la utilización de arena para cama en presencia de tramos saturados, hacía que esta se humedezca y la cama de arena ceda a los costados. Para ello se implementó la utilización de costales en los cuales se llenaban hasta tres tercios y se colocaba como cama de arena para que

brinde mayor soporte y evitar que la arena húmeda ceda y se mezcle con el fango proveniente de la misma zanja. Además de todo lo antes mencionado, en tramos mayores a 2.50 metros de profundidad, se obliga a la Contratista el uso de entibados de material no especificado, puesto que en tramos profundos el terreno se desborda y atente contra la salud y vida de los trabajadores. Para lo cual se planteó utilización de dos tipos de entibados metálicos. Uno pequeño de 1.40 metros de altura para tramos que oscilan entre 2.50 y 3 metros de profundidad, y los entibados metálicos de 2.40 metros de altura para tramos mayores a 3 metros de profundidad, los cuales eran mayormente tramos de los colectores y para tramos de doble red.

Finalmente, para la apertura de calles no definidas y no transitables respecto a los trabajos de línea de agua potable y alcantarillado, se propuso el ingreso previa coordinación de parte de los especialistas en relaciones comunitarias con los vecinos del lugar, advirtiendo del próximo ingreso ya que en muchas calles donde se iba a intervenir, se encontraban sembríos los cuales si eran afectados, los supuestos dueños de dichos sembríos impedían la continuación de los trabajos; y el peor de los casos que se presentaron, se denunció a la contratista por daños y perjuicios a la población.

**e. Colectores:** Al igual que en las líneas de alcantarillado; en los colectores, la presencia del nivel freático elevado generaba problemas para la correcta ejecución de los procesos constructivos. El uso de entibados más grandes de lo convencional, serían una solución que permitiría a los trabajadores poder ejecutar con mucha más facilidad dichos trabajos sin que el suelo se desborde sobre ellos, además se realizaría el mismo proceso implementado para la redes principales y secundarias de alcantarillado; la diferencia es que en esta partida cambiaba los diámetros de la tubería a mucho más mayores respecto a las líneas de alcantarillado.

**f. Conexiones Domiciliarias:** Una de las partidas que también resultó con muchos inconvenientes al momento de ejecutar los procesos constructivos, fueron las conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado. Mayormente surgían inconvenientes con las tuberías existentes; ya que la reparación resultaba un atraso

referente a la productividad que se requería alcanzar. La solución planteada para estos inconvenientes era cortar las tuberías existentes y al terminar los trabajos programados, proceder a su reparación, mayormente al final de la jornada laboral. Por otro lado, el operario encargado de coordinar con el propietario sobre en qué parte de su vivienda deseaba su conexión, demoraba mucho tiempo, ya que tendría que ir casa por casa preguntando sobre el lugar en la que sería conveniente la instalación de agua y alcantarillado para cada propietario, y ver si la vivienda era beneficiada con las respectivas conexiones según planos del expediente técnico y planos replanteados. La propuesta de solución para este inconveniente sería la contratación o designación de un personal única y exclusivamente para el marcado de las viviendas beneficiadas y el lugar exacto donde se harían las conexiones domiciliarias. El personal encargado de este trabajo sería alguien que tenga criterio para trabajar, sociable y tener conocimientos en lectura de planos y conocimiento de los trabajos de conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado. Con este proceso se beneficiaría el aumento de la productividad, ya que el personal llegaba a ejecutar los tramos programados para ese día laborable y ya no perdería tiempo en tener que preguntar al propietario sobre las instalaciones de las conexiones domiciliarias.

**g. Pruebas Hidráulicas:** La problemática referente a las pruebas hidráulicas antes descrita; fue tener que llegar a un acuerdo que no perjudique la validación de calidad de instalación de las líneas de alcantarillado y agua potable; por lo que a raíz de que la prueba hidráulica a zanja abierta era un riesgo que no se quería correr y además de que estancaría la productividad de las cuadrillas y las otras actividades que se ejecutarían después de esta. Entonces se planteó no ejecutar la prueba hidráulica a zanja abierta pero sí se deberían generar los protocolos para trámite documentario. La partida se iba a cobrar sin ningún inconveniente; pero reemplazando a esta, se debería ejecutar otra prueba adicional cuando las redes principales estén ejecutadas con sus respectivas conexiones domiciliarias. Esto quiere decir que la prueba hidráulica a zanja abierta, tanto de agua potable como de alcantarillado se dejaría de ejecutar en campo y solo se generaría el protocolo para su respectivo cobro; y en lugar de la prueba anterior, se iba a tener que pasar otra prueba hidráulica a zanja tapada, pero con

conexiones domiciliarias. Con esta propuesta se descartaría las deficiencias tanto en las tuberías principales o matrices y posterior a ello, se haría un segundo descarte de deficiencias tanto de los accesorios como de los procesos constructivos que la cuadrilla encargada realiza.

Tanto para las segundas pruebas hidráulicas a zanja tapada de agua potable y alcantarillado, primero se debería realizar el solaqueo de buzones y cajas de las conexiones, taponear bien con algún material permanente o temporal; para este caso se ha utilizado pelotas y el taponeo con diablo, luego se procede al llenado los tramos que se va a ejecutar con una cisterna, ya que el sistema actual existente de agua no se bastece para poder realizar el llenado de todos los tramos que se desee ejecutar; por último se toman las lecturas iniciales y finales del tramo llenado anteriormente el cual debe permanecer saturado por al menos 24 horas; y, bajo una tabla de filtraciones máximas permisibles de acuerdo al diámetro de la tubería se obtendrá resultado si es que el tramo pasa la prueba hidráulica correspondiente.



Figura 1: Representación de prueba hidráulica de alcantarillado.



Tabla 2: *Filtraciones Permisibles.*

<b>Ø del tubo</b>	<b>Filtración o Infiltración Admisible</b>
mm	lts/día/ml (0.0047*Ø)
160	0.752
200	0.940
315	1.481
355	1.669
450	2.115

*Fuente: Elaboración propia.*

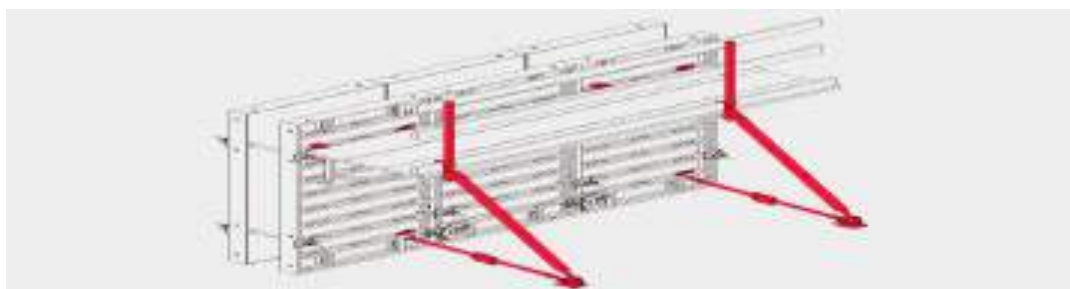
**h. Eliminación de material excedente:** La solución más favorable para esta partida, fue buscar terrenos cerca en la propia ciudad para que la eliminación sea mucho más rápida para dar acceso y circulación a las cuadrillas que ejecutaban partidas de excavaciones. Por lo tanto, se procedió a evaluar algunos terrenos propuestos por los mismos pobladores y por la Entidad bajo un acta donde especificaba que el terreno fue proporcionado a petición del poblador, desinteresadamente y sin obligaciones. Con estas posibles soluciones se esperaba que el rendimiento y productividad mejoren, y que se vean reflejados en el cálculo de ratios por parte de oficina técnica.

### 3.2.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

**a. Drenaje:** como alternativa de solución del problema que se presentaba en la Planta de Tratamiento de Agua Potable; se vio conveniente ejecutar a la par junto con las obras civiles, el drenaje interno de la PTAP. Para mermar los gastos de vigilancia y el constante bombeo de aguas pluviales y freáticas. Por lo tanto, se procedió a la ejecución del drenaje interno de las estructuras en general.

**b. Encofrados:** La utilización de madera para todas las estructuras, hubiese sido un verdadero reto para el Consorcio Nueva Cajamarca, ya que su utilización solo hubiese servido por unas cuantas veces y luego surgiría una nueva problemática con su misma deformación. Para ese entonces, el alquiler de encofrados metálicos fue una alternativa de solución para las primeras estructuras en ejecución como el presedimentador y la parte media de los dos reservorios. La manipulación y manejo de

estos encofrados, resultan de mayor facilidad; ya que no se estaría gastando horas laborables en el corte y ensamblaje de piezas de madera según la estructura lo requiera.



*Figura 2: Modelo de encofrado metálico para estructuras.*

*Fuente: APUNTALH.*

### **3.2.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)**

**a. Acceso:** La circulación vehicular concerniente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es de suma importancia, ya que el flujo de maquinaria pesada es constante. Por ello respecto al tema de accesos hacia el área, se tomó en cuenta el ensanchamiento de la carretera de acceso hacia la PTAR, que sin duda generaría la transitabilidad de las maquinarias y vehículos menores con mucha mayor fluidez. Por otro lado, en la misma parte interna de la PTAR, se planteó realizar ensanchamiento de las vías internas también, ya que al igual que en la vía de acceso principal; también era necesario la facilidad de transitabilidad para las maquinarias.

**b. Drenaje General:** Al igual que en la PTAP, en este frente de trabajo también se optó por empezar los trabajos de drenaje interno de la PTAR para que ayude a drenar las aguas freáticas y pluviales; además, para el drenaje de aguas causadas por inundaciones, se propuso una red de drenaje superficial, que consistía en cunetas simples realizadas por una retroexcavadora alrededor de todas las áreas donde se construirán las estructuras mayores. Respecto a la parte céntrica del terreno donde se acumula el agua, se propuso la habilitación de una cuneta de profundidad mayor a un metro con ancho proporcional al lampón de la maquinaria.

**c. Tipo de terreno:** El gran desafío para la ejecución de la PTAR, fue tener que empezar la construcción de obras civiles bajo ese tipo de suelo; por lo que, con el estudio de suelos realizados por encargo de la Entidad, se obtuvieron resultados que jugaban en contra de las características de resistencia para las estructuras deseadas. Según el estudio de suelos realizados, las recomendaciones del laboratorio fue que se realice un mejoramiento de terreno para poder construir y evitar los asentamientos excesivos de las estructuras. Por lo tanto, a partir de ello se creyó conveniente eliminar todo el material saturado y material orgánico tipo turba, que no servía para relleno post construcción.

**d. Excavaciones:** Debido a la gran magnitud de excavaciones que se iban a realizar, se vio necesario e indispensable la contratación del doble de maquinarias antes requeridas. Por lo que, el planeamiento para ingreso y romper la inercia, estaba todo listo, ya que se evaluó las partes más críticas del proyecto en la PTAR. Por lo que el constante bombeo y con los ya planeados drenajes, se lograría tener una producción que satisficiera los resultados requeridos. Al tener que realizar las excavaciones masivas, se iba a encontrar el nivel de aguas freáticas demasiado altas, por lo tanto, sumado a ello, las aguas de las precipitaciones constantes iban a generar un retraso en la productividad diaria y para lo cual se plantearon anteriormente los drenajes superficiales y drenaje interno profundo con tubería cribada, enrollada en geotextil para la durabilidad del material de drenaje. Al realizar las excavaciones; se tendría que escoger entre el material saturado y orgánico para eliminación; y el material seleccionado en buen estado para relleno posterior de las estructuras cuando estas se hayan terminado.

Tabla 3: *Niveles de AF.*

<b>SONDEOS</b>	<b>Nivel de Agua Freática</b>
SPT N°01 - RAFA N°02	A 3.80 m
SPT N°02 - RAFA N°03	A 2.60 m
SPT N°03 - RAFA N°01 - 04	A 2.10 m
SPT N°04 – RBS	A 2.70 m
SPT N°05 – Lecho de secado	A 1.70 m

*Fuente: VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.*

**e. Encofrados:** Similar al frente de la PTAP, correspondiente al tema de encofrados, también se optó por la misma modalidad de alquiler de encofrados metálicos, y con mucha más razón debido a que la gran magnitud del frente de la PTAR se verá necesarios el alquiler de encofrados metálicos ya que la ejecución de las obras civiles en este frente y el frente de la PTAB iban paralelo.

### **3.1.1 CAPTACION**

Como se detalló anteriormente, las obras propiamente dichas a fecha 2020 todavía no dan inicio; ya que el caudal del río Yuracyacu ha ido incrementando debido a las precipitaciones de gran intensidad que se dan en esta época del año y que causaría impedimentos, problemática y posibles accidentes si se llegara a ejecutar sin tomar en cuenta los factores antes mencionados. Favorablemente, ya se tiene un plan de intervención con todos los posibles riesgos, problemas y muchos otros inconvenientes que se puedan suscitar al momento de la intervención programada. Afortunadamente, el tiempo de ejecución todavía está dentro del plazo establecido en el expediente técnico; ya que la fecha límite está programado al año 2022 incluyendo ampliaciones de plazo por los adicionales a ejecutar en los diferentes frentes de trabajo del proyecto en general.

### **3.3. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

Para la solución de los problemas que retrasaban la productividad e impedían que se realicen los trabajos de acuerdo a las programaciones semanales a cargo del área de producción, se aplicaron las alternativas de solución en las distintas partidas de los tres frentes de trabajo que se encontraron ejecutando, mientras que para el ultimo frente de trabajo se planea aplicar los métodos planteados y tener un resultado óptimo. A continuación, se presenta una relación Problema-Solución aplicada para cada frente de trabajo.

Tabla 4: *Relación Problema-Solución frente de Obras Lineales.*

<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>Liberación y saneamiento de terrenos.</b>	Gestión e intervención unida Contratista-Entidad.
<b>Redes existentes</b>	Replanteo, demolición y reparación de las mismas.
<b>Buzones</b>	Cambio de solado por over, prefabricados y aditivos.
<b>Líneas de alcantarillado y agua potable</b>	Cambio de material seleccionado por arena de río, costales y apertura de calles.
<b>Colectores</b>	Entibados y caminos de acceso.
<b>Conexiones domiciliarias</b>	Previo marcado de viviendas y reparación de redes existentes.
<b>Pruebas hidráulicas</b>	Cambio de metodología, solaqueo de buzones y cajas de registro, abastecimiento de agua y prueba doble de las redes.
<b>Eliminación de material excedente</b>	Habilitación de varios botaderos cercanos.

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 5: *Relación Problema-Solución frente PTAP.*

<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>Drenaje</b>	Intervención con la red de drenaje interno y línea de rebose.
<b>Encofrados</b>	Alquiler de encofrados metálicos.

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 6: *Relación Problema-Solución frente PTAR.*

<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUCION</b>
<b>Acceso</b>	Ensanchamiento de vía principal y vías internas de accesos a las estructuras principales.
<b>Drenaje general</b>	Intervención con la red de drenaje interno, superficial y cuneteo.
<b>Tipo de material</b>	Mejoramiento de suelo y selección de material óptimo.
<b>Excavaciones</b>	Material seleccionado y eliminación de material orgánico y saturado.
<b>Encofrados</b>	Alquiler de encofrados metálicos.

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.4. RECURSOS REQUERIDOS**

Ante las posibles soluciones para solucionar la problemática de los frentes de trabajo, respecto a los procesos constructivos para que al mejorar estos se pueda aumentar la productividad significativamente; se han empleado un sinnúmero de recursos para lograr tales objetivos, puesto que la necesidad de poder tener al final un proyecto de calidad y cumpliendo con su propósito respecto a sus funcionalidades requeridas, se lograría una mejor calidad de vida par los beneficiados con este proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca.

Al final, la satisfacción de saber que se realizó una obra que cumplió con lo estipulado según especificaciones técnicas del expediente técnico y algunas mejoras que se hicieron para solucionar aspectos que no fueron tenidos en cuenta; es la misma calidad del proyecto que dará a conocer sobre el compromiso del Consorcio Nueva Cajamarca para ejecutar obras de gran magnitud. Por lo que no se escatimó la utilización de recursos e insumos posibles que cumplan los estándares de calidad y que no afecte al proyecto, población o medio ambiente.

Ante ello, para el fiel cumplimiento de las actividades propuestas y de las cuales se deben mejorar en diferentes aspectos su estructura y procesos de construcción, se presenta un cuadro con el listado de recursos requeridos para la mejora de los procesos constructivos y actividades previas que son necesarias para la consecuente intervención y que a su vez estas, mejorarían el rendimiento y productividad de las cuadrillas en general con las que se contó para los distintos trabajos ejecutados en cada frente del proyecto.

Tabla 7: Recursos requeridos en Obras Lineales.

<b>Liberación y saneamiento de terrenos.</b>	<b>Personal capacitado</b>
<b>Redes existentes</b>	Tuberías, cemento y agregados.
<b>Buzones</b>	Insumos varios.
<b>Líneas de alcantarillado y agua potable</b>	Agregados, materiales, etc.
<b>Colectores</b>	Entibados, maquinaria, materiales.
<b>Conexiones domiciliarias</b>	Tuberías, cemento y agregados.
<b>Pruebas hidráulicas</b>	Cisterna, materiales, protocolos.
<b>Eliminación de material excedente</b>	Maquinaria, terrenos disponibles.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Recursos requeridos PTAP.

<b>Drenaje</b>	<b>Tubería, maquinaria, actividades previas.</b>
<b>Encofrados</b>	Encofrados metálicos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Relación Problema-Solución frente PTAR.

<b>Acceso</b>	<b>Agregados, maquinaria, recursos varios.</b>
<b>Drenaje general</b>	Tubería, maquinaria, actividades previas.
<b>Tipo de material</b>	Maquinaria, personal a completa disposición.

<b>Excavaciones</b>	Maquinaria, personal a completa disposición, actividades previas concluidas.
<b>Encofrados</b>	Encofrados metálicos.

*Fuente: Elaboración propia*

#### IV. ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADO

En el análisis de problemática sobre los procesos constructivos y actividades previas del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca, se encontraron diversos factores que significaban un gran atraso para la ejecución del proyecto con respecto al tiempo establecido para su ejecución; ya que temas o vicios ocultos que se presentaron hacían más complicado realizar el trabajo de una manera que indicaba según especificaciones técnicas, puesto que la realidad en campo era significativamente diferente con respecto a los estudios realizados y procesos de ejecución que el proyectista no ha tenido en cuenta.

A partir de ello, la Contratista denominada bajo el nombre Consorcio Nueva Cajamarca, ha evaluado e implementado mejoras en cada uno de estos procesos constructivos con el objetivo de mejorar la productividad y que resulte de la mejor manera posible su ejecución utilizando los recursos que se necesiten con la finalidad de entregar resultados positivos y se genere una obra de calidad respecto a su gran envergadura, ya que muchas veces en proyectos de gran magnitud se obvian muchos pasos que significativamente no se tiene en cuenta su realización; pero en el caso del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca se planea entregar una obra de calidad, con su funcionamiento adecuado y que sirva de garantía, de calidad y referencia para obras venideras que sin duda son importantes para el desarrollo de ciudades en pleno crecimiento y por supuesto para el país en general.

Por lo tanto, ante la evaluación crítica de la problemática en campo se realizó esta mejora de los procesos constructivos correspondientes a los diferentes frentes de trabajo; puesto que, la optimización de los mismos y el compromiso con la ejecución



cumpliendo con los estándares de calidad de la Contratista, han dado resultados y estos se han evaluado de acuerdo mutuo por los tres involucrados: Contratista, Supervisión y Entidad, a través de las reuniones de consulta técnica llevadas a cabo los días martes y jueves en los despachos de la sala de reuniones del Consorcio Nueva Cajamarca. Por lo tanto, los resultados obtenidos se presentan a continuación y que, a su vez, estos responden a los objetivos propuestos en este informe de suficiencia.

#### **4.1. RESULTADOS EN OBRAS LINEALES**

Para obtener los resultados a partir de la implementación de las mejoras antes descritas y luego analizarlos con los rendimientos anteriores (Relación Antes-Después), se realizó un cuadro simple con los rendimientos diarios de las cuadrillas involucradas en dichos frentes. Si bien es cierto, en un primer momento se inició con una sola cuadrilla de buzones, luego se implementó otra cuadrilla más de instalación de buzones; posteriormente una línea de alcantarillado en el mes de octubre de 2019, luego semanalmente se fueron incorporando más cuadrillas conforme se iba ampliando frente de trabajo y habilitando con tramos para las cuadrillas anteriores de acuerdo al avance de las cuadrillas de instalación de buzones prefabricados.

Tabla 10: *Comparativo y Gráfico de productividad Cuadrilla 01 Inst. Buzones.*

<b>ANTES</b>		<b>DESPUES</b>	
<b>LUNES</b>	5	<b>LUNES</b>	6
<b>MARTES</b>	6	<b>MARTES</b>	7
<b>MIERCOLES</b>	7	<b>MIERCOLES</b>	9
<b>JUEVES</b>	7	<b>JUEVES</b>	8
<b>VIERNES</b>	7	<b>VIERNES</b>	9
<b>SABADO</b>	3	<b>SABADO</b>	4

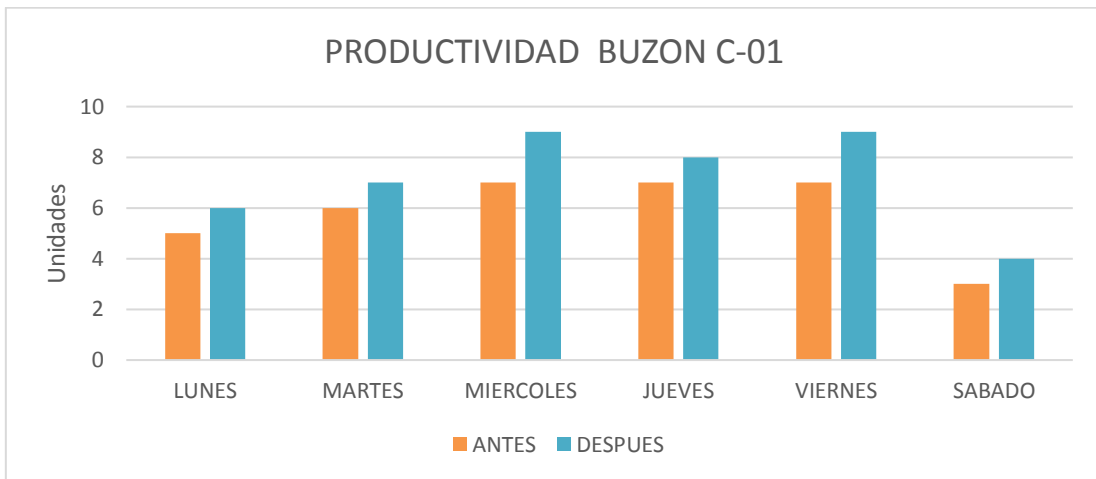


Figura 3: Productividad cuadrilla Buzon-01

Tabla 11: Comparativo y Gráfico de productividad Cuadrilla 01 Línea Alc.

ANTES		DESPUES	
LUNES	90.33	LUNES	111.20
MARTES	89.64	MARTES	94.32
MIERCOLES	71.14	MIERCOLES	120.33
JUEVES	71.38	JUEVES	111.14
VIERNES	82.84	VIERNES	150.68
SABADO	36.51	SABADO	56.28

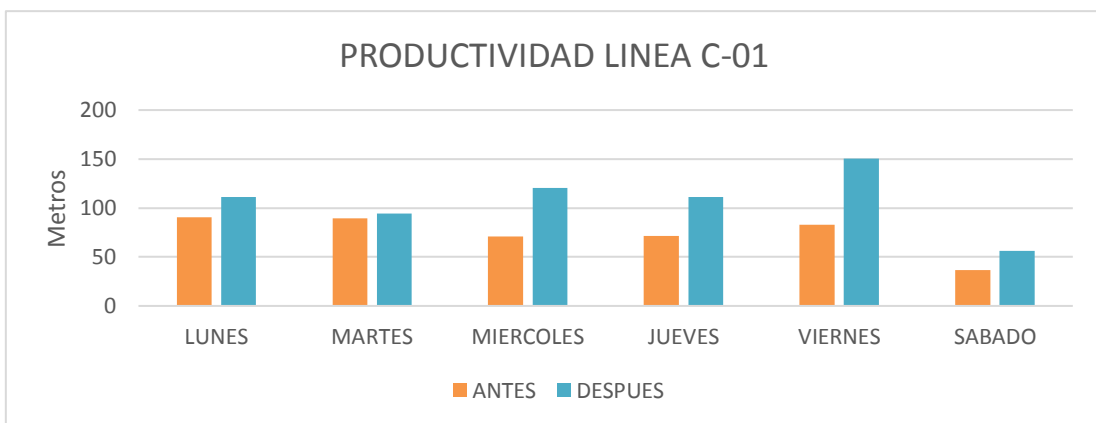


Figura 4: Productividad cuadrilla Línea-01

Tabla 12: Comparativo y Gráfico de productividad total Línea Alc.

ANTES		DESPUES	
LUNES	451.65	LUNES	556.00
MARTES	448.20	MARTES	471.60
MIERCOLES	355.70	MIERCOLES	601.65
JUEVES	356.90	JUEVES	555.70
VIERNES	414.20	VIERNES	753.40
SABADO	182.55	SABADO	281.40
<b>TOTAL SEMANAL</b>	<b>2209.20</b>	<b>TOTAL SEMANAL</b>	<b>3219.75</b>

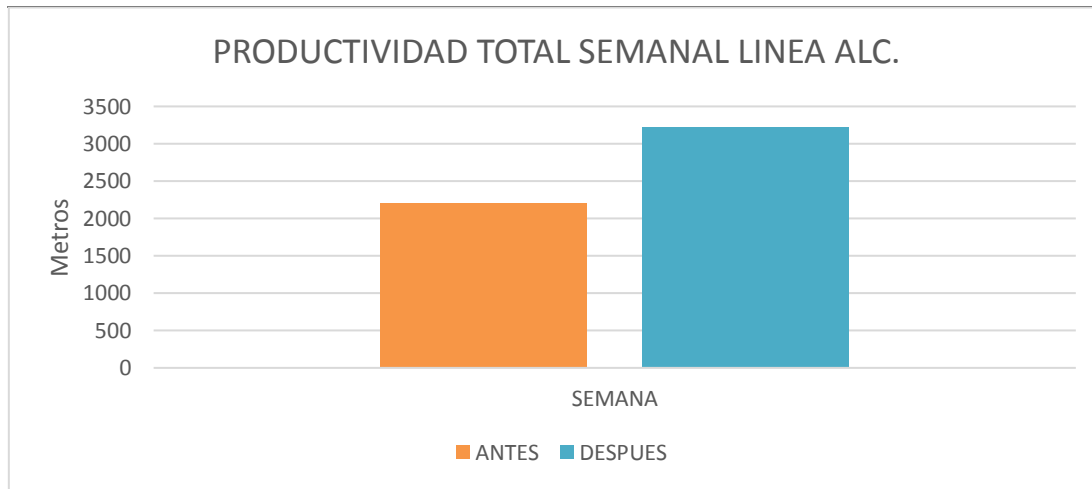


Figura 5: Productividad Total Semanal cuadrillas de Línea de alcantarillado.

Tabla 13: Comparativo y Gráfico de productividad total Cuadrillas Inst. Buzones.

ANTES		DESPUES	
LUNES	10	LUNES	12
MARTES	12	MARTES	14
MIERCOLES	14	MIERCOLES	18
JUEVES	14	JUEVES	18
VIERNES	14	VIERNES	19

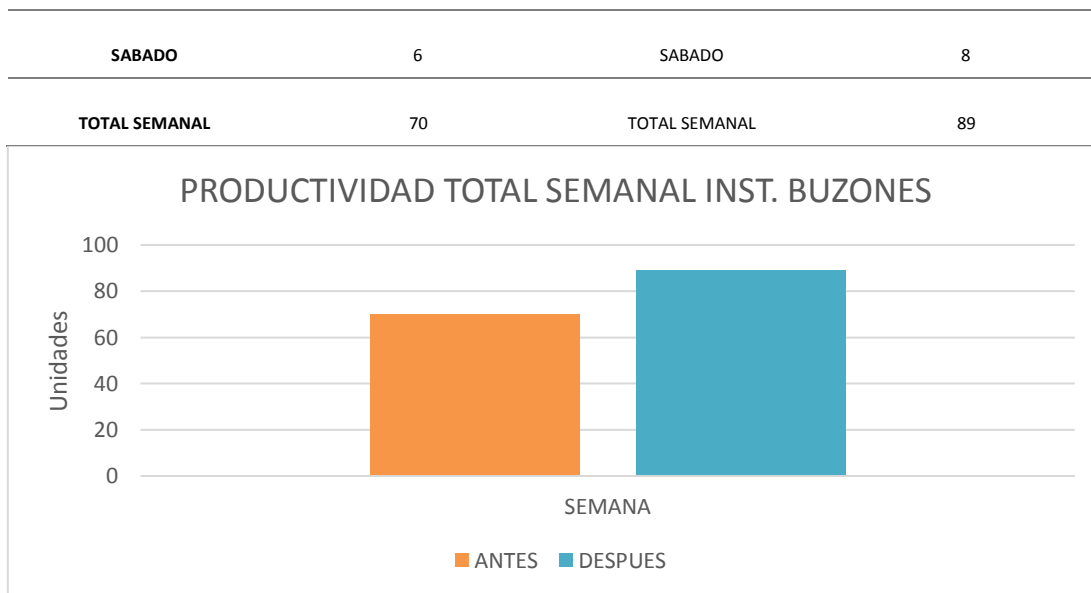


Figura 6: Productividad Total Semanal cuadrillas de Inst. Buzones.

Tabla 14: Comparativo y Gráfico de productividad total Cuadrilla Pruebas Hidráulicas de Alcantarillado.

	<b>ANTES</b>		<b>DESPUES</b>
<b>LUNES</b>	202.24	<b>LUNES</b>	357.83
<b>MARTES</b>	269.47	<b>MARTES</b>	425.50
<b>MIERCOLES</b>	235.69	<b>MIERCOLES</b>	398.33
<b>JUEVES</b>	198.74	<b>JUEVES</b>	456.98
<b>VIERNES</b>	200.81	<b>VIERNES</b>	503.01
<b>SABADO</b>	123.32	<b>SABADO</b>	200.70
<b>TOTAL SEMANAL</b>	1230.27	<b>TOTAL SEMANAL</b>	2342.35

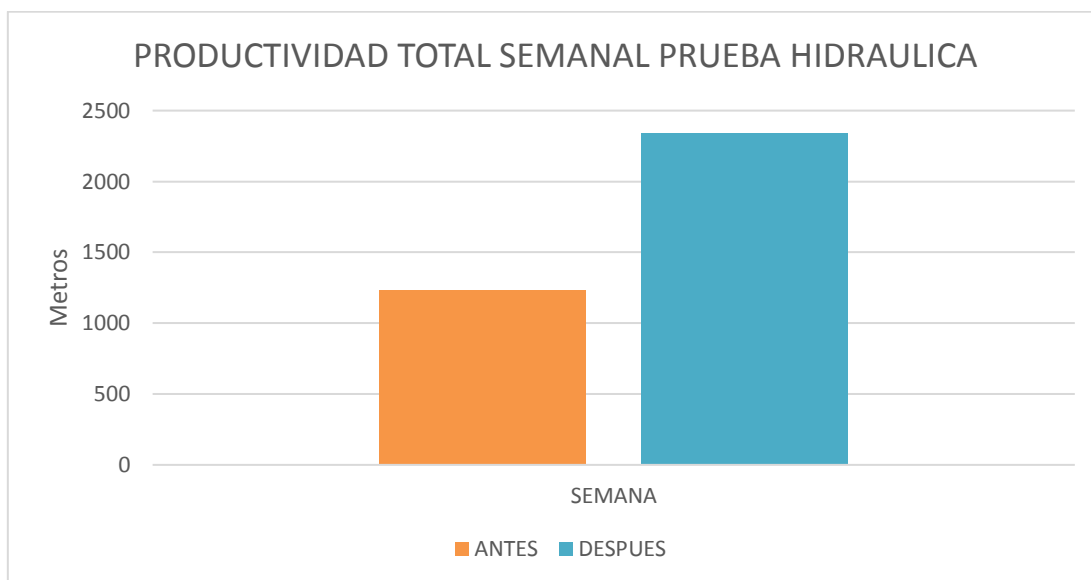


Figura 7: Productividad Total Semanal cuadrillas de pruebas Hidráulicas.

Al comparar resultados de productividad entre las actividades desarrolladas antes de los acuerdos de optimizar los procesos constructivos con las mismas actividades ejecutadas después de su implementación, se observa que hubo un incremento significativo positivo, por lo que da respuesta al objetivo principal de este informe. Puesto que a partir de las mejoras propuestas por la Contratista hacia los otros dos involucrados del proyecto, se dio un resultado óptimo y a partir de ello se tomaron las decisiones de mejora para los distintos frentes de trabajo con respecto a los procesos constructivos y actividades previas.

A partir de una comparación entre el total de ejecución de línea de alcantarillado como muestra y referencia para redes, ya que la línea de agua es prácticamente el mismo proceso constructivo, solo lo que varía es la tubería. Entonces se tomó como referencia a la cuadrilla 01 de línea de alcantarillado para evaluar su producción desde la primera semana que se empezó la ejecución del proyecto; a partir de ese entonces luego de poner a prueba las estrategias y mejoras, pasó alrededor de un mes hasta que afinen las mejoras de ejecución de procesos constructivos referente a línea de alcantarillado y agua potable. En ese lapso de tiempo también se fueron incrementando el resto de cuadrillas, que llegaron ser en total 05 cuadrillas de línea de alcantarillado

y 02 cuadrillas de línea de agua potable. Junto a ellas, se incrementó 01 cuadrilla de conexiones domiciliarias, que realizaría las conexiones de alcantarillado y agua potable al mismo tiempo en los tramos ya saneados y liberados. Pero, para que esta cuadrilla última pueda ejecutar. Se tendría que haber pasado las respectivas pruebas hidráulicas y antecediendo a ellas, el solaqueo y mediacaña de buzones de las cuales se han incrementado una cuadrilla por cada cuadrilla de línea de alcantarillado.

#### **4.2. RESULTADOS EN PTAP**

Respecto a los resultados obtenidos en el frente de la Planta de Tratamiento de Agua Potable es necesario examinar y evaluar el avance de los trabajos en sus diferentes partidas. En este caso, por ser obras de estructuras u obras civiles comúnmente denominadas donde no conllevan muchas aglomeraciones respecto al frente de obras lineales, ya que en este caso solo se ejecutan para productividad las siguientes partidas en forma general: encofrado, acero y concreto; cada uno con sus respectivas sub partidas donde indican el tipo y la resistencia según sea especificado en expediente técnico. A partir de ese entonces, se examinó en unas de las partidas más comunes donde se vería la productividad con más detalle; es decir donde el trabajador invierta más tiempo de ejecutar un proceso constructivo tradicional y compararlo después con las mejoras de los procesos constructivos. Para este caso, se tomó la partida de encofrados y acero que sin duda mantienen una complicación considerable, ya que siempre existe una diferencia significativa el uso de madera convencional entre el uso de encofrados prediseñados para una estructura determinada.

Por lo tanto, para determinar la productividad en este frente se decidió analizar los ratios semanales antes de la optimización o mejora de procesos y después de la implementación de estos. Si bien es cierto se puede observar a simple vista un gran desfase entre la comparación de ratios de cada semana trabajada: para ello el área de Planeamiento del Consorcio Nueva Cajamarca ha fijado ratios bases, el cual oscila alrededor de 1.70 metros cuadrados de encofrado por hh; y 0.04 kg/hh.

Tabla 15: Comparativo y Gráfico de productividad en acero y encofrados PTAP.

PARTIDAS DE CONTROL		UND	LINEA BASE				
Colocación de acero		Kg	0.04				
Habilitado de acero		Kg	0.04				
Encofrado y desencofrado horizontal		M2	1.80				
Encofrado y desencofrado vertical		M2	1.70				
Concreto premezclado con bomba estacionaria elementos horizontales		M3	1.42				
Concreto premezclado con bomba estacionaria elementos verticales		M3	1.95				
Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Semana	Acumulado	Variación
9	10	11	12	13	14		
0.13	0.09					0.072	-0.034
0.04	0.03	0.03	0.04	0.04		0.036	0.005
		1.85	2.27			1.885	-0.085
2.21	2.34	2.06	3.22	2.60		2.047	-0.347
	0.48	3.54	1.79	0.45		1.787	-0.367
1.520	1.58	2.27	0.93			1.588	0.362

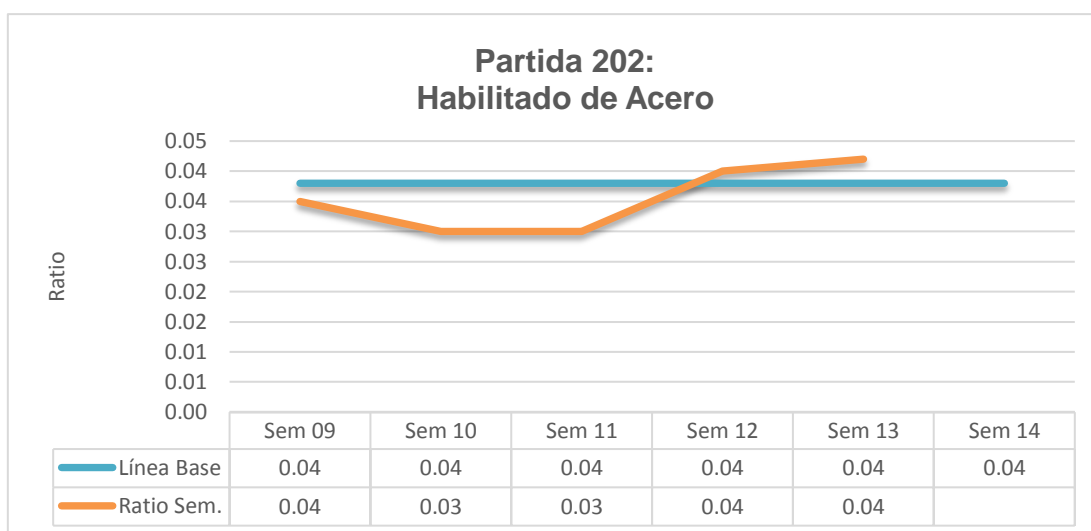
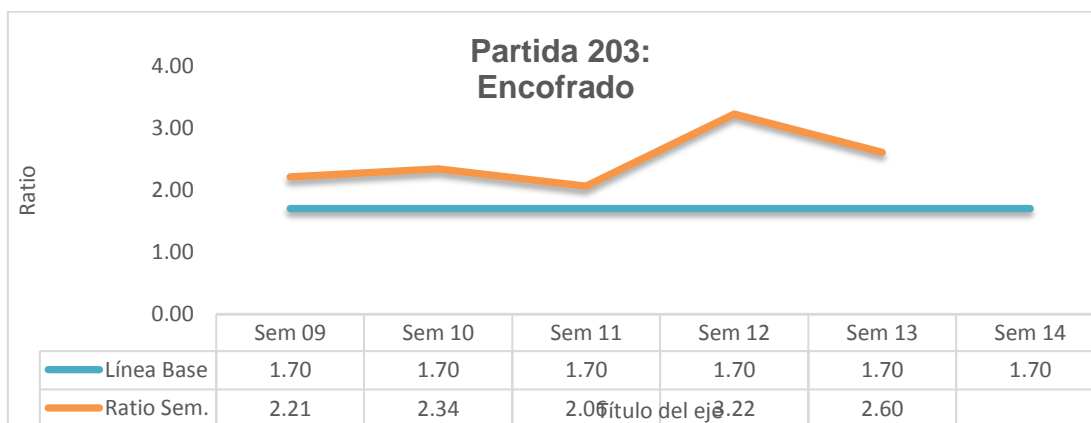


Figura 8: Ratios de Habilitación de acero y Encofrado.

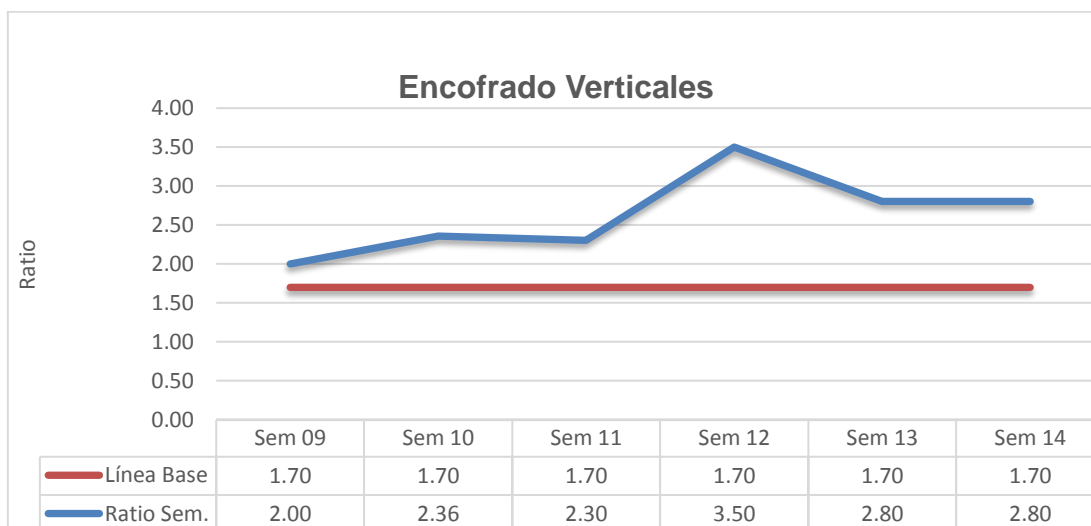
### 4.3. RESULTADOS EN PTAR

Al igual que en la PTAP, por ser un frente similar en partidas de ejecución más incidentes, se evaluó de la misma modalidad; tomando la partida de habilitación de acero y encofrado, ya que de igual modo la ejecución de obras civiles con los procesos constructivos y actividades previas mejorados como la mejora del drenaje interno y superficial, han dado nueva y positiva productividad en este frente de trabajo. A partir de ello se optó por analizar estas dos partidas de mayor incidencia del proyecto, ya que algunas partidas fueron dadas en subcontrata para un mayor avance y no tener que resultar perjudicados en el ámbito económico de partidas de no mucha incidencia y que se pueden ejecutar con mayor facilidad y son menos riesgosas.



Tabla 16: *Comparativo y Gráfico de productividad en acero y encofrados PTAR.*

<b>PARTIDAS DE CONTROL</b>	<b>UND</b>	<b>LINEA BASE</b>								
<b>Colocación de acero</b>	<b>Kg</b>	0.04								
<b>Habilitado de acero</b>	<b>Kg</b>	0.04								
<b>Encofrado y desencofrado horizontal</b>	<b>M2</b>	1.80								
<b>Encofrado y desencofrado vertical</b>	<b>M2</b>	1.70								
<b>Concreto premezclado con bomba estacionaria elementos horizontales</b>	<b>M3</b>	1.42								
<b>Concreto premezclado con bomba estacionaria elementos verticales</b>	<b>M3</b>	1.95								
			<b>Semana 9</b>	<b>Semana 10</b>	<b>Semana 11</b>	<b>Semana 12</b>	<b>Semana 13</b>	<b>Semana 14</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Variación</b>
<b>0.13</b>	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.076	-0.038	
<b>0.03</b>	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.036	0.004	
		1.85	2.27			1.06	1.816	-0.016		
<b>2.00</b>	2.36	2.30	3.50	2.80	2.80	2.80	2.106	-0.406		
	0.49	3.49	1.78	0.45	1.2	1.2	1.745	-0.325		
<b>1.526</b>	1.59	2.27	0.94		0.62	0.62	1.541	0.409		



*Figura 9: Ratios de Habilitación de acero y Encofrado.*

Con lo que respecta, se puede asumir que; concerniente al cumplimiento de los objetivos general, se alude que a partir de las tablas N°12; 13; 14; 15 y 16 respectivamente, se observa que la productividad ha aumentado significativamente; más en unas partidas que en otras, pero se logró incrementar la productividad. Además, en los gráficos se puede visualizar el incremento de ratios concernientes a actividades realizadas antes y después de la optimización de procesos constructivos y mejoramiento de actividades previas. Por lo tanto, se podría decir que el resultado al analizar la implementación de procesos constructivos buscando mejorar la

productividad en la ejecución del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca, fue indudablemente positivo.

Por otro lado, referente al cumplimiento de los objetivos específicos de este informe; se puede verificar que a partir del análisis, de las tablas N°10 y 11 que se refieren a partidas puntuales como por ejemplo en el frente de obras lineales; se puede analizar la implementación de procesos nuevos, las técnicas de construcción y las alternativas de solución propuestas, dan motivo con el resultado obtenido favorablemente a la viabilidad de los procesos constructivos, ya sea nuevos o una simple mejora que se puedan percibir de tal forma que no afecte o altere considerablemente los procesos constructivos iniciales o tradicionales estipulados en especificaciones técnicas y que mantengan el nivel de calidad que se espera contar en la ejecución del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca.

#### **4.1 PROGRAMACION Y CUMPLIMIENTO**

A partir de las actividades programadas para cada cuadrilla, se tomó de referencia una cuadrilla dedicada a la instalación de buzones y una a la instalación de tubería para línea de alcantarillado. Dado que, para ver si la modificación de las partidas ejecutadas o cada trabajo ejecutado antes y después de la implementación de nuevas técnicas de ejecutar o modificaciones de las mismas han sido una propuesta positiva o no; se vería reflejado en el cumplimiento de la programación semanal; ya que, si los nuevos procesos han sido positivos, la producción aumentaría comparando con los rendimientos o tramos ejecutados anteriormente. Además, con las nuevas técnicas de construcción implementadas, el cumplimiento de la programación sería positivamente productivo, debido a que anteriormente se realizaban un promedio de 05 buzones instalados diariamente (Tabla N°10); y, luego de la implementación de métodos y técnicas posteriores, el promedio de instalación de buzones llegó a aumentar en 02 unidades más; es decir, un total de 07 buzones instalados diariamente, promedio que variaba de acuerdo a los impedimentos causantes de retraso de actividades. El mismo análisis se hizo para instalación de línea de alcantarillado.

CNC	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO	SEMANA N°1						
				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
				6/11/2009	7/11/2009	8/11/2009	9/11/2009	10/11/2009	11/11/2009	
GRUPO_01										
CUADRILLA 01 BUZONES LARRY	un	39 and	82-2009	82-2049	82-2007	82-2005	82-634	82-648		
			6+1.30 m	6+1.35 m	6+1.20 m	6+1.15 m	6+1.20 m	6+1.30 m		
			82-2007	82-2051	82-607	82-2572	82-613	82-607		
			6+1.30 m	6+1.40 m	6+1.30 m	6+1.15 m	6+1.20 m	6+1.25 m		
			82-2007	82-2047	82-2048	82-603	82-603	82-603		
			6+1.30 m	6+1.30 m	6+1.20 m	6+1.15 m	6+1.15 m	6+1.30 m		
			82-2008	82-2051	82-629	82-626	82-646	82-738		
			6+1.30 m	6+1.20 m	6+1.85 m	6+1.20 m	6+1.25 m	6+1.35 m		
			82-2005	82-2059	82-651	82-640	82-618	82-707		
			6+1.20 m	6+1.20 m	6+1.70 m	6+1.15 m	6+1.20 m	6+1.62 m		
			82-2053	82-1895	82-2011	82-601	82-618			
			6+1.15 m	6+1.30 m	6+1.20 m	6+1.10 m	6+1.15 m			
			82-612	82-703	82-701	82-708	82-646			
			6+1.15 m	6+1.50 m	6+1.30 m	6+1.18 m	6+1.20 m			
82-738	82-700	82-701	82-648	82-702						
6+1.00 m	6+1.25 m	6+1.40 m	6+1.00 m	6+1.25 m						
	82-677	82-708	82-716	82-743						
	6+2.00 m	6+1.40 m	6+1.15 m	6+1.10 m						
SECTOR ALBERGADA										
6 and	6 and	6 and	7 and	7 and	7 and					

CNC	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO	SEMANA N°1					
				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
				6/11/2009	7/11/2009	8/11/2009	9/11/2009	10/11/2009	11/11/2009
GRUPO_01									
CUADRILLA 01 BUZONES LARRY	un	39 and	82-2009	82-2049	82-2007	82-2005	82-634	82-648	
			6+1.30 m	6+1.35 m	6+1.20 m	6+1.15 m	6+1.20 m	6+1.30 m	
			82-2007	82-2051	82-607	82-2572	82-613	82-607	
			6+1.30 m	6+1.40 m	6+1.30 m	6+1.15 m	6+1.20 m	6+1.25 m	
			82-2007	82-2047	82-2048	82-603	82-603	82-603	
			6+1.30 m	6+1.30 m	6+1.20 m	6+1.15 m	6+1.15 m	6+1.30 m	
			82-2008	82-2051	82-629	82-626	82-646	82-738	
			6+1.30 m	6+1.20 m	6+1.80 m	6+1.20 m	6+1.25 m	6+1.35 m	
			82-2005	82-2059	82-651	82-640	82-618	82-707	
			6+1.20 m	6+1.20 m	6+1.70 m	6+1.15 m	6+1.20 m	6+1.62 m	
			82-2053	82-1895	82-2011	82-601	82-618		
			6+1.15 m	6+1.30 m	6+1.15 m	6+1.10 m	6+1.15 m		
			82-612	82-703	82-701	82-708	82-646		
			6+1.15 m	6+1.50 m	6+1.30 m	6+1.18 m	6+1.20 m		
82-738	82-700	82-701	82-648	82-702					
6+1.00 m	6+1.25 m	6+1.40 m	6+1.00 m	6+1.25 m					
	82-677	82-708	82-716	82-743					
	6+1.00 m	6+1.40 m	6+1.15 m	6+1.10 m					
SECTOR ALBERGADA									
6 and	6 and	6 and	7 and	7 and	7 and				

Figura 10: Programación y ejecución semanal, Cuadrilla 01 Inst. Buzones.

CNC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	LÍNEA	METRADO	SEMANA N°1											
				LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO	
				EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.
CUADRILLA-01- LINEA (FOEL)	m	1,198.73	82-2900	82-2901	82-2911	82-2918	82-583	82-516	82-545	82-593	82-225	82-211	82-161	82-288	
			L=60.23 m		L=64.26 m		L=47.85 m		L=59.79 m		L=62.88 m		L=57.19 m		
			82-381	82-389	82-378	82-984	82-1491	82-135	82-589	82-416	82-406	82-418	82-2907	82-2908	
			L=58.80 m		L=44.80 m		L=47.70 m		L=68.25 m		L=46.32 m		L=66.36 m		
			SECTOR ALAN GARCIA												
			L=118.73 m		L=108.76 m		L=95.55 m		L=127.85 m		L=112.80 m		L=123.55 m		

CNC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	LÍNEA	METRADO	SEMANA N°1											
				LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO	
				EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.	EMPLAZAM.	TIPO/DESCR.
CUADRILLA-01- LINEA (FOEL)	m	1,198.73	82-2900	82-2901	82-2911	82-2918	82-583	82-526	82-545	82-593	82-215	82-252	82-161	82-288	
			L=60.23 m		L=64.26 m		L=47.85 m		L=59.79 m		L=65.88 m		L=57.19 m		
			82-381	82-389	82-378	82-984	82-1491	82-135	82-589	82-416	82-418	82-418	82-2907	82-2908	
			L=58.80 m		L=44.80 m		L=47.70 m		L=68.25 m		L=46.32 m		L=66.36 m		
			SECTOR ALAN GARCIA												
			L=118.73 m		L=108.76 m		L=95.55 m		L=127.85 m		L=112.80 m		L=123.55 m		

Figura 11: Programación y ejecución semanal, Cuadrilla 01 Línea de alcantarillado.

## V. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación referente a optimizar los procesos de construcción de la obra de saneamiento estudiada, al finalizar y obtener los resultados se concluye que:

- De las (Tablas N°12; 13; 14; 15 y 16); el análisis sobre la optimización de los procesos constructivos, es un factor importante en las mejoras que se desean implementar en cada uno de los procesos de ejecución de las diferentes partidas expuestas en expediente técnico; y que, además, dan como resultado un incremento significativo en pro de la productividad y rendimiento de cada cuadrilla ejecutora según sus trabajos encomendados y planificados por la Contratista.
- Según (Tablas N°10 y 11); se concluye que las implementaciones de procesos que se dieron en la ejecución, sin duda fueron de mucha importancia en el cumplimiento de la planeación semanal por parte del área de Producción de la Contratista, ya que ayudaron frecuentemente en el rendimiento diario y semanal, logrando grandes avances entre lo planeado y lo ejecutado respectivamente.
- El análisis sobre las nuevas técnicas de ejecutar las partidas de los tres frentes intervenidos, ayudan a mejorar la viabilidad de otras posibles implementaciones que se deseen realizar en las próximas partidas a ejecutar del frente pendiente que no se ha podido intervenir hasta el momento esperando el momento adecuado.
- Realizando el análisis detallado de la viabilidad de los nuevos procesos constructivos o las mejoras realizadas en cada frente de trabajo, sin duda se concluyó que ayudan significativamente a mejorar la productividad en general de la ejecución del proyecto; ya que dando viabilidad por parte de la Supervisión y Entidad juntamente con la Contratista, sin duda se amplían y dan origen al ingreso de nuevos frentes.
- Al analizar las alternativas de solución planteadas para contrarrestar la problemática generada en campo, se llegó a la conclusión de que muchas veces lo más simple puede ser una solución a una problemática a simple vista muy crítica, además que no siempre se deberían llevar a consulta dichas modificaciones ya que al pasar a consulta resultan una pérdida de tiempo y que estos generan atrasos en la ejecución y productividad.

## VI. RECOMENDACIONES

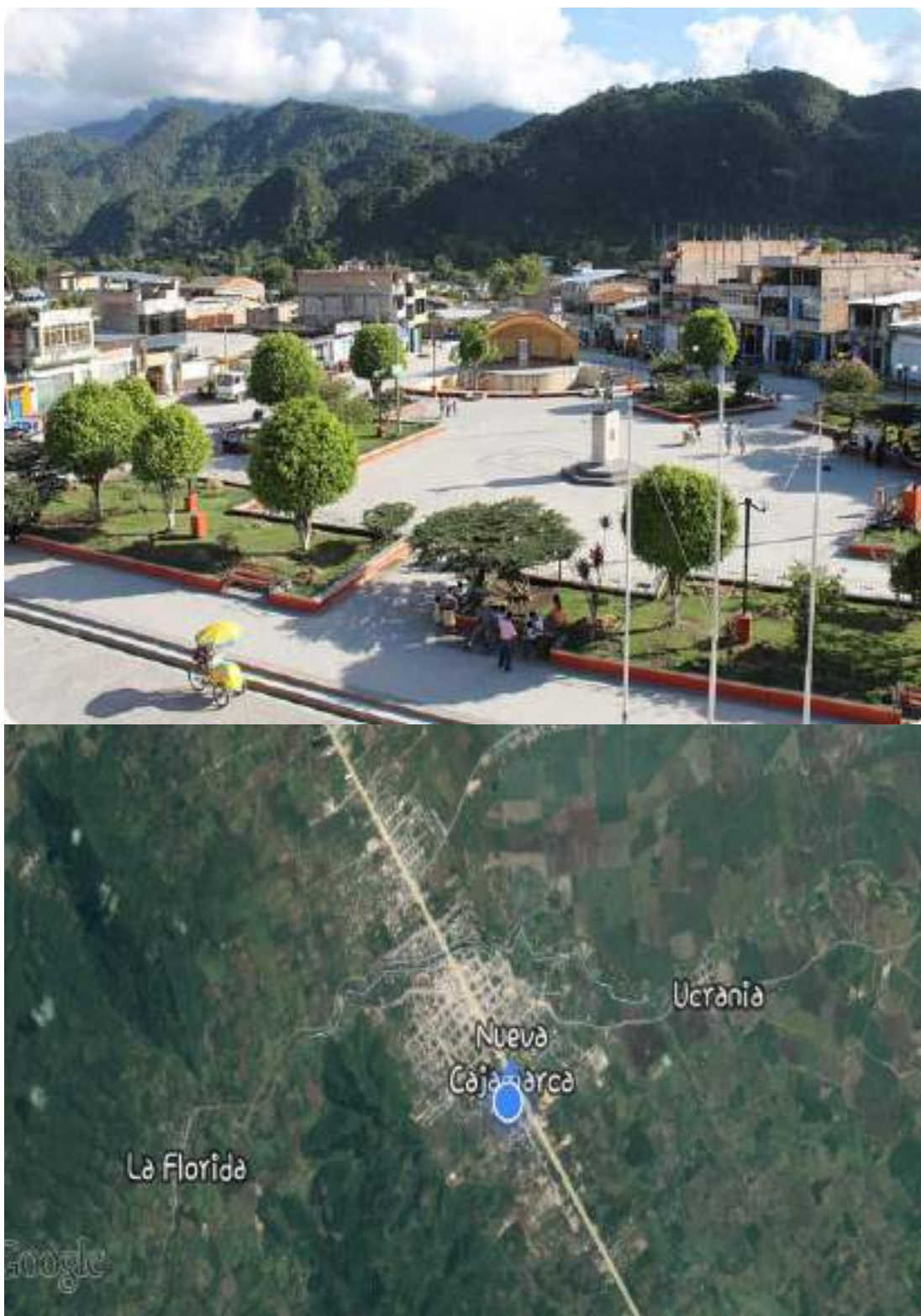
- Se recomienda que el análisis sobre la optimización de los procesos constructivos en la ejecución del proyecto de saneamiento del distrito de Nueva Cajamarca, sea detallado al mínimo y estrictamente por cada proceso. La evaluación de estos, será el motivo de resultar negativo o positivo la productividad en general de la ejecución de la obra.
- Para hacer implementaciones de procesos nuevos que aumenten o mejoren la productividad, tanto en los frentes que se vienen ejecutando desde el año 2019, como para el frente que está quedando pendiente: Captación.
- Las nuevas técnicas a implementar, deben ser puestas a prueba y bajo evaluación detalladamente en un lapso de tiempo considerable por los tres involucrados del proyecto, más que todo por los encargados del área de Control y Calidad de cada una de los tres entes componentes.
- La viabilidad de los nuevos procesos constructivos, de las mejoras y/o modificaciones que se realicen durante la ejecución del proyecto, deberían darle los encargados y responsables de cada área de la Contratista; siempre y cuando sea avalado por la Supervisión.
- Las alternativas de solución planteadas a contrarrestar las problemáticas y vicios ocultos que se encontraron al momento de la ejecución del proyecto deberían ser seguras, de calidad y que no generen costos adicionales a los precios estipulados en el expediente técnico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pezo Perea, Velarde. «Estudio Geotécnico con fines de cimentación para la construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales mediante ensayo de resistencia del suelo con la profundidad SPT.» INFORME, NUEVA CAJAMARCA, 2020.
- RAMÍREZ HERRADA, CARLOS ANTONIO FELIX JAIR. «“Optimización de procesos constructivos en el Condominio Bolognesi - Puente Piedra”.» Tesis, Lima, 2012.
- "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".» Nueva Cajamarca, 03 de 12 de 2015.
- APUNTALH. 2019. <https://apuntalh.com/>.
- Araujo Anco, Diego Manfredo . «Metodología de tratamiento de procesos constructivos para disminuir el impacto ambiental en la ejecución de viviendas en la Región de Tacna, 2017.» Tesis, Tacna, 2018.
- CELI SUAREZ, BYRON ALCIVAR, y FABIAN ESTEBAN PEZANTEZ IZQUIERDO. «Calculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización Finca Municipal, en el cantón El Chaco, Provincia de Napo.» Tesis, Sangolqui, 2012.
- ECHEVERRÍA LUCANO , CLEVER MARTÍN, y URIEL ANDREW MANTILLA LEÓN . «“Proceso constructivo del sistema de agua potable utilizando el método de cracking, para la sustitución de tuberías en el Centro Cívico de la ciudad de Trujillo”.» Tesis, Trujillo-Perú, 2019.
- GALVEZ JERI, NERY YANETH . «“Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de santa fe del centro poblado de progreso, distrito de Kimbiri, Provincia de La Convención, departamento de Cusco y su incidencia en la condición sanitaria de la población”.» Tesis, Ayacucho, 2019.
- León Zegarra, Bernard Orlando . «Estudio de optimización de costos y productividad en la instalación de Agua Potable.» Tesis, Lima, 2015.
- MOLINA RODRIGUEZ, GERARDO ENRIQUE. «Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán.» Tesis, Ciudad Universitaria, 2012.
- Moscairo Chura, Juan Brayan, y Reynaldo Victor Valdivia Daza. «“Mejoramiento de la productividad en proyectos de saneamiento básico rural; caso de estudio: construcción de casetas sanitarias ejecutados por la empresa Sicma S.A.C. en la Región de Puno durante los periodos 2016 – 2017”.» Trabajo de Investigación, Lima, 2019.
- PEJERREY DÍAZ, LUIS FRANCISCO. «Mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento en la comunidad de Cullco Belén, Distrito de Potoni – Azángaro – Puno.» Trabajo de Investigación Bibliográfica, Lambayeque, 2018.



## VIII. ANEXOS



*Figura 12: Ubicación Geográfica del área del proyecto.*

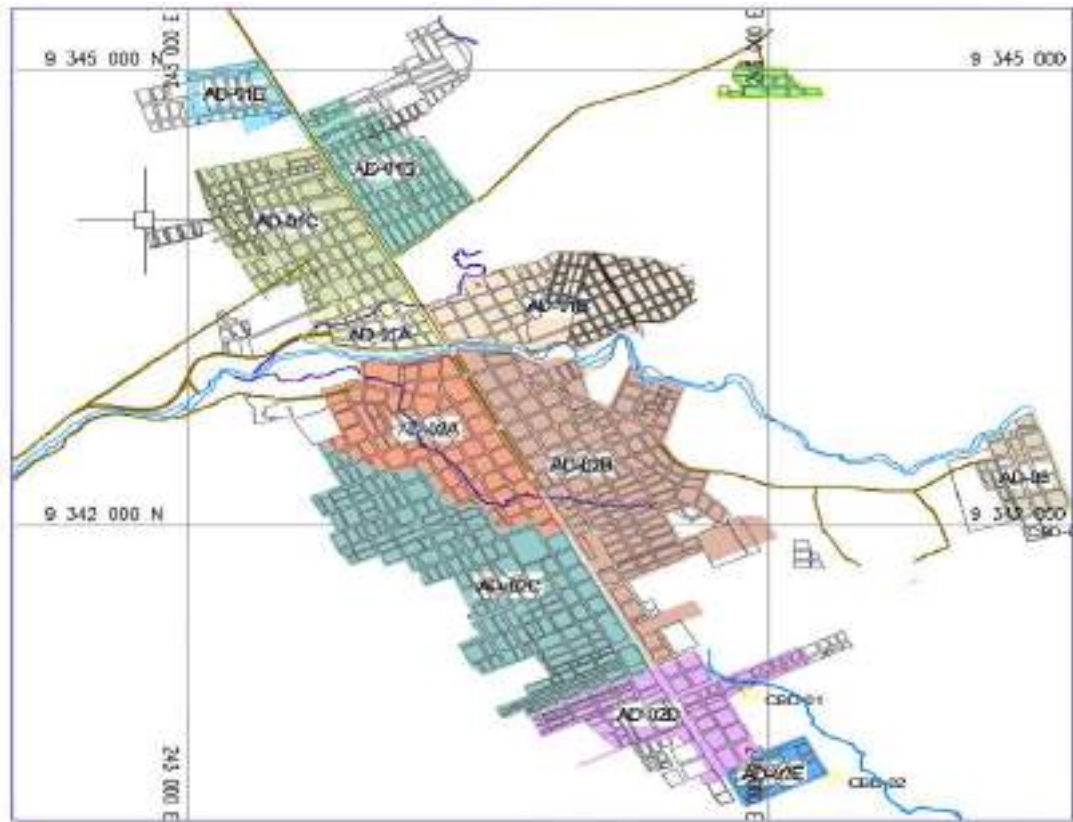


Figura 13: Sectorización del área de drenaje.

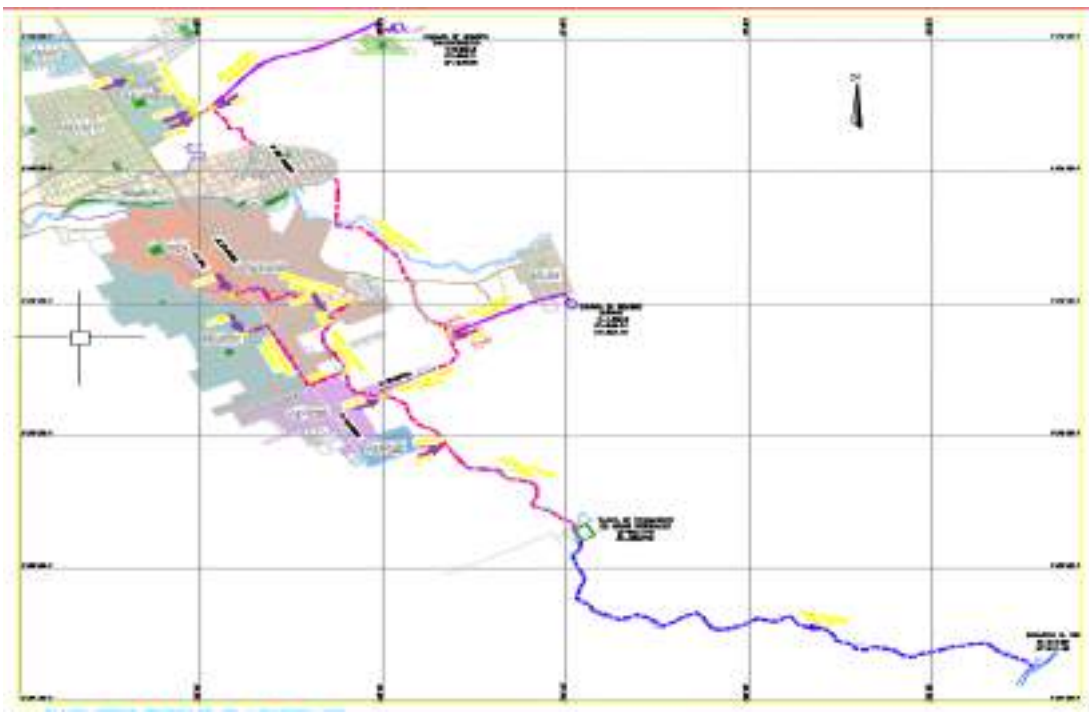


Figura 14: Sistema general de Alcantarillado.





*Figura 15: Instalación de buzones pre fabricados.*



*Figura 16: Línea de alcantarillado y habilitación de accesos.*



*Figura 17: Colectores.*



*Figura 18: Prueba hidráulica a zanja tapada.*





*Figura 19: Uso de entibados metálicos para colectores y tramos profundos.*



*Figura 20: Eliminación de material excedente.*



*Figura 21: Conexiones domiciliarias.*



*Figura 22: Línea de agua potable.*





*Figura 23: Ensanchamiento de vías de acceso en PTAR.*



*Figura 24: Línea de drenaje interno PTAR.*



*Figura 25: Línea de drenaje interno PTAP.*



*Figura 26: Línea de drenaje externo PTAP.*



*Figura 27: Visita a lugar de Captación.*