

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

CARTAS BALANCE PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UN PROYECTO
DE SANEAMIENTO

TESIS

Presentada por:

Bach. EDUARDO ENRIQUEZ ARANA MAQUERA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA – PERÚ
2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“CARTAS BALANCE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN
PROYECTO DE SANEAMIENTO”**

Tesis sustentada y aprobada el día 12 de mayo de 2022 estando integrado el Jurado Calificador por:


PRESIDENTE


:
Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

SECRETARIO


:
Mtro. Ing. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

VOCAL


:
Mtro. Ing. Wilber Percy Mendoza Ramirez

ASESOR DE TESIS


:
Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Edwin Martin Pino Vargas en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad R.F. N° 084-2022-FIAG/UNJBG de la tesis titulada: "CARTAS BALANCE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN PROYECTO DE SANEAMIENTO", presentado por el Bachiller Eduardo Enriquez Arana Maquera para optar el título profesional de Ingeniero Civil, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software Antiplagio **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud cuyo porcentaje es 14% por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis, la cual está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional.



Firma de Asesor

DNI N° 00486621

Nombre y apellidos del asesor: Edwin Martin Pino Vargas

DEDICATORIA

Agradecimiento eterno a mi abuela, mis padres, mis hermanos por ser un apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi compañera de la vida Gaby Ticona y a nuestro hijo Sebastian, fuente eterna de mis alegrías.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi mayor inspiración, por darme vida y permitirme alcanzar mis sueños.

A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil que han sido parte de mi formación profesional, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y sus conocimientos compartidos.

A la Subgerencia de Supervisión de Inversiones de la Municipalidad Distrital de Ilabaya por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad para realizar este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
CONSTANCIA DE SIMILITUD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.2.1. Interrogante general	6
1.2.2. Interrogantes específicas	6
1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	6
1.3.1. Hipótesis general	6
1.3.2. Hipótesis específicas	6
1.4. JUSTIFICACIÓN	7
1.5. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS	7

1.5.1. Objetivo general	7
1.5.2. Objetivos específicos.....	8
1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	8
1.6.1. Identificación de variables.....	8
1.6.2. Medición operacional de las variables.....	8
1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES	9
1.7.1. Alcances	9
1.7.2. Limitaciones	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. ANTECEDENTES	10
2.1.1. A nivel internacional	10
2.1.2. A nivel nacional.....	15
2.1.3. A nivel local	16
2.2. CARTA BALANCE.....	17
2.2.1. Procedimiento para la aplicación de la Carta Balance	17
2.2.2. Formato de la Carta Balance.....	18
2.2.3. Parámetros para la aplicación de la Carta Balance	18
2.2.4. Enfoques previos a la aplicación de la Carta Balance.....	20
2.3. PRODUCTIVIDAD	22
2.3.1. Productividad de la mano de obra	23
2.3.2. Diagnóstico de la Productividad en la construcción.....	23
2.3.3. Parámetros de Productividad.....	24

2.4. DEFINICIONES BÁSICAS.....	24
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	27
3.4. PROCEDIMIENTOS	27
CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
4.1. ANÁLISIS DE FACTORES CRÍTICOS.....	28
4.2. DIFICULTAD A RESOLVER.....	28
4.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	28
4.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....	29
4.5. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	29
4.6. DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIONABILIDAD DE LA PROPUESTA.....	30
4.7. CAMBIOS RELEVANTES DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	31
4.8. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
4.8.1. Análisis de la productividad del trabajo de investigación.....	32
4.8.2. Discusión de resultados	52
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. CONCLUSIONES.....	54
5.2. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Operacionalización de la variable</i>	8
Tabla 2 <i>Niveles de actividad y participación de los recursos observados en la cuadrilla de albañilería</i>	21
Tabla 3 <i>Presupuesto base</i>	29
Tabla 4 <i>Índice de productividad de partidas base y optimizadas</i>	52
Tabla 5 <i>Porcentaje de variación de los análisis de precios unitarios base vs los optimizados</i>	53
Tabla 6 <i>Comparación de los costos parciales obtenidos del presupuesto base y el presupuesto optimizado</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Ubicación geográfica del sistema de agua fría.</i>	5
Figura 2 <i>Modelo de Formato de Carta Balance.</i>	18
Figura 3 <i>Carta de balance de operación de albañilería.</i>	21
Figura 4 <i>Curvas de productividad en disminución.</i>	23
Figura 5 <i>Ejemplo de utilización del diagrama de Ishikawa.</i>	31
Figura 6 <i>Sectorización de la línea de aducción y la red de agua potable.</i>	32
Figura 7 <i>Carta balance de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	34
Figura 8 <i>Resumen de actividades de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	35
Figura 9 <i>Gráfico circular de resumen de trabajos de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	35
Figura 10 <i>Carta balance optimizada de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	36
Figura 11 <i>Resumen de actividades optimizada de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	36
Figura 12 <i>Gráfico circular optimizado de resumen de trabajos de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	37

Figura 13 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	38
Figura 14 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.</i>	38
Figura 15 <i>Carta balance de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	40
Figura 16 <i>Resumen de actividades de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	41
Figura 17 <i>Gráfico circular de resumen de trabajos de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	41
Figura 18 <i>Carta balance optimizada de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	42
Figura 19 <i>Resumen de actividades optimizada de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	42
Figura 20 <i>Gráfico circular optimizado de resumen de trabajos de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	43
Figura 21 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	43
Figura 22 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.</i>	44

Figura 23 <i>Carta balance de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.</i>	45
Figura 24 <i>Resumen de actividades de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.</i>	46
Figura 25 <i>Gráfico circular de resumen de trabajos de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.</i>	46
Figura 26 <i>Carta balance optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.</i>	46
Figura 27 <i>Resumen de actividades optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.</i>	48
Figura 28 <i>Gráfico circular optimizado de resumen de trabajos de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.</i>	48
Figura 29 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427.</i>	49
Figura 30 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427.</i>	49
Figura 31 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427.</i>	49
Figura 32 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427.</i>	50

Figura 33 <i>Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427.</i>	50
Figura 34 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427.</i>	50
Figura 35 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427.</i>	51
Figura 36 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427.</i>	51
Figura 37 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427.</i>	51
Figura 38 <i>Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427.</i>	52

RESUMEN

La presente investigación titulada “Cartas balance para mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento”, corresponde a un trabajo de investigación que busca mejorar los procedimientos constructivos de este tipo de obras en la región de Tacna.

La finalidad de la presente tesis es aplicar el uso de Cartas Balance para mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento.

Para ello se propone una investigación con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con un nivel no experimental.

Se concluye que la implementación de cartas balance nos permite como herramienta mejorar la productividad en el proyecto de saneamiento “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CORAGUAYA DEL DISTRITO DE ILABAYA PROVINCIA JORGE BASADRE – DEPARTAMENTO DE TACNA”, debido a que nos permite optimizar tiempos en recursos humanos.

PALABRAS CLAVE

Cartas balance, obra pública, productividad, saneamiento.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Balance letters to improve productivity in a sanitation project", corresponds to a research work that seeks to improve the construction procedures of this type of works in the Tacna region.

The purpose of this thesis is to apply the use of Balance Sheets to improve productivity in a sanitation project.

For this, a research with a quantitative approach, of an applied type, with a non-experimental level is proposed.

It is concluded that the implementation of balance cards allows us as a tool to improve productivity in the sanitation project "IMPROVEMENT AND EXPANSION OF THE SANITATION SERVICE IN THE LOCALITY OF CORAGUAYA OF THE DISTRICT OF ILABAYA PROVINCE JORGE BASADRE - DEPARTMENT OF TACNA", because we It allows optimizing time in human resources.

KEYWORDS

Balance letters, public works, productivity, sanitation.

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada “Cartas balance para mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento” tiene su desarrollo en cinco capítulos.

La investigación propone como problema general ¿cómo la implementación de Cartas Balance permitirá mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento?, a partir del cual el objetivo es implementar el uso de Cartas Balance para mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento. Como respuesta de ello la hipótesis plantea que la implementación de Cartas Balance permitirá mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento.

En el primero de ellos se presentan los aspectos generales, en el cual se realiza una descripción del planteamiento del problema, formulación del problema, formulación de la hipótesis, justificación, definición de los objetivos, definición de las variables, alcances y limitaciones.

En la segunda parte se presenta el marco teórico, en el cual se indican los fundamentos teóricos, con capítulos como antecedentes, carta balance, productividad, y definiciones básicas.

En la tercera parte se presenta el marco metodológico, con capítulos como tipo de investigación, procedimientos, métodos de análisis de datos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

En la cuarta parte se realiza el análisis y discusión de resultados, que incluye la descripción del problema focalizado, análisis de factores críticos, la dificultad a resolver, la descripción de la propuesta, la descripción de la estructura de la propuesta, la descripción de la viabilidad de la propuesta, la descripción del trabajo de campo, la descripción de la funcionabilidad de la propuesta, cambios relevantes de la aplicación de la propuesta, y por último la verificación de hipótesis de la investigación donde se encuentra también la discusión de resultados.

En la última parte se presentan las conclusiones, recomendaciones y fuentes de información utilizadas en el presente informe.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En primer lugar, cabe mencionar que la problemática a analizar se ubica en la siguiente zona:

Región	:	Tacna
Provincia	:	Jorge Basadre
Distrito	:	Ilabaya
Centro Poblado	:	Borogueña
Anexo	:	Coraguaya

El anexo de Coraguaya se encuentra a 3480 m.s.n.m la población actualmente dispone de los servicios de agua potable, alcantarillado y pozo séptico, sin embargo, estos son brindados en limitadas e inadecuadas condiciones, no cumpliendo con los estándares sectoriales.

Son tres las fuentes de agua (ojos de agua) denominadas Calvario I, Calvario II, y Calvario III las que abastecen el reservorio. Desde aproximadamente el año 1973.

Coraguaya tiene conexiones domiciliarias de agua para consumo humano, la infraestructura fue construida con el apoyo de SINAMUS, esto consistió en las

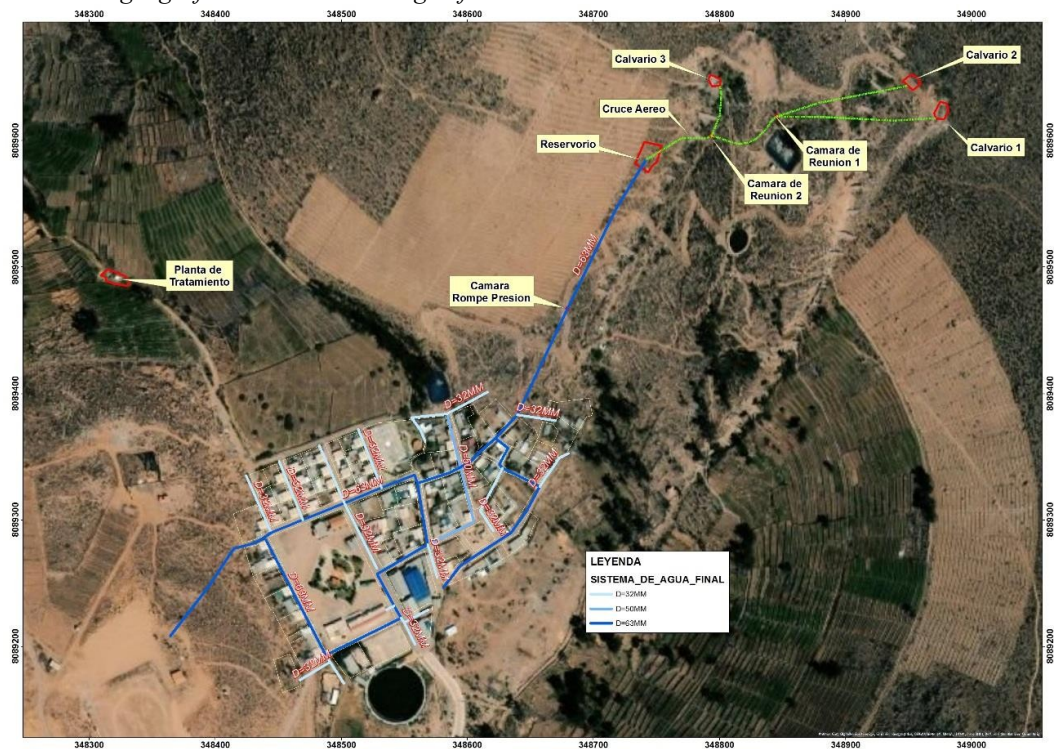
instalaciones de la conducción y distribución de tuberías de asbesto de 3 pulgadas y construcción del reservorio uno (01) de concreto.

La Municipalidad distrital de Ilabaya, ejecutó en el año 2008 la obra “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CORAGUAYA DEL DISTRITO DE ILABAYA PROVINCIA JORGE BASADRE – DEPARTAMENTO DE TACNA” que consistió en la instalación de línea de distribución de tubería PVC de 8” pulgadas protegidas con la tubería de asbesto y la instalación de línea de distribución de agua de PVC de 1 pulgada además de la construcción del reservorio N° 2. Asimismo, y un pozo séptico y buzones.

En agosto de presente año 2019 FONCODES realizó una intervención específicamente en las tres captaciones y en los dos reservorios. La infraestructura de las capacitaciones ha sido mejorada adecuadamente y protegida con cerco perimétrico metálico y pintado, los reservorios se han realizado el pintado y remplazo de algunos accesorios en la línea de conducción.

Actualmente Coraguaya carece de una adecuada prestación de servicios de Agua y Saneamiento Básico.

Figura 1
Ubicación geográfica del sistema de agua fría.



Ante dicha necesidad nace el proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CORAGUAYA DEL DISTRITO DE ILABAYA PROVINCIA JORGE BASADRE – DEPARTAMENTO DE TACNA”, dentro del cual se evaluará para la optimización de recursos de partidas con mayor incidencia para una mejora en el presupuesto final de ejecución de obra, que deje mayor ganancia al contratista.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante general

- ¿Cómo la implementación de Cartas Balance permitirá mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento?

1.2.2. Interrogantes específicas

- ¿Es posible optimizar la productividad a partir de la distribución de tiempos por actividad y tipo de trabajo mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento?
- ¿Es posible medir la optimización de la productividad en función del TP, TC y TNC mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento?

1.3.FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

- La implementación de Cartas Balance permitirá mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento.

1.3.2. Hipótesis específicas

- La determinación de la optimización de la productividad a partir de la distribución de tiempos por actividad y tipo de trabajo mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento es efectiva para una mayor utilidad.

- La medición de la optimización de la productividad en función del TP, TC y TNC mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento permite un mayor control de costos y plazos.

1.4.JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica en un plano teórico dado que permitirá que se amplíen las teorías relacionadas a Cartas Balance y a productividad, logrando un contraste entre la teoría y la realidad correspondiente al caso de obras de saneamiento.

En un plano práctico, la investigación se justifica dado que se realiza una propuesta de mejora para la productividad sobre el proyecto en investigación, logrando mejores indicadores de mantenimiento.

En tanto, en un plano metodológico, la investigación se justifica en el hecho que permitirá que se genere un nuevo marco de referencia respecto a la metodología de resolución del problema de investigación y solución para problemas análogos relacionados a proyectos de mantenimiento.

1.5.DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

- Implementar el uso de Cartas Balance para mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la optimización de la productividad a partir de la distribución de tiempos por actividad y tipo de trabajo mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento.
- Medir la optimización de la productividad en función del TP, TC y TNC mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento.

1.6.DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.6.1. Identificación de variables

Variable independiente : Cartas Balance
Variable dependiente : Productividad en el Proyecto

1.6.2. Medición operacional de las variables

Tabla 1
Operacionalización de la variable.

Variable	Dimensión	Indicador
Variable independiente: Carta Balance	Distribución de tiempos	Actividad
		Tipo de trabajo
		Tiempos
	TP, TC Y TNC	Vaciado de concreto de base
		Vaciado de concreto de tapas
		Vaciado de concreto de paredes

Variable dependiente: Productividad en el proyecto	Optimización del trabajo	Trabajos productivos
		Trabajos contributivos
		Trabajos no contributivos

1.7.ALCANCES Y LIMITACIONES

1.7.1. Alcances

Se busca mejorar la eficiencia en el proyecto, con el planteamiento de propuestas que logren mejores resultados.

1.7.2. Limitaciones

No se presentan limitaciones para dicho proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A nivel internacional

Villamizar & Ortiz (2016), desarrollaron la tesis titulada “Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario”, de la Universidad Industrial de Santander, en Colombia. La investigación tuvo como objetivo implementar la metodología Lean Construcción en la obra Arboretto de la constructora Colproyectos S.A.S. ubicada en el municipio de villa del rosario, aplicando el Last Planner (ultimo planificador) y el layout. Presentó un tipo de investigación descriptiva, cuya muestra estuvo conformada por 92 personas, relacionados de la siguiente manera: 2 ingeniero Civil, 1 ingeniero de Calidad, 1 Profesional en Salud Ocupacional, 9 contratistas (80 oficiales y ayudantes de Construcción). Para la recolección de datos, se consultó en primera instancia la obra Arboretto. Para el análisis de la información, se emplearon herramientas informáticas como Excel y Autocad. Finalmente, se concluyó que Lean Construction es una herramienta de gran importancia para poder organizar los proyectos en las diferentes etapas constructivas, reduciendo sobre todo costos de inversión.

Ibarra (2011), realizó la investigación titulada “Lean Construction”, de la Universidad Nacional Autónoma de México. La finalidad de la investigación fue integrar una filosofía de construcción sustentable la cuál sería el complemento necesario para dar una base de datos de análisis centrada en la gestión de producción. El tipo de investigación fue descriptiva y de diseño no experimental. Las conclusiones obtenidas respecto a esta herramienta, Lean Construction, fueron las siguientes: el Lean no es una receta de pasos a seguir, por ende para cualquier empresa que quiera seguir esa filosofía hay una infinidad de caminos que pueda seguir, la segunda conclusión de la investigación fue que esta herramienta para maximizar los beneficios en cada proyecto singular necesita un largo periodo de aprendizaje y retroalimentación; por último, se concluye también su importancia en cada etapa del proyecto, con la idea siempre de mejorar continuamente y la división de actividades entre las que agregan valor y las que no.

Mora (2009), realizó la investigación titulada “Utilización de imágenes digitales para el mejoramiento de la productividad de operaciones de construcción” de la Universidad de Chile, en Santiago. Tuvo como objetivo utilizar softwares que procesen información a través de imágenes y videos digitales para obtener información que luego se pueda analizar y mejorar la productividad en la obra de construcción. El tipo de investigación fue descriptiva, cuya muestra estuvo conformada por 384 ejemplares del terreno. Una vez aplicado el formato de la carta balance, se recolectó información la cual fue analizada estadísticamente.

Finalmente, se concluyó que aplicando esta metodología se consigue automatizar el proceso de toma de datos del terreno mediante videocámaras instaladas previamente en la obra, con lo cual podemos producir informes y posteriormente analizarlo para la toma de medidas correctivas.

Cortéz et al. (2020), en su investigación “Principales requerimientos de una herramienta TI basada en last planner system”, indica que el sistema Lean Production, con sus principios de eficiencia de las industrias y los sistemas de producción, plantea una nueva forma de trabajo, iniciando en el sector automovilístico, pero más tarde adaptándose a otros sectores, como la industria de la construcción, a través de Lean Construction y sus diversos sistemas de aplicación, dentro de los que se destaca, Last Planner® System (LPS). En función de esta metodología se han planteado variados tipos de softwares que tienen como finalidad mejorar la planificación y control de proyectos, sin embargo al ser cada proyecto único se desconoce la totalidad de necesidades que presentan las empresas constructoras, esta investigación trata de identificar y validar las exigencias para herramientas TI que satisfagan completamente todas las necesidades que aplican LPS.

Lawani et al. (2020), encontraron que los desafíos de mejorar la eficiencia y la seguridad en la “Maximización de la construcción de viviendas construidas con materiales de madera utilizando una grúa telescópica para mejorar la eficiencia y la seguridad: un estudio de caso” son una tarea abrumadora, ya que los trabajadores

se ven presionados por un conjunto de recursos cada vez más reducido y, sin embargo, se espera que entreguen los proyectos de construcción a una capacidad óptima. Mejorar la eficiencia y la seguridad mediante el uso de grúas telescópicas para la construcción de viviendas en kit de madera de fabricación fuera del sitio (OSM) es una opción viable para la entrega rápida de viviendas nuevas. Esta investigación evaluó la maximización de la eficiencia y seguridad de construcción y proceso utilizando una grúa para erigir paneles de pared, pisos y techos. La recopilación de datos a través de la observación directa evaluó el tiempo de actividad y el tiempo de inactividad de la mano de obra, incluido el uso de la grúa. La gerencia utilizó un cuadro de mando integral para la toma de decisiones organizativas estratégicas con respecto al montaje de la grúa. El uso de la grúa redujo la manipulación manual de los paneles OSM en el lugar de trabajo, minimizó la exposición de los operarios a los riesgos del trabajo en altura y eliminó las alteraciones de los andamios. Sin embargo, la carga manual de placas de yeso con aislamiento térmico en las cubiertas del piso afectó la eficiencia del proceso y la velocidad de instalación de los accesorios y aumentó el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Los altos tiempos de inactividad de la mano de obra se asociaron con las condiciones climáticas adversas, que redujeron la eficiencia de la mano de obra durante la construcción. La incapacidad de la gerencia para planificar adecuadamente el programa de trabajo obstaculizó aún más los aspectos de las operaciones de levantamiento y la velocidad y la cantidad de casas construidas.

Mariz & Picchi (2021), en su investigación “Implementation of lean practices facilitated by BIM functionalities in the construction phase: advances and opportunities” observaron que la productividad de la construcción se ha estancado. Lean y Building Information Modeling (BIM) están atrayendo un interés creciente en la industria de la construcción como una forma de aumentar la productividad de la construcción. Este artículo buscó contribuir al cuerpo de conocimiento mediante la utilización de herramientas BIM para facilitar la implementación de la filosofía Lean en la ejecución del proyecto. Se adoptó una revisión sistemática de la literatura como enfoque metodológico buscando estudios de casos informados relacionados con el alcance de este artículo. Resultando que las prácticas lean se pueden clasificar en cuatro grados de soporte BIM según el nivel de exploración actual. De ello se conoce que solo una práctica Lean (el último sistema de planificación) se ha explorado ampliamente, tres se han explorado razonablemente y cinco solo se han explorado preliminarmente. Cinco prácticas no han sido exploradas en absoluto. Esta investigación resume los usos ya estudiados y los posibles usos adicionales de las funcionalidades BIM para respaldar cada práctica Lean, mostrando que las prácticas Lean respaldadas por las funcionalidades BIM todavía están infrautilizadas y que estudios adicionales pueden explorar formas adicionales de respaldar estas prácticas. Este estudio tiene un gran valor para una aplicación práctica más amplia de prácticas Lean, brindando resultados más rápidos y fáciles con un soporte BIM más extenso.

2.1.2. A nivel nacional

Castillo & Flores (2016), desarrollaron su tesis titulada “Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (Caso: “Cerezos de Surco”) Santiago de Surco-Lima”, de la Universidad de San Martín de Porres. El objetivo era optimizar la mano de obra de la edificación los Cerezos en Surco mediante la utilización de cartas balance. La investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo, tipo descriptiva y diseño no experimental longitudinal. La muestra estuvo conformada por el proyecto en sí, analizándose las partidas de encofrado, acero, concreto y solaqueo. Una vez aplicada la carta balance a través de formatos específicos, realizado los estudios de campo y análisis respectivo, se lograron optimizaciones de 7.58%, 6.67%, y 17.24%, esto en las partidas de encofrados, vaciado de concreto en muros, y solaqueos consiguiendo una ganancia en mano de obra de S/. 31,003.48 soles el cual es un 5.13% del total de costo directo.

Vilca (2014), desarrolló la tesis titulada “Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar”, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en Lima. Tuvo como objetivo mejorar la productividad en las partidas de solaqueo y tarrajeo. El tipo de investigación fue descriptivo, cuya metodología aplicada fue la utilización de cartas balance. Esto representó realizar actividades como alisar el tarrajeo, nivelar y colocar la mezcla, donde la información fue recogida en formatos de carta balance. Una vez realizado las actividades y analizado los datos, se concluyó que

las cartas balance nos sirve para detectar problemas en procesos anteriores a actividades que tienen un alto trabajo contributorio, asimismo comparar actividades similares como las partidas de tarrajeo en ladrillo de arcilla y concreto que nos sirve para futuros proyectos.

2.1.3. A nivel local

Cosi (2017), realizó la tesis titulada “Diagnóstico y evaluación de los niveles de productividad en la construcción mediante la filosofía Lean Construction en la ciudad de Tacna”, de la Universidad Privada de Tacna. El objetivo principal del trabajo fue diagnosticar y evaluar todos los niveles de productividad de proyectos de construcción y plantear soluciones aplicando la filosofía Lean Construction. El tipo de investigación fue descriptiva, y de diseño no experimental longitudinal. Como muestra se analizaron la construcción de infraestructura educativa con labores entre creación, reforzamiento y ampliaciones. Para la recolección de datos, se aplicó un formato de mediciones de actividades. Estos datos, fueron obtenidos mediante cartas balance en las actividades de vaciado de concreto, encofrados y armado de acero. También, se aplicaron encuestas y entrevistas al ingeniero residente de obra y al personal profesional de apoyo (asistentes y practicantes). Una vez realizado las actividades de campo ya analizado los resultados, se concluyó que el trabajo contributorio y no contributorio suma en total 59% y con un rango de 59% a 64% considerando encuestas y entrevistas, siendo mayor que el trabajo

productivo lo que significa una pérdida superficial e interna normal en los procesos de construcción.

2.2. CARTA BALANCE

Según Serpell B. & Verbal R. (1990), la carta balance es un gráfico que tiene la finalidad de medir en función del tiempo las actividades por cada secuencia constructiva, esto medirá tiempos productivos, contributorios y no contributorios, también nos ayudará posteriormente para poder analizarlas y con ello reducir al mínimo el tiempo no contributorio y obtener una mayor eficiencia.

Conseguir más con menos recursos es el concepto de eficiencia, por ello el objetivo final de intentar mejorar este aspecto en una obra de construcción (encofrado de techo, muros de fundición de techo o mampostería, etc.) significa realizar esta actividad de manera que se utilicen menos recursos y se logren los mismos objetivos iniciales.

2.2.1. Procedimiento para la aplicación de la Carta Balance

Serpell B. & Verbal R. (1990), mencionan las siguientes secuencias, primeramente, calcular los tiempos de ejecución en cada proceso, obtener sus velocidades, identificar demoras posibles, analizarlas y proponer acciones que mejoren ello, una vez propuestas es necesario ejecutarlas y volver a medir cada proceso, así como recalcular los tiempos y la velocidad.

2.2.2. Formato de la Carta Balance

El formato de la carta balance debe indicar todos los detalles presentes en la actividad, como el método constructivo utilizado, la tecnología empleada, las características de los materiales, tiempos de espera, el transporte de equipos, herramientas, etc.

Figura 2

Modelo de Formato de Carta Balance.

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE				Rev. 26-Abril-2016	
PROYECTO:			ACTIVIDAD:		
MUESTRADOR:			DESCRIPCION:		
N° FORMATO:			FECHA:		HORA INICIO:

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE					
N	obrero 1	obrero 2	obrero 3	obrero 4	obrero 5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					

CLASIFICACION DE TRABAJO	
TP	
TC	

Fuente: Castillo & Flores (2016)

2.2.3. Parámetros para la aplicación de la Carta Balance

Según Serpell B. & Verbal R. (1990), podemos identificar los siguientes parámetros:

a) Cantidad de obreros

La cantidad de obreros debe ser la suficiente para completar correctamente la actividad a analizar.

b) Tiempo de medición

Se debe cubrir el mayor tiempo posible para la medición de una actividad, esto dependerá de cuán confiable se quiere obtener resultados para posteriormente analizarlos, algunas recomendaciones, serían que para actividades de mayor incidencia como vaciados de concreto, encofrado y desencofrado, y colocación de acero, es recomendable que se analice la cuadrilla durante toda una jornada laboral, para conocer detalles de qué se realiza antes, durante y después de la actividad principal. Otra recomendación, pero para actividades repetitivas, sería analizar por cartas balance en tiempo más corto, podrían ser 4 minutos aproximadamente dependiendo de cuán repetitiva sean las acciones, un ejemplo sería el solaqueo de muros.

c) Número de mediciones

Para una misma actividad se recomienda más de una medición, esto dependerá del criterio de analista, lógicamente a mayor número de mediciones existe mayor confiabilidad.

La carta balance tiene como propósito analizar si la cuadrilla en estudio está correctamente equilibrada, la eficiencia del proceso constructivo utilizado también se puede analizar. No mide la eficiencia de los trabajadores ni trata de hacer que el

trabajador trabaje más, pero sí trata de que se realice la actividad de una manera más inteligente.

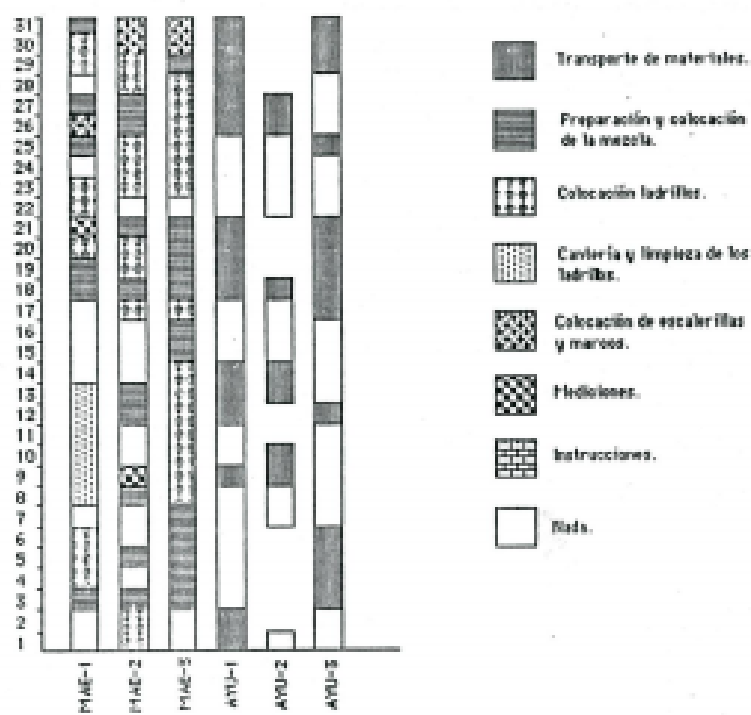
2.2.4. Enfoques previos a la aplicación de la Carta Balance

De acuerdo a Serpell B. & Verbal R. (1990), una consideración que debe tenerse en cuenta es la de centrar el estudio en la optimización de tiempos, con la reducción de actividades improductivas y aumentar el rendimiento, para esto se propone que la siguiente secuencia sea generalmente respetada, primeramente, se debe revisar el proceso de construcción a analizar y proponer otro método que cuestione comparativamente su conveniencia; segundo, cuantificar un nivel eficiente de manejo de recursos, sean mano de obra, maquinaria, herramientas, etc.; tercero, examinar con más énfasis el diagrama de procesos, con prioridad a aquellos que tengan lugar en espacios amplios y afecten más al presupuesto; cuarto, se procede a la toma de muestras (no menos de tres se recomienda en días distintos); por último con se procesa la información, se analiza y se propone un procedimiento mejorado que mejore la actividad y haya una mejor distribución de los recursos.

Podemos citar el siguiente ejemplo:

Figura 3

Carta de balance de operación de albañilería.



Fuente: Serpell B. & Verbal R. (1990)

Tabla 2

Niveles de actividad reales (NAR), coeficientes de participación (CP) y niveles de actividad relativo (NAR) de maestros de obra (M) y ayudantes (A) en la cuadrilla de albañilería.

Recurso	NAR	CP	NAR
M-1	71%	1	71%
M-2	71%	1	71%
M-3	90%	1	90%
A-1	52%	1	52%
A-2	41%	0.55	23%
A-3	45%	1	45%

Fuente. Serpell & Verbal (1990)

Donde:

$$- \text{Coeficiente de participación} = \frac{\text{Tiempo que el recurso está presente}}{\text{Tiempo total de la actividad}}$$

$$- \text{ Nivel de actividad real} = \frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja} \times 100}{\text{Tiempo que el recurso está presente}}$$

$$- \text{ Nivel de actividad relativo} = \frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja} \times 100}{\text{Tiempo total de la actividad}}$$

En la figura anterior se describe una actividad de operación de albañilería con la participación de 3 maestros y 3 ayudantes, los cuales tienen tareas para el primer grupo como preparación y colocación de la mezcla, colocación de ladrillos, escaleras y marcos, y para el segundo grupo como transporte local de materiales, limpieza de ladrillos y la cantera, y el transporte desde el almacén o el taller.

2.3. PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre la cantidad producida y los recursos empleados que se realizó para ejecutar una actividad, en un plazo de tiempo determinado y con un control de calidad dado. (Serpell B. & Verbal R. (1990))

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos empleados}}$$

Para obtener una alta productividad, se debe tener también una alta eficiencia, es decir ser eficaz (tener la capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una acción) y ser eficiente (lograr la acción en cuestión con el uso mínimo de recursos).

En la construcción los principales recursos son: materiales, mano de obra, maquinaria y equipos, dividiéndose igualmente los tipos de productividad.

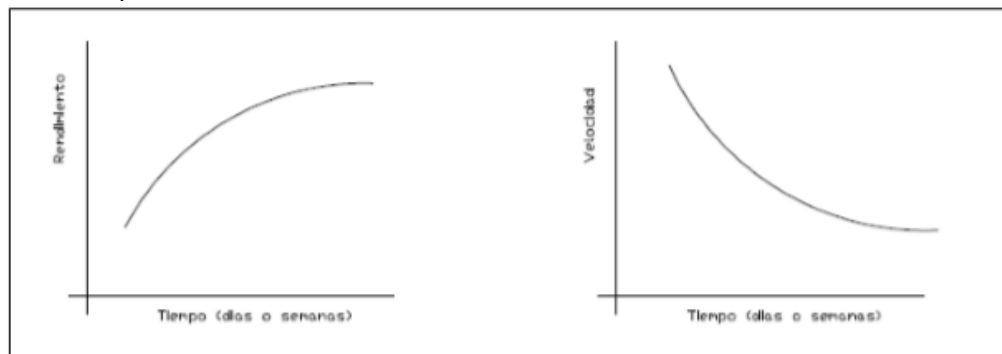
2.3.1. Productividad de la mano de obra

Según Cerdas Esquivel (2010), este punto es el más importante en el presupuesto de cualquier obra de construcción civil, para una buena productividad de la mano de obra es necesario tres elementos básicos en los trabajadores como: deseo, conocimiento, y capacidad.

Una buena manera de llevar un buen control de la productividad, es mediante curvas de productividad, según Serpell B. & Verbal R. (1990), esta curva es una gráfica que brinda información diaria o semanal del avance de una partida, como se observa en el siguiente gráfico.

Figura 4

Curvas de productividad en disminución.



Fuente. Koskela (1992)

2.3.2. Diagnóstico de la Productividad en la construcción

Según Ghio Castillo (2001), observó en 50 obras de Lima, las siguientes principales pérdidas en los procesos de producción, en trabajos no contributivos son: viajes (13%), tiempo ocioso (10%), esperas (6%) y trabajos rehechos (3%); y en trabajos

contributorios vendrían a ser: el transporte manual (14%), otros (11%), mediciones (5%), aseo o limpieza (4%), instrucciones (3%). Dentro de las principales causas para estas pérdidas en procesos de construcción están las cuadrillas sobredimensionadas, la falta de supervisión, las deficiencias en el flujo de materiales, la mala distribución de instalaciones en obra, la actitud del trabajador, la falta de manejo de campo, la mala calidad de la mano de obra, deterioro de trabajos ya realizados, cambios en los diseños, falta de programación y control con el uso de equipos, trabajos lentos, y falta de diseño de los procesos constructivos.

2.3.3. Parámetros de Productividad

Ghio Castillo (2001), menciona 02 parámetros:

2.3.3.1. Velocidad

Se calcula de la siguiente manera:

$$Velocidad = \frac{producción}{día}$$

2.3.3.2. Rendimiento

Se calcula de la siguiente manera:

$$Velocidad = \frac{horas hombre}{producción}$$

2.4. DEFINICIONES BÁSICAS

Serpell B. & Verbal R. (1990) mencionan las siguientes definiciones:

- a) **Carta Balance:** es una herramienta que, a partir de datos estadísticos, describe de forma detallada el proceso de una actividad para así buscar su optimización. En una carta balance se toma un intervalo de tiempo corto (cada uno o dos minutos) la actividad que está realizando cada obrero. Estas actividades son divididas en los tres tipos de trabajo TP, TC y TNC.
- b) **Cuadrilla:** es un grupo de personas con un mismo propósito en la obra, ellas están a cargo de una o varias actividades.
- c) **Desperdicio:** es la pérdida producida por actividades mal ejecutadas en función de recursos humanos, materiales, etc.
- d) **Flujo:** es el movimiento de recursos materiales a través de una unidad de producción.
- e) **Optimizar:** es obtener una mayor eficacia y eficiencia en el desempeño de alguna actividad.
- f) **Productividad:** es la relación entre la producción y los recursos utilizados de una actividad.
- g) **Rendimiento:** cantidad de recursos usados para realizar una unidad de producción.
- h) **Trabajo productivo (TP):** este tipo de trabajo aporta directamente a la producción.
- i) **Trabajo contributivo (TC):** este tipo de trabajo apoya al trabajo productivo, se podría considerar como apoyo indirecto.

- j) **Trabajo no contributivo (TNC):** este tipo de trabajo no aporta al trabajo productivo, se podría considerar como una pérdida.
- k) **Velocidad:** Cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La aplicación de las cartas balance en un proyecto de construcción considerando todas sus características hacen que este tipo de investigación sea aplicada.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es no experimental, transversal y prospectiva.

3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Localidad de Coraguaya.

3.4. PROCEDIMIENTOS

- Reconocimiento del terreno.
- Evaluación visual de la mano de obra en el proyecto, e identificación de problemas.
- Solicitud a la municipalidad para realizar la investigación.
- Aplicación de las cartas balance.
- Análisis de las cartas balance y propuesta de mejora.
- Evaluación con cartas balance y comparación de resultados.
- Conclusiones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE FACTORES CRÍTICOS

Se realizó preliminarmente una evaluación visual de los procesos constructivos en el proyecto de red de agua y desagüe de la localidad de Coraguaya, de ello se observó un deficiente control de éste, lo cual tiene consecuencias como una variación de costos, tiempos que puede acabar en una pérdida económica para la empresa.

4.2. DIFICULTAD A RESOLVER

Al inicio de la obra se generó un sobrecosto, debido a la ineficiente supervisión, previéndose a futuro ampliaciones de plazo por diversas partidas que afectaban la ruta crítica.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Se realizó primeramente la selección de partidas críticas o que tienen una gran influencia en el presupuesto, así como, que cumplan con las siguientes características:

- Debe tener al menos un avance de un 25%.
- Debe ser repetitiva.
- Debe ser relevante.
- Debe permitir un ciclo de mejora continua.

- El tiempo de análisis de la partida debe ser mínimo dos meses.

Algunas recomendaciones para un correcto muestreo de las partidas, sería evitar posibles pérdidas de tiempo por falta de materiales, una correcta planificación de personal a solicitar en función de las partidas que se ejecutarán en cierto periodo de tiempo, realizar con el maestro de obra un inventario de trabajos ejecutables el cuál no tenga restricciones y que su desarrollo aporte avance a la obra.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

Después de hacer una revisión al presupuesto, se identificaron las siguientes partidas a ser analizadas:

Tabla 3

Presupuesto base.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	APU	PARCIAL
01	Trazo niveles y replanteo redes	m	1,659.00	1.75	2,903.25
02	Excavación de zanjas T.N. p/ tub HDPE	m	1,659.00	29.61	49,122.99
03	Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427	m	527.00	39.17	20,642.59
04	Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427	m	28.00	29.13	815.64
05	Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427	m	52.00	22.35	1,162.20
06	Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427	m	162.00	18.84	3,052.08
07	Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427	m	890.00	16.67	14,836.30
				Total	92,535.05

4.5. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

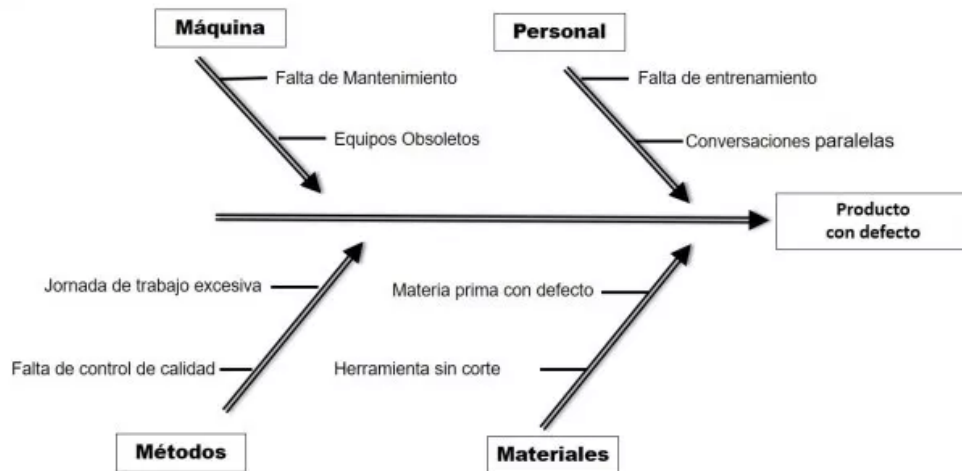
Se requirió fundamentalmente el involucramiento de los mandos medios y altos de municipalidad, además que se contó con un profesional con conocimientos en Lean Construction el cuál se encargaba de dictar talleres y capacitaciones a todos los involucrados. Se clasificaron a todos los participantes como últimos planificadores directos, últimos planificadores indirectos y mandos medios y altos.

4.6. DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIONABILIDAD DE LA PROPUESTA

El primer taller consistió en una capacitación sobre los conceptos básicos de pérdidas en la construcción, al finalizar, se procedió a realizar una encuesta de identificación de tipos y fuentes de pérdidas, a todo el personal involucrado. Se dejó como tarea un levantamiento de índices de productividad en terreno de las partidas a analizar los cuales eran acerca de rendimiento de la mano de obra, tiempo de ciclo por unidad producida, esperas, productividad de mano de obra y maquinaria, mermas de material, inventario, porcentaje de trabajo no productivo, etc.

En el siguiente taller, se analizan los resultados de las encuestas, así como la información entregada del levantamiento de terreno. Se procedió a la identificación de posibles causas de raíces de problemas sistémicos mediante el método de Ishikawa, con ello se estableció un plan de contingencia y exclusión de ello. Se realizó una reunión de pensamiento A3 en cual se desagregó la dificultad, así como se planteó un plan de solución y seguimiento para un mejor control, que tuvo también objetivos y plazos medibles. Una vez finalizado los plazos se volvió a realizar un levantamiento de terreno, comparando los mismos índices, se evaluó el desempeño de cada trabajador y se recopiló lecciones aprendidas para la municipalidad y futuros proyectos.

Figura 5
Ejemplo de utilización del diagrama de Ishikawa.



Fuente. Arenhart & Martins (2018)

4.7. CAMBIOS RELEVANTES DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

Inicialmente se procede a sectorizar el proyecto, según características de cargas de trabajo, condición topográfica y acceso. En cada sector se contó con almacenes, equipos y herramientas.

La programación, ejecución y control se realizó con herramientas del Lean Construction.

Se obtuvieron lecciones aprendidas que permitirán mejorar los rendimientos en futuros proyectos, así como la identificación de problemáticas y cómo se hicieron frente.

Figura 6
Sectorización de la línea de aducción y la red de agua potable.



4.8. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

4.8.1. Análisis de la productividad del trabajo de investigación

4.8.1.1. Trazo niveles y replanteo redes

Trabajo productivo:

- Estacionamiento del nivel topográfico (EN), corresponde a la ubicación del nivel topográfico en campo, por parte del operario, una vez ubicado se siguen los pasos habituales para su instalación y posterior manejo.
- Nivelación con nivel topográfico (NN), una vez estacionado el nivel topográfico se procede a la medición del desnivel en campo, para ello será necesario la utilización de miras.

Trabajo contributorio:

- Nivelación con estadal (NE), corresponde al peón la ubicación del estadal (o mira) en campo para que con ello el operario haga las mediciones de nivel.
- Trazado con yeso (T), se plantea en campo el camino de la red que se va a instalar.
- Replanteo con pintura (R), para una mejor señalización del trazado, se marcan en campo con pintura algunos detalles.

Trabajo no contributorio:

- Esperas (E), tiempo improductivo donde el peón no puede ejecutar ninguna labor debido a que depende de otra persona.
- Desplazamientos (D), movimiento de un lugar a otro.
- Ocio (O), es el tiempo que generalmente se usa para descansar, conversar u otra actividad no relacionada al trabajo.

Figura 7

Carta balance de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.

TIEMPO (hh:min:ss)	OPERARIO 1	PEÓN 1	PEÓN 2
08:30:00	EN	E	E
08:30:30	NN	E	E
08:31:00	NN	NE	T
08:31:30	D	R	T
08:32:00	EN	D	T
08:32:30	NN	D	E
08:33:00	D	NE	O
08:33:30	D	R	T
08:34:00	EN	D	O
08:34:30	NN	NE	E
08:35:00	NN	NE	E
08:35:30	D	R	T
08:36:00	EN	D	T
08:36:30	NN	O	O
08:37:00	O	NE	E
08:37:30	D	R	T
08:38:00	EN	D	T
08:38:30	NN	NE	T
08:39:00	NN	NE	O
08:39:30	D	R	T
08:40:00	EN	D	T
08:40:30	NN	D	O
08:41:00	D	NE	E
08:41:30	D	R	T

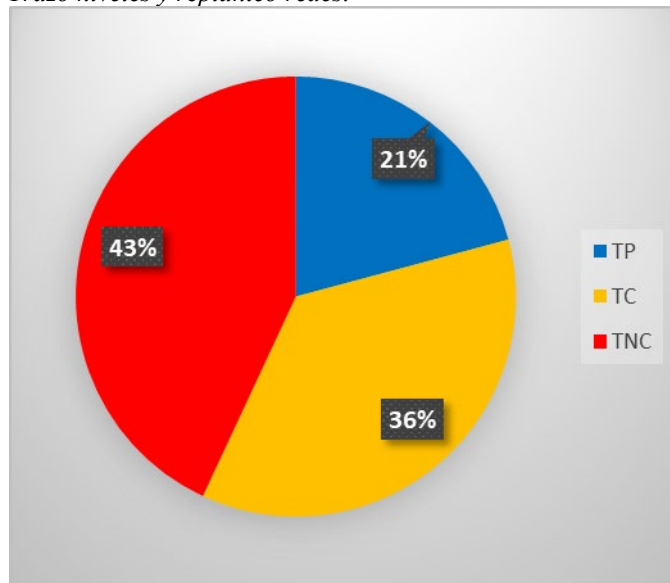
Figura 8

Resumen de actividades de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.

ACTIVIDAD (TP/TC/TNC)		TIEMPO (min)	PORCENTAJE (%)	TIEMPO ACUMULADO (min)
TRABAJOS PRODUCTIVOS	EN	03:00	40.00	07:30
	NN	04:30	60.00	
TRABAJOS CONTRIBUTORIOS	NE	04:00	30.77	13:00
	T	06:00	46.15	
	R	03:00	23.08	
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS	E	04:30	29.03	15:30
	D	07:30	48.39	
	O	03:30	22.58	

Figura 9

Gráfico circular de resumen de trabajos de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.



Se concluye según los gráficos que el peón 2 presenta un alto nivel de trabajo contributorio, reorganizando las actividades, se puede prescindir de éste, pasando sus actividades al peón 1, obteniéndose el siguiente resultado:

Figura 10

Carta balance optimizada de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.

TIEMPO (hh:min:ss)	OPERARIO 1	PEÓN 1
08:30:00	EN	E
08:30:30	EN	NE
08:31:00	NN	NE
08:31:30	D	R
08:32:00	D	T
08:32:30	EN	T
08:33:00	NN	NE
08:33:30	D	R
08:34:00	EN	R
08:34:30	EN	T
08:35:00	NN	NE
08:35:30	D	R
08:36:00	EN	T
08:36:30	NN	T
08:37:00	NN	NE
08:37:30	D	R
08:38:00	D	T
08:38:30	EN	T
08:39:00	NN	NE
08:39:30	D	R
08:40:00	EN	R
08:40:30	EN	T
08:41:00	NN	NE
08:41:30	D	R

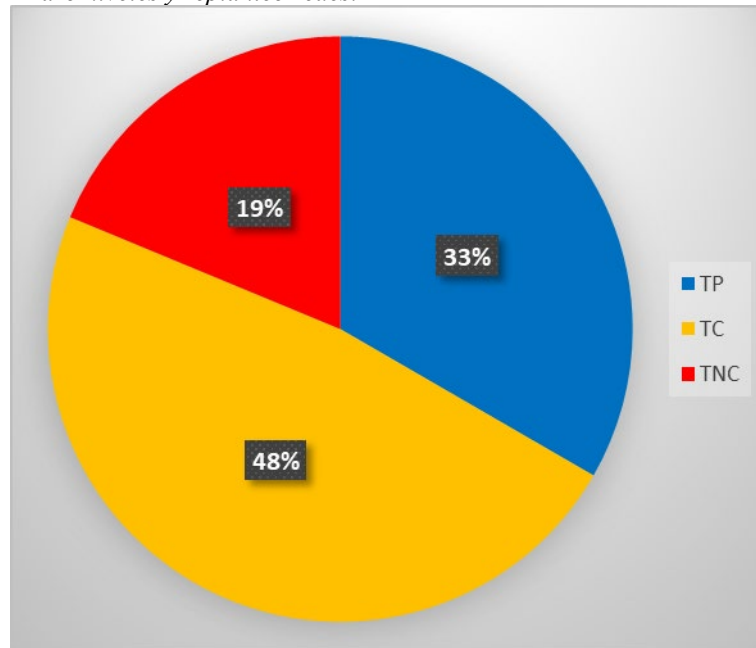
Figura 11

Resumen de actividades optimizada de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.

ACTIVIDAD (TP/TC/TNC)		TIEMPO (min)	PORCENTAJE (%)	TIEMPO ACUMULADO (min)
TRABAJOS PRODUCTIVOS	EN	04:30	56.25	08:00
	NN	03:30	43.75	
TRABAJOS CONTRIBUTORIOS	NE	03:30	30.43	11:30
	T	04:00	34.78	
	R	04:00	34.78	
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS	E	00:30	11.11	04:30
	D	04:00	88.89	
	O	00:00	0.00	

Figura 12

Gráfico circular optimizado de resumen de trabajos de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.



Con esta carta balance optimizada, se obtiene una gran disminución del trabajo no contributorio de un 43% a un 19%, mejorándose la productividad a un 33% (antes 21%), y el trabajo contributorio a 48% (anteriormente 36%).

Figura 13*Análisis de precios unitarios Base de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.*

Partida	01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO ADUCCION Y REDES				Rend:	520.0000 m/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0154	23.28	0.36	
47 00009	PEON	HH	2.000	0.0308	16.42	0.51	
						0.86	
Materiales							
30 01352	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0200	15.50	0.31	
54 06860	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	55.00	0.28	
						0.59	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.86	0.03	
49 02475	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.000	0.0154	15.00	0.23	
						0.26	
Costo Unitario por m :						1.71	

Figura 14*Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Trazo niveles y replanteo redes.*

Partida	01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO ADUCCION Y REDES				Rend:	520.0000 m/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0154	23.28	0.36	
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0154	16.42	0.25	
						0.61	
Materiales							
30 01352	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0200	15.50	0.31	
54 06860	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	55.00	0.28	
						0.59	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3.0000	0.61	0.02	
49 02475	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.000	0.0154	15.00	0.23	
						0.25	
Costo Unitario por m :						1.44	

4.8.1.2. Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE

Trabajo productivo:

- Excavación con retroexcavadora (ER), el operario de la retroexcavadora debe estar correctamente con sus implementos de seguridad, esta actividad busca dejar todo listo para la colocación de la nueva red.

- Excavación manual (EM), a pesar de haber hecho una excavación con maquinaria es necesario también complementar con trabajo manual.

Trabajo contributivo:

- Coordinación entre vigía y operador (CVO), es un proceso que busca una mejor ejecución de la actividad de excavación.
- Verificación de la uniformidad de la zanja (VUZ), el peón se encarga desde la parte posterior de la maquinaria de dar conformidad de ello.
- Indicación de continuar excavando o desestabilización (IE), es un trabajo necesario para la ejecución de la partida.

Trabajo no contributivo:

- Esperas (E), tiempo improductivo donde el peón no puede ejecutar ninguna labor debido a que depende de otra persona.
- Estabilización o desestabilización de retroexcavadora (ED), es necesario contar con una buena ubicación para ejecutar la excavación con la maquinaria.
- Desplazamiento de posición de retroexcavadora (DR), al terminar el frente de excavación, la retroexcavadora debe desplazarse hasta otra ubicación donde sea requerida.
- Ocio (O), es el tiempo que generalmente se usa para descansar, conversar u otra actividad no relacionada al trabajo.

Figura 15

Carta balance de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.

TIEMPO (hh:min:ss)	OFICIAL 1	PEÓN 1	PEÓN 2				
08:30:00	CVO	CVO	E				
08:30:30	O	CVO	E	08:46:00	ER	VUZ	EM
08:31:00	CVO	CVO	E	08:46:30	ER	VUZ	EM
08:31:30	CVO	CVO	O	08:47:00	E	E	E
08:32:00	CVO	E	O	08:47:30	ER	VUZ	EM
08:32:30	DR	O	O	08:48:00	ER	VUZ	EM
08:33:00	ED	O	E	08:48:30	ER	VUZ	EM
08:33:30	ED	E	E	08:49:00	ER	VUZ	EM
08:34:00	ER	E	E	08:49:30	ER	VUZ	EM
08:34:30	ER	VUZ	E	08:50:00	ER	VUZ	EM
08:35:00	ER	VUZ	E	08:50:30	ER	VUZ	EM
08:35:30	ER	VUZ	E	08:51:00	ER	IE	E
08:36:00	ER	O	EM	08:51:30	ED	E	E
08:36:30	ER	VUZ	EM	08:52:00	CVO	CVO	E
08:37:00	ER	VUZ	EM	08:52:30	DR	E	EM
08:37:30	ER	VUZ	EM	08:53:00	ER	E	EM
08:38:00	ER	VUZ	EM	08:53:30	ER	E	EM
08:38:30	O	VUZ	EM	08:54:00	ER	VUZ	EM
08:39:00	O	VUZ	EM	08:54:30	ER	VUZ	EM
08:39:30	ER	VUZ	EM	08:55:00	ER	VUZ	EM
08:40:00	ER	VUZ	EM	08:55:30	ER	VUZ	E
08:40:30	ER	VUZ	EM	08:56:00	ER	VUZ	E
08:41:00	ER	IE	EM	08:56:30	ER	VUZ	EM
08:41:30	ER	IE	E	08:57:00	E	VUZ	EM
08:42:30	CVO	CVO	E	08:57:30	O	E	EM
08:43:00	DR	E	E	08:58:00	ER	E	EM
08:43:30	ER	E	E	08:58:30	ER	O	EM
08:44:00	ER	E	EM	08:59:00	ER	VUZ	EM
08:44:30	ER	VUZ	EM	08:59:30	ER	VUZ	EM
08:45:00	ER	VUZ	EM	09:00:00	ER	VUZ	EM
08:45:30	ER	VUZ	EM	09:00:30	ER	IE	EM

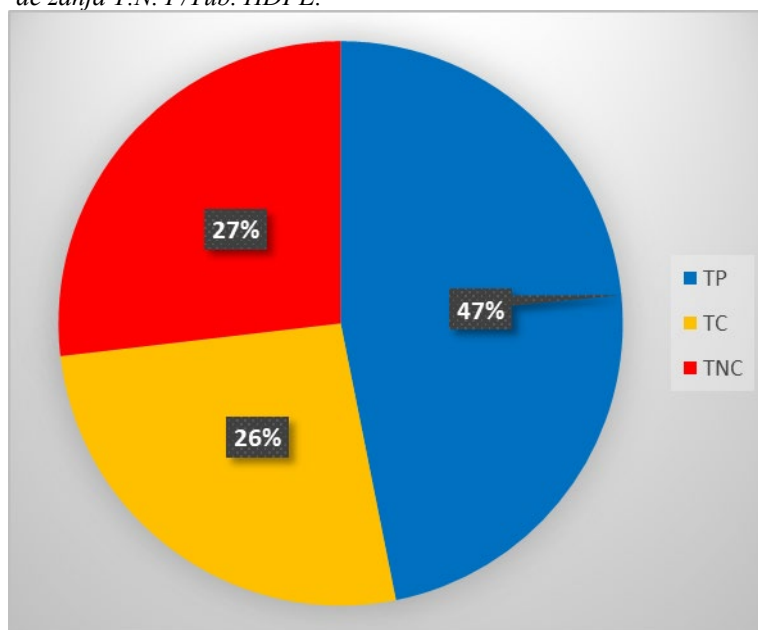
Figura 16

Resumen de actividades de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.

ACTIVIDAD (TP/TC/TNC)		TIEMPO (min)	PORCENTAJE (%)	TIEMPO ACUMULADO (min)
TRABAJOS PRODUCTIVOS	ER	21:30	52.44	41:00
	EM	19:30	47.56	
TRABAJOS CONTRIBUTORIOS	CVO	06:00	24.00	25:00
	VUZ	17:00	68.00	
	IE	02:00	8.00	
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS	E	18:00	58.06	31:00
	ED	02:00	6.45	
	DR	05:30	17.74	
	O	05:30	17.74	

Figura 17

Gráfico circular de resumen de trabajos de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.



Similar al caso anterior, se puede prescindir del Peón 2, para lo cual se obtuvo la siguiente carta balance optimizada:

Figura 18

Carta balance optimizada de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.

TIEMPO (hh:min:ss)	OFICIAL 1	PEÓN 1			
08:30:00	CVO	CVO	08:45:30	ER	VUZ
08:30:30	CVO	CVO	08:46:00	E	E
08:31:00	CVO	CVO	08:46:30	E	E
08:31:30	DR	E	08:47:00	ER	EM
08:32:00	DR	E	08:47:30	ER	VUZ
08:32:30	DR	O	08:48:00	ER	EM
08:33:00	ED	O	08:48:30	ER	VUZ
08:33:30	ED	E	08:49:00	ER	EM
08:34:00	ED	E	08:49:30	ER	VUZ
08:34:30	ER	E	08:50:00	ER	EM
08:35:00	ER	VUZ	08:50:30	ER	VUZ
08:35:30	E	VUZ	08:51:00	ED	IE
08:36:00	ER	VUZ	08:51:30	ED	E
08:36:30	ER	EM	08:52:00	CVO	CVO
08:37:00	ER	VUZ	08:52:30	DR	E
08:37:30	ER	EM	08:53:00	DR	E
08:38:00	O	O	08:53:30	ER	E
08:38:30	ER	EM	08:54:00	E	E
08:39:00	ER	VUZ	08:54:30	E	E
08:39:30	ER	EM	08:55:00	ER	VUZ
08:40:00	ER	VUZ	08:55:30	ER	EM
08:40:30	ER	EM	08:56:00	ER	VUZ
08:41:00	ER	VUZ	08:56:30	ER	EM
08:41:30	ER	IE	08:57:00	ER	VUZ
08:42:00	ED	E	08:57:30	ER	EM
08:42:30	CVO	CVO	08:58:00	ER	VUZ
08:43:00	DR	E	08:58:30	ER	EM
08:43:30	ER	E	08:59:00	ER	VUZ
08:44:00	ER	E	08:59:30	ER	EM
08:44:30	ER	VUZ	09:00:00	ER	VUZ
08:45:00	ER	EM	09:00:30	ER	IE

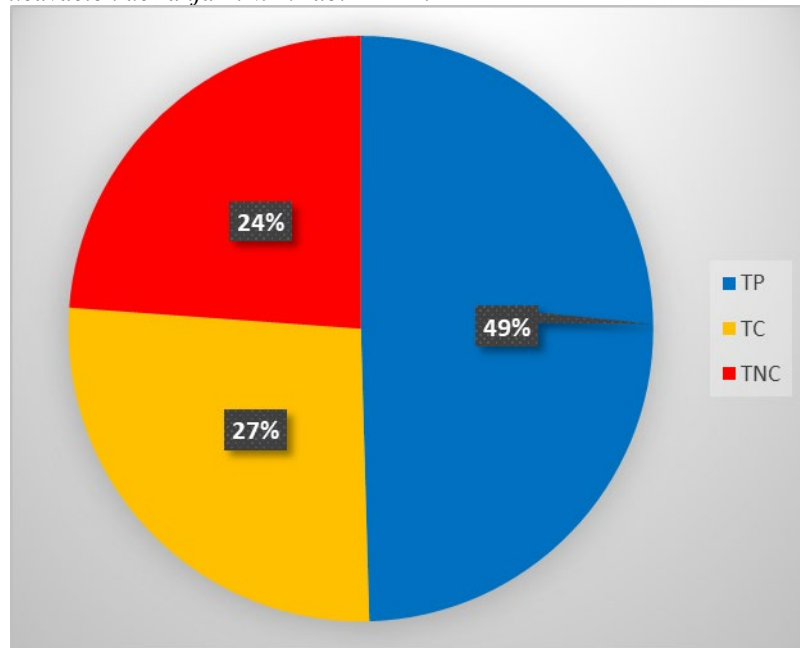
Figura 19

Resumen de actividades optimizada de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.

ACTIVIDAD (TP/TC/TNC)		TIEMPO (min)	PORCENTAJE (%)	TIEMPO ACUMULADO (min)
TRABAJOS PRODUCTIVOS	ER	19:30	72.22	27:00
	EM	07:30	27.78	
TRABAJOS CONTRIBUTORIOS	CVO	05:00	31.25	16:00
	VUZ	09:30	59.38	
	IE	01:30	9.38	
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS	E	11:00	61.11	18:00
	ED	03:00	16.67	
	DR	02:00	11.11	
	O	02:00	11.11	

Figura 20

Gráfico circular optimizado de resumen de trabajos de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.



Se disminuyó con la carta balance optimizada el trabajo no contributivo a un 24% y se mejoró la productividad a un 49%.

Figura 21

Análisis de precios unitarios Base de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.

Partida	02	EXCAVACION DE ZANJA T.N. P/TUB. HDPE	Rend:	120.0000 m/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.0667	18.25	1.22
47 00009	PEON	HH	2.000	0.1333	16.42	2.19
						3.41
Equipo						
00 07000	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS	hm	1.000	0.0800	185.00	14.80
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.41	0.17
48 06887	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	1.000	0.0800	86.50	6.92
48 06886	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	1.000	0.0800	45.00	3.60
						25.49
Costo Unitario por m :						28.90

Figura 22*Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Excavación de zanja T.N. P/Tub. HDPE.*

Partida	02	EXCAVACION DE ZANJA T.N. P/TUB. HDPE				Rend:	120.0000 m/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00008	OFICIAL	HH	1.000	0.0667	18.25	1.22	
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0667	16.42	1.09	
						2.31	
Equipo							
00 07000	RETROEXCAVADORA SOBRELANTAS	hm	1.000	0.0800	185.00	14.80	
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.31	0.12	
48 06887	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PC	hm	1.000	0.0800	86.50	6.92	
48 06886	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	1.000	0.0800	45.00	3.60	
						25.44	
Costo Unitario por m :						27.75	

4.8.1.3. Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427

Trabajo productivo:

- Corte y teflonado de tubería (C), previo a la instalación de la tubería se realiza un proceso de teflonado y corte para evitar filtraciones de agua.
- Instalación de tubería (I), esta actividad ya se realiza con la excavación ya realizada de la red.

Trabajo contributorio:

- Verificación del estado y limpieza de la tubería (V), antes del corte e instalación se debe realizar una inspección de la tubería, ubicar desperfectos, como abultamientos, grietas, tal vez producidas por un mal traslado o almacenamiento.

Trabajo no contributorio:

- Esperas (E), tiempo improductivo donde el peón no puede ejecutar ninguna labor debido a que depende de otra persona.
- Traslado de tubería a punto de instalación (T), esto se realizó en un vehículo, debido al peso que tiene y las distintas ubicaciones donde hay que colocarlos para formar la red.
- Ocio (O), es el tiempo que generalmente se usa para descansar, conversar u otra actividad no relacionada al trabajo.

Figura 23

Carta balance de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.

TIEMPO (hh:min:ss)	OPERARIO 1	PEÓN 1			
08:30:00	E	E	08:40:00	I	T
08:30:30	V	T	08:40:30	V	T
08:31:00	C	E	08:41:00	C	O
08:31:30	E	E	08:41:30	I	O
08:32:00	O	O	08:42:00	E	O
08:32:30	E	O	08:42:30	V	T
08:33:00	E	E	08:43:00	C	E
08:33:30	I	E	08:43:30	I	E
08:34:00	E	T	08:44:00	E	E
08:34:30	V	T	08:44:30	V	T
08:35:00	C	E	08:45:00	C	T
08:35:30	I	E	08:45:30	C	E
08:36:00	E	T	08:46:00	I	T
08:36:30	V	T	08:46:30	V	T
08:37:00	C	E	08:47:00	C	E
08:37:30	I	O	08:47:30	I	E
08:38:00	E	T	08:48:00	E	T
08:38:30	V	E	08:48:30	V	T
08:39:00	C	E	08:49:00	C	E
08:39:30	C	E	08:49:30	I	E

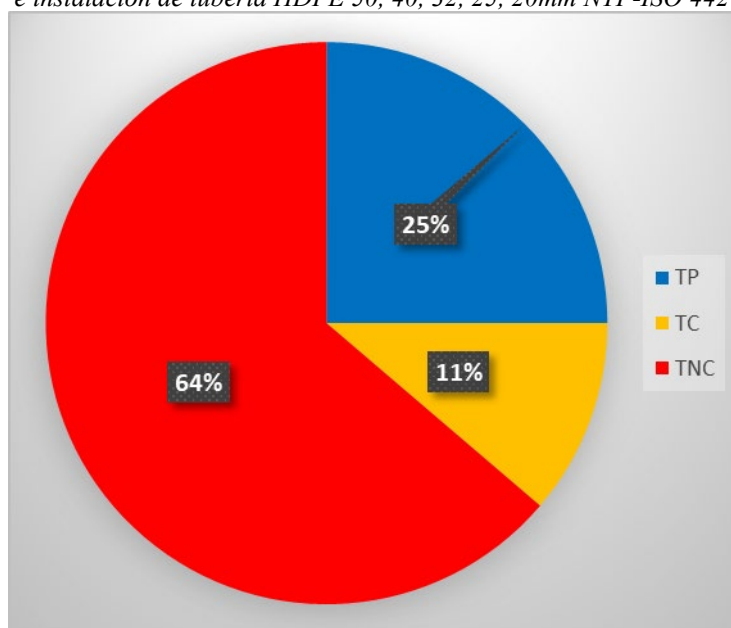
Figura 24

Resumen de actividades de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.

ACTIVIDAD (TP/TC/TNC)		TIEMPO (min)	PORCENTAJE (%)	TIEMPO ACUMULADO (min)
TRABAJOS PRODUCTIVOS	C	05:30	55.00	10:00
	I	04:30	45.00	
TRABAJOS CONTRIBUTORIOS	V	04:30	100.00	04:30
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS	E	14:30	56.86	25:30
	T	07:30	29.41	
	O	03:30	13.73	

Figura 25

Gráfico circular de resumen de trabajos de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.



Analizando la carta balance se observó que el peón 1 cuenta con un alto nivel de trabajo no contributorio, por ende, se propuso no contar con éste cargando el peso de la actividad de Traslado de tubería a punto de instalación al Operario para lo cual se obtuvo la siguiente carta balance optimizada:

Figura 26

Carta balance optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.

TIEMPO (hh:min:ss)	OPERARIO 1
08:30:00	E
08:30:30	V
08:31:00	C
08:31:30	I
08:32:00	I
08:32:30	T
08:33:00	V
08:33:30	V
08:34:00	C
08:34:30	C
08:35:00	C
08:35:30	I
08:36:00	I
08:36:30	V
08:37:00	C
08:37:30	I
08:38:00	T
08:38:30	V
08:39:00	C
08:39:30	I
08:40:00	T
08:40:30	V
08:41:00	C
08:41:30	I
08:42:00	T
08:42:30	V
08:43:00	C
08:43:30	I
08:44:00	T
08:44:30	V
08:45:00	C
08:45:30	I
08:46:00	T
08:46:30	E
08:47:00	E
08:47:30	T
08:48:00	T
08:48:30	V
08:49:00	C
08:49:30	I

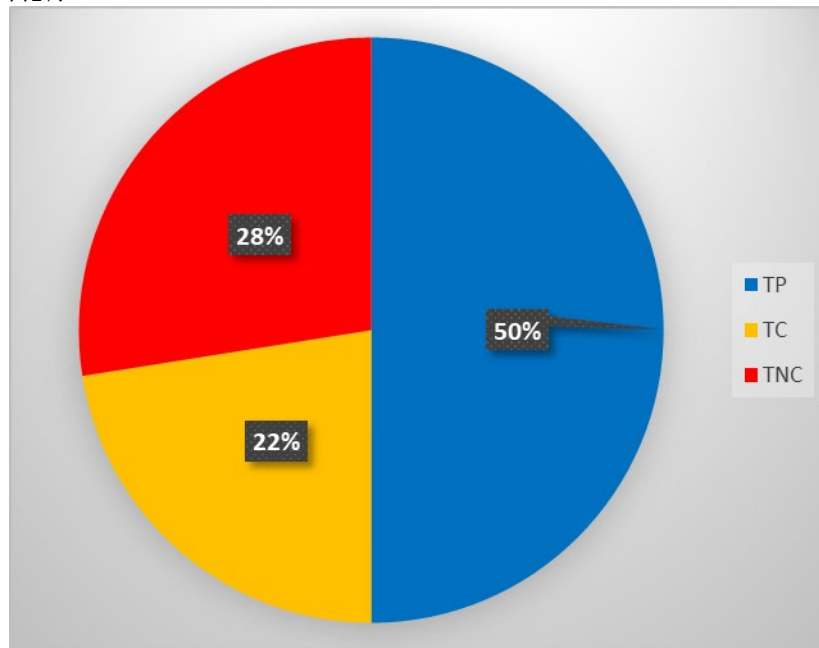
Figura 27

Resumen de actividades optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.

ACTIVIDAD (TP/TC/TNC)		TIEMPO (min)	PORCENTAJE (%)	TIEMPO ACUMULADO (min)
TRABAJOS PRODUCTIVOS	C	05:00	50.00%	10:00
	I	05:00	50.00%	
TRABAJOS CONTRIBUTORIOS	V	04:30	100.00%	04:30
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS	E	01:30	27.27%	05:30
	T	04:00	72.73%	
	O	00:00	0.00%	

Figura 28

Gráfico circular optimizado de resumen de trabajos de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50, 40, 32, 25, 20mm NTP-ISO 4427.



Se concluye en una gran disminución del trabajo no contributorio de un 64% a un 28%, mejorando también la productividad de un 25% a un 50%, y el trabajo contributorio de un 11% a un 22%.

Figura 29

Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427.

Partida	03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 50MM NTP-ISO 4427				Rend:	85.0000 m/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0941	23.28	2.19
	47 00009	PEON	HH	1.000	0.0941	16.42	1.55
							3.74
		Materiales					
	00 07005	TUBERÍA HDPE 50MM	m		1.0500	22.18	23.29
							23.29
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.74	11.21
							11.21
						Costo Unitario por m :	38.23

Figura 30

Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427.

Partida	04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 40MM NTP-ISO 4427				Rend:	95.0000 m/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0842	23.28	1.96
	47 00009	PEON	HH	1.000	0.0842	16.42	1.38
							3.34
		Materiales					
	00 07005	TUBERÍA HDPE 40MM	m		1.0500	14.30	15.02
							15.02
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.34	10.03
							10.03
						Costo Unitario por m :	28.39

Figura 31

Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427.

Partida	05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 32MM NTP-ISO 4427				Rend:	110.0000 m/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0727	23.28	1.69
	47 00009	PEON	HH	1.000	0.0727	16.42	1.19
							2.89
		Materiales					
	00 07005	TUBERÍA HDPE 32MM	m		1.0500	9.19	9.65
							9.65
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.89	8.66
							8.66
						Costo Unitario por m :	21.20

Figura 32

Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427.

Partida	06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 25MM NTP-ISO 4427				Rend:	110.0000 m/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0727	23.28		1.69
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0727	16.42		1.19
							2.89
	Materiales						
00 07005	TUBERÍA HDPE 25MM	m		1.0500	5.84		6.13
							6.13
	Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.89		8.66
							8.66
						Costo Unitario por m :	17.68

Figura 33

Análisis de precios unitarios Base de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427.

Partida	07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 20MM NTP-ISO 4427				Rend:	120.0000 m/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0667	23.28		1.55
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0667	16.42		1.09
							2.65
	Materiales						
00 07005	TUBERÍA HDPE 20MM	m		1.0500	3.78		3.97
							3.97
	Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.65		7.94
							7.94
						Costo Unitario por m :	14.56

Figura 34

Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427.

Partida	03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 50MM NTP-ISO 4427				Rend:	85.0000 m/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0941	23.28		2.19
							2.19
	Materiales						
00 07005	TUBERÍA HDPE 50MM	m		1.0500	22.18		23.29
							23.29
	Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.19		6.57
							6.57
						Costo Unitario por m :	32.05

Figura 35

Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427.

Partida	04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 40MM NTP-ISO 4427				Rend:	95.0000 mDIA
	<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0842	23.28	1.96
							<u>1.96</u>
		Materiales					
	00 07005	TUBERIA HDPE 40MM	m		1.0500	14.30	15.02
							<u>15.02</u>
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.96	5.88
							<u>5.88</u>
						Costo Unitario por m :	22.86

Figura 36

Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427.

Partida	05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 32MM NTP-ISO 4427				Rend:	110.0000 mDIA
	<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0727	23.28	1.69
							<u>1.69</u>
		Materiales					
	00 07005	TUBERIA HDPE 32MM	m		1.0500	9.19	9.65
							<u>9.65</u>
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.69	5.08
							<u>5.08</u>
						Costo Unitario por m :	16.42

Figura 37

Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427.

Partida	06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 25MM NTP-ISO 4427				Rend:	110.0000 mDIA
	<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0727	23.28	1.69
							<u>1.69</u>
		Materiales					
	00 07005	TUBERIA HDPE 25MM	m		1.0500	5.84	6.13
							<u>6.13</u>
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.69	5.08
							<u>5.08</u>
						Costo Unitario por m :	12.90

Figura 38

Análisis de precios unitarios Optimizada de la partida de Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427.

Partida	07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA HDPE 20MM NTP-ISO 4427				Rend:	120.0000 mDIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0667	23.28	1.55	
						1.55	
Materiales							
00 07005	TUBERIA HDPE 20MM	m		1.0500	3.78	3.97	
						3.97	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.55	4.66	
						4.66	
Costo Unitario por m :						10.18	

4.8.2. Discusión de resultados

En el siguiente cuadro se muestran los rendimientos calculados con la aplicación de la siguiente fórmula empleada en los gráficos de gestión de productividad del libro del Ingeniero Gio (Castillo, 2001, págs. 135,136).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada} \times \text{N}^\circ \text{ de trabajadores}}{\text{Producción diaria}}$$

Se obtuvieron valores de hasta 1.89, lo cual significa que se mejoró en ciertos aspectos la productividad en un 89% más.

Tabla 4

Índice de productividad de partidas base y optimizadas.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	PRODUCC. DIARIA BASE	Nº TRABAJ. BASE	PRODUCT. BASE	RENDIM. BASE	PRODUCC. DIARIA OPTIMIZA.	Nº TRABAJAD. OPTIMIZA.	PRODUCT. OPTIMIZADA	RENDIM. OPTIMIZADO	ÍNDICE DE PRODUCT.
01	Trazo niveles y replanteo redes	m	520.00	3.00	21.67	0.05	500.00	2.00	31.25	0.03	1.44
02	Excavación de zanjas T.N. p/ tub HDPE	m	120.00	3.00	5.00	0.20	100.00	2.00	6.25	0.16	1.25
03	Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427	m	85.00	2.00	5.31	0.19	80.00	1.00	10.00	0.10	1.88
04	Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427	m	95.00	2.00	5.94	0.17	90.00	1.00	11.25	0.09	1.89
05	Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427	m	110.00	2.00	6.88	0.15	100.00	1.00	12.50	0.08	1.82
06	Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427	m	110.00	2.00	6.88	0.15	100.00	1.00	12.50	0.08	1.82
07	Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427	m	120.00	2.00	7.50	0.13	100.00	1.00	12.50	0.08	1.67

Al mejorar la productividad en HH, se redujo el costo de cada uno de los análisis de precios unitarios hasta en un 30.08%.

Tabla 5*Porcentaje de variación de los análisis de precios unitarios base vs los optimizados.*

Item	Descripción	Und.	A.P.U. Base	A.P.U. Optimizado	%
01	Trazo niveles y replanteo redes	m	1.71	1.44	15.79
02	Excavación de zanjas T.N. p/ tub HDPE	m	28.90	27.75	3.98
03	Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427	m	38.23	32.05	16.17
04	Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427	m	28.39	22.86	19.48
05	Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427	m	21.20	16.42	22.55
06	Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427	m	17.68	12.90	27.04
07	Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427	m	14.56	10.18	30.08

Tabla 6*Comparación de los costos parciales obtenidos del presupuesto base y el presupuesto optimizado.*

Item	Descripción	Und.	Parcial Base	Parcial Optimizado	Diferencia
01	Trazo niveles y replanteo redes	m	2,903.25	2,388.96	514.29
02	Excavación de zanjas T.N. p/ tub HDPE	m	49,122.99	46,037.25	3,085.74
03	Suministro e instalación de tubería HDPE 50mm NTP-ISO 4427	m	20,642.59	16,890.35	3,752.24
04	Suministro e instalación de tubería HDPE 40mm NTP-ISO 4427	m	815.64	640.08	175.56
05	Suministro e instalación de tubería HDPE 32mm NTP-ISO 4427	m	1,162.20	853.84	308.36
06	Suministro e instalación de tubería HDPE 25mm NTP-ISO 4427	m	3,052.08	2,089.80	962.28
07	Suministro e instalación de tubería HDPE 20mm NTP-ISO 4427	m	14,836.30	9,060.20	5,776.10
				Total	14,574.57

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- El uso de las Cartas Balance como herramienta a implementar mejora la productividad en el Proyecto de “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CORAGUAYA DEL DISTRITO DE ILABAYA PROVINCIA JORGE BASADRE – DEPARTAMENTO DE TACNA”, en base a la mejora de los tiempos empleados por la cuadrilla en determinadas actividades, optimizando el uso de los recursos humanos.
- Se concluye que la productividad a través de la distribución de tiempos para el desarrollo de actividades y el tipo de trabajo en el Proyecto mediante el uso de Cartas Balance, se ve optimizada dada las mejoras de tiempos de cada actividad considerando los trabajos productivos, contributorios y no contributorios.
- El proceso de medición y evaluación de la productividad se ha visto mejorado mediante cartas balance con resultados con índices de productividad superior a 1 (llegando hasta 1.89) en las partidas de trazo niveles y replanteo de redes, excavación de zanjas, suministro e instalación de tubería de 50 mm, 40 mm, 32

mm, 25 mm, 20 mm., obteniéndose un ahorro en costo directo de S/ 14,574.57 soles.

5.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Residencia del Proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CORAGUAYA DEL DISTRITO DE ILABAYA PROVINCIA JORGE BASADRE – DEPARTAMENTO DE TACNA”, de acuerdo al uso de las Cartas Balance, realizar un trabajo de seguimiento al desarrollo de actividades del personal obrero, analizándose la productividad generada por cada uno de ellos, según tiempos empleados y tipos de trabajo, permitiéndose así tomar las medidas necesarias para optimizar el desempeño laboral en la Obra

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadía, R. (2003). *Optimización del diseño y gestión de redes colectivas de distribución de agua para riego por goteo de cultivos leñosos. Aplicación del regadío de Mula* (tesis de doctorado). Universidad Miguel Hernández-Escuela Politécnica Superior de Orihuela, España.
- Acosta, E. (2018). *Autorización de ejecución de estudios de disponibilidad hídrica subterránea con perforación de pozo exploratorio Asociación Agroindustrial 1° de Abril, Sama las Yaras, Tacna*. Informe técnico de aguas subterráneas. Recuperado de <https://www.gob.pe/ana>
- Allen, R., Pereira, L., Dirk, R., y Martin, S. (2006). *Evapotranspiración del cultivo; Guías para la determinación de los requerimientos de agua para los cultivos*. Servicio de Recursos Hídricos, Desarrollo y Gestión, FAO. Roma, Italia.
- Arviza, J. (2007). *Diseño, dimensionado y análisis de redes de riegos a presión. “Rg y Epanet”, un manual para sacar partido a ambas aplicaciones*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Arviza, J., Balbastre, I., y Gonzales, P. (2002). *Ingeniería rural: Hidráulica*. Valencia, España: Editorial UPV.

- Arviza, J., y Balvastre, I. (s.f.). *Redes colectivas de riego. Problemática general. Resolución de conflictos*. Dpto. de Ingeniería Rural y Agroalimentaria. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Briceño, J. (2016). *Comprobación de metodologías de optimización en sistemas de riego* (tesina de pregrado). Universidad Católica de Loja, Ecuador.
- Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas minirriego*. Roma, Italia: Programa especial para la seguridad alimentaria (PESA), FAO.
- Cervantes, A. (2014). *Propuesta técnico-económica para la habilitación de pozos profundos del abastecimiento de agua potable en la ciudad de Minatitlán, Veracruz* (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México.
- Cruz, E., Vegas, O., Aliod, R., y García, S. (2015). *Diseño óptimo de redes de riego a turnos y a la demanda mediante el software Gestar comparado con métodos tradicionales*. V Congreso Nacional – IV Congreso Iberoamericano de Riego, Huesca, España.
- Eduardo, D. (2011). *Exploración geotécnica – Relaciones Geoeléctricas*. (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Empresa Electrosur (2019). *Pliegos tarifarios para clientes finales con vigencia desde el 04 de octubre del 2019 – Electrosur*. Recuperado de http://www.electrosur.com.pe/Noticias/Ver/pliegos-tarifarios-para-clientes-finales-con-vigencia-desde-el-04-de-octubre-del-2019_5164

- Espinosa, B., Flores, H., Ascencio, R., y Carrillo, G. (2016). Diseño de un sistema de riego hidrante parcelario con los métodos por Turnos y Clement: Análisis técnico y económico. *Terra Latinoamericana. Volumen* (34), Número 4. Chapingo, México.
- Fuentes, J. (2003). *Técnicas de riego*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Fuertes, V., García-Serra, J., Iglesias, P., López, G., Martínez, F., y Pérez, R. (2002). *Modelación y diseño de redes de abastecimiento de agua. Grupo de mecánica de fluidos* (pp. 2-20). Departamento de ingeniería hidráulica y medio ambiente, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- García, J., y Román, P. (2008). *Programación no lineal*. En Universidad de Granada, Granada.
- Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J.R., Dorado, J., y Pazos, A. (2010). *Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética*. Coruña, España: Consorcio editorial Galego.
- Gobierno Regional de Tacna (2012). *Suelos. Estudio de Zonificación Ecológica y Económica de la Región de Tacna*. Recuperado de http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Tacna/Memoria_Descriptiva_Suelos.pdf
- Gómez, P. (2013). *Procedimiento para la selección de la estrategia de regulación más adecuada desde el punto de vista energético en instalaciones con grupo de bombeo. Aplicación a una red de riego* (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, España.

Grupo Empresarial Aliaxis (2018). *Sistema presión NTP-ISO 1452*. Recuperado de <https://www.nicoll.com.pe/tecnic/sistema-presion-ntp-1452.pdf>

Grupo Gestar (2014). *Manual de usuario. Aplicación para la ingeniería hidráulica y energética de redes de riego a presión*. Escuela Politécnica Superior de Huesca-Universidad de Zaragoza. Recuperado de <http://www.acquanalyst.com/contenido.php?modulo=descargas&cat=14>

Grupo Regaber (2014). *Catálogo general de productos Regaber*. Recuperado de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/4215/Catalogo_General_2011-2014_LR.pdf

Guardiola, J. (2000). *Análisis del estado del arte en técnicas de optimización matemáticas aplicadas a elementos finitos; caso de estudio viga dirona* (tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México.

Huerta, M., Hesselbach, X., y Calderon, O. (2004). *Aplicación del algoritmo de punto interior en la optimización del ancho de bandas en redes MPLS*. URSI 04. XIX Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio, Barcelona, España.

Hurtado, L. (2010). *Fundamentos del riego*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de agronomía. Recuperado de <https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/130/159/1153.pdf>

- Iglesias, P., García, F., López, P., y Pérez, R. (2003). *Generalidades sobre redes de abastecimiento* (pp. 37-79). Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua. Valencia, España: Grupo multidisciplinar de modelación de fluidos.
- Khadra, R., Lamaddalena, N., y Inoubli, N. (2013). Optimization of on demand pressurized irrigation networks and on-farm constraints. *Procedia Environmental Sciences*. Volumen (19). 942 – 954.
- Lamaddalena, N. (1997). *Integrated simulation modeling for design and performance analysis of on demand pressurized irrigation systems*. Ph.D. Dissertation, Technical University of Lisbon, Lisbon.
- Lamaddalena, N., y Sagardoy, J.A. (2000). *Performance Analysis of on-demand pressurized Irrigation systems*. FAO Irrigation and drainage Paper 59. Rome, Italy: FAO and CIHEAM-IAMB.
- Lapo, C. (2012). *Diseño óptimo de sistemas de riego a presión y su eficiencia hidroenergética. Aplicación en el caso Loja, Ecuador* (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Lapo, C., Pérez, R., Izquierdo, J., y Ayala, D. (2017). Hybrid optimization proposal for the design of collective on-rotation operating irrigation networks. *Procedia Engineering*. Volumen (186). 530 – 536.
- López, P., Iglesias, P., Martínez, F., y Izquierdo, J. (2003). *Fundamentos de hidráulica aplicada a los abastecimientos de agua* (pp. 80-108). Ingeniería hidráulica en los

abastecimientos de agua. Valencia España: Grupo multidisciplinar de modelación de fluidos.

Loubet, B. (s.f.). *Excel: Herramienta Solver. Facultad de ciencias económicas- Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.* Recuperado de <http://www1.frm.utn.edu.ar/ioperativa/Manual-Solver.pdf>

Martínez, F., Fuertes, V., y Sancho, H. (1996). *Estaciones de bombeo de inyección directa a red. En ingeniería hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua.* Unidad de docente de mecánica de fluidos. Universidad politécnica de Valencia, España.

Montesinos, M. P., García-Guzmán, A., y Ayuso, J.L. (1996). Optimización de redes de distribución de agua utilizando un algoritmo genético. *Ingeniería del agua. Volumen (4), número 1.* 71-77.

Mora, D. (2012). *Diseño de redes de distribución de agua mediante algoritmos evolutivos. Análisis de eficiencia* (tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, España.

Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos* (6.^a ed.). México: Pearson Educación de México de C.V.

Palisade Corporation (2015). *Evolver, Solver de algoritmo genético para Microsoft Excel.* Recuperado de <https://www.palisade-lta.com/evolver/>

Palomino, K. (2012). *Riego por aspersión.* Madrid, España: StarBook.

- Payá, I. (2007). *Optimización heurística de pórticos de hormigón armado* (tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Pereira, L., J. de Juan Valero, Picornell, M., y Tarjuelo, J.M. (2010). *El riego y sus tecnologías*. Albacete, España: CREA-UCLM.
- Pérez, R. (1993). *Dimensionado óptimo de redes de distribución de agua ramificadas considerando los elementos de regulación* (tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Pino, E., Valle, A., Condori, F., Mejia, J., Chavarri, E., y Alfaro, L. (2017). Diseño óptimo de redes de distribución de agua usando un software basado en micro algoritmos genéticos multiobjetivos. *Ribagua. Volumen (4)*. 7-9.
- Planells, P., Ortega, F., Valiente, M., Montero, J., y Tarjuelo, J.M. (1999). Criterios para el diseño de redes colectivas de riego. *Ingeniería del agua*. 6 (1). 27-36.
- Planells, P., Tarjuelo, J.M., y Ortega, J.F. (2005). Redes colectivas de riego. *Ingeniería del agua*. En J.M. Tarjuelo (Ed.), *El riego por aspersión y su tecnología* (pp. 437-490). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Ramírez, V. (2010). *Propuesta de un criterio de análisis y optimización de una red de riego por aspersión, previo al empleo del programa de Epanet* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ranald, V., Jack, B., y Cheng, L. (2003). *Mecánica de los fluidos e hidráulica* (3.^a ed.). Aravaca, España: McGraw Hill Edigrados S.A.

- Rocamora, Y. (2016). *Optimización energética de bombeos de inyección directa a redes colectivas de distribución de agua* (tesis de maestría). Universidad Miguel Hernández, España.
- Rossman, L. (2000). *Epanet 2, Manual de usuario*. National Risk Management Research Laboratory, OH 45268, USA. Recuperado de https://www.iiama.upv.es/iiama/src/elementos/Software/2/epanet/EN2Manual_esp_v20012_ext.pdf
- Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de tuberías. Abastecimiento de agua, redes y riego*. Bogotá, Colombia: Alfaomega.
- Sánchez, C. (2013). *Diseño de alternativas técnicas la transformación del riego superficial por inundación a riego tecnificado modular. Caso de análisis. Ovalo Tunga, sistema de riego Mochahuachi* (tesina de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020). *Descarga de datos meteorológicos a nivel nacional*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Villalba, G., y Saldarriaga, J. (2005). Algoritmos de optimización combinatoria (AOC) aplicados al diseño de redes de distribución de agua potable. *Revista de ingeniería. Volumen (22)*. 118-125.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

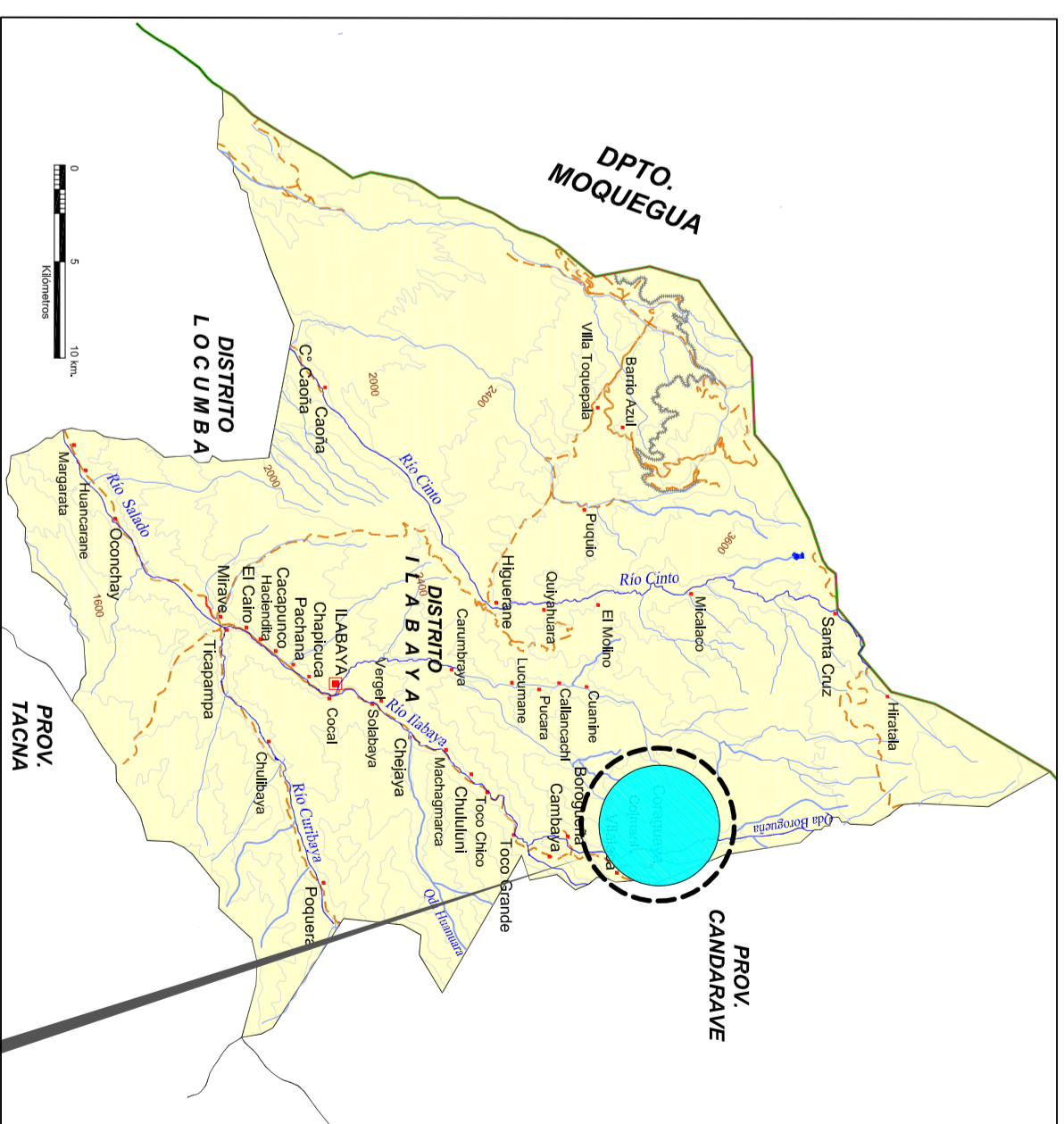
ANEXO 2: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

ANEXO 3: PLANO DE LA RED HIDRÁULICA DEL PROYECTO

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
P. GENERAL	O. GENERAL	H. GENERAL	V. INDEPENDIENTE		
¿Cómo la implementación de Cartas Balance permitirá mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento?	Implementar el uso de Cartas Balance para mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento.	La implementación de Cartas Balance permitirá mejorar la productividad en un proyecto de saneamiento.	Productividad en el proyecto	Optimización del trabajo	- Actividad - Tipo de trabajo - Tiempos
P. ESPECÍFICO	O. ESPECÍFICO	H. ESPECÍFICA	V. DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Es posible optimizar la productividad a partir de la distribución de tiempos por actividad y tipo de trabajo mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento?	Determinar la optimización de la productividad a partir de la distribución de tiempos por actividad y tipo de trabajo mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento.	La determinación de la optimización de la productividad a partir de la distribución de tiempos por actividad y tipo de trabajo mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento es efectiva para una mayor utilidad.	Cartas balance	Distribución de tiempos	- Actividad - Tipo de trabajo - Tiempos
¿Es posible medir la optimización de la productividad en función del TP, TC y TNC mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento?	Medir la optimización de la productividad en función del TP, TC y TNC mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento.	La medición de la optimización de la productividad en función del TP, TC y TNC mediante cartas balance en un proyecto de saneamiento permite un mayor control de costos y plazos.		TP, TC y TNC	- Desviación de costo - Desviación del plazo - HH Real / HH Presupuestada

ANEXO 2. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



DEPARTAMENTO	: TACNA
PROVINCIA	: JORGE BASADRE
DISTRITO	: LABAYA
AREA	: 3,894236 HAS
PERIMETRO	: 881,88 ML

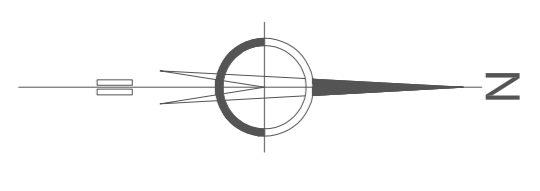
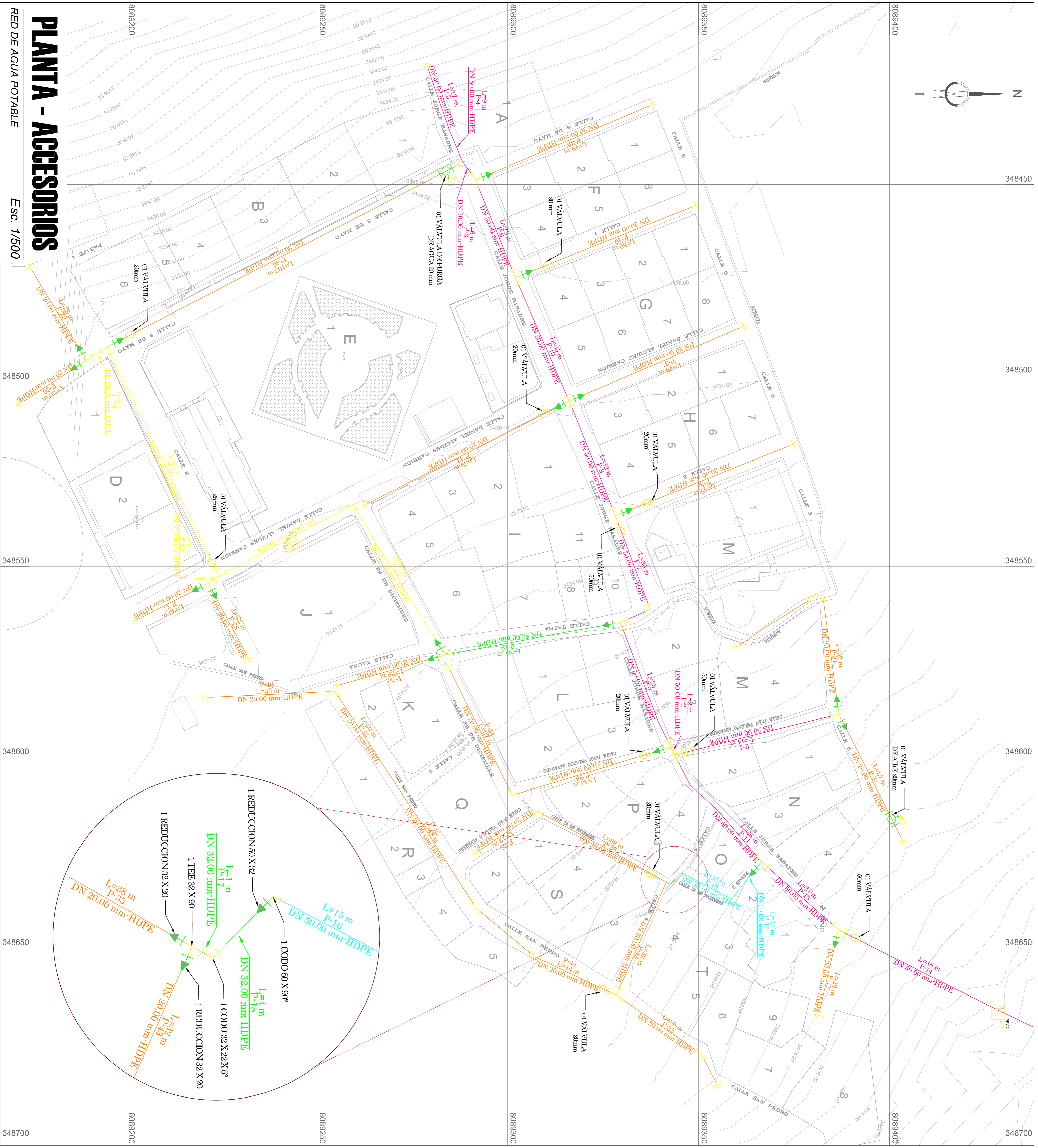
MEDIDAS PERIMÉTRICAS Y AREA		
PROYECTO	AREA (has)	PERIMETRO (ml)
CORAQUANA	3,894236	881,88

DATOS TECNICOS
CUADRO DE RECONSTRUCCION

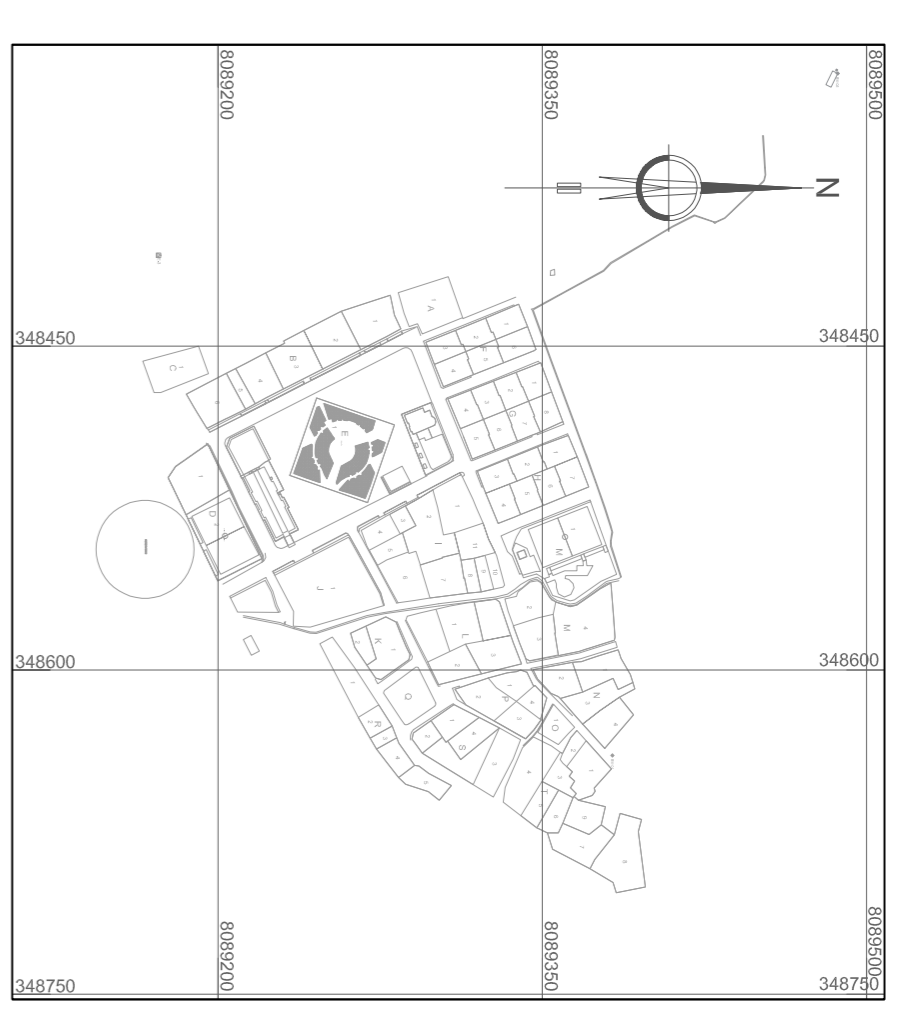
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	20,59	94°8'7"	348417,9377	8089306,3774
B	B-C	31,33	272°26'46"	348437,3317	8089313,2831
C	C-D	140,69	87°55'35"	348425,5718	8089342,3232
D	D-E	57,61	163°58'15"	348557,7973	8089390,3766
E	E-F	49,26	154°3'19"	348615,2709	8089394,3381
F	F-G	21,64	269°32'9"	348660,9470	8089375,8822
G	G-H	31,24	115°40'12"	348669,2160	8089395,8791
H	H-I	13,66	98°13'55"	348700,4095	8089397,6254
I	I-J	5,01	96°41'17"	348703,1182	8089384,2352
J	J-K	31,98	222°55'5"	348698,3552	8089382,6762
K	K-L	54,88	170°51'29"	348682,8697	8089354,6911
L	L-M	14,54	268°45'51"	348649,0045	8089311,5006
M	M-N	23,39	104°28'5"	348660,2543	8089302,2811
N	N-O	77,74	144°40'52"	348650,4180	8089281,0589
O	O-P	36,19	226°17'20"	348582,9670	8089242,4076
P	P-Q	72,36	129°37'12"	348574,2739	8089207,2730
Q	Q-R	53,17	165°58'49"	348509,0875	8089175,8690
R	R-A	146,60	93°45'41"	348457,0270	8089165,0848
TOTAL		881,88		2879'59'59"	

Sumo de triángulos (red) = 2880°00'00"

ANEXO 3. PLANO DE LA RED HIDRÁULICA DEL PROYECTO



PLANTA - ACCESORIOS
RED DE AGUA POTABLE
Esc. 1/500



PLANO CLAVE
CORAGUAYA
Esc. 1/3500

LEYENDA	
	SI-MBOLO DESCRIPCION
	Tee
	Codo de 45°
	Codo de 90°
	Tee
	VALVULA DE CIERRE
	Reduccion
	Cámara Reductora de Presion
	Valvula de Purga
	Valvula de Aire

METRADO DE TUBERIAS DE AGUA POTABLE			
Linea de aducción	Diámetro nominal (mm)	Longitud (m)	Total (m)
Proyectada	50 mm-HDPE	221.00	221.00
	50 mm-HDPE	357.60	357.60
	40 mm-HDPE	30.8	30.8
	32 mm-HDPE	57.20	57.20
	25 mm-HDPE	178.20	178.20
	20 mm-HDPE	979.00	979.00
Total:			1823.80

METRADO DE ACCESORIOS Y UNDA DE REDUCCION Y REDUCE			
VALVULA	TARON	CODO	ANGULO
3	1	3	1
1	-	1	2
-	-	3	1
6	17	11	1
-	-	3	4

"CARTAS BALANCE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN PROYECTO DE SANEAMIENTO"

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

RED DE AGUA POTABLE - ACCESORIOS
INGENIERIA
MAYO - 2022

ESPECIALIDAD
INGENIERIA

CODIGO