

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



INFORME DE TESIS:

“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LA INGENIERÍA DE MÉTODOS EN PARTIDAS CRITICAS DEL PROYECTO HIDRAULICO “SISTEMA DE RIEGO EN C.P. SAN PEDRO” - TACNA-2017”

PARA OPTAR

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Nersy Katherine Gutierrez Cruz

Bach. Edwin Javier Butrón Flores

Tacna – Perú

2018

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LA
INGENIERÍA DE MÉTODOS EN PARTIDAS CRITICAS DEL
PROYECTO HIDRAULICO “SISTEMA DE RIEGO EN C.P. SAN
PEDRO” - TACNA-2017”**

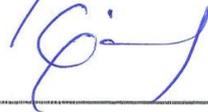
Tesis sustentada y aprobada el 20 de Abril del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



Dr. Edwin Martin Pino Vargas

SECRETARIO:



Ing. Fermin Garnica Tello

VOCAL:



Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

ASESOR:



Ing. Julio Gonzales Chura

Esta Tesis, la dedico a mis padres
y a mis hermanos que me supieron
apoyar en todo instante estando a mi
lado en los momentos buenos, malos
y adversos de esta etapa y finalmente
a mis profesores que me supieron guiar
_me enseñarme y ampliar mis conoci-
_entos dia tras dia durante todo el lapso
de la carrera.

Dedicado a Leslie.

By_ Gutierrez

Esta Tesis, la dedico a Dios por darme fuerzas
y energías en todo este momento y a mis
padres que a pesar de estar muy ocupados sus
consejos de aliento y apoyo siempre fueron
guía en mi camino sueños y convicciones, a
mis hermanos por ser un apoyo más de aliento,
y a todos mis profesores e ingenieros de la
universidad que con sus consejos o
experiencias dentro del aula fueron dándome
una idea de lo diverso y hermosa que es la
carrera de Ingeniería Civil. A cada uno de ellos
miles de gracias.

By_ Butron

Agradecemos infinitamente a nuestra casa de estudios la Universidad Privada de Tacna por forjarnos durante nuestra vida universitaria; a la Ing. Dina Cotrado Flores, al Ing. Enrique del Castillo Paredes y a nuestra asesor el Ing. Julio Gonzales Chura aportaron mucho para la elaboración de la presente tesis.

A nuestras Familias, ya que apostaron por nosotros en nuestra carrera profesional día a día, en las buenas y en las malas para poder ser profesionales exitosos.

ÍNDICE

	PAG.
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación e importancia	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Hipótesis	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes del estudio	6
2.2 Bases teóricas	7
2.3 Definición de términos	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo y Nivel de la investigación	35
3.2 Población y/o muestra de estudio	35
3.3 Operacionalización de variables	36
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	36
3.5 Procesamiento y análisis de datos	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	105
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	111

CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
ANEXOS	119

RESUMEN

El trabajo de Investigación Aplicada titulado: Mejoramiento de la Productividad aplicando la ingeniería de métodos en partidas críticas del Proyecto Hidráulico “Sistema de Riego en C.P. San Pedro”, tiene como objetivo mejorar la productividad aplicando la ingeniería de métodos en obras de Infraestructura Hidráulica. Este instrumento de Lean Construction adquiere tiempos cortos determinados (cada uno o dos minutos) que está ejecutando cada trabajador u obrero, las cuales son divididas en tres tipos: Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC). La cual se aplicó en la Construcción del Proyecto dando resultados favorables.

La investigación Aplicada tiene como tipo explicativo y exploratorio, de Nivel Aprehensivo, Diseño de Campo y Documental. La Población viene a ser el Centro Poblado de San Pedro de la Provincia de Candarave, en donde se adquirió como muestra el Proyecto: “Sistema de Riego” para investigar las partidas críticas de excavación, encofrado y concreto.

De la investigación aplicada al “Sistema de Riego en C.P. San Pedro”, se deduce que se alcanza mejorarla productividad. Esta optimización fue de S/. 36,971.85 que representa un 9,94% del costo directo. De igual manera se logra utilizar la carta balance en distintos proyectos y alcanzar resultados favorables en cuanto al mejoramiento de la productividad.

Palabras claves: Optimización de la Productividad, Carta Balance, Cursograma Analítico, Trabajo productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio.

ABSTRACT

The work of applied research entitled: Improvement of the productivity applying the engineering of methods in critical games of the hydraulic project "irrigation system in C.P. San Pedro", aims to improve the productivity by applying the engineering of methods in hydraulic infrastructure works. This Lean Construction instrument acquires specific short times (every one or two minutes) that each worker or laborer is executing, which are divided into three types: productive work (TP), contributory work (TC) and non-contributory work (TNC). Which was applied in the construction of the project giving favorable results.

The applied research has as explanatory and exploratory type, of apprehensive level, field design and documentary. The population comes to be the center populated of San Pedro of the province of Candarave, where it was acquired as a sample the project: "Irrigation System" to investigate the critical items of excavation, formwork and concrete.

From the current research applied to the "irrigation system in C.P. San Pedro", it is deduced that productivity can be improved. This optimization was of S/. 36,971.85 representing 9.94% of the direct cost. In the same way, the balance sheet can be used in different projects and achieve favorable results in terms of improving productivity.

Key Words: Productivity optimization, chart Balance, analytical Cursograma, productive work, contributory work and non-contributory work.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ejemplos de los tipos de trabajos.....	10
Tabla 2	Símbolos usados en el Cursograma analítico.....	26
Tabla 3	Símbolos del Estudio de Métodos.....	27
Tabla 4	Formato de Cursograma Analítico.....	29
Tabla 5	Operacionalización de variables.....	36
Tabla 6	Tipos de Trabajo en la Partida de Excavación Manual.....	43
Tabla 7	Cuadrilla de Trabajo de Excavación.....	44
Tabla 8	Porcentaje de la Partida de Excavación - Progresiva Km 0+150.....	45
Tabla 9	Observaciones de la Partida de Excavación.....	46
Tabla 10	Porcentaje de la Partida de Excavación - Progresiva Km 0+175.....	47
Tabla 11	Porcentaje de Excavación Cuadrilla en Progresiva Km 0+150.....	48
Tabla 12	Nivel General de Actividad de Excavación.....	49
Tabla 13	Nivel General de Actividad de Excavación en Porcentaje.....	49
Tabla 14	Porcentaje de Excavación Cuadrilla en Progresiva Km 0+175.....	51
Tabla 15	Velocidad de la cuadrilla de excavación.....	52
Tabla 16	Resultado de Optimización del TNC de la cuadrilla de Excavación.....	52
Tabla 17	Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Excavación.....	53
Tabla 18	Productividad de la Cuadrilla de Excavación.....	53
Tabla 19	Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+150.....	54
Tabla 20	Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+175.....	54
Tabla 21	Cursograma Analítico en Estudio.....	55
Tabla 22	Cursograma Analítico Propuesto.....	56
Tabla 23	Tipos de trabajos en la partida de Encofrado.....	58
Tabla 24	Cuadrilla de Trabajo de Encofrado.....	59
Tabla 25	Porcentaje de la Partida de Encofrado - Progresiva Km 0+150.....	61
Tabla 26	Observaciones de la Partida de Encofrado.....	62
Tabla 27	Porcentaje de la Partida de Encofrado - Progresiva Km 0+175.....	63
Tabla 28	Porcentaje de Encofrado Cuadrilla en Progresiva Km 0+150.....	64
Tabla 29	Nivel General de Actividad de Encofrado.....	65
Tabla 30	Nivel General de Actividad de Encofrado en Porcentaje.....	65
Tabla 31	Porcentaje de Encofrado de la Cuadrilla en Progresiva Km 0+175.....	67
Tabla 32	Nivel General de Actividad de Encofrado.....	68
Tabla 33	Nivel General de Actividad en Porcentaje de Encofrado.....	68
Tabla 34	Velocidad de la cuadrilla de encofrado.....	68
Tabla 35	Resultado Optimización TNC de la cuadrilla de Encofrado.....	69
Tabla 36	Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Encofrado.....	69
Tabla 37	Productividad de la Cuadrilla de Encofrado.....	69

Tabla 38	Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+150.....	70
Tabla 39	Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+175.....	70
Tabla 40	Cursograma Analítico en Estudio de Encofrado.....	71
Tabla 41	Cursograma Analítico Propuesto de Encofrado.....	72
Tabla 42	Tipos de Trabajos en la Partida de Vaciado.....	74
Tabla 43	Cuadrilla de Trabajo de Vaciado de canal.....	75
Tabla 44	Porcentaje de la Partida de Vaciado - Progresiva Km 0+150.....	77
Tabla 45	Observaciones de la Partida de Vaciado.....	78
Tabla 46	Porcentaje de la Partida de Vaciado - Progresiva Km 0+175.....	80
Tabla 47	Tiempo y (%) de todos la cuadrilla en la Progresiva Km 0+150.....	81
Tabla 48	Nivel General de Actividad de Vaciado.....	82
Tabla 49	Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje.....	82
Tabla 50	Tiempo y (%) de todos la cuadrilla en la Progresiva Km 0+175.....	84
Tabla 51	Nivel General de Actividad de Vaciado.....	85
Tabla 52	Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje.....	85
Tabla 53	Velocidad de la Cuadrilla de Vaciado.....	86
Tabla 54	Productividad de la Cuadrilla de Vaciado.....	86
Tabla 55	Resultado Optimización TNC de la cuadrilla de Vaciado.....	86
Tabla 56	Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Vaciado.....	86
Tabla 57	Actividad de la 1er Cuadrilla.....	88
Tabla 58	Actividad de 2da Cuadrilla.....	88
Tabla 59	Tipos de trabajos en la partida de Vaciado en Ladera.....	90
Tabla 60	Cuadrilla de Trabajo de Vaciado de canal.....	91
Tabla 61	Porcentaje de la Partida de Vaciado en Prog. KM 1+200 y KM 1+550...	93
Tabla 62	Observaciones de la Partida de Vaciado en la Prog. 1200 y 1550.....	94
Tabla 63	Porcentaje de la Partida de Vaciado en Prog. KM 1+200 y KM 1+550...	95
Tabla 64	Porcentaje general de cuadrillas Prog. Km 1+200,1+1550 –Estudio.....	96
Tabla 65	Nivel General de Actividad de Vaciado –En Estudio.....	97
Tabla 66	Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje.....	97
Tabla 67	Porcentaje Gral. Cuadrilla Prog. Km 1+200, Km 1+1550 Propuesto.....	99
Tabla 68	Nivel General de Actividad de Vaciado – Propuesto.....	100
Tabla 69	Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje.....	100
Tabla 70	Velocidad de la Cuad. de Vaciado en Prog. KM 1+200 y KM 1+550.....	101
Tabla 71	Productividad de Cuad. de Vaciado en Prog. KM 1+200 y KM 1+550.....	101
Tabla 72	Resultado Optimización TNC de la cuadrilla de Vaciado.....	101
Tabla 73	Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Vaciado.....	101
Tabla 74	Actividad de 1er Cuadrilla.....	102
Tabla 75	Actividad de 2da Cuadrilla.....	102
Tabla 76	Cursograma Analítico en Estudio de Vaciado.....	103
Tabla 77	Cursograma Analítico Propuesto de Vaciado.....	104

Tabla 78	Ahorro por product. de la mano de obra en la partida de excavación... 105
Tabla 79	Ahorro por product. de la mano de obra en la partida de encofrado.... 105
Tabla 80	Ahorro por product. de la mano de obra en la partida de Vaciado 1.... 105
Tabla 81	Ahorro por product. de la mano de obra en la partida de Vaciado 2.... 106
Tabla 82	Ahorro por Balanceo de cuadrillas – Vaciado 1..... 106
Tabla 83	Ahorro por Balanceo de cuadrillas – Vaciado 2..... 106
Tabla 84	Ahorro total por la Optimización..... 106
Tabla 85	General de Resumen Optimización por Tipo de Trabajo..... 107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de Conversión Convencional.....	9
Figura 2	Evolución de la Productividad laboral de la M.O. durante el día.....	11
Figura 3	Evolución de la Productividad laboral durante la Semana.....	12
Figura 4	Curva de Productividad en Mejora.....	13
Figura 5	Curva de Productividad en Disminución.....	14
Figura 6	Principales categorías de pérdidas de Productividad.....	17
Figura 7	Relación entre los factores que afectan la Productividad.....	19
Figura 8	Ejemplo de Diagrama de Flujo en la Partida de Solaqueo.....	30
Figura 9	Esquema de Ingeniería de Métodos.....	31
Figura 10	Ejemplo de Carta Balance de la Partida de Concreto.....	32
Figura 11	Línea de tiempo de Lean Construction.....	33
Figura 12	Línea de tiempo de Lean Construction.....	33
Figura 13	Concepto de la Producción como transformación.....	34
Figura 14	Diagrama del Procedimiento de Recolección de Datos.....	37
Figura 15	Diagrama del Procedimiento del Análisis de la Información.....	38
Figura 16	Mapa Satelital del Centro Poblado San Pedro.....	38
Figura 17	Sectorización en Tres Vistas.....	39
Figura 18	Sectorización (Vista 1)	40
Figura 19	Sectorización (Vista 2)	40
Figura 20	Sectorización (Vista 3)	41
Figura 21	Distribución del Personal.....	41
Figura 22	Excavación Manual del Terreno.....	42
Figura 23	Diagrama de Flujo de Excavación.....	44
Figura 24	Resultado Final carta balance Prog. Km 0 + 150.....	49
Figura 25	Resultado final carta balance Prog. Km 0 + 175.....	52
Figura 26	Encofrado de Madera.....	57
Figura 27	Diagrama de Flujo de Encofrado.....	59
Figura 28	Resultado final carta balance Prog. Km 0 + 150.....	65
Figura 29	Resultado final carta balance Prog. Km 0 + 175.....	68
Figura 30	Vaciado de mezcla de concreto.....	73
Figura 31	Diagrama de Flujo de Vaciado de Canal.....	75
Figura 32	Resultado final carta balance Prog. Km 0 + 150.....	82
Figura 33	Resultado final carta balance Prog. Km 0 + 175.....	85
Figura 34	Vaciado de mezcla de concreta ladera.	89
Figura 35	Diagrama de Flujo de Vaciado de Canal.....	91

Figura 36	Resultado carta balance – Prog. KM 1+200 y KM 1+550 – Estudio.....	97
Figura 37	Resultado carta balance - Prog. KM 1+200 y KM 1+550 – Propuesto..	100
Figura 38	Optimización de Excavación.....	107
Figura 39	Optimización de Encofrado.....	108
Figura 39	Optimización de Vaciado.....	109

INTRODUCCION

El trabajo de investigación Aplicada busca mejorar la Productividad (En las cuadrillas, velocidad, trabajos productivos) y reducir (Trabajos No Contributivos) al recurrir al instrumento del Lean Construction - Carta Balance; escogiendo como muestra un proyecto de Sistema de Riego en C.P. San Pedro.

La justificación económica al mejorar la productividad será el disminuir sus costos, dando así una considerable utilidad a la empresa. Por otro lado para la justificación social es comprender que no se quiere que el trabajador u obrero haga trabajos más rígidos, sino más bien en una manera más inteligente mostrándoles sus errores en las técnicas constructivas.

La estimulación en abarcarse a este proyecto radica en cómo parte encargada de la obra se comprendía en proporcionar un excelente avance, por lo tanto se empleó como instrumento a la Carta Balance para así obtener más verificación del trabajo de las cuadrillas. La importancia de este trabajo de investigación aplicada reside en la utilidad para diversos proyectos que se encuentran en investigación de cómo mejorar la productividad, logrando alcanzar una utilidad considerable generada por los costos.

La estructura del presente trabajo de investigación aplicada constituye de cinco capítulos que se expondrán a continuación:

El Capítulo I Planteamiento del Problema: Presenta la descripción en cómo y dónde se produjo el problema a investigar, de igual manera, la formulación, la justificación e importancia, los objetivos e hipótesis.

El Capítulo II Marco Teórico: Constituye los antecedentes del estudio de esta investigación en la cual se hallaron diferentes tesis concernientes al trabajo; también bases teóricas en el cual se define la información que establece el soporte del presente trabajo de investigación. De la misma forma, definiciones de términos en el cual detallan ciertos significados claves.

El Capítulo III Marco Metodológico: Proyecta el tipo, nivel de la investigación; la Operacionalización de variables, elección de la población y/o la muestra de estudio

a utilizar y las técnicas e instrumentos para la recolección de datos de esta investigación.

El Capítulo IV Resultados: Aquí es donde se estudian las partidas críticas y se obtienen los resultados de la investigación.

En el Capítulo V se detalla la discusión acerca de los resultados encontrados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En un consenso en que la inversión, pública como privada, establece uno de los principales motores para el desarrollo económico y social del país. Específicamente, la inversión que se da en la infraestructura permite mantener un crecimiento económico, elevar la optimización de productividad y competitividad, y así poder ampliar distintos servicios públicos en beneficio de la población.

La inversión pública busca, por un lado, aumentar el capital físico y humano para elevar el nivel de productividad y competitividad de los agentes económicos (por ejemplo, la inversión en Obras Hidráulicas o en Carreteras). Por otro lado, permite incrementar la calidad de los servicios públicos para mejorar las condiciones de vida de la población.

Con el tiempo en la Provincia de Candarave se viene dando el desarrollo de distintas Construcciones Hidráulicas mediante el Fondo de Desarrollo Candarave. Entre ellas el “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE CONDUCCION DE RIEGO DE LA SECCION ZACAPATARANI EN EL C.P. SAN PEDRO, DISTRITO DE CANDARAVE, PROVINCIA DE CANDARAVE - TACNA”.

Dado que el entorno del trabajo observado en campo, conlleva muy poco tiempo para analizar los procedimientos y las metodologías, que acomode óptimamente al personal; los administradores de la obra prefieren afrontar las faenas de trabajo usando soluciones similares de obras anteriores, muchas veces laborando por prácticas anteriores en diferentes obras.

Es donde justificamos la aplicación de Metodologías como Ingeniería de métodos (Cursograma Analítico y Carta Balance) en la construcción, para la optimización de frentes y recursos (mano de obra, equipos y materiales), y optimización de la productividad en los procesos de cada partida crítica de la Infraestructura Hidráulica.

Por medio de las Cartas de balance se puede describir formalmente el proceso de una operación en la construcción, de una manera detallada; además permite comentar el método usado para verificar si es el más adecuado o se debería cambiar por otro, ya que se tiende a determinar la cantidad de obreros (mano de obra) más adecuada para cada cuadrilla, y a la vez obtener importante información para un análisis de los rendimientos de cada trabajador.

Es mediante esta herramienta que se hará el diagnóstico inicial de la forma de trabajo de las partidas críticas para proponer las mejoras y tener una optimización adecuada correspondiente, que garantice una mejor performance de cada una de las actividades estudiadas y que repercutan en la ejecución de todo el proyecto.

La optimización de los recursos de la Obra es afectada por demoras internas y por demoras del sistema, como un miembro del grupo (trabajador o máquina) esperando que otro miembro termine su parte del trabajo. Esto trae retrasos y durante el mejoramiento del canal de Riego, se tuvo participación en el control y rendimiento en el desarrollo de los distintos frentes de trabajo, las cuales son fundamentales para culminar el desarrollo y finalización total de la obra.

Dicho sea de paso, debido al desconocimiento de esta metodología, optamos por aplicarlo dentro de los procesos de partidas críticas que se desarrollan durante la construcción de la Obra Hidráulica.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿En qué medida se incrementa la Productividad con la aplicación de la Ingeniería de Métodos en el proyecto Hidráulico?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo optimizar la productividad con la aplicación del estudio del trabajo de métodos en obras de Infraestructura Hidráulica?
- ¿En qué medida incrementa la utilidad del proyecto, con la utilización de la Ingeniería de Métodos?

1.3. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

El presente trabajo de Investigación Aplicada se justifica con el hecho de que, mediante la productividad de los recursos, en especial de la mano de obra, es un tema ampliamente conocido por sus efectos en el avance y costo de las faenas de construcción.

Sin embargo, en nuestro país no se ha desarrollado un método de evaluación y control periódico que permita detectar las fluctuaciones de rendimiento del personal de terreno, y por ende de la mayoría de los demás recursos.

Dado que la realidad nacional del trabajo de construcción en terreno, atribuye muy poco tiempo para revisar los procedimientos y metodologías usadas, y para disponer óptimamente del personal. Lo cual no significa que la utilización de la Carta Balance, Cursograma Analítico hagan trabajar más duro al personal de obra sino de que en una manera más inteligente haciéndole ver sus fallas en los procesos constructivos.

En la propuesta planteada de utilizar la Carta Balance y Cursograma Analítico, además de aumentar la productividad de los procesos constructivos evaluados, se obtendrá las pérdidas de los Trabajos No Contributorios.

El análisis de operaciones por medio de una carta de balance y Cursograma Analítico han sido empleados por muchos años en la Ingeniería, para estudiar la eficiencia de las combinaciones hombre-máquina.

a) Justificación Económica

La justificación económica se refiere que al optimizar la mano de obra y el material se podrán lograr reducir los costos de la obra, dando una mayor utilidad a la empresa.

b) Justificación Social

La justificación social se refiere que al utilizar la Carta Balance implica que no se le haga trabajar más duro al personal de obra sino más bien de una manera más inteligente haciéndole ver sus fallas en los procesos constructivos.

c) Justificación Ambiental

La justificación ambiental en la propuesta planteada además de lograr una optimización en la productividad de los procesos constructivos analizados, se consiguió disminuir, con la eliminación de Trabajos No Contributorios (pérdidas, esperas, viajes, tiempo ocioso, etc.), el impacto ambiental que se habría creado, debido a los desperdicios adicionales que se tendieron a ocasionar.

El uso de las herramientas de Carta Balance y Cursograma Analítico también es aplicable en diferentes obras de diferente rubro de construcción como el caso de puentes, obras viales, etc. El presente trabajo de investigación no cuenta con limitaciones ya que se busca lograr el incremento de la Productividad.

En esta oportunidad se aprovechará en mostrar su aplicabilidad en la industria de la Construcción en la obra de "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE CONDUCCION DE RIEGO DE LA SECCION ZACAPATARANI EN EL C.P. SAN PEDRO, DISTRITO DE CANDARAVE, PROVINCIA DE CANDARAVE - TACNA", gracias a los datos obtenidos en campo como parte de la Aplicación de la Metodología propuesta.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la productividad aplicando la ingeniería de métodos en obras de infraestructura Hidráulica.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar la ingeniería de métodos para mejorar adecuadamente los procesos en las actividades críticas del proyecto.

- Determinar la metodología a utilizar para optimizar los recursos en las actividades críticas.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPOTESIS GENERAL

La Productividad mejorará aplicando la Ingeniería de Métodos.

1.5.2. HIPOTESIS ESPECÍFICOS

- Con el estudio del trabajo y la ingeniería de métodos se incrementará la productividad.
- Existe un método que sea económico para incrementar la productividad aplicando la ingeniería de métodos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. A Nivel Internacional

Chile- Empresa constructora DELTA, HELMUT STERHR

Según el gerente general de la Empresa Constructora Delta, Herlmut Sterhr, la tecnología es un factor predominante para lograr una mejor productividad, aunque a su opinión su aplicación aún no se da de forma intensiva.

(Véliz Flores, 2014). Así mismo sugiere que producto de componentes artesanales, en faenas muy importantes, podría estar aminorando la productividad en el sector construcción.

Con esta cita, Sterhr da a entender a que la tecnología, no solo logra ser vista como maquinaria sino que también como aplicaciones de técnicas que podrían ser ventajosas para identificar los factores que generan pérdidas en la ejecución de obras.

Colombia - La productividad en la obra Metropolitan Busines Park, Luengas (2011)

Se conoce que el sector de la construcción es uno de los componentes más significativos en la economía y por ende en el desarrollo de un país. No obstante, la experiencia mundial indica que a pesar de esto, existen problemas reiterativos de baja productividad, escasa calidad, alta tasa de accidentes, incumplimientos de plazos y presupuestos establecidos entre otros.

En Colombia, el conocimiento de la teoría Lean o metodología de construcción sin perdidas es reciente, y a la fecha obras como el Metropolitan Business Park en ciudades de Bucaramanga, y otras desarrolladas en las ciudades de Bogotá, Medellín y Manizales vienen implementando estos principios con el propósito de lograr que las causas principales que afectan los rendimientos se puedan implementar en un plan de acción que pueda disminuirlos o eliminarlos.

2.1.2. A Nivel Nacional

- En el estudio de Ghio, V. (2001). A principios de 1999, un grupo de alumnos de la Pontificia Universidad Católica, bajo la asesoría del Dr. Virgilio condujeron una investigación del nivel de productividad en obras de construcción en Lima (Flores, Salizar, Torres, 1999). Este autor indica que para controlar las horas hombre se necesita de un taredor que diariamente realice esta tarea. También se consigue encargar la labor a los capataces.
- Chávez, J. y Cruz, C. (2014). Presentan una investigación para exponer diversas mejoras que se obtienen utilizando conocimientos y metodologías de la filosofía Lean Construction en Obra, mejorando la productividad, el costo y acatamiento del Cronograma de cumplimiento de tareas ejecutadas por miembros de la Entidad ejecutante.

Se muestra un estudio de productividad realizado a una actividad de vaciado de concreto fluido, mediante la herramienta de “Carta Balance”. Proponen procedimientos claros y directos para el acrecentamiento de la productividad de dicha partida.

- Vilca Uzategui, M. (2014). Presenta un trabajo para optimizar la productividad en tres tareas más distintivas de la arquitectura de un proyecto como: el solaqueo, el tarrajeo y el enchape. Analizó cada una de estas tareas puntuales por medio de Cartas de Balance o Cartas de equilibrio de cuadrilla para hallar la optimización de ejecutar cada una de éstas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ESTUDIO DE MÉTODOS:

2.2.1.1. DEFINICIÓN

Consiste en una serie de técnicas del estudio de métodos y de medición del trabajo con la finalidad de reducir los tiempos ociosos y muertos en cada actividad productiva.

2.2.1.2. OBJETIVOS

El estudio de Trabajo tiene por finalidad:

- Reducir el contenido del trabajo del producto.
- Reducir el contenido del trabajo del procedimiento.
- Reducir el tiempo improductivo.
- El empleo de controles a través del estudio del trabajo no es caro u oneroso.

2.2.1.3. PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar la actividad (trabajo) o procedimiento a estudiar.
2. Registrar por observación directa utilizando formatos preestablecidos.
3. Registrar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, el lugar donde se lleva a cabo, el orden o secuencia en que se ejecuta, quienes lo ejecutan, métodos empleados, si las distancias horizontales y verticales son apropiadas.
4. Idear el método más económico tomando en cuenta todas las condiciones y restricciones.
5. Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que lleva hacerlo.
6. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en cualquier momento.
7. Implantar el nuevo método como practica general aceptada con el tiempo fijado.
8. Mantener en uso la nueva practica mediante procedimientos de control ordenados.

Dentro de las ocho etapas mencionadas están involucradas las técnicas de estudio de métodos y de medición del trabajo debidamente interrelacionadas.

Las técnicas de registro que emplea la ingeniería de métodos son: Los gráficos y los diagramas.

2.2.2. PRODUCTIVIDAD:

El concepto de productividad abarca la eficiencia (la razón entre la producción real obtenida y la esperada, lo cual se resume como una buena administración de los recursos, sean estos materiales, humanos, tiempo), y la efectividad o capacidad (cumplimiento o logro de los objetivos propuestos). En estos tiempos de competitividad, para obtener una alta productividad se debe alcanzar una alta eficiencia y alta efectividad.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{RESULTADOS}}{\text{ESFUERZOS}} = \frac{\text{CANTIDAD PRODUCIDA}}{\text{RECURSOS EMPLEADOS}}$$

De lo anterior se infiere que la productividad es una combinación de la eficiencia y la efectividad, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con el uso de los recursos.

La productividad está agrupada a un proceso de transformación donde ingresan recursos para producir un bien material, estos recursos atraviesan un proceso para obtener el producto final.

En la construcción, los principales recursos empleados en los proyectos son:

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinaria y equipos

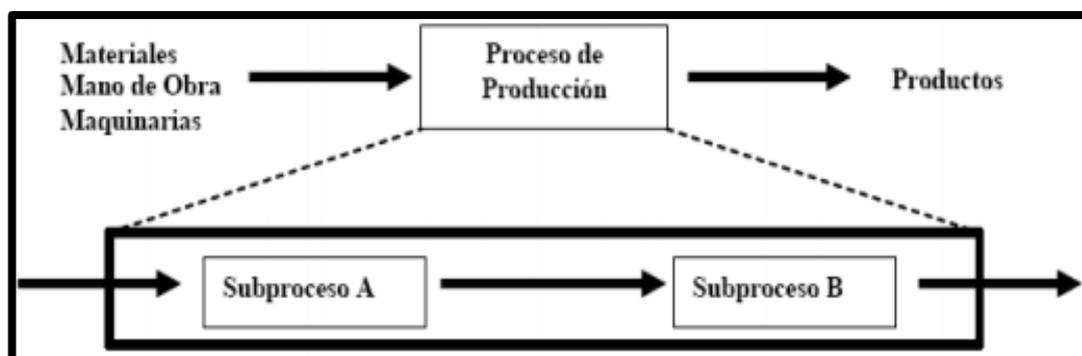


Figura 1: Proceso de Conversión Convencional

Fuente: Libro de Koskela (2000)

2.2.2.1. TIPOS DE TRABAJO

- **TRABAJO PRODUCTIVO (TP):** Es aquel trabajo que contribuye de manera directa a la producción y/o productividad.

Ejemplo en partidas:

- Concreto: El vaciado, vibrado y acabado.
- Encofrado: Colocación de formas de madera o metal, puntales, refuerzo con grapas en el encofrado, alambres y/o clavos, desencofrado.

- **TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC):** Es el trabajo de soporte. Este es ejecutado para poder realizar el trabajo productivo, sin embargo no contribuye valor alguno.

Ejemplo en partidas:

- Concreto: Mantener los depósitos.
- Encofrado: Sostener el encofrado (formas y/o paneles, puntales, etc.) entretanto que otro lo asegura.

- **TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC):** Aquel trabajo que no contribuye valor e importe y a la vez es considerado como una pérdida.

Ejemplo:

- Ir a los servicios higiénicos.
- Conversar.

Tabla 1: Ejemplos de los Tipos de Trabajos

TP	TC	TNC
Vaciar Concreto	Transporte de material	Viajes
Asentar ladrillos	Recibir o dar instrucciones	Limpieza
Habilitar acero	Limpieza	Descanso
Colocar Cerámico	Corte de cerámicos	Esperas
Pintado de muros	Preparación de Mezcla	Trabajo Rehecho

Fuente: Propia

2.2.2.2. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

Según Cerdas Esquivel, C. (2012), La mano de obra es quizás el recurso más importante dentro de la construcción, pues de ella depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos y a ella corresponde el trabajo que, finalmente, construye los proyectos.

También es un factor crítico puesto que existe el componente del comportamiento humano, el cual es tan poco predecible. Por lo tanto para lograr un proyecto exitoso es necesario alcanzar niveles de actividades altos de la mano de obra; para esto es necesario que estén presentes tres elementos básicos:

- El “deseo” del trabajador para realizar un buen trabajo, lo cual se obtiene mediante la motivación y satisfacción del personal.
- El “conocimiento”, fundamental para la realización de un buen trabajo, que está relacionado con la capacitación y entrenamiento del personal.
- La “capacidad” de llevar a cabo el trabajo, donde una buena administración tiene un papel importante y debe realizar sus funciones de una manera eficiente y eficaz.

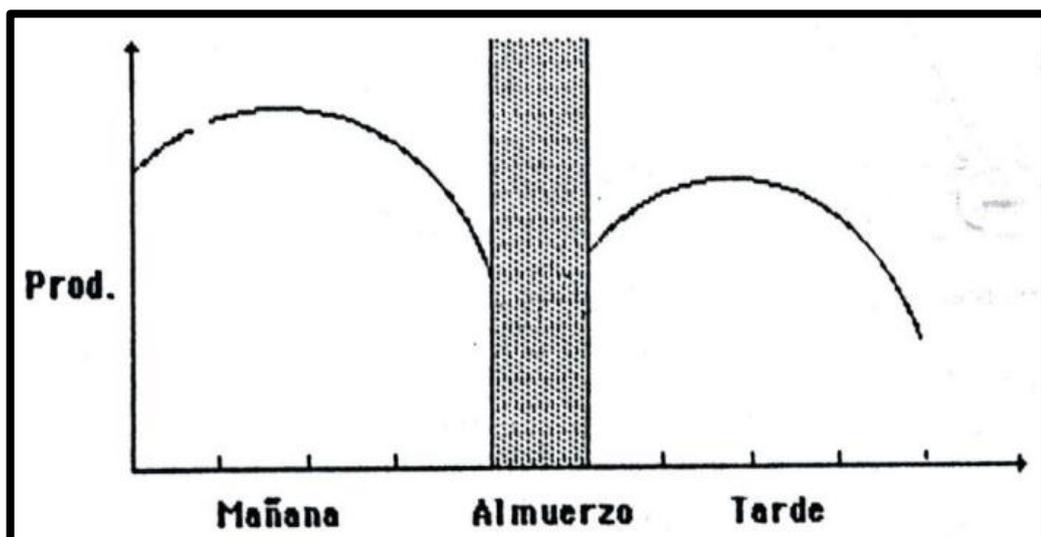


Figura 2: Evolución de la Productividad laboral de la Mano de Obra durante el día

Fuente: Revista Ingeniería de Construcción, N°8, Enero-Junio 1990

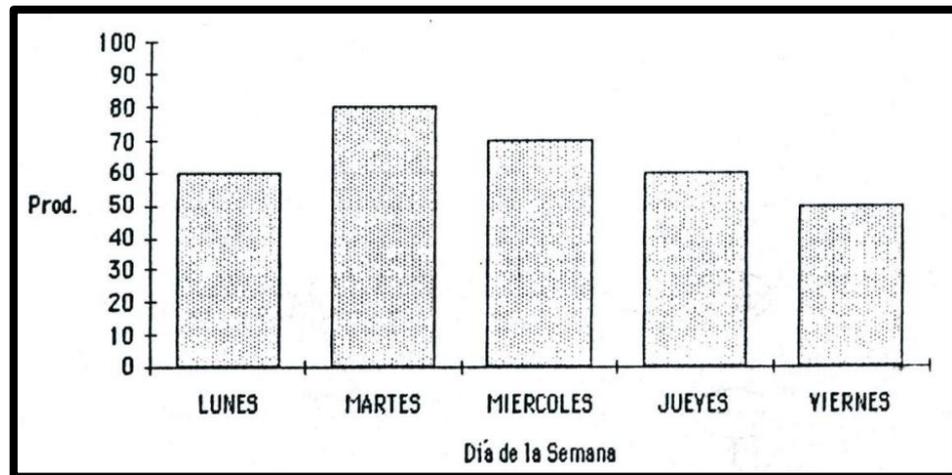


Figura 3: Evolución de la Productividad laboral durante la semana.

Fuente: Revista Ingeniería de Construcción, N°8, Enero-Junio 1990

2.2.2.3. PRODUCTIVIDAD DEL MATERIAL

Se entiende a la utilización de una cantidad de material por unidad de producción. Esto quiere decir, por ejemplo en el menor empleo de mortero por metro cuadrado (m²) tarrajado. Ello se logra teniendo superficies por tarrajear con mejor alineamiento y mejor calidad de ladrillo permitiendo un espesor más uniforme. Se logra cuando el operario produce menos desperdicio del material.

2.2.2.4. PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO

En la producción de un tractor D8R en terreno limo arcilloso (corte del terreno): 2500 m³ con un operador medio.

Insumo = Equipo (1D8R = 1 máquina x 10 horas: 10 horas – equipo (HM)

Productividad = 2500 m³ / 10 HM

Productividad: 250 m³ / HM

Si queremos aumentar la productividad del equipo se alcanza a hacer, poniendo un operador más experto ó con el mismo operador medio tener un tractor más nuevo y eficiente que permite un mayor uso del mismo. En este caso suponemos que el tractor produce 3000 m³ de corte en material limo arcilloso, tenemos:

Productividad = 3000 m³ / 10HM

Productividad = 300 m³ / HM

2.2.2.5. CURVAS DE PRODUCTIVIDAD

Según Serpell, A. (1990). La curva de productividad es una gráfica que permite observar de manera más clara los resultados que arroja el I.S.P (informe semanal de producción). Se realiza una curva de productividad por partida.

Por ejemplo, La curva de productividad de encofrado de losa, o curva de productividad de vaciado de muros. En el eje de las abscisas se coloca los días y en el eje de las ordenadas se coloca los rendimientos obtenidos en cada día.

Observaciones:

- La curva de productividad también alcanza a usarse exponiendo la velocidad (en vez del rendimiento) que tiene la cuadrilla día a día.
- Cuando la actividad en estudio tiene muchos días en la cual es ejecutada, se recomienda pasar la unidad de tiempo en las abscisas de día a semanas, así el gráfico se hace más fácil de interpretar.

A continuación, se observa el grafico que debería mostrarse en una obra si la actividad en estudio se encuentra en mejora:

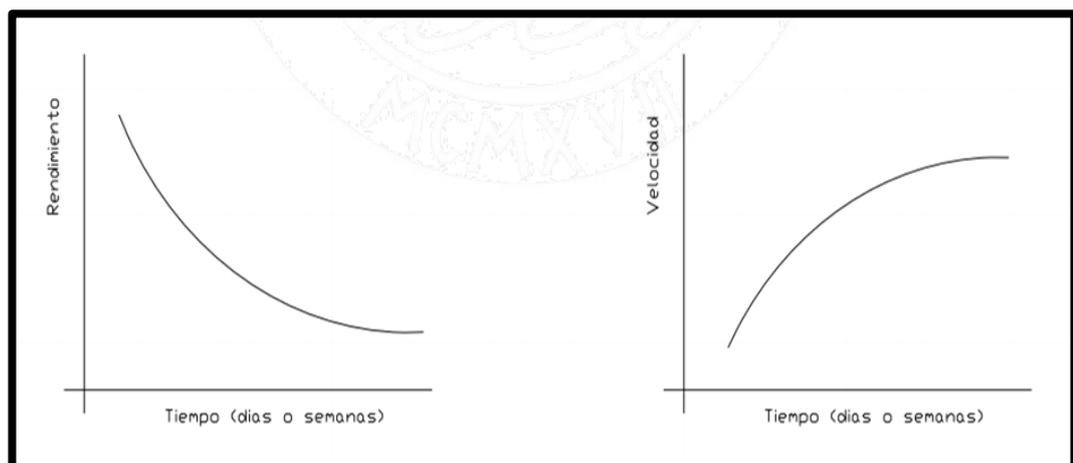


Figura 4: Curva de productividad en Mejora

Fuente: Libro Lean Construction de Koskela (1992)

Mientras que, en la siguiente imagen se observa que en la actividad la producción está en disminución y es necesario iniciar realizar un acompañamiento riguroso de la actividad:

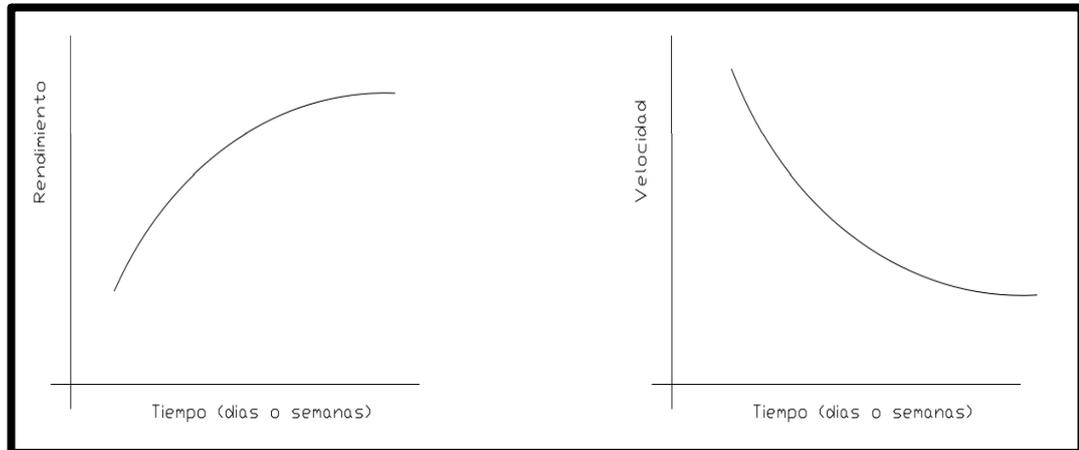


Figura 5: Curva de productividad en Disminución

Fuente: Libro Lean Construction de Koskela (1992)

2.2.3. PRINCIPALES PÉRDIDAS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Las principales pérdidas detectadas en los procesos de producción son los siguientes:

a) TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS

Cualquier actividad que no genere valor y que entre en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor.

- Viajes excesivos

Causas:

- Insuficiencia en el flujo de materiales.
- Cuadrillas Sobredimensionadas.
- Mal diseño de la instalación de faenas
- Problemas de aprovisionamiento de materiales
- Rutas poco claras.
- Instrucciones poco claras.

- Tiempo ocioso

Causas:

- Actitud del Trabajador.
- Cuadrillas Sobredimensionadas.
- Falta de Supervisión.

- Esperas, Detenciones

Causas:

- Cuadrillas Sobredimensionadas.
- Planificación a corto plazo inexistente.
- Métodos de trabajo inadecuados.
- Accidentes.
- Conflictos laborales.
- Chequeo deficiente del trabajo previo.
- Coordinación entre cuadrillas.
- Espera de equipos y maquinaria.
- Espera de materiales.
- Traslado a otras áreas de trabajo.
- Comienzos Tardíos, Términos Tempranos.
- Esperando instrucciones.
- Insuficiencia en el flujo de materiales.

- Trabajo Rehecho

Causas:

- Trabajos mal realizados.
- Cambios en los diseños y en los planos.
- Mala Calidad de los trabajos.

- Trabajos Inefectivos

Causas:

- Inventar Trabajo.

b) TRABAJOS CONTRIBUTORIOS

Trabajo de apoyo. Debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta valor.

- Transporte Manual

Causas:

- Insuficiencia en el flujo de materiales.
- Falta de programación.

- Mediciones

Causas:

- Las diferentes tareas de encofrado y colocación de acero, cuando las piezas a ser acopladas se encuentran en desorden, se propicia el retaceo de las piezas para completar cierto elemento o la continúa búsqueda de aquellas que se adapten a las medidas de la pieza faltante; así se incrementa el número de mediciones para la ejecución de las actividades.

- Aseo o Limpieza

Causas:

- La falta de cuadrillas en trabajos de limpieza forma que las cuadrillas deban destinar a uno o más de sus integrantes para su ejecución.
- La mala distribución del personal en obra, junto a una mala planificación origina que el personal sin actividades fijas para el día ocupe su tiempo en la limpieza, sin importar su rango.

- Instrucciones

Causas:

- La información que llega a los trabajadores es incompleta, provocando que estos soliciten continuamente indicaciones sobre la misma para poder realizar su tarea.



Figura 6: Principales categorías de pérdidas de productividad.

Fuente: “Administración de Operaciones de Construcción”

Alfredo Serpel (SERPEL)

2.2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE PÉRDIDAS

- Cuadrillas Sobredimensionadas

Se refiere al exceso de trabajadores en áreas de trabajo reducidas, siendo necesario que una parte de la cuadrilla avance, para que el resto de ella pueda iniciar su trabajo.

- Falta de Supervisión

Cuando el profesional responsable del control de la producción en la obra descuida su función se tiende a generar momentos de inactividad.

- Insuficiencias en el Flujo de Trabajo

Un mal suministro por parte de los proveedores, alcanza traer consigo grandes problemas en el progreso de los procesos; aquí es donde viene la importancia de tener un buen sistema de administración de recursos en cada proyecto.

- Mala distribución de instalaciones en obra

Un mal abastecimiento por parte de los proveedores, alcanza en traer grandes dificultades en el desarrollo de los procesos; en este punto radica la importancia de tener un buen sistema de administración de recursos en cada proyecto.

- Falta de manejo de Campo

La deficiente coordinación entre cuadrillas independientes.
Los inconvenientes con los rendimientos disparejos.

- Actitud del Trabajador

Los obreros rara vez ejecutan un avance mayor del que se les indica, ya sea porque no se le premia por el esfuerzo dado, o quizás por la comodidad del tiempo determinado en sus trabajos, o porque al culminar un trabajo se le indicaría la realización de otro trabajo a efectuarse.

- La falta de calidad

La escasa capacitación hacia los obreros u personal trabajando en obra.
La falta de supervisión durante la ejecución de los trabajos en obra.

- Desperfectos en los trabajos ya ejecutados.

Deficiente coordinación entre actividades.

- Variaciones en los diseños

La falta de compatibilidad entre planos de obra.

- Labores tardíos

El manejo excesivo de diferentes materiales, herramientas y equipos antes de su utilización.

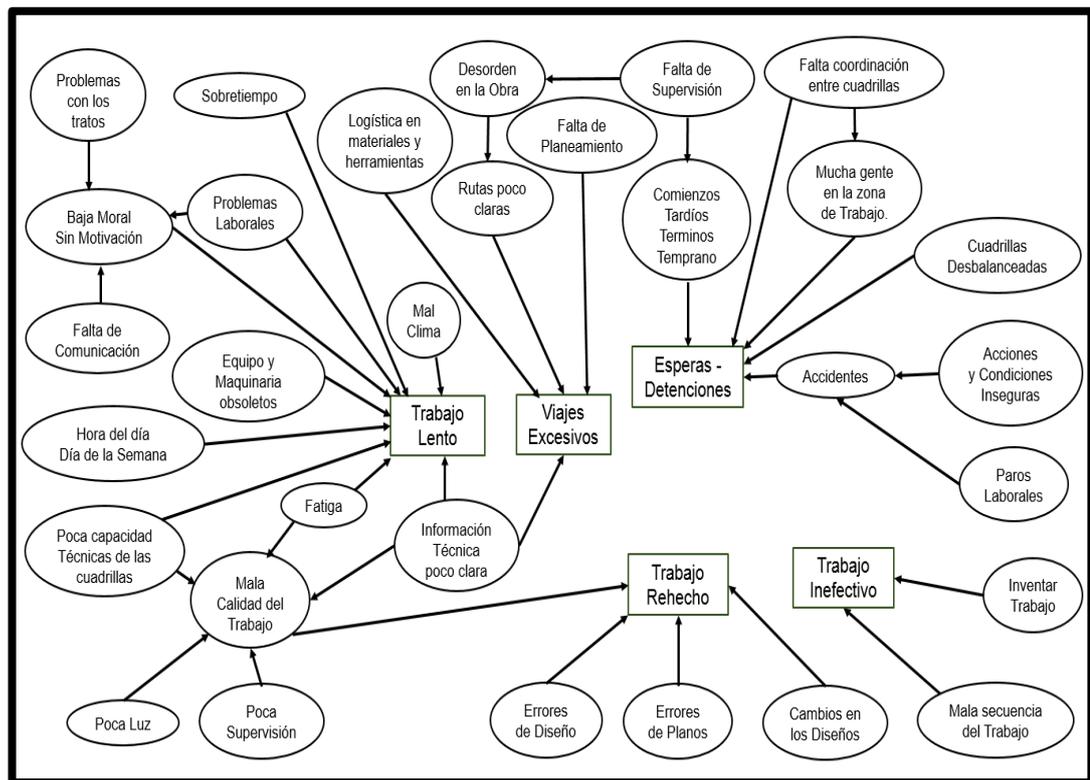


Figura 7: Relación entre los factores que afectan la Productividad.

Fuente: Revista Ingeniería de Construcción, N°8, Enero-Junio 1990.

2.2.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE MATERIALES Y EQUIPOS

- Desconocimiento Técnico

El problema de falta de conocimiento y capacitación técnica en los obreros es el principal motivo de la mala utilización de los recursos en terreno. La capacitación del maestro de obra y obreros es un medio que reporta numerosos beneficios a un bajo costo, verificándose ahorros inmediatos por mejor uso de equipos y materiales.

- Mala planificación del uso de recursos

La falta de planificación se traduce en atrasos, aumento de costos y variaciones de calidad. En todas las obras analizadas se ha observado que no cuentan con sistemas de planificación de recursos a corto plazo, y que el principal motivo de detenciones que arguyen los capataces es el mal

aprovisionamiento de materiales adecuados. Los materiales llegan tarde, en cantidad y calidad insuficientes. Algo similar ocurre con maquinaria y equipos. También hay deficiencias en las redes de distribución de energía y asignación de espacio, en casos que haya limitaciones en terreno.

2.2.4. PARÁMETROS DE PRODUCTIVIDAD: VELOCIDAD, RENDIMIENTO Y MEDICIONES DE LOS TIPOS DE TRABAJO

2.2.4.1 VELOCIDAD

Según Ghio, V. (2001). Es la cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo es:

$$\text{VELOCIDAD} = \frac{\text{PRODUCCIÓN}}{\text{DÍA}}$$

Ejemplo: Un par de obreros encofradores tienden a llegar a encofrar todos los días 42.5m², con lo cual habrían de tener una velocidad de 42.5m²/día.

2.2.4.2 RENDIMIENTO

Comúnmente se usan exactamente las palabras rendimiento y productividad, sin embargo es trascendental esclarecer que el rendimiento es determinado como lo opuesto de la productividad, es decir:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{ESFUERZOS}}{\text{RESULTADOS}} = \frac{\text{HORAS HOMBRE}}{\text{PRODUCCION}}$$

Las herramientas de control de la mano de obra deben incluir, dentro de la información que nos entregan para cada partida, lo siguiente:

- Las Horas-hombre consumidas durante la semana.
- Las Horas-hombre acumuladas hasta la fecha.
- Las Horas-hombre totales asignadas a la partida en cuestión en el presupuesto inicial de obra.

Ejemplo: Una cuadrilla de encofradores de losa que a la culminación de la obra utilizaron una cantidad de recursos de 6980 horas-hombre, llegando a encofrar 14,540 m², que tendría un rendimiento de 0.48 hh/m².

2.2.4.3 MEDICIONES DE LOS TIPOS DE TRABAJO

Conforme Ghio, V. (2001). Son aquellas mediciones en las que se establecen el diseño de los métodos constructivos con mucho interés los cuales se ejecutarán, de igual manera facilitaran la cuantificación de cada cuadrilla el porcentaje del Trabajo Productivo, Trabajo Contributivo y Trabajos No Contributorios.

Así mismo la optimización de la productividad planteado por el Dr. Virgilio Ghio podrá mejorar algunos cambios en las técnicas constructivas y afirmará la producción de la mayor eficiencia, conforme a evaluaciones continuas numéricas de las técnicas constructivas. Constan dos maneras para medir los tiempos de trabajo:

- **Nivel General de Actividad de Obra**

Esta medición es realizada de manera fortuita. Se entiende que la persona que está realizando esta medición transite en su totalidad de esta u observe desde un lugar estratégico que pueda abarcar toda el área. Al observar a un obrero, se deberá anotar a cual cuadrilla pertenece, y a la vez que tipo de trabajo está realizando como un Trabajo Productivo, Trabajo Contributivo o Trabajos No Contributorios. Es importante para lograr un buen resultado que se trabaje de manera estricta en la utilización de definiciones de cada condición de forma permanente.

- **Actividades puntuales y Carta Balance**

La medición de actividad puntual se concentra en una tarea determinada. Esta medición es ejecutada en un lugar determinado, para así visualizar el trabajo completo. Quiere decir establecer el tiempo que se le dedicara a cada tarea dentro de un trabajo.

Las mediciones serán de gran ayuda al poder comprender sobre la sucesión constructiva que se estaba ejecutando, investigar mejorar el proceso, ver la probabilidad de implantar nuevas transformaciones tecnológicas, indicar los

porcentajes de trabajo de tiempo. Este último ayudara a poder saber la cantidad adecuada de trabajadores por cuadrilla, con la meta de mejorar los rendimientos.

En esta medición se requiere anotar el tiempo de cada trabajador (Operario, Oficial y Peón) por cada minuto.

Al iniciar cada medición se establece al trabajador el tipo de tarea que está ejecutando en el momento que se le ha visualizado.

2.2.5. CARTA BALANCE

La carta Balance o carta de equilibrio de cuadrilla es un método que comienza con datos estadísticos, puntualiza de manera minuciosa el proceso de un trabajo, buscando su mejora.

Según Serpell, A. (1990). La carta de balance es una representación gráfica que calcula el tiempo en minutos en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que están interviniendo en la tarea. Los recursos están figurados por barras que se subdividen en el tiempo de acuerdo a sucesiones de tareas estimando también los trabajos no Contributivos. Esto ayudará que la sucesión constructiva sea comprensible ya que posteriormente se mejore en su optimización el proceso que se encuentra estudiando.

“El propósito de este método es considerar la capacidad del método constructivo utilizado, más que la capacidad de los trabajadores, no pretendiendo obtener un trabajo más rígido, más bien haciéndolo de una manera más inteligente o efectiva.”

Serpell sintetiza que en determinación no es imponer a los trabajadores para que trabajen rígidamente y efectúen las tareas que no les competen, más bien nos indica manejar los procedimientos o maneras de trabajo a categorías más eficaces de tiempo y costos.

Mejorando la utilidad de la cuadrillase propone estas formas: Designar labores a los trabajadores, cambiarla envergadura de la cuadrilla transformando en su totalidad el proceso constructivo para así lograr una mejor capacidad en el desarrollo del trabajo desarrollado. Con la finalidad de desarrollar el trabajo productivo y reducir trabajos no contributivos.

La importancia en sí y a tener en cuenta es focalizar hacia la disminución de los tiempos no productivos, dicho de otra forma acrecentar el rendimiento y la posición del trabajo existente.

El significado de eficacia se entiende a lograr con los pocos recursos más productividad, en la mano de obra se entiende que el tiempo será un factor primordial. La finalidad de proponer optimizar la eficacia de cualquier partida del proyecto de construcción (excavación, encofrado, vaciado de canal, etc.) es ejecutarlo de manera en la cual se forma tal que se manejen pocos recursos y se alcance la misma meta inicial.

Para optimizar la eficacia en una actividad en específica manejan distintas herramientas, en si es fundamental percatarse de cada uno de los por menores que se presenten en la actividad, la técnica constructiva empleada, la clase de material, dimensión de la cuadrilla, el trabajo no Contributorio como el tiempo de espera, traslado de materiales, entre otros.

Para el empleo de carta balance se toma los siguientes procedimientos:

1. Determinar los tiempos en que se ejecuta cada proceso.
2. Conseguir las velocidades en cada procedimiento.
3. Registrar las demoras y esperas en el procedimiento.
4. Reconocer los diferentes trabajos que optimicen la productividad.
5. Añadir los progresos en el procedimiento.
6. Volver a calcular el tiempo y la velocidad para el procedimiento.

2.2.5.1 MEDIDAS DE APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE

a) NÚMERO DE TRABAJADORES

La cantidad de los trabajadores que conforman cada actividad a ser medida está sujeta al tipo de actividad que este siendo ejecutada. Se entiende que al intentar hacer mediciones con demasiadas cantidades de trabajadores resultaría datos confusos.

Por otro lado, no se quiere decir que la cantidad de trabajadores sean pocos, porque no expondrían la situación en que se encuentra la cuadrilla. Para esto es

recomendable averiguar una considerable cantidad del personal con el fin de que sea factible un buen relleno de la totalidad de los cuadros de la carta balance.

b) PERIODO DE LA MEDICIÓN

Para poder lograr cantidades estadísticamente legítimas, se requiere que se abarcan partidas con mayor número de tiempo viable. Pero también es correcto de que hay partidas en las cuales no abarcan toda la jornada de trabajo, por el mismo modo que tienen un modo repetitivo que estas tienen; también hay otros trabajos que cambian las clases de trabajos que se ejecutan en el día. Como el caso de la cuadrilla de encofradores, que en al empezar la jornada laboral ellos desencofran para que en las últimas horas ellos puedan encofrar. Cierta sugerencia en relación:

- En trabajos con mayores incidencias en el presupuesto (excavación, encofrado y vaciado) estos trabajos se toman desde que inicia la jornada hasta su culminación. En el caso de la cuadrilla de vaciado hay veces que suele comenzar a las 8am y culminar a las 12m, esto quiere decir que la carta balance deberá de iniciar desde las 8am hasta su culminación que es a las 12pm. La carta balance expondrá qué trabajos ejecuta la cuadrilla antes de que empiece el vaciado.

c) CANTIDAD DE MEDICIONES

En cada trabajo es recomendable que se tomen diferentes mediciones para que sea más verídico. Se sugiere hacer no menos de dos mediciones por cada trabajo, si hay gran diferencia en los resultados alcanzados en las dos mediciones, se tendrá en cuenta iniciar una tercera medición. Evidentemente, que varias cantidades de mediciones, los resultados serán fiables. Es trascendental decir en cuando se ejecute las mediciones es preferible que no tenga ninguna anomalía en la cuadrilla, entendiendo que cuando se tome las mediciones la cuadrilla este trabajando en iguales condiciones como se trabaja a diario, no es recomendable iniciar con la carta balance si es que un día ha faltado un trabajador, o también que estén trabajando solo a media jornada. Esto quiere decir, que cada medición tomada deberá estar en la misma situación.

La finalidad de la Carta Balance es estudiar que la cuadrilla esté correctamente balanceada asimismo estudiando la eficacia del método de construcción ejecutado.

Busca de manera eficaz un trabajo de manera más inteligente, mas no pretender que el trabajador se esfuerce su trabajo más rígidamente.

2.2.6. CURSOGRAMA ANALITICO

Es un diagrama que expresa el recorrido de un producto o procedimiento, marcando todos los hechos sujetos a través de símbolos que pertenezcan.

- **Cursograma de Operario:** Es un diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- **Cursograma de material:** Es un diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.
- **Cursograma de equipo:** Es un diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

También es conocido como diagrama de flujo, la cual se refiere a la "sucesión de los hechos en un proceso", de acuerdo a que se simboliza gráficamente la ordenación en que suceden la operación, inspección, transporte, esperas y el almacenamiento durante un procedimiento, y abarca información adicional, de la misma manera que la distancia recorrida y el tiempo preciso.

Como es mucho más detallado, el Cursograma no abarca, por lo general tantas operaciones por hoja como es el caso del sinóptico, de modo que se acostumbra establecer un Cursograma aparte para cada pieza importante de un ensamblado.

Es de gran utilidad para saber los detalles visuales a mayor precisión de las actividades que se encuentran en procedimiento, es por eso que a continuación se precisa las cinco actividades elementales que consiguen desarrollar el procedimiento:

- **OPERACIÓN:** Indica las principales fases del trabajo. En lo general, la pieza, materia o producto en estudio, se modifica durante la operación.
- **INSPECCIÓN:** Se comprueba la calidad, cantidad o ambas.
- **TRANSPORTE:** Expresa movimientos de los recursos (mano de obra, materiales y equipo).

- ESPERA: Expresa la demora en la ejecución de la actividad; por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono de cualquier objeto hasta que se necesite.
- ALMACENAMIENTO: Expresa el depósito de un objeto en un almacén donde sea recibido, en una forma de autorizar o donde se guarda con fines de referencia.

Tabla 2: Símbolos usados en el Cursograma analítico.

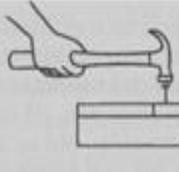
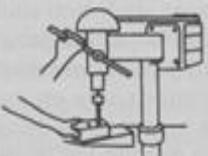
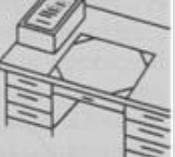
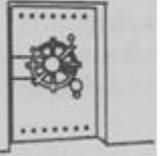
	Operación	Cambiar
	Inspección	Verificar
	Demora	Esperar
	Transporte	Mover
	Almacenaje	Proteger

Fuente: Propia

- 1) Con la representación gráfica de los hechos se obtiene una visión general de lo que sucede y se entienden más fácilmente tanto los hechos en si como su relación mutua.
- 2) Los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo. Aun cuando el capataz y los obreros no estén al tanto de las técnicas de registro, comprenden que un gráfico o diagrama con muchos símbolos de “espera” o “transporte” indica la necesidad de introducir modificaciones en los métodos de trabajo.
- 3) Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. No deberán hacerse de memoria, sino a medida que se observa el trabajo.

- 4) Los Cursograma basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud.

Tabla 3: Símbolos del Estudio de métodos.

ACTIVIDAD	EJEMPLO		
OPERACION 	 Clavar	 Agujerear	 Mecanografiar
TRANSPORTE 	 Por carro	 Por aparejo	 A mano
INSPECCION 	 Control de cantidad y/o de calidad	 Lectura de indicador	 Lectura de un documento
ESPERA 	 Material en espera de ser procesado	 Trabajador en espera de ascensor	 Documentos en espera de clasificación
Almacena- miento 	 Almacenamiento a granel	 Depósito de productos terminados	 Archivo

Fuente: Ralph M. Barnes: Motion and time study

2.2.6.1. REGISTRADO DE LOS HECHOS CORRECTAMENTE

- a) El nombre del producto, material o equipo, con el número de dibujo.
- b) El trabajo que se realice, indicando claramente el punto de partida y término y si el método es el utilizado o el proyectado.
- c) El lugar en el que se efectúa la operación (fabrica, local, proyectos, etc.)
- d) El número de referencia del diagrama y de la hoja y el número de hojas.
- e) El nombre del observador y, en caso oportuno, el de la persona que aprueba el diagrama.
- f) La fecha del estudio.
- g) La clave de los símbolos empleados, por si acaso utilizan el diagrama posteriormente personas habituadas a símbolos distintos.
- h) Un resumen de la distancia, tiempo, y si es conveniente, costo de la mano de obra y de los materiales.

Tabla 4: Formato de Cursograma Analítico.

2.2.7. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama del flujo consta de tener un esquema ordenado de los trabajos, el cual nos permite observar con claridad la sucesión de las actividades a alcanzar y a fin de que se relacione cada trabajo con otro. Esto ayuda mantener una buena distribución, un buen orden y organización de la mano de obra.

Por ejemplo: Partida de Solaqueo

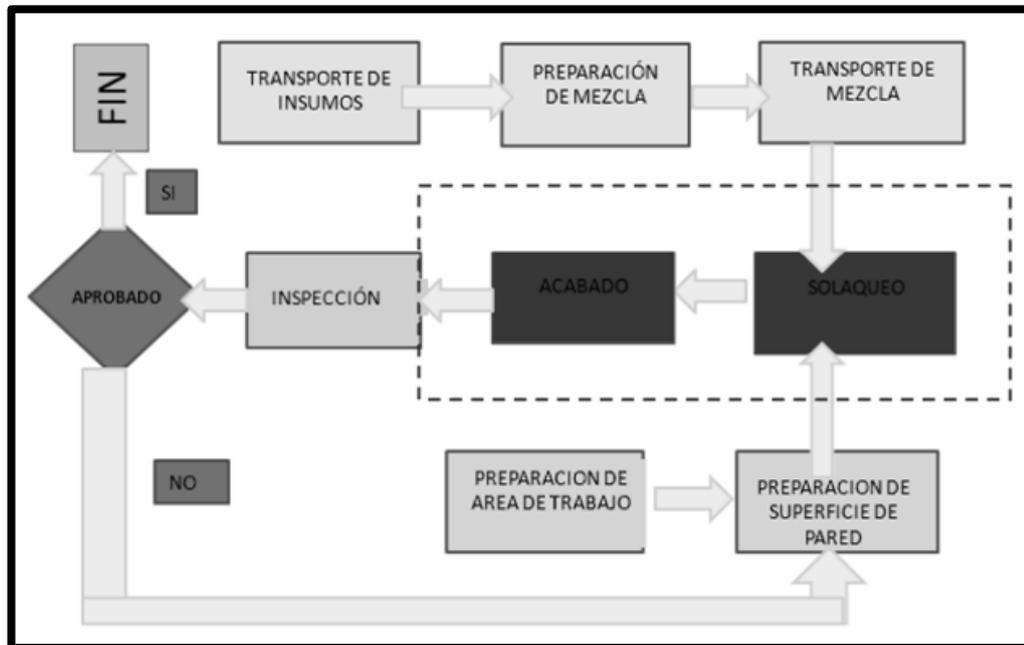


Figura 8: Ejemplo de Diagrama de flujo en la partida de solaqueo.

Durante el proceso del diagrama de flujo:

- Símbolos parecidos son numerados consecutivamente con una pequeña descripción a la derecha y (si se requiere) el tiempo o la distancia a la izquierda.
- Los recursos que integran al procedimiento se constituyen con una flecha entrando desde la izquierda.
- El inicio del diagrama se indica por una flecha que indica la entrada del elemento principal.
- El procedimiento primordial se dibuja hacia el lado derecho de la carta con los procedimientos secundarios a la izquierda, siendo ambos relacionados entre sí y uniéndose al tronco principal en el lugar donde ingresan los materiales o componentes.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 INGENIERIA DE METODOS

Es la técnica que se ocupa de acrecentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procura hacer más factible y lucrativa cada tarea.

En Construcción consiste en la optimización de los recursos (equipo, mano de obra y materiales). A fin de satisfacer las necesidades del producto en cantidad, calidad, tiempo y costo. Asegurando un proceso fluido y constante.

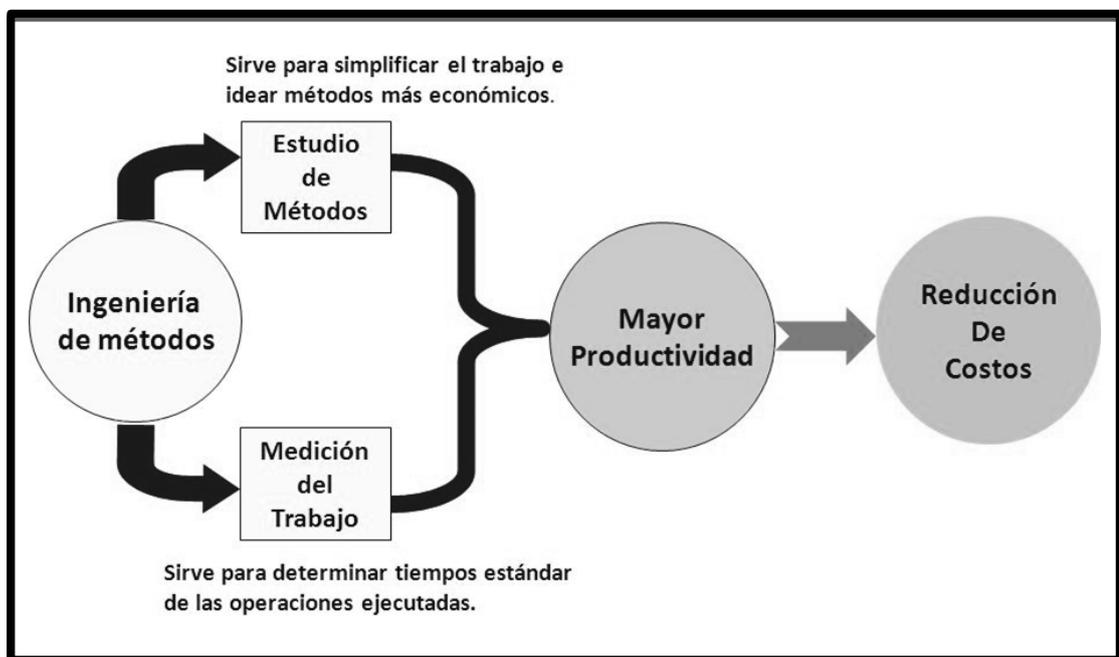


Figura 9: Esquema de Ingeniería de Métodos.

2.3.2 MODULARIZACION

Es la técnica que permite dividir un sistema de acuerdo a ciertas restricciones y principios de diseño así como una estrategia de desarrollo, gobernando las partes resultantes.

Es la tendencia de la industria de la construcción para realizar procesos repetitivos que permiten optimizar los recursos y la especialización de las cuadrillas.

2.3.3 CARTA BALANCE

Es una herramienta estadística que permite describir en forma detallada el proceso de UNA OPERACIÓN deconstrucción para buscar su optimización.

Para la toma de datos es preferible hacerlo de un tiempo corto (cada uno o dos minutos) del trabajo que realiza cada uno de los trabajadores. Estos trabajos están divididos en el Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio.

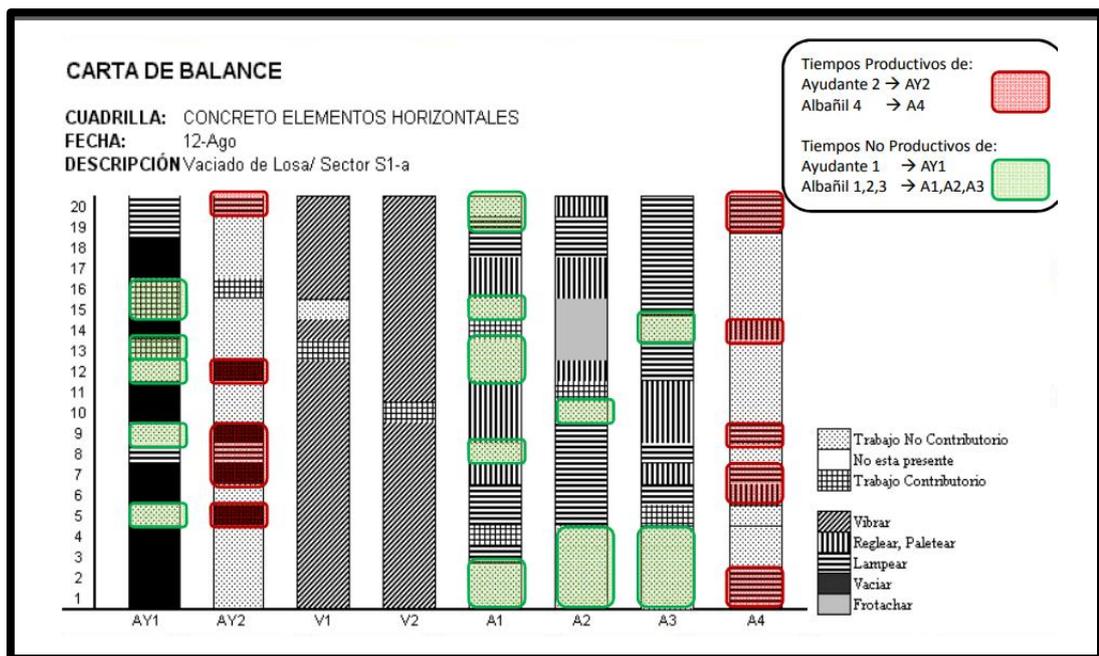


Figura 10: Ejemplo de Carta Balance de la Partida de Concreto.

2.3.4 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction va destinado a la administración de proyectos de edificación. Tiene como principio reducir la duración invertida en trabajos que no le agregan valor al producto final, es decir, reducir las pérdidas en los trabajos de construcción. Pérdidas que son el tiempo trabajado por obreros en diligencias que el cliente del proyecto no está dispuesto a pagar.

Se entiende que extiende el valor y disminuye las pérdidas que existen en las construcciones, por medio de la utilización de métodos adecuados al incremento de la productividad de los métodos constructivos.

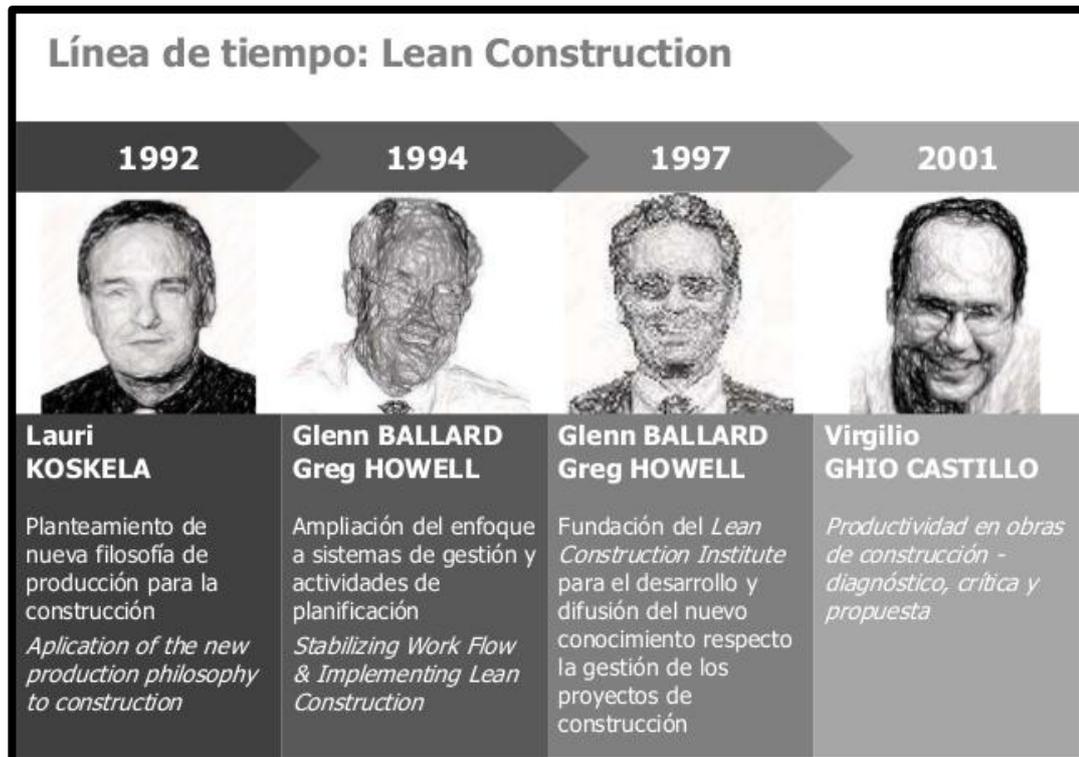


Figura 11: Línea de tiempo de Lean Construction

Fuente: Godenzi Ortiz, Javier (2014)



Figura 12: Línea de tiempo de Lean Construction

Fuente: Godenzi Ortiz, Javier (2014)

2.3.5 CURSOGRAMAS

Es un diagrama que permite representar y determinar gráficamente si la descripción de los procedimientos es completa, si hay indicios de errores, omisiones, superposiciones de tareas a fin de subsanarlos y lograr procedimientos más eficientes.

2.3.6 LEAN PRODUCTION

Una manera óptima de plantear un procedimiento en manera en que se pueda complacer las necesidades del beneficiador. Entre sus planteamientos, implanta diversas medidas como la disminución de pérdidas, donde son determinadas de modo que no contribuye en la actividad a la generación del producto que se espera conseguir. El buen resultado de estas dos certificará la eficacia en la producción.

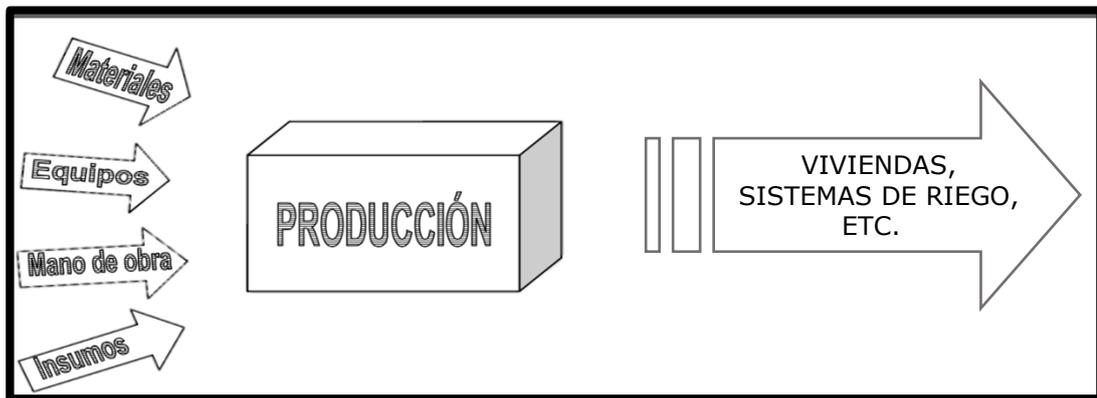


Figura 13: Concepto de la Producción como transformación.

2.3.7. CUADRILLA

Es un grupo de trabajadores consignados a realizar una tarea determinada en la construcción u obra.

2.3.8. SECTORIZACION

Es una división de la zona de trabajo en partes iguales. Aplicando el concepto de “divide y vencerás”, se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina frente y será el avance diario para cada una de las actividades.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación se ha planificado buscando lograr los objetivos del estudio. Un diseño cuidadoso del estudio es primordial para estipular la calidad de la indagación presente.

Para hacer el estudio explicativo hay que tener en cuenta el comportamiento de la variable dependiente en función a las variables independientes. Por otra parte, este tipo de investigación permite comprender e interpretar del porqué de la baja productividad de los rendimientos, a fin de encontrar las causas del problema para obtener respuestas a las interrogantes planteadas y comprobar la hipótesis de investigación.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a un nivel Aprehensivo que implica el analizarla Infraestructura Hidráulica para llegar a una conclusión del porque la baja productividad en los rendimientos; y un nivel Integrativo cuyo objetivo es evaluar los costos de los proyectos y así evitar que se incrementen por la baja productividad aplicando la ingeniería de métodos.

3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

En lo que respecta a población sería el Proyecto: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE CONDUCCION DE RIEGO DE LA SECCION ZACAPATARANI EN EL C.P. SAN PEDRO, DISTRITO DE CANDARAVE, PROVINCIA DE CANDARAVE - TACNA".

Las muestras son las distintas actividades críticas que se dan en obra y se determinaran por medio del Diagrama de Gantt: las partidas de Excavación, Encofrado, Vaciado de concreto en la Proyecto Hidráulico.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5: Operacionalización de variables.

Variables	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
La Ingeniería de Métodos.	Técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo.	Proyecto Hidráulico	Horas - Hombre Costo/Beneficio
Productividad	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.	Desempeño	Rendimiento
Margen de ganancia	Indica la rentabilidad de un producto, servicio o negocio. Es expresado en porcentaje.	Rentabilidad	Utilidad

Elaboración: Propia

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para las distintas estrategias se utilizaron:

- Definiciones de la carta balance estableciendo el Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio.
- Formatos de carta balance, Cursograma Analítico y Diagramas de Flujos.
- El expediente técnico del Proyecto.
- Cronómetro de mano.

De la misma manera:

- Se aplicaron diferentes definiciones alcanzados en el curso de Costos y Presupuestos.
- Se hizo uso de los gráficos de barras y la estadística.

3.4.2. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

A fin de recolectar datos en campo se utilizó:

- Fichas de observación.
- Lista de control.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

En el siguiente gráfico, se muestra la secuencia para hacer la recolección de datos:



Figura 14: Diagrama del Procedimiento de Recolección de Datos.

Fuente: Propia

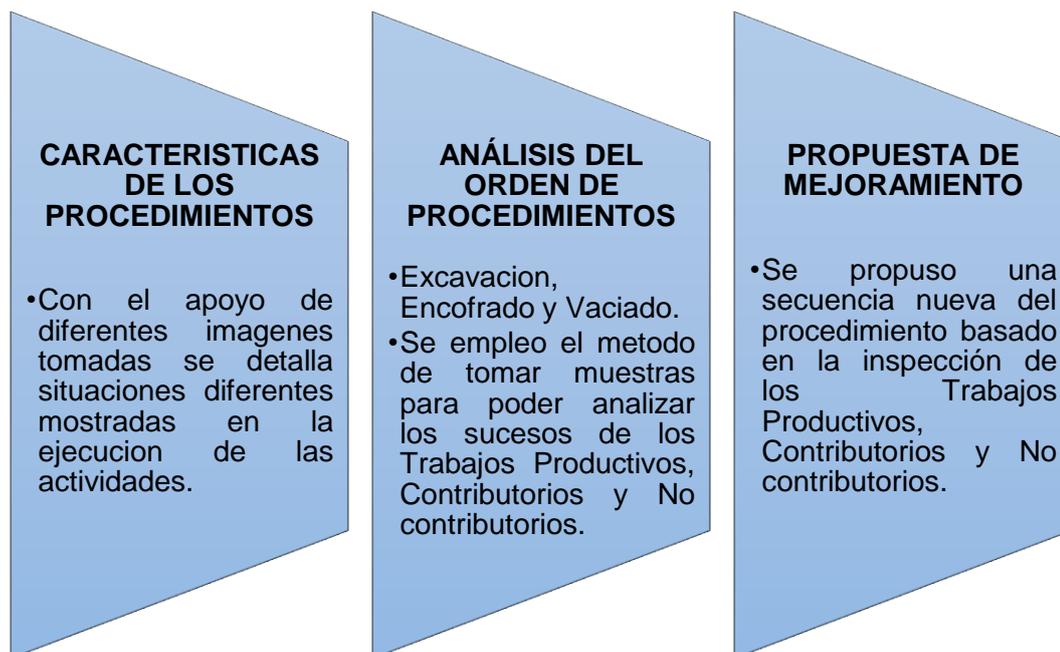


Figura 15: Diagrama del Procedimiento del Análisis de la Información.

Fuente: Propia

3.5.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO

El proyecto el cual se ejecutó el estudio del presente trabajo de investigación es un Sistema de Conducción de Riego, ubicado en la Sección Zacapatarani en el Centro Poblado de San Pedro, Distrito de Candarave, Provincia de Candarave y Departamento de Tacna.

Esta obra se inicia dentro del Centro Poblado San Pedro y se expande por la ladera del cerro aledaño.



Figura 16: Mapa Satelital del Centro Poblado San Pedro.

Fuente: Google Maps

3.5.1.1. SECTORIZACIÓN

El Proyecto “Sistema de Conducción de Riego de la Sección Zacapatarani en el C.P. San Pedro” se encuentra dividida de la manera siguiente:

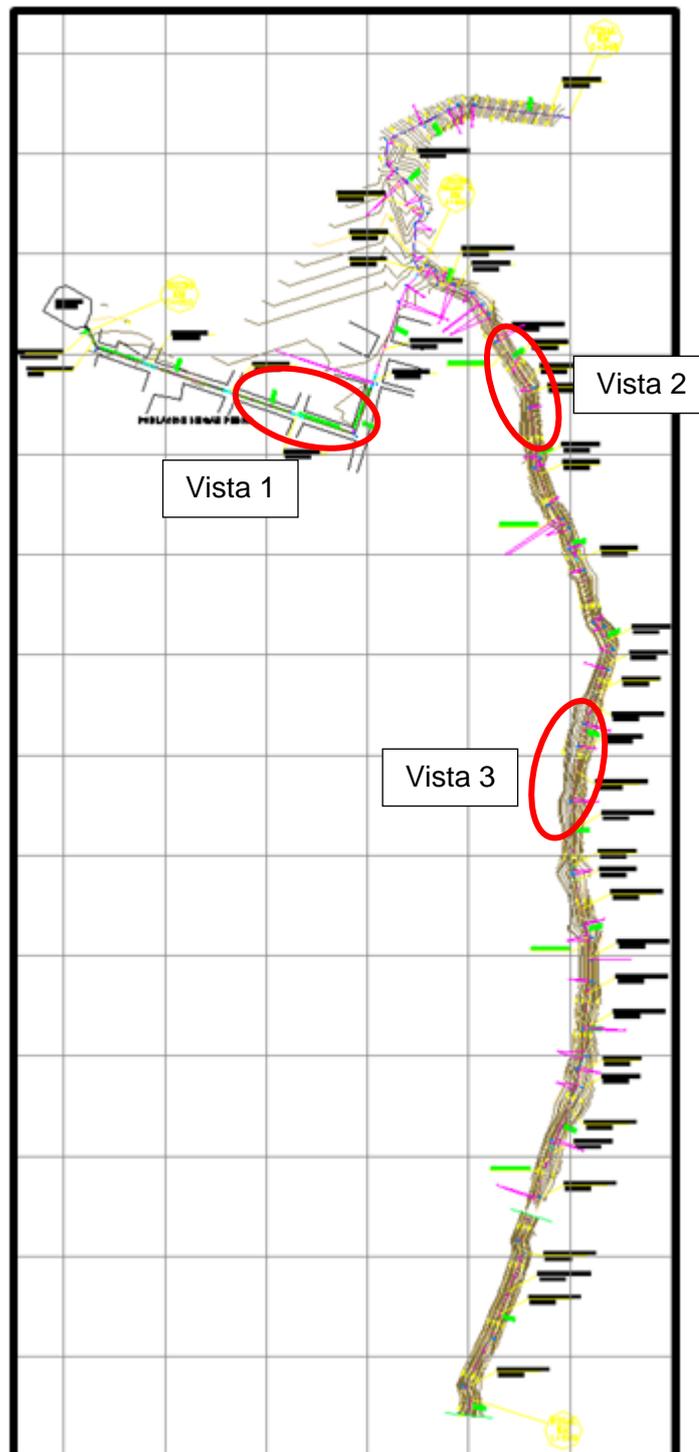


Figura 17: Sectorización en Tres vistas.

Fuente: Propia

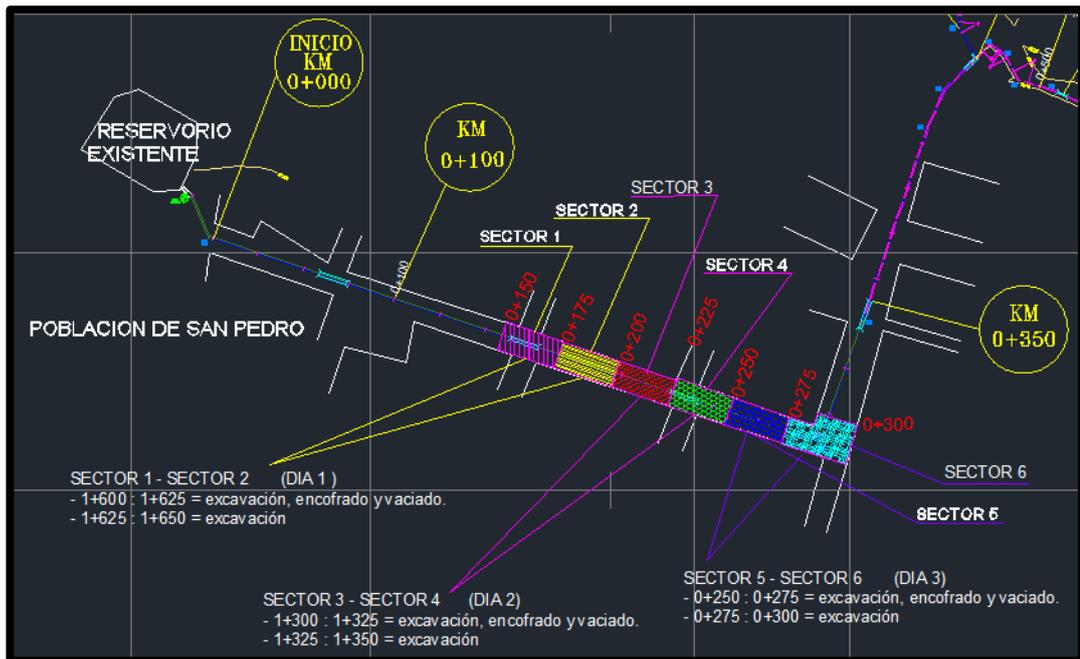


Figura 18: Sectorización (Vista 1)

Fuente: Propia

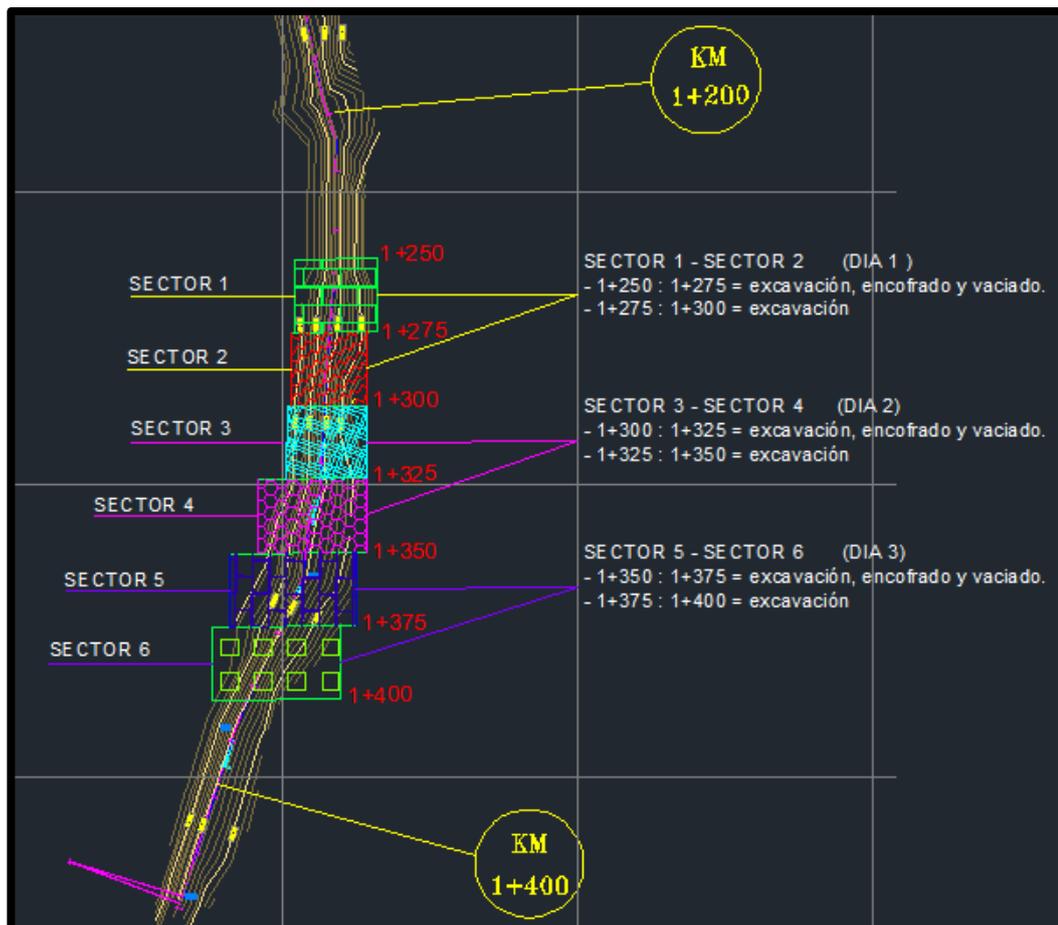


Figura 19: Sectorización (Vista 2)

Fuente: Propia

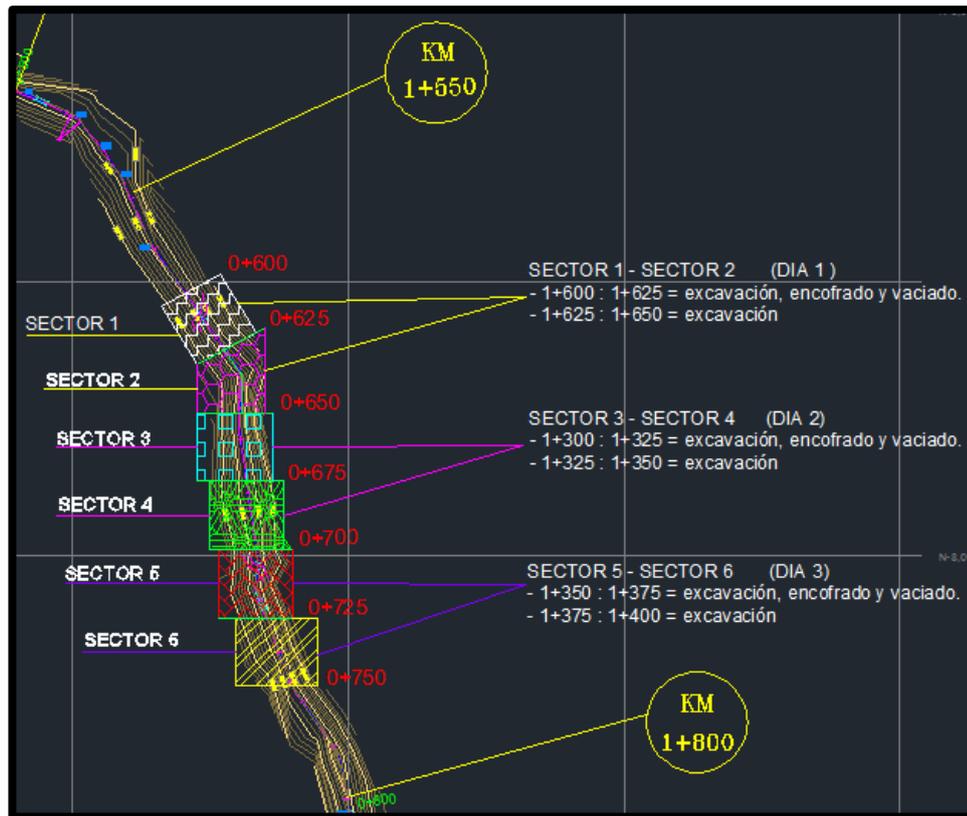


Figura 20: Sectorización (Vista 3)

Fuente: Propia

El proyecto se encuentra sectorizada en 2 partes, con metrados similares para homogenizar los tiempos y rendimientos; así el trabajador se acostumbrará a realizar el mismo tipo de trabajo todos los días.

3.5.1.2. DISTRIBUCION DEL PERSONAL OBRERO EN CAMPO

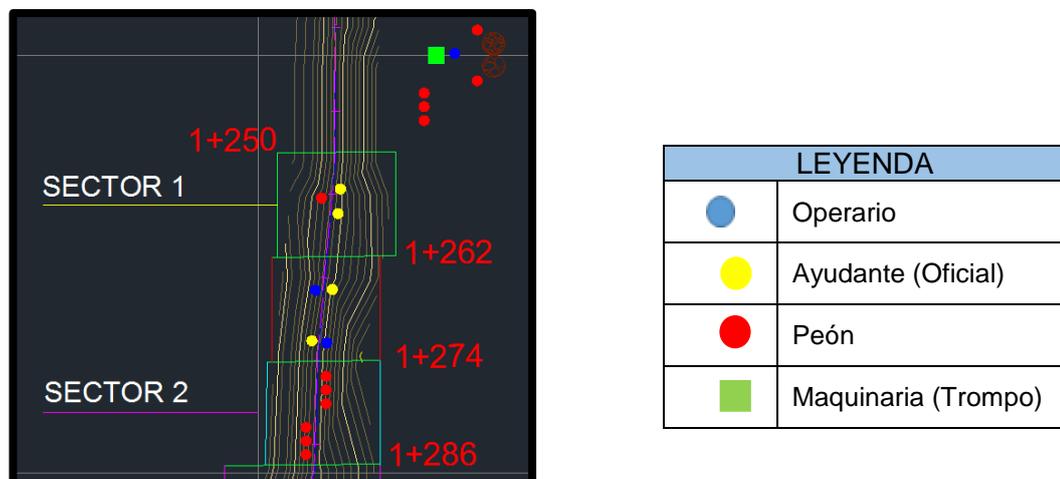


Figura 21: Distribución del Personal

Fuente: Propia

3.5.1.3. PARTIDAS ANALIZADAS

3.5.1.3.1. EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO

La excavación manual en obra tiene por objetivo la excavación de pequeñas estructuras y también el canal de riego. Se trazarán en campo los límites de la excavación de acuerdo a los Planos de movimiento de tierras con fines de que se muestre los límites internos, externos taludes de corte. Para esta partida es necesario contar con picos, palas, barretas y otros.



Figura 22: Excavación Manual del Terreno.

Fuente: Propia

a) RECONOCIMIENTO DE TRABAJOS PRODUCTIVOS, CONTRIBUTORIOS Y NO CONTRIBUTORIOS

Para realizar la carta balance en la partida de excavación es importante tener en cuenta los diferentes trabajos que se realizan dentro de la partida de excavación; esto quiere decir, los trabajos productivos, los trabajos contributarios y los trabajos no contributarios de la partida. De igual forma, el tamaño, la proporción y ubicación de la cuadrilla de trabajo.

El propósito es saber distribuir el tiempo en la cuadrilla de excavación, de manera individual como grupal, para así analizar correspondiente e implementar mejoras a las dificultades que se puedan presentar después de los resultados logrados.

Tabla 6: Tipos de Trabajo en la Partida de Excavación Manual.

CLAVE	CODIGO	CODIGO	DESCRIPCION
TRABAJO PRODUCTIVO	TP	E	Excavación
		P	Perfilado
		PA	Paleado
		PATI	Patilladora
TRABAJO CONTRIBUTORIO	TC	TH	Transporte de Herramientas
		H	Revisar Planos
		L	Limpieza
		A	Alineación
		M	Mediciones
		I	Instrucciones
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	TNC	V	Viajes
		TO	Tiempo Ocioso
		ES	Esperas
		D	Descanso
		H2O	Salen a beber agua
		NF	Necesidades Fisiológicas
		O	Otros

Elaboración: Propia

b) DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS PARTIDAS:

El diagrama de flujo de la partida consiste en tener un esquema ordenado de los tipos de actividades y plantearlo como un diagrama.

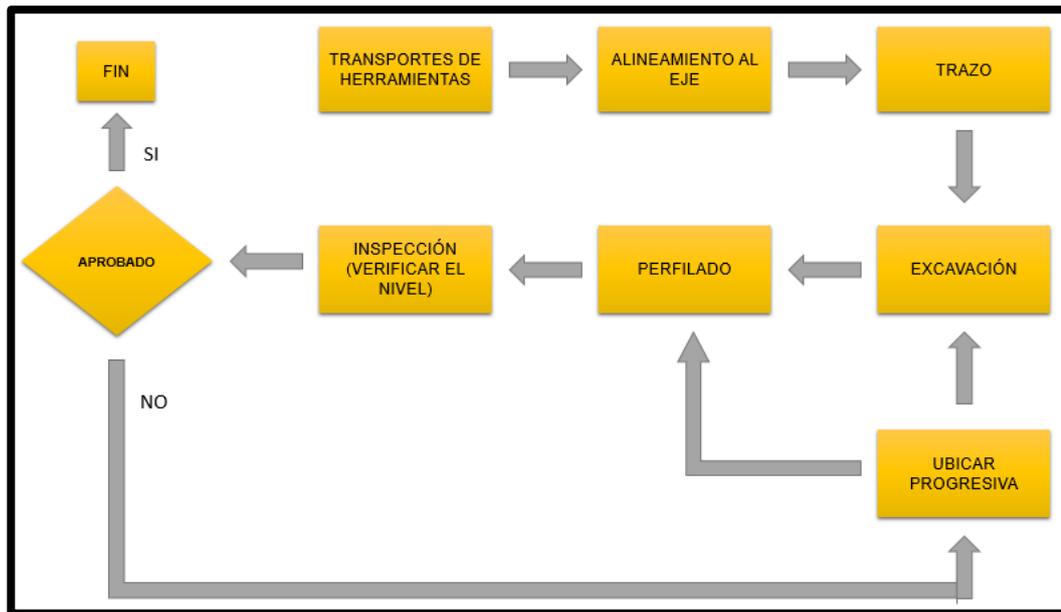


Figura 23: Diagrama de Flujo de Excavación

Fuente: Propia

c) DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL UTILIZADO

La cuadrilla de excavación de canal está conformada por 6 ayudantes.

Tabla 7: Cuadrilla de Trabajo de Excavación

Obrero 1	Radames (Peón)
Obrero 2	Gabriel (Peón)
Obrero 3	Santos (Peón)
Obrero 4	Alex (Peón)
Obrero 5	Alejandro (Peón)
Obrero 6	Luis (Peón)

Fuente: Propia

d) RESULTADOS POR TRABAJADOR

Se tomó desde la progresiva KM 0+150, terreno compacto, para la primera toma de nuestros datos, este sirvió para ver en qué estaba fallando esta cuadrilla, para luego aplicar el Método, para las mejoras del caso.

TABLA 8: Porcentaje de la Partida de Excavación - Progresiva Km 0+150

TRABAJO	PE1(CHUZO 01)		PE2(CHUZO 02)		PE3(CHUZO 03)		PE4(PALA 03)		PE5(PATILLADORA)		PE6(CHUZO03)		
	PE1		PE2		PE3		PE4		PE5		PE6		
	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	
TP	E	32	57.4%	33	59.0%	33	63.9%	23	63.9%	9	41.0%	0	50.8%
	P	3		3		6		9		0		0	
	PA	0		0		0		7		0		31	
	PATI	0		0		0		0		16		0	
	SUB TOTAL	35		36		39		39		25		31	
TC	TH	5	14.8%	5	16.4%	5	14.8%	4	6.6%	0	11.5%	0	24.6%
	H	0		0		0		0		4		4	
	L	0		0		0		0		2		10	
	A	4		4		4		0		0		0	
	M	1		2		1		0		1		1	
	I	0		0		0		0		0		0	
	SUB TOTAL	9		10		9		4		7		15	
TNC	V	0	27.9%	0	24.6%	0	21.3%	0	29.5%	7	47.5%	0	24.6%
	TO	5		6		0		2		7		5	
	ES	0		0		0		1		5		0	
	D	7		5		6		8		10		5	
	H2O	2		4		3		3		0		0	
	NF	3		0		4		4		0		5	
	O	0		0		0		0		0		0	
	SUB TOTAL	17		15		13		18		29		15	
TOTAL	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	

Fuente: Propia

TABLA 9: Observaciones de la Partida de Excavación.

Obrero	P.Función	Observaciones
PE1	CHUZO 01	La tabla 8 muestra que este peón dedica mayormente su tiempo al Trabajo Productivo, principalmente excavación, ya que tiende a mejorar si reduce los tiempos más significativos de Trabajo No Contributorio, como es caso del tiempo Ocioso (conversar). También en el transporte de herramientas.
PE2	CHUZO 01	La tabla 8 muestra que este peón dedica mayormente su tiempo al Trabajo Productivo, principalmente excavación, ya que tiende a mejorar si reduce los tiempos significativos de Trabajo No Contributorio, como es caso del tiempo Ocioso (conversar). También en toma de exagerada de agua.
PE3	CHUZO 01	La tabla 8 muestra que este peón dedica su tiempo al Trabajo Productivo, ya que tiende a mejorar si reduce los tiempos más significativos del trabajo no Contributorio, como es caso de la toma exagerada de agua, con el motivo de hacer hora. También en el transporte de herramientas, que trae por unidad.
PE4	PALA 03	La tabla 8 muestra que este peón dedica su tiempo al Trabajo Productivo, paleado y apoyo en perfilado, ya que tiende a mejorar si reduce los tiempos más importantes del Trabajo No Contributorio, como descansos, y toma repetitiva de agua, necesidades fisiológicas prolongadas.
PE5	PATILLADORA	La tabla 8 muestra que este peón apenas dedica su tiempo al Trabajo Productivo, tiene mayor incidencia en el trabajo no productivo, principalmente como es caso del tiempo Ocioso (conversar, distraer), esperas prolongados.
PE6	CHUZO03	La tabla 8 muestra que este peón alcanza a justas el Trabajo Productivo, principalmente el movimiento de tierras con paleado, ya que tiende a mejorar si reduce los tiempos del Trabajo No Contributorio, como esperas y tiempos ociosos.

Fuente: Propia

TABLA 10: Porcentaje de la Partida de Excavación – Progresiva Km 0+175

TRABAJO		PE1(CHUZO 01)		PE2(CHUZO 02)		PE3(CHUZO 03)		PE4(PALA 03)		PE5(PATILLADORA)		PE6(CHUZO03)	
		PE1		PE2		PE3		PE4		PE5		PE6	
		TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%
TP	E	34	77.0%	37	77.0%	38	80.3%	31	72.1%	23	67.2%	22	67.2%
	P	4		4		5		0		0		0	
	PA	9		6		6		13		3		19	
	PATI	0		0		0		0		15		0	
	SUB TOTAL	47		47		49		44		41		41	
TC	TH	0	11.5%	0	11.5%	0	8.2%	7	11.5%	0	13.1%	0	21.3%
	H	0		0		0		0		4		4	
	L	0		0		0		0		2		7	
	A	3		3		3		0		0		0	
	M	2		2		1		0		1		1	
	I	2		2		1		0		1		1	
	SUB TOTAL	7		7		5		7		8		13	
TNC	V	0	11.5%	0	11.5%	0	11.5%	0	16.4%	2	19.7%	0	11.5%
	TO	0		0		0		1		0		5	
	ES	4		2		1		0		5		0	
	D	3		4		4		7		5		2	
	H2O	0		1		2		0		0		0	
	NF	0		0		0		2		0		0	
	O	0		0		0		0		0		0	
	SUB TOTAL	7		7		7		10		12		7	
TOTAL		61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%	61	100.0%

Fuente: Propia

TABLA 11: Porcentaje de Excavación Cuadrilla en Progresiva Km 0+150

1

CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTEO	%	CONTEO	%	
TP	E	Excavación	130	35.5%	205	56.0%
	P	Perfilado	21	5.7%		
	PA	Paleado	38	10.4%		
	PATI	Patilladora	16	4.4%		
TC	TH	Transporte de Herramientas	19	5.2%	54	14.8%
	H	Revisar Planos	8	2.2%		
	L	Limpieza	12	3.3%		
	A	Alineación	9	2.5%		
	M	Mediciones	6	1.6%		
	I	Instrucciones	0	0.0%		
TNC	V	Viajes	7	1.9%	107	29.2%
	TO	Tiempo Ocioso	25	6.8%		
	ES	Esperas	6	1.6%		
	D	Descanso	41	11.2%		
	H2O	Salen a beber agua	12	3.3%		
	NF	Necesidades Fisiologicas	16	4.4%		
	O	Otros	0	0.0%		
TOTAL GENERAL		366		366	100.0%	

Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)

TABLA 12: Nivel General de Actividad de Excavación

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
04/09/2017	205	54	107	366

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)

TABLA 13: Nivel General de Actividad de Excavación en Porcentaje

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
06/09/2017	56.0%	14.8%	29.2%	100%

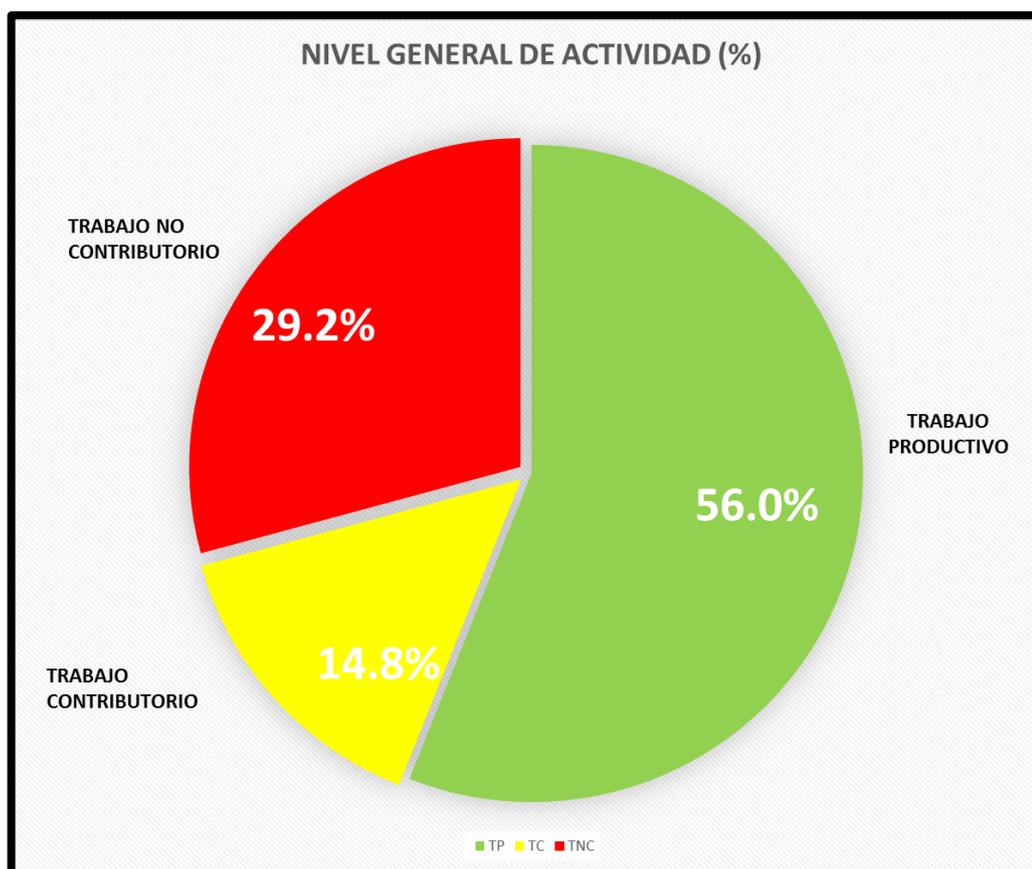


Figura 24: Resultado carta balance-Nivel Gral. de Actividad Prog. Km 0 + 150

Fuente: Propia

MEDIDAS CORRECTIVAS:

Se brindó la charla de 10 minutos donde se señaló la meta diaria, donde se sugerirá al trabajador sobre cooperar más, dentro de su cuadrilla y perder menos tiempo, para cumplir con sus horas efectivas de trabajo diario.

Se realizaron varias reuniones antes del comienzo de obra, donde se acordaba con el trabajador darse un descanso de medio tiempo entre las 10:00 de la mañana, para alimentarse o beber agua, o ir al baño, con la intención de acordar en reducir los tiempos de descanso prolongados, beber agua de tiempos prolongados o tiempos ociosos cuando estén en su frente de excavación.

Se habilitaron centro de acopios de materiales y herramientas más cercanos, entre 100 a 150 metros aproximado de progresiva, para facilitar el acceso de herramientas y materiales a los obreros de la cuadrilla de excavación.

En coordinación con la cuadrilla, se regulo la actividad principal de cada peón, en su cuadrilla de excavación, para que todos dedicaran más tiempo a su trabajo productivo de excavación y movimiento de tierra por igual.

Se reasigno al operador de la Patilladora, herramientas como el chuzo, pala, para que aporte aún más en el trabajo de excavación, y solo se use la Patilladora en caso necesario de rocas o gredas muy sólidas.

CATEGORIA		DESCRIPCION	CONTEO	%	CONTEO	%
TP	E	Excavación	185	50.5%	269	73.5%
	P	Perfilado	13	3.6%		
	PA	Paleado	56	15.3%		
	PATI	Patilladora	15	4.1%		
TC	TH	Transporte de Herramientas	7	1.9%	47	12.8%
	H	Revisar Planos	8	2.2%		
	L	Limpieza	9	2.5%		
	A	Alineación	9	2.5%		
	M	Mediciones	7	1.9%		
	I	Instrucciones	7	1.9%		
TNC	V	Viajes	2	0.5%	50	13.7%
	TO	Tiempo Ocioso	6	1.6%		
	ES	Esperas	12	3.3%		
	D	Descanso	25	6.8%		
	H2O	Salen a beber agua	3	0.8%		
	NF	Necesidades Fisiologicas	2	0.5%		
	O	Otros	0	0.0%		
TOTAL GENERAL			366		366	100.0%

TABLA 14: Porcentaje de Excavación Cuadrilla en Progresiva Km 0+175

Elaboración: Propia

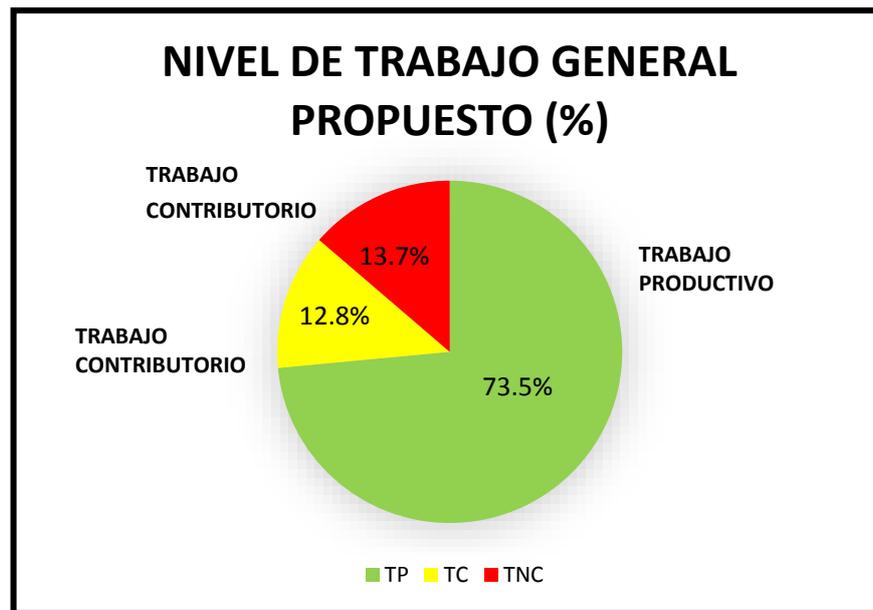


Figura 25: Resultado final carta balance-Nivel Gral. de Actividad Prog. Km 0 + 175

Fuente: Propia

TABLA 15: Velocidad de la cuadrilla de Excavación

VELOCIDAD			METRADO		VELOCIDAD		%	OPTIMIZADO
PROGRESIVA	MINUTOS	HORA	UNIDAD	CANTIDAD				
150	60	1.00	M3	1.69	1.690	m3/1hr	39.05%	21.89%
175	60	1.00	M3	2.03	2.637	m3/1hr	60.95%	
TOTAL					4.327	m3/1hr	100.0%	

Elaboración: Propia

TABLA 16: Resultado de Optimización del TNC de la cuadrilla de Excavación

PROGRESIVA	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	OPTIMIZADO
PROG. KM 0+150.00	29.2%	-15.5%
PROG. KM 0+175.00	13.7%	
TOTAL		

Elaboración: Propia

TABLA 17: Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Excavación

PROGRESIVA	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	OPTIMIZADO
PROG. KM 0+150.00	56%	17.5%
PROG. KM 0+175.00	73.5%	
TOTAL		

Elaboración: Propia

TABLA 18: Productividad de la Cuadrilla de Excavación

PRODUCTIVIDAD			METRADO		PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA	%	OPTIMIZADO	
PROG.	MINUTOS	RECURSO HH	UND	CANTIDAD				
150	60	6	M3	1.68	0.280	M3/1HH	45.28%	9.43%
175	60	6	M3	2.03	0.338	M3/1HH	54.72%	
TOTAL					0.618333	M3/1HH	100.0%	

Elaboración: Propia

$$\text{COEFICIENTE DE PARTICIPACION : CP} = \frac{\text{TIEMPO PRESENTE}}{\text{TIEMPO TOTAL}}$$

$$\text{COEFICIENTE DE PARTICIPACION: NAR(\%)} = \frac{\text{TIEMPO QUE TRABAJA}}{\text{TIEMPO PRESENTE}}$$

$$\text{NIVEL DE ACTIVIDAD RELATIVO : NAR2} = \frac{\text{TIEMPO QUE TRABAJA}}{\text{TIEMPO TOTAL}}$$

TABLA 19: Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+150

	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6
TIEMPO PRESENTE	61	61	61	61	61	61
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	35	36	39	39	25	39
NIVEL ACTIVIDAD REAL	57%	59%	64%	64%	41%	64%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	57%	59%	64%	64%	41%	64%

Elaboración: Propia

TABLA 20: Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+175

	CHUZO 01	CHUZO 02	CHUZO 03	CHUZO 04	CHUZO05	CHUZO06
TIEMPO PRESENTE	61	61	61	61	61	61
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	47	47	49	44	41	41
NIVEL ACTIVIDAD REAL	77%	77%	80%	72%	67%	67%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	77%	77%	80%	72%	67%	67%

Elaboración: Propia

e) CURSOGRAMA ANALÍTICO:

En el siguiente diagrama muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda:

TABLA 21: Cursograma Analítico en Estudio

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num.1	Hoja Num. 01 de 03			Resumen					
Objeto:	Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
	Operación	○	10	0	10				
	Transporte	⇒	2	0	2				
	Espera	□	2	0	2				
Actividad: EXCAVACION DE CANAL	Inspeccion	D	3	0	3				
	Almacenamiento	▽	1	0	1				
	Total de Operaciones Realizadas		18	0	18				
Metodo : Actual / Propuesto	Distancia Total en metros			310	0	310			
Lugar: Obra Hidraulica de San Pedro - Candarave									
Operario (s) : 0									
Oficial (s) : 0									
Peon (s) : 6									
Compuesto por: Javier Butrón Flores - Nersy Gutierrez Cruz				Totales					
				Símbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	□	▽	Observaciones
Transporte de Herramientas	1	80	7		●				6 peones
Revisar Planos	1		3						
Instrucciones	1		1						
Alineacion	1		11						2 peones
Medicion	1		2						2 peones
Trazado	1		10						2 peones
Excavación	1		40						6 peones
Paleado	1		60						3 peones
Perfilado	1		42						3 peones
Paleado	1		60						3 peones
Acarreo del material	1	150							4 peones
Espera hasta la descarga	1		10						
Patilladora	1		30						1 peon
Espera de la Inspección	1		5						
Inspección	1		1						
Medición	1								
Limpieza	1		5						2 peones
Almacenaje de herramientas	1	80	7						
Total			310	10	2	3	2	1	

Elaboración: Propia

TABLA 22: Cursograma Analítico Propuesto

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo				
Diagrama Num. 1	Hoja Num. 01 de 03		Resumen							
Objeto:	Actividad			Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: EXCAVACION DE CANAL	Operación ○			10	7	3				
	Transporte ⇨			2	1	1				
	Espera □			2	0	2				
	Inspeccion D			3	2	1				
	Almacenamiento ▽			1	1	0				
	Total de Operaciones Realizadas			18	11	7				
Metodo : Actual / Propuesto	Distancia Total en metros			310	60	250				
Lugar: Obra Hidraulica de San Pedro - Candarave										
Operario (s) : 0										
Oficial (s) : 0										
Peon (s) : 6										
Compuesto por: Javier Butrón Flores - Nersy Gutierrez Cruz				Totales						
				Simbolo						
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇨	D	□	▽	Observaciones	
Transporte de Herramientas (centro de Acopio)	1	30	3						6 peones	
Instrucciones	1		1							
Alineacion	1		11							
Medicion	1		2						2 peones	
Trazado	1		10						2 peones	
Excavación	1		40						6 peones	
Perfilado	1		42						3 peones	
Paleado	1		80						3 peones	
Patilladora	1		30						1 peon	
Inspección	1		1							
Almacenaje de herramientas (centro de Acopio)	1	30	3							
Total				60	223	7	1	2	0	1

Elaboración: Propia

3.5.1.3.2. ENCOFRADO

El encofrado de madera diseñado en la obra tendrá por función confinar el concreto plástico a fin de obtener elementos estructurales con el perfil, niveles, alineamiento y dimensiones especificadas en los planos. De acuerdo a las propiedades mecánicas del concreto es posible crear elementos de distintas formas con fines estructurales o arquitectónicos. Para su fabricación es necesario paneles estarán constituidos por Triplay de 19 mm con listones de madera de 2"x3", espaciado a distancias máximas de 0.60m.



Figura 26: Encofrado de madera.

Fuente: Propia

a) RECONOCIMIENTO DE TRABAJOS PRODUCTIVOS, CONTRIBUTORIOS Y NO CONTRIBUTORIOS

Para realizar la carta balance en la partida de encofrado es importante tener en cuenta los diferentes trabajos que se realizan dentro de la partida de encofrado; esto quiere decir, los trabajos productivos, los trabajos contributarios y los trabajos no contributarios de la partida. De igual forma, el tamaño, la proporción y ubicación de la cuadrilla de trabajo.

El propósito es saber distribuir el tiempo en la cuadrilla de encofrado, de manera individual como grupal, para así analizar correspondiente e implementar mejoras a las dificultades que se puedan presentar después de los resultados logrados.

TABLA 23:Tipos de Trabajos en la partida de Encofrado

CATEGORIA	CODIGO	DESCRIPCION
TRABAJO PRODUCTIVO	CC	Colocar taco de Concreto
	CS	Colocación de Solera
	CF	Colocación de formas
	CT	Colocación de Tornapunta.
	C	Clavar
	CB	Colocación de Barrote
	CL	Cruce de Listones
	AA	Atado de Alambre #8
TRABAJO CONTRIBUTIVO	TH	Transporte de Herramientas
	RI	Recibir y/o dar Instrucciones
	P	Plomar
	A	Alinear
	T	Traslado de Formas
	SF	Sujetar Forma
	L	Limpieza
	M	Mediciones
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	H2O	Beber agua
	V	Viajes
	EA	Esperas
	AU	Ausente
	D	Descanso
	NF	Necesidades Fisiológicas
	Y	Otros

Elaboración: Propia

b) DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS PARTIDAS:

El diagrama de flujo de la partida consiste en tener un esquema ordenado de los tipos de actividades y plantearlo como un diagrama.

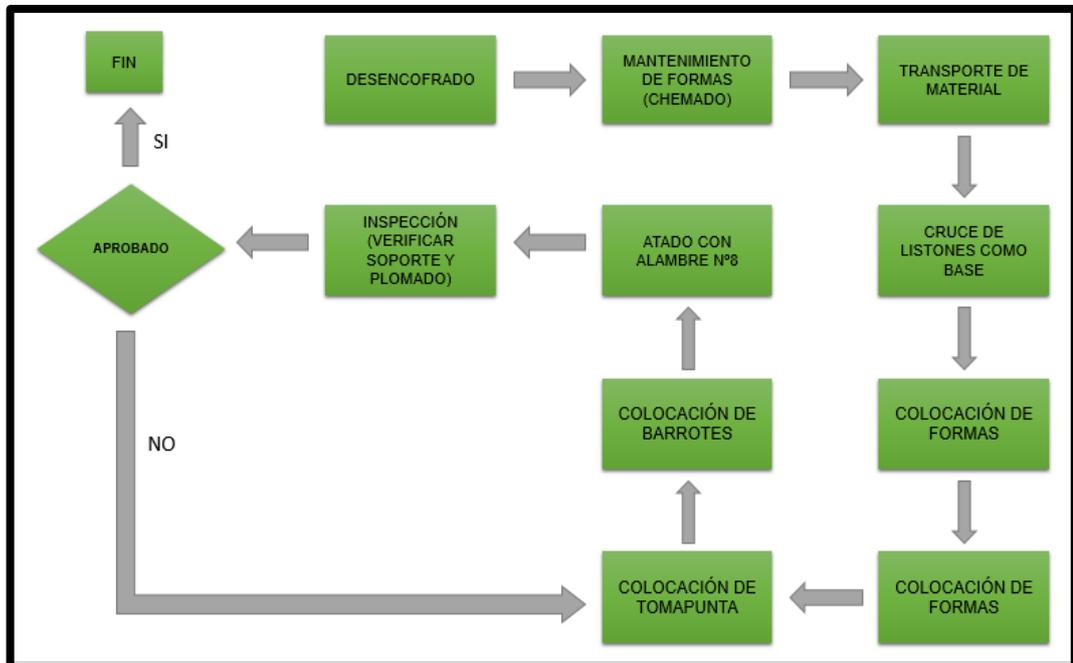


Figura 27: Diagrama de Flujo de Encofrado

Fuente: Propia

c) DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL UTILIZADO

La cuadrilla de encofrado de canal está conformada por 2 operarios y 2 ayudantes.

Tabla 24: Cuadrilla de Trabajo de Encofrado

Obrero 1	Ángel (Operario)
Obrero 2	Yucet (Operario)
Obrero 3	Eleuterio (Peón)
Obrero 4	Pacci (Peón)

Fuente: Propia

d) RESULTADOS POR TRABAJADOR

Se realizó el muestreo de trabajo empezando por el encofrado de canal, en la progresiva Km 0+150, para obtener los datos de las actividades de la cuadrilla de encofrado por individual de cada trabajador, y aplicar las mejoras correctivas.

En la progresiva de Km 1+175 se implementaron estas mejoras para obtener resultados de ambos casos y poder analizarlos, recolectado con el muestreo de trabajo. Todas las tomas para nuestra carta balance están en minutos. El muestreo de datos está en el anexo V.

TABLA 25: Porcentaje de la Partida de Encofrado- Progresiva Km 0+150

	TRABAJO	CARPINTERO		CARPINTERO		CARPINTERO		CARPINTERO	
		OP1		OP2		OF1		OF2	
		TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%
TP	CC	7	66.1%	8	61.7%	0	48.1%	0	29.0%
	CS	17		15		14		4	
	CF	6		4		0		0	
	CT	10		6		2		0	
	C	36		40		40		18	
	CB	27		26		19		8	
	CL	9		6		6		6	
	AA	9		8		7		17	
	SUBTOTAL	121		113		88		53	
TC	TH	0	18.6%	0	15.3%	3	31.7%	5	42.6%
	RI	7		6		0		0	
	P	0		2		0		0	
	A	12		3		15		0	
	T	9		15		7		10	
	SF	0		0		31		61	
	L	0		0		0		2	
	M	6		2		2		0	
	SUBTOTAL	34		28		58		78	
TCN	H2O	8	15.3%	8	23.0%	0	20.2%	0	28.4%
	V	0		9		2		24	
	EA	9		18		28		19	
	AU	0		6		0		0	
	D	7		1		7		9	
	NF	4		0		0		0	
	Y	0		0		0		0	
	SUBTOTAL	28		42		37		52	
		183	100.0%	183	100.0%	183	100.0%	183	100.0%

Elaboración: Propia

TABLA 26: Observaciones de la Partida de Encofrado

OBRERO	P.FUNCIÓN	OBSERVACIONES
OP1	CARPINTERO	La tabla 25 muestra que el operario le dedica mayor tiempo al Trabajo Productivo, en el armado de todas las piezas de canal rectangular, ya que tiende a mejorar si en coordinación con su ayudante, le dé instrucciones para que este haga el Trabajo Contributorio, en el traslado de formas, materiales y herramientas.
OP2	CARPINTERO	La tabla 25 muestra que el operario le dedica mayor tiempo al Trabajo Productivo, en el armado de todas las piezas de canal rectangular, ya que tiende a mejorar si reducen significativamente el Trabajo No Contributorio, como, los viajes o esperas por abastecimiento de materiales, debe dar mayor instrucción a su ayudante, para que este el Trabajo Contributorio, en el traslado de formas, materiales y herramientas.
OF1	CARPINTERO	La tabla 25 muestra que el ayudante le dedica mayor tiempo al Trabajo Productivo y Contributorio, en la colocación de piezas de canal rectangular y apoyo con armado, ya que tiende a mejorar si reducen significativamente el Trabajo No Contributorio, como las esperas prolongadas.
OF2	CARPINTERO	La tabla 25 muestra que el ayudante le dedica mayor tiempo al Trabajo Contributorio, en la sujetación para la colocación de piezas de las formas, ya que tiende a mejorar si reducen significativamente el Trabajo No Contributorio, como las esperas prolongadas.

Fuente: Propia

TABLA 27: Porcentaje de la Partida de Encofrado - Progresiva Km0+175

	TRABAJO	CARPINTERO		CARPINTERO		CARPINTERO		CARPINTERO	
		OP1		OP2		OF1		OF2	
		TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%
TP	CC	8	73.2%	7	68.9%	0	56.3%	0	37.7%
	CS	14		13		16		7	
	CF	11		9		0		0	
	CT	6		7		7		2	
	C	35		31		38		28	
	CB	32		29		30		7	
	CL	13		20		4		6	
	AA	15		10		8		19	
	SUBTOTAL	134		126		103		69	
TC	TH	2	14.8%	6	20.8%	9	30.6%	16	44.3%
	RI	10		10		0		0	
	P	0		2		0		0	
	A	8		9		6		0	
	T	0		3		10		10	
	SF	0		0		31		53	
	L	0		0		0		2	
	M	7		8		0		0	
SUBTOTAL	27	38	56	81					
TCN	H2O	2	12.0%	5	10.4%	1	13.1%	3	18.0%
	V	0		0		0		6	
	EA	8		10		17		20	
	AU	0		0		0		0	
	D	8		4		6		4	
	NF	4		0		0		0	
	Y	0		0		0		0	
	SUBTOTAL	22		19		24		33	
		183	100.0%	183	100.0%	183	100.0%	183	100.0%

Elaboración: Propia

TABLA 28: Porcentaje de Encofrado - Cuadrilla en Progresiva Km 0+150

	LEYENDA	DESCRIPCION	CONTEO	%	CONTEO	%
TP	CC	Colocar taco de Concreto	15	2.0%	375	51.2%
	CS	Colocación de Solera	50	6.8%		
	CF	Colocación de formas	10	1.4%		
	CT	Colocación de Tornapunta	18	2.5%		
	C	Clavar	134	18.3%		
	CB	Colocación de Barrote	80	10.9%		
	CL	Cruce de Listones	27	3.7%		
	AA	Atado de Alambre #8	41	5.6%		
TC	TH	Transporte de Herramientas	8	1.1%	198	27.0%
	RI	Recibir y/o dar Instrucciones	13	1.8%		
	P	Plomar	2	0.3%		
	A	Alinear	30	4.1%		
	T	Traslado de Formas	41	5.6%		
	SF	Sujetar Forma	92	12.6%		
	L	Limpieza	2	0.3%		
	M	Mediciones	10	1.4%		
TCN	H2O	Beber agua	16	2.2%	159	21.7%
	V	Viajes	35	4.8%		
	EA	Esperas	74	10.1%		
	AU	Ausente	6	0.8%		
	D	Descanso	24	3.3%		
	NF	Necesidades Fisiológicas	4	0.5%		
	Y	Otros	0	0.0%		
Total			732	100%	732	100.0%

Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)

TABLA 29: Nivel General de Actividad de Encofrado

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
04/09/2017	375	198	159	732

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)

TABLA 30: Nivel General de Actividad de Encofrado en Porcentaje

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
06/09/2017	51.2%	27.0%	21.7%	100%

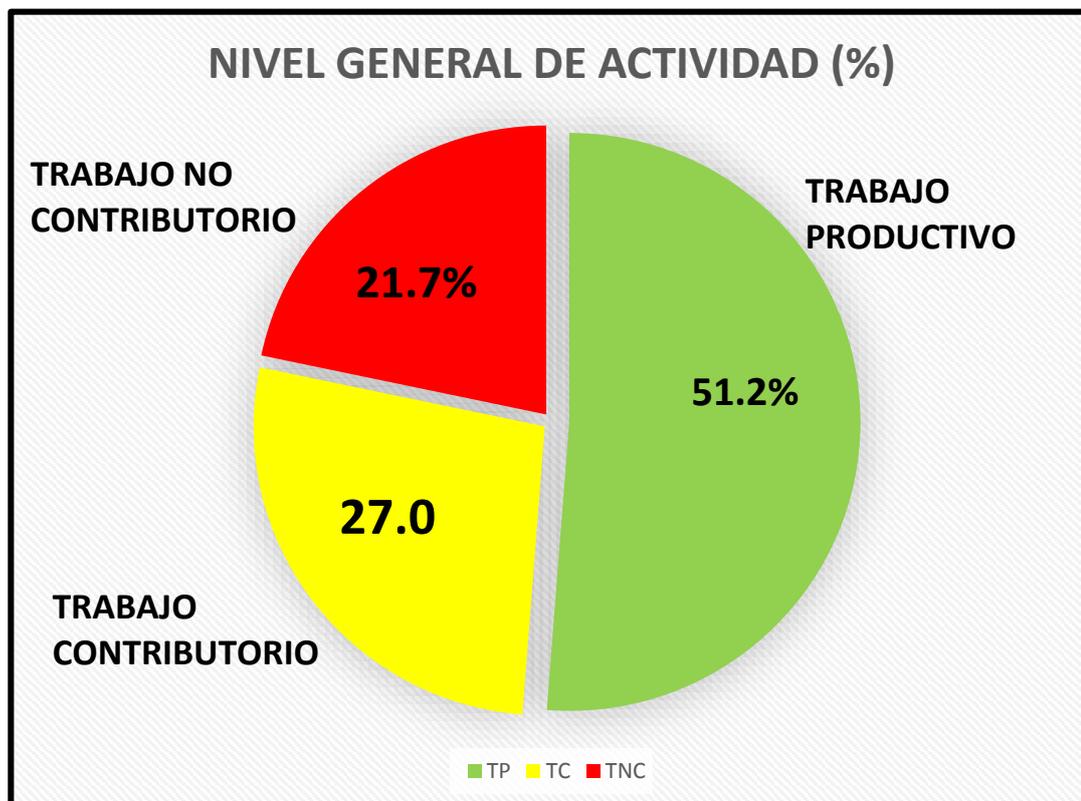


Figura 28: Resultado final carta balance-Nivel Gral. de Actividad Prog. Km 0 + 150

Fuente: Propia

MEDIDAS CORRECTIVAS:

El mantenimiento de de formas , se realizaban antes de realizar el encofrado o el día anterior, a finales de la jornada.

Se conversó con la cuadrilla, sobre el correcto manejo de herramientas manuales, e insistir mayor coordinación para el armado de formas entre el operario y su ayudante.

Se habilitaron centro de acopio y bodega de materiales y herramientas más cercanos, entre 100 a 150 metros aproximados de progresiva, para facilitar el acceso de herramientas y materiales a la cuadrilla de encofrado, para reducir el tiempo de viaje hacia el almacén que queda en el pueblo.

Se realizaron reuniones antes del empiezo de obra, donde se acordaba con el trabajador darse un descanso de medio tiempo entre las 10:00 de la mañana, para alimentarse o beber agua, o ir al baño, con la intención de acordar en reducir los tiempos de descanso prolongados, beber agua de tiempos prolongados o tiempos ociosos cuando estén en su frente de encofrado.

Se conversó con los ayudantes, para sugerirles mayor apoyo en el Trabajo Productivo para el encofrado de canal, aportando en el clavado de piezas, colocación de barretas, y su tornapunta, con la intención de que no dejen todo el trabajo productivo al operario de su cuadrilla.

En una reunión con los trabajadores, en sugerencia del trabajo Zona Alto Andina, se permitió el consumo hojas de coca, por pedido del mismo trabajador, ya que nos dieron a entender que así sienten menos frio, para nosotros es sinónimo de mejora en el rendimiento de su actividad.

En charla con los ayudantes se pidió que antes de que terminen su jornada, dejen las herramientas y materiales en los centros de acopio y bodega, más cercano, cuidados por el guardián, con el motivo de que al día siguiente se dirijan directo a donde se habían quedado.

TABLA 31: Porcentaje de Encofrado de la Cuadrilla en Progresiva Km 0+175

	LEYENDA	DESCRIPCION	CONTEO	INCIDENCIA %	CONTEO	%
TP	CC	Colocar taco de Concreto	15	2.0%	432	59.0%
	CS	Colocación de Solera	50	6.8%		
	CF	Colocación de formas	20	2.7%		
	CT	Colocación de Toma punta	22	3.0%		
	C	Clavar	132	18.0%		
	CB	Colocación de Barrote	98	13.4%		
	CL	Cruce de Listones	43	5.9%		
	AA	Atado de Alambre #8	52	7.1%		
TC	TH	Transporte de Herramientas	33	4.5%	202	27.6%
	RI	Recibir y/o dar Instrucciones	20	2.7%		
	P	Plomar	2	0.3%		
	A	Alinear	23	3.1%		
	T	Traslado de Formas	23	3.1%		
	SF	Sujetar Forma	84	11.5%		
	L	Limpieza	2	0.3%		
	M	Mediciones	15	2.0%		
TNC	H2O	Beber agua	11	1.5%	98	13.4%
	V	Viajes	6	0.8%		
	EA	Esperas	55	7.5%		
	AU	Ausente	0	0.0%		
	D	Descanso	22	3.0%		
	NF	Necesidades Fisiológicas	4	0.5%		
	Y	Otros	0	0.0%		
TOTAL GENERAL			732	100%	732	100%

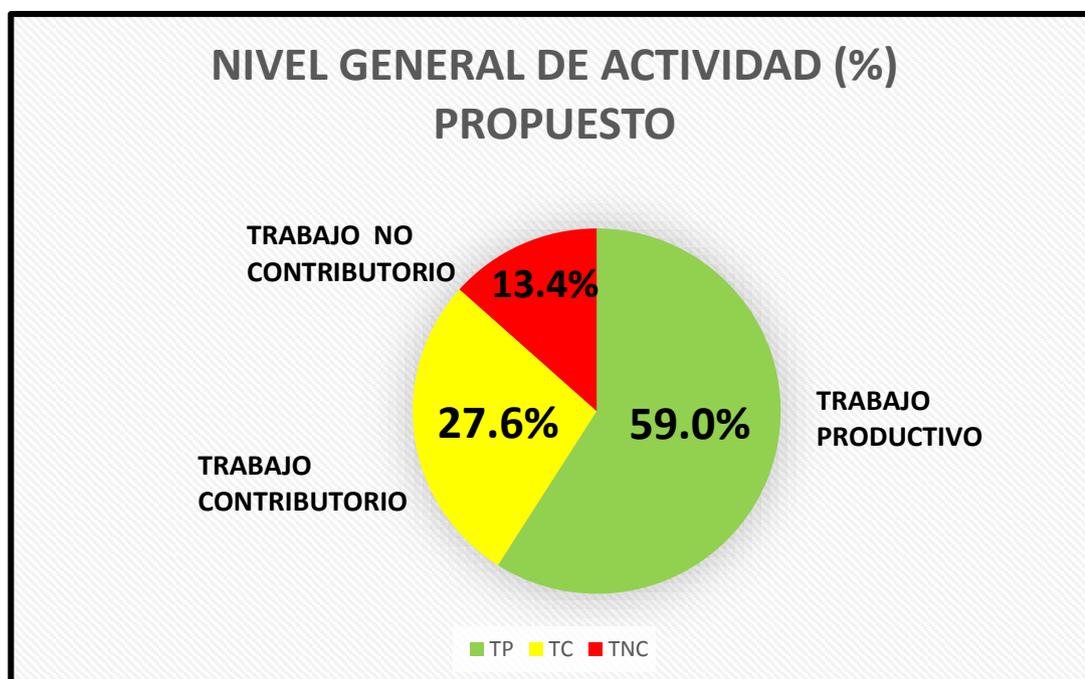
Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)**TABLA 32:** Nivel General de Actividad de Encofrado

FECHA	TP	TC	TNC	TOTAL
11/09/2017	432	202	98	732

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)**TABLA 33:** Nivel Gral. de Actividad en Porcentaje de Encofrado

FECHA	TP	TC	TNC	TOTAL
11/09/2017	59.0%	27.6%	13.4%	100%

**Figura 29:** Resultado final carta balance-Nivel Gral. de Actividad Prog. Km 0 + 175

Fuente: Propia

TABLA 34: Velocidad de la cuadrilla de encofrado

VELOCIDAD			METRADO		VELOCIDAD		%	OPTIMIZADO
PROG.	MINUTOS	DIA	UNIDAD	CANTIDAD				
150	183	0.3813	M2	39.04	102.40	M2/1dia	45.45%	9.09%
175	183	0.3813	M2	46.85	122.89	M2/1dia	54.55%	
TOTAL					225.29	M2/1dia	100.0%	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 35: Resultado Optimización TNC de la cuadrilla de Encofrado

PROGRESIVA	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO(TNC)	OPTIMIZADO
PROG. KM 0+150.00	21.7%	8.3%
PROG. KM 0+175.00	13.4%	
TOTAL		

TABLA36: Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Encofrado

PROGRESIVA	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	OPTIMIZADO
PROG. KM 0+150.00	51%	7.8%
PROG. KM 0+175.00	59.0%	
TOTAL		

PRODUCTIVIDAD			METRADO		PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA		%	OPTIMIZADO
PROG.	MINUTOS	(RECURSO) HH	UNIDAD	CANTIDAD				
150	183	12.2	M2	39.04	3.200	M2/1hh	45.45%	9.09%
175	183	12.2	M2	46.85	3.840	M2/1hh	54.55%	
TOTAL					7.04	M2/1hh	100.0%	

TABLA 37: Productividad de la Cuadrilla de Encofrado

COEFICIENTE DE PARTICIPACION : CP = $\frac{\text{TIEMPO PRESENTE}}{\text{TIEMPO TOTAL}}$

COEFICIENTE DE PARTICIPACION: NAR(%) = $\frac{\text{TIEMPO QUE TRABAJA}}{\text{TIEMPO PRESENTE}}$
--

NIVEL DE ACTIVIDAD RELATIVO : NAR2 = $\frac{\text{TIEMPO QUE TRABAJA}}{\text{TIEMPO TOTAL}}$

TABLA 38: Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+150

	OP1	OP2	AY1	AY2
TIEMPO PRESENTE	183	177	183	183
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	1.00	0.97	1.00	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	121	113	88	53
NIVEL ACTIVIDAD REAL	66%	64%	48%	29%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	66%	62%	48%	29%

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 39: Actividad de la Cuadrilla - Progresiva Km 0+175

	OP1	OP2	AY1	AY2
TIEMPO PRESENTE	183	183	183	183
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	3.00	3.00	3.00	3.00
TIEMPO QUE TRABAJA	134	126	103	69
NIVEL ACTIVIDAD REAL	73%	69%	56%	38%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	73%	69%	56%	38%

ELABORACIÓN: Propia

e) CURSOGRAMA ANALÍTICO:

En el siguiente diagrama muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda:

TABLA 40: Cursograma Analítico en Estudio de Encofrado

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num.2	Hoja Num. 02 de 03		Resumen						
Objeto:	Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
	Operación	○	15	0	15				
	Transporte	⇒	4	0	4				
	Esperas	□	1	0	1				
Actividad: ENCOFRADO DE CANAL	Inspeccion	D	2	0	2				
	Almacenamiento	▽	1	0	1				
	Total de Operaciones Realizadas		23	0	23				
Metodo : Actual / Propuesto	Distancia Total en metros			290	0	290			
Lugar: Obra Hidraulica de San Pedro - Candarave									
Operario (s) : 2									
Oficial (s) : 0									
Peon (s) : 2									
Compuesto por: Javier Butrón - Nersy Gutierrez				Totales					
				Simbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	□	D	▽	Observaciones
Desencofrado				●					1 operario y 1 peon
Chemado de las formas				●					1 peon
Transporte de Herramientas		80	7		●				2 peones
Traslado de Formas		80	7		●				2 operarios
Alinear			11	●					1 peon y 1 operario
Colocar tacos de concreto			14	●					2 operarios
Cruce de Listones			1	●					1 operario y 1 peon
Colocación de Formas			40	●					1 operario y 1 peon
Sujetar Forma			10	●					2 peones
Clavar			5	●					1 peon
Mover materiales		30	2		●				1 peon
Colocacion de Solera			5	●					1 operario y 1 peon
Colocacion de Tornapunta			2	●					1 operario y 1 peon
Clavar			3	●					1 peon
Colocación de Barrotes			2	●					1 operario
Clavar			3	●					1 peon
Atado con Alambre N°8			20	●					2 peones
Alinear			11	●					1 operario
Mover materiales		20	2		●				1 peon
Mediciones									1 operario
Espera de la Inspección									
Inspeccion									
Almacenar		80							
Total		290	145	15	4	1	2	1	

Elaboración: Propia

TABLA 41: Cursograma Analítico Propuesto de Encofrado

Cursograma analitico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num.2	Hoja Num. 02 de 03			Resumen					
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesta	Economia		
				Operación ○	15	12	3		
				Transporte ⇨	4	2	2		
				Esperas □	1	0	1		
Actividad: ENCOFRADO DE CANAL				Inspeccion D	2	1	1		
				Almacenamiento ▽	1	1	0		
				Total de Operaciones Realizadas	23	16	7		
Metodo : Actual / Propuesto	Distancia Total en metros			290	70	220			
Lugar: Obra Hidraulica de San Pedro - Candarave									
Operario (s) : 2									
Oficial (s) : 0									
Peon (s) : 2									
Compuesto por: Grupo de Tesis				Totales					
				Simbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Desencofrado				•					1 operario y 1 peon
Chemado de las formas				•					1 peon
Transporte de Herramientas		30	3		•				2 peones
Alinear			10	•					1 operario y 1 peon
Colocar tacos de concreto			12	•					2 operarios
Cruce de Listones			1	•					1 operario y 1 peon
Colocación de Formas			40	•					1 operario y 1 peon
Clavar			5	•					1 peon
Colocacion de Solera			5	•					1 operario y 1 peon
Colocacion de Tornapunta			2	•					1 operario y 1 peon
Colocación de Barrote			2	•					1 operario
Clavar			3	•					1 peon
Atado con Alambre N°8			20	•					2 peones
Mover materiales		10	2		•				1 peon
Inspeccion									
Almacenar		30							
Total		70	105	12	2	0	1	1	

Elaboración: Propia

3.5.1.3.3. VACIADO

Esta actividad se desarrolla después del encofrado. Consiste en la colocación del concreto previamente humedecido y verificado el plomado del encofrado. La dosificación de los componentes de la mezcla se hará preferentemente al peso, evitando en lo posible que sea por volumen, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla.



Figura 30: Vaciado de mezcla de concreto.

Fuente: Propia

a) RECONOCIMIENTO DE TRABAJOS PRODUCTIVOS, CONTRIBUTORIOS Y NO CONTRIBUTORIOS

Para realizar la carta balance en la partida de vaciado de canal es importante tener en cuenta los diferentes trabajos que se realizan dentro de la partida de vaciado de concreto; esto quiere decir, los trabajos productivos, los trabajos contributarios y los trabajos no contributarios de la partida. De igual forma, el tamaño, la proporción y ubicación de la cuadrilla de trabajo.

El propósito es saber distribuir el tiempo en la cuadrilla de vaciado, de manera individual como grupal, para así analizar correspondiente e implementar mejoras a las dificultades que se puedan presentar después de los resultados logrados.

TABLA 42: Tipos de Trabajos en la Partida de Vaciado

CODIGO	CATEGORIA	DESCRIPCION
TRABAJO PRODUCTIVO	DAC	Dosificación de Agua Y Cemento
	VC	Vaciado de concreto
	AC	Acomodar el Concreto
	R	Reglear
	DC	Dar Concreto
	ACP	Acomodando concreto con pala
TRABAJO CONTRIBUTORIO	VI	Vibrado
	D	Dosificación de agregados
	A	Recibir y Dar Instrumentos
	RE	Regreso
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	TO	Tiempo Ocioso
	E	Esperas
	D	Descanso
	NF	Necesidades Fisiológicas
	V	Viaje

Elaboración: Propia

b) DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS PARTIDAS:

El diagrama de flujo de la partida consiste en tener un esquema ordenado de los tipos de actividades y plantearlo como un diagrama.

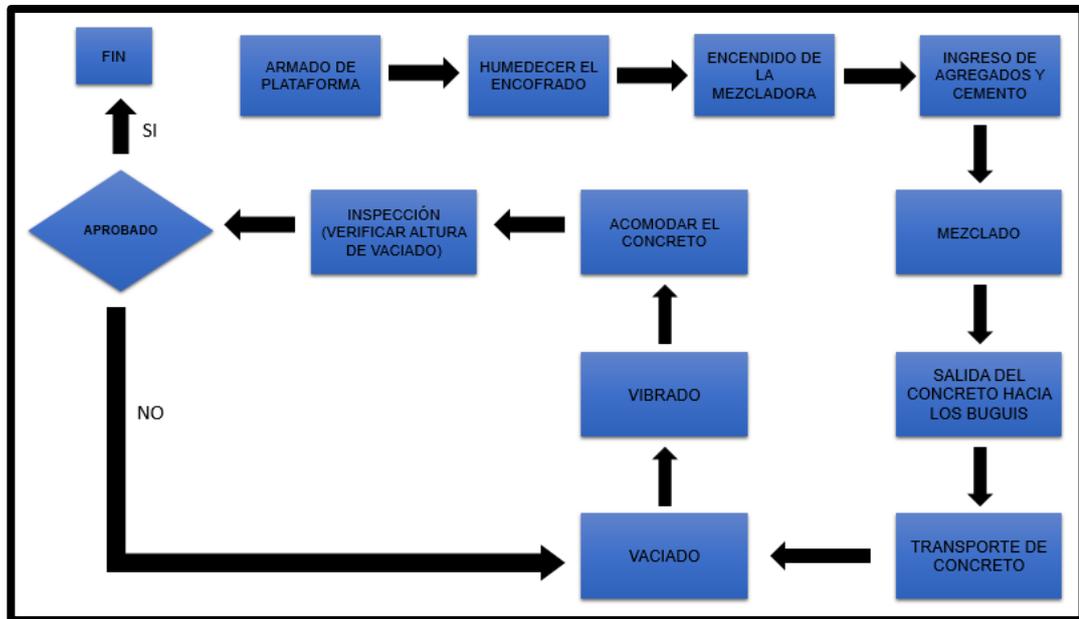


Figura 31: Diagrama de Flujo de Vaciado de Canal

Fuente: Propia

c) DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL UTILIZADO

La cuadrilla de vaciado de canal está conformada por 1 operario, 2 oficiales y 6 ayudantes.

TABLA 43: Cuadrilla de Trabajo de Vaciado de canal

Obrero 1	Raúl (Peón)
Obrero 2	Elías (Operario)
Obrero 3	Kenny (Oficial)
Obrero 4	Sebastián (Oficial)
Obrero 5	Luis (Peón)
Obrero 6	Franklin (Peón)
Obrero 7	Alexander (Peón)
Obrero 8	Basilio (Peón)
Obrero 9	Pastor (Peón)

Fuente: Propia

d) RESULTADO POR TRABAJADOR DESDE LA PROGRESIVA 0+150

Se realizó el muestreo de trabajo empezando por el vaciado de canal, en la progresiva Km 0+150, para obtener los datos de las actividades de la cuadrilla de vaciado individual de cada trabajador, y aplicar las mejoras correctivas.

En la progresiva de Km 1+175 se implementaron estas mejoras para obtener resultados de ambos casos y poder analizarlos, recolectado con el muestreo de trabajo. Todas las tomas para nuestra carta balance están en minutos. El muestreo de datos está en el anexo V.

TABLA 44: Porcentaje de la Partida de Vaciado - Progresiva Km 0+150

TRABAJO	OPERADOR		ALIMENTADOR		ALIMENTADOR		BUGERO		BUGERO		BUGERO		ALBAÑIL		ALBAÑIL		PEON		
	OP1		PE1		PE2		PE3		PE4		PE5		AY1		AY2		PE6		
	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	
TP	DAC	26	42.9%	0	40.8%	0	38.8%	0	46.9%	0	46.9%	0	46.9%	0	49.7%	0	49.7%	0	0.0%
	VC	0		0		0		0		0		18		24		0			
	AC	0		0		0		0		0		24		18		0			
	R	0		0		0		0		0		18		12		0			
	DC	37		0		0		0		0		0		0		0			
	ACP	0		0		0		0		0		13		19		0			
	RC	0		0		0		0		19		19		24		0			
	TC	0		0		0		0		50		50		45		0			
	LL	0		60		57		0		0		0		0		0			
SUB TOTAL	63	60	57	69	69	69	73	73	0										
TC	VI	0	1.4%	0	22.4%	0	24.5%	0	36.7%	0	36.7%	0	36.7%	0	0.0%	0	0.0%	61	41.5%
	D	0		31		34		0		0		0		0					
	A	2		2		2		0		0		0		0		0			
	RE	0		0		0		54		54		54		54		0			
	SUB TOTAL	2		33		36		54		54		54		0		61			
TNC	TO	0	55.8%	5	37%	5	37%	5	16%	5	16%	5	16%	7	50.3%	7	50.3%	7	58.5%
	E	74		48		49		19		19		19		61		61		75	
	DE	0		1		0		0		0		0		0		0		0	
	NF	0		0		0		0		0		0		6		6		4	
	V	8		0		0		0		0		0		0		0		0	
	SUB TOTAL	82		54		54		24		24		24		74		74		86	
TOTAL	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	

Elaboración: Propia

TABLA 45: Observaciones de la Partida de Vaciado

OBRERO	P.FUNCIÓN	OBSERVACIONES
OP1	OPERADOR	La tabla44 muestra que este peón dedica mayormente su tiempo a Trabajo No Contributorio, principalmente a esperas.
AY1	ALIMENTADOR 01	La tabla44muestra que este peón dedica mayormente su tiempo a TrabajoProductivo, principalmente en la alimentación de agregado fino, pude mejorar significativamente si reduce las esperar, y ya obtiene listo el agregado antes de que llegue el Buguero.
AY2	ALIMENTADOR 02	La tabla44 muestra que este peón dedica mayormente su tiempo a Trabajo Productivo, principalmente en la alimentación de agregado grueso, pude mejorar significativamente si reduce las esperar, y ya obtiene listo el agregado antes de que llegue el Buguero.
PE1	BUGUERO 01	La tabla44muestra que este peón dedica mayormente su tiempo a Trabajo Productivo, principalmente al traslado y regreso de concreto, ya que tiende mejorar si reduce su Trabajo No Contributorio, como el tiempo ocioso, traslado lento.
PE2	BUGUERO 02	La tabla44 muestra que este peón dedica mayormente su tiempo a Trabajo Productivo, principalmente al traslado y regreso de concreto, ya que tiende mejorar si reduce su trabajo no Contributorio, como el tiempo ocioso, traslado lento.

PE3	BUGUERO 03	La tabla 44 muestra que este peón dedica mayormente su tiempo a Trabajo Productivo, principalmente al traslado y regreso de concreto, ya que tiende mejorar si reduce su trabajo no Contributorio, como el tiempo ocioso, traslado lento.
AY1	ALBAÑIL 01	La tabla44 muestra que este ayudante dedica mayormente a Trabajo Productivo, vaciado de concreto, acomodo de concreto, regleo, pero ya que tiende mejorar su productividad si reduce significativamente Trabajo No Contributorio, como las esperas.
AY2	ALBAÑIL02	La tabla44 muestra que este ayudante dedica mayormente a Trabajo Productivo, vaciado de concreto, acomodo de concreto, regleo, pero ya que tiende mejorar su productividad si reduce significativamente Trabajo No Contributorio, como las esperas.
PE4	VIBRADOR	La tabla44 muestra que este peón tiene mayor su tiempo al Trabajo Productivo, principalmente vibrado, ya que tiende mejorar si reduce los tiempos más significativos de Trabajo No Contributorio, como es caso de esperas solo por el concreto.

Fuente: Propia

TABLA 46: Porcentaje de la Partida de Vaciado - Progresiva Km 0+175

TRABAJO	OPERADOR		ALIMENTADOR		ALIMENTADOR		BUGERO		BUGERO		BUGERO		ALBAÑIL		ALBAÑIL						
	OP1		PE1		PE2		PE3		PE4		PE5		AY1		AY2						
	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%					
TP	DAC	27	45.6%	0	41.5%	0	39.5%	0	49.0%	0	49.0%	0	49.0%	0	56.5%	0	37.4%				
	VC	0		0		0		0		0		0		0		0		0	0	20	26
	AC	0		0		0		0		0		0		0		0		0	0	28	13
	R	0		0		0		0		0		0		0		0		0	0	19	11
	DC	40		0		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0
	ACP	0		0		0		0		0		0		0		0		0	0	16	5
	RC	0		0		0		0		0		21		21		27		27	0	0	0
	TC	0		0		0		0		0		51		51		45		45	0	0	0
	LL	0		61		61		58		0		0		0		0		0	0	0	0
	SUB TOTAL	67				61				58				72				72		72	
TC	VI	0	0.0%	0	25.2%	0	27.2%	0	41.5%	0	41.5%	0	41.5%	0	0.0%	36	24.5%				
	D	0		37		40		0		0		0		0							
	A	0		0		0		0		0		0		0							
	RE	0		0		0		61		61		61		61							
	SUB TOTAL	0		37		40		61		61		61		61							
TNC	TO	0	54.4%	0	33%	0	33%	0	10%	0	10%	0	10%	0	43.5%	0	38.1%				
	E	80		48		49		14		14		14		60							
	DE	0		1		0		0		0		0		0							
	NF	0		0		0		0		0		0		4							
	V	0		0		0		0		0		0		0							
	SUB TOTAL	80		49		49		14		14		14		64							
TOTAL	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%	147	100.0%					

Elaboración: Propia

TABLA 47: Tiempo y(%)de todos la cuadrilla en la Progresiva Km 0+150

CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTEO	%	
TP	DAC	Dosificación de Agua Y Cemento	26	40.3%
	VC	Vaciado de concreto	42	
	AC	Acomodar el Concreto	42	
	R	Reglear	30	
	DC	Dar Concreto	37	
	ACP	Acomodando concreto con pala	32	
	RC	Recibir Concreto	62	
	TC	Traslado de Concreto	145	
	LL	Llenado de agregados	117	
TC	VI	Vibrado	61	22.2%
	D	Dosificación de agregados	65	
	A	Recibir y Dar Instrumentos	6	
	RE	Regreso	162	
TNC	TO	Tiempo Ocioso	46	37.5%
	E	Esperas	425	
	DE	Descanso	1	
	NF	Necesidades Fisiológicas	16	
	V	Viaje	8	
TOTAL GENERAL		1323	100.0%	

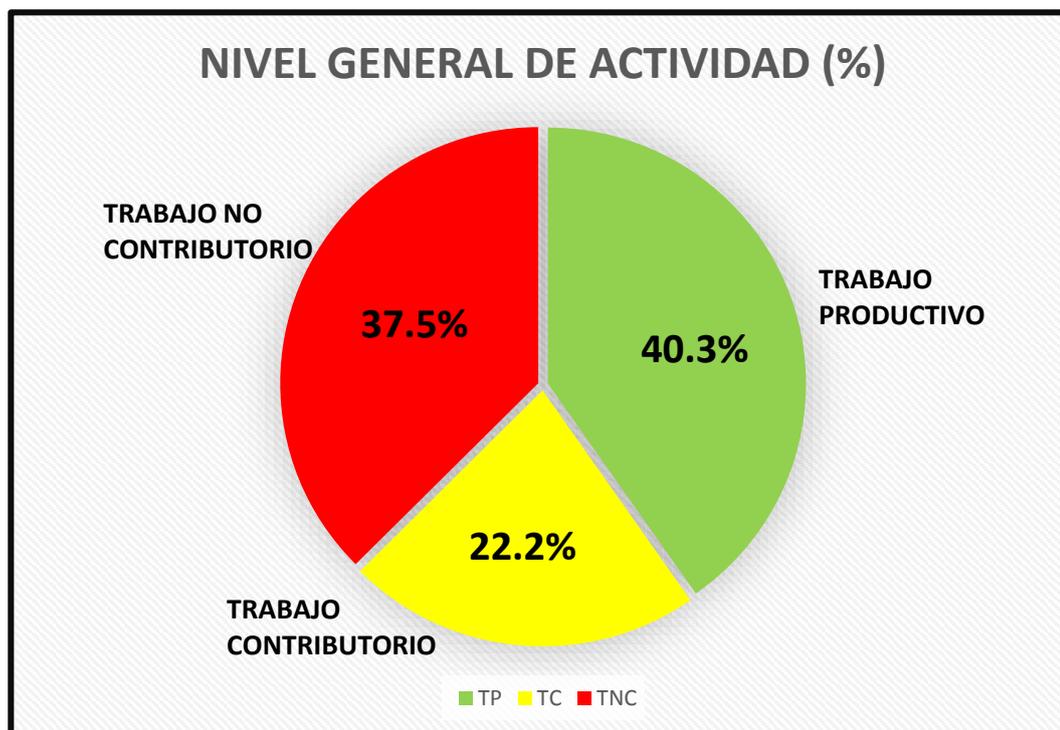
Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)**TABLA 48:** Nivel General de Actividad de Vaciado - Propuesto

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
04/09/2017	533	294	496	1323

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)**TABLA 49:** Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
04/09/2017	40.3%	22.2%	37.5%	100%

**Figura 32:** Resultado final carta balance-Nivel Gral. de Actividad Prog. Km 0 + 150

Fuente: Propia

MEDIDAS CORRECTIVAS:

En coordinación con los obreros, se reasigno nuevas actividades a los miembros de la cuadrilla de vaciado.

Se aumentó el número de cilindros de 55 galones, para bastecer agua en el vaciado.

Se reasigno al PE6, operador de la vibradora, otra actividad fuera de esta cuadrilla.

En coordinación con AY2 albañil, se coordinó para que aporte en el vibrado del concreto.

En una reunión con los trabajadores, en sugerencia del trabajo Zona Alto Andina, se permitió el consumo hojas de coca, por pedido del mismo trabajador, ya que nos dieron a entender que así se aclimatan con el frio.

En charla con los ayudantes se pidió que antes de que terminen su jornada, dejen las herramientas y materiales en los centros de acopio y bodega, más cercano, cuidado por el guardián, con el motivo de que al día siguiente se dirijan directo a donde se habían quedado.

.

TABLA 50: Tiempo y (%) de todos la cuadrilla en la Progresiva Km 0+175

CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTEO	%	CONTEO	%	
TP	DAC	Dosificación de Agua Y Cemento	27	2.3%	540	45.9%
	VC	Vaciado de concreto	46	3.9%		
	AC	Acomodar el Concreto	41	3.5%		
	R	Reglear	30	2.6%		
	DC	Dar Concreto	40	3.4%		
	ACP	Acomodando concreto con pala	21	1.8%		
	RC	Recibir Concreto	69	5.9%		
	TC	Traslado de Concreto	147	12.5%		
	LL	Llenado de agregados	119	10.1%		
TC	VI	Vibrado	36	3.1%	296	25.2%
	D	Dosificación de agregados	77	6.5%		
	A	Recibir y Dar Instrumentos	0	0.0%		
	RE	Regreso	183	15.6%		
TNC	TO	Tiempo Ocioso	0	0.0%	340	28.9%
	E	Esperas	332	28.2%		
	DE	Descanso	1	0.1%		
	NF	Necesidades Fisiológicas	7	0.6%		
	V	Viaje	0	0.0%		
TOTAL GENERAL		1176	100.0%	1176	100.0%	

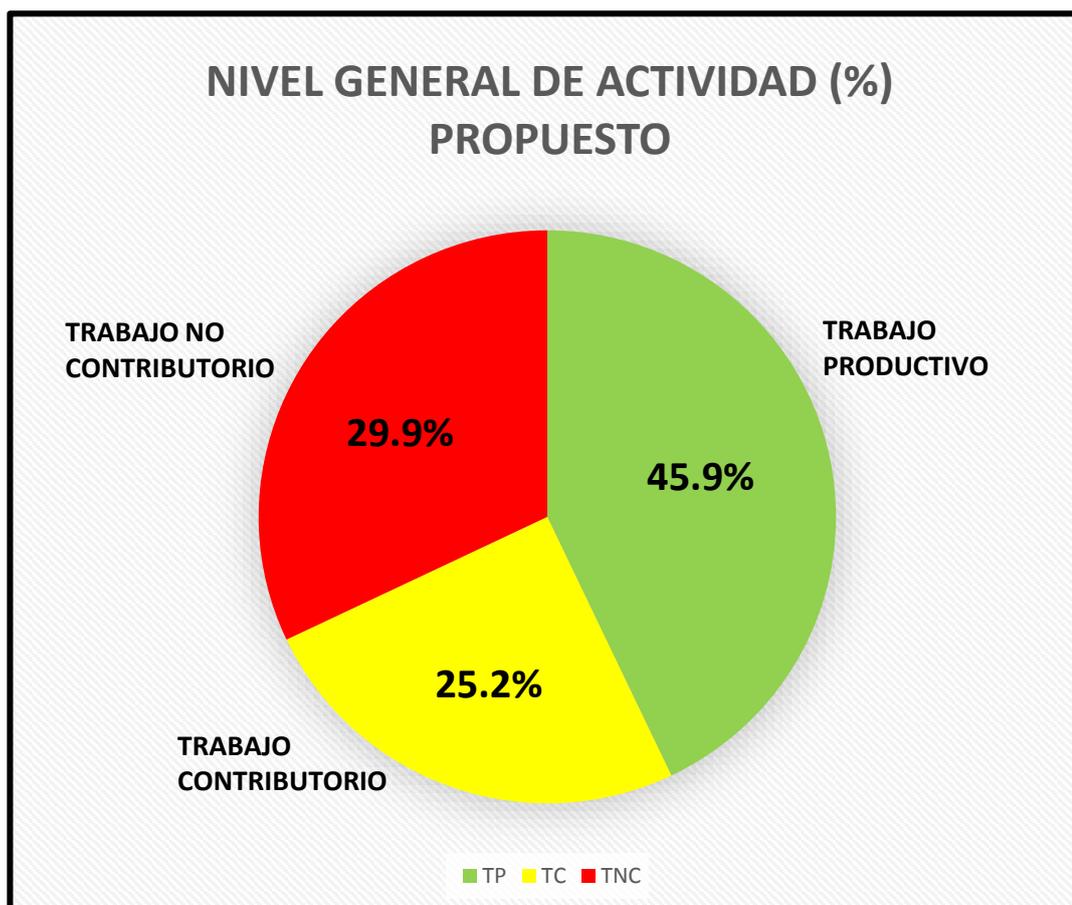
Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)**TABLA 51:** Nivel General de Actividad de Vaciado

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
04/09/2017	540	296	340	1176

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)**TABLA 52:** Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
06/09/2017	45.9%	25.2%	28.9%	100%

**Figura 33:** Resultado final carta balance-Nivel Gral. de Actividad Prog. Km 0 + 175

Fuente: Propia

TABLA 53: Velocidad de la Cuadrilla de Vaciado

VELOCIDAD			METRADO		VELOCIDAD		%	OPTIMIZADO
PROG.	MINUTOS	DIA	UNIDAD	CANTIDAD				
150	147	0.31	M3	3.74	12.06	M3/1DIA	45.50%	9.00%
175	147	0.31	M3	4.48	14.45	M3/1DIA	54.50%	
TOTAL					26.51	M3/1DIA	100.0%	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 54: Productividad de la Cuadrilla de Vaciado

PRODUCTIVIDAD				METRADO		PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA		%	OPTIMIZADO
PROG.	TIEMPO (HRS)	TIEMPO (MIN)	RECURSO (HH)	UND	CANT				
150	2.45	147	19.6	M3	3.74	0.190	M3/1hh	45.45%	9.09%
175	2.45	147	19.6	M3	4.48	0.229	M3/1hh	54.55%	
TOTAL						0.419	M3/1hh	100.0%	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 55: Resultado Optimización TNC de la cuadrilla de Vaciado

PROGRESIVA	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO(TNC)	OPTIMIZADO
PROG. KM 0+150.00	37.5%	-8.6%
PROG. KM 0+175.00	28.9%	
TOTAL		

ELABORACIÓN: Propia

TABLA56: Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Vaciado

PROGRESIVA	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	OPTIMIZADO
PROG. KM 0+150.00	40%	5.6%
PROG. KM 0+175.00	45.9%	
TOTAL		

ELABORACIÓN: Propia

$$\text{COEFICIENTE DE PARTICIPACION : CP} = \frac{\text{TIEMPO PRESENTE}}{\text{TIEMPO TOTAL}}$$

$$\text{COEFICIENTE DE PARTICIPACION: NAR(\%)} = \frac{\text{TIEMPO QUE TRABAJA}}{\text{TIEMPO PRESENTE}}$$

$$\text{NIVEL DE ACTIVIDAD RELATIVO : NAR2} = \frac{\text{TIEMPO QUE TRABAJA}}{\text{TIEMPO TOTAL}}$$

TABLA 57: Actividad de la 1er Cuadrilla

	Operador	Alimentador	Alimentador	Bugnero	Bugnero	Bugnero	Albañil	Albañil	Peón	Maquina
TIEMPO PRESENTE	137	141	141	139	139	139	141	141	141	147
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	0.93	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	63	60	57	69	69	69	73	73	0	147
NIVEL ACTIVIDAD REAL	46%	43%	40%	50%	50%	50%	52%	52%	0%	100%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	43%	41%	39%	47%	47%	47%	50%	50%	0%	100%

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 58: Actividad de 2da Cuadrilla

	Operador	Alimentador	Alimentador	Bugnero	Bugnero	Bugnero	Albañil	Albañil	Maquina
TIEMPO PRESENTE	147	147	147	147	147	147	147	147	147
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	63	60	57	69	69	69	73	73	147
NIVEL ACTIVIDAD REAL	43%	41%	39%	47%	47%	47%	50%	50%	100%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	43%	41%	39%	47%	47%	47%	50%	50%	100%

ELABORACIÓN: Propia

3.5.1.3.4. VACIADO EN PROG. KM 1+200, KM 1+550.

Esta actividad se desarrolla después del encofrado. En zona de laderas, dentro de las progresivas indicadas y aun radio de 50 metros desde punto donde se encuentra el trompo en adelante. La actividad de vaciado en ladera ha de ser similar al de terreno llano, pero con tramos y transporte de concreto más prolongados.

Consiste en la colocación del concreto previamente humedecido y verificado el plomado del encofrado. La dosificación de los componentes de la mezcla se hará preferentemente al peso, evitando en lo posible que sea por volumen, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla.



Figura 34: Vaciado de mezcla de concreto ladera.

Fuente: Propia

e) RECONOCIMIENTO DE TRABAJOS PRODUCTIVOS, CONTRIBUTORIOS Y NO CONTRIBUTORIOS

Para realizar la carta balance en la partida de vaciado de canal es importante tener en cuenta los diferentes trabajos que se realizan dentro de la partida de vaciado de concreto; esto quiere decir, los trabajos productivos, los trabajos contributarios y los trabajos no contributarios de la partida. De igual forma, el tamaño, la proporción y ubicación de la cuadrilla de trabajo.

El propósito es saber distribuir el tiempo en la cuadrilla de vaciado, de manera individual como grupal, para así analizar correspondiente e implementar mejoras a las dificultades que se puedan presentar después de los resultados logrados.

TABLA 59: Tipos de trabajos en la partida de Vaciado en Ladera

CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTEO	%	CONTEO	%	
TP	DAC	Dosificación de Agua Y Cemento	27	1.5%	762	42.2%
	VC	Vaciado de concreto	72	4.0%		
	AC	Acomodar el Concreto	53	2.9%		
	R	Reglear	76	4.2%		
	DC	Dar Concreto	35	1.9%		
	ACP	Acomodando concreto con pala	19	1.1%		
	RC	Recibir Concreto	124	6.9%		
	TC	Traslado de Concreto	240	13.3%		
	LL	llenado de agregados	116	6.4%		
TC	VI	Vibrado	0	0.0%	485	26.8%
	D	Dosificación de agregados	60	3.3%		
	A	Recibir y Dar Instrumentos	9	0.5%		
	RE	Regreso	416	23.0%		
TNC	TO	Tiempo Ocioso	0	0.0%	560	31.0%
	E	Esperas	557	30.8%		
	DE	Descanso	2	0.1%		
	NF	Necesidades Fisiológicas	0	0.0%		
	V	Viaje	1	0.1%		
TOTAL GENERAL		1807	100.0%	1807	100.0%	

Elaboración: Propia

f) DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS PARTIDAS:

El diagrama de flujo de la partida consiste en tener un esquema ordenado de los tipos de actividades y plantearlo como un diagrama.

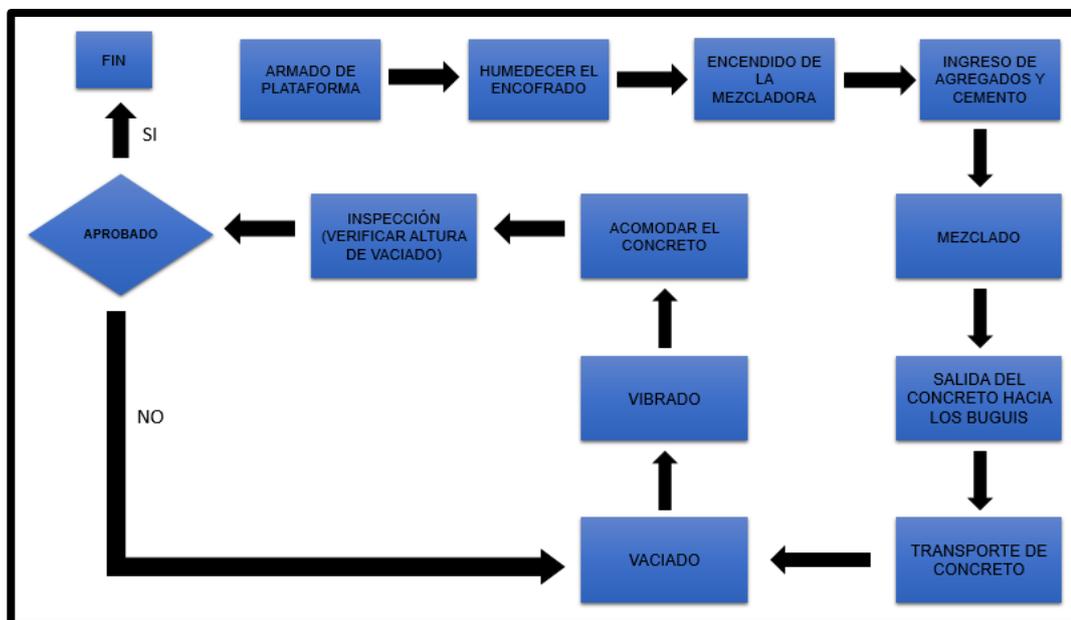


Figura 35: Diagrama de Flujo de Vaciado de Canal

Fuente: Propia

g) DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL UTILIZADO

La cuadrilla de vaciado de canal está conformada por 1 operario, 2 oficiales y 6 ayudantes.

TABLA 60: Cuadrilla de Trabajo de Vaciado de canal

Obrero 1	Raúl (Peón)
Obrero 2	Elías (Operario)
Obrero 3	Kenny (Oficial)
Obrero 4	Sebastián (Oficial)
Obrero 5	Luis (Peón)
Obrero 6	Franklin (Peón)
Obrero 7	Alexander (Peón)
Obrero 8	Basilio (Peón)
Obrero 9	Pastor (Peón)

Fuente: Propia

h) RESULTADO POR TRABAJADOR DE LAS PROGRESIVA KM 1+200, KM 1+550

Se realizó el muestreo de trabajo empezando por el vaciado de canal, en la progresiva KM 1+200, KM 1+550, para obtener los datos de las actividades de la cuadrilla de vaciado individual de cada trabajador, y aplicar las mejoras correctivas.

En las misma progresivas para observar en que cuanto varían en recursos y productividad en comparación del vaciado de terreno con poca accesibilidad y en la cual se necesitan de fajas o planchas transportadoras de concreto para que este llegue al punto de vaciado. Todas las tomas para nuestra carta balance están en minutos. Y el muestreo de datos de Cartas Balance, están en el anexo V.

TABLA 61: Porcentaje de la Partida de Vaciado en Progresiva KM 1+200, Progresiva KM 1+550 - Vista 1 y Vista 2

TRABAJO	OPERADOR		ALIMENTADOR		ALIMENTADOR		BUGUERO		BUGUERO		BUGUERO		ALBAÑIL		ALBAÑIL		BUGUERO			
	OP1		AY1		AY2		PE1		PE2		PE3		AY3		AY3		PE4			
	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%		
TP	DAC	27	30.8%	0	30.3%	0	28.0%	0	46.3%	0	46.3%	0	46.3%	0	61.2%	0	31.8%	0	45.3%	
	VC	0		0		0		0		0		0		32		30		0		
	AC	0		0		0		0		0		0		32		6		0		
	R	0		0		0		0		0		0		52		18		0		
	DC	35		0		0		0		0		0		0		0		0		
	ACP	0		0		0		0		0		0		7		10		0		
	RC	0		0		0		0		29		29		33		0		0		
	TC	0		0		0		0		64		64		60		0		0		
	LL	0		61		56		0		0		0		0		0		0		
	SUB TOTAL	62		61		56		93		93		93		123		64		91		
TC	VI	0	1.5%	0	15.9%	0	17.0%	0	50.7%	0	50.7%	0	50.7%	0	0.0%	43	21.4%	0	51.7%	
	D	0		29		31		0		0		0		0		0				
	A	3		3		3		0		0		0		0		0				
	RE	0		0		0		102		102		102		0		0				
	SUB TOTAL	3		32		34		102		102		102		0		43		104		
TNC	TO	0	67.7%	0	54%	0	55%	0	3%	0	3%	0	3%	0	38.8%	0	46.8%	0	3.0%	
	E	135		107		109		6		6		6		78		94		6		
	DE	0		1		1		0		0		0		0		0		0		
	NF	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	V	1		0		0		0		0		0		0		0		0		
	SUB TOTAL	136		108		110		6		6		6		78		94		6		
TOTAL	201	100.0%	201	100.0%	200	100.0%	201	100.0%												

Elaboración: Propia

TABLA 62: Observaciones de la Partida de Vaciado en la Progresiva 1200 y 1550

OBRERO	P.FUNCIÓN	OBSERVACIONES
OP1	OPERADOR TROMPO	La tabla 58 muestra que este operador dedica mayormente su tiempo a Trabajo No Productivo, principalmente en tiempos de esperas.
PE1	ALIMENTADOR	La tabla 58 muestra que este alimentador de agregado fino, dedica mayormente su tiempo a Trabajo No Productivo, principalmente en tiempos de esperas.
PE2	ALIMENTADOR	La tabla 58 muestra que este alimentador de agregado grueso, dedica mayormente su tiempo a Trabajo No Productivo, principalmente en tiempos de esperas.
PE3	BUGUERO	La tabla 58 muestra que este Buguero dedica mayormente su tiempo a Trabajo Contributorio, principalmente en tiempos de regreso, y también al Trabajo Productivo como el traslado del concreto al punto de vaciado.
PE4	BUGUERO	La tabla 58 muestra que este Buguero dedica mayormente su tiempo a Trabajo Contributorio, principalmente en tiempos de regreso, y también al Trabajo Productivo como el traslado del concreto al punto de vaciado.
PE5	BUGUERO	La tabla 58 muestra que este Buguero dedica mayormente su tiempo a Trabajo Contributorio, principalmente en tiempos de regreso, y también al Trabajo Productivo como el traslado del concreto al punto de vaciado.
AY1	ALBAÑIL	La tabla 58 muestra que este operador dedica mayormente su tiempo a Trabajo No Productivo, principalmente a vaciado acomodo de concreto y regleado.
AY2	ALBAÑIL	La tabla 58 muestra que este operador dedica mayormente su tiempo a Trabajo No Productivo, principalmente a vaciado acomodo de concreto y regleado, pero en menor cantidad que el AY1, también cuenta con más Trabajo Contributorio, usando la vibradora.
PE6	BUGUERO	La tabla 58 muestra que este Buguero dedica mayormente su tiempo a Trabajo Contributorio, principalmente en tiempos de regreso, y también al Trabajo Productivo como el traslado del concreto al punto de vaciado.

Elaboración: Propia

TABLA 63: Porcentaje de la Partida de Vaciado en la Progresiva KM 1+200, Progresiva KM 1+550 - Vista 1 y Vista 2

TRABAJO	OPERADOR		ALIMENTADOR		BUGUERO		BUGUERO		BUGUERO		ALBAÑIL		ALBAÑIL		BUGUERO										
	OP1		AY1		PE1		PE2		PE3		AY3		AY4		PE4										
	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%	TIEMPO	%									
TP	DAC	27	30.8%	0	43.8%	0	0.0%	0	45.3%	0	45.3%	0	61.2%	0	45.3%	0	45.3%								
	VC	0		0		0		0		0		32		40		0									
	AC	0		0		0		0		0		32		20		0									
	R	0		0		0		0		0		52		22		0									
	DC	35		0		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	
	ACP	0		0		0		0		0		0		0		0		7	9	0	0	0	0	0	
	RC	0		0		0		29		29		33		0		0		0	0	0	0	0	33	0	
	TC	0		0		0		62		62		58		0		0		0	0	0	0	0	58	0	
	LL	0		88		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	0
	SUB TOTAL	62		88		91		91		91		91		123		91		91	91	91	91	91	91	91	91
TC	VI	0	21.4%	0	15.9%	0	51.7%	0	51.7%	0	51.7%	4	2.0%	48	23.9%	0	51.7%								
	D	40		29		0		0		0		0		0		0									
	A	3		3		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	
	RE	0		0		104		104		104		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	
	SUB TOTAL	43		32		104		104		104		4		48		104		104	4	48	104	104	104	104	
TNC	TO	0	47.8%	0	40%	0	0%	0	3%	0	3%	0	36.8%	0	30.8%	0	3.0%								
	E	95		80		6		6		6		74		62		6									
	DE	0		1		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	
	NF	0		0		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	
	V	1		0		0		0		0		0		0		0		0	0	0	0	0	0	0	
	SUB TOTAL	96		81		6		6		6		6		74		62		6	62	6	6	6	6	6	
TOTAL	201	100.0%	201	100.0%	201	1733.3%	201	100.0%	201	100.0%	201	100.0%	201	100.0%	201	100.0%	201	100.0%							

Elaboración: Propia

TABLA 64: Porcentaje general de cuadrillas prog. Km 1+200,1+1550 –en Estudio

CATEGORIA	DESCRIPCION	CONTEO	%	CONTEO	%	
TP	DAC	Dosificación de Agua Y Cemento	27	1.5%	733	40.6%
	VC	Vaciado de concreto	65	3.6%		
	AC	Acomodar el Concreto	43	2.4%		
	R	Reglear	70	3.9%		
	DC	Dar Concreto	35	1.9%		
	ACP	Acomodando el concreto con pala	13	0.7%		
	RC	Recibir Concreto	124	6.9%		
	TC	Traslado de Concreto	240	13.3%		
	LL	llenado de agregados	116	6.4%		
TC	VI	Vibrado	42	2.3%	527	29.2%
	D	Dosificación de agregados	60	3.3%		
	A	Recibir y Dar Instrumentos	9	0.5%		
	RE	Regreso	416	23.0%		
TNC	TO	Tiempo Ocioso	0	0.0%	547	30.3%
	E	Esperas	544	30.1%		
	DE	Descanso	2	0.1%		
	NF	Necesidades Fisiológicas	0	0.0%		
	V	Viaje	1	0.1%		
TOTAL GENERAL		1807	100.0%	1807	100.0%	

Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)

TABLA 65: Nivel General de Actividad de Vaciado–en Estudio

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
18/10/2017	733	527	547	1807

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)

TABLA 66: Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
18/10/2017	40.6%	29.2%	30.3%	100%

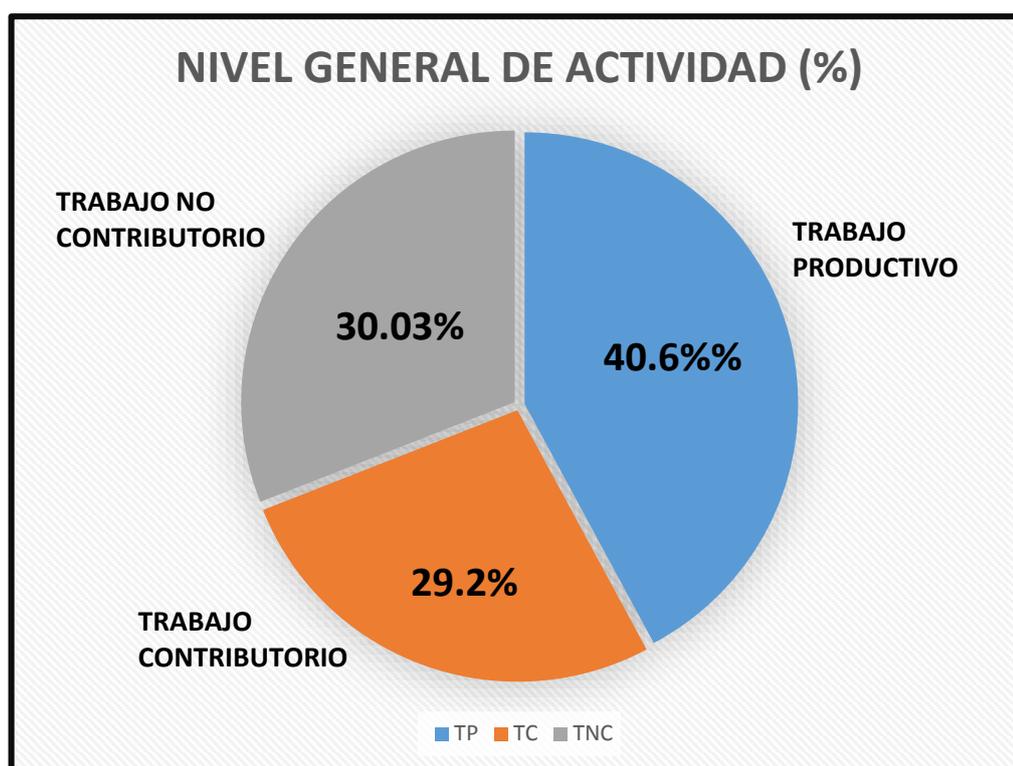


Figura 36: Resultado carta balance – Progresiva KM 1+200 y KM 1+550–en Estudio

Fuente: Propia

MEDIDAS CORRECTIVAS:

En coordinación con los obreros, se reasigno nuevas actividades a los miembros de la cuadrilla de vaciado.

Se aumentó el número de cilindros de 55 galones, para el abastecimiento de agua.

Se reasigno al AY2, alimentador, otra actividad fuera de esta cuadrilla.

Se cambió del Slump de 4"-6" a 5"-7", para una mayor trabajabilidad en el transporte dentro del chute

En charla con los ayudantes se pidió que antes de que terminen su jornada, dejen las herramientas y materiales en los centros de acopio y bodega de la siguiente progresiva.

TABLA 67: Porcentaje Gral. de cuadrillas Prog. Km 1+200, Km 1+1550 Propuesto

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	CONTEO	%	CONTEO	%	
TP	DAC	Dosificación de Agua y Cemento	27	1.7%	728	45.3%
	VC	Vaciado de concreto	72	4.5%		
	AC	Acomodar el Concreto	52	3.2%		
	R	Reglear	74	4.6%		
	DC	Dar Concreto	35	2.2%		
	ACP	Acomodando concreto con pala	16	1.0%		
	RC	Recibir Concreto	124	7.7%		
	TC	Traslado de Concreto	240	14.9%		
	LL	llenado de agregados	88	5.5%		
TC	VI	Vibrado	52	3.2%	543	33.8%
	D	Dosificación de agregados	69	4.3%		
	A	Recibir y Dar Instrumentos	6	0.4%		
	RE	Regreso	416	25.9%		
TNC	TO	Tiempo Ocioso	0	0.0%	337	21.0%
	E	Esperas	335	20.8%		
	DE	Descanso	1	0.1%		
	NF	Necesidades Fisiológicas	0	0.0%		
	V	Viaje	1	0.1%		
	TOTAL GENERAL	1608	100.0%	1608	100.0%	

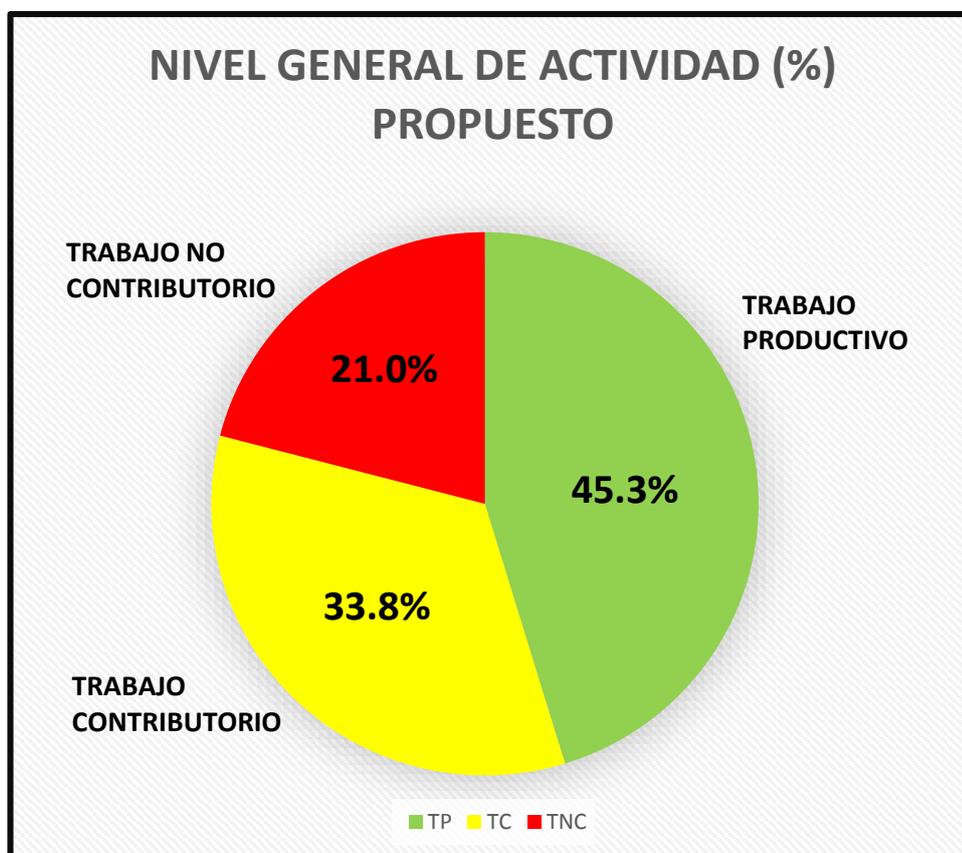
Elaboración: Propia

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (NG)**TABLA 68:** Nivel General de Actividad de Vaciado - Propuesto

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
19/10/2017	728	543	337	1608

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD (%)**TABLA 69:** Nivel General de Actividad de Vaciado en Porcentaje

FECHA	TP	TC	TNC	TOT
19/10/2017	45.3%	33.8%	21.0%	100%

**Figura 37:** Resultado carta balance-prog.KM 1+200, prog.KM 1+550-Propuesto

Fuente: Propia

TABLA 70: Velocidad de la Cuadrilla de Vaciado en la Progresiva KM 1+200, Progresiva KM 1+550

VELOCIDAD			METRADO		VELOCIDAD		%	OPTIMIZADO
PROG.	MINUTOS	DIA	UNIDAD	CANTIDAD				
1200-1550	201	0.419	M3	4.30	10.26	M3/1DIA	48.86%	2.27%
1200-1550	201	0.419	M3	4.50	10.69	M3/1DIA	51.14%	
TOTAL					21.00	M3/1DIA	100.0%	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 71: Productividad de la Cuadrilla de Vaciado en la Progresiva KM 1+200, Progresiva KM 1+550

PRODUCTIVIDAD				METRADO		PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA		%	OPTIMIZADO
PROG.	TIEMPO (HRS)	TIEMPO (MIN)	RECURSO (hh)	UND	CANT				
1200-1550	2.45	201	19.6	M3	4.30	0.219	M3/1hh	48.86%	2.27%
1200-1500	2.45	201	19.6	M3	4.50	0.230	M3/1hh	51.14%	
TOTAL						0.837755	M3/1hh	100.0%	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 72: Resultado Optimización TNC de la cuadrilla de Vaciado

PROGRESIVA	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO(TNC)	OPTIMIZADO
KM 1+200, prog.KM 1+550	31.0%	-10.0%
KM 1+200, prog.KM 1+550	21.0%	
TOTAL		

ELABORACIÓN: Propia

TABLA73: Resultado Optimización TP de la cuadrilla de Vaciado

PROGRESIVA	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	OPTIMIZADO
KM 1+200, prog.KM 1+550	42%	3.1%
KM 1+200, prog.KM 1+550	45.3%	
TOTAL		

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 74: Actividad de 1er Cuadrilla

	OPERADOR	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR	BUGUERO	BUGUERO	BUGUERO	ALBAÑIL	ALBAÑIL	BUGUERO	MAQUINA
TIEMPO PRESENTE	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	62	61	56	91	91	91	123	97	55	199
NIVEL ACTIVIDAD REAL	31%	30%	28%	45%	45%	45%	61%	48%	27%	99%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	31%	30%	28%	45%	45%	45%	61%	48%	27%	99%

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 75: Actividad de 2da Cuadrilla

	OPERADOR	ALIMENTADOR	BUGUERO	BUGUERO	BUGUERO	ALBAÑIL	ALBAÑIL	BUGUERO	MAQUINA
TIEMPO PRESENTE	201	201	201	201	201	201	201	201	201
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO QUE TRABAJA	62	61	91	91	91	123	97	55	199
NIVEL ACTIVIDAD REAL	31%	30%	45%	45%	45%	61%	48%	27%	99%
NIVEL ACTIVIDAD RELATIVO	31%	30%	45%	45%	45%	61%	48%	27%	99%

ELABORACIÓN: Propia

i) CURSOGRAMA ANALÍTICO:

En el siguiente diagrama muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda:

TABLA 76: Cursograma Analítico en Estudio de Vaciado

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num.3	Hoja Num. 03 de 03		Resumen						
Objeto:	Actividad		Actual	Propuesta	Economía				
	Operación	○	13	0	13				
	Transporte	⇒	3	0	3				
	Esperas	□	1	0	1				
Actividad: VACIADO DE CANAL	Inspeccion	D	3	0	3				
	Almacenamiento	▽	1	0	1				
	Total de Operaciones Realizadas		21	0	21				
Metodo : Actual / Propuesto	Distancia Total en metros		280	0	280				
Lugar: Obra Hidraulica de San Pedro - Candarave									
Operario (s) :1									
Oficial (s) :2									
Peon (s) : 6									
Compuesto por: Grupo de Tesis			Totales						
			Simbolo						
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	□	D	▽	Observaciones
Transportes de herramientas		80	7						6 peones, 2 oficiales y 1 operario
Instrucciones									
Armado de la plataforma			3						1 operario y 2 oficiales
Humedecer el encofrado			1						1 peon
Traslado de la Mezcladora		80	7						3 peones
Activar la Mezcladora			4						1 operario
Alimentación de agregado			3						2 peones
Dosificación A/C			1						2 peones
Mezclado			1						
Salida de concreto a buguis			1						3 peones
Traslado de concreto		30	3						
Espera del concreto hacia el lugar			3						
Vaciado de concreto			1						
Acomodar el concreto con pala			1						2 oficiales
Vibrado			4						1 peon
Reglear			2						1 oficial
Acomodar concreto			1						1 oficial
Mover herramientas		10	1						1 peon
Verificar altura del concreto			1						
Inspeccion									
Almacenaje		80							
Total		280	45	13	3	1	3	1	

Elaboración: Propia

TABLA 77: Cursograma Analítico Propuesto de Vaciado

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo			
Diagrama Num.3	Hoja Num. 03 de 03		Resumen						
Objeto:	Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
	Operación	○		13	11	2			
	Transporte	⇒		3	1	2			
	Esperas	□		1	0	1			
Actividad: VACIADO DE CANAL	Inspeccion	D		3	2	1			
	Almacenamiento	▽		1	1	0			
	Total de Operaciones Realizadas			21	15	6			
Metodo : Actual / Propuesto	Distancia Total en metros			280	70	210			
Lugar: Obra Hidraulica de San Pedro - Candarave									
Operario (s) :1									
Oficial (s) :2									
Peon (s) : 6									
Compuesto por: Javier Butrón - Nersy Gutierrez				Totales					
				Simbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	□	D	▽	Observaciones
Transportes de herramientas		30	3						6 peones, 2 oficiales y 1 operario
Instrucciones									
Armado de la plataforma			3						1 operario y 2 oficiales
Activar la Mezcladora			3						1 operario
Alimentación de agregado			3						2 peones
Dosificación A/C			1						2 peones
Mezclado			1						
Salida de concreto a buguis			1						3 peones
Traslado de concreto		10	3						
Vaciado de concreto			1						
Acomodar el concreto con pala			1						2 oficiales
Vibrado			3						1 peon
Acomodar concreto			1						1 oficial
Verificar altura del concreto			1						
Almacenaje		30							
Total		70	25	11	1	0	2	1	

Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Se comparó el mejoramiento de cada partida para saber cuánto será la disminución de costos al comparar el ritmo de trabajo inicial que se hubiera continuado en toda la obra con el nuevo ritmo de avance propuesto, al optimizar la productividad de la mano de obra.

a) DISMINUCIÓN DE COSTOS ÓPTIMO.

TABLA 78: Ahorro por productividad de la mano de obra en la partida de excavación

	Productividad		Rendimiento		Saldo por ejecutar metrado		Horas Hombre		S/hh	Monto	Ahorro
Excavación	0,28	m3/hh	1,68	hh/m3	1238,31	m3	346,726	hh	S/.14,91	S/.5.169,68	S/. 1.070,86
	0,338	m3/hh	2,96	hh/m3	1238,31	m3	418,547	hh	S/.14,91	S/.6.240,54	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 79: Ahorro por productividad de la mano de obra en la partida de encofrado

	Productividad		Rendimiento		Saldo por Ejecutar Metrado		Horas Hombre		S/hh	Monto	Ahorro
Encofrado	3,2	m3/hh	0,31	hh/m3	2704	m3	8652,80	hh	S/.18,39	S/. 59.124,99	S/. 31.825,00
	3,84	m3/hh	0,26	hh/m3	2704	m3	10383,36	hh	S/.18,39	S/.190.949,99	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 80: Ahorro por productividad de la mano de obra en la partida de Vaciado 1

	Productividad		Rendimiento		Saldo por Ejecutar Metrado		Horas Hombre		S/hh	Monto	Ahorro
Vaciado 1	0,28	m3/hh	1,68	hh/m3	256,88	m3	71,926	hh	S/. 17,55	S/.1.262,31	S/. 261,48
	0,34	m3/hh	2,96	hh/m3	256,88	m3	86,825	hh	S/. 17,55	S/.1.523,79	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 81:Ahorro por productividad de la mano de obra en la partida de Vaciado 2

	Productividad		Rendimiento		Saldo por Ejecutar Metrado		Horas Hombre		S/hh	Monto	Ahorro
Vaciado 2	0,19	m3/hh	5,24	hh/m3	52,18	m3	9,914	hh	S/.17,55	S/. 173,99	S/. 35,71
	0,229	m3/hh	4,38	hh/m3	52,18	m3	11,949	hh	S/.17,55	S/.209,71	

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 82:Ahorro por Balanceo de cuadrillas – Vaciado 1

	#	Balanceo Cuadrilla			Saldo en # días	Monto x categoría	Monto x cuadrilla	Ahorro
Vaciado 1	cuadrilla 1	OP	1	20,19	120	S/.2.422,80	S/. 17.137,20	S/. 1.789,20
		AY	2	16,58	120	S/. 3.979,20		
		PE	6	14,91	120	S/. 10.735,20		
	cuadrilla 2	OP	1	20,19	120	S/. 2.422,80	S/. 15.348,00	
		AY	2	16,58	120	S/. 3.979,20		
		PE	5	14,91	120	S/. 8.946,00		

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 83:Ahorro por Balanceo de cuadrillas – Vaciado 2

	#	Balanceo Cuadrilla			Saldo en # días	Monto x categoría	Monto x cuadrilla	Ahorro
Vaciado 2	cuadrilla 1	OP	1	20,19	120	S/. 2.422,80	S/. 17.137,20	S/. 1.989,60
		AY	2	16,58	120	S/. 3.979,20		
		PE	6	14,91	120	S/. 10.735,20		
	cuadrilla 2	OP	1	20,19	120	S/. 2.422,80	S/. 15.147,60	
		AY	1	16,58	120	S/. 1.989,60		
		PE	6	14,91	120	S/.10.735,20		

ELABORACIÓN: Propia

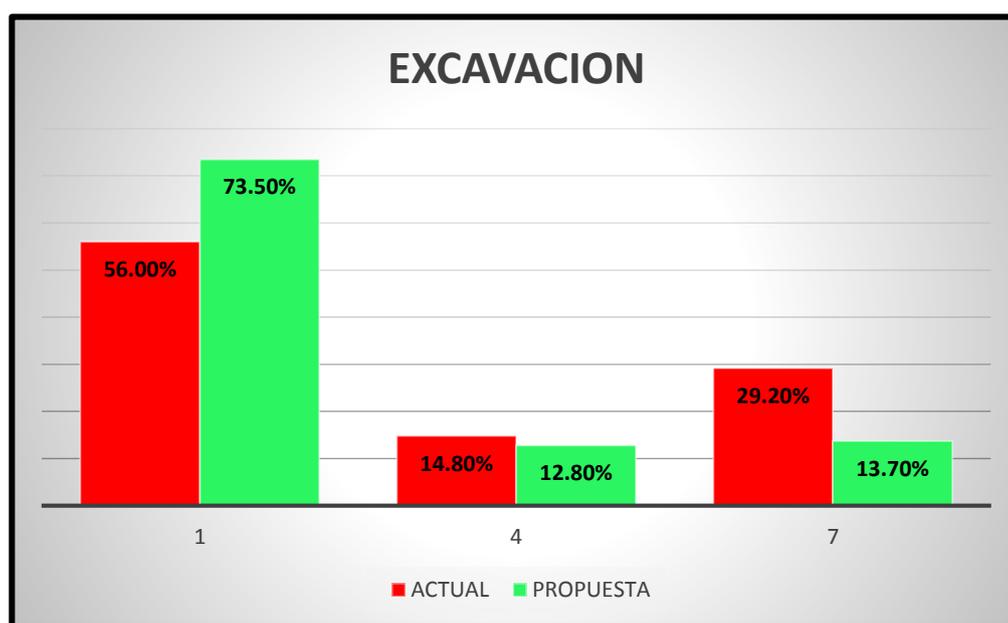
TABLA 84: Ahorro total por la Optimización

	EXCAV	ENCOF	V1	V2	TOTAL
Monto Optimización	1.070,86	31.825,00	2.050,68	2.025,31	36.971,85
CD Presupuesto	58.225,34	168.518,35	145.236,50	145.236,50	371.980,19
% Optimización	1,84	18,89	1,41	1,39	9,94

ELABORACIÓN: Propia

TABLA 85: General de Resumen Optimización por Tipo de Trabajo

TIPO DE TRABAJO	CATEGORIA	ACTUAL	PROPUESTA	OPTIMIZACION
EXCAVACION	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	56.00%	73.50%	17.5%
	TRABAJO CONTRIBUTORIO(TC)	14.80%	12.80%	-2.0%
	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO(TNC)	29.20%	13.70%	-15.5%
ENCOFRADO	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	51.2%	59.00%	7.8%
	TRABAJO CONTRIBUTORIO(TC)	27.0%	27.60%	-0.6%
	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO(TNC)	21.7%	13.40%	-8.3%
VACIADO	TRABAJO PRODUCTIVO(TP)	40.30%	45.90%	5.6%
	TRABAJO CONTRIBUTORIO(TC)	22.20%	25.20%	3%
	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO(TNC)	37.50%	28.90%	-8.6%

TABLA 86: Optimización de Excavación

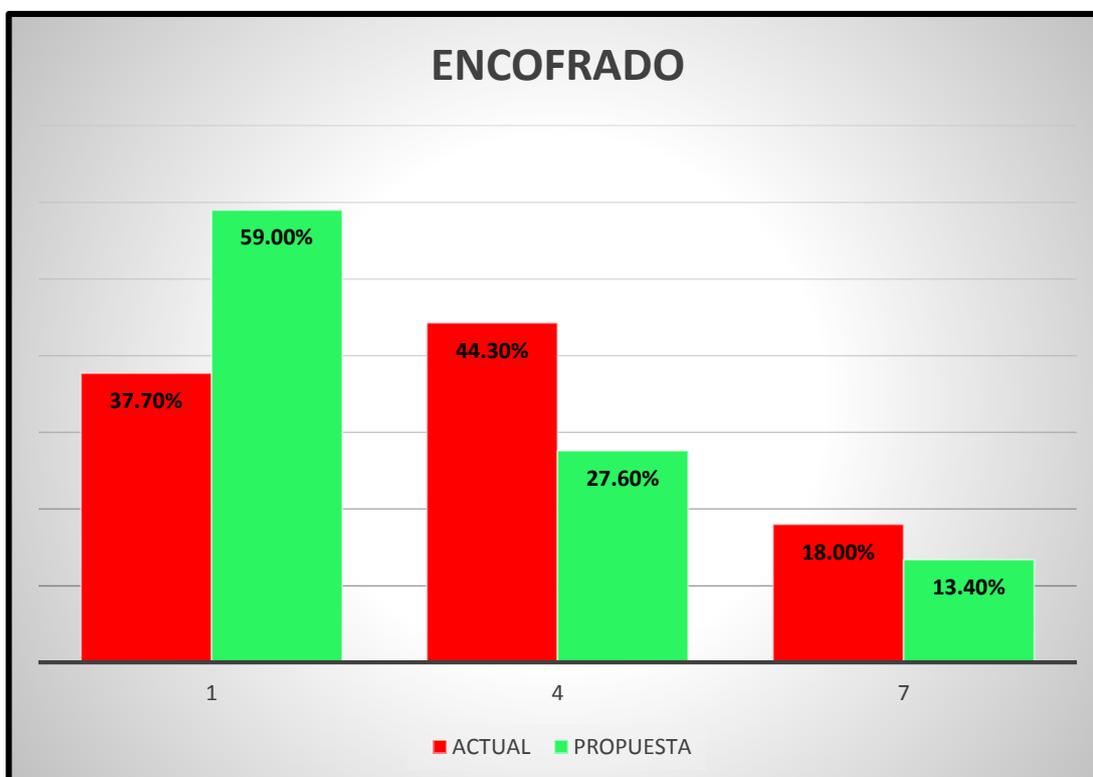
OBSERVACIONES:

Dado el resultados en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida critica de excavación, da como resultado **17.5%** de aumento en el Trabajo Productivo en la cuadrilla de excavación.

Dado el resultados en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida critica de excavación, da como resultado **-2.0%** de reducción en el Trabajo Contributorio en la cuadrilla de excavación.

Dado el resultados en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida critica de excavación, da como resultado **-15.5%** de reducción en el No Contributorio en la cuadrilla de excavación.

TABLA 86: Optimización de Encofrado



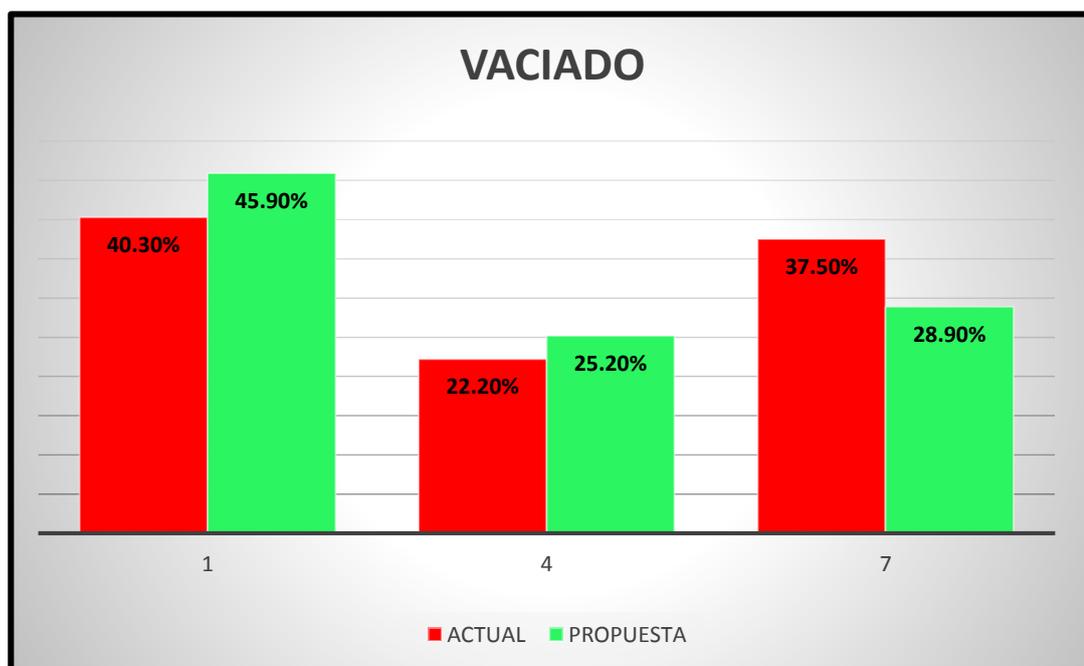
RESULTADOS:

Dado el resultados en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida critica de encofrado, da como resultado **7.8%** de aumento en el Trabajo Productivo en la cuadrilla de Encofrado.

Dado los resultados en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida critica de encofrado, da como resultado **-0.6%** de reducción en el Trabajo Contributorio en la cuadrilla de Encofrado.

Dado el resultados en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida critica de encofrado, da como resultado **-8.3%** de reducción en el No Contributorio en la cuadrilla de encofrado.

TABLA 87: Optimización de Vaciado



RESULTADOS:

Dado el resultado en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida crítica de Vaciado, da como resultado **5.6%** de aumento en el Trabajo Productivo en la cuadrilla de Vaciado.

Dado el resultado en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida crítica de Vaciado, da como resultado **3.0%** de aumento en el Trabajo Contributorio en la cuadrilla de Vaciado.

Dado el resultado en el rendimiento de la Tabla 85, damos por concluir que la aplicación CARTA BALANCE en la ejecución de la partida crítica de Vaciado, da como resultado **-8.6%** de reducción en el No Contributorio en la cuadrilla de Vaciado.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En relación al trabajo de tesis de investigación del Ing. Vilca Uzategui (2014), dispone que al emplear la Carta Balance en las partidas de solaqueo, tarrajeo de un edificio multifamiliar se logra optimizar la productividad de la obra; sin embargo a este trabajo de investigación carece de medidas aplicativas correctivas para tener en cuenta si se logra optimizar y en qué medida. Sin embargo el presente trabajo de investigación recolecta varios datos antes de que se aplique las mejoras y medidas correctivas, así las confronta con resultados logrados de todas las Cartas Balance para poder tener en cuenta en cuanto se podría optimizar.

Al comienzo de la obra del Sistema de Riego se carecía del control de la productividad en las cuadrillas de trabajo, es de ese modo que se tuvo que emplear diversas Cartas Balance para conseguir datos reales del avance que se hacía y así poder lograr que el avance fuera mayor y disminuir los costos de la mano de obra.

La respuesta de los trabajadores al cambio de rutina en un inicio ha sido un poco molesto para los trabajadores porque se disminuyó mano de obra innecesaria lo cual estaba incluida en la cuadrilla anteriormente, y el personal ya tenía menos Trabajo No Contributorio.

La disponibilidad de los recursos al inicio para el personal Obrero tuvo inconvenientes por la distancia de los materiales que se encontraban en el Almacén pero al optimizar se tuvo en cuenta en buscar lugares adecuados para que la distancia no sea un problema en el trabajo, para lo cual se habilitó centros de Acopios para tener una mejor accesibilidad a los materiales necesarios para cada actividad a realizar.

CONCLUSIONES

1. Se logró mejorar la productividad en el proceso de la mano de obra de la infraestructura hidráulica demostrado en los resultados obtenidos de las partidas críticas (excavación, encofrado y vaciado) aplicando la ingeniería de métodos.
2. En los resultados que arrojaron las diferentes cartas balance se pudo obtener las actividades por cada obrero. Donde se alcanza visualizar cada proceso (trabajador y el tiempo) que ha estado realizando y de donde se obtuvo la cantidad de Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio que alcanzó el trabajador en su cuadrilla, de donde se obtuvo una optimización en Excavación (17.5%), Encofrado (21.3%) y Vaciado (5.6%).
3. La metodología empleada para optimizar los recursos en las actividades críticas son el uso de las diferentes cartas balance para tener una mejora en la productividad y su Cursograma analítico de donde se obtuvo una mejor en el proceso del desarrollo de la actividad de la cuadrilla.
4. Se logró optimizar la velocidad al aumentar de 1.690 m³/hora a 2.637 m³/hora esto representa una optimización de 21.89% en la partida de Excavación, 102.40 m²/día a 122.89 m²/día esto representa una optimización de 9.09% en la partida de Encofrado y 12.06 m³/día a 14.45 m³/día, esto representa una optimización de 9.00% en la partida de Vaciado.
5. Se logró optimizar los Trabajo No Contributorio al disminuir en 15.60% en la partida de Excavación, 8.30% en la partida de Encofrado, 8.60% en la partida de Vaciado.
6. Se logró optimizar los Trabajos Productivos al aumentar en 17.50% en la partida de Excavación, 7.80% en la partida de Encofrado, 5.60% en la partida de Vaciado.
7. Se logró optimizar la productividad de la mano de obra al aumentar de 0.280 m³/hh a 0.338 m³/hh esto, representa una optimización de 9.43% en la partida

de Excavación, 3.20 m²/hh a 3.840 m²/hh, esto representa una optimización de 9.09% en la partida de Encofrado y 0.190 m³/hh a 0.229 m³/hh esto representa una optimización de 9.09% en la partida de Vaciado.

8. El uso de las cartas balance como instrumento para determinar los problemas en un determinado proceso, con lo cual se consigue detectar problemas o situaciones que se han generado en procesos anteriores pero que causan efectos posteriormente.

9. En lo que respecta sectorización, se debe proceder a compartir la información con todo el personal incluido en Obra. No solamente al personal de campo (maestros, ingenieros) sino también a los arquitectos, proyectistas, etc.

RECOMENDACIONES

- A fin de considerar las razones del incumplimiento de una actividad en específica, es recomendable la retroalimentación y su optimización continua, ya que en la investigación de cada una de ellas se localiza la capacidad de evitar realizar ciertos errores.
- Emplear el método de Carta Balance nos permite calcular y separar el tiempo de minuto a minuto con el apoyo de un cronómetro la clase de trabajo; posteriormente pasar toda la información recolectada en el Programa Excel, emplear diversas fórmulas y alcanzar resultados de tal forma que se pueda obtener gastos mínimos en la planilla del proyecto y calcular si se tiene en cada partida bastantes horas - hombre.
- Emplear la Carta Balance permite conseguir con exactitud la “velocidad de trabajo” ya que así se podrá procesar estos datos obtenidos en el Programa Project y de esta manera tener una planificación real que se logre efectuar.
- Para el llenado adecuado una carta balance, se aconseja pre-diseñar un formato que evidencie todas las actividades que puedan ocurrir durante las recolecciones de datos, dichas actividades deberán agruparse en tres grupos como: Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio.
- El encargado de la recolección de datos deberá posicionarse en un lugar que no impida el tránsito de la cuadrilla a estudiar, y al mismo tiempo pueda ver con claridad todas las actividades que esté ejecutando el personal.
- Reconocer fácilmente al personal a estudiar para no confundirlos, se aconseja proporcionarles indumentaria distinta de los demás obreros, bien sea cascos o chalecos a cada participante (obrero). La diferencia tiende hacer que los obreros no trabajen como en días anteriores ya que consiguen estar alertas que están siendo medidos hasta sentirse amenazados. Para evitar esto, se aconseja hacer la diferenciación semanas antes iniciada la carta balance, y así el personal a estudiar posiblemente se olvide que tiene un distintivo en su vestimenta de trabajo y mucho menos estar al tanto de quien los están midiendo.

- Emplear la Carta Balance para culminar en un tiempo más veloz los proyectos de manera en que se pueda reducir diferentes gastos generales de obra para después disponer de personal profesional, maquinarias y personal disponible para empezar nuevos proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTERO, L. (2004). Guía de Mejoramiento Continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). Revista Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

BRIOSO LESCANO, XAVIER MAX (2012), Productividad en la construcción de un condominio aplicando Conceptos de la filosofía Lean Construction (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

BUTINSA, J.S (2000). Control de producción de recursos con técnicas modernas. 1ra Edición. Lima, Perú: Editorial Amauta, S.A.

CASTILLO MUÑOZ, CESAR NADHIÑO Y FLORES CCAHUANA, MIGUEL ANGEL (2016), Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (caso: "cerezos de surco") Santiago de Surco-Lima (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad de San Martín de Porres. Lima.

CERDAS ESQUIVEL, C. (2012).Productividad de la mano de obra en la construcción costarricense. Costa Rica.

CHÁVEZ, J., & DE LA CRUZ, C. (2014). Aplicación de la Filosofía Lean Construction en una Obra de Edificación. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú.

GHIO CASTILLO, Virgilio A (2000). Diagnóstico y evaluación de la productividad en la construcción de obras en Lima Metropolitana. Perú. Fondo Editorial.

GHIO CASTILLO, Virgilio. (2001). Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta. Perú. Fondo Editorial.

GODENZI ORTIZ, Javier (2014), Economía de la Tecnología y la Innovación. PUCP Maestría en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología. Perú.

GUZMAN MARQUINA, CESAR (2014), Mejora de la Productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de Solaqueo y Tarrajeo de un Edificio Multifamiliar (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima.

KOSKELA, Lauri (1992) Application of the New Production Philosophy to Construcción. CIFE Technical Report 72, Stanford University.

KOSKELA, L. (2000) "An exploration towards a production theory and its application to construction". Tesis Doctoral. Technical Research Centre of Finland, Espoo.

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. [Http://www.leanconstrucction.org/](http://www.leanconstrucction.org/)

LUENGAS ZÚÑIGA, C. (2011) Implementación y seguimiento de la metodología LEAN CONSTRUCTION a las actividades constructivas de la obra Metropolitan Business Park en la empresa Marval S.A. Tesis Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, Colombia.

RALPH M. BARNES, (1980) Motion and time study: design and measurement of work. 7th edition. New York: Wiley.

RAMOS, ALFREDO WEB, 2014. CLASE 03 LEAN CONSTRUCTION. SLIDESHARE. [HTTPS://ES.SLIDESHARE.NET/ALFREDORAMOSAQ/CLASE-03-LEAN-CONSTRUCTION](https://es.slideshare.net/alfredoramosaq/clase-03-lean-construction)

SERPELL B, Alfredo y VERBAL R. Rodrigo (1990) Análisis de operaciones mediante cartas de balance. Revista de Ingeniería y Construcción, N°9. Santiago, Chile.

SERPELL B, Alfredo, VERBAL R. Rodrigo y Martínez C., Luis (1990) Recomendaciones para aumentar la productividad en la construcción. Revista de Ingeniería y Construcción, N°8. Santiago, Chile.

VELIZ FLORES, J. (2014) El Planeamiento mediante la Lookahead Schedule. Recuperada de <http://blog.pucp.edu.pe/item/11597/elplaneamiento-mediante-la-lookahead-schedule>

VILCA UZATEGUI, Mariano P. (2014). Mejora de la Productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. (Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.

WEB, 2016. SISTEMAS DE INFORMACIÓN II, CURSOGRAMAS. [HTTP://WWW.FACSO.UNSJ.EDU.AR/CATEDRAS/CIENCIAS-ECONOMICAS/SISTEMAS-DE-INFORMACION-II/DOCUMENTOS/CURSOG.PDF](http://www.facso.unsj.edu.ar/catedras/ciencias-economicas/sistemas-de-informacion-ii/documentos/cursog.pdf)

ANEXOS

	PAG.
ANEXO I. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	119
ANEXO II. CRONOGRAMA DE PARTIDA CRÍTICA.....	121
ANEXO III. PLANOS.....	123
ANEXO IV. PANEL FOTOGRAFICO.....	126
ANEXO V. CARTA BALANCE.....	131

I. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Título:	"MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LA INGENIERÍA DE MÉTODOS EN PARTIDAS CRITICAS DEL PROYECTO HIDRAULICO "SISTEMA DE RIEGO EN C.P. SAN PEDRO" - TACNA-2017"					
Autor:	Bach. Ing. Nersy Katherine Gutierrez Cruz Bach. Ing. Edwin Javier Butrón Flores					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicador	Método	Estadísticas
P. General	O. General	H. General	V. Independiente			
¿En qué medida se incrementa la Productividad con la aplicación de la Ingeniería de Métodos en el proyecto Hidráulico?	Mejorar la productividad aplicando la ingeniería de métodos en obras de infraestructura Hidráulica.	La Productividad mejorará aplicando la Ingeniería de Métodos.	La Ingeniería de Métodos.	Horas - Hombre Costo/Beneficio	Carta Balance Cursograma Analítico	
P. Específicos	O. Específicos	H. Específicas	V. Dependiente			
¿Cómo incrementar la productividad con la aplicación del estudio del trabajo de métodos en obras de Infraestructura Hidráulica?	Aplicar la ingeniería de métodos para mejorar adecuadamente los procesos en las actividades críticas del proyecto.	Con el estudio del trabajo y la ingeniería de métodos se incrementará la productividad.	Productividad	Rendimiento	Carta Balance Cursograma Analítico	
¿En qué medida incrementa la utilidad del proyecto, con la utilización de la Ingeniería de Métodos?	Incrementar la utilidad del proyecto, con la utilización de la Ingeniería de Métodos	Incrementará la utilidad del proyecto en un 3%, con la utilización de la Ingeniería de Métodos.	Margen de ganancia	Utilidad	Comparación Costo/Beneficio	

II. CRONOGRAMA DE LA PARTIDA CRITICA

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE RIEGO DE LA SECCIÓN ZACAPATARAMI EN EL C.P. SAN PEDRO, DISTRITO DE CANDARAVE, PROVINCIA DE CANDARAVE - TACNA.

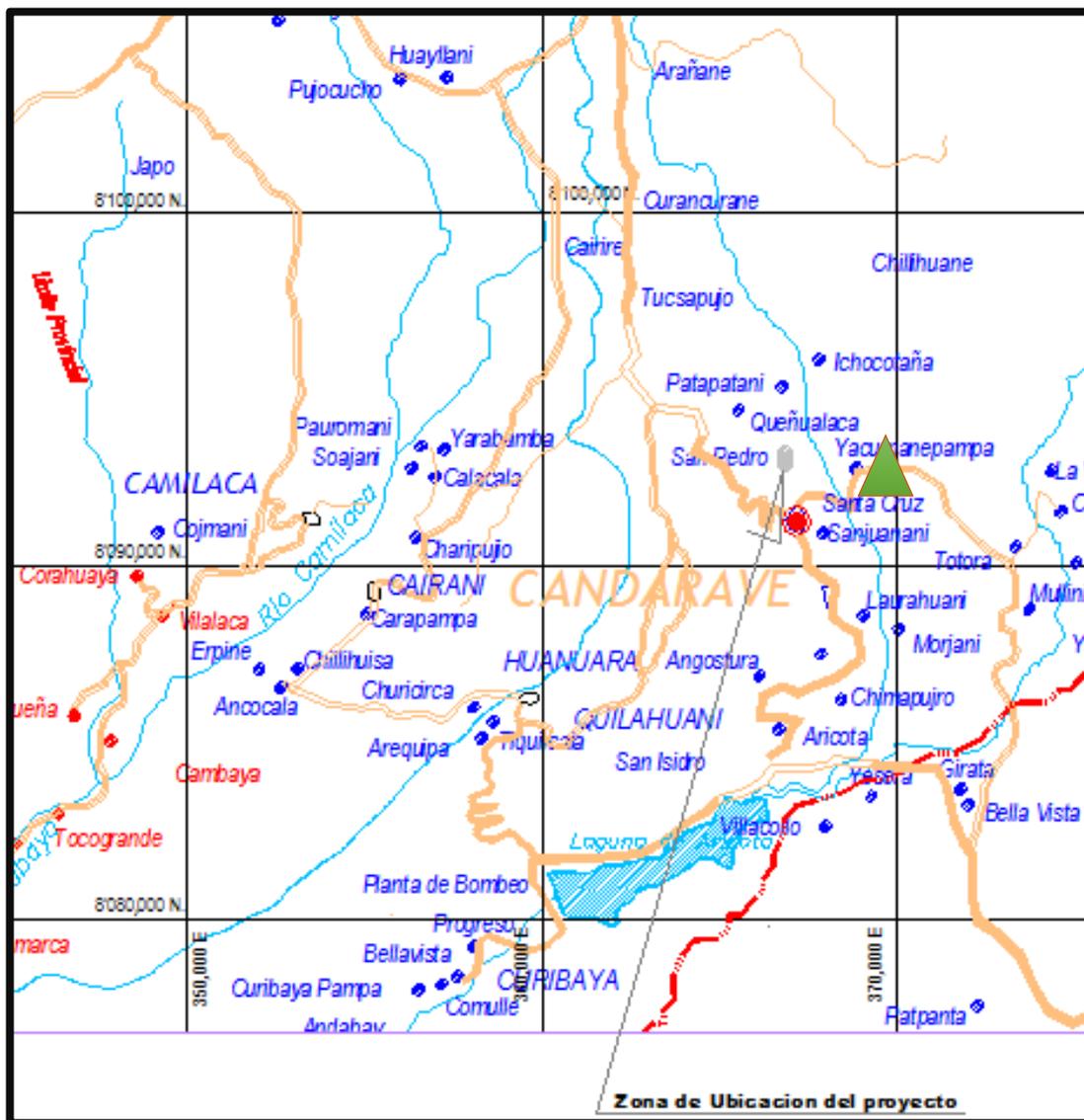
FECHA : MARZO 2017

PLAZO : 150 DIAS CALENDARIOS

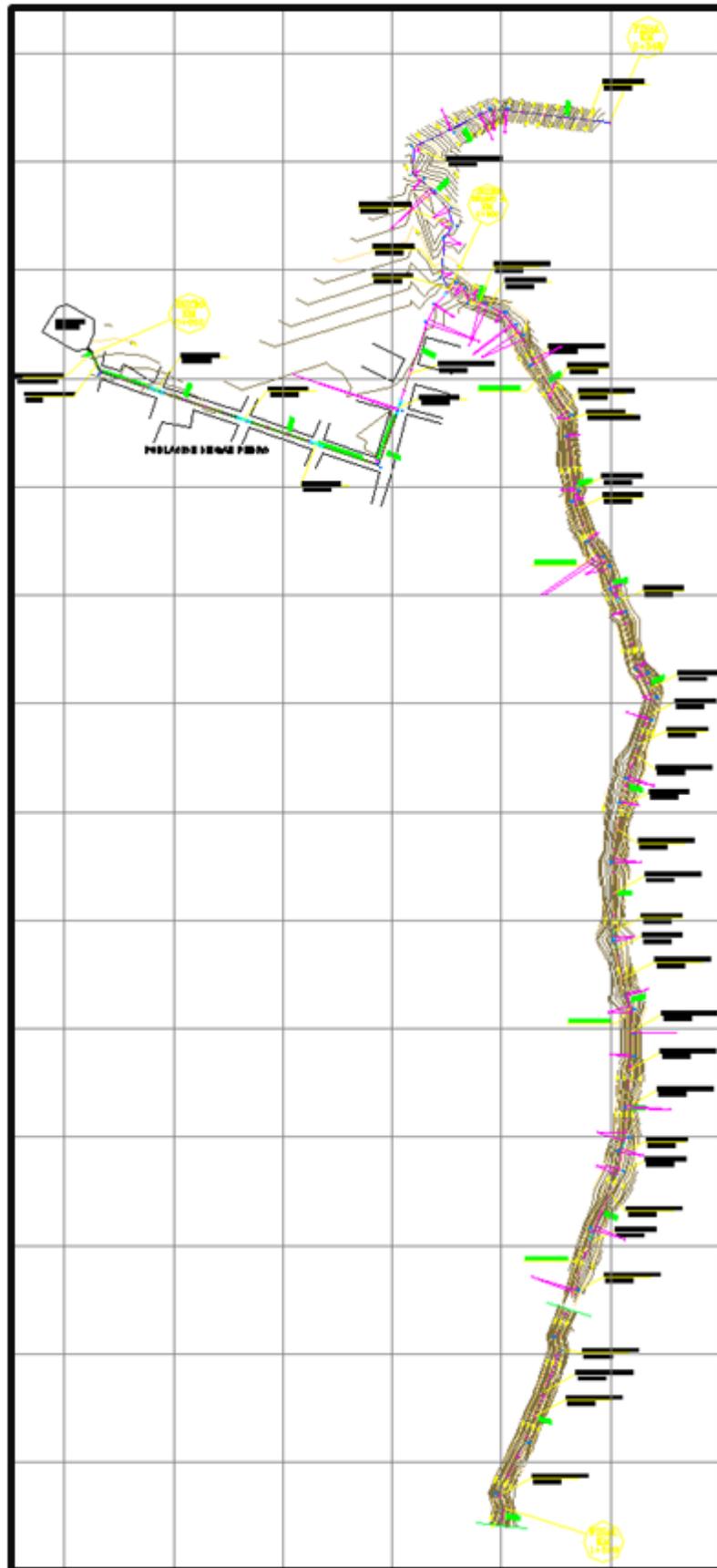
ITEM	DESCRIPCION DE METAS	PRESUPUESTO	MESES					PARCIAL
			MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	
- A -	COMPONENTE N° 01 - INFRAESTRUCTURA							
01	TRABAJOS PRELIMINARES	77.947,61	31.179,04	23.384,28	23.384,28			77.947,61
02	SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	27.849,14	8.354,74	8.354,74	8.354,74	2.784,91		27.849,14
03	CANAL DE CONCRETO							
03.01.00	CANAL RECTANGULAR 0.40 x 0.40 (L=2,033 ml)	652.848,33	91.398,77	163.212,08	163.212,08	163.212,08	71.813,32	652.848,33
03.02.00	COMPUERTAS (52 UND)	14.460,65		4.338,20	5.784,26	4.338,20		14.460,65
03.03.00	PARTIDORES (07 UND)	14.109,82			6.349,42	4.938,44	2.821,96	14.109,82
03.04.00	POZA DISIPADORA (03 UND)	8.656,66				8.656,66		8.656,66
03.05.00	PASE VEHICULAR (04 UND)	20.093,45				10.046,73	10.046,73	20.093,45
03.06.00	PASE PEATONAL (08 UND)	23.056,00				6.916,80	16.139,20	23.056,00
03.07.00	CANAL TAPADO	16.269,57					16.269,57	16.269,57
04	CONTROL DE CALIDAD	1.923,70				1.923,70		1.923,70
05	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	12.000,00	2.000,00	2.000,00	3.000,00	3.000,00	2.000,00	12.000,00
- B -	COMPONENTE N° 02 - CAPACITACION							
06	PLAN DE INTERVENCION SOCIAL							
06.01.00	PLAN DE CAPACITACION Y ASISTENCIA TECNICA	5.000,00					5.000,00	5.000,00

III. PLANOS

	PAG.
PLANOS DE UBICACIÓN.....	124
PLANO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	125



Plano de Ubicación del Proyecto
Centro Poblado de "San Pedro" - Candarave



PLANO DE LA ZONA DE ESTUDIO
Sistema de Riego de la Sección Zacapatarani

IV. PANEL FOTOGRAFICO



Foto 1: Excavación Manual en Terreno.
Centro Poblado de "San Pedro"



Foto 2: Desencofrado de canal.



Foto 3: Encofrado del canal.



Foto 4: Vibrado de la mezcla de concreto.



Foto 5: Desencofrado del canal.



Foto 7: Control Topográfico



Foto 7: Curado de la estructura del canal.



Foto 8: Encofrado de Canal

V. CARTAS BALANCE DE PARTIDAS CRITICAS ANALIZADAS

EXCAVACIONMANUAL - PROGRESIVA 150.....	132
EXCAVACIONMANUAL - PROGRESIVA 175 (PROPUESTA).....	134
ENCOFRADO DE CANAL RECTANGULAR - PROGRESIVA 150.....	136
ENCOFRADO CANAL RECTANGULAR - PROG. 175 (PROPUESTA).....	141
VACIADO DE CANAL RECTANGULAR - PROGRESIVA 150.....	146
VACIADO DE CANAL RECTANGULAR - PROGRESIVA 175 (PROPUESTA).....	151

EXCAVACION MANUAL - PROGRESIVA 150

	CHUZO 01	CHUZO 02	CHUZO 03	PALA 03	PATILLADORA	CHUZO 04
T(min)	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6
00:00:00	TH	TH	TH	TH	H	H
00:01:00	TH	TH	TH	TH	H	H
00:02:00	TH	TH	TH	TH	H	H
00:03:00	TH	TH	TH	TH	H	H
00:04:00	A	A	A	E	V	PA
00:05:00	A	A	A	E	V	PA
00:06:00	A	A	A	E	V	PA
00:07:00	A	A	A	E	V	PA
00:08:00	E	E	E	E	V	PA
00:09:00	E	E	E	E	V	PA
00:10:00	D	D	E	E	V	PA
00:11:00	E	E	E	D	PATI	PA
00:12:00	E	E	E	PA	PATI	L
00:13:00	E	E	E	PA	PATI	L
00:14:00	D	D	D	PA	D	D
00:15:00	E	E	E	PA	PATI	D
00:16:00	E	E	E	ES	PATI	D
00:17:00	E	E	D	D	D	D
00:18:00	D	D	D	D	PATI	D
00:19:00	E	E	E	P	E	PA
00:20:00	E	E	E	P	E	PA
00:21:00	H2O	E	E	P	TO	PA
00:22:00	H2O	E	H2O	H2O	TO	PA
00:23:00	TO	TO	E	PA	TO	PA
00:24:00	TO	TO	E	PA	PATI	PA
00:25:00	E	E	E	PA	PATI	TO
00:26:00	E	E	E	E	PATI	TO
00:27:00	E	E	E	E	TO	PA
00:28:00	E	E	E	E	TO	PA
00:29:00	D	H2O	D	D	TO	TO
00:30:00	TO	H2O	D	D	TO	TO
00:31:00	E	E	H2O	H2O	PATI	TO
00:32:00	E	E	H2O	H2O	PATI	L
00:33:00	E	E	E	E	D	L
00:34:00	E	E	P	P	D	PA
00:35:00	P	P	P	P	PATI	PA

00:36:00	P	P	P	P	PATI	PA
00:37:00	P	P	P	P	D	PA
00:38:00	M	M	P	P	D	PA
00:39:00	E	M	P	P	D	PA
00:40:00	E	E	M	D	M	M
00:41:00	E	E	D	D	ES	NF
00:42:00	E	E	E	E	ES	NF
00:43:00	E	E	E	E	ES	NF
00:44:00	NF	E	E	E	ES	NF
00:45:00	NF	E	E	E	ES	NF
00:46:00	NF	H2O	E	D	PATI	PA
00:47:00	E	H2O	E	TO	PATI	PA
00:48:00	E	E	E	TO	D	PA
00:49:00	E	E	E	E	D	PA
00:50:00	E	E	E	E	PATI	L
00:51:00	D	D	E	E	L	L
00:52:00	D	D	E	E	L	L
00:53:00	D	TO	NF	NF	E	PA
00:54:00	TO	TO	NF	NF	E	PA
00:55:00	E	E	E	E	D	PA
00:56:00	E	E	E	E	E	L
00:57:00	E	TO	E	E	E	L
00:58:00	TO	TO	E	E	E	L
00:59:00	E	E	NF	NF	E	PA
01:00:00	E	E	NF	NF	E	PA

EXCAVACION MANUAL - PROGRESIVA 175 (PROPUESTA)

	CHUZO 01	CHUZO 02	CHUZO 03	CHUZO 04	CHUZO0 5	CHUZO0 6
T(min)	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6
00:00:00	A	A	A	TH	H	H
00:01:00	A	A	A	TH	H	H
00:02:00	A	A	A	TH	H	H
00:03:00	I	I	I	TH	H	H
00:04:00	I	I	E	TH	I	I
00:05:00	E	E	E	TH	E	E
00:06:00	E	E	E	TH	E	E
00:07:00	E	D	E	E	E	E
00:08:00	D	PA	D	E	E	E
00:09:00	PA	PA	PA	E	V	E
00:10:00	PA	E	PA	E	V	E
00:11:00	E	E	E	D	E	E
00:12:00	E	E	E	PA	E	L
00:13:00	E	E	E	PA	E	L
00:14:00	E	PA	E	PA	E	D
00:15:00	E	ES	E	PA	PATI	D
00:16:00	PA	ES	PA	PA	PATI	E
00:17:00	D	PA	D	D	D	E
00:18:00	PA	E	H2O	D	PATI	E
00:19:00	E	E	PA	E	E	PA
00:20:00	E	E	E	E	E	PA
00:21:00	E	E	E	E	ES	PA
00:22:00	E	E	E	E	PATI	PA
00:23:00	E	E	E	E	PATI	PA
00:24:00	ES	E	E	E	PATI	PA
00:25:00	PA	E	E	E	PATI	TO
00:26:00	PA	D	E	E	PATI	TO
00:27:00	E	PA	E	E	ES	PA
00:28:00	E	PA	E	E	ES	PA
00:29:00	E	E	D	E	PATI	TO
00:30:00	E	E	PA	E	PATI	TO
00:31:00	E	E	PA	D	PATI	TO
00:32:00	M	M	P	D	PATI	L
00:33:00	M	M	P	E	ES	L
00:34:00	P	P	P	E	ES	E
00:35:00	P	P	M	E	PATI	E
00:36:00	E	E	E	PA	PATI	E

00:37:00	E	E	E	PA	PATI	E
00:38:00	E	E	E	PA	D	PA
00:39:00	E	D	E	PA	D	PA
00:40:00	ES	H2O	E	D	M	M
00:41:00	ES	E	E	PA	E	PA
00:42:00	ES	E	E	PA	E	PA
00:43:00	PA	E	E	PA	E	PA
00:44:00	PA	E	ES	PA	E	E
00:45:00	PA	E	H2O	E	E	E
00:46:00	E	E	E	E	E	E
00:47:00	E	E	E	TO	E	E
00:48:00	E	E	E	D	E	PA
00:49:00	E	E	E	E	D	PA
00:50:00	E	E	E	E	E	L
00:51:00	E	E	E	E	L	E
00:52:00	E	E	E	E	L	E
00:53:00	D	E	E	E	E	E
00:54:00	E	E	D	E	E	PA
00:55:00	E	E	E	E	E	PA
00:56:00	E	E	E	E	E	L
00:57:00	E	D	E	E	PA	L
00:58:00	P	P	P	E	PA	E
00:59:00	P	P	P	NF	PA	PA
01:00:00	E	E	E	NF	D	PA

ENCOFRADO DE CANAL RECTANGULAR PROGRESIVA 150

T(min)	OP1	OP2	AY1	AY2
00:00:00	A	AU	A	V
00:01:00	A	AU	A	V
00:02:00	A	AU	A	V
00:03:00	A	AU	A	V
00:04:00	A	AU	A	V
00:05:00	A	AU	A	V
00:06:00	M	T	A	V
00:07:00	A	T	A	V
00:08:00	A	T	A	V
00:09:00	A	T	A	V
00:10:00	A	T	A	V
00:11:00	M	T	M	V
00:12:00	M	T	M	T
00:13:00	M	T	T	T
00:14:00	T	T	A	T
00:15:00	T	T	T	T
00:16:00	T	T	A	T
00:17:00	T	T	T	T
00:18:00	T	T	A	T
00:19:00	T	T	T	T
00:20:00	RI	RI	T	T
00:21:00	RI	RI	T	SF
00:22:00	RI	RI	SF	SF
00:23:00	RI	RI	SF	EA
00:24:00	RI	CC	SF	EA
00:25:00	H2O	CC	SF	CS
00:26:00	H2O	CC	CS	CS
00:27:00	CC	CC	CS	CS
00:28:00	CC	CC	CS	CS
00:29:00	CC	CC	D	D
00:30:00	CC	CC	SF	D
00:31:00	CC	CC	SF	D
00:32:00	CC	P	EA	EA
00:33:00	CC	P	SF	SF
00:34:00	CS	EA	SF	SF
00:35:00	CS	EA	SF	SF
00:36:00	D	C	SF	SF
00:37:00	D	C	SF	SF

00:38:00	C	C	SF	SF
00:39:00	C	C	SF	SF
00:40:00	C	CS	SF	SF
00:41:00	C	CS	SF	SF
00:42:00	CS	CS	SF	SF
00:43:00	CS	CS	SF	SF
00:44:00	CS	C	SF	EA
00:45:00	CS	CF	EA	EA
00:46:00	C	CF	EA	EA
00:47:00	CF	CF	EA	EA
00:48:00	CF	CF	D	D
00:49:00	CF	EA	D	D
00:50:00	CF	C	CB	CB
00:51:00	D	C	CB	CB
00:52:00	C	C	CB	CB
00:53:00	CT	C	AA	AA
00:54:00	C	C	AA	AA
00:55:00	CT	C	TH	TH
00:56:00	C	C	TH	TH
00:57:00	CT	C	C	TH
00:58:00	C	CT	CB	TH
00:59:00	CT	CT	C	C
01:00:00	CT	C	CL	CB
01:01:00	C	CB	CL	C
01:02:00	CB	CB	C	CL
01:03:00	CB	C	SF	CL
01:04:00	C	CB	SF	CL
01:05:00	CB	AA	D	SF
01:06:00	C	AA	CB	SF
01:07:00	AA	C	CS	CB
01:08:00	AA	EA	C	D
01:09:00	D	CB	C	C
01:10:00	CB	CL	C	C
01:11:00	C	C	C	SF
01:12:00	CL	CL	C	SF
01:13:00	C	C	C	SF
01:14:00	CL	CB	C	SF
01:15:00	C	CB	C	SF
01:16:00	CB	CS	C	SF
01:17:00	CB	C	C	SF

01:18:00	CS	M	C	SF
01:19:00	C	CB	C	AA
01:20:00	M	CB	C	AA
01:21:00	CB	CB	C	AA
01:22:00	CB	CB	CB	AA
01:23:00	CB	CB	CB	AA
01:24:00	CB	CB	CB	AA
01:25:00	CB	CB	CB	SF
01:26:00	CB	CB	CB	SF
01:27:00	EA	EA	CB	SF
01:28:00	EA	EA	EA	SF
01:29:00	CB	CB	EA	SF
01:30:00	CB	CB	CS	SF
01:31:00	CB	CB	CS	SF
01:32:00	CB	CS	CS	C
01:33:00	CB	CS	CS	SF
01:34:00	EA	EA	CS	SF
01:35:00	EA	EA	CS	C
01:36:00	CS	CS	CS	EA
01:37:00	CS	CS	C	SF
01:38:00	CS	CS	CB	EA
01:39:00	CS	CS	CB	EA
01:40:00	CS	CS	CS	EA
01:41:00	CS	C	CT	SF
01:42:00	CS	CB	C	L
01:43:00	C	CS	CB	SF
01:44:00	CB	C	C	SF
01:45:00	CS	CT	CL	SF
01:46:00	C	C	C	AA
01:47:00	CT	V	AA	AA
01:48:00	C	V	AA	SF
01:49:00	CB	V	C	SF
01:50:00	EA	V	C	SF
01:51:00	EA	V	EA	SF
01:52:00	EA	V	EA	AA
01:53:00	C	V	EA	AA
01:54:00	CL	CL	V	SF
01:55:00	CL	V	EA	EA
01:56:00	CL	H2O	EA	EA
01:57:00	CL	H2O	EA	D

01:58:00	C	H2O	EA	D
01:59:00	AA	EA	C	CB
02:00:00	AA	C	C	AA
02:01:00	D	C	SF	TH
02:02:00	AA	CT	SF	C
02:03:00	AA	CT	SF	CB
02:04:00	NF	C	SF	C
02:05:00	CF	CB	SF	CL
02:06:00	CF	CB	SF	CL
02:07:00	D	C	EA	CL
02:08:00	C	CB	EA	SF
02:09:00	CT	AA	EA	SF
02:10:00	CT	AA	D	CB
02:11:00	C	C	D	D
02:12:00	CB	EA	CB	C
02:13:00	CB	CB	AA	C
02:14:00	C	CL	TH	SF
02:15:00	CB	C	C	SF
02:16:00	C	CL	CB	C
02:17:00	AA	C	C	EA
02:18:00	AA	CB	CL	SF
02:19:00	D	CB	CL	EA
02:20:00	CB	CS	C	EA
02:21:00	C	C	SF	EA
02:22:00	CL	M	SF	SF
02:23:00	C	CB	D	L
02:24:00	CL	CS	CB	SF
02:25:00	C	C	CS	SF
02:26:00	CB	CT	C	SF
02:27:00	CB	C	C	SF
02:28:00	CS	C	CB	SF
02:29:00	C	C	CS	V
02:30:00	M	CB	CT	V
02:31:00	CB	C	C	V
02:32:00	EA	EA	EA	V
02:33:00	EA	EA	EA	V
02:34:00	H2O	EA	EA	V
02:35:00	H2O	EA	EA	V
02:36:00	H2O	EA	EA	V
02:37:00	H2O	EA	EA	V

02:38:00	H2O	EA	EA	V
02:39:00	H2O	EA	EA	V
02:40:00	CS	V	V	V
02:41:00	C	CL	CB	SF
02:42:00	C	C	C	SF
02:43:00	C	C	C	SF
02:44:00	C	AA	CL	SF
02:45:00	CT	AA	C	C
02:46:00	CT	D	C	C
02:47:00	C	AA	C	SF
02:48:00	CB	AA	AA	SF
02:49:00	C	H2O	AA	SF
02:50:00	CL	H2O	C	SF
02:51:00	C	H2O	C	T
02:52:00	AA	H2O	C	AA
02:53:00	RI	H2O	C	AA
02:54:00	RI	RI	EA	AA
02:55:00	A	RI	EA	AA
02:56:00	A	A	EA	C
02:57:00	NF	A	EA	C
02:58:00	NF	C	SF	C
02:59:00	NF	C	SF	C
03:00:00	T	C	SF	C
03:01:00	T	A	A	EA
03:02:00	T	T	T	EA

ENCOFRADO CANAL RECTANGULAR PROG. 175 (PROPUESTA)

T(min)	OP1	OP2	AY1	AY2
00:00:00	TH	TH	A	V

00:01:00	TH	TH	A	V
00:02:00	A	TH	A	V
00:03:00	A	A	A	V
00:04:00	A	A	A	V
00:05:00	A	A	A	V
00:06:00	M	A	T	T
00:07:00	M	A	T	T
00:08:00	A	A	T	T
00:09:00	A	T	T	T
00:10:00	A	T	T	T
00:11:00	M	M	T	T
00:12:00	M	M	T	T
00:13:00	M	M	T	T
00:14:00	RI	RI	T	T
00:15:00	RI	RI	T	SF
00:16:00	RI	RI	SF	SF
00:17:00	RI	RI	SF	EA
00:18:00	RI	CC	SF	EA
00:19:00	H2O	H2O	SF	CS
00:20:00	CC	CC	CS	CS
00:21:00	CC	CC	CS	CS
00:22:00	CC	CC	CS	CS
00:23:00	CC	CC	EA	EA
00:24:00	CC	CC	SF	EA
00:25:00	CC	CC	SF	EA
00:26:00	CC	P	EA	EA
00:27:00	CC	P	SF	SF
00:28:00	CS	EA	SF	SF
00:29:00	CS	EA	SF	SF
00:30:00	EA	CF	SF	SF
00:31:00	CF	CF	SF	SF
00:32:00	CF	RI	C	C
00:33:00	RI	CL	SF	SF
00:34:00	CL	CL	SF	SF
00:35:00	C	C	SF	SF
00:36:00	C	C	SF	SF
00:37:00	CF	CF	C	C
00:38:00	CF	CF	SF	TH
00:39:00	CL	CL	TH	TH
00:40:00	CL	C	TH	TH

00:41:00	C	CL	TH	TH
00:42:00	C	CL	TH	TH
00:43:00	CL	EA	EA	EA
00:44:00	CL	C	CB	CB
00:45:00	D	C	CB	CB
00:46:00	C	C	CB	CB
00:47:00	CF	CF	AA	AA
00:48:00	CF	CF	AA	AA
00:49:00	RI	RI	TH	AA
00:50:00	C	C	TH	TH
00:51:00	CF	CF	C	TH
00:52:00	CF	CF	CB	TH
00:53:00	CF	CF	C	C
00:54:00	C	C	CL	SF
00:55:00	C	C	SF	SF
00:56:00	C	CB	C	CL
00:57:00	CB	C	SF	CL
00:58:00	C	CB	SF	CL
00:59:00	CB	AA	D	SF
01:00:00	C	AA	CB	SF
01:01:00	AA	C	CS	CB
01:02:00	AA	EA	C	D
01:03:00	D	CB	C	C
01:04:00	CB	CL	CB	C
01:05:00	C	C	CB	SF
01:06:00	CL	CL	CB	SF
01:07:00	C	C	C	SF
01:08:00	CL	CB	C	SF
01:09:00	C	CB	CB	SF
01:10:00	CB	CS	CB	C
01:11:00	CB	C	CB	C
01:12:00	CS	M	C	SF
01:13:00	C	CB	C	AA
01:14:00	M	CB	C	AA
01:15:00	CB	CB	C	AA
01:16:00	CB	CB	CB	AA
01:17:00	CB	CB	CB	AA
01:18:00	CB	CB	CB	AA
01:19:00	CB	CB	CB	SF
01:20:00	CB	CB	CB	SF

01:21:00	EA	EA	CB	SF
01:22:00	EA	EA	EA	SF
01:23:00	CB	CB	EA	SF
01:24:00	CB	CB	CS	TH
01:25:00	CB	CB	CS	TH
01:26:00	CB	CS	CS	C
01:27:00	CB	CS	CS	SF
01:28:00	EA	EA	CS	SF
01:29:00	EA	EA	CS	C
01:30:00	CS	CS	CS	EA
01:31:00	CS	CS	C	SF
01:32:00	CS	CS	CB	EA
01:33:00	CS	CS	CB	EA
01:34:00	CS	CS	CS	EA
01:35:00	CS	C	CT	SF
01:36:00	CS	CB	C	L
01:37:00	C	CS	CB	SF
01:38:00	CB	C	C	SF
01:39:00	CS	CT	CL	SF
01:40:00	C	C	C	AA
01:41:00	CT	TH	AA	AA
01:42:00	C	TH	AA	SF
01:43:00	CB	TH	C	SF
01:44:00	EA	RI	C	C
01:45:00	EA	M	CB	SF
01:46:00	EA	M	CB	AA
01:47:00	C	M	CB	AA
01:48:00	CL	CL	CB	SF
01:49:00	CL	CB	EA	EA
01:50:00	CL	H2O	EA	EA
01:51:00	CL	H2O	EA	D
01:52:00	C	H2O	EA	D
01:53:00	AA	EA	C	CB
01:54:00	AA	C	C	AA
01:55:00	D	C	SF	TH
01:56:00	AA	CT	SF	C
01:57:00	AA	CT	SF	CB
01:58:00	NF	C	SF	C
01:59:00	CF	CB	SF	CL
02:00:00	CF	CB	SF	CL

02:01:00	D	C	EA	CL
02:02:00	C	CB	EA	SF
02:03:00	CT	AA	EA	SF
02:04:00	CT	AA	D	CB
02:05:00	C	C	D	D
02:06:00	CB	EA	CB	C
02:07:00	CB	CB	AA	C
02:08:00	C	CL	TH	SF
02:09:00	CB	C	C	SF
02:10:00	C	CL	CB	C
02:11:00	AA	C	C	EA
02:12:00	AA	CB	CL	SF
02:13:00	D	CB	CL	EA
02:14:00	CB	CS	C	EA
02:15:00	C	C	SF	EA
02:16:00	CL	M	SF	SF
02:17:00	C	CB	D	L
02:18:00	CL	CS	CB	SF
02:19:00	C	C	CS	SF
02:20:00	CB	CT	C	SF
02:21:00	CB	CT	C	SF
02:22:00	CS	C	CB	SF
02:23:00	C	C	CS	SF
02:24:00	M	CB	CT	C
02:25:00	CB	CB	C	C
02:26:00	CB	CB	TH	C
02:27:00	CB	CB	SF	TH
02:28:00	C	C	TH	TH
02:29:00	D	C	D	TH
02:30:00	D	D	D	H2O
02:31:00	D	D	H2O	H2O
02:32:00	H2O	D	EA	H2O
02:33:00	CS	CS	CS	TH
02:34:00	CS	CS	CS	TH
02:35:00	C	CL	CB	CT
02:36:00	C	CL	CB	CT
02:37:00	C	CL	CT	C
02:38:00	C	AA	CT	C
02:39:00	CT	AA	CT	C
02:40:00	CT	D	C	C

00:02:00	A	A	A	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
00:03:00	A	A	A	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
00:04:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:05:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:06:00	DAC	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:07:00	E	E	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
00:08:00	DC	E	E	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
00:09:00	DC	DE	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
00:10:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:11:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:12:00	E	E	E	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:13:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:14:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:15:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:16:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:17:00	E	E	E	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:18:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
00:19:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
00:20:00	DC	LL	LL	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:21:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:22:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:23:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:24:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
00:25:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
00:26:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:27:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:28:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:29:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
00:30:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
00:31:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP

										ACTIVO
00:32:00	DAC	LL	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:33:00	E	LL	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:34:00	E	LL	E	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
00:35:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:36:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:37:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:38:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:39:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:40:00	E	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:41:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
00:42:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:43:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:44:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:45:00	E	LL	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:46:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
00:47:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:48:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:49:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:50:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:51:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
00:52:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
00:53:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
00:54:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:55:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:56:00	E	E	E	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:57:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:58:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:59:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:00:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO

01:01:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:02:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
01:03:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
01:04:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:05:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:06:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:07:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:08:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:09:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	VI	TP ACTIVO
01:10:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:11:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	TO	TO	TO	TNC
01:12:00	V	LL	LL	E	E	E	TO	TO	TO	TNC
01:13:00	V	E	E	E	E	E	TO	TO	TO	TNC
01:14:00	V	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TNC
01:15:00	V	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TNC
01:16:00	V	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TO	TNC
01:17:00	V	TO	TO	TO	TO	TO	NF	NF	NF	TNC
01:18:00	V	TO	TO	TO	TO	TO	NF	NF	NF	TNC
01:19:00	V	E	E	E	E	E	TO	TO	TO	TNC
01:20:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	E	E	E	TNC
01:21:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:22:00	E	E	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
01:23:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:24:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
01:25:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
01:26:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
01:27:00	E	E	E	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
01:28:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:29:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:30:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:31:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:32:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:33:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
01:34:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO

01:35:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:36:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:37:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:38:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:39:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
01:40:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
01:41:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:42:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:43:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:44:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
01:45:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:46:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
01:47:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
01:48:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
01:49:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
01:50:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:51:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:52:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:53:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:54:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:55:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
01:56:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
01:57:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:58:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:59:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:00:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:01:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
02:02:00	E	LL	LL	E	E	E	NF	NF	E	TP ACTIVO
02:03:00	DC	E	E	RC	RC	RC	NF	NF	E	TP ACTIVO
02:04:00	E	LL	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP

										ACTIVO
02:05:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:06:00	E	E	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
02:07:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
02:08:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
02:09:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
02:10:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
02:11:00	E	LL	E	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
02:12:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
02:13:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
02:14:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:15:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:16:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:17:00	E	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
02:18:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
02:19:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
02:20:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
02:21:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:22:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:23:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
02:24:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
02:25:00	DC	E	E	RC	RC	RC	NF	NF	NF	TP ACTIVO
02:26:00	E	E	E	TC	TC	TC	NF	NF	NF	TP ACTIVO

VACIADO DE CANAL RECTANGULAR - PROGRESIVA 175 (PROPUESTA)

	OPERADOR	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR	BUGUERO	BUGUERO	BUGUERO	ALBAÑIL	ALBAÑIL	PEON	MAQUINA
T(min)	OP1	AY1	AY2	PE1	PE2	PE3	AY3	AY4	PE3	TROMPO
00:00:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:01:00	DAC	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO

00:02:00	E	DE	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
00:03:00	DC	E	E	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
00:04:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
00:05:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:06:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:07:00	E	E	E	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:08:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:09:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:10:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:11:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:12:00	E	E	E	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:13:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
00:14:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
00:15:00	DC	LL	LL	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:16:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:17:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:18:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:19:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
00:20:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
00:21:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:22:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:23:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:24:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
00:25:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
00:26:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
00:27:00	DAC	LL	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO

00:28:00	E	LL	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:29:00	E	LL	E	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
00:30:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:31:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:32:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:33:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:34:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:35:00	E	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:36:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
00:37:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:38:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:39:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:40:00	E	LL	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:41:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
00:42:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:43:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:44:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
00:45:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:46:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
00:47:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
00:48:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
00:49:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
00:50:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:51:00	E	E	E	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
00:52:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
00:53:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO

00:54:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
00:55:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:56:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
00:57:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
00:58:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
00:59:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:00:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:01:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:02:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:03:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:04:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	VI	TP ACTIVO
01:05:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:06:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:07:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:08:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:09:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	VI	TP ACTIVO
01:10:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:11:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:12:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:13:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:14:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	VI	TP ACTIVO
01:15:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:16:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:17:00	E	E	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
01:18:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:19:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO

01:20:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
01:21:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
01:22:00	E	E	E	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
01:23:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:24:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:25:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:26:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:27:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:28:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
01:29:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
01:30:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:31:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:32:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:33:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:34:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
01:35:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
01:36:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:37:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:38:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:39:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
01:40:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
01:41:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
01:42:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
01:43:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
01:44:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
01:45:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO

01:46:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:47:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:48:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:49:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:50:00	E	D	D	E	E	E	R	R	E	TP ACTIVO
01:51:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
01:52:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
01:53:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
01:54:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
01:55:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
01:56:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
01:57:00	E	LL	LL	E	E	E	NF	NF	E	TP ACTIVO
01:58:00	DC	E	E	RC	RC	RC	NF	NF	E	TP ACTIVO
01:59:00	E	LL	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
02:00:00	DAC	LL	E	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:01:00	E	E	LL	TC	TC	TC	AC	VC	VI	TP ACTIVO
02:02:00	DC	E	LL	RE	RE	RE	ACP	ACP	VI	TP ACTIVO
02:03:00	DC	E	E	RE	RE	RE	R	ACP	VI	TP ACTIVO
02:04:00	DAC	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
02:05:00	E	D	D	RE	RE	RE	E	E	E	TP ACTIVO
02:06:00	E	LL	E	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
02:07:00	DC	E	E	RC	RC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
02:08:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
02:09:00	E	LL	LL	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:10:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:11:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO

02:12:00	E	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
02:13:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
02:14:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO
02:15:00	E	E	E	TC	TC	TC	E	E	E	TP ACTIVO
02:16:00	DAC	D	D	TC	TC	TC	VC	VC	VI	TP ACTIVO
02:17:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:18:00	E	LL	LL	RE	RE	RE	E	E	VI	TP ACTIVO
02:19:00	E	LL	LL	E	E	E	E	E	E	TP ACTIVO
02:20:00	DC	E	E	RC	RC	RC	NF	NF	NF	TP ACTIVO
02:21:00	E	E	E	TC	TC	TC	NF	NF	NF	TP ACTIVO
02:22:00	DAC	LL	LL	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:23:00	E	D	D	RE	RE	RE	AC	AC	VI	TP ACTIVO
02:24:00	E	D	D	RE	RE	RE	R	R	E	TP ACTIVO
02:25:00	DC	LL	LL	RC	RC	RC	ACP	ACP	E	TP ACTIVO
02:26:00	DC	LL	LL	TC	TC	RC	E	E	E	TP ACTIVO