



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
CONSTRUCTION PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE CAMPOS  
DEPORTIVOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS  
PÚBLICAS DE LA REGIÓN CALLAO – 2020**

**PRESENTADA POR**

**JORGE LUIS GARCÍA CASTELLANOS  
JOHAN JOSUÉ RAMÍREZ VILLAVICENCIO**

**ASESOR**

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA  
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**TESIS**

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

**LIMA – PERÚ**

**2020**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
CONSTRUCTION PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD  
EN LA EJECUCIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS EN LAS  
INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE LA REGIÓN  
CALLAO – 2020**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR**

**GARCÍA CASTELLANOS, JORGE LUIS  
RAMÍREZ VILLAVICENCIO, JOHAN JOSUÉ**

**LIMA - PERÚ**

**2020**





La presente investigación se la dedico a todos mis familiares que me han apoyado durante la etapa universitaria de mi carrera sabiéndome guiar por el buen camino que es muy largo y bastante difícil, es por ello que valoro todo lo que me han dado y los tendré presente en todo el trayecto de mi vida.

La tesis investigada se la dedico a los seres que me dieron la vida, abuelos, hermana y a toda mi familia, quienes han creído en mí siempre, gracias por apoyarme durante todo este trayecto y brindándome el mejor ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Al área de Gerencia de Infraestructura Educativa del C.A.F.E.D del Gobierno Regional del Callao por permitirnos pertenecer a su grupo de trabajo y darnos la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

A los profesionales que trabajaron en este proyecto con dedicación y conocimiento.

A la Universidad San Martín de Porres por, formarnos profesionalmente.

A nuestras familias, por su cariño y soporte absoluto para superarnos en cada etapa de nuestras vidas.

## RESUMEN

En la región Callao se viene ejecutando la construcción de campos deportivos en las instituciones educativas públicas a través del Comité Administrativo del Fondo Educativo del Callao. En el desarrollo de esta obra civil se busca ejecutar las operaciones de manera eficiente; los beneficios de la aplicación de Lean Construction se han podido comprobar en proyectos de gran inversión, así como en pequeñas construcciones.

El objetivo de la investigación es la optimización de costo y tiempo para generar una mayor productividad en la ejecución de cuatro campos deportivos en la región Callao.

Con la aplicación de las herramientas del porcentaje de plan cumplido (PPC), análisis de restricciones (AR), diagrama de flujo (DF), carta balance (CB) mediante un análisis de campo con mediciones del día a día a nuestras cuadrillas del proyecto obteniendo diferentes tipos de trabajo que la metodología manda como (TP) trabajo productivo, (TC) trabajo contributorio y (TNC) trabajo no contributorio.

La metodología es aplicada, de enfoque cuantitativo, tipo descriptivo, de nivel descriptivo, diseño no experimental.

Como resultado, se ha identificado mediante la tesis buscar que las entidades públicas tengan un mayor conocimiento de implementación de las herramientas Lean Construction para poder analizar y ofrecer soluciones inmediatas a las partidas que obtengan un porcentaje de incumplimiento en sus actividades y mediante la aplicación puedan generar ahorros en el presupuesto del proyecto.

La conclusión es que al aplicar las herramientas Lean Construction en las diferentes etapas de construcción de nuestros campos deportivos mejora un 18%,23% y 27% la productividad generando un 3% de ahorro en el presupuesto del proyecto.

Palabras claves: Lean Construction, Porcentaje de Plan Cumplido, Diagrama de Flujo, Carta Balance, Análisis de Restricciones

## **ABSTRACT**

In the Callao region, the construction of sports fields in public educational institutions has been carried out through the Administrative Committee of the Callao Educational Fund. In the development of this civil work it is sought to execute operations efficiently; The benefits of the application of Lean Construction have been proven in large investment projects, as well as in small constructions.

The objective of the research is the optimization of cost and time to generate greater productivity in the execution of four sports fields in the Callao region.

With the application of the tools of the percentage of completed plan (PPC), analysis of restrictions (AR), flow chart (DF), balance chart (CB) through a field analysis with day-to-day measurements to our project crews obtaining different types of work that the methodology mandates as (TP) productive work, (TC) contributory work and (TNC) non-contributory work.

The methodology is applied, quantitative approach, descriptive type, descriptive level, non-experimental design.

As a result, it has been identified through the thesis to seek that public entities have a greater knowledge of the implementation of Lean Construction tools to be able to analyze and offer immediate solutions to items that obtain a percentage of non-compliance in their activities and through the application can generate savings in the project budget.

The conclusion is that by applying Lean Construction tools in the different construction stages of our sports fields, productivity improves by 18%, 23% and 27%, generating 4% savings in the project budget.

Keywords: Lean Construction, Percentage of Plan Accomplished, Flow Chart, Balance Sheet, Constraint Analysis

## INTRODUCCIÓN

La filosofía Lean Construction es una metodología aplicada usualmente debido a su aportación para la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020. En otras palabras, se demostrará de qué manera influye la productividad en la ejecución de este proyecto caracterizándose por la objetividad en la obtención de resultados.

Una de las desventajas de esta metodología es trabajar con partidas que no son repetitivas, esto ocasiona que no se aplique de manera correcta las siguientes herramientas carta balance, diagrama de flujo y análisis de restricciones.

Esta investigación promueve generar mayor productividad con los resultados obtenidos en la ejecución de campos deportivos del callao, especificando las técnicas existentes como el gran manejo de la producción mediante la metodología Lean Construction como un método de construcción y planificación. De manera que se podrá realizar cuadros comparativos entre diseños, tiempos, costos y seguridad.

Consecuentemente en el trabajo de investigación se va realizar la descripción de las herramientas de la filosofía Lean Construction y los conceptos que se aplican, se podrá ejecutar de manera correcta una base que se encuentre sólida para que respalde el análisis de resultados en la obra. También se analizará y describirá las herramientas más importantes de esta metodología.

De esa manera se analizó las partidas que no llegan a cumplir y de qué manera llegan a tener una correcta productividad haciendo un análisis cuantitativo para demostrar los correctos resultados que brinda esta filosofía.

Para finalizar se realizaron unos ejemplos de lecciones aprendidas en el proyecto en ejecución como también ideas para transformar una mejora de

productividad y así sacar conclusiones y recomendaciones para las próximas obras.

El objetivo principal de este trabajo de investigaciones. Es controlar y manejar la producción implementando las herramientas Lean Construction para la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos para entrenamientos en las instituciones educativas públicas de la región Callao 2020.

Para el desarrollo de este proyecto contaremos con los servicios del Comité de Administración de Fondo Educativo Callao (CAFED) que se encargara de elaborar los campos deportivos para entrenamientos en las diferentes instituciones educativas públicas de la región callao.

Esta investigación es importante debido a que nos permitirá hacer uso de la metodología “Lean Construction” para la optimización y mejora de las partidas no cumplidas en la ejecución del proyecto.

Culminando, la presente tesis está dividida en capítulos para su mayor entendimiento, iniciando con:

**Capítulo I**, Abarca todo lo que se plantea en el problema y sus problemas específicos, objetivos y sus objetivos específicos, justificación e importancia, alcances y limitaciones, terminando con la viabilidad de la tesis.

**Capítulo II**, Abarca el marco teórico los antecedentes de la investigación, bases teóricas, Marco Conceptual con conceptos básicos y finalmente Hipótesis.

**Capítulo. III**, Contiene la Metodología que incluye la tipología y al tipo, nivel, Diseño de la investigación, Variables que contiene Operacionalización y definición Operacional de Variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

**Capítulo. IV**, Abarca aspectos administrativos como datos generales de la empresa, cronograma de actividades, programaciones maestras, Lookahead, ratios y porcentaje de plan cumplido.

**Capítulo. V**, Contiene resultados en general con medidas correctivas mediante el diagrama de planta, análisis de restricciones para elaborar un antes y después de utilizar la carta de balance y el diagrama de flujo.

**Capítulo. VI,** Contiene la contrastación de las hipótesis de la presente investigación y la contrastación de los antecedentes nacionales e internacionales.

Seguidamente con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, formato de tablas y anexos fotográficos

# ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción Del Problema.....	3
1.2.1 Formulación Del Problema.....	4
1.2.2. Problemas Secundarios .....	
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	
1.3.2. Objetivos Específicos.....	
1.4. Justificación e Importancia.....	6
1.5. Limitaciones.....	
1.6. Impacto potencial de la investigación.....	
1.6.1. Impacto teórico.....	
1.6.2. Impacto práctico.....	
1.7. Viabilidad.....	
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	7
2.1.1 En el ámbito internacional.....	
2.1.2 En el ámbito nacional.....	8
2.2. Bases Teóricas.....	
2.2.1 Lean Production.....	10
2.2.2 Lean Construction.....	13
2.2.3 Herramientas a utilizar.....	22



2.2.3.1 Sectorización .....	
2.2.3.2 Programación detallada .....	
2.2.3.3 Tren de Actividades:.....	23
2.2.3.4 Planificación maestra: .....	
2.2.3.5 Lookahead Plan: .....	
2.2.3.6 Programación Semanal.....	24
2.2.3.7 Carta de Balance.....	
2.2.3.8 Sistema Last Planner .....	
2.3 Definición de términos básicos. ....	30
2.3.1 Proceso Constructivo .....	34
2.3.1.1 Obras Provisionales .....	
2.3.1.2 Trabajos Preliminares .....	
2.3.1.3 Demolicion y desmontaje .....	36
2.3.1.4 Construccion de campo deportivo .....	39
2.4 Hipótesis .....	57
2.4.1 Hipótesis General .....	
2.4.2 Hipótesis Específica .....	
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b>	
3.1 Enfoque de la investigación .....	58
3.2 Nivel de la investigación.....	
3.3 Diseño de investigación. ....	
3.4 Variables.....	59
3.4 Población y muestra.....	61
3.4.1 Población .....	
3.4.2 Muestra.....	61
3.4.3 Técnica e instrumento para la recolección de datos.....	
3.4.4 Técnica e instrumento para la recolección de datos.....	62

## **CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL PROYECTO**

4.1 Datos generales del proyecto .....	63
4.1.1 Descripción del proyecto.....	
4.1.2 Descripción de la Entidad .....	67
4.1.3 Organigrama de obra. ....	68
4.1.4 Proveedores y Contratistas.....	69
4.2 Cronograma Maestro de Obra .....	70
4.3 Sectorización y tren de trabajo.....	72
4.3.1 Sectorización de la obra.....	
4.3.2 Tren de actividades .....	76
4.3.3 Tareo Diario .....	80
4.4. Planeamiento y Lookahead de 4 semanas .....	82
4.4.1 Llegada de materiales .....	83
4.5. Productividad y Ratios.....	84
4.5.1 Acero en zapatas.....	85
4.5.2 Acero en columnas.....	86
4.5.3 Acero en gradería.....	87
4.5.4 Encofrado en columnas.....	88
4.5.5 Encofrado en Graderías .....	89
4.5.6 Concreto en zapatas .....	90
4.5.7 Concreto en columnas .....	91
4.5.8 Concreto en graderías.....	92
4.6. Porcentaje de plan cumplido y análisis de restricciones.....	93

## **CAPÍTULO V. RESULTADOS**

5.1. Análisis de restricciones para la semana 3 .....	99
5.1.1 Elaboración de mejoras.....	
5.1.2 Análisis de la curva semanal de avance de acero .....	100
5.1.3 Medición de la programación de las actividades .....	
5.2. Carta balance para la semana 5.....	101
5.2.1 Trabajo productivo.....	107
5.2.2 Trabajo Contributorio.....	108
5.2.3 Trabajo No contributorio.....	109

5.2.4 Diagnóstico de la primera medición.....	117
5.2.4.1 Elaboración de mejoras para la primera etapa de mediciones .....	119
5.3. Diagrama de flujo para la semana 7.....	131
5.3.1 Análisis de restricciones semana 7 .....	134
5.3.2 Elaboración de mejoras para la primera medición .....	135
5.3.3 Diagrama en campo con mejoras.....	136
5.3.4 Diagrama de flujo mejorado.....	137
5.4. Análisis de restricciones para la semana 8 .....	142
5.4.1 Elaboración de mejoras.....	
5.4.2 Descripción de restricciones .....	
5.4.3 Análisis de los resultados con las mejoras de la curva semanal.....	144
5.4.4 Análisis de la curva semanal de productividad de concreto .....	145
<b>CAPITULO VI DISCUSIÓN</b>	
6.1 Contrastación de la hipótesis .....	1456
6.2 Contrastación de los antecedentes.....	
6.2.1 Contrastación de los antecedentes internacionales.....	
6.2.2 Contrastación de los antecedentes nacionales.....	
CONCLUSIONES .....	150
RECOMENDACIONES. ....	152
ANEXOS.....	153
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	167

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>TABLAS</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Variable Independiente.....	59
<b>Tabla 2.</b> Variable Dependiente .....	60
<b>Tabla 3.</b> Cuadro de principales proveedores .....	69
<b>Tabla 4.</b> Cuadro de principales contratistas .....	69
<b>Tabla 5.</b> Metrado de la 1era iteración.....	73
<b>Tabla 6.</b> Metrado de la 2da interacción .....	75
<b>Tabla 7.</b> Metrado de zapatas .....	76
<b>Tabla 8.</b> Metrado de Columnas.....	77
<b>Tabla 9.</b> Metrado de cada sector .....	78
<b>Tabla 10.</b> Tren de actividades.....	78
<b>Tabla 11.</b> Llegada de materiales a la obra .....	83
<b>Tabla 12.</b> Rendimientos de acero en zapatas.....	85
<b>Tabla 13.</b> Rendimientos de acero en columnas.....	86
<b>Tabla 14.</b> Rendimientos de acero en graderías .....	87
<b>Tabla 15.</b> Rendimiento de encofrado en columnas .....	88
<b>Tabla 16.</b> Rendimiento de encofrado en graderías.....	89
<b>Tabla 17.</b> Rendimiento de encofrado en zapatas .....	90
<b>Tabla 18.</b> Rendimiento de concreto en columnas.....	91
<b>Tabla 19.</b> Rendimiento de concreto en graderías .....	92
<b>Tabla 20.</b> Rendimiento por semana del PPC .....	94
<b>Tabla 21.</b> Porcentaje de plan cumplido de la semana 3 .....	95
<b>Tabla 22.</b> Porcentaje de plan cumplido de la semana 5 .....	96
<b>Tabla 23.</b> Porcentaje de plan cumplido de la semana 7 .....	97
<b>Tabla 24.</b> Cuadrilla de la partida de encofrado .....	103
<b>Tabla 25.</b> Descripción de actividades.....	103
<b>Tabla 26.</b> Productividad del operario Pablo Portocarrero.....	111
<b>Tabla 27.</b> Productividad del ayudante Christopher Andonayre .....	111
<b>Tabla 28.</b> Productividad del operario Leonardo Rodríguez .....	112
<b>Tabla 29.</b> Productividad del ayudante José Ramos.....	112
<b>Tabla 30.</b> Productividad del operario José Nalvarte .....	113
<b>Tabla 31.</b> Productividad del ayudante Mateo Araujo .....	113

<b>Tabla 32.</b> Productividad del operario Alberto Colona .....	114
<b>Tabla 33.</b> Productividad del ayudante Carlos Carranza .....	114
<b>Tabla 34.</b> Productividad del operario Franklin Gutiérrez.....	115
<b>Tabla 35.</b> Productividad del ayudante Rafael Castro.....	115
<b>Tabla 36.</b> Análisis por pareja de la primera muestra .....	116
<b>Tabla 37.</b> Movimiento de trabajadores .....	118
<b>Tabla 38.</b> Movimiento de trabajadores .....	119
<b>Tabla 39.</b> Movimiento de trabajadores .....	120
<b>Tabla 40.</b> Movimiento de trabajadores .....	121
<b>Tabla 41.</b> Análisis de productividad.....	128
<b>Tabla 42.</b> Análisis de diagrama de flujo primera muestra.....	133
<b>Tabla 43.</b> Programación de materiales.....	135
<b>Tabla 44.</b> Análisis de diagrama de flujo mejorada .....	138
<b>Tabla 45.</b> Análisis de ratios de la primera muestra .....	139
<b>Tabla 46.</b> Análisis de ratios de la segunda muestra .....	139
<b>Tabla 47.</b> Análisis de diagrama de flujo - comparación .....	140
<b>Tabla 48.</b> Análisis de restricciones desde la semana 8 hasta la 10.....	144
<b>Tabla 49.</b> Análisis de restricciones desde la semana 8 hasta la 13.....	144
<b>Tabla 50.</b> Análisis de ahorro en productividad .....	150

<b>FIGURAS</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> PBI de la construcción sector 2014-2019.....	1
<b>Figura 2.</b> Modelo de flujo de procesos .....	11
<b>Figura 3.</b> Los 7 desperdicios principales.....	12
<b>Figura 4.</b> Modelo de flujos que no paren. ....	14
<b>Figura 5.</b> Proceso de Transformación.....	15
<b>Figura 6.</b> Inspección dentro del proceso.....	16
<b>Figura 7.</b> Esquema de proceso de producción, conversión y flujo. ....	19
<b>Figura 8.</b> Sistema Last Planner .....	25
<b>Figura 9.</b> Esquema de resumen Last Planner .....	26
<b>Figura 10.</b> Estructura fundamental del Sistema Last Planner.....	27
<b>Figura 11.</b> Tiempo productivo encofrado de columnas. ....	28
<b>Figura 12.</b> Tiempo contributorio .....	29

<b>Figura 13.</b> Tiempo no contributivo: Viajes improductivos .....	30
<b>Figura 14.</b> Procedimiento Constructivo demolición de losa de concreto.....	37
<b>Figura 15.</b> Eliminación de material de demolición .....	38
<b>Figura 16.</b> Concreto simple y solado de concreto .....	42
<b>Figura 17.</b> Concreto armado, zapata .....	45
<b>Figura 18.</b> Acero de refuerzo - zapatas.....	46
<b>Figura 19.</b> Columnas de concreto, encofrado y desencofrado .....	48
<b>Figura 20.</b> Acero de refuerzo - columnas.....	48
<b>Figura 21.</b> Muro de gradería, acero de refuerzo.....	49
<b>Figura 22.</b> Gradería concreto .....	49
<b>Figura 23.</b> Gradería encofrado y desencofrado.....	50
<b>Figura 24.</b> Estructura metálica y cobertura .....	51
<b>Figura 25.</b> Excavación manual para cimiento en cerco perimétrico .....	52
<b>Figura 26.</b> Sardinell peraltado con concreto .....	53
<b>Figura 27.</b> Carpintería metálica y herrería .....	54
<b>Figura 28.</b> Ubicación de las instituciones públicas con campos .....	64
<b>Figura 29.</b> Ubicación de la institución Julio Ramon Ribeyro .....	65
<b>Figura 30.</b> Ubicación de la institución Miguel Grau Seminario.....	65
<b>Figura 31.</b> Ubicación de la institución Ricardo Palma .....	66
<b>Figura 32.</b> Ubicación de la institución San Pedro .....	66
<b>Figura 33.</b> Organigrama de obra .....	68
<b>Figura 34.</b> Programación Maestra.....	71
<b>Figura 35.</b> Plano sectorizado 1ra iteración .....	73
<b>Figura 36.</b> Plano sectorizado 2da iteración.....	75
<b>Figura 37.</b> Programación Diaria .....	81
<b>Figura 38.</b> Lookahead en obra .....	82
<b>Figura 39.</b> Curva semanal de rendimiento del acero en zapatas.....	85
<b>Figura 40.</b> Curva semanal de rendimiento del acero en columnas.....	86
<b>Figura 41.</b> Curva semanal de rendimiento del acero en graderías.....	87
<b>Figura 42.</b> Curva semanal de encofrado en columnas.....	88
<b>Figura 43.</b> Curva semanal de encofrado en graderías.....	89
<b>Figura 44.</b> Curva semanal de concreto en zapatas.....	90

<b>Figura 45.</b> Curva semanal de concreto en columnas.....	91
<b>Figura 46.</b> Curva semanal de concreto en graderías .....	92
<b>Figura 47.</b> Porcentaje de plan cumplido del campo deportivo .....	93
<b>Figura 48.</b> Análisis de restricciones semana 3 .....	99
<b>Figura 49.</b> Sector de levantamiento para la carta balance .....	102
<b>Figura 50.</b> Esquema de distribución .....	102
<b>Figura 51.</b> Carta de balance .....	104
<b>Figura 52.</b> Carta de balance .....	105
<b>Figura 53.</b> Carta de balance .....	106
<b>Figura 54.</b> Rendimientos de tipos de trabajos de la primera muestra .....	106
<b>Figura 55.</b> Tiempo productivo primera muestra.....	107
<b>Figura 56.</b> Tiempo contributorio primera muestra.....	108
<b>Figura 57.</b> Tiempo no contributorio primera muestra .....	109
<b>Figura 58.</b> Clasificación de rendimiento por pareja de la primera muestra .....	116
<b>Figura 59.</b> Diagrama en planta.....	118
<b>Figura 60.</b> Diagrama en planta.....	120
<b>Figura 61.</b> Carta balance mejorada.....	122
<b>Figura 62.</b> Carta balance mejorada.....	123
<b>Figura 63.</b> Datos obtenidos de la segunda muestra en la carta balance .....	124
<b>Figura 64.</b> Carta balance mejorada.....	124
<b>Figura 65.</b> Tiempo productivo segunda muestra .....	125
<b>Figura 66.</b> Tiempo contributorio segunda muestra .....	126
<b>Figura 67.</b> Tiempo no contributorio segunda muestra.....	127
<b>Figura 68.</b> Presupuesto de encofrado.....	129
<b>Figura 69.</b> Análisis de ratio promedio.....	129
<b>Figura 70.</b> Sector a analizar .....	131
<b>Figura 71.</b> Diagrama de flujo .....	132
<b>Figura 72.</b> Análisis de actividades del diagrama de flujo primera muestra .....	133
<b>Figura 73.</b> Análisis de restricciones semana 7 .....	134
<b>Figura 74.</b> Diagrama en campo con mejoras.....	136
<b>Figura 75.</b> Diagrama de flujo mejorado.....	137

<b>Figura 76.</b> Análisis de actividades del diagrama de flujo primera muestra .....	138
<b>Figura 77.</b> Presupuesto de estructura 2.....	140
<b>Figura 78.</b> Análisis de restricciones semana 8 .....	143
<b>Figura 79.</b> Curva semanal de productividad en concreto.....	145



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

CAPECO (2019) Cámara Peruana de la Construcción indicó que el PBI construcción cayó 9.86% en el mes de diciembre de 2019, por lo tanto, es el motivo del peor resultado desde el 2018. El cual no impidió el registro anual del mismo con un crecimiento del 4.58% del año pasado esto según el ingeniero Guido Valdivia, director ejecutivo del gremio, es debido a los resultados obtenidos en el segundo semestre del 2019.

Además, señalo esta tendencia a la baja del PBI de la construcción “no se recuperará fácilmente, porque la falla es estructural”. Asimismo, agregó que una de las razones principales por la cual se ha registrado un crecimiento “bajo” es la caída del avance de la obra pública en el segundo semestre de 2019, el cual llevo a 8.73%.

Sobre el sector habitacional, resaltó la importancia del programa mi vivienda, puesto que este ha sido el principal impulsor del sector, principalmente el programa de Mivivienda Verde, el cual ha crecido en un 13.63% en 2019 en comparación el año que le precede. (Valdivia, 2019)

Variación porcentual (%) respecto a igual mes del año anterior												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2020	5.21% ↑	5.14% ↑	-46.28% ↓	-89.72% ↓	-66.43% ↓	-44.64% ↓	-12.78% ↓	-6.50% ↓	4.38% ↑			
2019	4.58% ↑	0.90% ↑	-0.23% ↓	5.77% ↑	8.73% ↑	13.63% ↑	0.76% ↑	4.53% ↑	3.84% ↑	1.18% ↑	-3.71% ↓	-9.86% ↓
2018	7.84% ↑	7.92% ↑	0.03% ↑	10.55% ↑	9.92% ↑	2.24% ↑	5.03% ↑	-0.09% ↓	-2.90% ↓	8.71% ↑	13.54% ↑	4.58% ↑
2017	-5.26% ↓	-6.89% ↓	-3.81% ↓	-8.00% ↓	-3.91% ↓	3.49% ↑	3.80% ↑	4.78% ↑	8.94% ↑	14.25% ↑	5.33% ↑	6.62% ↑
2016	-2.67% ↓	5.37% ↑	3.45% ↑	1.36% ↓	5.55% ↑	-3.78% ↓	-7.53% ↓	1.33% ↑	-3.81% ↓	-16.51% ↓	-8.69% ↓	-4.19% ↓
2015	-2.98% ↓	-9.88% ↓	-7.75% ↓	-8.57% ↓	-13.56% ↓	-3.15% ↓	-6.69% ↓	-8.12% ↓	-4.87% ↓	-1.26% ↓	-6.57% ↓	0.08% ↑
2014	3.20% ↑	9.78% ↑	3.06% ↑	-8.89% ↓	4.75% ↑	3.13% ↑	-6.02% ↓	-3.73% ↓	6.93% ↑	-3.18% ↓	3.68% ↑	4.98% ↑

Figura 1. PBI de la construcción 2014-2019.

Fuente: CAPECO (2019).

Cada vez que se realizara la planificación llamada tradicional que se realiza para la obra con fechas aproximadas, tratando de asemejar la duración que tendría cada partida como también la ejecución en su totalidad de obra, y la programación de materiales o anticipaciones de partidas, aun cuando, no hay la confianza en realizar con los tiempos propuestos. Dichas propuestas son elaboradas por el responsable de obra (Ingeniero residente) con las bases realizadas de diferentes obras realizadas, donde se ejecuta con las metodologías como el diagrama de Gantt, PERT, CPM y MS Project, del cual no es planificada correctamente la optimización de los recursos, la secuencia o también llamado tren de actividades de las cuadrillas mediante un correcto diseño de productividad y dimensión, cronograma de envío de material, análisis de restricciones y los procesos importantes para la planificación y ejecución de la obra.

Todos los procesos mencionando conllevan a una pérdida, atraso y entrega fuera de plazo para la empresa. Es decir, la variabilidad no se busca disminuir y generar los continuos flujos.

Todos los proyectos ejecutados son diferentes e independientes es por ellos que sus planificaciones cambian, no siempre se requiere planificaciones adecuadas utilizando metodologías como de Lean Construction, donde el objetivo es optimizar las pérdidas, maximizar el valor del producto final y la mejora continua.

Ballard (2000) Menciona que los principales motivos variados para que la planificación tradicional no se cumpla con lo planificado son:

- Las planificaciones que son tradicionalmente realizadas son elaboradas a base de la habilidad y programación del ingeniero sobre el proyecto.
- Este punto no realiza los errores encontrados en la planificación y las causas que se obtiene, y no genera un conocimiento.
- Lapsos de investigaciones breves que necesiten planes de control y no ocasionar problemas por sobretiempos.
- Mala coordinación con subcontratistas por falta de una adecuada planificación de control.

Los siguientes principales motivos nombrados por Ballard indica que, en las planificaciones habituales, las variaciones en campo son elevadas y hay muchas causas que adecuadamente no se puede prevenir, lo que origina mucha inseguridad, baja productividad en los tiempos y mala coordinación.

El bajo uso de las herramientas de productividad para la planificación de un proyecto es un peligro potencial, ya que puede ser perjudicada en el plazo directamente, así como el costo del proyecto en su totalidad, es por eso que se elige implementar la herramienta Last Planner.

## **1.2. Descripción Del Problema**

El Comité Administrativo del Fondo Educativo Callao cuenta con un presupuesto anual de inversiones, con los profesionales capacitados para su supervisión, la presente investigación cuenta con el apoyo y el respaldo del área Gerencia de Infraestructura Educativa, puesto que los tesisistas son parte del equipo del Staff de coordinadores que se especializan en supervisar la ejecución de campos deportivos en la Instituciones Educativas Públicas del Callao.

Estas inversiones se iniciaron en el mes de enero de 2020 y se pronosticó que terminara en el mes de diciembre 2020, y se obtuvo los datos correspondientes para llevar a cabo nuestra investigación.

En la ejecución de las inversiones, supervisamos estas obras y analizamos aquellos problemas encontrados en la mano de obra ya que gracias a ello las actividades programadas semanalmente se encuentran fuera de fecha. Por lo tanto, examinamos a cada cuadrilla encargada de su sector.

En la siguiente investigación, se realiza la supervisión y control de la producción en la construcción de campos deportivos en las Instituciones Educativas Públicas de la Región Callao, ejecutada por el “Comité Administrativo del Fondo Educativo Callao”. Aplicando la metodología de “Lean Construction” buscamos la optimización y una mejora de las partidas no cumplidas en la etapa del acero, encofrado y concreto.

### **1.2.1. Formulación Del Problema**

A continuación, formulamos el problema principal y problemas secundarios en la actividad mantenimiento y es lo siguiente.

¿De qué manera las herramientas Lean Construction mejoran la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?

### **1.2.2. Problemas Secundarios**

- ¿De qué manera la aplicación Carta Balance de las Herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región callao – 2020?
- ¿De qué manera la aplicación Diagrama de Flujo de las Herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?
- ¿De qué manera la aplicación Análisis de Restricciones de las Herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Implementar las herramientas Lean Construction para la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la influencia Carta Balance de las Herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.
- Determinar la influencia Diagrama de Flujo de las Herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.
- Determinar la influencia Análisis de Restricciones de las Herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.

### **1.4. Justificación e Importancia**

La presente investigación realiza percibir el efectivo uso de las herramientas de la filosofía Lean Construction en ejecuciones de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao.

La investigación reciente beneficia de manera directa a las empresas de infraestructura educativa que decidan aplicar la metodología en su implementación de mejora y en tomar acciones correspondientes en el acto que se detecta el problema no esperando demoras que alarguen el tiempo de trabajo recurrido y que las inconformidades responsabilicen un riesgo en el flujo de actividades del proyecto.

## **1.5. Limitaciones**

La actual investigación no cuenta con limitaciones.

## **1.6. Impacto potencial de la investigación**

### **1.6.1. Impacto teórico**

Se busca dar a conocer mediante esta investigación las Herramientas Lean Construction para tener un buen manejo de los recursos, mano de obra y la calidad de trabajo para tener una mayor eficiencia y una mejora en la productividad obteniendo resultados optimizados en las actividades de ejecución de campos deportivos en las instituciones públicas de la región Callao 2020, seguidamente ganando mayor trabajo productivo(TP), trabajo contributivo(TC) y disminuyendo el trabajo no contributivo(TNP).

### **1.6.2. Impacto práctico**

La implementación correcta de la metodología Lean Construction con la finalidad de que el área de Gerencia de Infraestructura Educativa Callao obtenga esta información y pueda ejecutar la aplicación adecuada y obtener una mejora en los tiempos costo y producción, disminuyendo los atrasos y mejorando la entrega inmediata del proyecto.

## **1.7. Viabilidad**

La investigación es considerada viable, la Gerencia de Infraestructura Educativa Callao, cuenta con los medios necesarios para su realización, los tesisistas son colaboradores del equipo de coordinadores de campo del área mencionada y cuentan con el respaldo del comité para obtener toda la información necesaria durante la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao 2020. El inicio del proyecto fue el mes de enero del 2020 y con una culminación el mes de diciembre del 2020, la obtención de información en ese tiempo es necesaria para sus estudios y realización correspondiente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

(Cano y Nieto y Arango,2017), Realizó una implementación de la metodología Lean construction con el fin de obtener y establecer los lineamientos que guían hacia una optimización de recursos y el mejoramiento de la empresa en la ejecución de las obras Gramar S.A. Implementando la metodología, se cumplió con el objetivo general del proyecto en la optimización de los recursos Gramar obteniendo un análisis de sus obras para dar una mejora y estandarizar una mejora continua de procesos en la empresa y sus obras. Se concluyó que los trabajos no contributorios como las actividades de necesidades fisiológicas, descansos no se puede eludir estando presente dicha actividad, las actividades de espera de materiales, equipos, trabajos rehechos con un buen control y plan se podría llegar a su reducción.

(Crespo, 2015), La implementación de la metodología en la investigación Lean Construction busca y genera mayores niveles de rentabilidad, competitividad y productividad. La utilización de todas las herramientas Lean Construction tiene como objetivo realizar planes de mejoras a las partidas que se encuentran con bajo índice de productividad dándonos como aporte la aplicación de algunas herramientas Lean Construction y la aplicación de las herramientas para poder elevar la productividad y obtener un nivel mayor de rentabilidad, con la utilización de los tiempos productivos, tiempos contributorios y tiempos no contributorios. Obteniendo una conclusión con los siguientes porcentajes TP=60%, TC=25%, TNC=15%, y otros que afectan a la productividad y rentabilidad que existen en los proyectos.

Brioso (2015), Se realizó un análisis a 50 trabajadores, la investigación no fue experimental. El objetivo del proyecto es reconocer la importancia de la filosofía Lean Construction sin tener pérdidas en el proyecto de construcción administrativo, el análisis de Lean Construction ejecuta un mayor impacto en la investigación de construcción Management de los domicilios haciendo imprescindible una necesita de especialistas en Lean Construction conforme las figuras de los gestores de diseño constructivo y de marcos normativos. Se concluyó: Que el porcentaje empleado de la metodología Lean Construction tiene un 5 % defectuoso, 30% aceptable y un 65% con buena producción.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

(Acosta Wilmer,2016) En su tesis de maestría, Plantea un proyecto enfocado en las empresas del sector construcción, buscando mejoras en la productividad en la construcción de Instituciones Educativas en zonas de Selva del Perú, con el objetivo de que el lector, cuente con los conceptos teóricos claros; y así le sea de mucha utilidad la presente investigación. Mediante la implementación del Sistema Last Planner y uso de algunas herramientas complementarias. En la primera parte se desarrolla el marco teórico, poniendo énfasis en los temas de productividad en la construcción, lean construction y Sistema de Last Planner; En la segunda parte se realiza el diagnóstico de las Instituciones Educativas públicas primarias en zonas de Selva, donde se concluye las características de este tipo de proyectos, los lineamientos que se tienen que seguir para la construcción y una estadística actual de los proyectos que hay en ejecución.

(Cotrina, 2017) Universidad Cesar Vallejo la investigadora, realizó la investigación titulada: Aplicación del Lean Construction para optimizar la productividad en una obra de ampliación del pabellón educativo en San Jerónimo de Tunan, Huancayo. El objetivo de esta investigación es



solidificar el trabajo contributivo y el trabajo que se aleja de este último. Contribuyendo de esta manera con la medición de la producción y el reflejo de los valores dentro de los estándares permisibles de la estructuración. En la mencionada investigación el autor concluye que la aplicación de Lean Construction optimiza de gran manera la eficacia de los medios de trabajo productivo.

(Pereira, 2016) El presente proyecto consiste en determinar la productividad y rendimientos de la mano de obra en el proceso de encofrado de columnas con sección circular del Proyecto Country Day School, ubicado en san isidro – Lima. El objetivo es determinar la productividad en el proceso de encofrado del Frente 4, se utilizó la técnica Work Sampling, la cual consiste en la observación constante de la actividad estudiada, Concluyendo qué el porcentaje del tiempo es productivo (TP), contributivo (TC) o no contributivo (TNC) y según los resultados los obreros para dicha actividad abarcan cerca de un 44%TP, 13%TC y 43%TNC.

(Tejada, 2015) Pontificia Universidad Católica del Perú, realizó una tesis sobre la aplicación correcta, programación, desarrollo ejecutivo y control procedimental de proyectos. Teniendo como objetivo la productividad y mejorando los plazos de entrega y los costos, que se refieren a la optimización del trabajo. Sin embargo, el mismo autor refiere que las herramientas que se utilizan dentro de este sistema, mejoran las representaciones reflejadas en los proyectos. En referida investigación el autor concluyo que la aplicación de las diversas herramientas del Lean Construction contribuye con la construcción de resultados para el desarrollo adecuado de proyectos.

(Uzategui, 2016), Mediante la Metodología Lean Construction se utilizó la herramienta Cartas de balance o Cartas de equilibrio de cuadrilla se presenta un trabajo con horizonte teniendo como objetivo mejorar la productividad de las edificaciones como el tarrajeo y el enchape, que sumando el presupuesto de los dos juntos suma el 50% del total del presupuesto de arquitectura, un 20% del total de obra cifra alta. Se realizó la manera más óptima en ejecutar las partidas críticas el proceso que requiere la operación en el ámbito de la construcción en campo de manera enfocada en los detalles, comentando el método que se utilizó y tener como conclusión verificar y determinar la cantidad de obreros más adecuados en la repartición de la cuadrillas y obteniendo información clasificada para realizar un rendimiento análisis de cada trabajador posteriormente proponiendo las mejoras correspondiente para su levantamiento en la ejecución del proyecto.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1 Lean Production**

Lean Production es la filosofía que formula que al ejecutar la producción tanto el material y/o información realiza un flujo, que parte de la materia prima hasta conseguir el producto final.

El flujo se estima que, se convierte los materiales, se inspecciona, espera o está entrando al siguiente proceso.

Al ejecutar el avance de la mejor que los flujos se concentran en reducir o eliminar en base al avance de cada proceso que procura a convertirse debe ser eficaz.

Es decir, que la forma tradicional tiene como objetivo aumentar la eficiencia de cada proceso, mientras que la filosofía de Lean Production busca reducir las actividades que no agregan valor e incrementar la eficiencia de las actividades que si agregan valor; lo que corresponde al modelo de flujo de procesos. (Guzmán, 2014)

El modelo de flujo de procesos tiene como objetivo quitar las pérdidas y reducir los tiempos de las actividades, diferenciándose de acuerdo al siguiente gráfico:



Figura 2. Modelo de flujo de cada proceso

Fuente: Abner Guzmán (2014)

En la Figura N°2 se muestra que hay una variabilidad entre procesos, es decir hay desperdicios como los transportes, esperas, entre otros; los mismos que el modelo de flujo de procesos buscó minimizar para generar el máximo valor.

Es por ello que existen algunos principios de Lean Production que se han implementado como concepto para reducir aquello que no genera valor. Son los siguientes:

- Disminuir las labores que no agregan valor.
- aumentar el valor del producto de acuerdo a la necesidad del cliente.
- Disminuir la constante variabilidad.
- Disminuir los ciclos en el tiempo.
- Reducir el número de pasos, partes y relaciones del proceso
- Incrementar la flexibilidad del producto terminado
- Aumentar la confiabilidad y transparencia entre procesos
- Sustener el equilibrio entre mejoras en los flujos y las conversiones

- Aplicar la mejora continua.
- Benchmarking (banco de referencia).

En el modelo de flujo de procesos, se diferencian los tipos de desperdicios, los cuales son consideradas “perdidas”:

Sobre

- Producción
- Esperas
- Inventario
- Movimiento
- Esfuerzos
- Trabajos rehechos
- Sobre procesamiento



Figura 3. Los 7 desperdicios principales.

Fuente: Kanbanize.

## 2.2.2 Lean Construction

La metodología Lean Construction que se asimila a la adaptación de la metodología lean production, con consideraciones en el proceso de adaptación puesto que la metodología lean production está encaminada en el sector de empresas manufactureras y en el sector industrial.

Al revisar la metodología Lean Construction relacionado con su enfoque se ve orientada a los tipos de obra (carreteras, instituciones, estadios y en especial en edificación entre otras).

La matriz de la metodología es realizar los diseños de un sistema de producción con fines de disminuir los desechos, así como la variación, para producir la máxima atribución de valor posible.

Se tiene que dar por referencia el valor, vendría a ser todo aquello que ayude al cliente a alcanzar sus objetivos, todos los procesos que el cliente define por bien propio, pero que el constructor no los genera, sin embargo la pérdida es una labor que genera un costo, sin agregar valor al producto. Según lo explicado el modelo de sistema de producción efectivo, los siguientes tipos de trabajo se diferencian: (Pons, 2014)

- **Trabajo Productivo:** son aquellas actividades de valor agregado, que transforman materiales o información según lo requiera el cliente. Ejemplo: Colocación de postes y reflectores, Colocación de Cerco perimétrico.
- **Trabajo Contributorio:** Actividades que no agregan valor y que son pérdidas necesarias porque son parte del proceso. Ejemplo: traslado de materiales, limpieza de campo.
- **Trabajo No Contributorio:** Actividades que no agregan valor y que es pérdida pura, ya que consumen recursos y tienen un costo sin agregar valor al producto terminado. Ejemplo: tiempos ociosos, viaje improductivo, esperas.

El objetivo que tiene el Lean Construction es diseñar un Sistema de Producción Efectivo, de forma que se realice el cumplimiento con los plazos, calidad y niveles de productividad altos en obra; por lo cual se hace referencia al siguiente punto a cumplir:

### 2.2.2.1 Asegurar que los flujos no paren

“Se refiere que los flujos de las actividades sean continuos, el objetivo en este punto es que las actividades no deberían de parar y que los desperdicios se pueden reducir y eliminándolos posteriormente”. (Chokewanka y Sotomayor, 2018)

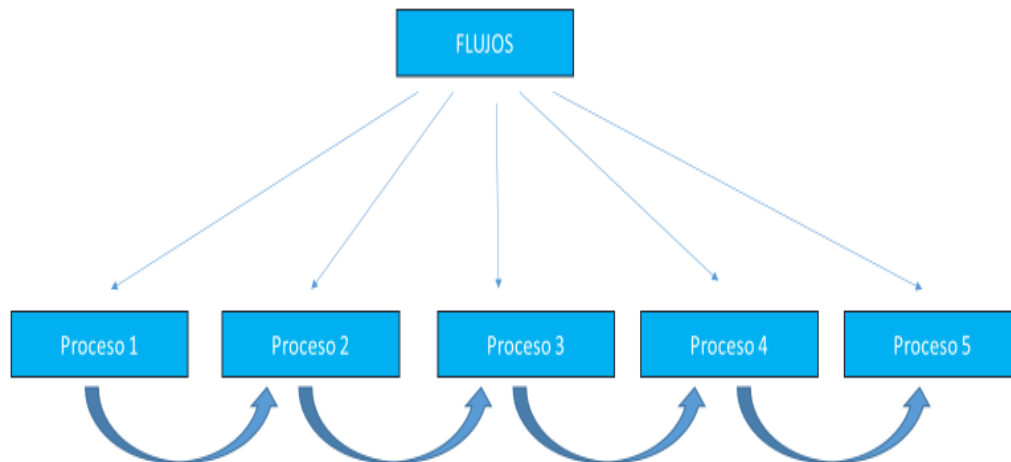


Figura 4. Modelo de flujos que no paren.

Fuente: Collachagua I. (2017).

### 2.2.2.2 Inicios de Lean en la Construcción

Según Koskela (1992) en su artículo “Application of the New Production Philosophy to Construction” (Aplicación de la Nueva Filosofía de Producción para la Construcción) fue el primero en hacer unos de la adaptación de la filosofía. En este artículo hace referencia a como se debe utilizar las herramientas que la llamada filosofía brinda en la actividad de la construcción sin hacer mención al termino Lean. Algunos de los países

americanos que utilizan son Perú, Chile, Estados Unidos, Brasil y Colombia. La mínima evaluación se realiza en los países de Europa: Reino Unido, Finlandia, Alemania y Portugal.

La construcción siempre ha obtenido problemas que se ven reflejados en la gestión al igual que en la industria. Al ser la construcción un sector amplio y tradicional, conforme ha ido evolucionando, se han estado incluyendo métodos prácticos y operativas como la llamada (planificación del proyecto), herramientas que generan control, metodología de organización, etc. Pero más allá de esto no existen otras técnicas llamadas teóricas o conceptos: se ve necesario realizar el control de productividad de los diferentes proyectos. (Koskela, 1992)

Cuando se aprecia una construcción normalmente como un cúmulo de actividades realizadas que son conducidas a un punto de desembocadura de materiales, trabajos etc. Se introducen en una “caja negra” donde es la salida de los productos.

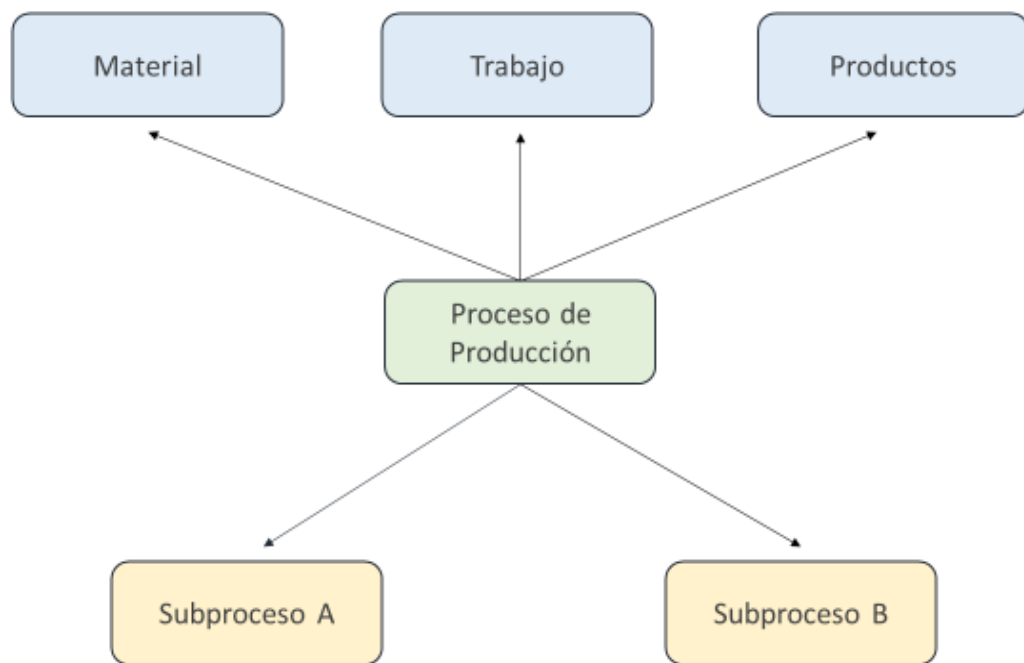


Figura 5. Proceso de Transformación

Fuente: Koskela (1992).

Koskela nos indica que, el flujo de procesos debería reflejarse en la construcción como un conjunto, donde se introduce inspecciones en cada uno de los subprocesos.

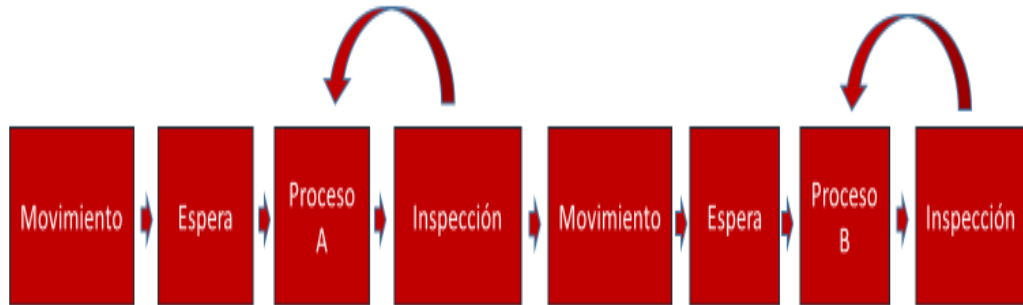


Figura 6. Inspección dentro el proceso.

Fuente: Koskela (1992).

El International Group for Lean Construction (IGLC), se fundó en el año 1993, la denominación Lean Construction se da inicio desde ese momento.

Los objetivos que se fijaron es mejorar la demanda que ejercen los clientes y mejorar los procesos de arquitectura, ingeniería, y construcción, así como de los productos; para ello, se vio reflejado lo nuevos principios y métodos que genera el desarrollo de los productos y la gestión de la producción específicamente para la industria de la construcción, enmarcados por aquellos de la “Producción Lean” con grandes éxitos en la manufactura.

Anualmente en forma alternada en distintos países se realizan conferencias con el fin de constituir un foro para compartir los conceptos



y realizar el desarrollo de ideas, y reportar o realizar críticas de implementaciones.

Capítulo Peruano Lean Construction Institute, se creó en el año 2011, con fines de que el área de la construcción se vea impulsado por las grandes empresas de construcción del Perú, elevando el nivel que tienen de profesionalismo y la eficiencia que generan, en el mismo año se desarrolla las conferencias anuales en el país

### **2.2.2.3 Estudios sobre desperdicios**

Las investigaciones respecto a los desperdicios que fueron realizadas e impulsadas en el Reino Unido fueron por parte de Building Research Establishment (Establecimiento para la investigación en la construcción, BRE), genero una totalidad de 114 obras y el análisis de 21 materiales donde se llegó a considerar que el estudio es uno de los primeros y más ambiciosos intentos por realizar la medición de los desperdicios que se generan en obra.

El método empleado está relacionado en clasificar en dos categorías los desperdicios:

**Pérdidas Directas:** Referencia que en el proceso de la construcción tenemos una visión directa y clara de desperdicios. La eliminación del desmonte generado en obra.

**Pérdidas Indirectas:** Esta categoría es difícil detectar, el trabajo vicioso se confunde con esta categoría, dentro de la clasificación se pueden observar en dos formas ya sea física o financiera. Existen tres clases de pérdidas indirectas que reconocen los creadores: Pérdidas por sustitución, cuando el material utilizado llega a ser más costoso que el siguiente, así sea por urgencia o equivocación, pérdidas por producción (Utilizamos los materiales para un proceso necesario, pero que no era planeado) y pérdidas por negligencia, cuando los materiales son utilizados con mayores cantidades en los procesos.

Se realizó una consideración de pérdidas directas se desarrolló por medio de levantamiento de tres materiales:

**Materiales Recibidos:** Hace mención a todos los materiales que fueron recibidos en el trayecto de la elaboración del proyecto.

**Materiales Almacenados:** Hace mención a todos los materiales que no fueron utilizados en el inventario realizado, tanto en la etapa de comienzo como en la etapa final de la ejecución.

**Metrado Inicial:** En la estructura se hará la colocación de la cantidad de materiales. Se estimará ese dato con las valorizaciones del subcontratista o realizando el metrado en los planos de la obra.

El tipo de pérdida indirecta hace referencia a las correcciones que se dan por el tipo de pérdida por:

**Sustitución:** Se realiza el cálculo de la cantidad de material que se puso en reemplazo del material original convirtiéndose a metrado equivalente.

**Producción:** Se realiza la estimación de la cantidad de material utilizado en los procedimientos no presentidos y convirtiendo a las unidades empleadas en el metrado inicial.

**Negligencia:** La colocación del material con mayor cantidad de la que está proyectado el metrado inicial tiene que ser multiplicada por un incremento de factor. Por ejemplo, se le aplica el recubrimiento de dos centímetros a una cierta área. y en vez de dos centímetros aplicamos tres centímetros. Se Debe multiplicar esta área por la relación a tres medios.

#### **2.2.2.4 Modelo reciente de producción para la construcción**

La nueva metodología Lean Construction se ve orientada y enfocada a la administración de la producción en construcción obteniendo un objetivo claro y fundamental que vendría a ser la eliminación de la actividad que no agrega valor. La generalización de los nuevos modelos conceptual es una síntesis, como el JIT (Justo a Tiempo) y el TQM (Gestión total de la calidad)

Ballard y Howell con la intención de contribuir diseñaron un sistema nuevo para planificar y controlar que obtuvo el nombre Last Planner, revolución en cambios de cómo realizar el control de un proyecto de construcción.

Koskela hace la definición del material como un flujo que se obtiene desde la materia prima hasta el producto final. Se procesará el flujo, se inspeccionará, y se detallará si está en espera o transportado. La aplicación del procesamiento hará la representación en la conversión de la producción, la inspección, la espera y el movimiento representan el aspecto de flujo de la producción. El nuevo modelo de producción para la construcción y sus operaciones como proceso.

La principal caracterización de los procesos de flujos serán valor, tiempo y costo. El valor caracteriza al cumplimiento de lo que requiere el cliente. Las actividades de conversión o procesamiento son en su mayoría de casos las que no agregan valor.

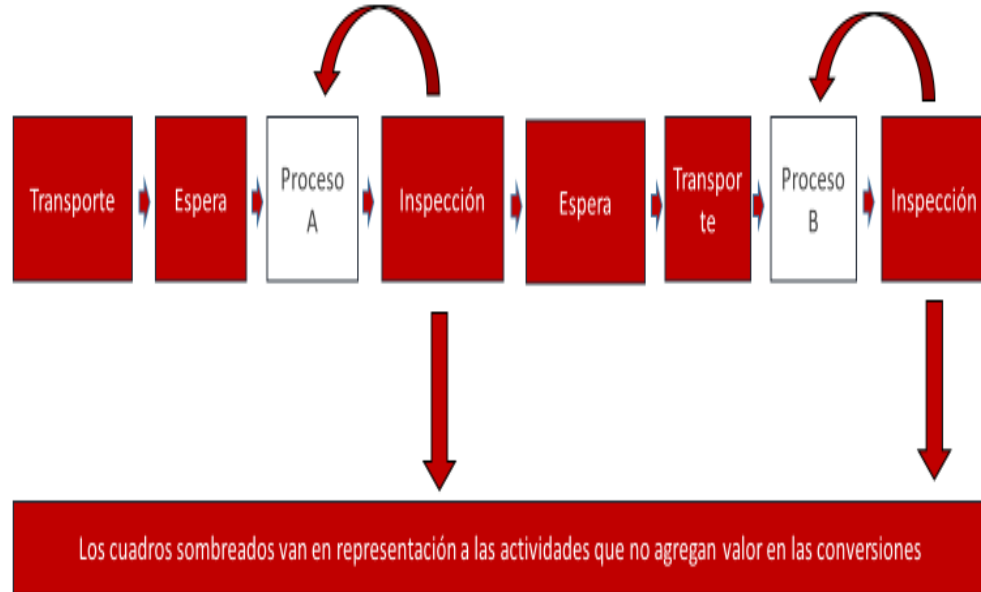


Figura 7. Esquema del procedimiento de flujo, producción y conversión  
Fuente: Koskela (1992)

El nuevo modelo de producción implica una visión dual de la producción, consistente en conversiones y flujos. La eficiencia de la producción se atribuye, tanto a las conversiones como a los flujos, en las actividades de conversión depende del nivel de tecnología, las destrezas, la motivación, etc. y en las actividades de flujo depende de la cantidad de las mismas y la eficiencia con las que estas interactúan con las conversiones, es decir de la planeación efectuada.

La planeación se encuentra como no considerada en el desarrollo de las actividades como factor fundamental, generado por el simplismo que obtiene el personal a cargo y el enfoque que existen hacia las actividades de conversión como sub procesos del proceso de construcción. Cuando las actividades están generando costos también consumen tiempo, las actividades de conversión son las que agregan valor a los materiales o a la información que está siendo transformada en producto. Las actividades que representan los flujos dentro de la producción son las esperas, transportes e inspecciones.

Los principios tradicionales de gestión, los flujos no han logrado un control tampoco siendo mejorados, esto conlleva a flujos completos, confusos e inciertos, generando cifras elevadas de actividades que no agregan valor. Respecto a controlar el proyecto, el tener inconvenientes y solucionarlos constantemente disminuye los recursos en la gestión, minimizando el tiempo para la planeación, no gestionando actividades de mejora o, peor aún, no realizando ningún tipo de control o inspección para obtener la identificación de pérdidas.

La implementación del nuevo sistema de producción buscara la transformación de las actividades, buscara más eficiencia, como minimizar o eliminar actividades que no lo generen, durante el proceso constructivo en la ejecución obtener la mayor productividad.

### **2.2.2.5 Implementación de la filosofía Lean**

El reciente modelo de producción implementado genera cambios de paradigma, La técnica de koskela se presentan con cuatros factores que serían fundamentales en implementación con éxito:

- Compromiso de la alta gerencia. El cambio de mentalidad en general es fundamental el liderazgo. Se obtiene en la alta gerencia el liderazgo, el esfuerzo visto en diferentes niveles de las organizaciones. Se debe priorizar la aceptación e interiorización desde el nivel alto de la organización, con lo que se lograra una mejor comprensión de la situación en parte de las personas involucradas, obteniendo por fases un cambio cultural.
- Las mejoras y los enfoques en la observación del desempeño. La medición de los procesos se debe enfocar en la gestión y su mejoramiento más no en el desarrollo de las capacidades. Los indicadores deben ser reales de los procesos que permitan identificar las causas de las pérdidas.
- Participación. La obtención de implementar el reciente modelo de producción, existe la contribución de los colaboradores, los grupos de trabajo pueden generar conocimientos para la mejora de los procedimientos.
- Aprendizaje. El estudio de los principios requiere implementación, ideas, conceptos, métodos y nuevos modelos de producción. El correcto formato de aprendizaje mediante la implementación en los proyectos que son pilotos a escala definida. Se deberá propalar todos los resultados obtenidos al implementar los niveles de organización

## **2.2.3 Herramientas a utilizar.**

### **2.2.3.1 Sectorización**

La sectorización tiene como procedencia el realizado de los metrados que vendrían a corresponder al proyecto y es de suma importancia esta actividad para que se dé el inicio del tren de trabajo, programación, planificación, enfoque de cuadrillas, etc.

Teniendo en cuenta que la programación maestra se hace relevante e indispensable al tener cada sector identificado piso por piso para poder la planificación correcta, porque se podría encontrar inconvenientes en que la cantidad de sectores varíen conforme se va avanzando la etapa de casco o las partidas críticas tengan un avance lento. (Pajares, 2014)

### **2.2.3.2 Programación detallada**

Al obtener inconvenientes y hechos que se vieron afectados en esta obra nos damos cuenta que al analizar el más mínimo detalle que afecta la producción mediante el tren de actividades.

La sectorización obtiene como referencia adecuada los metrados que se dan en los sectores que se debe cumplir con las restricciones, siendo insuficiente para realizar una validación de cada sector sea correcto, la programación detalla analiza la zona de trabajo de cada cuadrilla respectiva y generando un mayor control de cada partida que se está trabajando. (Rivera, 2015)

La programación toma como objeto principal el número de sectores a trabajar en campo y la programación día a día para cumplir con la sectorización, una vez hecho el tren podremos darnos cuenta las partidas críticas y ver el cumplimiento de la sectorización.

### **2.2.3.3 Tren de Actividades**

La realización del tren de actividades nos facilita el avance de las cuadrillas con un tren de uno tras otro que tienen un proceso de sectorización establecidos anteriormente para efectuar de manera correcta el tren, se pretende tener un proceso ordenado de trabajo y continuo, además que se identificaran de manera rápida los avances ubicando las cuadrillas en cada sector indicado, esta forma de trabajo es de secuencia lineal y frecuente con cada sector por piso el avance de las cuadrillas en su lugar de trabajo hace referencia a como el producto realizaría en su línea de ensamblaje en el campo de una fábrica industrial. (Castro, 2014)

### **2.2.3.4 Planificación maestra**

Se realiza con similitud a la planificación hecha en obra asemejándose a la programación tradicional para saber los inicios y fin de cada partida durante la ejecución del proyecto. En el proyecto fue realizado por el ingeniero Residente de obra. (Ulloa, 2011)

### **2.2.3.5 Lookahead Plan**

Es una herramienta del sistema Last Planner de esta programación depende de 2 factores claves., el mínimo de tiempo que tome levantar las restricciones y ver la variabilidad y la obtención del horizonte máximo que tiene el proyecto. En este caso del proyecto realizado por el tesista vendría a ser de cuatro semanas es un tiempo adecuado para todo tipo de restricciones. (Orihuela, 2011)

### **2.2.3.6 Programación Semanal**

Se dan dependiendo de cómo se manejen los contratiempos en obra para nuestro caso se realiza todos los días sábados entre una reunión del equipo Staff de obra.

Realizado y cerrado las actividades libres de restricción se procederá a otorgar el trabajo a cada cuadrilla durante la semana estableciendo el tiempo de trabajo. (Canchaya, 2011)

### **2.2.3.7 Carta Balance**

La carta balance es una herramienta con alta potencia de Lean Construction, se debe a que se relaciona como base con el sistema Last Planner en conjunto con la teoría de restricciones haciendo que la obra sea efectiva en su gestión. El sistema que se tiene que alcanzar es de producción efectiva realizando el flujo constante, y a la vez optimizándolo y terminando de optimizar el proceso.

La mano de obra obtiene un papel fundamental en el análisis de la carta balance conteniendo un procedimiento determinado y detallado de cada actividad de cada colaborador. El caso del Nivel General de Actividad (NGA) divide los trabajos en productivos (TP), Contributorios (TC) y No contributorios (TNC) la carta balance realiza las descripciones de la labor total de manera detallada de cada actividad y trabajo realizado. (Vargas, 2017)

### **2.2.3.8 Sistema Last Planner**

Es una herramienta para planificar un proyecto, la cual se diseña para un correcto control de costo y tiempo aplicadas a todas las obras de construcción, esta herramienta ha sido elaborada por Gregory A. Howell y Herman Glenn Ballard, fundamentándose en el método de Lean Construction que tiene como herramientas el LookAhead, Master plan, Porcentaje de Plan Cumplido, Análisis de Restricciones, Análisis de Causa - Raíz; se elaboraron con fines de disminuir la variación de los



proyectos y optimizar el costo y tiempo en las mismas, justamente planificando el nivel de confiabilidad. (Ballard, 2000)

Ballard (2000). Sostiene que, Un grupo decidirá qué labor físico, determinado va ser ejecutado al día siguiente. Este modelo de plan es denominado "asignación". El autor Ballard describe que los encargados de ordenar las diferentes actividades del día a día en la construcción son nombrados "últimos planificadores", este método abarca los sectores implicados de la zona de producción de forma grupal, teniendo al residente de obra como encargado. Se describe en la figura 8 el ultimo planificador y su función principal.



Figura 8. Sistema Last Planner

Fuente: Ballard G. (2000)

El Método Last Planner, no se basa solo teniendo una planificación detallada, sino que a diferencia de la habitual que determina un nivel de planificación macro en la cual hay un cumplimiento con las fechas programadas con un índice alto, admite plantear niveles de planificación con el propósito de elaborar buffers o colchones de productividad, disminuyendo la variación de construcción obteniendo concluir con los objetivos que fueron planificados.

El diseño de planificación con el uso de buffers, consiste en programar actividades productivas de lunes a viernes, de tal forma que en caso no se cumpla con la actividad programada, se corren los días en la programación teniendo los días sábados como colchón para cumplir con la planificación semanal.

Se detalla el esquema de resumen del método Last Planner a manera de escudo protector entre la planificación y lo que se debe elaborar en la siguiente figura 9.

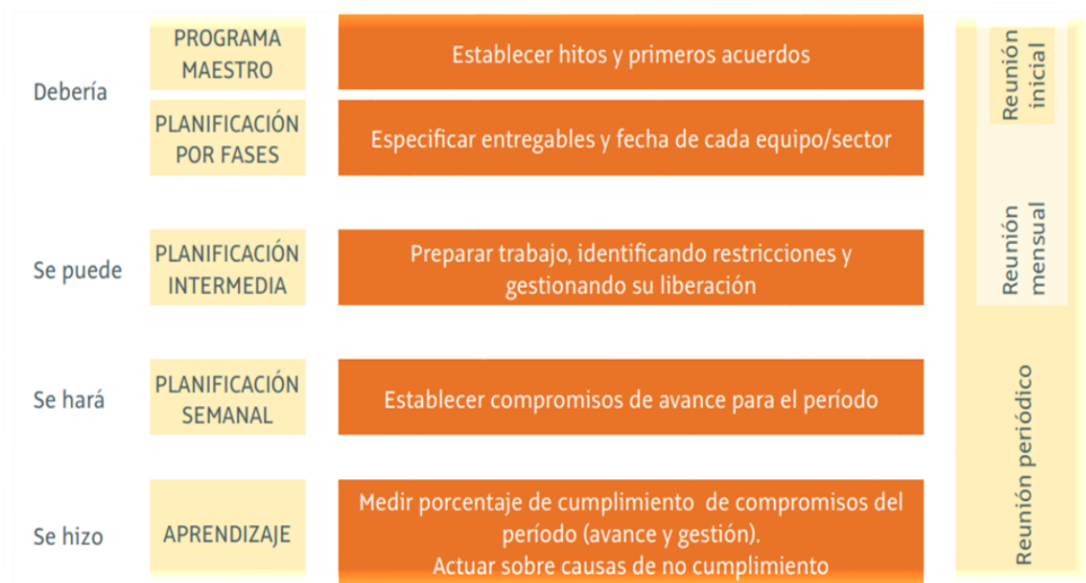


Figura 9. Esquema de resumen Last Planner

Fuente: Pons J. (2014)

La planificación del Método Last Planner abarca diversas planificaciones y niveles, el Lookahead Plan o planificación intermedia el cual es una planificación de cuatro a seis semanas de horizonte que acepta estudiar las próximas partidas a elaborar y poder soltar las restricciones, el Plan Maestro es una planificación de largo plazo en el cual se pueden ver los objetivos de la construcción, el nivel último es la planificación semanal en

la cual no hay algún tipo de restricciones, se estudia los niveles de productividad utilizando la mejora continua y los recursos deben ser aptos.

La estructura del Método Last Planner se visualiza en la figura 9.

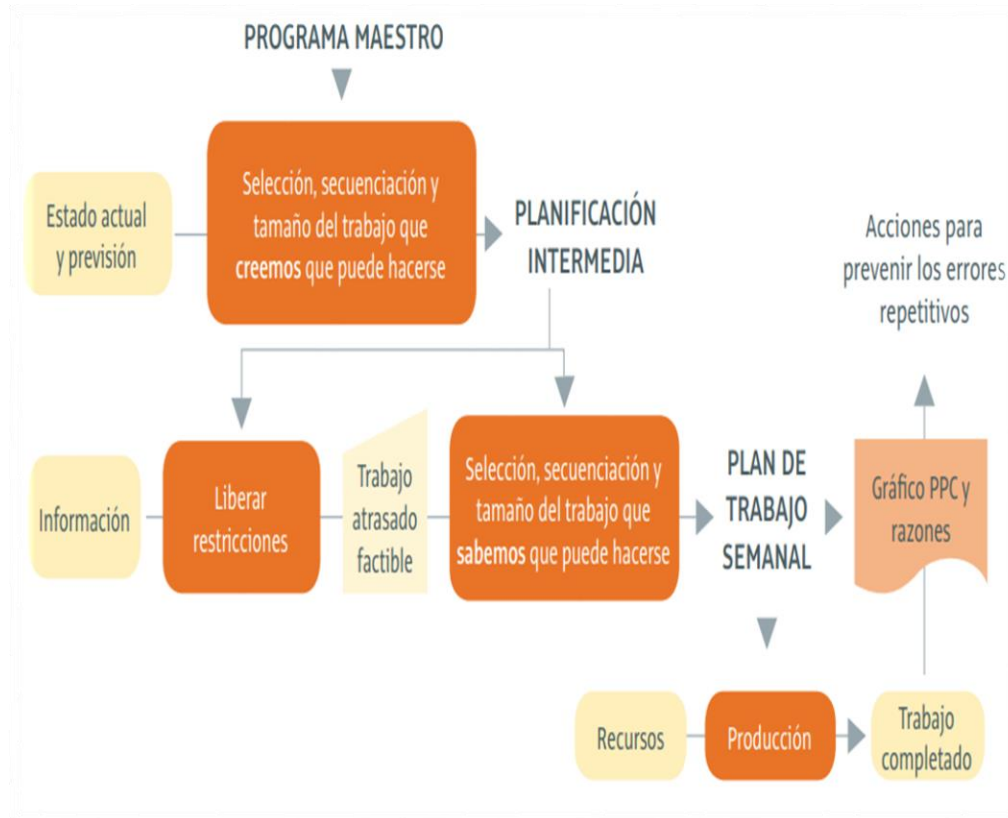


Figura 10. Estructura fundamental del Sistema Last Planner.

Fuente: Pons J. (2014)

### Medición de tiempos para la identificación de pérdidas

Koskela (1992), Poco tiempo después de la exhibición del informe técnico del académico Finlandés se comenzaron a ejecutar cálculos de los tiempos de trabajo en los labores de construcción. El tiempo total para realizar una labor ha sido clasificado del siguiente modo por diferentes autores:

Tiempo Productivo (TP): Es el tiempo utilizado en la producción de alguna unidad de construcción. El tiempo utilizado en las conversiones, es decir en las funciones que agregan valor, las labores por las que el cliente está pagando.

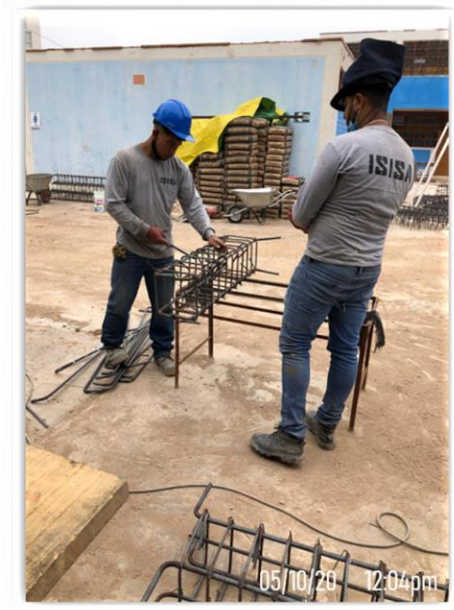


Figura 11. Tiempo productivo Encofrado de columnas  
Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Contributorio (TC): Es el tiempo utilizado en las labores de apoyo necesarias para realizar los trabajos que aumentan valor. Los flujos inevitables como transporte, supervisión, etc., se consideran como trabajo contributorio.

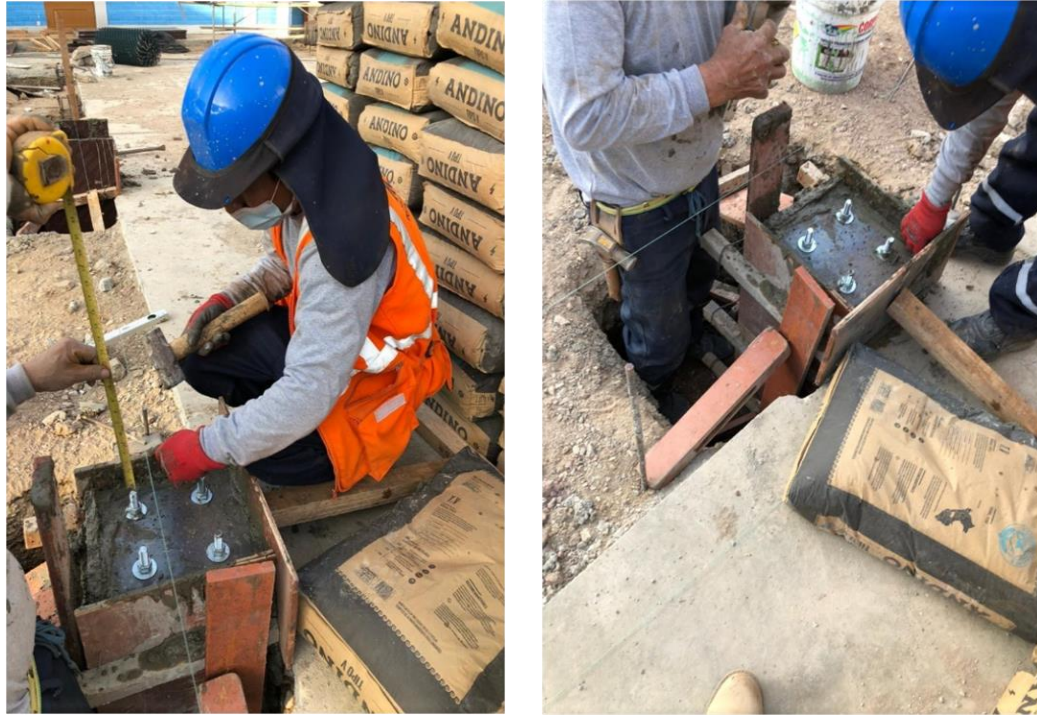


Figura 12. Tiempo contributorio  
Fuente: Elaboración propia.

Tiempo No Contributorio (TNC): Es el tiempo realizado en labores diferentes como las de soporte o productivas. Los reprocesos, las esperas y todos los demás se consideran como trabajo No Contributorio. Los distintos autores tienen en cuenta el tiempo de descanso y de necesidades fisiológicas como tiempo no contributivo. Sin embargo, siempre y cuando esos tiempos se encuentren claramente establecidos, no deberían considerarse dentro del tiempo total utilizado en la producción de unidades de construcción.





Figura 13. Tiempo no contributivo: Viajes improductivos.

Fuente: Elaboración propia.

### **2.3 Definición de términos básicos**

Dentro de los términos básicos que se utilizan en la investigación para explicar el procedimiento de implementación de las Herramientas Lean Construction en la ejecución de campos deportivos en las II.EE públicas.

#### **Cronograma**

Es un calendario que se ejecuta compuesto por varias partidas con sus respectivas cuadrillas y actividades.

#### **Just in Time (justo a tiempo)**

Es una herramienta del Last Planner denominado “justo en el tiempo”, donde se ejecuta la interacción correcta desde la llegada de los materiales con cada transición en el tiempo requerido con lo planificado.

### **Nivel General de Actividad**

Se aplica al personal obrero con la finalidad de medir su porcentaje de productividad en la obra.

### **Porcentaje del Plan de Cumplimiento (PPC)**

Esta herramienta permite medir como se van cumpliendo las actividades que se realiza en la semana de producción según lo planificado es una herramienta Las Planner.

### **Valor**

Se define como toda actividad que se brinda al cliente con el fin de recibir una mejora en el producto que se adquiere.

### **Pérdidas**

Se define como actividades que no incorporan valor a los productos terminados pero si tienen un costo.

### **Actividades de Valor Agregado- Trabajo Productivo**

Hace referencia que en la elaboración de un producto y se contribuye con una actividad.

### **Actividades que no agregan valor – Trabajo Contributorio**

Hace referencia a las actividades que no producen valor al producto pero que son inevitables en la realización de este.

### **Actividades que no agregan valor– Trabajo No Contributorio**

Son las actividades que no producen valor y no es necesaria en la realización de un producto.

### **Esperas**

Hace referencia a cada punto que las personas o producto esperan

### **Inventarios**

Son material que se encuentran retenidos en el sistema pero no se está dando uso en la elaboración del producto.

### **Movimientos**

Se realiza el movimiento de cada material o de información que se requiere en cada operación a realizar.

### **Esfuerzos**

Realiza los movimientos de personas, vendrían a ser también viajes que no se ven relacionados directamente a trabajos productivos.

### **Trabajos Rehechos**

Es el error que se da en el procedimiento, productividad y que se realizaran nuevamente por defecto.

### **Sobre Procesamiento**

Producir por encima del estándar requerido. Realizar pasos innecesarios de producción.

### **El Lote de Producción (LP)**

Son los productos que se obtiene al finalizar la actividad de un sector y que será utilizado en el siguiente en su totalidad.

### **El Lote de Transferencia (LT)**

Es la cantidad de productos que se transfiere al finalizar una etapa a la siguiente.



## **Pull**

Es producir lo necesario, lo preciso y sin generar re trabajos.

## **Reunión Semanal de Producción**

Para realizar el cumplimiento del plan con éxito es de suma importancia el compromiso de los presentes e involucrados, el sistema realiza el monitoreo por persona es donde se desarrolla el Lookahead Planning mediante el Análisis de Restricciones y otras actividades pendientes con cada persona involucrada en la reunión.

## **Control del tiempo del ciclo**

Todo trabajo busca de manera permanente el control total en tiempo del ciclo, si el ciclo aumenta se debe re chequearlos tiempos de la actividad que no agregan valor para que puedan ser disminuidos y mantener el tiempo del ciclo igual al Lead time, teniendo en cuenta que cada proceso tiene actividades paralelas y secuenciales para cada grupo de trabajo.

## **Panel de Control**

Lo utiliza el ingeniero residente de esa manera controla la totalidad de avance de la obra en todas sus partidas sustentando a gerencia y a la jefatura de obra. Sirve para mejorar los periodos anteriores agrupando los indicadores semanales buscando una mejora, son digitalización de documentos no son programación ni planeamiento.

## **2.3.1 Proceso Constructivo**

### **2.3.1.1 Obras Provisionales**

#### **Cartel de obra de 2.40x3.60m**

Los carteles serán elaborados de madera tornillo donde se instalara un panel gigantografico con los datos de la obra de acuerdo al diseño que la Entidad Contratante o el Supervisor de Obra lo indiquen, los parantes serán de madera Tonillo los que se fijarán al piso con concreto de  $f'c=100$  Kg/cm<sup>2</sup>, con aprobación de la Supervisión.

#### **Oficina y almacén de obra**

Se incluye según a las necesidades y se contempla la construcción de ambientes provisionales o casetas de material liviano, madera o tabiques y cobertura liviana para: Oficinas de Residencia de Obra y de la Supervisión y Almacén.

### **2.3.1.2 Trabajos preliminares**

#### **Limpieza del terreno manual**

Esta partida consta en la limpieza inicial que permita el trazo y colocación de niveles iniciales en obra, de igual modo que permita los replanteos de trazo necesarios.

Se retirará maleza, desmonte, piedras y todo obstáculo que impida las labores indicadas.

## **Trazo niveles y replanteo**

Comprende las actividades de adecuación y control topográfico de toda la zona del proyecto. Esta partida comprende el trazo y replanteo de los planos en el terreno. Y las acciones necesarias para realizar las actividades correspondientes a movimiento de tierras. Se considerará en los siguientes aspectos:

Metodología y Sistema de Control

### **a) Trazo y replanteo**

El Constructor deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados, en el terreno, con elementos fijos y de fácil ubicación e identificación.

### **b) Trazo y replanteo en instalaciones**

El trazo, alineamiento, gradiente, distancia y otros datos, deberán ajustarse, previa revisión de la nivelación de las plataformas explanadas y verificación de los cálculos correspondientes.

## **Movilización y desmovilización de equipos y herramientas**

Esta partida consiste en el traslado de personal, equipo, materiales, y otros, que sean necesarios al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

## **Ejecución**

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección del MTC dentro de los 30 días después de otorgada la Buena Pro. Este equipo será revisado por el Supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

### **2.3.1.3 Demolición y desmontaje**

#### **Desmontaje de arcos metálicos**

La siguiente partida será desmontar y retirar los fierros de los arcos por los peones que son calificados como mano de obra no calificada y herramienta menor. También se van demoler las piezas de anclaje y fijación. El material resultante de la demolición de anclajes será eliminado de la obra.

#### **Desmontaje de cobertura de nylon**

En esta partida se hará el retiro y desmontaje de la cobertura de nylon.

El contratista hará uso de herramientas manuales para una buena ejecución de la partida nombrada.

El Contratista eliminará todos los materiales demolidos y los transportará hacia los botaderos establecidos.

## **Corte con disco en losa de concreto**

Esta partida se refiere al corte en húmedo de losa de concreto armado, con sierra con disco diamantado, y cargando manualmente sobre el contenedor.

## **Demolición de losa de concreto**

Para la ejecución de las demoliciones se utilizará compresoras neumáticas y deben ser dirigidas por personal competente, prevenidos con la seguridad del caso, las que serán por medio de cascos de protección, máscaras contra polvo. Se tendrá especial cuidado con las instalaciones subterráneas existentes, siendo la responsabilidad del ejecutor en su totalidad.

Durante los trabajos de demolición se tendrá especial cuidado con las instalaciones existentes de servicios públicos y otras instalaciones privadas debiendo el Contratista reparar de inmediato y por su cuenta, todo daño que pudiere causarles.



Figura 14: Procedimiento constructivo demolición de losa de concreto

Fuente: Elaboración propia

### **Eliminación de material de demolición**

En la siguiente partida se realiza la eliminación los materiales obtenido de las demoliciones y desmontajes.

Se deberá tener mucho cuidado en los trabajos de eliminación de materiales ya que los camiones y maquinarias pesadas van a tener un tránsito recurrente encima de las losas que existen porque no son diseñadas para el soporte de cargas elevadas.

La elaboración de estas actividades debe contar con un supervisor de obra constantemente.

Se debe tener especial cuidado de tal manera de no apilar los excedentes en forma que ocasionen innecesarias interrupciones al tránsito, así como no deben ocasionar molestias con el polvo que generen estos trabajos de apilamiento, carguío y transporte que forma parte de la partida.

Esta partida incorpora la eliminación de los materiales donde finalmente terminar en el botadero.



Figura 15: Eliminación de material de demolición

Fuente: Elaboración propia

#### **2.3.1.4 Construcción de campo deportivo, graderías y movimiento de tierras**

##### **Excavación manual para cimentación de graderías**

Esta partida comprende en general, toda clase de excavación realizadas por los responsables de obra con la ayuda de la mano de obra que emplearan herramientas manuales como picos, lampas, barretas, las excavaciones se realizaran como se especifica en este numeral de acuerdo con las líneas y pendientes que se muestran en los planos o como lo indique el Inspector.

Durante el proceso de trabajo puede ser necesario o aconsejable variar las dimensiones de las excavaciones mostradas en los planos, contenidas en las especificaciones o recomendadas por el Inspector, Se verificará la correcta ejecución de los trabajos por parte del Ing. Residente y previa aprobación de la Inspección.

Las excavaciones y sobre excavaciones hechas por los Responsables de Obra y elaboradas no teniendo una autorización por el Inspector, también como las labores que sea necesario ejecutar para reponer las condiciones antes existentes, serán a riesgo y cuenta del responsable de la obra.

##### **Relleno con material propio**

Los rellenos se harán con materiales aptos para estos trabajos, debiendo ser apisonados y regados con agua, que permitan su máxima compactación.

Se consideran rellenos con material propio aquellos cuyo transporte sea un máximo de 20 m. de distancia desde el lugar de procedencia. Los rellenos deben efectuarse mediante capas de veinte centímetros de espesor regadas y compactadas.

El material debe ser limpio, es decir, sin materia orgánica, cuya calidad debe ser aprobada por el Inspector de Obra.

### **Acarreo manual de material excedente**

#### a) Descripción

Esta partida comprende el trabajo de transporte del material producto de la excavación manual de las zanjas para luego ser trasladadas al camión volquete que se encargará de la eliminación de dicho material.

#### b) Unidad de Medida

La medición de esta partida se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>.), del material eliminado.

#### c) Condiciones de pago

La cantidad determinada según la unidad de medición, será pagada al precio unitario del contrato, y dicho pago constituirá compensación total por el costo de material, equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida.

### **Eliminación de material excedente**

#### a) Descripción

La siguiente partida se refiere a la eliminación de los materiales resultado de los cortes, excavación, picado de losa y demolición de pavimento de concreto.

Se debe tener especial cuidado de tal manera de no apilar los excedentes en forma que ocasionen innecesarias interrupciones al tránsito, así como no deben ocasionar molestias con el polvo que generen estos trabajos de apilamiento, carguío y transporte que forma parte de la



partida. El material a eliminar deberá ser colocado en zonas autorizadas por la municipalidad del sector, de modo tal de tener que causar molestias y evitar multas por la mala eliminación.

b) Unidad de Medida

La medición de la partida nombrada se hará por (m<sup>3</sup>), de la eliminación de material.

**Solado y corte simple de concreto c:h 1:12, E=10cm**

a) Descripción

Son elementos de concreto simple Cemento – Hormigón en la proporción 1:12 Cemento: Hormigón, que se ejecuta en el fondo de las excavaciones de cimentación y/o zapatas, proporcionando una superficie para realizar el trazo y una superficie plana para la colocación del fierro. El cemento a utilizarse será Portland del tipo indicado en planos y con la recomendación sugerida en el Estudio de mecánica de suelos.

b) Método de Medición

La Unidad de medición es en metros cuadrados (m<sup>2</sup>); se medirá el área efectiva del elemento constituido por el producto del largo por el ancho indicado en planos o el que indique la supervisión en caso de ser necesario uno mayor a lo especificado.

c) Condición de Pago

La cantidad determinada según la unidad de medición, será pagada al precio unitario del contrato, y dicho pago constituirá compensación total por el costo de material, equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida



Figura 16: Concreto simple y solado de concreto

Fuente: Elaboración propia

### **Zapata y concreto armado $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – tipo I - zapatas**

Estas partidas se refieren al concreto a utilizarse en cada elemento que está especificado en los planos serán del tipo estructural, de una resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y estará compuesto por una mezcla de Cemento Portland tipo I o tipo V con agregados gruesos y finos, y agua limpia. Las dosificaciones deberán proporcionar las resistencias indicadas en cada uno de los elementos en los que se utilizará el concreto.

#### **a) Cemento**

Deberá ser embolsado, en sacos de 42.5 Kg y debe estar en perfectas condiciones en el momento de su utilización. Las bolsas deben estar en buenas condiciones, debiéndose rechazar aquellas que presenten una variación mayor que el 5% de su peso o acusen indicios de fragua.

El almacenamiento de cemento a usarse se realizará en un depósito especialmente acondicionado para que no humedezca. El apilamiento de las bolsas se hará encima de un entablado a pesar de que el piso del

depósito sea de concreto. Los envíos de cemento se colocarán por separado, indicándose en carteles las fechas de recepción correspondientes a cada lote para su mejor identificación, inspección y empleo.

b) Agua

Deberá ser limpia y carente de aceites, ácidos álcalis, azúcar y materia orgánica. Si fuera necesario, el agua se ensayará por comparación con otra de calidad reconocida y satisfactoria. Esta comparación se realizará por medio de comparaciones estándar de cemento para constancia de volumen, tiempo de fraguado y resistencia de mortero. Toda indicación de inestabilidad de volumen de un cambio marcado en el tiempo de fraguado o de una variación en la resistencia, del más de 10% en relación con los resultados obtenidos en mezclas que contengan agua de calidad reconocida y satisfactoria, será causa suficiente para rechazar el agua que se ensaya. Los agregados deberán cumplir con las especificaciones para "Agregados de Concreto" ASTM C-33.

Como norma general, podrán usarse como agregados las arenas y gravas naturales, rocas trituradas y otros productos cuyo empleo se halle sancionado por la práctica como materiales de canteras comerciales, certificadas y garantizadas por ensayos.

c) Agregados

Los materiales deberán provenir sólo de fuentes de abastecimiento aprobadas. Preferiblemente se utilizarán agregados machacados, triturados o partidos, siempre por sistemas mecánicos establecidos y que no comprometan la resistencia y dureza comprobadas en los tamaños naturales.

Los agregados serán de dos tipos, entendiéndose como fino al material que pasa la malla N° 4, y al retenido en esta malla será el agregado grueso. Todos los agregados deben estar limpios, libres de polvos, materia orgánica greda u otras sustancias perjudiciales y no contendrán piedras desintegradas, mica, cal libre o ácidos. El agregado fino deberá

ser arena lavada, silíceas, limpia, que tenga granos sin revestir, resistentes, fuertes y agudos. El grueso deberá ser piedra caliza triturada o rota, o de grano completo y de calidad dura.

d) Aditivos

Podrá autorizarse el uso de aditivos para concreto, en los casos que se justifiquen, mediante ensayos previos, que dichos aditivos agregados en las proporciones previstas, produzcan el efecto deseado, sin perturbar as demás características del concreto. No se permitirá el uso de cloruro de calcio o de productos que lo contengan debiéndose, en todo caso, cumplir con las especificaciones AASHTO M-194.

La relación de agua - cemento, en peso, no deberá exceder de 0.5 y al fijarse la cantidad de agua que debe añadirse a la mezcla, será imprescindible tener en cuenta la que contiene el agregado fino y, eventualmente, el resto de los agregados. En ningún caso el agua de mezcla excederá de 6 ½ galones por saco de cemento de 42.5 Kg., para una tanda individual.

e) Transporte

El transporte de concreto, desde el lugar de la mezcla hasta la obra y su colocación, deberá realizarse en el más breve plazo posible y a través de dispositivos implementados de tal forma que se impida o prevenga toda posibilidad de segregación, evaporación de agua o introducción de cuerpos extraños a la mezcla. No se permitirá en ningún caso, la colocación en obra, de concretos que acusen alteración en su masa o presenten principios de fraguado.

La altura máxima de caída libre desde la boquilla del vaciado hasta el elemento a llenar; no será mayor de 0.80 m en ningún caso, procurándose realizar dicha operación lo más cerca posible de lugar de colocación definitiva a fin de reducir al mínimo las manipulaciones post-mezclado. El concreto, con las características señaladas en los planos u otros documentos será colocado sobre el elemento de vaciado (plataforma de base, sub-base, encofrado u otro) previamente aprobado, con la menor manipulación manual posible y, de preferencia, por medios mecánicos.



Figura 17: Concreto armado, zapata  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  tipo I - zapatas

Fuente: Elaboración propia

#### **Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ - zapatas**

Se empleará el acero de refuerzo  $f_y = 4200\text{Kg/cm}^2$  para armada en planta con las especificaciones de dimensión y estribos indicados en los planos, solo para el caso de las losas aligeradas se podrá emplear viguetas prefabricadas que deberán ser verificadas con calculo estructural correspondiente.

El acero de refuerzo a utilizar será del tipo estructural, grado 60, producido en el país o equivalentes con certificado de calidad. Las dimensiones a colocar serán las que se señala en los planos u otros documentos. Antes de utilizar las barras deberán limpiarse de polvo,



grasa, óxido u otra materia que disminuya su adherencia al concreto o que una vez vaciado el concreto, provoque reacciones que alteren la composición de los elementos.

a) Doblado de armadura

Toda armadura será doblada al frío y colocada de acuerdo a lo indicado en los planos, tanto en sus dimensiones y formas, también será firmemente sujeta de modo que durante el vibrado y vaciado del concreto no llegue a desplazarse.

b) Recubrimientos

El recubrimiento señalado en los planos se logrará mediante separadores de mortero.

c) Empalmes

El acero deberá hacer el empalme de preferencia en la zona de esfuerzos bajos, las barras longitudinales de columnas se empalmarán de preferencia dentro de los 2/3 centrales de altura del elemento.



Figura 18: Acero de refuerzo - zapatas

Fuente: Elaboración propia

## **Columnas de concreto, encofrado y desencofrado**

Estas partidas se refieren a los encofrados tanto de paneles y tablas de madera, necesarios para la construcción de la estructura de concreto proyectada.

Los encofrados estarán alineados, nivelados y conformados de tal modo que formen elementos con las dimensiones señaladas en los planos u otros documentos, así como una superficie con acabado agradable a la visión. En los casos de utilizar perfiles metálicos, las superficies que estarán en contacto con el concreto deberán estar protegidas para evitar adherencias que dificulten el desencofrado. En los encofrados con madera, las caras de contacto deben estar en buen estado. En ambos casos se podrán utilizar aceites o resinas solubles del tipo y calidad aprobado por el supervisor.

El desencofrado se realizará en forma tal que no dañe el elemento vaciado ni produzca despostillamientos de borde ni aristas. El tiempo de desencofrado será señalado por el Supervisor y estará acorde con lo establecido para el modelo de estructura construida.

Zapatas, costado de vigas, muros, gradas, columnas : 1 día

Vigas cortas, losas de luces cortas : 7 días

El desencofrado se hará gradualmente, estando prohibido las acciones de golpes forzar o causar trepidación. Los encofrados y puntales deben permanecer hasta que el concreto adquiera resistencia suficiente para soportar con seguridad las cargas y evitar la ocurrencia de deflexiones permanentes no previstas.



Figura 19: Columnas de concreto, encofrado y desencofrado

Fuente: Elaboración propia

**Acero de refuerzo  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  - columnas**



Figura 20: Acero de refuerzo - columnas

Fuente: Elaboración propia



**Muro de gradería, acero de refuerzo  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$**



Figura 21: Muro de gradería, acero de refuerzo

Fuente: Elaboración propia

**Gradería concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  tipo I**

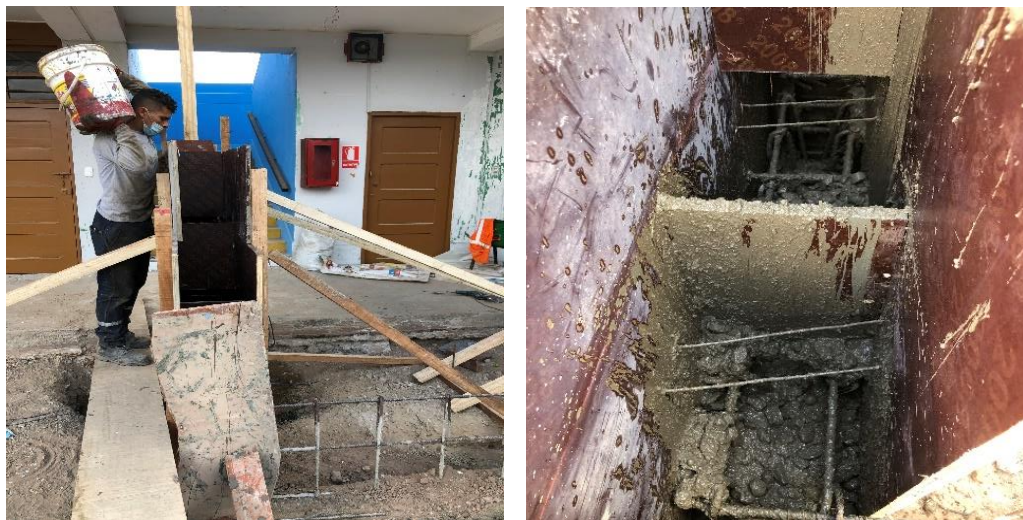


Figura 22: Gradería concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  tipo I

Fuente: Elaboración propia

## Gradería encofrado y desencofrado



Figura 23: Gradería encofrado y desencofrado

Fuente: Elaboración propia

### **Pintura y esmalte a 2 manos en graderías**

La pintura de esmalte se aplicará en todos los pasos y contrapasos de las graderías a construir, también en los extremos de las graderías, tal como se especifica en los planos.

El esmalte a emplear deberá llegar a la obra en sus envases originales, cerrados y se empleará de acuerdo con las especificaciones de su fabricante y se aplicará en dos manos como mínimo, la segunda después de que haya secado la primera.

Previamente, se limpiará la superficie y se eliminará todo resto de suciedad, eliminando las rebabas de concreto, dejando la superficie completamente limpia para proceder al pintado.



### **Estructura metálica y cobertura**

La siguiente partida refiere la instalación y provisión de los postes de acero de 4"x6"x1/4" hasta una altura de 6.40m, los postes irán colocados a una distancia promedio de 4.20m. a eje de postes, estos se fijarán a una tribuna de concreto con dimensiones indicadas en planos, asimismo irán embebidos en sardinel de concreto, según diseño en planos; entre postes se ubican los módulos de malla galvanizada plastificada, tal como se ha descrito en la partida correspondiente. A los postes de fierro se les aplicará dos manos de base anticorrosiva zincromato, finalmente se pintarán con 02 manos de pintura esmalte.



Figura 24: Estructura metálica y cobertura

Fuente: Elaboración propia

### **Suministro y colocación de malla nylon, cocada de 4x4"**

La partida refiere a la colocación de una sobre malla sujeta a los postes metálicos instalados sobre el cerco principal de la infraestructura deportiva.

Se colocarán tal y como están en los planos especificados, empleando los materiales indicados. Su función será proteger a las personas que

circularán por la vereda y evitar que la pelota rompa los vidrios de las casas colindantes.

### **Excavación manual para cimiento en cerco perimétrico**

Es el trabajo de excavación realizado en las zonas destinadas a sardinel según la profundidad de excavación indicada en los planos. Si de repente el Contratista sobrepasa en la profundidad de excavación, quedará a su entera responsabilidad efectuar un relleno con hormigón o en su defecto con mezcla de concreto 1:12 y con pruebas de compactación, para llegar al nivel establecido. Si se encontrase relleno o material orgánico, se deberá excavar hasta encontrar terreno firme libre de rellenos.



Figura 25: Excavación manual para cimiento en cerco perimétrico

Fuente: Elaboración propia

## Sardinel peraltado con concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – tipo I



Figura 26: Sardinel peraltado con concreto

Fuente: Elaboración propia

### Carpintería metálica y herrería

El panel de malla estará conformado por un bastidor de ángulos fierro de  $2'' \times 2'' \times 3/16''$  dentro del que se fijará la malla galvanizada plastificada cocada  $2'' \times 2''$  calibre 10, el panel irá sobre un sardinel de concreto simple de 0.15 m de altura según detalle; en las caras internas del bastidor se dejarán ganchos de alambre de 6mm y longitud=0.125 m. Fijados al bastidor con soldadura de cordón  $e=1/8''$  a una distancia aproximada de 0.20m, los cuales servirán para fijar y templar la malla galvanizada plastificada y finalmente el extremo libre también se soldará al bastidor.

Cada panel a ambos lados laterales llevará 03 templadores de 0.10 m de longitud soldados al ángulo de Fe del bastidor, los extremos libres de cada templador se soldarán a los postes de tubo de fierro que previamente se han dejado instalados en obra.



A los bastidores de fierro y todo elemento metálico se les colocara dos manos de base anticorrosiva zincromato, una en obra y otra en taller, para acabar se pintarán con 02 manos de pintura esmalte.



Figura 27: Carpintería metálica y herrería

Fuente: Elaboración propia

### **Instalaciones eléctricas, movimientos de tierras y excavaciones de zanja para canalizaciones**

Estas especificaciones contienen los requerimientos que, en lo que se refiere a esta Obra, se aplicarán a todos los cortes necesarios para alcanzar los niveles de cimentación indicados en los planos, así como la fundación de estructuras y cualquier otra excavación requerida para la cabal ejecución de la obra. No se incluye el transporte y disposición de los materiales excavados, desde el área de excavación hasta la zona donde serán cargados y evacuados a los botaderos aprobados por el supervisor.

El fondo de la excavación deberá quedar limpia y nivelada, debiéndose retirar todo material suelto; si el contratista excediera en la excavación no se permitirá efectuar rellenos con material alguno, debiéndose vaciar concreto ciclópeo para alcanzar la cota de fondo de cimiento. Una vez realizada la excavación de las zanjas, se deben orear las superficies

interiores hasta lograr un secado que brinde una adecuada densidad al material del lecho en donde se colocarán las estructuras de fundación.

Si la resistencia del terreno sería inferior a lo contemplado en lo calculado, el contratista informará inmediatamente por escrito al encargado de supervisar quien resolverá lo que es conveniente.

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.

### **Alimentación eléctrica en redes**

La partida refiere al suministro y colocación de los conductores que dan energía a las redes existentes a las nuevas redes a instalarse.

### **Alimentación eléctrica a postes**

La partida refiere al suministro y colocación de los conductores que dan energía a los postes CAC de 11 m del presente proyecto y colocación de cintas para la señalización en baja tensión desde el suministro hasta cada poste CAC de 11 m.

### **Tableros y artefactos**

La partida refiere al suministro e instalación del tablero para empotrar y estará formado por:

- Gabinete metálico con puerta y chapa.
- Interruptores termomagnéticos.
- Marco tapa y chapa.
- Barras y Accesorios.

### **Luminaria led de 250w**

Consiste en el suministro y colocación de los artefactos de iluminación según la descripción técnica del fabricante, estos se instalarán sobre la base de la platina de F° G° ubicado sobre la cruceta CAV.

### **Suministros de poste de concreto armado centrifugado**

Este ítem pertenece al suministro y colocación de los postes CAC, de la cruceta según especificaciones técnicas generales, la base de concreto y cimentación según detalle en plano IE-01.

Los postes estarán enterrados en 1/10 de su longitud total y cimentados con una mezcla de concreto con cemento tipo uno y f'c igual a 175kg/cm<sup>2</sup>.

### **Instalación pozo a tierra h=2.90m**

Esta actividad se refiere al procedimiento para el suministro de los materiales necesarios para la instalación y pruebas del Sistema de Puesta a Tierra para protección.

Las labores deben incluir el suministro de los materiales importantes para la instalación de los mismos y los estudios correspondientes de los Sistema. El suministro de las instrucciones para la adecuada instalación. La asistencia técnica durante las pruebas en sitio y puesta en servicio de los sistemas.

### **Pruebas eléctricas de aislamiento y medición de resistencia del pozo a tierra**

Se realizarán estudios de aislamientos y resistencia en toda la instalación, después se colocarán los dispositivos del alumbrado y demás equipos.

### **Mantenimiento de áreas complementarias**

La partida refiere a las actividades de mantenimiento del quiosco y comedor. Se realizarán los siguientes trabajos:



- Desmontaje de paneles de techo de la cocina que se encuentren en mal estado y repondrán por paneles nuevos de polipropileno (fibraforte o similar).
- tarrajeo y empastado en los huecos exteriores e interiores de la cocina, posterior a esto se harán trabajos de pintura en la cocina.
- Pintado con pintura látex en el interior de los ambientes de la cocina y quiosco.
- Pintado con pintura látex en los muros exteriores de la cocina y quiosco.
- Pintado con pintura barniz para el marco y muerta de la cocina.
- Pintado con pintura esmalte, en la carpintería metálica de las ventanas y puerta del quiosco y ventanas de la cocina.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La implementación de las herramientas Lean Construction mejoran en un 18% la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao 2020.

### **2.4.2 Hipótesis Específica**

- La aplicación de las herramientas Lean Construction Carta de Balance contribuye con la mejora de producción y tiempo, es el adecuado.
- La aplicación de las herramientas Lean Construction Diagrama de Flujo contribuye con la mejora de costos y optimización de procesos, es el adecuado.
- La aplicación de las herramientas Lean Construction Análisis de Restricciones contribuye con la mejora de cumplimiento de procesos, es el adecuado.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Enfoque de la investigación**

El proyecto se orienta al análisis de los problemas que existen, tales como los desperdicios que se ocasionan en obra; asimismo, evalúa los indicadores que son propuestos.

El enfoque es cuantitativo, ya que se centra en los porcentajes de las mediciones de los indicadores que se están planteado.

La investigación es descriptiva, en tanto describe el flujo y los procedimientos que se realizan en campo para la medición de cada uno de sus indicadores.

### **3.2 Nivel de la investigación**

Descriptivo, porque se tendrá los resultados de los (PPC) y Diagrama de flujo para después ser analizado y estudiado, Encontrando los parámetros y de esa manera evaluar la productividad en la obra.

### **3.3 Diseño de investigación.**

No Experimental, porque es ejecutada sin utilizar los indicadores, evaluando tal como se ve y se ejecuta las actividades desarrolladas en el campo.

Longitudinal, porque se analiza e investiga el trabajo a la misma cuadrilla de manera repetida durante el día, con eso se va a requerir el manejo de datos estadísticos.

Prospectivo, porque se va a requerir estar en el campo para poder conseguir la información de datos, para ver el tiempo, la velocidad, la productividad y optimizar la cantidad de trabajadores y la observación de ejecución en ese instante.

### 3.4 Variables.

**Variable Independiente:** “Herramientas Lean Construction”

**Variable Dependiente:** “Mejora de la productividad.

Tabla 1. Variable Independiente

VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
Herramientas Lean Construction.	Carta Balance	-Tiempo productivo. -Tiempo contributorio. -Tiempo no contributorio.	Formatos
	Diagrama de Flujo	-Diagrama en planta. -Análisis de ratios. -Análisis de rendimientos.	Formatos
	Análisis de restricciones	-Restricciones. -Actividades procesadas. -Análisis de incumplimientos.	Formatos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Variable Dependiente

VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
Mejora de la productividad	Mano de obra.	-Trabajos preliminares y generales- -Estructura de acero y encofrado.	Formatos
	Material.	-Epp -Cemento, ladrillos, acero, encofrado, hormigón	Formatos
	Ratios de actividades.	- Implementación del plan de mejora en la productividad. -Medición de ratios durante el plan de ejecución -Medición de ratios después de implementar el plan	Formatos

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Población**

La población de la presente investigación está implicada a todos los campos deportivos para entrenamiento que fueron ejecutadas en las diferentes instituciones educativas públicas del Callao, distrito del Callao.

#### **3.4.2 Muestra**

La Ejecución de los 4 campos deportivos en las instituciones públicas de la región Callao – ubicación de la institución educativa pública Julio Ramon Ribeyro, Miguel Grau, Ricardo Palma y San Pedro.

#### **3.4.3 Técnica e instrumento para la recolección de datos**

La realización de la planificación de este proyecto tenga confiabilidad se encuentra basado por la teoría Lean Construction, en la cual muestra los resultados de la planificación. Se cuenta con toda la información necesaria para proyectar las Herramientas como planes de trabajo, metrados, presupuesto, fichas técnicas de materiales.

En el transcurso de la implementación de las herramientas Lean Construction mediante formatos que fueron elaborados por la medición de datos:

- Sectorización.
- Cronograma maestro.
- Tren de actividades.
- Porcentaje de Plan Cumplido.
- Plan Semanal.
- Lookahead.
- Tareo Diario.
- Diagrama de Flujo.
- Carta Balance.
- Análisis de Restricciones.

### **3.4.4 Instrumento para la recolección de datos**

Todos los formatos mencionados se darán uso junto a la recolección de datos en el campo que son cuantitativos y cualitativos para proceder a ser representados en tablas, gráficos y figuras que harán referencia en la demostración de la hipótesis de la presente investigación.

Los datos que se adquirieron y que se pretende procesar mediante lo siguiente:

- AutoCAD.
- Formatos.
- Google Earth.
- Microsoft Excel.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1 Datos generales del proyecto**

##### **4.1.1 Descripción del proyecto**

Se hizo el análisis de la presente investigación en la ejecución de campos deportivos en las Instituciones Educativas Públicas del Callao, en el Distrito del Callao, provincia constitucional Callao y departamento del Callao. En líneas generales consta de la ejecución de cuatro campos deportivos ubicadas en cuatro distintas Instituciones Educativas de la región Callao.

El proyecto se describe con gras Sintético de 50 mm monofilamento bicolor verde oliva y blanco, se colocará sobre un área de material granular compactado y confinado por sardineles de concreto. El perímetro del campo de gras estará cercado por una malla metálica recubierta, de 2.70m de alto, y sobre la malla, hasta los 8 metros de altura, estará cercada con una malla de nylon, que evitará que el balón se vaya impulsado fuera de las instalaciones.

También constan con postes anclados a la tribuna y una cobertura de policarbonato, también está conformada por la construcción tribunas de concreto armado hacia un lado del campo del grass sintético según los planos y en las zapatas de elementos estructurales, así como también en las columnas y el solado. Por último, en el ingreso al campo deportivo se ubicará un murete de concreto armado que sostendrá una placa recordatoria de mármol. graderías de niveles de concreto y un cerco perimétrico de malla metálica.

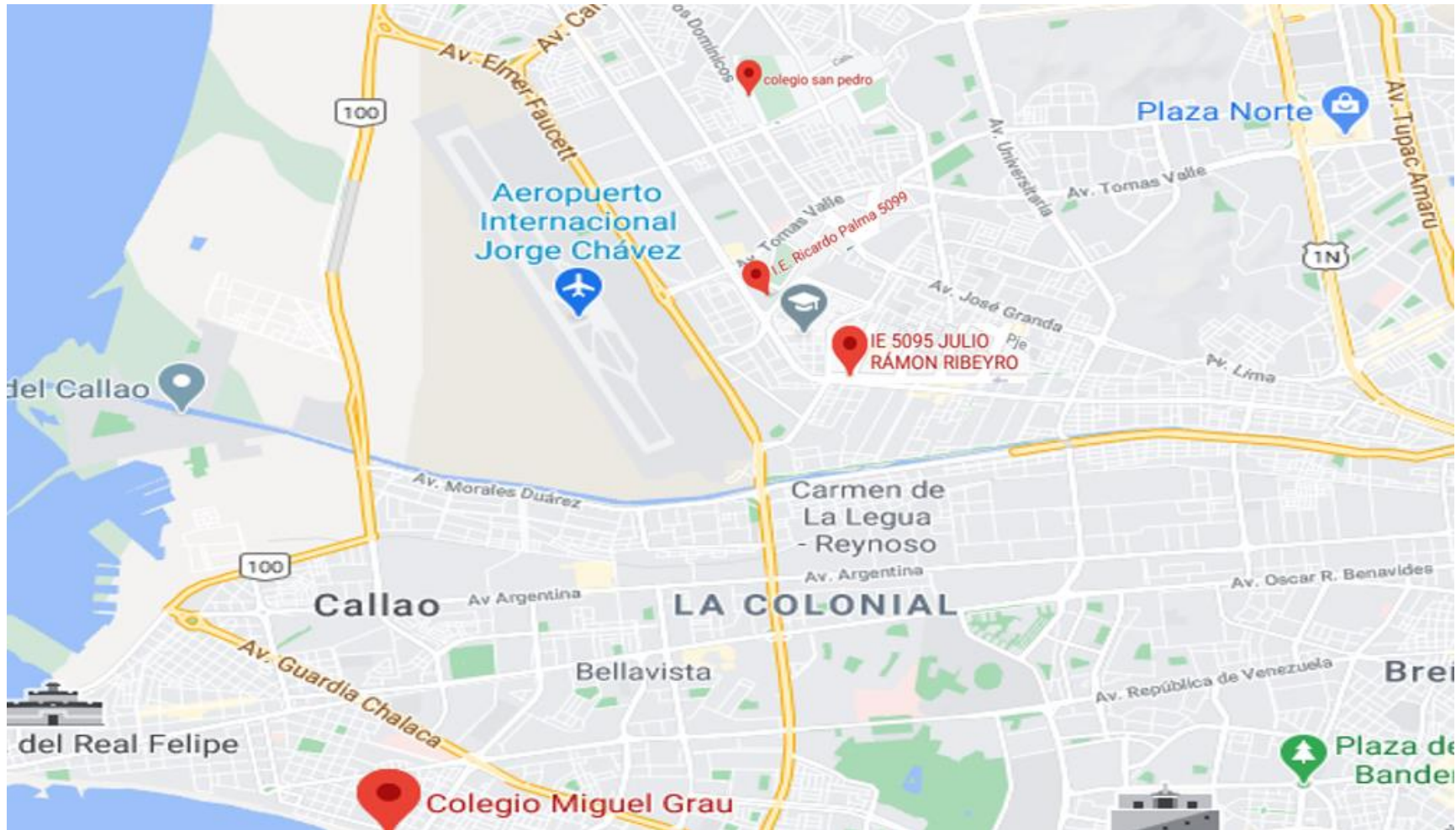


Figura 28: Ubicación de las Instituciones públicas con campos deportivos de la región callao

Fuente: Elaboración propia.



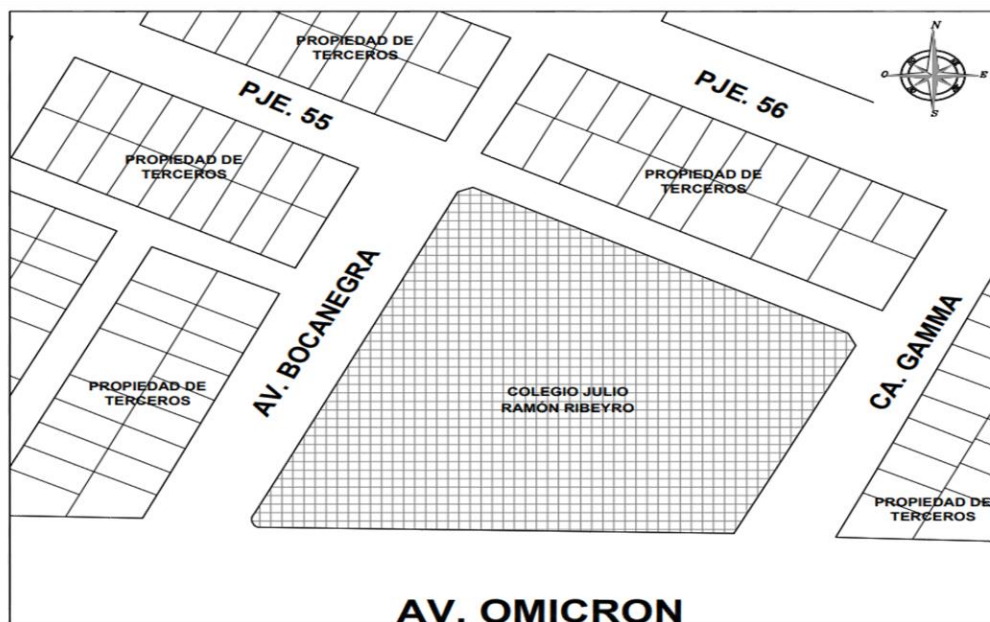


Figura 29. Ubicación de la institución Julio Ramon Ribeyro  
 Fuente: Elaboración propia.

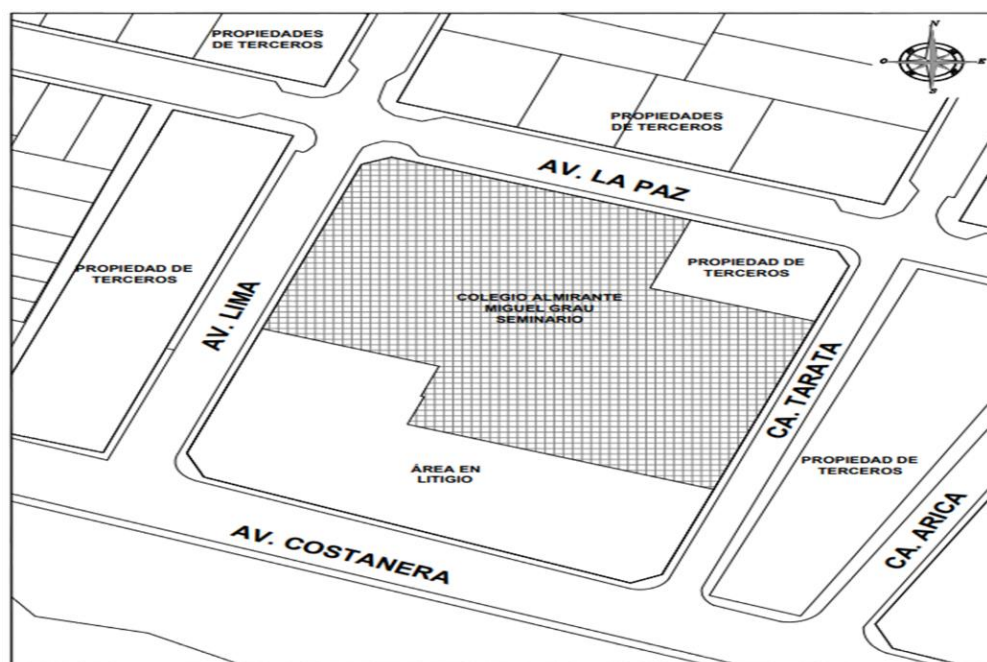


Figura 30. Ubicación de la institución Miguel Grau Seminario  
 Fuente: Elaboración propia.

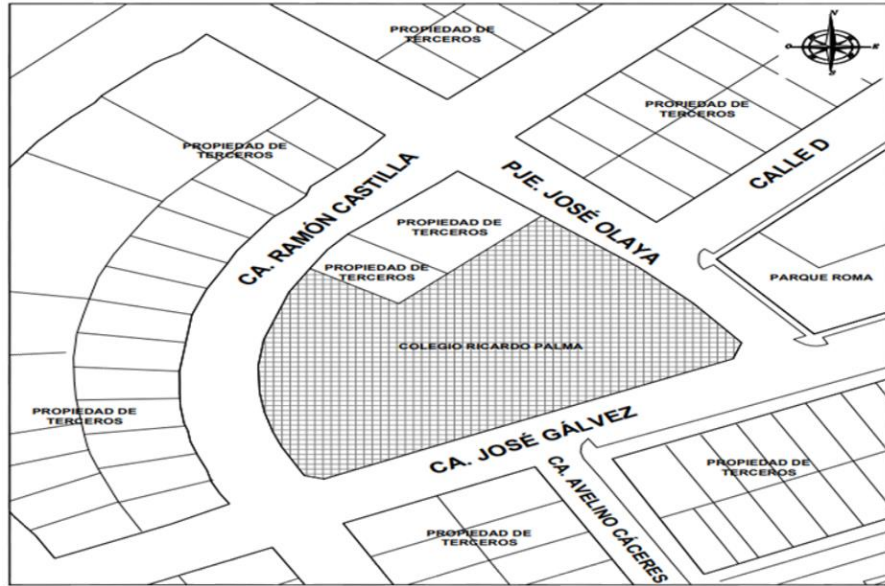


Figura 31. Ubicación de la institución Ricardo Palma  
 Fuente: Elaboración propia.

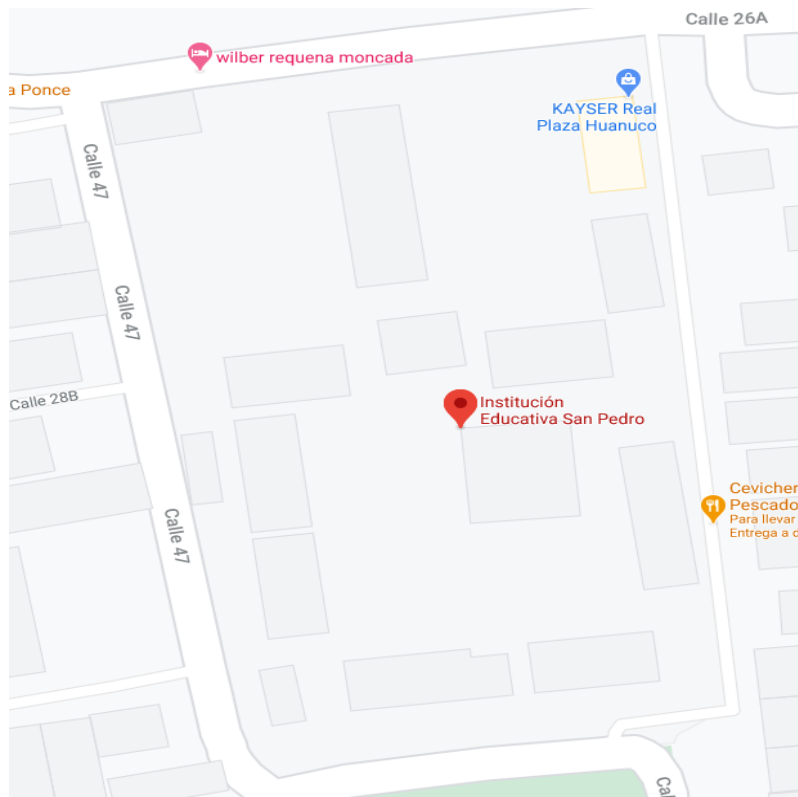


Figura 32. Ubicación de la institución San Pedro  
 Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2 Descripción de la Entidad.**

El Comité de Administración del Fondo Educativo del Callao – CAFED es aquella entidad que busca la mejora para la calidad educativa en el Callao, así como los valores que se fomentan entre nuestros beneficiarios.

Encargado de sufragar los costos de los programas destinados a elevar la calidad académica y pedagógica de los profesores del sector público de la Provincia Constitucional del Callao.

Este Comité de Administración del Fondo Educativo tiene como misión ejecutar, diseñar, evaluar, monitorear a los docentes con altos niveles de experiencia y desempeño profesional en las clases, campos deportivos y espacios recreativos de la Instituciones Educativas del Callao.

### 4.1.3 Organigrama de obra.

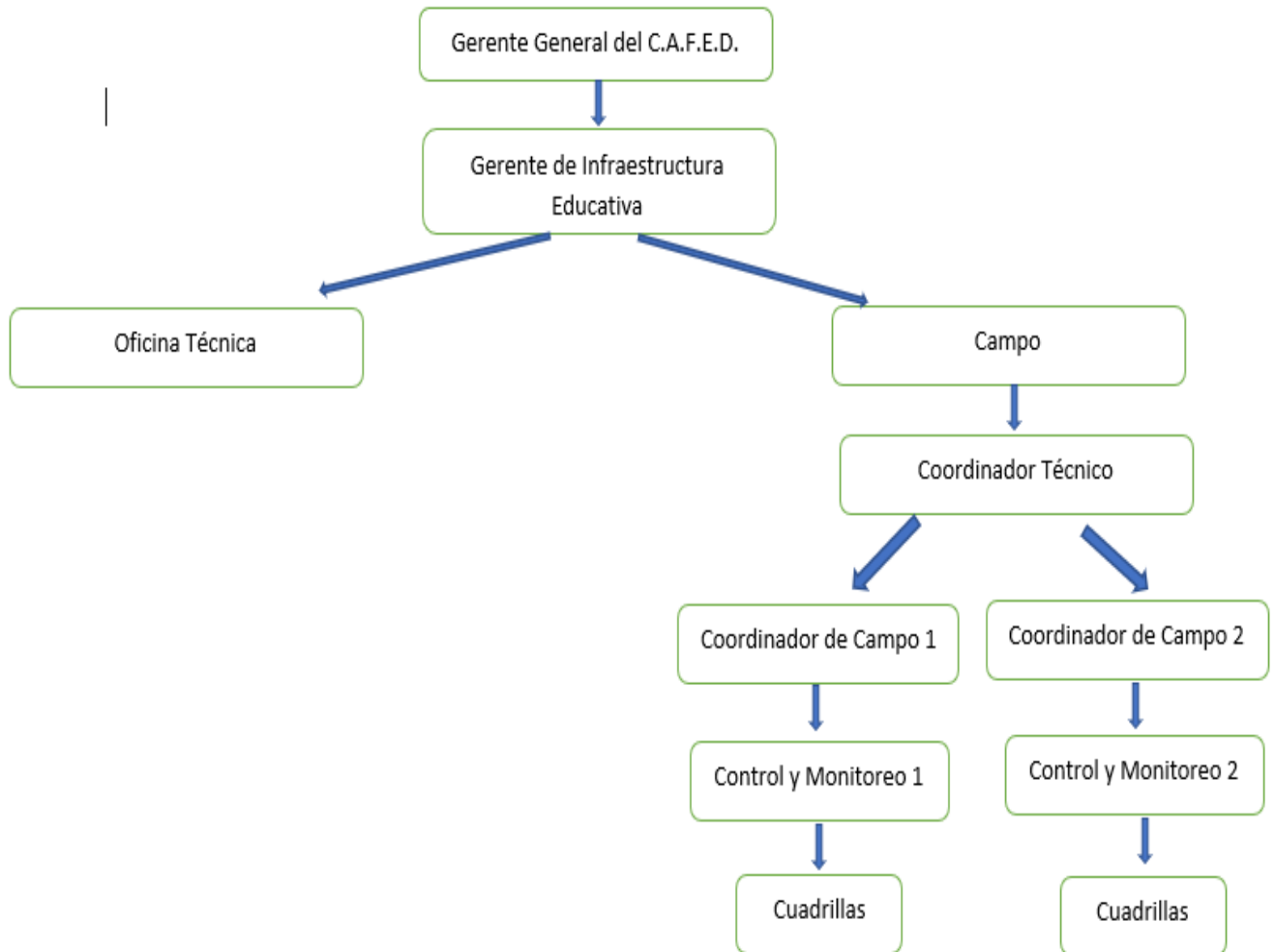


Figura 33. Organigrama de obra  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4 Proveedores y Contratistas

Tabla 3: Cuadro de principales proveedores

<b>PRINCIPALES PROVEEDORES</b>		
CEMENTO	UNION DE CONCRETERAS S.A.C	
ACERO	ACEROS AREQUIPAS S.A	
TUBERIA PVC	LEOS S.A	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cuadro de principal contratista

<b>PRINCIPALES CONTRATISTAS</b>		
CAMPOS DEPORTIVOS	ISISA S.A.	

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cronograma Maestro de Obra

En este cronograma se con lleva los hitos de comienzo y fin de las partidas o paquetes que se van realizando en el proyecto considerado desde la etapa de excavación hasta la etapa de acabados. Para realizar la correcta programación se debe considerar las siguientes fases.

- Estructuras.
- Arquitectura.
- Instalaciones Eléctricas.
- Equipamiento.

En lo que se refiere a estructuras se está considerando desde las obras preliminares (demolición), movimiento de tierras (excavación), concreto simple como lo sardineles y concreto armado zapatas, tribunas de tres pisos considerando las semanas de avances y en equipamiento se considera el inicio y fin de la instalación de malla raschel y de alumbrado del campo deportivo.

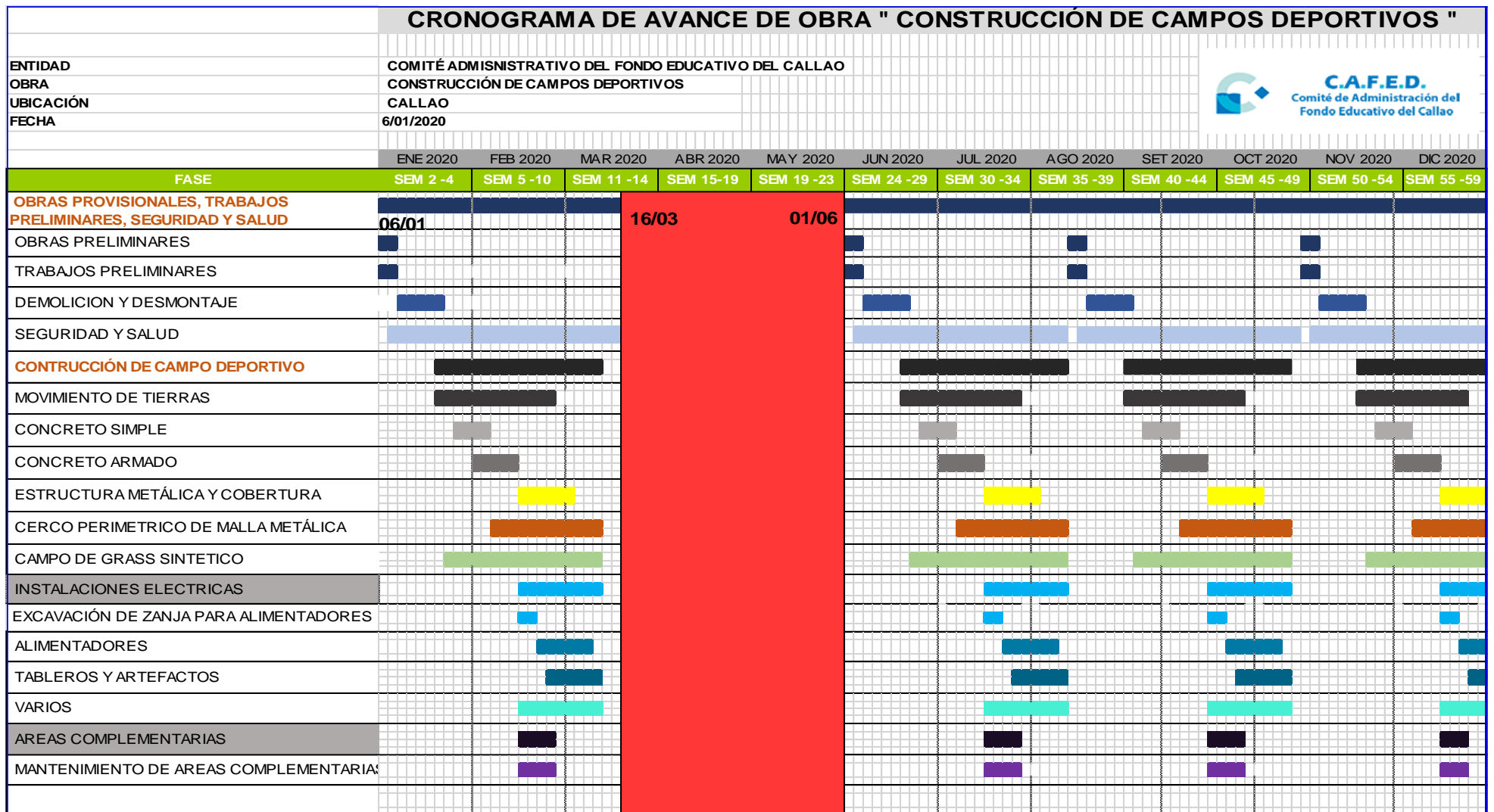


Figura 34: Programación Maestra

Fuente: Elaboración propia

### **4.3 Sectorización y tren de trabajo**

#### **4.3.1 Sectorización de la obra**

- Obtenido el cronograma maestro empezaremos con la sectorización y evaluar que el tren de trabajo no pare.
- Para esto debemos de ver la cuadrilla de encofrado y colocación de concreto. Considerando la cantidad la cantidad de m<sup>2</sup> en el encofrado y m<sup>3</sup> en el vaciado.
- Debido al área total de terreno construido se tuvo que sectorizar homogéneamente para poder cumplir con la programación y a la vez ajustarla.

##### **4.3.1.1 Primera Iteración:**

Para la primera iteración de sectorización se está considerando dos sectores obteniendo metrado lo más homogéneos posible. Al realizar esta sectorización es de 5 días de vaciado y 2 días de trabajos de desencofrado. Tendríamos un total de 7 días trabajados, considerando 8 horas de lunes a viernes y sábado 5 horas y 30 min. De esta manera sacamos la conclusión de que con 2 sectores no homogéneos tendríamos los siguientes detalles.

- Incumpliendo con las entregas de cada cuadrilla de su trabajo.
- Los tiempos muertos del personal de campo y eléctrico.
- Maquina mezcladora de concreto esperando en obra.
- Maquinarias pesadas sin utilizar.





#### **4.3.1.2 Segunda Iteración**

Para la segunda iteración de sectorización se está considerando 3 sectores de vaciado. Al realizar esta sectorización obtenemos 4 días de vaciado y 2 días de trabajos pre techado. Tendríamos un total de 6 días trabajados de piso a techo considerando 8 horas de lunes a viernes y sábado 5 horas y 30 min. De esta manera sacamos la conclusión de que con 3 sectores homogéneos tendríamos los siguientes detalles.

- Cumplimiento de la hora de entrega de cada cuadrilla su trabajo: Mientras más campo exista en el sector las cuadrillas corren constantemente en su actividad programada, una manera de motivar al personal es eliminar fuentes de frustración del trabajador por falta de materiales, equipos y accesorios.
- Tiempo muerto entre personal de casa (CAFED) y eléctricos: El tiempo muerto se eliminaría porque el flujo está ajustado sería más constante en todas las partidas para poder realizar la correcta entrega de sus actividades.
- Trompo mezclador esperando en obra: Un Trompo mezclador ubicado fuera de una obra sin vaciar concreto hace referencia a retrasos en la programación diaria y semanal por motivo de incumplimiento en las partidas.

Tabla 6. Metrado de la 2da interacción

2da iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 1	24.36	122.42
Sector 2	15.20	60.48
Sector 3	24.36	122.42
Total	63.92	305.32

Fuente: Propia del autor

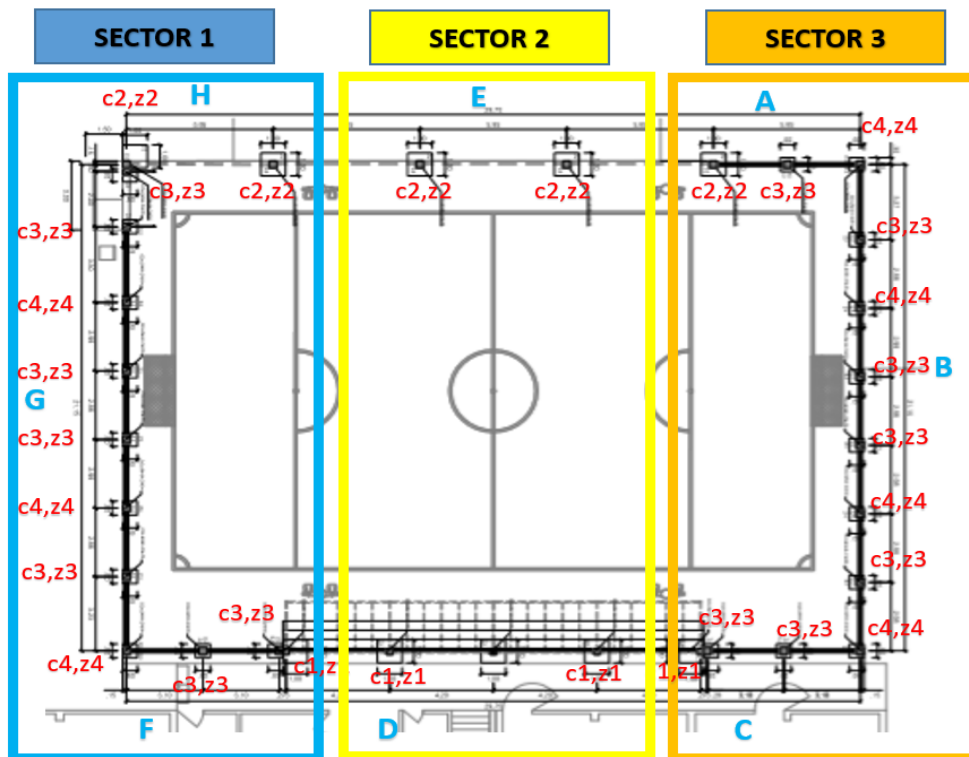


Figura 36: Plano Sectorizado 2da iteración

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene los cuadros de resúmenes de cada iteración

Tabla 5. Primera Iteración

1era iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 01	31.96	152.66
Sector 02	31.96	152.66
Total	63.92	305.32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Segunda iteración

2da iteración		
Sector	Volumen	Encofrado
Sector 01	24.36	122.42
Sector 02	15.20	60.48
Sector 03	24.36	122.42
Total	63.92	305.32

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2 Tren de actividades

Para realizar el tren de actividades debemos definir los elementos horizontales.

**Elementos verticales:** Para los elementos verticales obtenemos lo siguiente:

Tabla 7. Metrado de zapatas

VACIADO EN ZAPATAS						
Zapatas	Perímetro	Longitud	Espesor	Altura	Encofrado	Volumen
Z-1	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-2	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-3	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-4	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-5	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-6	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-7	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-8	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-9	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50
Z-10	3.00	1.00	1.00	0.50	1.50	0.50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Metrado de columnas

VACIADO DE COLUMNAS					
Columnas	Ancho	Alto	Espesor	Volumen	Encofrado
Col 1	1	2.8	0.3	0.84	3.64
Col 2	1	2.8	0.35	0.84	3.64
Col 3	1	2.8	0.35	0.84	3.64
Col 4	1	2.8	0.35	0.84	3.64
Col 5	1	2.8	0.35	0.84	3.64
Col 6	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 7	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 8	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 9	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 10	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 11	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 12	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 13	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 14	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 15	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 16	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 17	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 18	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 19	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 20	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 21	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 22	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 23	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 24	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 25	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 26	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 27	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 28	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 29	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84
Col 30	0.7	1.2	0.3	0.25	2.84

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Metrado de cada Sector

VACIADO DE CONCRETO						
Sectores	Área	espesor	Largo	Ancho	Volumen	Encofrado
Sector 1	122.42	0.2	4.82	20.47	24.36	122.42
Sector 2	60.48	0.2	7.18	16.16	15.20	60.48
Sector 3	122.42	0.2	7.92	11.77	24.36	122.42

Fuente: Elaboración Propia

Luego de obtener los metrado y los sectores podemos definir nuestro tren de actividades teniendo en consideración lo siguiente.

- No se debe exceder el horario establecido por el gobierno regional del Callao
- La frecuencia de vaciado deberá ser de 40 minutos para poder cumplir con la sectorización
- Al momento de vaciar el concreto tanto elementos horizontales como verticales debemos tener en cuenta la resistencia de cada elemento estructural.

Tabla 10. Tren de actividades

Tren de actividades			
Frecuencia de vaciado			40 min
#Días	Partida	Volumen	Encofrado
DIA 1	Sector 01	24.36	122.42
	Total	24.36	122.42
DIA 2	Sector 02	15.20	60.48
	C1:C3	2.5	11.16
	Total	17.7	71.64
DIA 3	Sector 03	24.36	122.42
	C4:C5	1.63	7.2
	Zapata(Z-1:Z-7)	23.99	184.52
	Total	49.98	314.14
DIA 4	Zapata (Z-8, Z-9)	10.94	111.84
	C6:C10	2.5	14.2
	Total	13.44	126.04

Fuente: Elaboración propia

Como se puede proyectar tenemos un tren de trabajo conforme.

- Día 1: Se realiza el vaciado de todo el sector 01 de concreto un total de 24.36 m<sup>3</sup> que vendría a ser 2 unidades de trompo mezclador con una frecuencia de 40 minutos en el vaciado comenzando el vaciado desde las 10 am.
- Día 2: Se realiza el vaciado del sector 02 un total de 23.21 m<sup>3</sup> de concreto vendría a ser un total de 3 unidades de trompo mezclador comenzando a las 10 de la mañana con una frecuencia de 40 minutos. Y seguidamente se realizará el vaciado de las columnas con una resistencia de 280 y un volumen de 3 m<sup>3</sup>.
- Día 3: Se realiza el vaciado del sector 03 de concreto un total de 18.64 m<sup>3</sup> de concreto vendría a ser 2 unidades de trompo mezclador comenzando a las 10 de la mañana. Seguidamente se realizará el vaciado de las columnas y muro del sector 02 con un total de 25.62 de concreto que vendría a ser 3 unidades de trompo mezclador con una frecuencia de 40 minutos comenzando el vaciado desde las 1:00 pm.
- Día 4: Se realiza el vaciado de los muros y columnas del sector 03 un total de 13.44 m<sup>3</sup> de concreto que vendría a ser 2 unidades de trompo mezclador con una frecuencia de 40 minutos el vaciado comenzar desde la 1:00 pm.

### **4.3.3 Tareo Diario**

Al comenzar la jornada se realiza la entrega del formato de tareo diario a los siguientes encargados:

- Capataz de fierros.
- Capataz de carpinteros.
- Capataz de eléctricos.
- Capataz albañilería.
- Prevencionista de riesgos.
- Maestro de obra.

En el formato de tareo del personal diario se detalla cada actividad y partida que se va a determinar día a día, luego se controla la hora de inicio de las actividades como la hora de finalización de las actividades, a raíz de ese control de dichos trabajos podemos ver el avance diario del personal. Al finalizar el día cada encargado es el responsable de llenarlo con los datos que se registró y entregarlo al ingeniero de campo para que pueda realizar su análisis de cada partida.

Esta parte hará que el ingeniero tome las precauciones convenientes y hacer una entrega antes de la hora de finalizarla jornada con la finalidad de que todos los capataces se encuentren informado de las actividades a realizarse al día siguiente y se pueda transmitir al personal.



"PROGRAMACION DIARIA EN LA EJECUCIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS "									
TAREO DEL PERSONAL DIARIO									
Elaborado por : García Castellanos Jorge Luis, Ramírez Villavicencio Johan Josué									
ITEM	CUADRILLA	CATEGORIA	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	UND	METRADO	HORARIO		
	10.01 PERSONAL TECNICO								
	03.08 ACABADO DE PISO (Mano de Obra)								
	ACABADO DE GRASS SINTETICO								
1.0	Luis Mirando Soto	Operario	Campo	Encargado de corte a nivel de subrasante c/equipo liviano	m3	90.97	08:00	a	17:00
2.0	Josué Carlos García	Operario	Campo	Encargado de corte a nivel de subrasante c/equipo liviano	m3	90.97	08:00	a	17:00
3.0	Jean Arnao Romero	Operario	Campo	Encargado de relleno y compactado con material de prestan	m3	90.97	08:00	a	17:00
4.0	Juan Navarro Castillo	Operario	Campo	Encargado de relleno y compactado con material de prestan	m3	90.97	08:00	a	17:00
5.0	Paul Hernandez Carrasco	Operario	Campo	Encargado de eliminacion de material excedente	m3	113.71	08:00	a	17:00
6.0	Roger Matos Tapia	Ayudante	Campo	Suministro e instalacion de grass sintetico	m2	606.45	08:00	a	17:00
7.0	Antoni Romani Prado	Ayudante	Campo	Suministro e instalacion de grass sintetico	m2	606.45	08:00	a	17:00
	04.02 TARRAJEO Y REVOQUES (Mano de Obra)								
	TARRAJEO SARDINELES								
1.0	Ricardo Campos Canales	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en sardineles	m2	15.68	08:00	a	17:00
2.0	Sanio Gamboa Chilingano	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en sardineles	m2	15.68	08:00	a	17:00
3.0	Fernando Toribio Mina Borja	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en sardineles	m2	15.68	08:00	a	17:00
	04.02 TARRAJEO Y REVOQUES (Mano de Obra)								
	TRABAJOS EN AREAS COMUNES								
1.0	Juan Trujillo Rojas	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en Columnas	m2	4.68	08:00	a	17:00
2.0	Angel Ramos Cemeño	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en Columnas	m2	4.68	08:00	a	17:00
3.0	Agustin Villalobos Tello	Operario	Campo	Encargado de tarrajeo en graderias	m2	94	08:00	a	17:00
4.0	Carlos Carranza Gavilan	Ayudante	Campo	Encargado de tarrajeo en graderias	m2	94	08:00	a	17:00
5.0	11.02 GASTOS GENERALES VARIABLES								
6.0	SEGURIDAD DE OBRA								
	Cristhian Sajami Rengifo	Prevencionista de Riesgo			m2	20	08:00	a	17:00
	Rolando Inga Carhumaca	Operario	Campo		m2	20	08:00	a	17:00

Figura 37: Programación Diaria

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4 Planeamiento y Lookahead de 4 Semanas


LOOKAHEAD Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE LA REGIÓN CALLAO 2020"																						
 <b>ENTIDAD : COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO</b>		Elaborado por : García Jorge, Ramírez Johan Revisado por : Ing. Jorge Riar																				
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SEMANA 2								SEMANA 3								SEMANA 4					
	L	M	X	J	V	S	D		L	M	X	J	V	S	D		L	M	X	J	V	S
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Vaciado de Zapater	22S2, 22S2, 21S2, 21S2	21S2, 22S1, 22S3, 21S1		22S1, 23S1, 24S1, 23S1	23S1, 24S1, 23S1, 24S1	23S1, 23S1, 23S1																
				24S3, 23S3, 24S3, 23S3	23S3, 24S3, 23S3, 24S3	23S3, 23S3, 23S3, 21S3																
				22S2, 22S2, 21S2, 21S2	21S2, 22S1, 22S3, 21S1																	
Acera de Refuerzo en Columnar	02S1, 03S1, 04S1, 03S1	03S1, 04S1, 03S1, 04S1	03S1, 03S1, 03S1																			
	04S3, 03S3, 04S3, 03S3	03S3, 04S3, 03S3, 04S3	03S3, 03S3, 03S3, 01S3																			
	02S2, 02S2, 01S2, 01S2	01S2, 02S1, 02S3, 01S1																				
Encofrado de Columnar	02S1, 03S1, 04S1, 03S1	03S1, 04S1, 03S1, 04S1	03S1, 03S1, 03S1																			
	04S3, 03S3, 04S3, 03S3	03S3, 04S3, 03S3, 04S3	03S3, 03S3, 03S3, 01S3																			
	02S2, 02S2, 01S2, 01S2	01S2, 02S1, 02S3, 01S1																				
Vaciado de Columnar			02S1, 03S1, 04S1, 03S1	03S1, 04S1, 03S1, 04S1	03S1, 03S1, 03S1																	
			04S3, 03S3, 04S3, 03S3	03S3, 04S3, 03S3, 04S3	03S3, 03S3, 03S3, 01S3																	
			02S2, 02S2, 01S2, 01S2	01S2, 02S1, 02S3, 01S1																		
Dorncifrado			02S1, 03S1, 04S1, 03S1	03S1, 04S1, 03S1, 04S1	03S1, 03S1, 03S1																	
			04S3, 03S3, 04S3, 03S3	03S3, 04S3, 03S3, 04S3	03S3, 03S3, 03S3, 01S3																	
			02S2, 02S2, 01S2, 01S2	01S2, 02S1, 02S3, 01S1																		
Elementos Horizontales																						
Acera de Murar de Graderías			AMG1S2	AMG2,S2	AMG3,S2																	
Encofrado de Murar de Graderías				AMG1,S2	AMG2,S2	AMG3,S2																
Acera de Refuerzo en Graderías					GRAD1,S2	GRAD2,S2																
Encofrado y Dorncifrado de Graderías							GRAD1S2	GRAD2S2														
Acera de Refuerzo FY-4200 kg/cm2 de Sardinol									SA1S1,SA2S2	SA2S2,SA4S3												
									SA2S1,SA4S1													
									SA2S3,SA2S3													
									SA4S3													
Encofrado de Sardinol										SA1S1	SA2S1S2S3	SA3,S3	SA4S3,S2,S1									
Vaciado de Sardinol																				SA1S1,SA2S1S2S3,SA3,S3		
																				SA4S3,S2,S1,SA3,S3		
Instalacion de Electricidad			IE1,S1	IE1,S2	IE2S3	IE2S2		IE1S2	IE1S3													

Figura 38: Lookahead en Obra

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.1. Llegada de materiales

La programación Lookahead de 2 semanas en la llegada de materiales influye en el cumplimiento de la programación, esta gestión esta adecuada a la programación de 4 semanas, los metrados influyen en la descarga del material en la hora indica considerando que el único frente de descarga es la Avenida bocanegra según la municipalidad del Callao. Debemos considerar que al ser único frente tendremos las siguientes restricciones.

La llegada de tierra y la eliminación no pueden cruzar en el horario porque la rampa al tener desmonte evitaría la descarga de la tierra para trabajos en el campo.

Tabla 11. Llegada de materiales a obra.

PEDIDO SEMANAL DE MATERIALES			
MATERIALES	PEDIDO	HORA DE LLEGADA	METRADO APROX
ARENA GRUESA	Una vez	09:00 a.m.	20 m3
ARENA FINA	Una vez	09:00 am	4 m3
ACERO	Dos veces	07:30 a.m.	1 ton
CEMENTO	Cada 2 días	07:30 a.m.	65 bol
PIEDRA CHANCADA	Dos veces	07:30 a.m.	9 m3
ELIMINACION	tres veces	07:30 a.m.	60 m3

Fuente: Elaboración propia.

## 4.5 Productividad y Ratios

Se analizó las siguientes partidas.

- Encofrado
  - Encofrado de Gradería: 5 Operarios + 5 Ayudantes + 1 Oficial.  
+ 1 Capataz.
  - Encofrado de columnas: 6 Operarios + 6 Ayudantes +1  
Capataz.
  - Encofrado de zapatas: 6 Operarios + 6 Ayudantes +1 Capataz.
- Acero
  - Acero en Gradería: 6 Operarios + 4 ayudante + 1 capataz.
  - Acero en columnas: 6 operarios.
  - Acero en Zapatas: 6 Operarios + 2 ayudantes + 1 capataz.
- Concreto
  - Concreto en Gradería: 4 Operarios + 1 Oficial + 3 Ayudante
  - Concreto en columnas: 4 Operarios +1 Oficial + 1 Ayudante
  - Concreto en zapatas: 6 Operarios +1 Oficial + 4 Ayudante

### 4.5.1 Acero en zapatas

Tabla 12. Rendimientos de acero en zapatas

<b>OBRA :</b>	CAMPOS DEPORTIVOS	<b>Hecho por :</b>	Garcia Jorge, Ramírez Johan	
<b>UBICACIÓN :</b>	AV BOCANEGRA CALLAO	<b>Revizado por :</b>	Ing. Jorge Rios	
<b>PROPIETARIO :</b>	COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO			
<b>TIEMPO EJECUTADO :</b>	8:00 am hasta 16:00 pm			

CALCULO DEL RENDIMIENTO ACERO EN ZAPATAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ZAPATAS									
1.01	SECTOR 1	kg	120.00		3.00			36.00	0.55	40.00
1.02	SECTOR 2	kg	75.90		3.00			36.00	0.58	25.30
1.03	SECTOR 3	kg	120.00		3.00			36.00	0.59	40

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos en acero en zapatas.

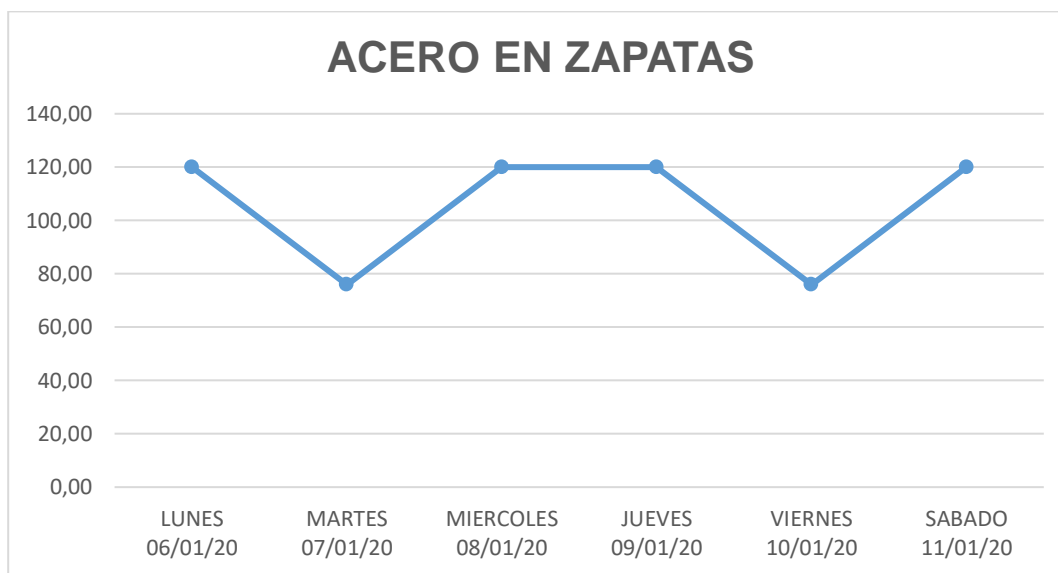


Figura 39: Curva semanal de rendimiento del acero en zapatas.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.5.2 Acero en Columnas

Tabla 13. Rendimientos de acero en Columnas

**OBRA :** CAMPOS DEPORTIVOS **Hecho por :** Garcia Jorge, Ramirez Johan  
**UBICACIÓN :** AV BOCANEGRA CALLAO **Revizado por :** Ing. Jorge Rios  
**PROPIETARIO :** COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO  
**TIEMPO** 8:00 am hasta  
**EJECUTADO :** 16:00 pm

CALCULO DEL RENDIMIENTO ACERO EN COLUMNAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	COLUMNAS									
1.01	SECTOR 1	kg	250.00		3.00			36.00	0.55	83.33
1.02	SECTOR 2	kg	171.31		3.00			36.00	0.58	57.10
1.03	SECTOR 3	kg	250.00		3.00			36.00	0.59	83.33

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos en acero en columnas.

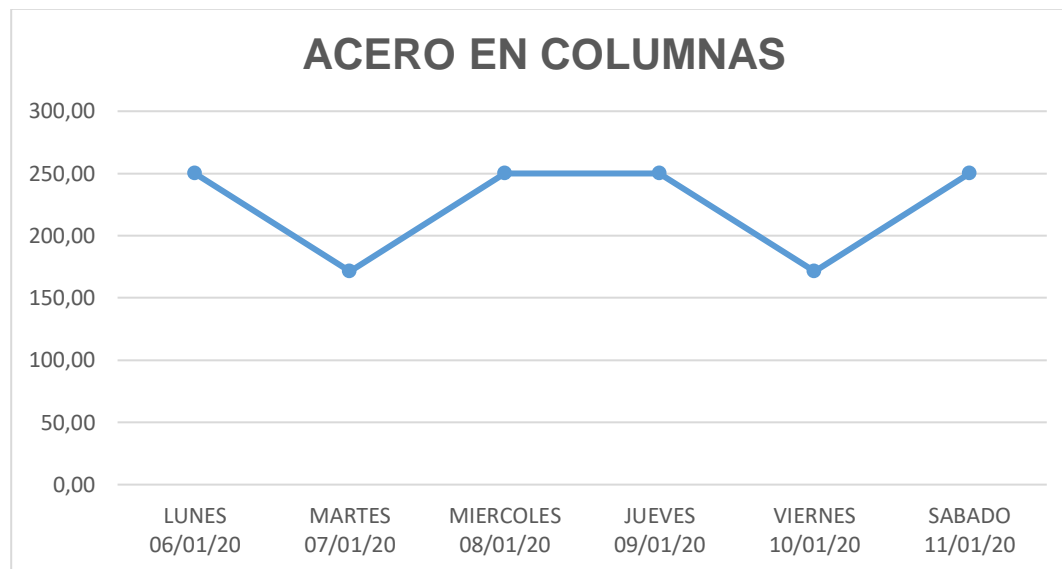


Figura 40: Curva semanal de rendimiento del acero en columnas.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.5.3 Acero en Gradería

Tabla 14. Rendimientos de acero en Graderías

<b>OBRA :</b>	CAMPOS DEPORTIVOS	<b>Hecho por</b>	Garcia Jorge, Ramírez Johan							
<b>UBICACIÓN :</b>	AV BOCANEGRA CALLAO	<b>Revizado por:</b>	Ing. Jorge Rios							
<b>PROPIETARIO :</b>	COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO									
<b>TIEMPO</b>	8:00 am hasta									
<b>EJECUTADO :</b>	16:00 pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO ACERO EN GRADERIAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	GRADERIAS									
1.01	SECTOR 1	kg	250.56		3.00			40.00	0.02	83.52
1.02	SECTOR 2	kg	182.56		3.00			40.00	0.02	160.85
1.03	SECTOR 3	kg	250.56		3.00			40.00	0.02	83.52

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos en acero en graderías.

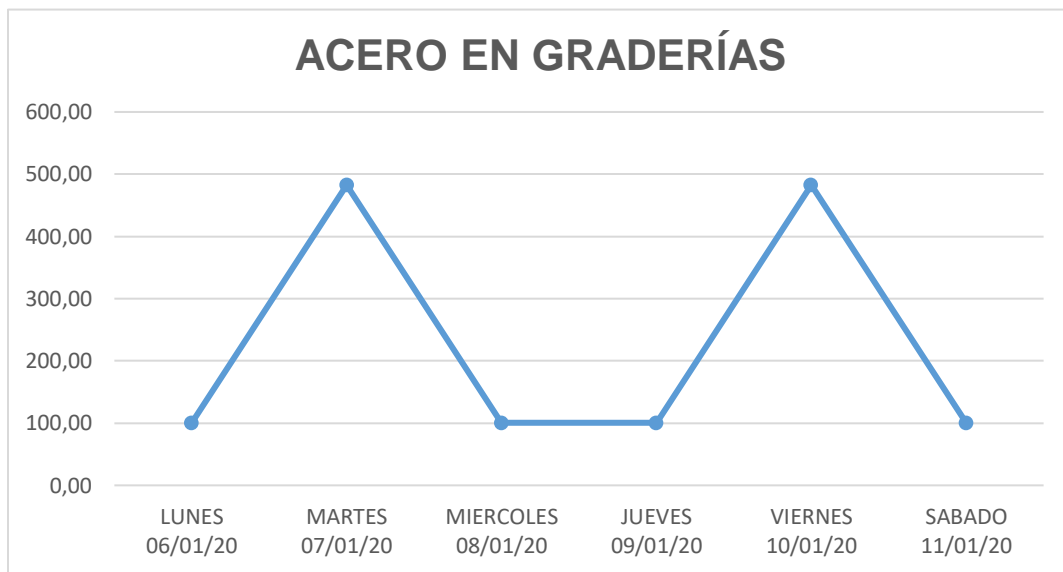


Figura 41: Curva semanal de rendimiento del acero en graderías.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.4 Encofrado en Columnas

Tabla 15. Rendimiento de encofrado en Columnas

<b>OBRA :</b>	CAMPOS DEPORTIVOS	<b>Hecho por :</b>	Garcia Jorge, Ramírez Johan							
<b>UBICACIÓN :</b>	AV BOCANEGRA CALLAO	<b>Revizado por:</b>	Ing. Jorge Rios							
<b>PROPIETARIO :</b>	COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO									
<b>TIEMPO</b>	8:00 am hasta									
<b>EJECUTADO :</b>	13:00 pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO ENCOFRADO EN COLUMNAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	COLUMNAS									
1.01	SECTOR 1	m2	12.40	0.50	2.00		2.00	27.00	2.42	6.20
1.02	SECTOR 2	m2	8.02	0.50	2.00		2.00	27.00	3.75	4.01
1.03	SECTOR 3	m2	12.40	0.50	2.00		2.00	27.00	1.9	6.20

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del encofrado en Columnas.

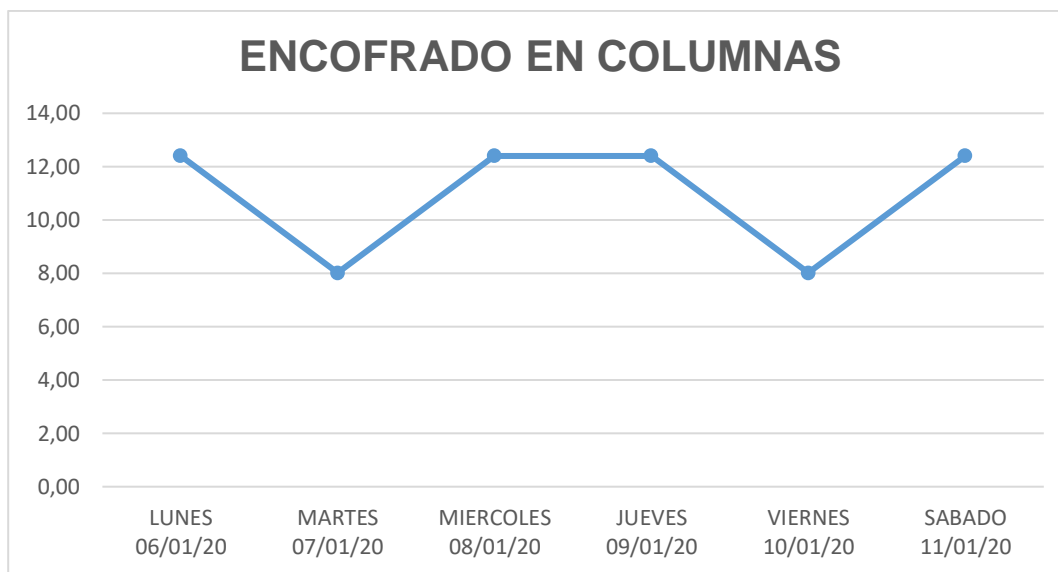


Figura 42: Curva semanal de encofrado en columnas

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.5.5 Encofrado en Graderías

Tabla 16. Rendimiento de encofrado en Graderías

<b>OBRA :</b>	CAMPOS DEPORTIVOS	<b>Hecho por</b>	García Jorge, Ramírez Johan							
<b>UBICACIÓN :</b>	AV BOCANEGRA CALLAO	<b>Revizado por:</b>	Ing. Jorge Ríos							
<b>PROPIETARIO :</b>	COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO									
<b>TIEMPO</b>	8:00 am hasta									
<b>EJECUTADO :</b>	13:00 pm									
CALCULO DEL RENDIMIENTO ENCOFRADO EN GRADERIAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	GRADERIAS									
1.01	SECTOR 1	m2	17.00	0.50	3.00		2.00	40.00	0.02	5.67
1.02	SECTOR 2	m2	80.85	0.50	3.00		2.00	40.00	0.02	26.95
1.03	SECTOR 3	m2	17.00	0.50	3.00		2.00	40.00	0.02	5.67

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del encofrado en Graderías

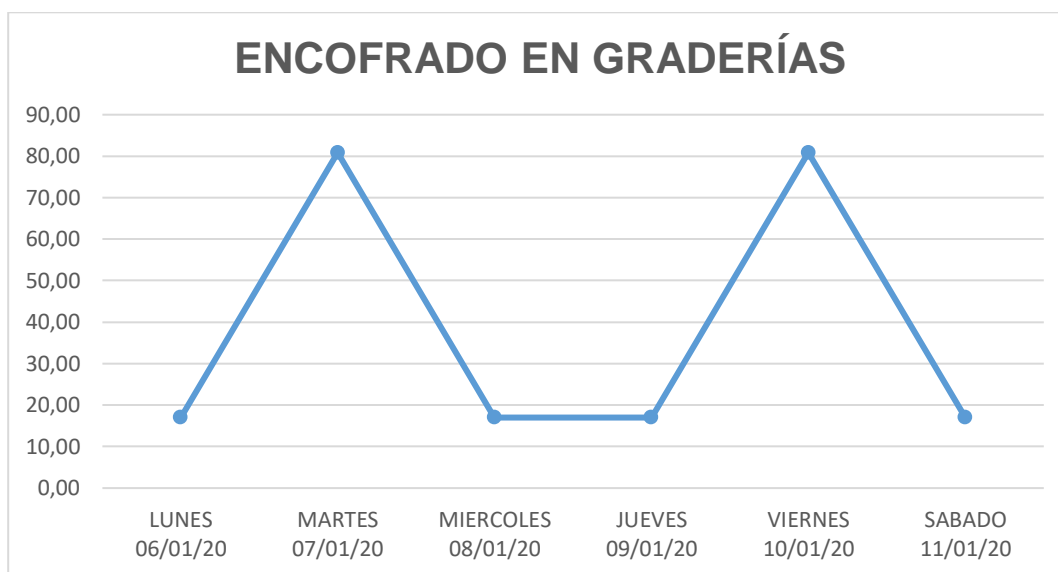


Figura 43: Curva semanal de encofrado en Graderías

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.6 Concreto en Zapatas

Tabla 17. Rendimiento de Concreto en zapatas

**OBRA:** CAMPOS DEPORTIVOS **Hecho por:** Garcia Jorge, Ramírez Johan  
**UBICACIÓN:** AV BOCANEGRA CALLAO **Revizado por:** Ing. Jorge Rios  
**PROPIETARIO:** COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO  
**TIEMPO:** 8:00 am hasta  
**EJECUTADO:** 15:30 pm

CALCULO DEL RENDIMIENTO CONCRETO EN ZAPATAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	ZAPATAS									
1.01	SECTOR 1	m3	5.32		2.00			8.00	1.66	2.66
1.02	SECTOR 2	m3	2.14		2.00			8.00	0.41	1.07
1.03	SECTOR 3	m3	5.32		2.00			8.00	0.73	2.66

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del Concreto en zapatas.

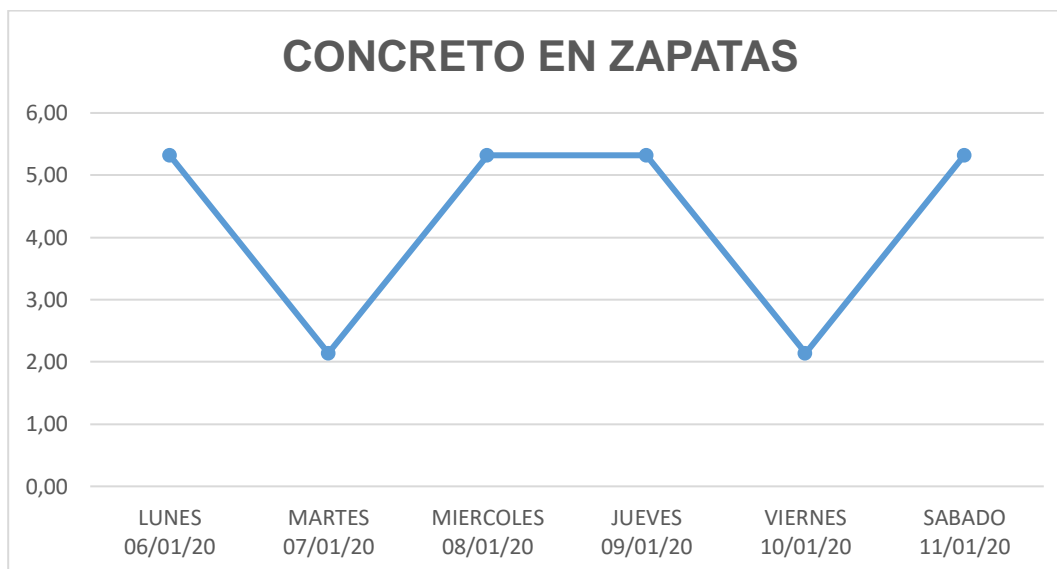


Figura 44: Curva semanal de concreto en zapatas

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.7 Concreto en Columnas

Tabla 18. Rendimiento de Concreto en columnas

<b>OBRA :</b>	CAMPOS DEPORTIVOS	<b>Hecho por :</b>	Garcia Jorge, Ramírez Johan	
<b>UBICACIÓN :</b>	AV BOCANEGRA CALLAO	<b>Revizado por :</b>	Ing. Jorge Rios	
<b>PROPIETARIO :</b>	COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO			
<b>TIEMPO EJECUTADO :</b>	8:00 am hasta 15:30 pm			

CALCULO DEL RENDIMIENTO CONCRETO EN COLUMNAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	COLUMNAS									
1.01	SECTOR 1	m3	2.56		2.00			8.00	3.18	1.28
1.02	SECTOR 2	m3	1.73		2.00			8.00	5.01	0.87
1.03	SECTOR 3	m3	2.56		2.00			8.00	3.19	1.28

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del Concreto en columnas.

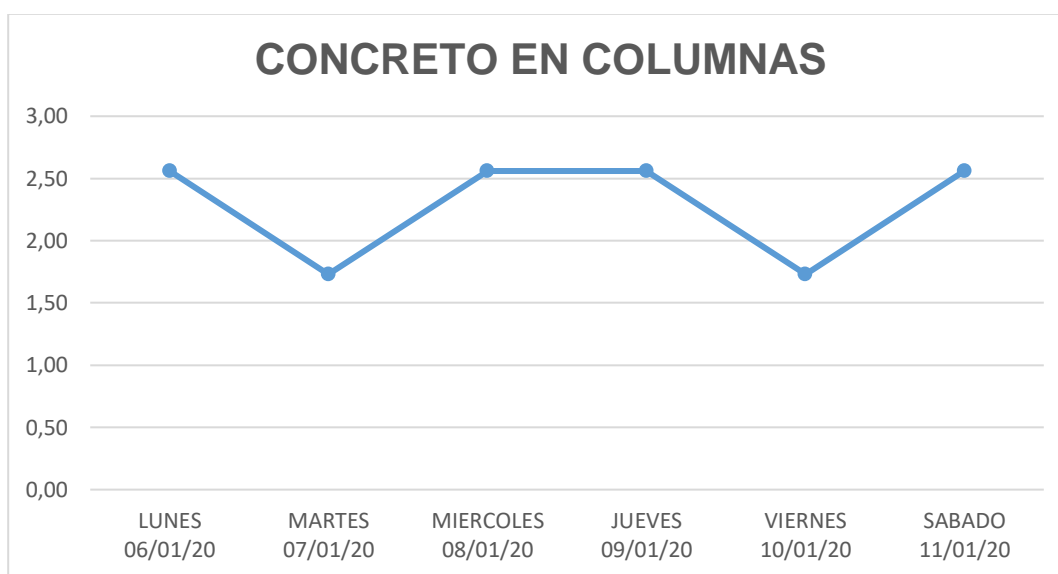


Figura 45: Curva semanal de concreto en columnas

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.8 Concreto en Graderías

Tabla 19. Rendimiento de Concreto en Graderías

**OBRA :** CAMPOS DEPORTIVOS **Hecho por :** Garcia Jorge, Ramirez Johan  
**UBICACIÓN :** AV BOCANEGRA CALLAO **Revizado por:** Ing. Jorge Rios  
**PROPIETARIO :** COMITÉ ADMINISTRATIVO DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO  
**TIEMPO** 8:00 am hasta  
**EJECUTADO :** 15:30 pm

CALCULO DEL RENDIMIENTO CONCRETO EN GRADERÍAS										
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO	RECURSOS DE MANO DE OBRA				HH TOTALES	RENDIMIE NTO	METRADO POR
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	PEON			
1.00	GRADERÍAS									
1.01	SECTOR 1	m3	1.50		2.00			8.00	3.18	0.75
1.02	SECTOR 2	m3	9.48		2.00			8.00	5.01	4.74
1.03	SECTOR 3	m3	1.50		2.00			8.00	3.19	0.75

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la curva semanal de rendimientos del Concreto en graderías.

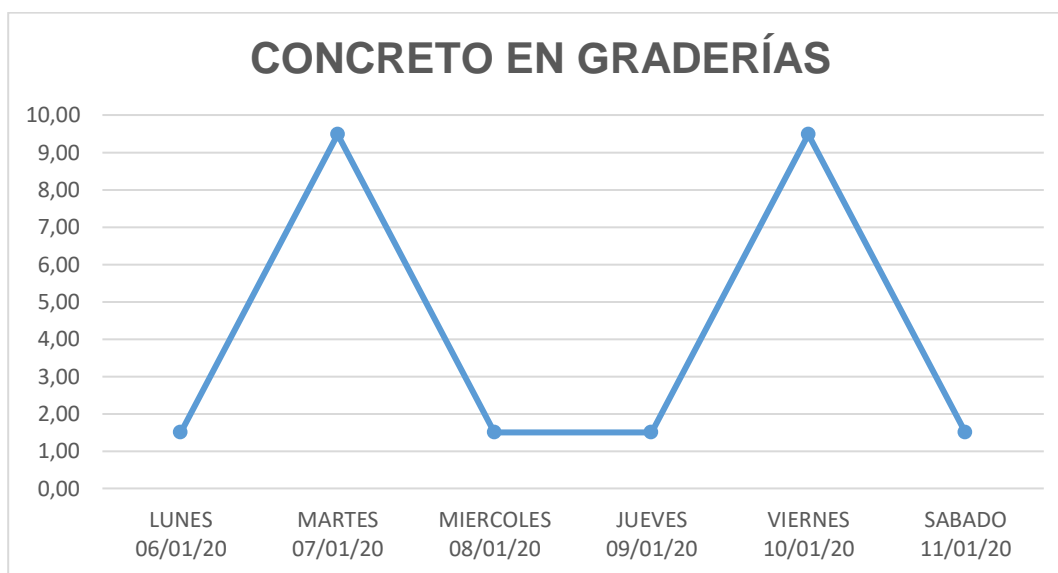


Figura 46: Curva semanal de concreto en graderías

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 Porcentaje de plan cumplido (PPC) y Análisis de restricciones

Se aplicará la herramienta PPC para verificar el cumplimiento de las actividades y se analizará desde la semana 2 que inicia la elaboración de excavación, columnas y zapatas hasta la semana 8 que se termina la construcción del campo deportivo con un porcentaje menor de 80% serán observadas y analizadas.

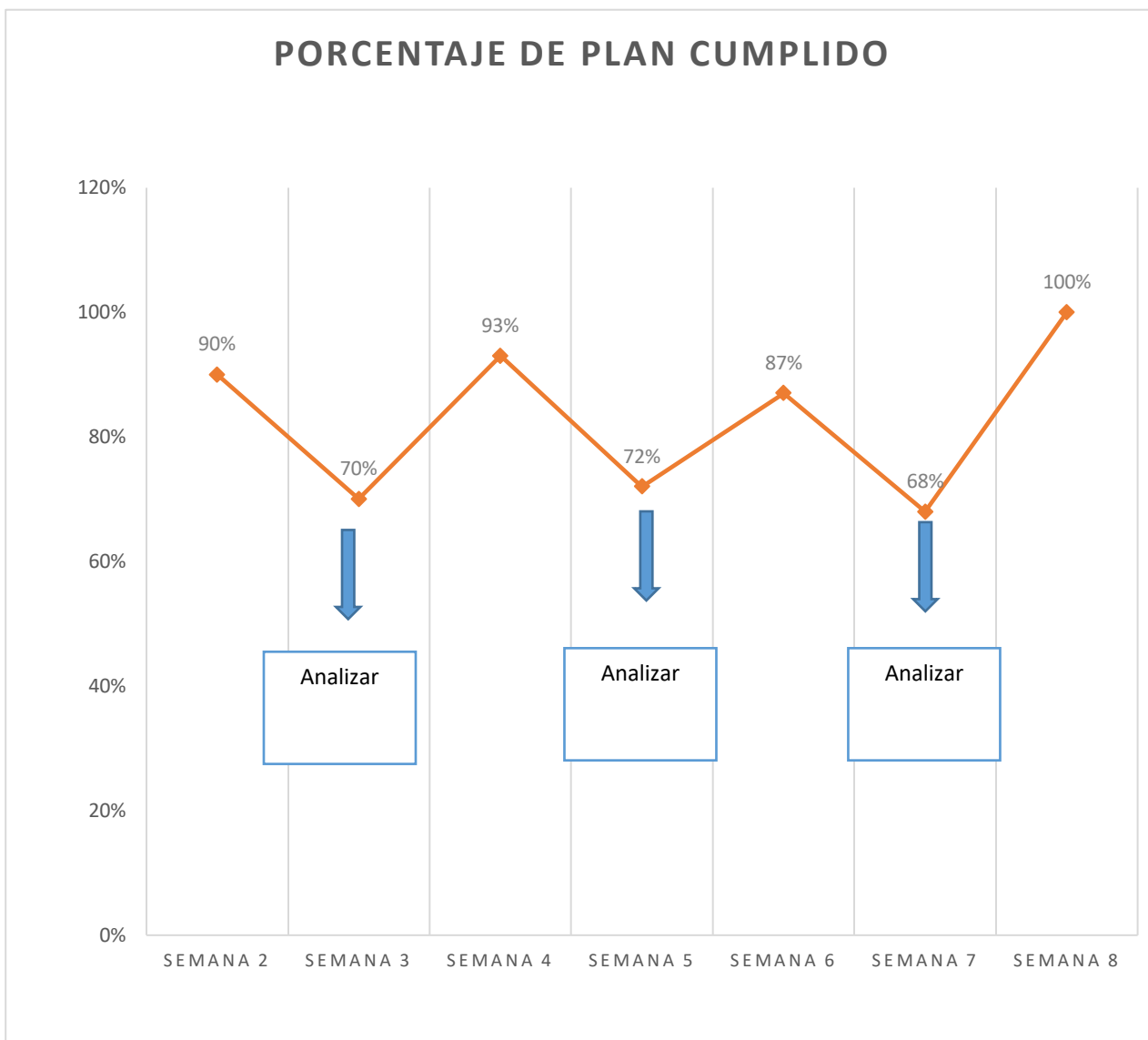


Figura 47: Porcentaje de plan cumplido del campo deportivo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Rendimiento por semana del PPC.

SEMANA	PPC
Semana 2	90%
Semana 3	70%
Semana 4	93%
Semana 5	72%
Semana 6	87%
Semana 7	68%
Semana 8	100%

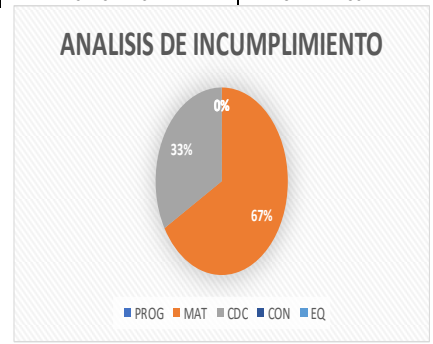
Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura N.42 obtenemos el resumen de todas las semanas, las que serán analizadas tiene un porcentaje menor al 80% en comparación de las otras semanas en cumplimiento son semanas que se analizara para saber los posibles retrasos y sus causas de incumplimiento aplicaremos un porcentaje de plan cumplido a las siguientes semanas.

- Semana 3
- Semana 5
- Semana 7

Tabla 21. Porcentaje de plan cumplido de la semana 3.

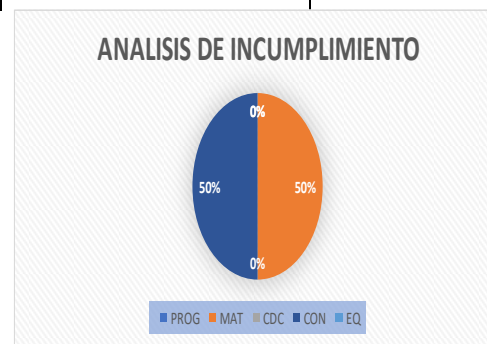
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)														
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 3						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO				
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
				12/11/18	13/11/18	14/11/18	15/11/18	16/11/18	17/11/19					
<b>ESTRUCTURA</b>														
<b>ELEMENTOS VERTICALES</b>														
Acero en Zapatas	KG	315.9	315.9	Z2S1,Z4S1	-	Z3S2,Z4S2	Z2S2,Z3S3	Z1S2,Z2S3	-	X				
Vaciado en Zapatas	SECTOR	315.9	315.9	Z2S1,Z4S1	-	Z3S2,Z4S2	Z2S2,Z3S3	Z1S2,Z2S3	-	X				
Acero de Refuerzo en Columnas	KG	671.31	481.34	C2S1,C4S1	-	C3S2,C4S2	C2S2,C3S3	C1S2,C2S3	-	X	X	MAT	FALTA DE MATERIALES(ACERO)	ENTREGAR PRESUPUESTO EXACTO
Encofrado de Columnas	M2	33.82	20.32	C2S1,C4S1	C3S2,C4S2		C2S2,C3S3	C1S2,C2S3		X	X	MAT	FALTA DE MATERIALES(ACERO)	
Vaciado en Columnas	M2	33.82	33.82	C2S1,C4S1		C3S2,C4S2	C2S2,C3S3	C1S2,C2S3		X				
<b>ELEMENTOS HORIZONTALES</b>														
Acero de Muros de Graderías	KG	683.68	683.68	G2S1,G1S2	G1S2,G2S2	G1S2,G2S3	G1S2,G2S3	G1S3,G2S2	-	X				
Encofrado de Muros de Graderías	M2	114.85	114.85	G2S1,G1S2	G1S2,G2S2	G1S2,G2S3	G1S2,G2S3	G1S3,G2S2	-	X				
Acero de Refuerzo FY=4200 kg/cm2 de Sardinel	KG	127.71	127.71	SA2S1	SA2S2	SA1S3	SA3S3	SA3S1	-	X				
Instalaciones Eléctricas	SECTOR	-	-			L1S2	L1S3				X	CDC	FALTA DE PUNTO DE LUZ	ENTREGAR PLANOS
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)</b>										8	3	TOTAL		
										70%	30%	EN (%)		
<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS</b>														
<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>												
PROG	PROGRAMACION	-												
MAT	MATERIALES	2.00												
CDC	CONTROL DE CALIDAD	1.00												
CON	CONTRATISTAS	-												
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	-												



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Porcentaje de plan cumplido de la semana 5.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)																
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 5						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO						
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA		
				19/11/18	20/11/18	21/11/18	22/11/18	23/11/18	24/11/19							
<b>ESTRUCTURA</b>																
<b>ELEMENTOS VERTICALES</b>																
Acero en Zapatas	KG	315.9	250.35		Z3S2,Z4S2	Z2S2,Z3S3							X	MAT	FALTA DE MATERIAL	ENTREGAR PRESUPUESTO EXACTO
Vaciado en Zapatas	SECTOR	315.9	250.35			Z3S2,Z4S2	Z2S2,Z3S3	Z1S2,Z2S3					X	CON	NO SE CUMPLIO CON LA PROGRAMACION	MEDIDA CORRECTIVA ANTERIOR
Acero de Refuerzo en Columnas	KG	671.31	671.31			C3S2,C4S2	C2S2,C3S3	C1S2,C2S3					X			
Encofrado de Columnas	M2	33.82	33.82	C3S2,C4S2		C2S2,C3S3	C1S2,C2S3						X			
Vaciado en Columnas	M3	33.82	33.82			C3S2,C4S2	C2S2,C3S3	C1S2,C2S3					X			
<b>ELEMENTOS HORIZONTALES</b>																
Acero de Muros de Graderías	KG	683.68	683.68	G2S1,G1S2	G1S2,G2S2	G1S2,G2S3	G1S2,G2S3	G1S3,G2S2					X			
Encofrado de Muros de Graderías	M2	114.85	114.85	G2S1,G1S2	G1S2,G2S2	G1S2,G2S3	G1S2,G2S3	G1S3,G2S2					X			
Acero de Refuerzo FY=4200 kg/cm2 de Sardinel	KG	127.71	110.54	-	SA2S2	SA1S3	SA3S3	SA3S1					X			
Instalaciones Eléctricas	SECTOR	-	-	-	L1S2	L1S3	L1S1	L1S1					X			
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)</b>											7	2	TOTAL			
											73%	42%	EN (%)			
<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS</b>																
<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>														
PROG	PROGRAMACION	-														
MAT	MATERIALES	1.00														
CDC	CONTROL DE CALIDAD	-														
CON	CONTRATISTAS	1.00														
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	-														

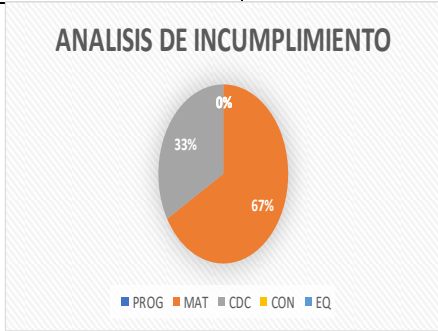


Fuente: Elaboración Propia



Tabla 23. Porcentaje de plan cumplido de la semana 7.

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)														
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 7						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO				
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
				06/01/20	07/01/20	08/01/20	08/01/20	09/01/20	10/01/20					
<b>ESTRUCTURA</b>														
<b>ELEMENTOS VERTICALES</b>														
Acero en Zapatas	KG	315.9	315.9		Z3S2,Z4S2	Z2S2,Z3S3				-	X			
Vaciado en Zapatas	SECTOR	315.9	315.9			Z3S2,Z4S2	Z2S2,Z3S3	Z1S2,Z2S3		-	X			
Acero de Refuerzo en Columnas	KG	671.31	671.31			C3S2,C4S2	C2S2,C3S3	C1S2,C2S3		-	X			
Encofrado de Columnas	M2	33.82	20.3	C3S2,C4S2		C2S2,C3S3	C1S2,C2S3		C1S2,C2S3		X	MAT	FALTA DE MATERIALES Y ACC	PRESUPUESTO Y METRADO EXACTO
Vaciado en Columnas	M3	33.82	20.3			C3S2,C4S2	C2S2,C3S3	C1S2,C2S3			X	MAT	FALTA DE MATERIALES Y ACC	PRESUPUESTO Y METRADO EXACTO
<b>ELEMENTOS HORIZONTALES</b>														
Acero de Muros de Graderías	KG	683.68	600.32	G2S1,G1S2	G1S2,G2S2	G1S2,G2S3	G1S2,G2S3	G1S3,G2S2	G1S3,G2S2		X	CDC	FALTA DE ACERO	SE HARA PEDIDO DE ACERO
Encofrado de Muros de Graderías	M2	114.85	114.85	G2S1,G1S2	G1S2,G2S2	G1S2,G2S3	G1S2,G2S3	G1S3,G2S2	G1S2,G2S3	X				
Acero de Refuerzo FY=4200 kg/cm2 de Sardinel	KG	127.71	127.71	-	SA2S2	SA1S3	SA3S3	SA3S1	-	X				
Instalaciones Eléctricas	SECTOR	-	-	-	L1S2	L1S3	L1S1	L1S1	-	X				
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)</b>										6	3	TOTAL		
										68%	32%	EN (%)		
<b>ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS</b>														
<b>COD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>												
PROG	PROGRAMACION	-												
MAT	MATERIALES LOG.	2.00												
CDC	CONTROL DE CALIDAD	1.00												
CON	CONTRATISTAS	-												
EQ	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	-												



Fuente: Elaboración Propia.

Obteniendo los cuadros de análisis de los incumplimientos y realizando sus medidas correctivas se verifica lo siguiente:

### **Semana 3**

En esta semana la cuadrilla de colocación de acero en columnas, encofrado de columnas y eléctricos está teniendo retrasos que afectan a la producción por falta de programación de materiales como medida correctiva se aplicara un análisis de restricciones.

### **Semana 5**

En esta semana la cuadrilla de acero en zapatas y vaciado en zapatas está teniendo retrasos que afectan a la producción y eso conlleva que el concreto no se llegue a vaciar es una partida critica por lo cual se aplicara una carta de balance para encontrar el problema y darle una solución y no afecte a la productividad de la obra.

### **Semana 7**

En esta semana la cuadrilla de encofrado de columnas y vaciado de columnas está teniendo retrasos que afectan a la producción y eso conlleva que se queden trabajando más del jornal diario ocasionando pago de horas extras por lo cual se aplicara un diagrama de flujo para medir los tiempos y posterior un diagrama en planta para darle una solución y no afecte la productividad de la obra.



### **5.1.2 Análisis de la curva semanal del avance de acero**

Aplicado el análisis de restricciones durante todas las semanas del acero en estructuras a partir de la semana 3 se logra que la producción no baje del 80 % al realizar la correcta coordinación con el proveedor de acero y realizar la programación con la llegada del acero a obra y tener la programación de los ayudantes para trasladar el material, para no afectar a la producción que si la partida del acero se retrasa con lleva a que la partida de encofrado y el vaciado de concreto obtenga demoras y afecte a la programación planificada.

### **5.1.3 Medición de la programación de las actividades**

Aplicando la programación de las actividades tanto de producción como de materiales de la semana se debe tener en cuentas las siguientes restricciones que se deben cumplir en todas las semanas siguientes del campo deportivo.

- Acero: La llegada de acero deberá ser todos los días lunes, dando el inicio de semana un pedido de 2 toneladas en obra.
- Material en campo: La llegada material en campo se darán los tres primeros días de la semana para que desde el tráiler que los transporta a obra sea movido directo al punto de almacén o acopio.
- Concreto: Según la programación semanal se daría en el horario de zapatas en la mañana y columnas por la tarde realizando el vaciado durante la semana.
- Otras actividades: Se realizarán en nuestros tiempos muertos para un apoyo para el traslado de materiales como:
  - Cemento.
  - Arena.
  - Agua.
  - Encofrado.
  - Tuberías.

## 5.2 Carta de Balance para la semana 5

Elaborado el Lookahead procedemos con el control de las actividades programadas de la semana por medio de la carta balance, observando y anotando los trabajos no contributorios, contributorios y productivos del personal esto sirve para determinar cuál es el factor que afecta al rendimiento del personal y nos permite observar el impacto que le pueda ocasionar al trabajo en equipo; así como también nos ayuda a buscar la solución del posible problema.

Como se observa en la figura N°37 el primer sector corresponde a la mayoría del terreno techado de los cuales se asignó la cuadrilla de carpinteros para los trabajos de encofrado de columnas la distribución de las cuadrillas se pueden observar en el cuadro N°15 y como se ha distribuido dentro del sector analizado en la figura N°31, En el cuadro N°9 se puede observar la descripción de cada trabajo realizado y analizado según el tiempo indicado, la presencia de tomas de datos fue presencial con una carta balance por integrantes del staff entre ellos los tesisistas.

Los datos obtenidos los podemos ver en el Cuadro N°29 y los resultados en los gráficos N°12, N°13, N°14, N°15, Obtenemos como resultado que el trabajo contributorio resulto el de mayor porcentaje con un 35.00 % en comparación del trabajo productivo que obtuvo un 41.75 % y del no contributorio con un 23.25 % del total, estas lecturas se pueden mejorar porque es una partida controlada que no genera pérdidas.

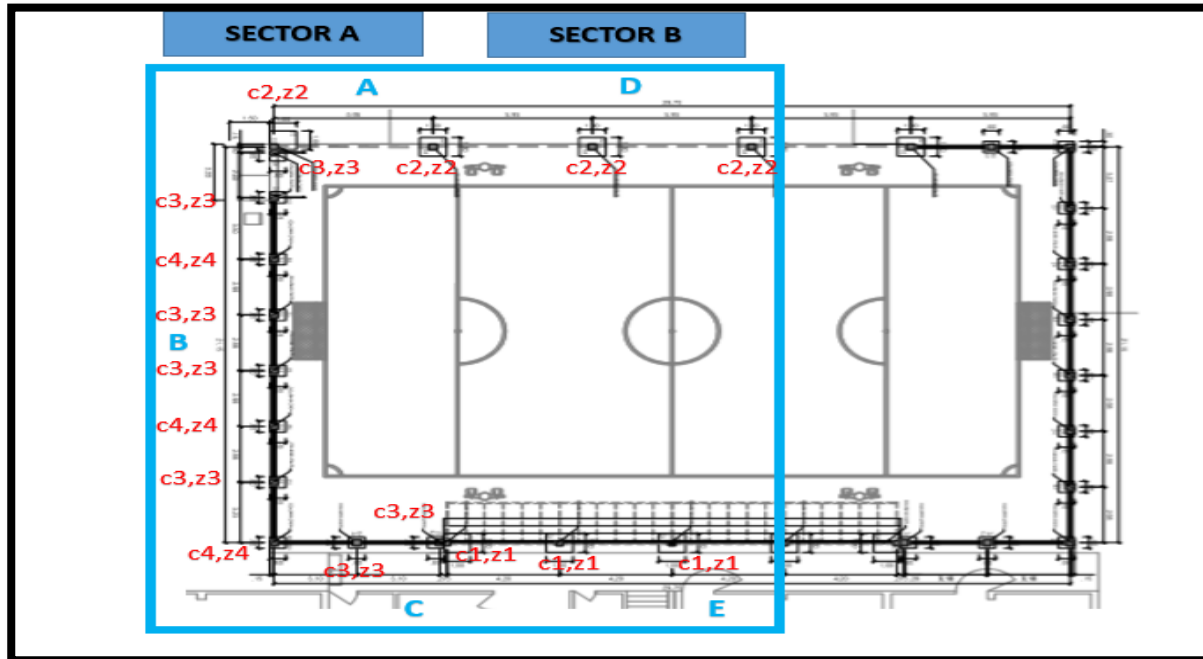


Figura 49: Sector de levantamiento para la carta balance  
 Fuente: Elaboración propia

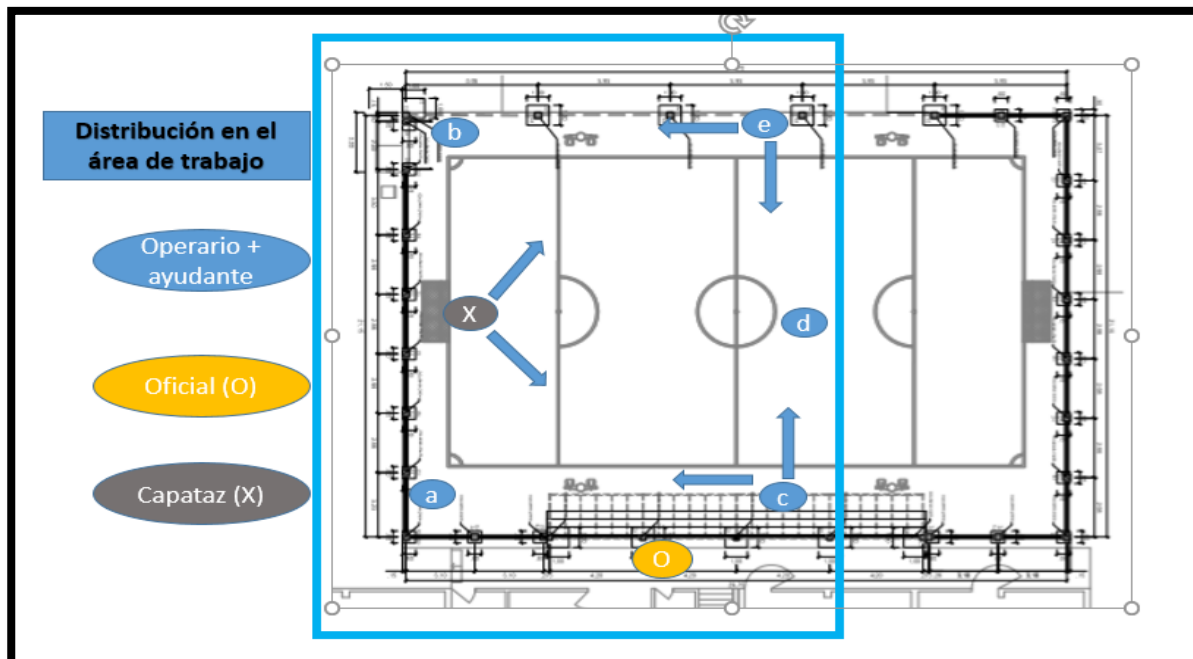


Figura 50: Esquema de distribución de la cuadrilla en el área de trabajo  
 Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Cuadrilla de la partida de encofrado.

PARTIDA: ENCOFRADO DE MUROS, LOSA Y COLUMNAS			
NOMBRE	CARGO	NOMBRE	CARGO
Pablo Portocarrero	Operario ( a )	Cristopher Andonayre ( a2 )	Oficial
Leonardo Rodriguez	Operario ( b )	José Ramos ( b2 )	Ayudante
José Nalvarte	Operario ( c )	Mateo Araujo ( c2 )	Ayudante
Alberto Colona	Operario ( d )	Carlos Carranza ( d2 )	Ayudante
Franklin Gutierrez	Operario( e )	Rafael Castro ( e2 )	Ayudante

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Descripción de Actividades

<b>CPZ</b>	Colocación planchas en Zapatas
<b>CAZ</b>	Colocar de accesorios en Zapatas
<b>CPC</b>	Colocar Planchas en Columnas
<b>CAC</b>	Colocar Accesorios en Columnas
<b>ALIN</b>	Colocar Trazos de Linderos
<b>PUNT</b>	Colocar Puntales
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>
<b>RAZ</b>	Retiro de Accesorios Zapatas
<b>I</b>	Recibir / Dar Instrucciones
<b>RA</b>	Retiro de Alineadores
<b>T</b>	Transporte de Material
<b>RPZ</b>	Retiro de Planchas Zapatas
<b>BUSQ</b>	Busqueda de Accesorios
<b>RAC</b>	Retiro de Accesorios Columnas
<b>RPC</b>	Retiro de Planchas de Columnas
<b>AD</b>	Aplicación de Desmoldante
<b>LE</b>	Limpieza de Encofrado
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>
<b>VIAJE</b>	Viaje Improductivo
<b>E</b>	Espera
<b>R</b>	Trabajo Rehecho
<b>TO</b>	Tiempo Ocioso

Fuente: Elaboración Propia.

	Operario. PORTOCARRERO ROMAN PABLO ERNESTO ( a )	Ayudante. ANDONAYRE BENITES CRISTOPHER ANDRÉ	Operario. LEONARDO RODRÍGUEZ ANTONIO ( b )	Ayudante. RAMOS CERMEÑO JOSE CARLOS	Operario. NALVARTE ALVA JOSÉ ALBERTO ( c )	Ayudante. LEONARDO RODRÍGUEZ ANTONIO	Operario. COLONA TAMARIZ DANES ALBERTO ( d )	Ayudante. CARRANZA GAVILAN CARLOS PAUL	Operario. GUTIERREZ GOMEZ FRANKLIN ( e )	Ayudante. CASTRO MEDINA RAFAEL RICARDO	Tiempo Promedio (min)
1	CAZ	E	RAZ	I	T	RPZ	RAZ	RAZ	T	CPC	1.00 min
2	CAZ	E	RAZ	RA	T	RPZ	RPZ	RAZ	I	CAC	1.00 min
3	CAZ	RAZ	RAZ	RA	T	RPZ	RAZ	RAZ	I	CAC	1.00 min
4	CAZ	RAZ	RAZ	RA	E	E	RAZ	RAZ	I	CAC	1.00 min
5	CAZ	RAZ	RAZ	RA	E	T	RAZ	RPZ	I	CAC	1.00 min
6	CAZ	I	RAZ	I	T	E	RAZ	RAZ	I	VIAJE	1.00 min
7	CAZ	RAZ	I	CAZ	LE	CAC	RAZ	RAZ	I	T	1.00 min
8	CAZ	I	I	CAZ	RPZ	CAC	RAZ	RAZ	VIAJE	E	1.00 min
9	CAZ	RAZ	RAZ	CAZ	E	CAC	RAZ	RPZ	VIAJE	CPC	1.00 min
10	CPC	RAZ	RAZ	CAZ	CAC	CAC	RAZ	E	VIAJE	CAC	1.00 min
11	CPC	RAZ	E	CAZ	CAC	TO	RAZ	E	VIAJE	CAC	1.00 min
12	RAZ	RAZ	RAZ	CAZ	LE	VIAJE	CAZ	T	VIAJE	CAC	1.00 min
13	RAZ	RAZ	RAZ	CAZ	LE	I	CAZ	R	VIAJE	BUSQ	1.00 min
14	RAZ	RAZ	RAZ	CAZ	LE	I	CAZ	R	VIAJE	BUSQ	1.00 min
15	CPC	RAZ	RAZ	CAZ	LE	T	CAZ	CAC	VIAJE	CPC	1.00 min
16	CPC	RAZ	RAZ	I	LE	T	CAZ	T	VIAJE	CAC	1.00 min
17	T	CAZ	VIAJE	CAZ	CPC	I	CAZ	T	VIAJE	CAC	1.00 min
18	T	CAZ	T	CAZ	LE	VIAJE	CAZ	E	VIAJE	VIAJE	1.00 min
19	CAC	CAZ	T	CAZ	LE	AD	CAZ	R	VIAJE	E	1.00 min
20	CAC	CAZ	T	CAZ	CPC	AD	CAZ	E	VIAJE	E	1.00 min
21	LE	CAZ	T	TO	CPC	CAC	CAZ	CAC	TO	CAC	1.00 min
22	LE	CAZ	E	RAZ	CAC	CAC	PUNT	CAC	TO	CAC	1.00 min
23	LE	CAZ	T	RAZ	CAC	CAC	PUNT	T	TO	I	1.00 min
24	RAZ	CAZ	T	I	CAC	CAC	PUNT	T	TO	CAC	1.00 min
25	RAZ	CAZ	E	RAZ	CAC	CPC	PUNT	VIAJE	TO	E	1.00 min
26	RPZ	CPC	RAZ	CPC	CAC	CPC	PUNT	T	TO	T	1.00 min
27	RPZ	RPZ	RPZ	RPZ	CAC	CPC	PUNT	T	TO	CPC	1.00 min
28	RPZ	RPZ	RPZ	RAZ	CAC	VIAJE	PUNT	VIAJE	T	CPZ	1.00 min
29	E	RAZ	RAZ	RAZ	TO	VIAJE	PUNT	T	T	CAZ	1.00 min
30	T	RAZ	T	RAZ	TO	T	PUNT	VIAJE	R	CAZ	1.00 min
31	T	RAZ	BUSQ	RAZ	TO	E	E	PUNT	RAC	CAZ	1.00 min
32	RPZ	RPZ	RAZ	RAZ	AD	T	T	TO	RAC	CAZ	1.00 min
33	T	RPZ	RAZ	RPZ	TO	T	T	E	RPC	CAZ	1.00 min
34	T	E	CAZ	E	CPC	I	E	E	RPC	CPZ	1.00 min
35	T	RAZ	CAZ	RAZ	AD	E	E	VIAJE	RAC	CAZ	1.00 min
36	E	E	CAZ	RAZ	AD	LE	T	VIAJE	RAC	CAZ	1.00 min
37	E	E	CAZ	RAZ	CPC	LE	CAC	T	RAC	CPZ	1.00 min
38	VIAJE	RAZ	CAZ	RAZ	CPC	AD	CAC	T	RPC	CAZ	1.00 min
39	RAZ	RPZ	CAZ	RAZ	CPC	AD	CAC	R	RAC	CAZ	1.00 min
40	RAZ	TO	CAZ	E	CAC	CPC	CAC	VIAJE	RAC	CAZ	1.00 min

Figura 51: Carta de balance

Fuente: Elaboración propia



41	RAZ	RPZ	CAZ	E	CAC	CAC	TO	VIAJE	RPC	CPZ	1.00 min
42	RPZ	RPZ	CAZ	T	CAC	CAC	TO	TO	RPC	CPZ	1.00 min
43	RAZ	RAZ	T	RAZ	BUSQ	CAC	VIAJE	TO	RAC	CPZ	1.00 min
44	RPZ	VIAJE	BUSQ	TO	BUSQ	CAC	VIAJE	AD	RAC	CPZ	1.00 min
45	RPZ	VIAJE	RAZ	I	BUSQ	LE	T	AD	RAC	CAZ	1.00 min
46	E	ALIM	VIAJE	ALIM	AD	LE	T	TO	RPC	CAZ	1.00 min
47	E	ALIM	VIAJE	ALIM	TO	CPC	E	TO	RAC	CAZ	1.00 min
48	CAC	RPZ	RAZ	ALIM	TO	CPC	CPC	TO	RAC	CAZ	1.00 min
49	CAC	RPZ	RAZ	ALIM	TO	CPC	ALIM	TO	RPC	CPZ	1.00 min
50	CAC	RAZ	RPZ	I	TO	CPC	R	VIAJE	RPC	CAZ	1.00 min
51	CAC	RAZ	RPZ	I	TO	CPC	ALIM	VIAJE	RAC	CAZ	1.00 min
52	CAC	VIAJE	RAZ	RAZ	TO	CPC	CPC	VIAJE	RAC	CAZ	1.00 min
53	CAC	LE	T	VIAJE	TO	CPC	AD	VIAJE	VIAJE	VIAJE	1.00 min
54	RAC	LE	T	BUSQ	T	CAC	AD	VIAJE	VIAJE	VIAJE	1.00 min
55	RAC	I	RPZ	I	TO	VIAJE	CPC	LE	VIAJE	VIAJE	1.00 min
56	RAC	E	ALIM	RAZ	CAC	VIAJE	CAC	LE	RAC	VIAJE	1.00 min
57	RAC	I	ALIM	T	CAC	VIAJE	CAC	LE	RAC	T	1.00 min
58	RAC	T	RPZ	T	CAC	BUSQ	CPC	AD	RAC	E	1.00 min
59	RAC	E	RAZ	I	CAC	BUSQ	CPC	AD	RAC	LE	1.00 min
60	RAC	T	CPZ	I	CAC	AD	CPC	VIAJE	RPZ	LE	1.00 min
61	RAC	T	CPZ	RAZ	CAC	TO	CAC	BUSQ	RPZ	AD	1.00 min
62	RAC	T	R	CPZ	CAC	TO	CAC	BUSQ	RAC	VIAJE	1.00 min
63	RAC	T	T	VIAJE	I	TO	CAC	TO	RAC	VIAJE	1.00 min
64	RAC	T	T	VIAJE	I	CAC	CAC	TO	RAC	CAZ	1.00 min
65	T	TO	TO	VIAJE	TO	CAC	CAC	VIAJE	RAC	E	1.00 min
66	T	TO	RPZ	VIAJE	TO	CAC	CAC	VIAJE	RPZ	E	1.00 min
67	T	R	RPZ	CPZ	TO	I	CPC	I	RAC	E	1.00 min
68	R	R	E	CPZ	TO	CPC	CPC	R	RPZ	E	1.00 min
69	R	RPZ	E	CPZ	TO	CPC	CPC	TO	E	TO	1.00 min
70	LE	TO	I	CAZ	CAZ	BUSQ	CAC	LE	CAZ	ALIM	1.00 min
71	T	BUSQ	CAC	CAZ	CAZ	TO	CAC	LE	LE	ALIM	1.00 min
72	T	CAZ	CAC	CAZ	CAZ	TO	CAC	LE	TO	ALIM	1.00 min
73	E	TO	CAC	VIAJE	AD	TO	CAC	TO	CAZ	ALIM	1.00 min
74	TO	CAZ	CAC	VIAJE	AD	BUSQ	CAC	TO	CAZ	ALIM	1.00 min
75	TO	CAZ	CAC	LE	CPZ	CPZ	CAC	TO	CPZ	CAZ	1.00 min
76	CPZ	CAZ	CAC	LE	TO	TO	CAC	CPZ	CAZ	CAZ	1.00 min
77	TO	CAZ	CAC	CPC	CAZ	I	CAC	CPZ	CAZ	CAZ	1.00 min
78	CPZ	CPZ	CPC	CPC	CPZ	CAZ	CAC	CAZ	CAZ	CPZ	1.00 min
79	CPZ	CAZ	CAC	LE	CAZ	AD	CAC	TO	CPC	CAC	1.00 min
80	LE	CAZ	VIAJE	LE	TO	AD	CAC	TO	CAZ	CAC	1.00 min

Figura 52: Carta de balance

Fuente: Elaboración propia

Tipo	Leyenda	TRABAJO PRODUCTIVO	Total	Inc Total	Inc por Trabajo	%
TP	CPZ	Colocación planchas en Zapatas	25	3.13%	8.93%	35.00%
	CAZ	Colocar de accesorios en Zapatas	95	11.88%	33.93%	
	CPC	Colocar Planchas en Columnnas	44	5.50%	15.71%	
	CAC	Colocar Accesorios en Columnnas	91	11.38%	32.50%	
	ALIN	Colocar Trazos de Linderos	15	1.88%	5.36%	
	PUNT	Colocar Puntales	10	1.25%	3.57%	
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>						
TC	RAZ	Retiro de Accesorios Zapatas	85	10.63%	25.45%	41.75%
	I	Recibir / Dar Instrucciones	33	4.13%	9.88%	
	RA	Retiro de Alineadores	4	0.50%	1.20%	
	T	Transporte de Material	65	8.13%	19.46%	
	RPZ	Retiro de Planchas Zapatas	38	4.75%	11.38%	
	BUSQ	Busqueda de Accesorios	17	2.13%	5.09%	
	RAC	Retiro de Accesorios Columnas	34	4.25%	10.18%	
	RPC	Retiro de Planchas de Columnas	8	1.00%	2.40%	
	AD	Aplicación de Desmoldante	18	2.25%	5.39%	
	LE	Limpieza de Enconfrado	32	4.00%	9.58%	
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>						
TNC	VIAJE	Viaje Improductivo	62	7.75%	33.33%	23.25%
	E	Espera	48	6.00%	25.81%	
	R	Trabajo Rehecho	12	1.50%	6.45%	
	TO	Tiempo Ocioso	64	8.00%	34.41%	
<b>TOTAL</b>			<b>800</b>	<b>100.00%</b>		<b>100.00%</b>

Figura 53: Carta de balance

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas y culminadas las diferentes actividades de cada trabajo elaboramos las gráficas para poder conocer el porcentaje de los trabajos productivos, trabajos contributorio y trabajos no contributorios.

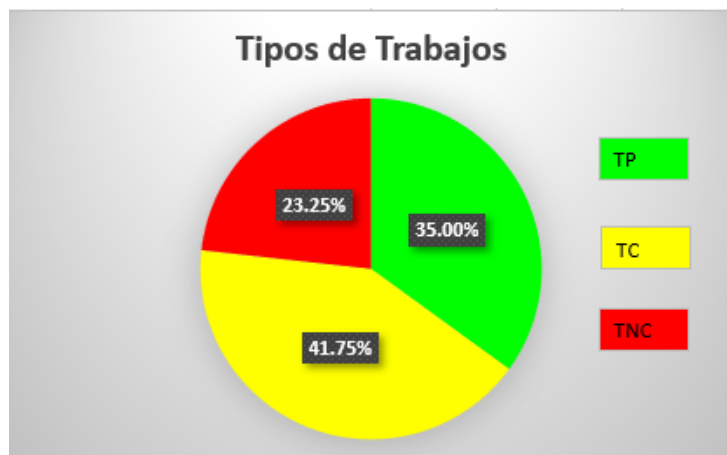


Figura 54: Rendimientos de tipos de trabajos de la primera muestra

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2 Trabajo Productivo

Legenda	TRABAJO PRODUCTIVO	Inc por Trabajo	%
<b>CPZ</b>	Colocaciones planchas en Zapatas	8.93%	<b>35.00%</b>
<b>CAZ</b>	Colocar de accesorios en Zapatas	33.93%	
<b>CPC</b>	Colocar Planchas en Columnnas	15.71%	
<b>CAC</b>	Colocar Accesorios en Columnnas	32.50%	
<b>ALIN</b>	Colocar Trazos de Linderos	5.36%	
<b>PUNT</b>	Colocar Puntales	3.57%	

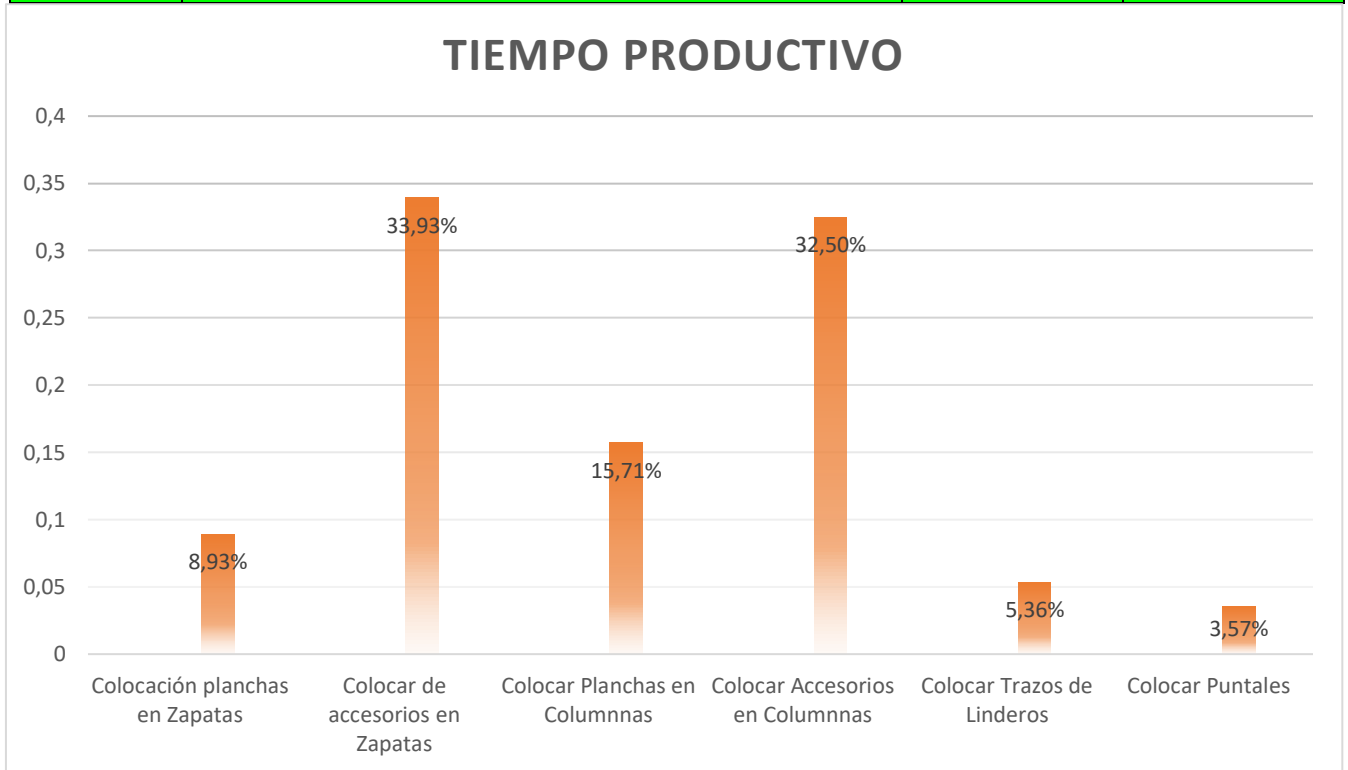


Figura 55: Tiempo Productivo primera muestra

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3 Trabajo Contributorio

Leyenda	TRABAJO CONTRIBUTORIO	Inc por Trabajo	%
RAZ	Retiro de Accesorios Zapatas	25.45%	<b>41.75%</b>
I	Recibir / Dar Instrucciones	9.88%	
RA	Retiro de Alineadores	1.20%	
T	Transporte de Material	19.46%	
RPZ	Retiro de Planchas Zapatas	11.38%	
BUSQ	Busqueda de Accesorios	5.09%	
RAC	Retiro de Accesorios Columnas	10.18%	
RPC	Retiro de Planchas de Columnas	2.40%	
AD	Aplicación de Desmoldante	5.39%	
LE	Limpieza de Enconfrado	9.58%	

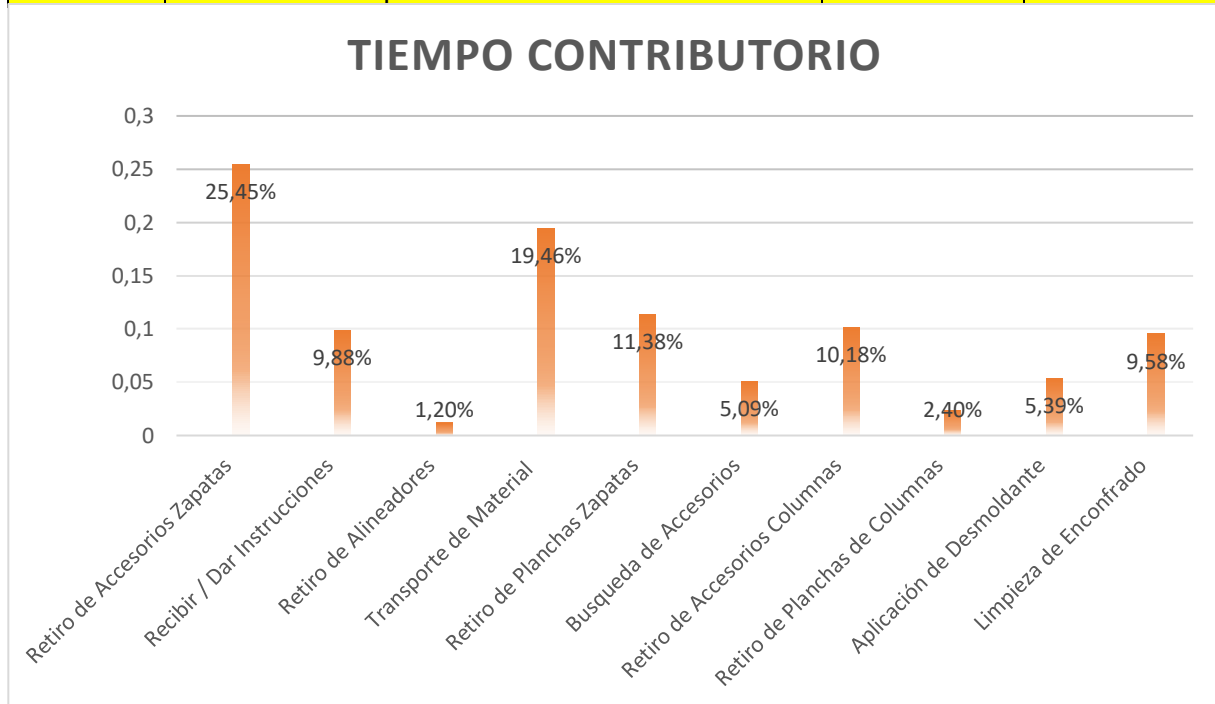


Figura 56: Tiempo Contributorio primera muestra

Fuente: Elaboración propia

**5.2.4 Trabajo No Contributorio**

Leyenda	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	Inc por Trabajo	%
<b>VIAJE</b>	Viaje Improductivo	33.33%	<b>23.25%</b>
<b>E</b>	Espera	25.81%	
<b>R</b>	Trabajo Rehecho	6.45%	
<b>TO</b>	Tiempo Ocioso	34.41%	

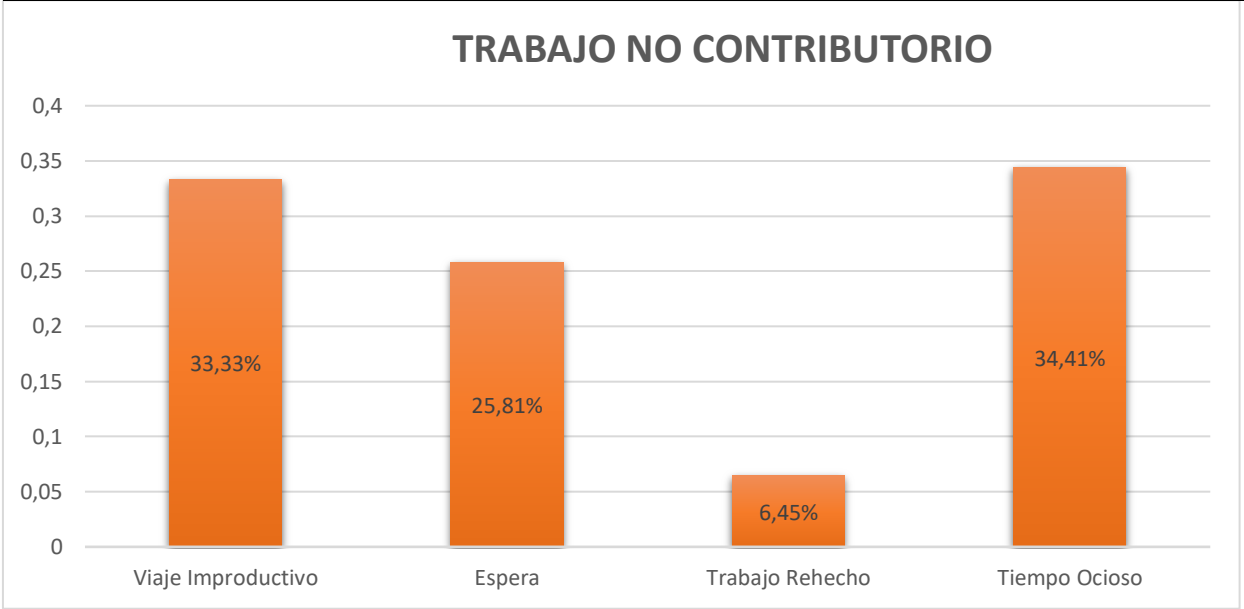


Figura 57: Tiempo no contributorio primera muestra

Fuente: Elaboración propia

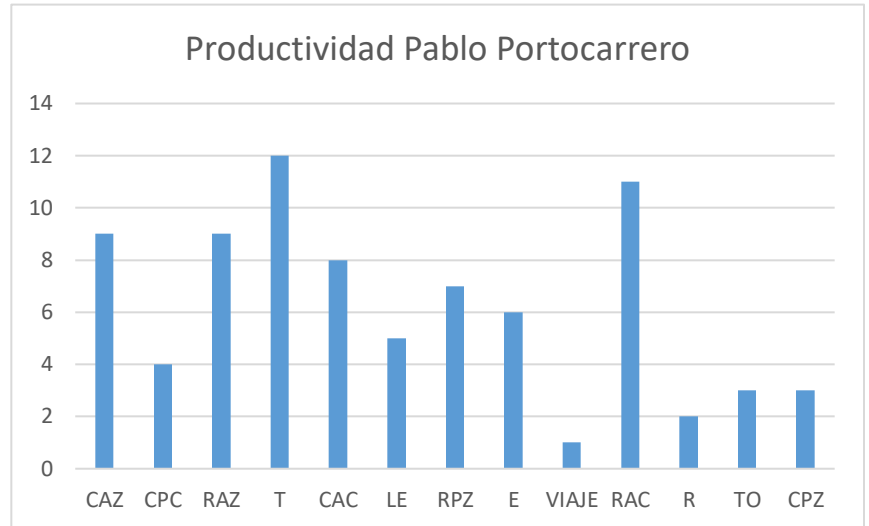
Analizado cada tipo de trabajo nos damos cuenta que:

- Nuestro tiempo Productivo es alto sobre todo en los trabajos de colocación de accesorios en zapatas y colocación de accesorios en columnas para cual debemos analizar a cada trabajador por separado para obtener una mejora en los trabajos realizados.
- Nuestro tiempo contributorio es alto sobre todo en los trabajos de transporte de material y retiro de accesorio zapatas para cual debemos analizar a cada trabajador por separado para obtener un resultado concreto y realizar un análisis previo de los trabajos.
- Nuestro tiempo no contributorio es alto sobre todo en esperas, tiempo ocioso y trabajos de viajes improductivo para cual debemos analizar a cada trabajador por separado resaltando los trabajos principales que los conlleva a realizar más actividad durante su jornada laboral.

## Análisis de la pareja N.º 1

Tabla 26. Productividad del Operario Pablo Portocarrero

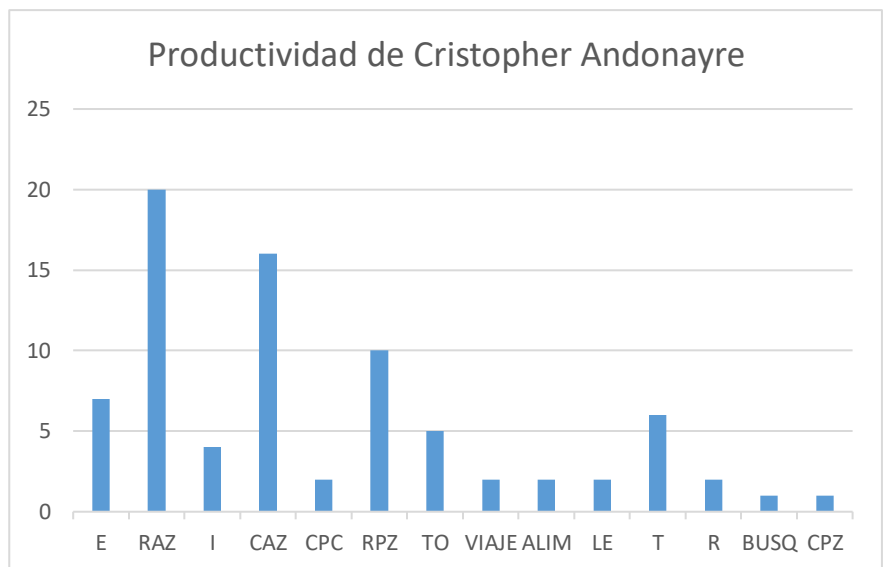
Operario	Nro. trabajos
CAZ	9
CPC	4
CAC	8
CPZ	3
<b>T</b>	<b>12</b>
LE	5
RPZ	7
<b>RAC</b>	<b>11</b>
RAZ	9
VIAJE	1
R	2
TO	3
E	6



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Productividad del Ayudante Cristopher Andonayre

Ayudante	Nro. trabajos
<b>CAZ</b>	<b>16</b>
CPC	2
ALIM	2
CPZ	1
<b>RAZ</b>	<b>20</b>
RPZ	10
BUSQ	1
T	6
I	4
LE	2
VIAJE	2
R	2
TO	5
E	7

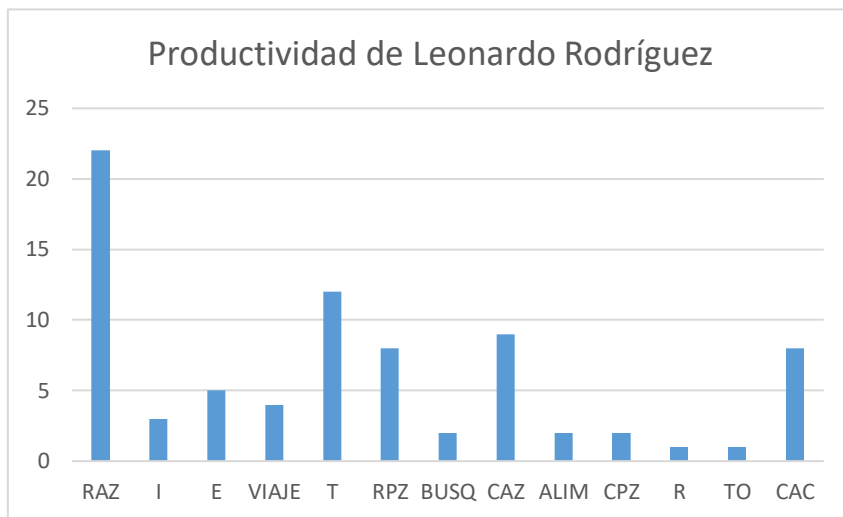


Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de la pareja N.º 2

Tabla 28. Productividad del Operario Leonardo Rodríguez

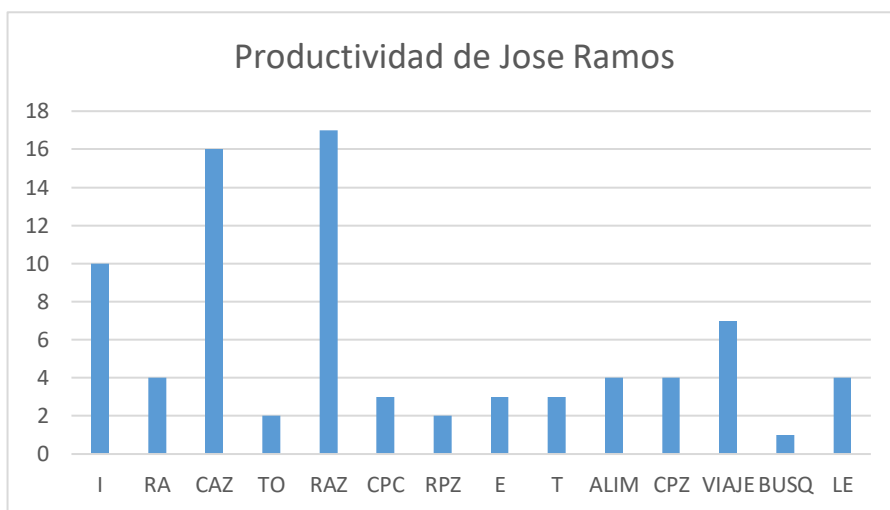
Operario	Nro. trabajos
CAZ	9
CPZ	2
CPC	1
CAC	8
<b>RAZ</b>	<b>22</b>
RPZ	8
BUSQ	2
I	3
ALIM	2
<b>T</b>	<b>12</b>
VIAJE	4
TO	1
R	1
E	5



Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Productividad del Ayudante José Ramos

Ayudante	Nro. trabajos
CPC	3
CPZ	4
<b>CAZ</b>	<b>16</b>
ALIM	4
<b>RAZ</b>	<b>17</b>
I	10
RPZ	2
BUSQ	1
T	3
LE	4
RA	4
VIAJE	7
E	3
TO	2



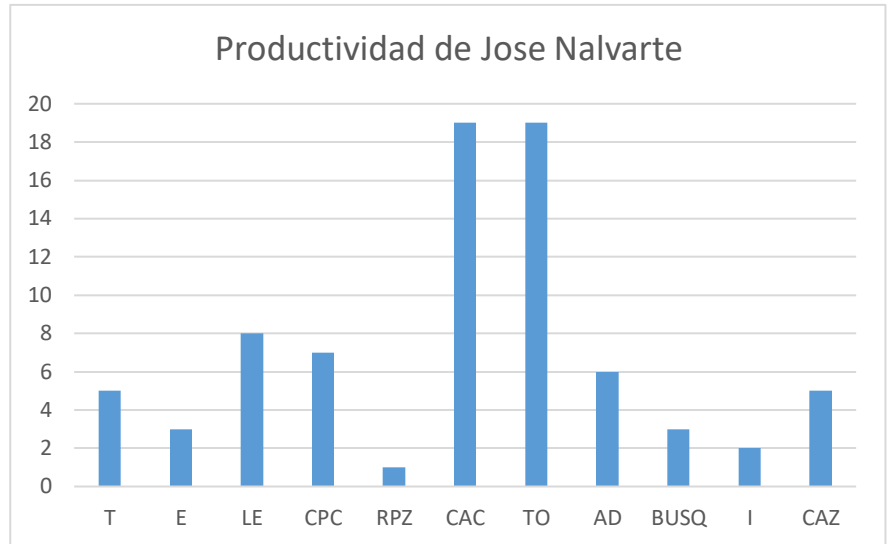
Fuente: Elaboración propia



### Análisis de la pareja N.º 3

Tabla 30. Productividad del Operario José Navarte

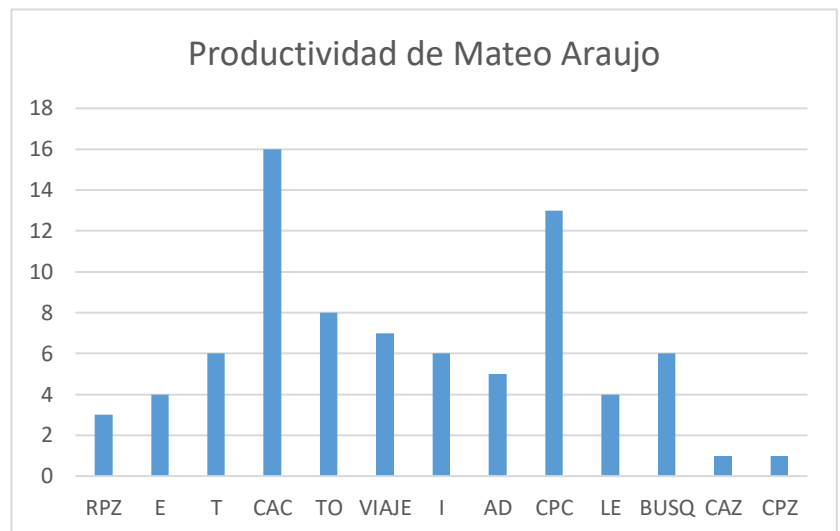
Operario	Nro. trabajos
<b>CAC</b>	<b>19</b>
CAZ	5
CPZ	2
CPC	7
RPZ	1
T	5
LE	8
AD	6
BUSQ	3
I	2
E	3
<b>TO</b>	<b>19</b>



Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Productividad del Ayudante Mateo Araujo

Ayudante	Nro. trabajos
<b>CAC</b>	<b>16</b>
CAZ	1
CPZ	1
<b>CPC</b>	<b>13</b>
T	6
BUSQ	6
I	6
AD	5
RPZ	3
LE	4
VIAJE	7
E	4
TO	8

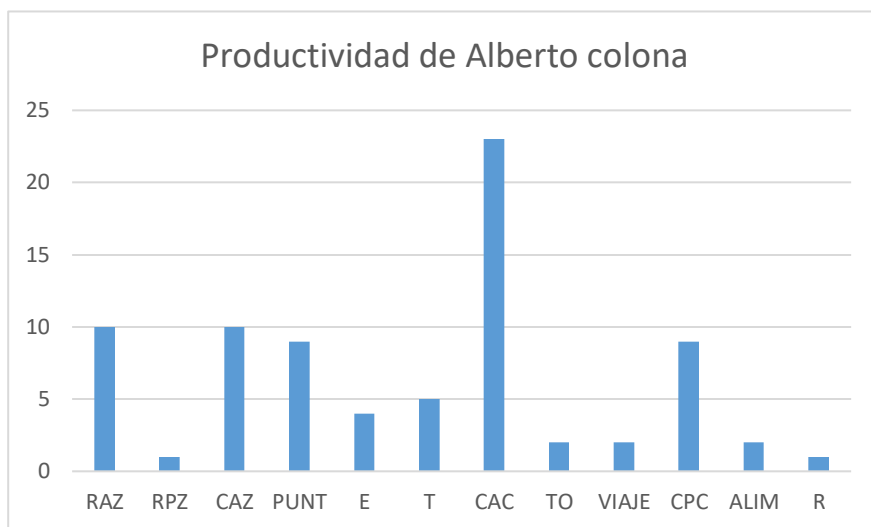


Fuente: Elaboración propia

## Análisis de la pareja N.º 4

Tabla 32. Productividad del Operario Alberto Colona

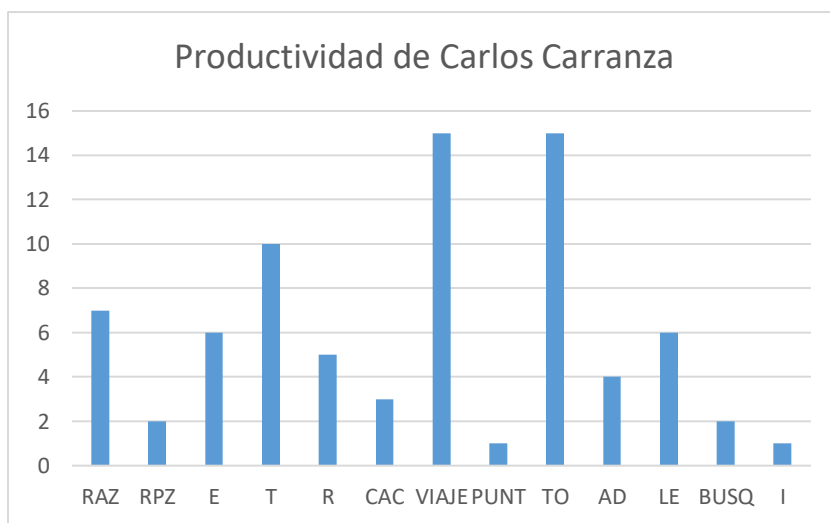
Operario	Nro. trabajos
CAC	23
CPC	9
CAZ	10
PUNT	9
ALIM	2
RAZ	10
RPZ	1
AD	2
T	5
VIAJE	2
R	1
E	4
TO	2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Productividad del Ayudante Carlos Carranza

Ayudante	Nro trabajos
CPZ	2
CAC	3
CAZ	1
PUNT	1
RAZ	7
T	10
BUSQ	2
RPZ	2
I	1
AD	4
LE	6
VIAJE	15
R	5
E	6
TO	15

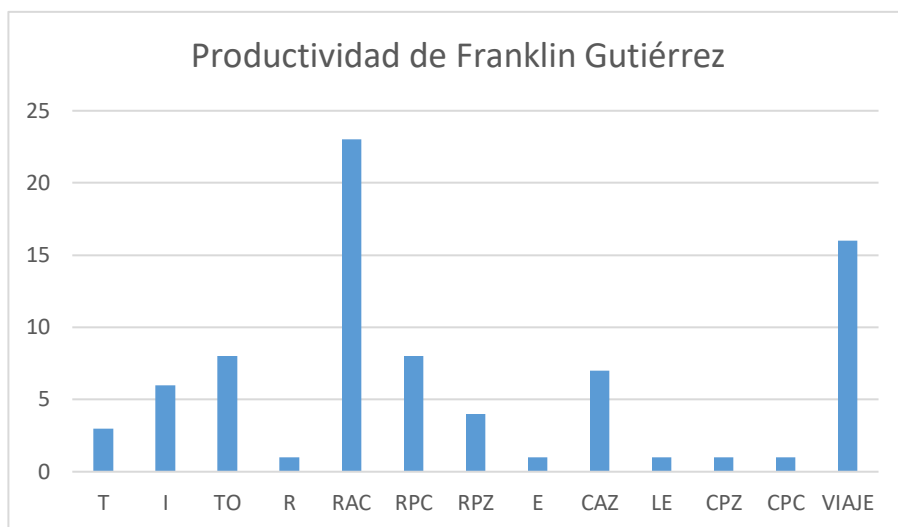


Fuente: Elaboración propia

## Análisis de la pareja N.º 5

Tabla 34. Productividad del Operario Franklin Gutiérrez

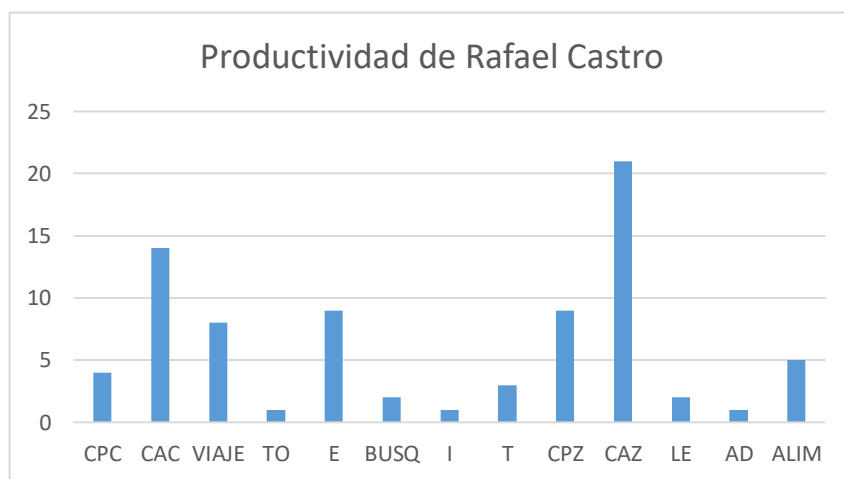
Operario	Nro trabajos
CAZ	7
CPZ	1
CPC	1
<b>RAC</b>	<b>23</b>
I	6
RPC	8
RPZ	4
LE	1
T	3
<b>VIAJE</b>	<b>16</b>
E	1
R	1
TO	8



Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Productividad del Ayudante Rafael Castro

Ayudante	Nro trabajos
CPC	4
<b>CAC</b>	<b>14</b>
<b>CAZ</b>	<b>21</b>
ALIM	5
CPZ	9
BUSQ	2
I	1
T	3
AD	1
LE	2
VIAJE	8
E	9
TO	1



Fuente: Elaboración propia

Al analizar a cada operario y ayudante deducimos que los trabajos mayores realizados por ambos trabajadores son los CAZ y el trabajo CAC (colocación accesorios en columnas) para deducir el trabajo en equipo haremos un gráfico donde se muestra la clasificación de tiempo de cada uno de los trabajadores evaluado en parejas.

Tabla 36. Análisis por pareja de la primera muestra.

ANÁLISIS POR PAREJA			
Cuadrilla	TP	TC	TNC
Pareja 1	45	87	28
Pareja 2	49	88	23
Pareja 3	64	55	41
Pareja 4	60	50	50
Pareja 5	62	54	44

Fuente: Elaboración propia.

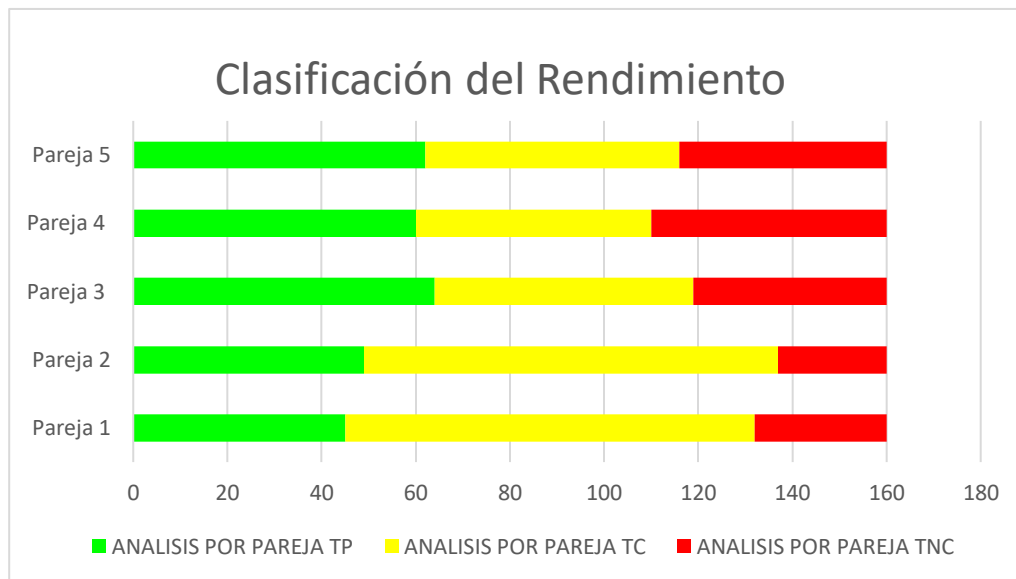


Figura 58: Clasificación de rendimiento por pareja de la primera muestra.

Fuente: Elaboración propia.

- Deducimos que la pareja 1 tiene un alto índice de improductividad al tener el tiempo productivo menor y el tiempo contributorio y tiempo no contributorio exageradamente mayor. Como medida correctiva en coordinación con el contratista se realizó el cambio de operario y ayudante.

### **5.2.5 Diagnóstico de la primera medición**

De acuerdo a lo analizado en la primera medición de la carta balance deducimos que las actividades que ocupan mayor tiempo en plena ejecución de la actividad son:

**COLOCACION DE ACCESORIOS EN COLUMNAS:** En la primera etapa de mediciones de cada trabajador operario y ayudante esta actividad productiva fue la que más se ejerció, esto es porque se realizó la colocación de en varias columnas para el sostenimiento de los postes metálicos.

**RETIRO DE ACCESORIOS EN ZAPATAS:** En la primera etapa de mediciones a cada trabajador operario y ayudante esta actividad contributorio fue la que más se ejerció, esto es por consecuencia que debido a la cantidad de columnas ejecutadas y la demora en el traslado de accesorios.

**VIAJE:** En la primera etapa de mediciones a cada trabajador operario y ayudante esta actividad no contributorio fue la que más se ejerció, esto se debe en consecuencia a la actividad de traslado de material y accesorios de zapatas y columnas, también el traslado a los servicios higiénicos que generaba tiempo muerto en los trabajadores y maquinarias.

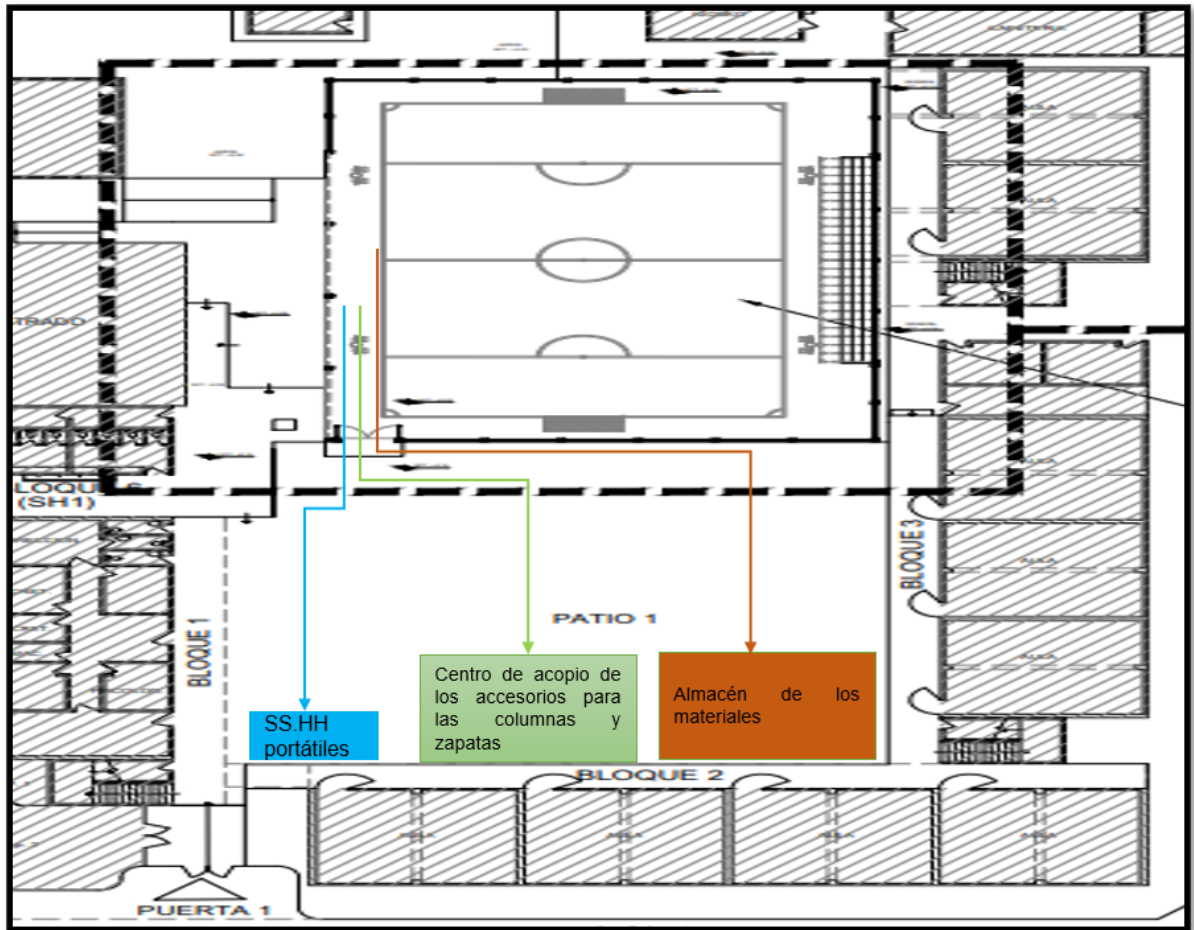


Figura 59: Diagrama en planta.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Movimiento de trabajadores.

CALCULO DEL TIEMPO PRIMER MOVIMIENTO DE TRABAJADORES			
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO
1.01	DISTANCIA RECORRIDA	ML	27.4
1.02	CANTIDAD DE AYUDANTES	UNID	6.00
1.03	CANTIDAD DE PANELES	UNID	70.00
1.04	RECORRIDO DE UN AYUDANTE	SEG	60.00
ACTIVIDAD REALIZADA		SEG	4200.00
		HRS	1.17 min

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Movimiento de trabajadores.

CALCULO DEL TIEMPO PRIMER MOVIMIENTO DE TRABAJADORES			
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO
1.01	DISTANCIA RECORRIDA	ML	8
1.02	CANTIDAD DE AYUDANTES	UNID	8.00
1.03	VECES EN TRASLADARSE AL SS. HH	UNID	36.00
1.04	RECORRIDO DE UN AYUDANTE	SEG	60.00
ACTIVIDAD REALIZADA		SEG	2160.00
		HRS	36 min

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.5.1 Elaboración de mejoras para la primera etapa de mediciones

Este análisis te permite organizar puntos de acopio más cercanos y realizar un control mejorado del personal.

**COLOCACION DE ACCESORIOS EN COLUMNAS:** Se realizó una reubicación del centro de acopio más cercano donde se pueda realizar el traslado de los accesorios y poder reducir los tiempos para una mejora en la productividad.

**RETIRO DE ACCESORIOS EN ZAPATAS:** Se realizó una reubicación del centro de acopio y esto conlleva a realizar una programación para el retiro de los accesorios de un lugar a otro siendo este más cercano, con previa coordinación con el ingeniero de campo y contratista de encofrado.

**VIAJE:** Después de definir los movimientos del traslado se realizará un diagrama de planta y definir los lugares y hacer la reubicación para que el almacén, centro de acopio de los accesorios y servicios higiénicos se encuentre más cercano, para que nos permita realizar una mayor productividad y evitar el viaje inapropiado de los trabajadores y maquinarias.

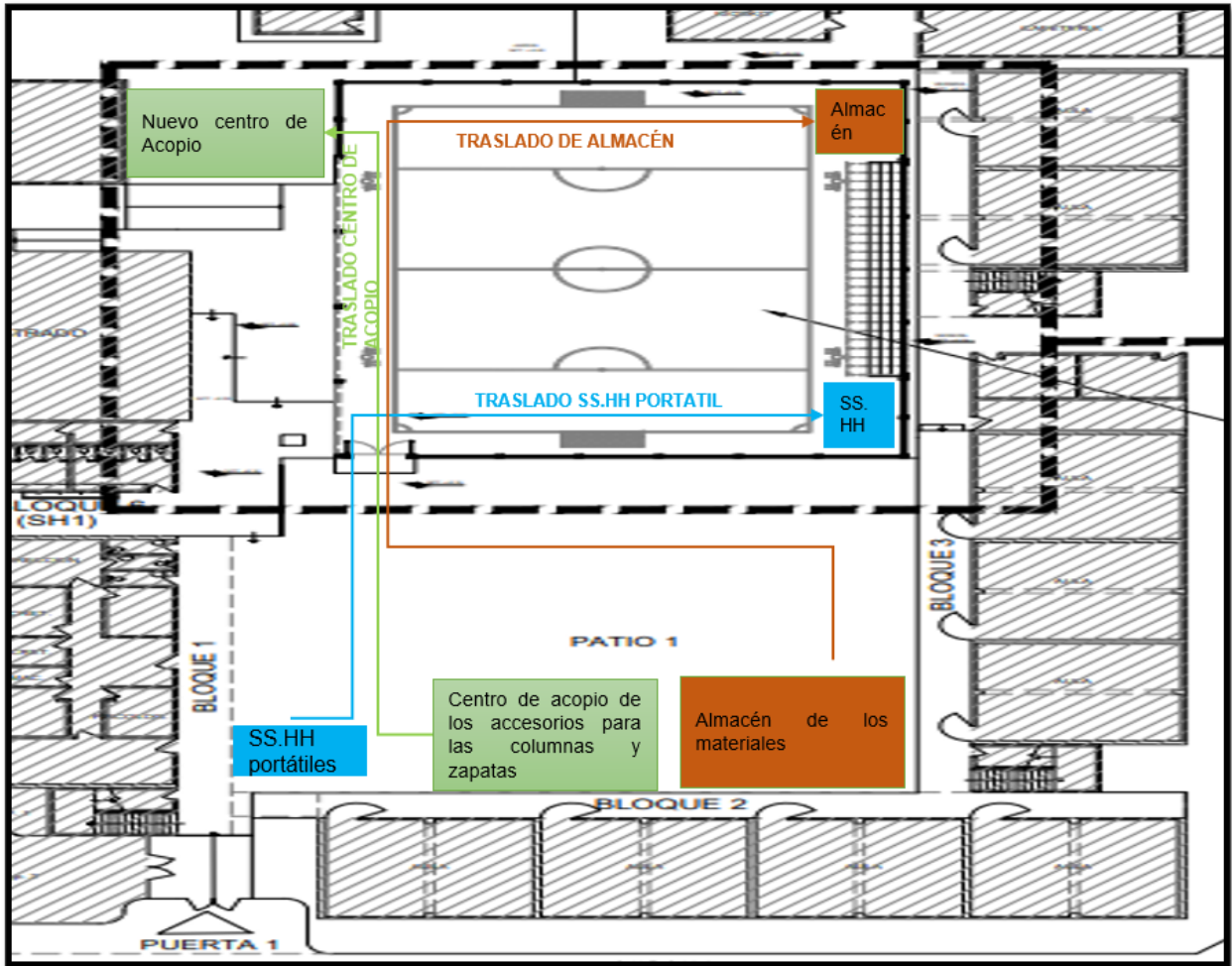


Figura 60: Diagrama en planta.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Movimiento de trabajadores.

CALCULO DEL TIEMPO PRIMER MOVIMIENTO DE TRABAJADORES			
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO
1.01	DISTANCIA RECORRIDA	ML	8
1.02	CANTIDAD DE AYUDANTES	UNID	6.00
1.03	CANTIDAD DE PANELES	UNID	70.00
1.04	RECORRIDO DE UN AYUDANTE	SEG	10.00
ACTIVIDAD REALIZADA		SEG	700.00
		HRS	12 min

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 40. Movimiento de trabajadores.

CALCULO DEL TIEMPO PRIMER MOVIMIENTO DE TRABAJADORES			
ITEM	ACTIVIDAD	UNID	METRADO
1.01	DISTANCIA RECORRIDA	ML	8
1.02	CANTIDAD DE AYUDANTES	UNID	8.00
1.03	VECES EN TRASLADARSE AL SS. HH	UNID	36.00
1.04	RECORRIDO DE UN AYUDANTE	SEG	10.00
ACTIVIDAD REALIZADA		SEG	360.00
		HRS	6 min

Fuente: Elaboración propia.

	Operario. PORTOCARRERO ROMAN PABLO ERNESTO ( a )	Ayudante. ANDONAYRE BENITES CRISTOPHER ANDRÉ	Operario. LEONARDO RODRÍGUEZ ANTONIO ( b )	Ayudante. RAMOS CERMEÑO JOSE CARLOS	Operario. NALVARTE ALVA JOSÉ ALBERTO ( c )	Ayudante. LEONARDO RODRÍGUEZ ANTONIO	Operario. COLONA TAMARIZ DANES ALBERTO ( d )	Ayudante. CARRANZA GAVILAN CARLOS PAUL	Operario. GUTIERREZ GOMEZ FRANKLIN ( e )	Ayudante. CASTRO MEDINA RAFAEL RICARDO	Tiempo Promedio (min)
1	CAZ	PUNT	CAZ	I	T	RPZ	RAZ	RAZ	T	CPC	1.00 min
2	CAZ	PUNT	RAZ	RA	T	RPZ	RPZ	RAZ	I	CAZ	1.00 min
3	CAZ	RAZ	CAZ	RA	T	RPZ	RAZ	RAZ	I	CAZ	1.00 min
4	CAZ	CAZ	RAZ	RA	E	PUNT	CAZ	RAZ	I	CAZ	1.00 min
5	CAZ	RAZ	RAZ	RA	E	T	RAZ	RPZ	I	CAZ	1.00 min
6	CAZ	I	RAZ	I	T	E	RAZ	RAZ	I	VIAJE	1.00 min
7	CAZ	RAZ	I	CAZ	LE	CAC	CAZ	RAZ	I	CPZ	1.00 min
8	CAZ	I	I	CAZ	RPZ	CAC	RAZ	RAZ	CAZ	E	1.00 min
9	CAZ	CAC	RAZ	CAZ	PUNT	CAC	RAZ	RPZ	VIAJE	CPC	1.00 min
10	CPC	RAZ	RAZ	CAZ	CAC	CAC	CAZ	E	VIAJE	CAC	1.00 min
11	CPC	CAC	E	CAZ	CAC	CPZ	RAZ	E	CAZ	CAC	1.00 min
12	RAZ	RAZ	RAZ	CAZ	LE	VIAJE	CAZ	T	VIAJE	CAC	1.00 min
13	CAZ	CAZ	RAZ	CAZ	CPC	I	CAZ	R	VIAJE	BUSQ	1.00 min
14	RAZ	RAZ	RAZ	CAZ	CPC	I	CAZ	ALIM	CAZ	BUSQ	1.00 min
15	CPC	RAZ	RAZ	CAZ	LE	CPZ	CAZ	CAC	VIAJE	CPC	1.00 min
16	CPC	RAZ	RAZ	I	CPC	T	CAZ	T	VIAJE	CAC	1.00 min
17	T	CAZ	VIAJE	CAZ	CPC	I	CAZ	CPZ	VIAJE	CAC	1.00 min
18	PUNT	CAZ	T	CAZ	LE	VIAJE	CAZ	E	CAZ	VIAJE	1.00 min
19	CAC	CAZ	PUNT	CAZ	CPC	AD	CAZ	ALIM	VIAJE	E	1.00 min
20	CAC	CAZ	PUNT	CAZ	CPC	AD	CAZ	PUNT	CAZ	PUNT	1.00 min
21	LE	CAZ	PUNT	CPZ	CPC	CAC	CAZ	CAC	CPC	CAC	1.00 min
22	CPC	CAZ	E	RAZ	CAC	CAC	PUNT	CAC	CPC	CAC	1.00 min
23	LE	CAZ	T	RAZ	CAC	CAC	PUNT	T	CPZ	I	1.00 min
24	CAC	CAZ	T	I	CAC	CAC	PUNT	T	CPZ	CAC	1.00 min
25	RAZ	CAZ	PUNT	RAZ	CAC	CPC	PUNT	VIAJE	CPZ	E	1.00 min
26	CAZ	CPC	RAZ	CPC	CAC	CPC	PUNT	T	CPZ	T	1.00 min
27	CAZ	RPZ	RPZ	RPZ	CAC	CPC	PUNT	T	TO	CPC	1.00 min
28	RPZ	RPZ	RPZ	RAZ	CAC	VIAJE	PUNT	VIAJE	T	CPZ	1.00 min
29	E	CAC	RAZ	RAZ	CPC	VIAJE	PUNT	T	T	CAZ	1.00 min
30	T	CAC	T	RAZ	CPZ	T	PUNT	VIAJE	R	CAZ	1.00 min
31	PUNT	CAZ	BUSQ	RAZ	CPZ	E	E	PUNT	RAC	CAZ	1.00 min
32	RPZ	CAZ	CAC	RAZ	AD	T	T	TO	RAC	CAZ	1.00 min
33	T	RPZ	RAZ	RPZ	CPZ	T	T	E	RPC	CAZ	1.00 min
34	PUNT	E	CAZ	E	CPC	I	E	E	RPC	CPZ	1.00 min
35	PUNT	RAZ	CAZ	RAZ	AD	E	E	VIAJE	RAC	CAZ	1.00 min
36	PUNT	PUNT	CAZ	RAZ	AD	LE	T	PUNT	RAC	CAZ	1.00 min
37	PUNT	PUNT	CAZ	RAZ	CPC	LE	CAC	T	RAC	CPZ	1.00 min
38	CAZ	CAZ	CAZ	RAZ	CPC	AD	CAC	T	RPC	CAZ	1.00 min
39	CAC	RPZ	CAZ	RAZ	CPC	AD	CAC	R	RAC	CAZ	1.00 min
40	CAC	CPC	CAZ	E	CAC	CPC	CAC	PUNT	RAC	CAZ	1.00 min

Figura 61: Carta Balance mejorada

Fuente: Elaboración propia.

41	RAZ	RPZ	CAZ	E	CAC	CAC	CPC	PUNT	RPC	CPZ	1.00 min
42	RPZ	CAZ	CAZ	T	CAC	CAC	CPC	TO	RPC	CPZ	1.00 min
43	RAZ	RAZ	T	RAZ	BUSQ	CAC	VIAJE	CPZ	RAC	CPZ	1.00 min
44	RPZ	CAZ	BUSQ	CPC	BUSQ	CAC	PUNT	AD	RAC	CPZ	1.00 min
45	RPZ	VIAJE	RAZ	I	BUSQ	LE	T	AD	RAC	CAZ	1.00 min
46	PUNT	ALIM	CAZ	ALIM	AD	LE	T	TO	RPC	CAZ	1.00 min
47	PUNT	ALIM	CAZ	ALIM	CPZ	CPC	E	CPC	RAC	CAZ	1.00 min
48	CAC	RPZ	RAZ	ALIM	CPC	CPC	CPC	CPZ	RAC	CAZ	1.00 min
49	CAC	RPZ	RAZ	ALIM	CPZ	CPC	ALIM	CPC	RPC	CPZ	1.00 min
50	CAC	CAC	RPZ	I	CPZ	CPC	R	PUNT	RPC	CAZ	1.00 min
51	CAC	CAC	CAZ	I	CPZ	CPC	ALIM	CAZ	RAC	CAZ	1.00 min
52	CAC	VIAJE	RAZ	RAZ	CPZ	CPC	CPC	CAZ	RAC	CAZ	1.00 min
53	CAC	LE	PUNT	VIAJE	CPZ	CPC	AD	VIAJE	CAZ	CAZ	1.00 min
54	RAC	LE	T	BUSQ	CPZ	CAC	AD	PUNT	PUNT	CAZ	1.00 min
55	RAC	I	RPZ	I	CPZ	VIAJE	CPC	LE	CAZ	CAZ	1.00 min
56	RAC	PUNT	ALIM	RAZ	CAC	VIAJE	CAC	LE	RAC	VIAJE	1.00 min
57	RAC	I	ALIM	T	CAC	PUNT	CAC	LE	RAC	CPZ	1.00 min
58	RAC	T	RPZ	T	CAC	BUSQ	CPC	AD	RAC	E	1.00 min
59	RAC	E	RAZ	I	CAC	BUSQ	CPC	AD	RAC	LE	1.00 min
60	RAC	T	CPZ	I	CAC	AD	CPC	VIAJE	RPZ	LE	1.00 min
61	RAC	T	CPZ	RAZ	CAC	TO	CAC	BUSQ	RPZ	AD	1.00 min
62	RAC	PUNT	ALIM	CPZ	CAC	CPZ	CAC	BUSQ	RAC	CAZ	1.00 min
63	RAC	T	T	VIAJE	I	TO	CAC	CPZ	RAC	CAZ	1.00 min
64	RAC	PUNT	T	VIAJE	I	CAC	CAC	CPZ	RAC	CAZ	1.00 min
65	T	TO	TO	CAZ	CPZ	CAC	CAC	VIAJE	RAC	E	1.00 min
66	T	CPZ	RPZ	CAZ	CPZ	CAC	CAC	VIAJE	RPZ	PUNT	1.00 min
67	T	ALIM	RPZ	CPZ	CPZ	I	CPC	I	RAC	PUNT	1.00 min
68	ALIM	ALIM	PUNT	CPZ	CPZ	CPC	CPC	ALIM	RPZ	PUNT	1.00 min
69	R	RPZ	PUNT	CPZ	TO	CPC	CPC	CPZ	PUNT	CPZ	1.00 min
70	LE	TO	I	CAZ	CAZ	BUSQ	CAC	LE	CAZ	ALIM	1.00 min
71	T	BUSQ	CAC	CAZ	CAZ	CPC	CAC	LE	LE	ALIM	1.00 min
72	T	CAZ	CAC	CAZ	CAZ	CPZ	CAC	LE	CPZ	ALIM	1.00 min
73	E	CPZ	CAC	VIAJE	AD	CPZ	CAC	CPZ	CAZ	ALIM	1.00 min
74	CPZ	CAZ	CAC	VIAJE	AD	BUSQ	CAC	CPZ	CAZ	ALIM	1.00 min
75	CPC	CAZ	CAC	LE	CPZ	CPZ	CAC	CPZ	CPZ	CAZ	1.00 min
76	CPZ	CAZ	CAC	LE	CPZ	CPC	CAC	CPZ	CAZ	CAZ	1.00 min
77	CPC	CAZ	CAC	CPC	CAZ	I	CAC	CPZ	CAZ	CAZ	1.00 min
78	CPZ	CPZ	CPC	CPC	CPZ	CAZ	CAC	CAZ	CAZ	CPZ	1.00 min
79	CPZ	CAZ	CAC	LE	CAZ	AD	CAC	CPZ	CPC	CAC	1.00 min
80	LE	CAZ	VIAJE	LE	CPC	AD	CAC	CPZ	CAZ	CAC	1.00 min

Figura 62: Carta Balance Mejorada

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene los porcentajes de los tiempos productivos, tiempos contributorio y tiempos no contributorios de la carta balance mejorado.

Tipo	Leyenda	TRABAJO PRODUCTIVO	Total	Inc Total	Inc por Trabajo	%
TP	CPZ	Colocación planchas en Zapatas	69	8.63%	16.27%	53.00%
	CAZ	Colocar de accesorios en Zapatas	120	15.00%	28.30%	
	CPC	Colocar Planchas en Columnnas	64	8.00%	15.09%	
	CAC	Colocar Accesorios en Columnnas	101	12.63%	23.82%	
	ALIN	Colocar Trazos de Linderos	22	2.75%	5.19%	
	PUNT	Colocar Puntales	48	6.00%	11.32%	
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>						
TC	RAZ	Retiro de Accesorios Zapatas	75	9.38%	25.08%	37.38%
	I	Recibir / Dar Instrucciones	33	4.13%	11.04%	
	RA	Retiro de Alineadores	4	0.50%	1.34%	
	T	Transporte de Material	50	6.25%	16.72%	
	RPZ	Retiro de Planchas Zapatas	33	4.13%	11.04%	
	BUSQ	Busqueda de Accesorios	17	2.13%	5.69%	
	RAC	Retiro de Accesorios Columnas	34	4.25%	11.37%	
	RPC	Retiro de Planchas de Columnas	8	1.00%	2.68%	
	AD	Aplicación de Desmoldante	18	2.25%	6.02%	
	LE	Limpieza de Enconfrado	27	3.38%	9.03%	
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>						
TNC	VIAJE	Viaje Improductivo	34	4.25%	44.16%	9.63%
	E	Espera	28	3.50%	36.36%	
	R	Trabajo Rehecho	5	0.63%	6.49%	
	TO	Tiempo Ocioso	10	1.25%	12.99%	
<b>TOTAL</b>			<b>800</b>	<b>100.00%</b>		<b>100.00%</b>

Figura 63: Datos obtenidos de la segunda muestra en la carta balance.

Fuente: Elaboración propia



Figura 64: Carta Balance Mejorada

Fuente: Elaboración propia

## Trabajo Productivo

Tipo	Leyenda	Descripción de actividad	Inc por Trabajo	%
TP	CPZ	Colocación planchas en Zapatas	16.27%	53.00%
	CAZ	Colocar de accesorios en Zapatas	28.30%	
	CPC	Colocar Planchas en Columnnas	15.09%	
	CAC	Colocar Accesorios en Columnnas	23.82%	
	ALIN	Colocar Trazos de Linderos	5.19%	
	PUNT	Colocar Puntales	11.32%	

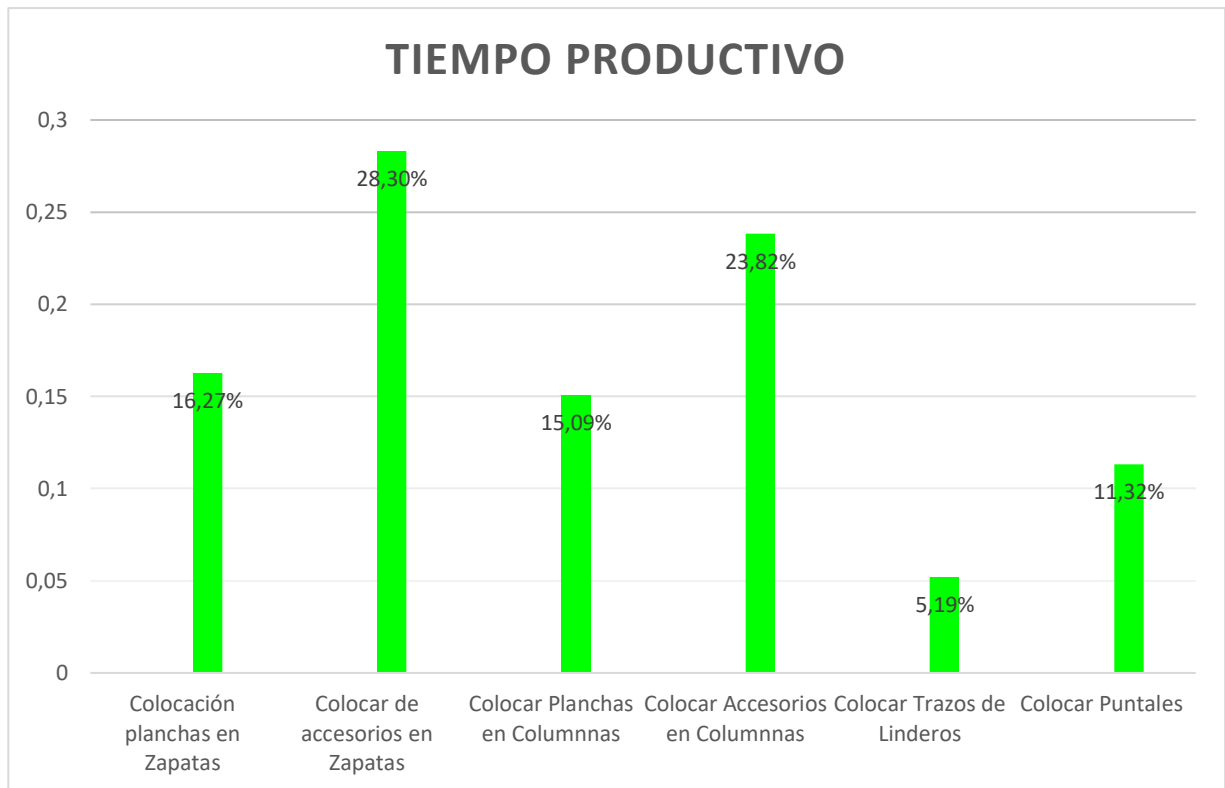


Figura 65: Tiempo Productivo segunda muestra

Fuente: Elaboración propia

## Trabajo Contributorio

Tipo	Leyenda	TRABAJO CONTRIBUTORIO		
TC	RAZ	Retiro de Accesorios Zapatas	25.08%	37.38%
	I	Recibir / Dar Instrucciones	11.04%	
	RA	Retiro de Alineadores	1.34%	
	T	Transporte de Material	16.72%	
	RPZ	Retiro de Planchas Zapatas	11.04%	
	BUSQ	Busqueda de Accesorios	5.69%	
	RAC	Retiro de Accesorios Columnas	11.37%	
	RPC	Retiro de Planchas de Columnas	2.68%	
	AD	Aplicación de Desmoldante	6.02%	
	LE	Limpieza de Enconfrado	9.03%	

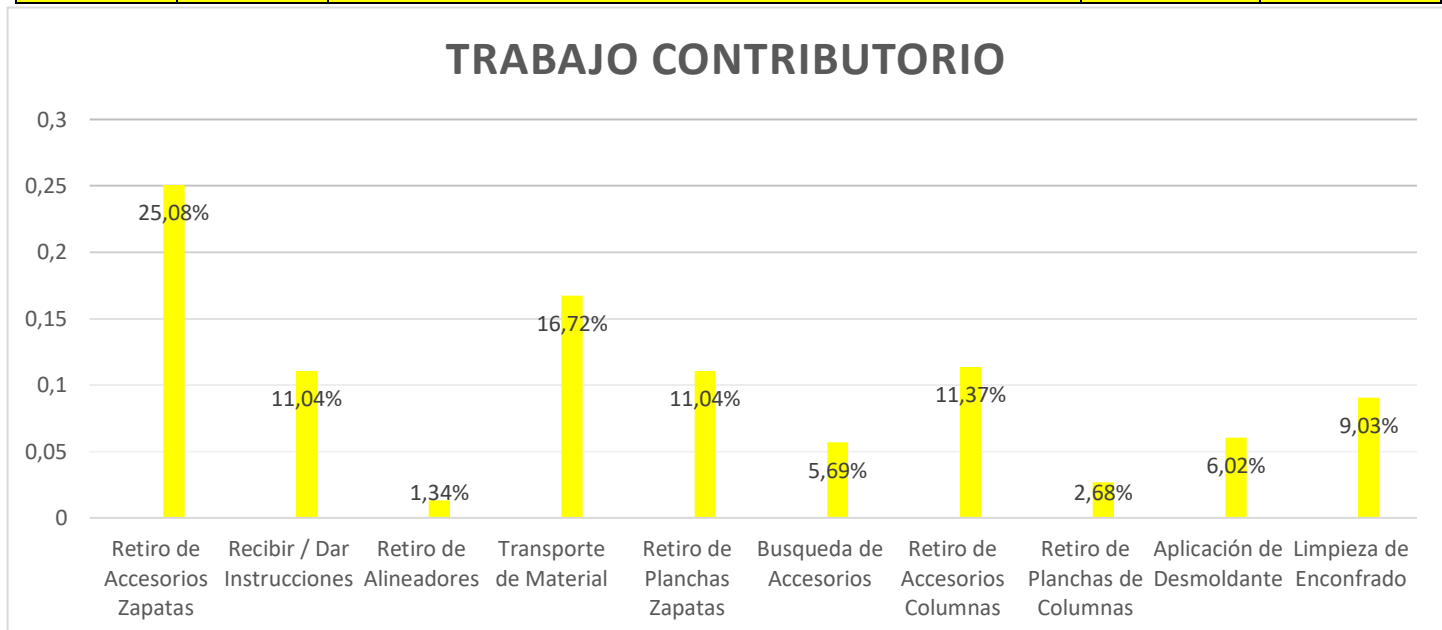


Figura 66: Tiempo Contributorio segunda muestra

Fuente: Elaboración propia

## Trabajo No Contributorio

Tipo	Leyenda	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
TNC	VIAJE	Viaje Improductivo	44.16%	9.63%
	E	Espera	36.36%	
	R	Trabajo Rehecho	6.49%	
	TO	Tiempo Ocioso	12.99%	

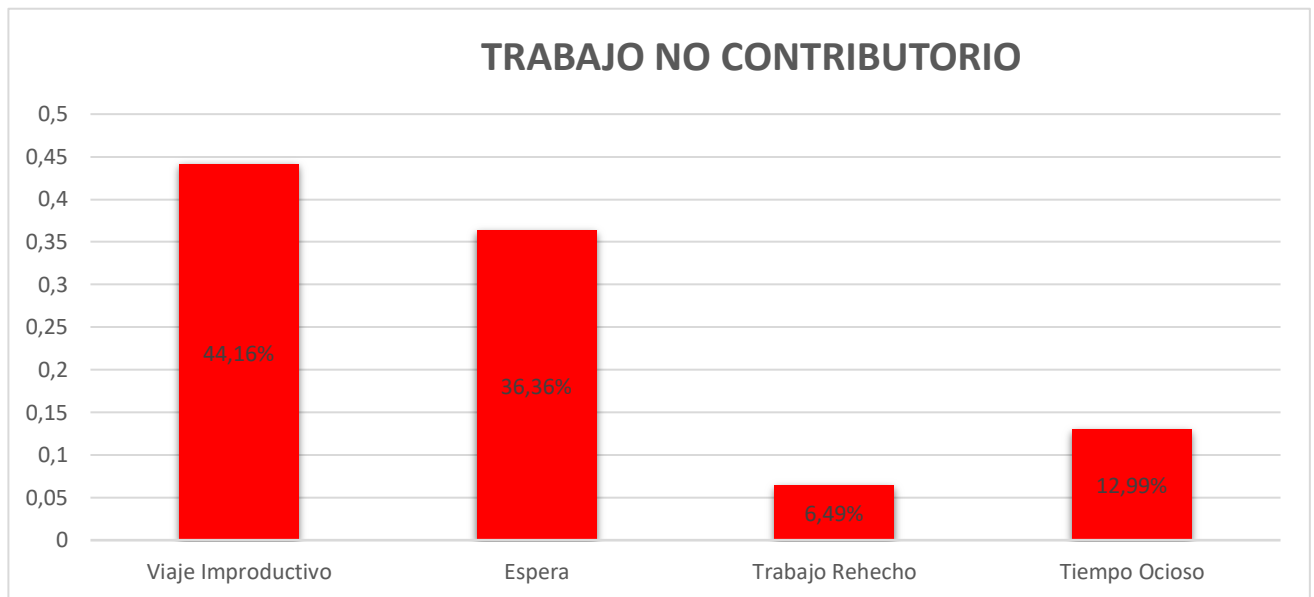


Figura 67: Tiempo No Contributorio segunda muestra

Fuente: Elaboración propia

## Resultados obtenidos

Al realizar la primera muestra se propuso soluciones para mejorar la productividad y que se aplicaron obteniendo los siguientes porcentajes.

Tabla 41. Análisis de productividad.

ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD			
ITEM	TIEMPO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
1.00	TIEMPO PRODUCTIVO	35%	53%
2.00	TIEMPO CONTRIBUTORIO	41.75%	37.38%
3.00	TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	23.25%	9.63%

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis cuantitativo al aplicar la carta balance

Se puede obtener el tiempo productivo un aumento de 35% a 53%.

Resta para obtener la productividad:

$53\% - 35\% = 18\%$  (productividad).

Presupuesto de encofrado




Presupuesto						
Presupuesto	0401005	CONSTRUCCION DE CAMPO DE ENTRENAMIENTO; EN EL(LA) IE 5095 JULIO RAMON RIBEYRO - CALLAO EN LA LOCALIDAD CALLAO, DISTRITO DE CALLAO, PROVINCIA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO				
Subpresupuesto	001	UNICO				
Cliente	GOBIERNO REGIONAL DEL CALLAO - COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO				Costo al	01/04/2020
Lugar	CALLAO - CALLAO - CALLAO					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/	
02.01.05	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				<b>1,969.50</b>	
02.01.05.01	VEREDA DE CONCRETO E=0.10cm INC. ENCOFRADO	m2	38.88	46.28	1,799.37	
02.01.05.02	RAMPA DE CONCRETO E=0.10cm INC. ENCOFRADO	m2	3.24	52.51	170.13	
02.01.06	<b>PINTURA</b>				<b>817.34</b>	
02.01.06.01	PINTURA ESMALTE A 2 MANOS EN GRADERIAS	m2	63.36	12.90	817.34	
02.01.07	<b>ESTRUCTURA METALICA Y COBERTURA</b>				<b>12,174.50</b>	
02.01.07.01	SUM. E INST. DE POSTES DE F" RECT.4"x6"x1/4" PARA SOPORTE DE COBERTURA Y MALLAS, L=6.40m	und	5.00	782.91	3,914.55	
02.01.07.02	SUM. E INST. DE ESTRUCTURA METALICA PARA COBERTURA LIVIANA	m2	37.81	88.09	3,330.68	
02.01.07.03	SUM. E INST. DE COBERTURA DE POLICARBONATO ALV. TRANSPARENTE 6MM	m2	37.81	48.82	1,845.88	
02.01.07.04	PANEL DE MALLA GALVANIZADA PLASTIFICADA COCADA 2"X2" CALIBRE 10 C/MARCO DE F"L 1"X1"X3/16"	m2	33.62	62.44	2,099.23	
02.01.07.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA NYLON, COCADA DE 4"X4"	m2	70.60	13.94	984.16	
02.02	<b>CERCO PERIMETRICO DE MALLA METALICA</b>				<b>50,354.06</b>	
02.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,864.97</b>	
02.02.01.01	EXCAVACION MANUAL PARA CIMIENTO EN CERCO PERIMETRICO	m3	12.84	45.94	589.87	
02.02.01.02	EXCAVACION MANUAL PARA SARDINEL PERALTADO	m3	4.04	32.15	129.89	
02.02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	6.55	49.31	322.98	
02.02.01.04	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE (DM=30M)	m3	12.91	26.29	339.40	
02.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	12.91	37.40	482.83	
02.02.02	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>242.73</b>	
02.02.02.01	CONCRETO CICLOPEO 1:10 + 30% P.G. - SUB ZAPATA	m3	1.17	207.46	242.73	
02.02.03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>9,911.96</b>	
02.02.03.01	<b>ZAPATAS</b>				<b>3,175.06</b>	
02.02.03.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - Tipo I - ZAPATAS	m3	6.42	308.18	1,978.52	
02.02.03.01.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM <sup>2</sup> -ZAPATAS	kg	232.79	5.14	1,196.54	
02.02.03.02	<b>COLUMNAS</b>				<b>4,477.73</b>	
02.02.03.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - Tipo I - COLUMNAS	m3	1.62	370.45	600.13	
02.02.03.02.02	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - COLUMNAS</b>	m <sup>2</sup>	<b>21.60</b>	<b>81.53</b>	<b>1,329.05</b>	
02.02.03.02.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM <sup>2</sup> - COLUMNAS	kg	489.86	5.14	2,517.88	

Figura 68: Presupuesto de Encofrado

Fuente: Elaboración propia.5

ANÁLISIS DE RATIO PROMEDIO			
AREA : 21,60 M2			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	RATIO HH/M2
1.01	Operación	203	0.179
1.02	Transporte	0	0.055
1.03	Inspección	26	0.030
1.04	Demoras	85	0.095
1.05	Almacenar	29	0.067
TOTAL (MIN)		343	0.426



**C.A.F.E.D.**  
Comité de Administración del  
Fondo Educativo del Callao

Figura 69: Análisis de ratio promedio

Fuente: Elaboración propia.

Encofrado y desencofrado total: 21.60 m<sup>2</sup>

Ratio promedio: 0.43 hh/m<sup>2</sup>.

Costo de la mejora: (% de productividad) x Metrado total x Ratio x PrecioHH

Calculando:

$$(18\%) \times 21.60 \times 0.43 \times 19.53 = S/. 32.65$$

Realizaremos una regla de tres simples para saber el porcentaje ganado en presupuesto

$$\frac{32.65 \times 100}{1329.05}$$

$$x = 2.46 \% \quad \text{Del PPTO.}$$

### 5.3 Diagrama de Flujo para la semana 7

Se realizará el diagrama de flujo en el sector 2 con la siguiente cuadrilla. (2 operarios + 2 ayudantes). Se controlará el inicio y el fin desde la colocación de accesorios, encofrado y desencofrado de columnas hasta el chequeo de acabado.

El área de trabajo hasta el 119.83 m<sup>2</sup> se monitoreo desde las 11:30 am hasta las 17:00 pm

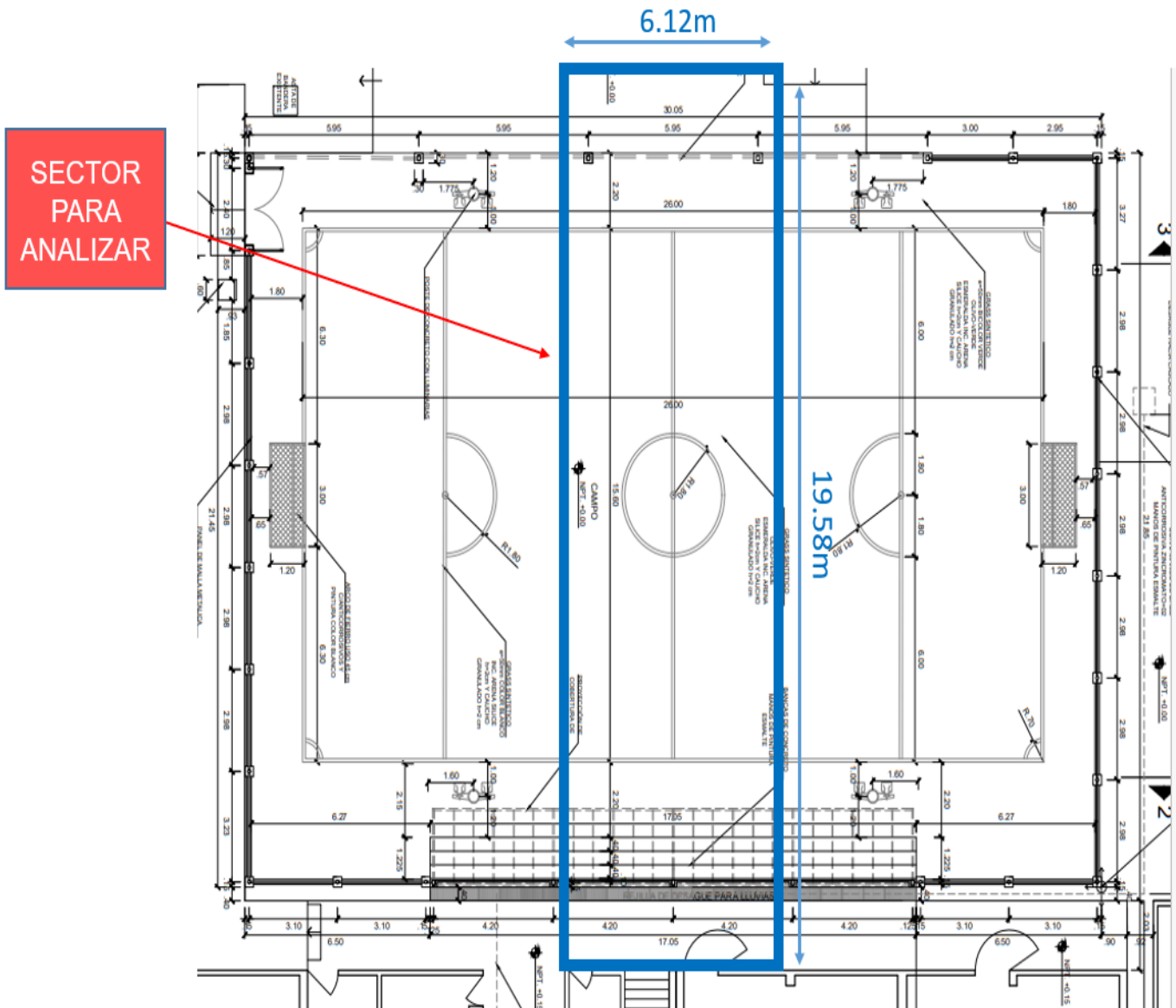


Figura 70. Sector a analizar.

Fuente: Elaboración propia.

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL CAMPO DEPORTIVO

**ACTIVIDAD:** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS

**SECTOR ANALIZAR:** SECTOR 2

**EVALUADO:** Jorge García, Johan Ramírez

**CUADRILLA:** 2 OPERARIO + 2 AYUDANTE

**AREA DE TRABAJO:** 119.83 M2

Operación	●	155
Transporte	➡	53
Inspección	□	0
Demoras	➡	87
Almacenamiento	▼	54
Minutos		349

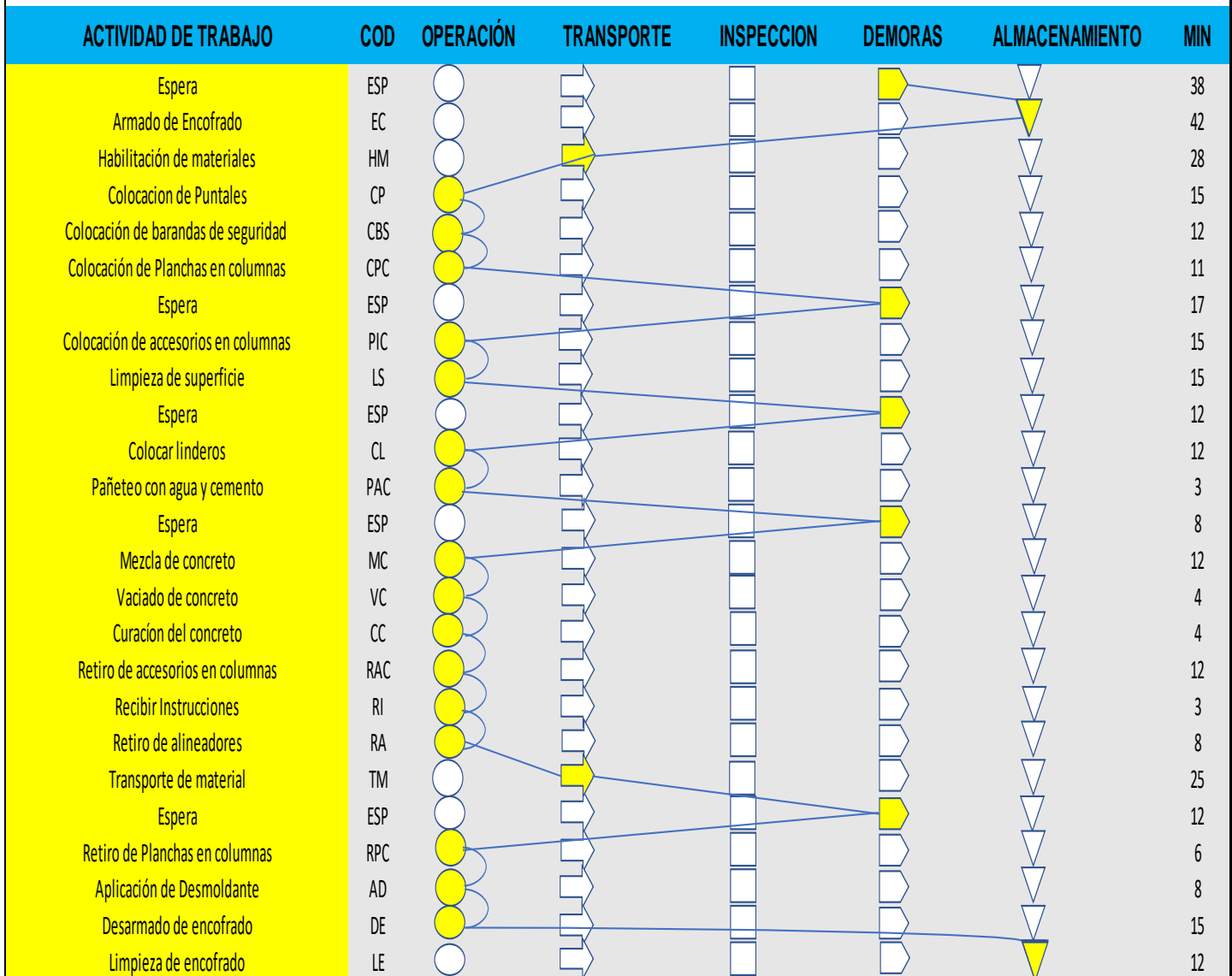


Figura 71: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el siguiente análisis del diagrama de flujo en porcentajes:

Tabla 42. Análisis de diagrama de flujo primera muestra.

ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	PORCENTAJE
1.01	Operación	155	44.41%
1.02	Transporte	53	15.19%
1.03	Inspección	0	0%
1.04	Demoras	87	24.93%
1.05	Almacenamiento	54	15.47%
		349	

Fuente: Elaboración propia.

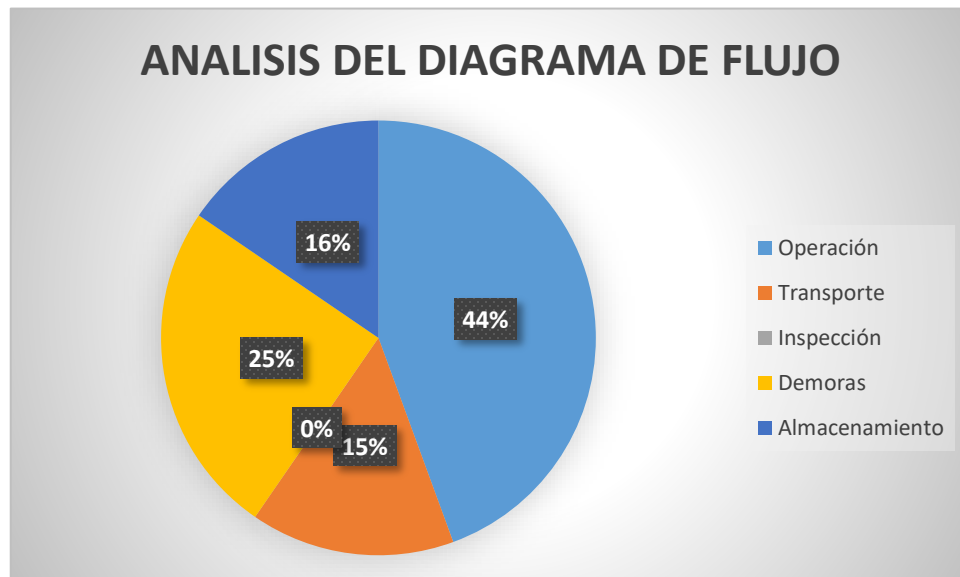


Figura 72: Análisis de actividades del diagrama de flujo primera muestra.

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro representa en operación un 44% en demoras un 25 % es un porcentaje de alto índice de inproductividad causa que la entrega obtenga un retraso, se buscara una solución con un análisis de restricciones y programación de materiales para obtener mejoras correspondientes

### 5.3.1 Análisis de Restricciones

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES												
PROYECTO: CAMPOS DEPORTIVOS												
SEMANA:		5								SEMANA 5		
										L	M	
										M	J	
										V	S	
										D		
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	01/01/20	02/01/20	03/01/20	04/01/20	05/01/20	06/01/20	07/01/20
<b>N° TOTAL DE RESTRICCIONES</b>						<b>22</b>						
<b>% DE RESTRICCIONES POR SEMANA</b>												
<b>01.00</b>	<b>CAMPOS DEPORTIVOS</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>										
01.01	ESTRUCTURAS	COMPATIBILIZACION	CHEQUEO DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES	Un dia despues del vaciado	ING LUIS RAMOS/ROLANDO PAREDES	x	x	x	x	x	x	
01.02	ESTRUCTURAS	ZAPATAS Y COLUMNAS	CHEQUEO Y PROGRAMACION	Un dia despues del vaciado	ING JORGE RIOS	x		x	x		x	
01.03	ESTRUCTURAS	ACERO	PEDIDOS DE ACERO	Una vez por semana	ING PEDRO CACERES	x		x				
01.04	ESTRUCTURAS	MATERIAL EN CAMPO	CREAR UN PUNTO DE ACOPIO DE MATERIALES PRE VACIADO	Despues del vaciado	ING LUIS RAMOS/ROLANDO PAREDES	x		x		x		
01.05	ESTRUCTURAS	COORDINACION - CAPATAZ	COORDINACION CON EL CAPATAZ DE ALBAÑILERIA PARA EL METRADO	Horas antes del vaciado	ING JORGE RIOS	x			x			
01.06	ESTRUCTURAS	CONCRETO - MATERIAL	COMPRAR GASOLINA PARA EL TROMPO MEZCLADOR	Una vez por semana	ING JORGE RIOS	x			x	x		
01.07	ELECTRICAS	COMPATIBILIZACION	CHEQUEO DE PLANOS ELECTRICOS	Horas antes del vaciado	ING HECTOR MUÑOZ	x						
01.08	ESTRUCTURAS	ENCOFRADO	PEDIDO DE DESMOLDANTE	Una vez por semana	ING JORGE RIOS	x						

Figura 73. Análisis de restricciones.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2 Elaboración de mejoras para la primera medición

Obteniendo los porcentajes junto a los trabajos identificados que generan improductividad en la partida se optara por realizar un análisis de restricciones para poder adelantarse a los trabajos previos, sabemos que las actividades de demoras está con un promedio alto que genera que los operarios no se dediquen a producir desde el inicio de la jornada sin tener el campo libre.

Se aplicará una programación de materiales para ordenar el transporte de material y tener un orden de cada partida. Se dará uso una hora antes al finalizar la jornada.

Tabla 43. Programación de materiales

PROGRAMACION DE MATERIALES		
MATERIAL	FRECUENCIA	HORARIO
MATERIAL	Todos los días	08:00 a 09:00
PIEDRA CHANCADA	2 veces por mes	09:00 a 11:00
ACERO	2 veces por semana	11:00 a 16:00
ADITIVO	2 veces en total	9:30 a 12:00
DESMONTE	Todos los días	16:00 a 17:00
CEMENTO	2 veces por mes	16:00 a 17:00
ARENA	Todos los días	16:00 a 17:00

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.3 Diagrama en campo con mejoras

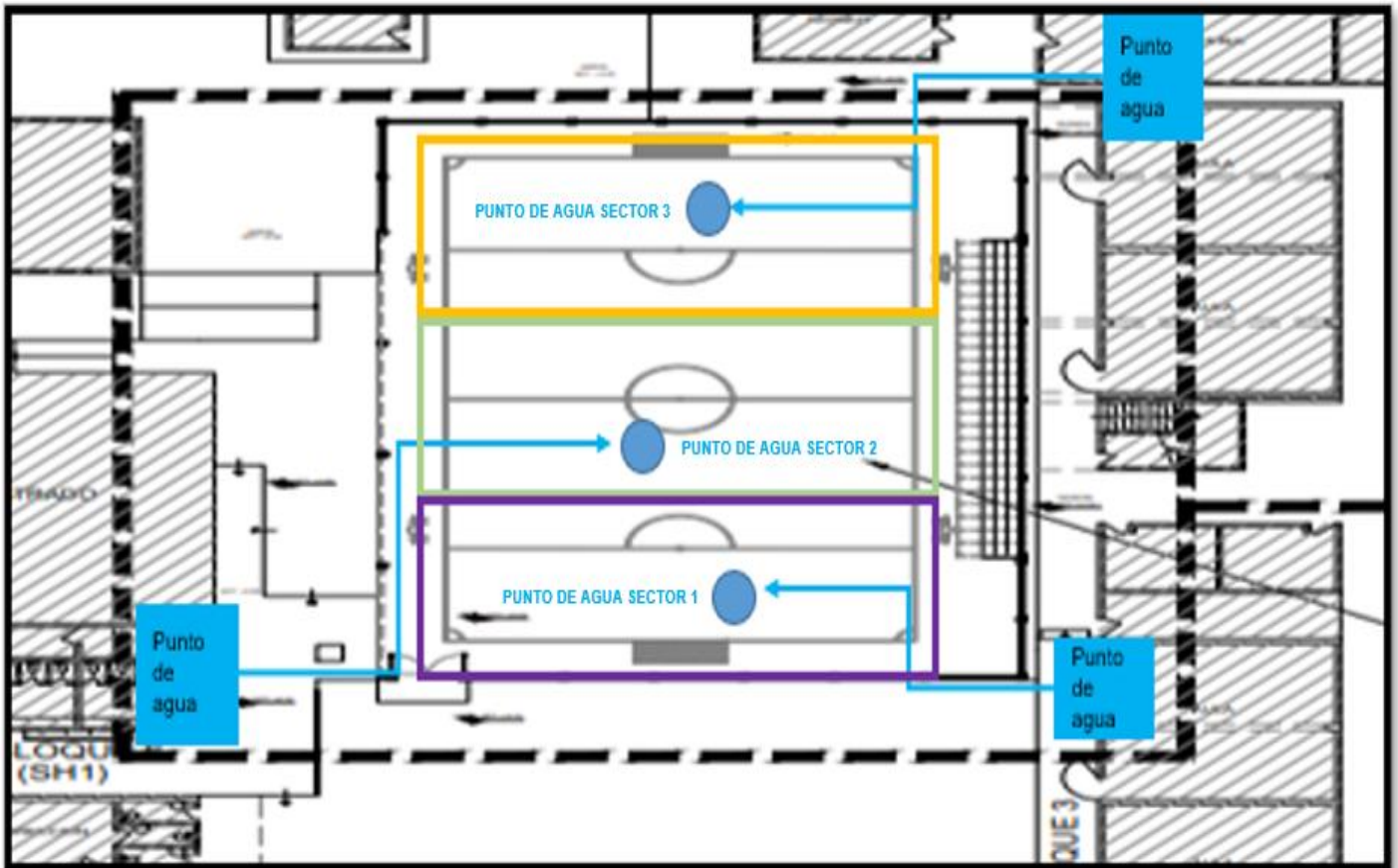


Figura 74: Diagrama en campo con mejoras.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la colocación de un punto de agua por sector, era motivo de retraso para el avance de los operarios generando tiempo muerto en esa actividad.

Se realizó el mantenimiento de (accesorios, herramientas, trompo mezclador) para no tener inconvenientes en los trabajos previos a entrar de los operarios.

Al realizar el análisis de restricciones hacemos un inventario de materiales en campo y nos damos cuenta que no están completos se realizó la compra de materiales de albañilería (reglas, plomada, badilejo, frotacho) era motivo de tiempo de espera entre operario.



### 5.3.4 Diagrama de flujo mejorado

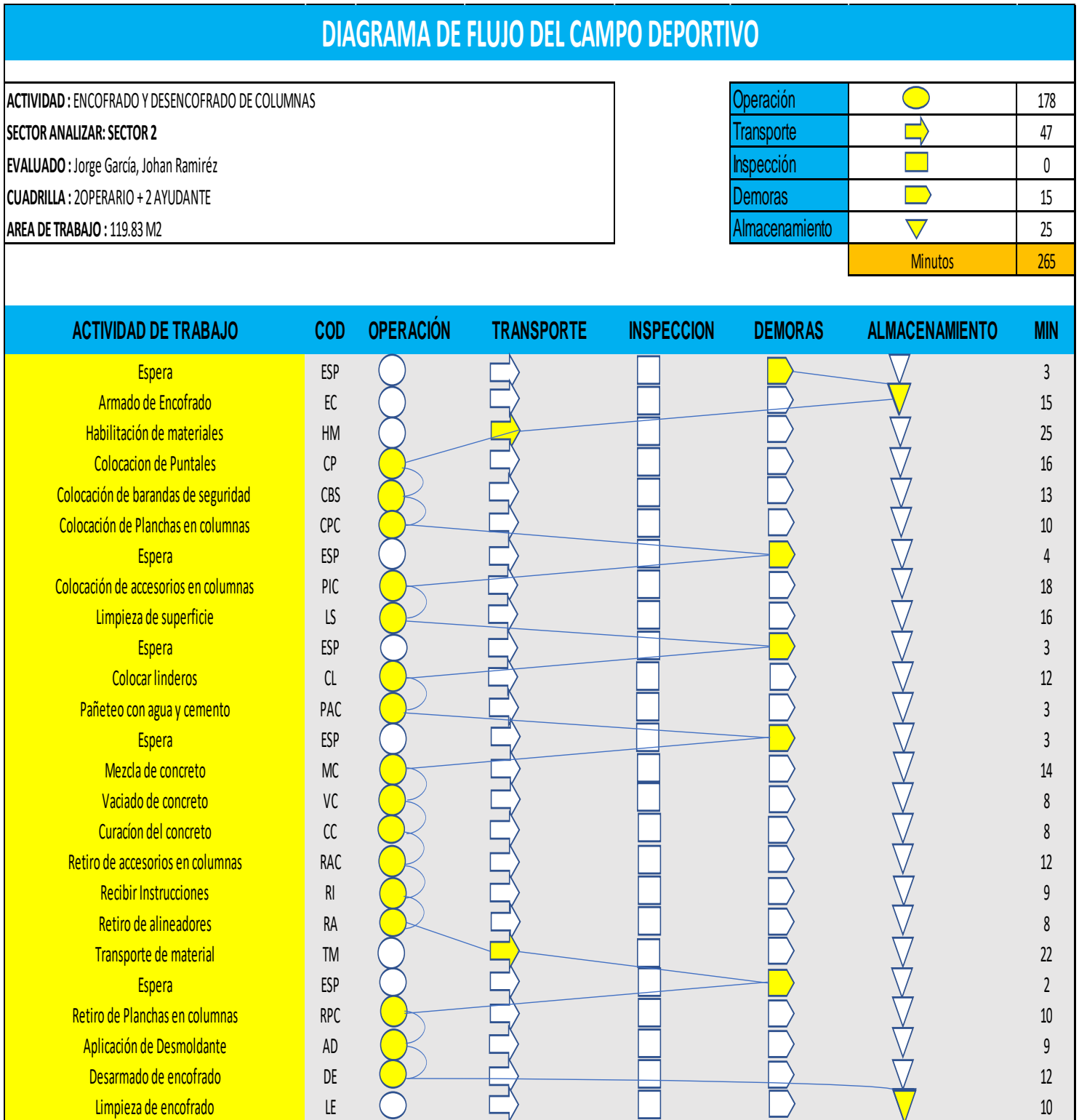


Figura 75: Diagrama de flujo Mejorado

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el siguiente análisis del diagrama de flujo en porcentajes:

Tabla 44. Análisis de diagrama de flujo primera muestra.

ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	PORCENTAJE
1.01	Operación	178	51.00%
1.02	Transporte	47	13.47%
1.03	Inspección	0	0%
1.04	Demoras	15	4.30%
1.05	Almacenamiento	25	7.16%
		265	

Fuente: Elaboración propia.

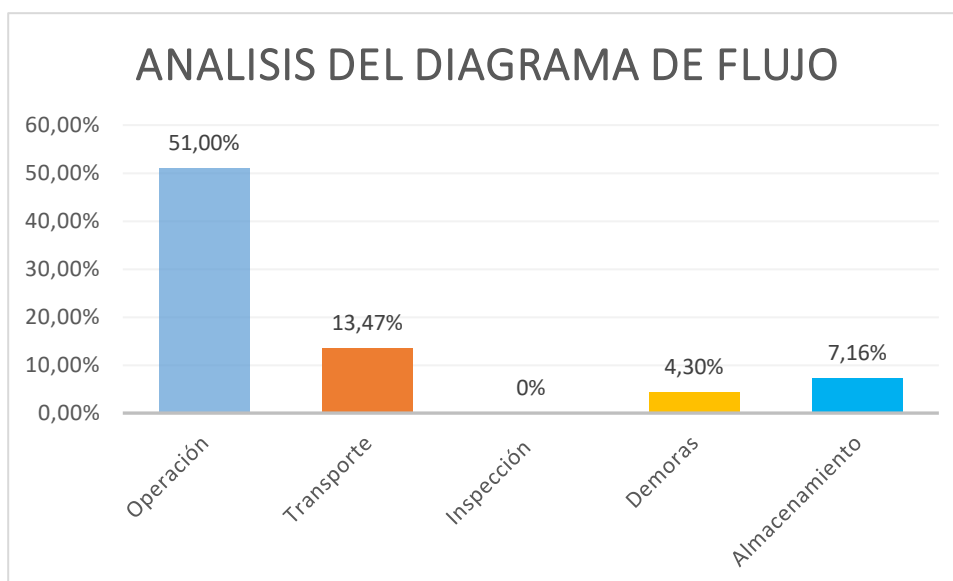


Figura 76. Análisis de actividades del diagrama de flujo primera muestra.

Fuente: Elaboración propia.

La primera muestra obtenemos un 44 % de operación, en transporte un 15.19%, en demoras un 25% y en almacenamiento un 15.47% de lo cual en la segunda muestra se mejoró la operación en 51%, el transporte en 13.47%, las demoras en 4.30% y el almacenamiento 7.16% de lo cual analizaremos los ratios de ambas muestras.

Tabla 45. Análisis de ratios de la primera muestra.

ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO- PRIMERA MUESTRA			
AREA: 39.94 M2			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	RATIO HH/M2
1.01	Operación	155	0.065
1.02	Transporte	53	0.022
1.03	Inspección	0	0.000
1.04	Demoras	87	0.036
1.05	Almacenamiento	54	0.023
TOTAL (MIN)		349	0.146

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Análisis de ratios de la segunda muestra.

ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO- SEGUNDA MUESTRA			
AREA: 39.94			
ITEM	ACTIVIDAD	MIN	RATIO HH/M2
1.01	Operación	178	0.074
1.02	Transporte	47	0.020
1.03	Inspección	0	0.000
1.04	Demoras	15	0.006
1.05	Almacenamiento	25	0.010
TOTAL (MIN)		265	0.110

Fuente: Elaboración propia.

Se realizará el análisis cuantitativo.

Se obtiene el presupuesto.

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	0401005	CONSTRUCCION DE CAMPO DE ENTRENAMIENTO; EN EL(LA) IE 5095 JULIO RAMON RIBEYRO - CALLAO EN LA LOCALIDAD CALLAO, DISTRITO DE CALLAO, PROVINCIA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, DEPARTAMENTO CALLAO			
Subpresupuesto	001	UNICO			
Ciente	GOBIERNO REGIONAL DEL CALLAO - COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN DEL FONDO EDUCATIVO DEL CALLAO				Costo al
Lugar	CALLAO - CALLAO - CALLAO				01/04/2020
07	<b>CONSTRUCCIÓN DE CAMPO DEPORTIVO</b>				<b>145,943.01</b>
07 01	<b>CONSTRUCCION DE GRADERIAS</b>				<b>40,485.31</b>
02.01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,366.20</b>
02.01.01.01	EXCAVACION MANUAL PARA CIMENTACION DE GRADERIAS	m3	14.42	45.94	662.45
02.01.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	4.99	49.31	246.06
02.01.01.03	NIVELACION Y APISONADO CON EQUIPO	m2	43.48	3.77	163.92
02.01.01.04	AFIRMADO E=10cm PARA VEREDAS y RAMPAS	m2	43.48	12.50	543.50
02.01.01.05	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE (DM=30M)	m3	11.78	26.29	309.70
02.01.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=10 km	m3	11.78	37.40	440.57
02.01.02	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>526.24</b>
02.01.02.01	SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12 , E=10 CM	m2	13.11	40.14	526.24
02.01.03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>16,035.43</b>
02.01.03.01	<b>ZAPATAS</b>				<b>1,217.53</b>
02.01.03.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - Tipo I - ZAPATAS	m3	2.50	308.18	770.45
02.01.03.01.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2 -ZAPATAS	kg	86.98	5.14	447.08
02.01.03.02	<b>COLUMNAS</b>				<b>1,831.97</b>
02.01.03.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - Tipo I - COLUMNAS	m3	0.72	370.45	266.72
02.01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - COLUMNAS	m2	11.50	61.53	707.60
02.01.03.02.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2 - COLUMNAS	kg	163.68	5.14	841.32
02.01.03.02.04	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	11.50	1.42	16.33
02.01.03.03	<b>MUROS DE GRADERIA</b>				<b>2,696.28</b>
02.01.03.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - Tipo I - MUROS DE GRADERIAS	m3	2.65	394.05	1,044.73
02.01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - MUROS DE GRADERIAS	m2	19.90	56.14	1,117.19
02.01.03.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2 -MUROS DE GRADERIAS	kg	98.56	5.14	506.60
02.01.03.03.04	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	19.90	1.42	28.26
02.01.03.04	<b>GRADERIA</b>				<b>10,289.65</b>
02.01.03.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> - Tipo I - GRADERIAS	m3	8.83	327.99	2,896.15
02.01.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - GRADERIAS	m2	94.75	44.87	4,251.43

Figura 77: Presupuesto de Estructura 2.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Análisis del diagrama de flujo- comparación.

<b>ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO-COMPACION</b>			
ITEM	TIEMPO	RATIO 1 HH/M2	RATIO 2 HH/M2
1.01	Operación	0.065	0.130
1.02	Transporte	0.022	0.000
1.03	Inspección	0.000	0.014
1.04	Demoras	0.036	0.006
1.05	Almacenamiento	0.023	0.007
TOTAL (MIN)		0.146	0.110

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo la diferencia entre.

- Ratio 1 – Ratio 2 = 0.036 (HH/m<sup>2</sup>)

Obteniendo el metrado total.

- Metrado total = 94.75 m<sup>2</sup>

Multiplicamos (diferencia de los ratios x metrado total) hallaremos las horas ganadas HH.

- 0.036 (HH/M<sup>2</sup>) x 94.75 m<sup>2</sup> = 3.41 HH

Las horas hombres ahorradas se multiplicará por el precio de la hora obteniendo la mejora.

- 3.41 X S/. 44.87 = S/. 153.05

Realizaremos una regla de tres simples para saber el porcentaje ganado en presupuesto.

$$x = \frac{153.05 \times 100}{10,289.65}$$

$$x = 1.49 \% \quad \text{Del PPTO.}$$

## **5.4 Análisis de restricciones para la semana 8**

### **5.4.1 Elaboración de mejoras.**

Al realizar el análisis de restricciones se está adelantando a las actividades que se realizarán al continuar la secuencia de las estructuras, cumpliendo con lo que se está programando en el análisis de restricciones no se verá afectada la programación ni la productividad. Se hizo el levantamiento de 23 número total de posibles restricciones de las cuales esta herramienta nos facilita y nos soluciona cualquiera actividad a futuro que no obstaculice en cumplimiento se analizará con una mira de 2 semanas que se hará un seguimiento constante en el cumplimiento de la actividad propuesta.

### **5.4.2 Descripción de restricciones.**

Se realizará la evaluación del cumplimiento de las restricciones para obtener una mayor producción.

5.4.2.1 Por parte del staff de obra:

- Supervisión de avances.
- Metrado en campo.

5.4.2.2 Por parte de los operarios:

- Limpieza del Trompo mezclador.
- Cambio de manguera para los puntos de agua.

5.4.2.3 Por parte de los ayudantes de la cuadrilla del vaciado de Columnas y zapatas.

- Limpieza del área de trabajo.
- Encofrado y desencofrado de las columnas y zapatas.

5.4.2.4 Por parte de los albañiles.

- Colocarse los EPP en los puntos de trabajo.

## ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

PROYECTO: CAMPOS DEPORTIVOS																											
SEMANA:		8					SEMANA 8							SEMANA 9							SEMANA 10						
							L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	01/01/20	02/01/20	03/01/20	04/01/20	05/01/20	06/01/20	07/01/20	08/01/20	09/01/20	10/01/20	11/01/20	12/01/20	13/01/20	14/01/20	15/01/20	16/01/20	17/01/20	18/01/20	19/01/20	20/01/20	21/01/20	
<b>N° TOTAL DE RESTRICCIONES</b>						23							23							23							
<b>% DE RESTRICCIONES POR SEMANA</b>																											
<b>01.00</b>	<b>CAMPOS DEPORTIVOS</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>																									
01.01	ESTRUCTURAS	COMPATIBILIZACION	CHEQUEO DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES	Un día despues del vaciado	ING LUIS RAMOS/ROLANDO PAREDES	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
01.02	ESTRUCTURAS	ZAPATAS Y COLUMNAS	CHEQUEO Y PROGRAMACION	Un día despues del vaciado	ING JORGE RIOS	X		X	X		X		X		X	X		X		X		X	X		X		
01.03	ESTRUCTURAS	ACERO	PEDIDOS DE ACERO	Una vez por semana	ING PEDRO CACERES	X		X					X		X					X		X					
01.04	ESTRUCTURAS	MATERIAL EN CAMPO	CREAR UN PUNTO DE ACOPIO DE MATERIALES PRE VACIADO	Despues del vaciado	ING LUIS RAMOS/ROLANDO PAREDES	X		X		X			X		X		X			X		X		X			
01.05	ESTRUCTURAS	COORDINACION - CAPATAZ	COORDINACION CON EL CAPATAZ DE ALBAÑILERIA PARA EL METRADO	Horas antes del vaciado	ING JORGE RIOS	X			X				X			X				X			X				
01.06	ESTRUCTURAS	CONCRETO - MATERIAL	COMPRAR GASOLINA PARA EL TROMPO MEZCLADOR	Una vez por semana	ING JORGE RIOS	X			X	X			X			X	X			X			X	X			
01.07	ELECTRICAS	COMPATIBILIZACION	CHEQUEO DE PLANOS ELECTRICOS	Horas antes del vaciado	ING HECTOR MUÑOZ	X							X							X							
01.08	ESTRUCTURAS	ENCOFRADO	PEDIDO DE DESMOLDANTE	Una vez por semana	ING JORGE RIOS	X					X		X					X		X						X	

Figura 78. Análisis de restricciones de concreto en estructuras.

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3 Análisis de los resultados con las mejoras de la curva semanal del vaciado de concreto en estructuras

Se analizó desde la semana 8 hasta la semana 10 dando un horizonte de seguimiento para que el personal se acostumbre a aplicar las restricciones.

Tabla 48. Análisis de restricciones desde la semana 8 hasta la 10.

RESTRICCIONES ANALIZADAS	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10
Supervisión de avances	85.00%	90.00%	100.00%
Metrado en campo	100.00%	100.00%	100.00%
Limpieza del Trompo mezclador	100.00%	95.00%	100.00%
Cambio de manguera para los puntos de agua	93.00%	100.00%	100.00%
Limpieza del área de trabajo	80.00%	100.00%	100.00%
Encofrado y desencofrado de las columnas y zapatas	95%	84.00%	100.00%
Colocarse los EPP en los puntos de trabajo	90.00%	95.00%	100.00%
% TOTAL DE RESTRICCIONES	91.86%	94.86%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis desde la semana 8 hasta la semana 13 obteniendo en la aplicación un 100% en las restricciones analizadas.

Tabla 49. Análisis de restricciones desde la semana 8 hasta la 13.

CURVA SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS	
SEMANA 8	92%
SEMANA 9	95%
SEMANA 10	100%
SEMANA 11	100%
SEMANA 12	100%
SEMANA 13	100%

Fuente: Elaboración propia.



#### 5.4.4 Análisis de la curva semanal de productividad de concreto en estructuras

Se presenta el análisis de la curva de productividad semanal del acero teniendo en cuenta que todas son mayores al 80 %.

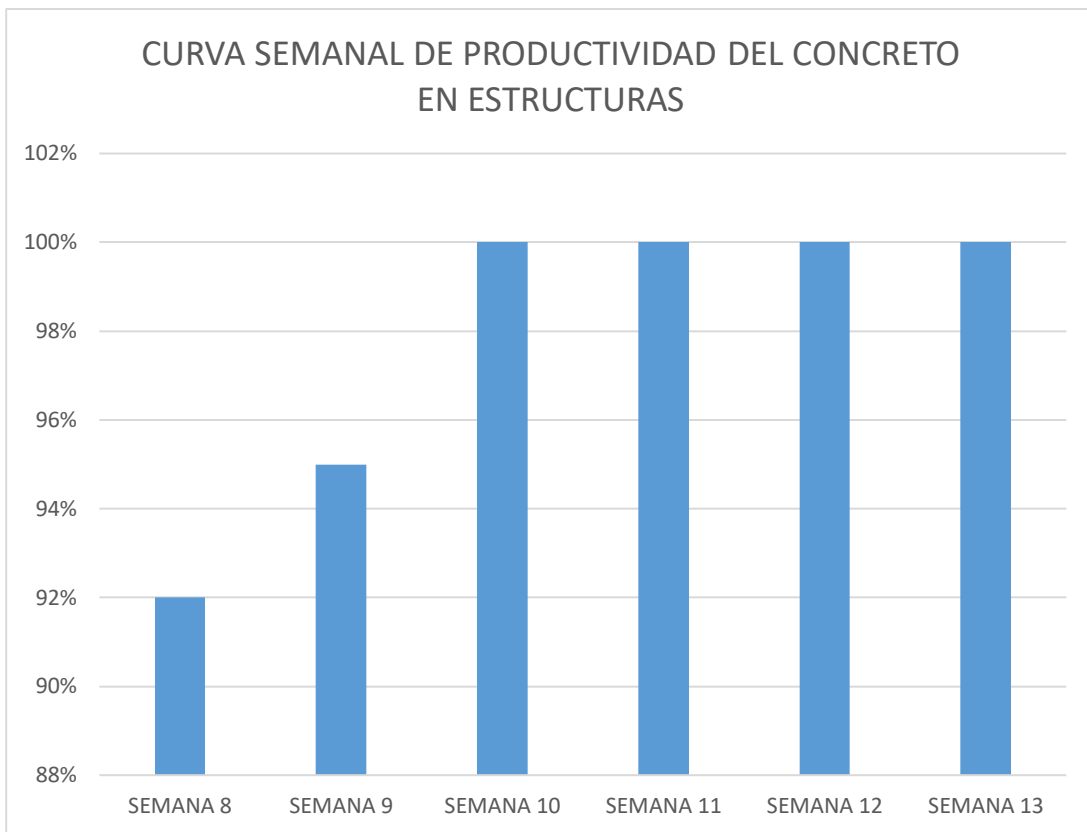


Figura 79. Curva semanal de productividad en Concreto.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1 Contratación de la Hipótesis.

**Hipótesis general** menciona que la implementación de las herramientas Lean Construction utilizada en la construcción de los campos deportivos en las instituciones educativas públicas mejora la productividad, sin embargo, luego de realizar la correcta implementación de la metodología Lean Construction se determinó que al aplicar sus herramientas realiza una optimización de costos durante la ejecución del proyecto es por eso que su nivel de implementación deberá ser al instante conforme se detecta una partida con índices de improductividad, finalmente se concluyó que la hipótesis general es VALIDA.

**Hipótesis específica número 1** menciona que la correcta aplicación de la herramienta Lean Construction, Carta de balance contribuye con la mejora de la producción y costos es el adecuado, sin embargo, luego de realizar la aplicación de la herramienta carta de balance determinó que se obtiene una mejora en la productividad de 18% en los trabajos productivos como también se obtiene un ahorro de 2.46 % del presupuesto meta finalmente se concluyó que la hipótesis específica es VALIDA.

Tabla 41. Análisis de productividad.

ANALISIS DE PRODUCTIVIDAD			
ITEM	TIEMPO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
1.00	TIEMPO PRODUCTIVO	35%	53%

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis específica número 2** menciona que la correcta aplicación de la herramienta Lean Construction, Diagrama de flujo contribuye con la mejora de la productividad de ratio y costos es el adecuado, sin embargo luego de realizar la aplicación de la herramienta diagrama de flujo se determinó que se obtiene una mejora en productividad de ratio de 0.036 hh/m<sup>2</sup> en la mano de obra como también se obtiene un 1.49 % del presupuesto meta finalmente se concluyó que la hipótesis específica es VALIDA.

Tabla 47. Análisis del diagrama de flujo- comparación.

ANALISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO-COMPARACION			
ITEM	TIEMPO	RATIO 1 HH/M2	RATIO 2 HH/M2
TOTAL (MIN)		0.146	0.110

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis específica número 3** menciona que la correcta aplicación de la herramienta Lean Construction, Análisis de Restricciones contribuye con la mejora de la producción y optimización de procesos es el adecuado, sin embargo luego de realizar la aplicación de la herramienta análisis de restricciones determino que se obtiene un porcentaje mayor de 80 % de actividades cumplidas finalmente se concluyó que la hipótesis específica es VALIDA.

Tabla 49. Análisis de porcentaje desde la semana 8 hasta la 13.

PORCENTAJE DE PRODUCTIVIDAD DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS	
SEMANA 8	92%
SEMANA 9	95%
SEMANA 10	100%
SEMANA 11	100%
SEMANA 12	100%
SEMANA 13	100%

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 Contratación de los antecedentes.

### 6.2.1 Contratación de los antecedentes internacionales.

#### 6.2.1.1 Crespo (2015) - Ecuador.

Según la tesis presentada se realiza la utilización de todas las herramientas Lean Construction obteniendo una conclusión con los siguientes porcentajes TP=60%, TC=25%, TNC=15%, y otros que afectan a la productividad y rentabilidad que existen en los proyectos, en cambio en nuestra presente investigación realiza las mejoras utilizando la herramienta carta balance para identificar los diferentes porcentajes de las actividades realizadas generando un aumento en los tiempos de (TP = 35%, TC = 41.75%, TNC = 23.25%) a (TP = 53%, TC = 37.38%, TNC = 9.63%), mejorando el trabajo productivo en 18%, disminuyendo el trabajo contributorio en 4.37% y disminuyendo el trabajo no contributorio en 13.95%.

## **6.2.2 Contrastación de los antecedentes nacionales.**

### **6.2.2.1 Pereira (2016) – Perú**

Según el presente proyecto consiste en determinar la productividad y rendimientos de la mano de obra en el proceso de encofrado de columnas con sección circular del Proyecto Country Day School, ubicado en san isidro – Lima. Para determinar la productividad en el proceso de encofrado del Frente 4, la cual consiste en la observación constante de la actividad estudiada, determinando qué el porcentaje del tiempo es productivo (TP), contributivo (TC) o no contributivo (TNC) y según los resultados los obreros para dicha actividad abarcan cerca de un 44%TP, 13%TC y 43%TNC. En constante la presente investigación recurre a obtener en trabajos productivos (TP = 44% A TP = 53%) mejorando un 9 % en comparación con nuestra investigación.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación constante del seguimiento de las herramientas del Lean Construction en una obra de campos deportivos incrementa de manera significativamente la confiabilidad de su planificación, puesto que se corroboró un incremento de la productividad para los rendimientos, a pesar que inicialmente estaba por debajo de lo previsto en la planificación. Hubo una mejora en la planificación ya que mediante la metodología se pudo obtener el ahorro en el presupuesto total de encofrado de estructuras de 2.46% y en acabado de estructuras de 1.49% del presupuesto base.

Tabla 50. Análisis de ahorro en productividad

AHORRO EN EL PRESUPUESTO BASE			
ITEM	Partida	Presupuesto	Ahorro
1.01	Encofrado de Columnas	S/145,943.01	S/ 3,590.20
1.02	Acabado de Estructuras	S/ 40,485.31	S/ 987.84

Fuente: Elaboración propia

2. Carta balance es una herramienta que nos permitió efectuar las mediciones reales que se obtiene en campo tanto en trabajos productivos, contributorios y no contributorios. En esta ocasión se ha evaluado las partidas de encofrado de columnas junto al de sardinales y zapatas en donde se encontró que el mayor punto de incidencias eran los trabajos improductivos y se realizó una mejora en optimización de (TP = 35%, TC = 41.75%, TNC = 23.25%) a (TP = 53%, TC = 37.38%, TNC = 9.63%) que llevando al costo por el ratio promedio de 0.43 % obtendríamos un ahorro de S/. 3,590.20, donde se concluyó que se debió a un mal dimensionamiento de cuadrillas y la falta de planificación.

3. Diagrama de flujo es la herramienta que nos ha permitido efectuar las mejoras en la distribución de la cuadrilla de acabado en estructuras junto a la herramienta diagrama en planta obtenemos que se puede realizar una mejora de ratio de un 0.147 hh/m<sup>2</sup> a 0.110 hh/m<sup>2</sup> que llevando al costo se ahorraría un S/ 987.84 y se llegó a concluir que hubo una mala distribución de cuadrillas y la falta de control en el avance de la planificación.
4. Análisis de Restricciones es una herramienta de control que anticipa las restricciones posibles que pueden obtener en el campo, junto a la herramienta de porcentaje de plan cumplido (ppc) que trabaja realizando en control que permitió media la confiabilidad del sistema. En este caso se observó que en la semana 3 y la semana 10 no se llegaron a cumplir todas las actividades programadas obteniendo un porcentaje menor al 80 %. Al implementar esta herramienta en las semanas siguientes se llegó a un porcentaje mayor que no influye en retrasos a las demás partidas y cumple con el tren de actividades requerido.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar la metodología Lean Construction trabajando con el sistema Last Planner mejora la planificación, por lo tanto el residente de obra es el indicado en liderar junto a su equipo staff, que al aplicar esta metodología se debe realizar el seguimiento y las capacitaciones adecuadas para obtener una mejora continua en la productividad.
2. Efectuar y analizar la herramienta Carta de Balance la estandarización de esta herramienta, ya que se debe aplicar al inicio de las actividades para realizar el chequeo del dimensionamiento de cuadrillas sea el adecuado. En este caso se le aplico a la cuadrilla que se encontró critica en cumplimiento de la programación, incumpliendo los metrados correspondientes de esa manera se logró grandes resultados ya que analiza el mínimo detalle de cada colaborador, si se realiza la correcta aplicación de la herramienta se obtendrían sumas grandes de ahorros.
3. Efectuar y analizar la herramienta Diagrama de flujo enfocada en el sector de la construcción junto a la herramienta diagrama de planta se recomienda utilizar en todas las partidas ya que la herramienta nos ayuda a ordenar, nos ayuda a minimizar los tiempos muertos de espera entre operarios y ayuda a minimizar los accidentes en obra y colabora con el control de la programación, si se realiza la correcta aplicación de las herramientas se obtendría sumas grandes de ahorros.
4. Efectuar y analizar la herramienta Análisis de Restricciones todas las semanas y en todos los trabajos para obtener un mayor control del incumplimiento de las partidas junto al porcentaje de plan cumplido que ayuda a analizar las actividades así sean mínimas que reflejan incumplimiento estas actividades se realizarían durante todo el proyecto no solo en la etapa de encofrado de columnas y acabo estructural se van a obtener porcentajes de ahorros.

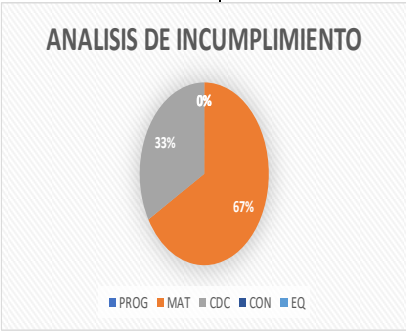


## ANEXOS

	Página
Anexo 1: Formato de porcentaje de plan cumplido.	154
Anexo 2. Formato de análisis de restricciones.	155
Anexo 3. Formato de carta de balance.	156
Anexo 4. Formato de Diagrama de flujo.	157
Anexo 5. Matriz de consistencia.	158
Anexo 6. Panel Fotográfico.	159
Anexo 7. Plano de ubicación del Colegio Julio Ramón Ribeyro.	165
Anexo 8. Plano de ubicación del Colegio Miguel Grau.	165
Anexo 9. Plano de ubicación del Colegio Ricardo Palma.	166
Anexo 10. Plano de ubicación del Colegio San Pedro.	166

## ANEXO 1. FORMATO DE PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)														
ACTIVIDAD	UNID	METRADO PROGRAMADO	METRADO REALIZADO	SEMANA 3						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO				
				LUNES 12/11/18	MARTES 13/11/18	MIERCOLES 14/11/18	JUEVES 15/11/18	VIERNES 16/11/18	SABADO 17/11/19	SI	NO	TIPO	CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
<b>ESTRUCTURA</b>														
ELEMENTOS VERTICALES														
ELEMENTOS HORIZONTALES														
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL EN (%)														
ANALISIS DE INCUMPLIMIENTOS														
COD	DESCRIPCION	CANTIDAD												



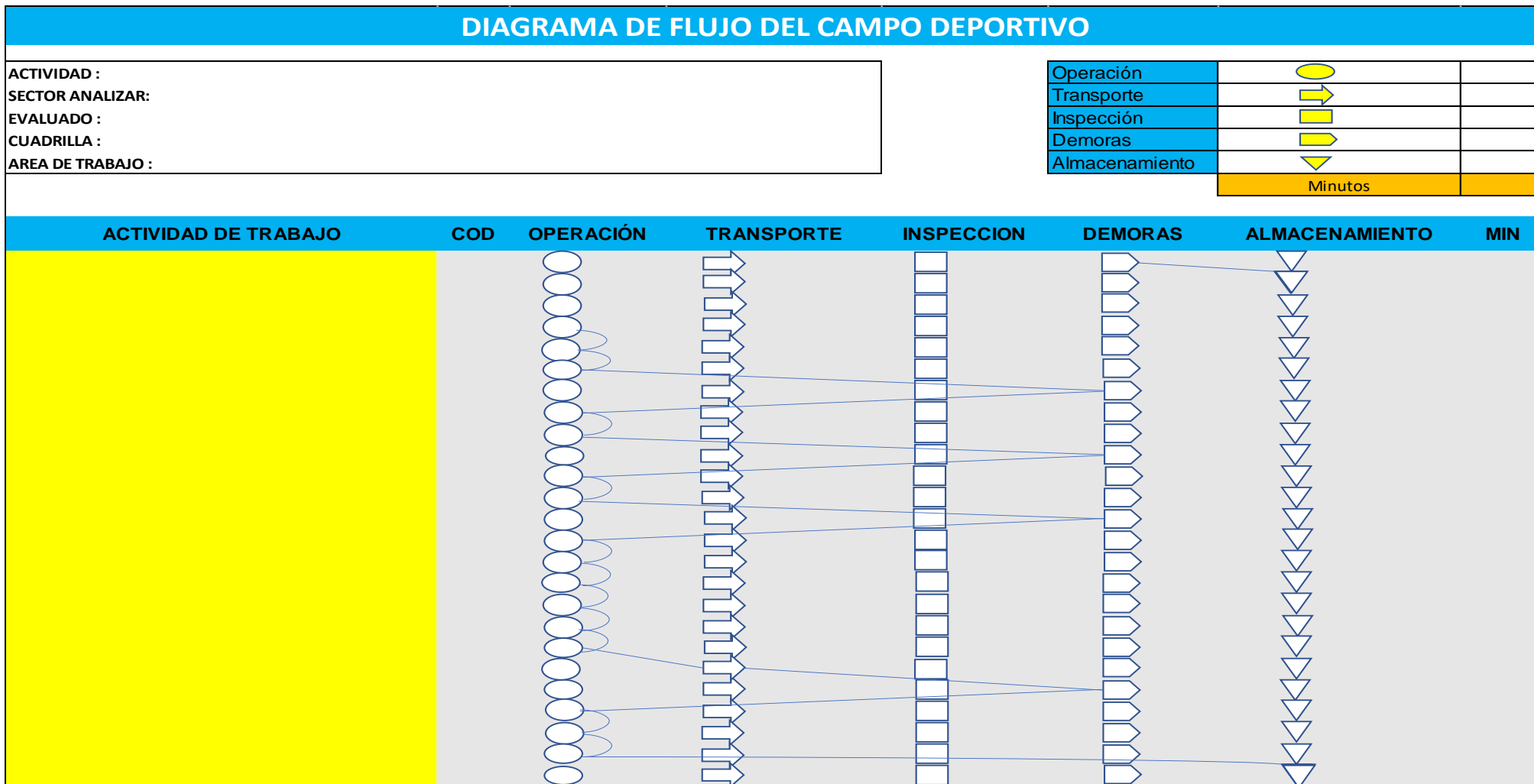
## ANEXO 2. FORMATO DE ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES													
PROYECTO:													
SEMANA:							SEMANA 0						
							L	M	M	J	V	S	D
ITEM	De donde sale	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE								
						<b>N° TOTAL DE RESTRICCIONES</b>							
						<b>% DE RESTRICCIONES POR SEMANA</b>							
01.00													
01.01													
01.02													
01.03													
01.04													
01.05													
01.06													
01.07													
01.08													

**ANEXO 3. FORMATO DE CARTA DE BALANCE**

MEDICION	Operario.	Ayudante.	Operario.	Ayudante.	Operario.	Ayudante.	Operario.	Ayudante.	Operario.	Ayudante.	Operario.	Ayudante.	Operario.	Ayudante.
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														

### ANEXO 4. FORMATO DE DIAGRAMA DE FLUJO.



## ANEXO 5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Título de la Investigación: IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS DE LA REGIÓN CALLAO 2020						
Elaborado por: GARCÍA CASTELLANOS, JORGE LUIS RAMÍREZ VILLAVICENCIO, JOHAN JOSUÉ						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE			DISEÑO
¿De qué manera las herramientas Lean Construction mejoran la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?	Implementar las herramientas Lean Construction para la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.	La implementación de las herramientas Lean Construction mejora la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.	Herramientas Lean Construction	Carta Balance	Tiempo Productivo	No experimental, Longitudinal, Prospectivo
					Tiempo Contributorio	
					Tiempo No Contributorio	
				Diagrama de Flujo	Diagrama en Planta	
					Análisis de Ratios	
					Análisis de Rendimientos	
				Análisis de Restricciones	Restricciones	
Actividades Procesadas						
Análisis de incumplimientos						
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	DEPENDIENTE			MUESTRA
¿De qué manera la aplicación Carta Balance de las Herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?	Determinar la influencia Carta Balance de las Herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.	La aplicación de las herramientas Lean Construction Carta Balance contribuye con la mejora de producción y costos es el adecuado.	Mejora la Productividad	Mano de Obra		Ejecución de los 4 campos deportivos para entrenamientos en las instituciones públicas de la región callao – ubicación de la institución educativa pública Julio Ramon Ribeyro
¿De qué manera la aplicación Diagrama de Flujo de las Herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?	Determinar la influencia Diagrama de Flujo de las Herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.	La aplicación de las herramientas Lean Construction Diagrama de Flujo contribuye con la mejora de la productividad de ratio y costos es el adecuado.		Material		INSTRUMENTOS AutoCad, Formatos, Microsoft Power Point, Microsoft Excel
¿De qué manera la aplicación Análisis de Restricciones de las Herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020?	Determinar la influencia Análisis de Restricciones de las Herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad en la ejecución de campos deportivos en las instituciones educativas públicas de la región Callao - 2020.	La aplicación de las herramientas Lean Construction Análisis de Restricciones contribuye con la mejora de producción y cumplimiento de procesos es el adecuado.		Ratios de productividad		PROCEDIMIENTO Sectorización, Cronograma Maestro, Tren de Actividades, Porcentaje de plan Cumplido, Plan Semanal, Lokahead Plan, Tareo diario, Diagrama de Flujo, Carta Balance, Analisis de Restricciones POBLACIÓN La población de la presente investigación está implicada a todos los campos deportivos para entrenamiento que fueron ejecutadas en las diferentes instituciones educativas públicas del callao, distrito del Callao.

## ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 001: Excavación de las losas deportivas por la empresa contratista ISISA SAC.



Fotografía 002: Excavación para el solado, zapatas y columnas  $h=1.20\text{m}$ .





Fotografía 003: Doblaje de los Estribos para las columnas y Zapatas.



Fotografía 004: Colocación de acero en Zapatas y Columnas.





Fotografía 005: Colocación de accesorios en Columnas y Sardineles.



Fotografía 006: Vaciado de concreto en Columnas, Zapatas y Sardineles.





Fotografía 007: Retiro de Accesorios en columnas, zapatas y sardineles.



Fotografía 008: Colocación de aceros en Graderías y Desencofrado.





Fotografía 009: Colocación y acabado de postes metálicos y mallas metálicas.



Fotografía 010: Colocación de Luces led de 250w y acabado de graderías



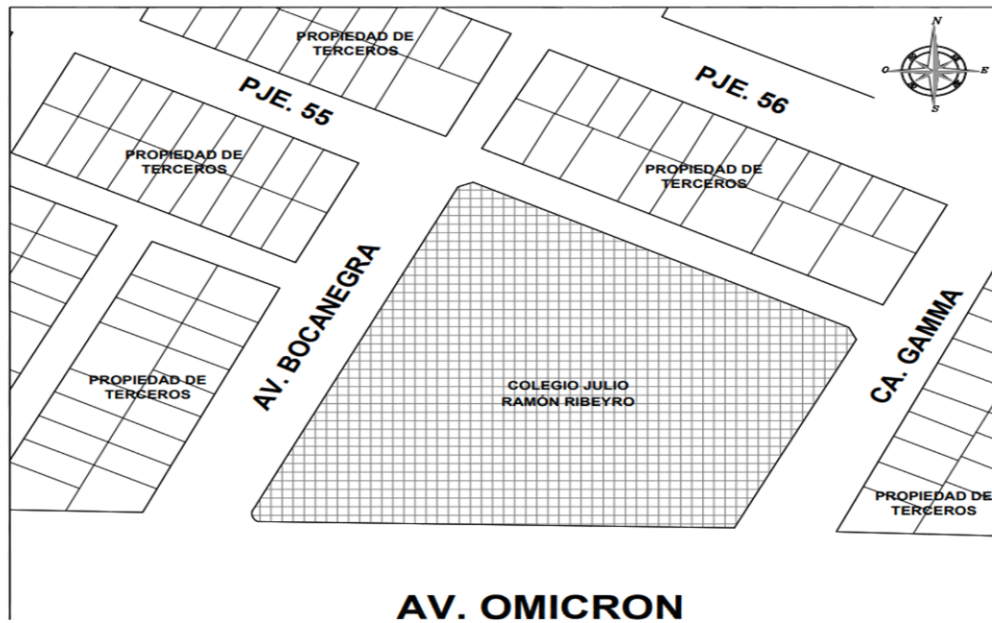


Fotografía 011: Colocación de la alfombra de Grass Sintético.



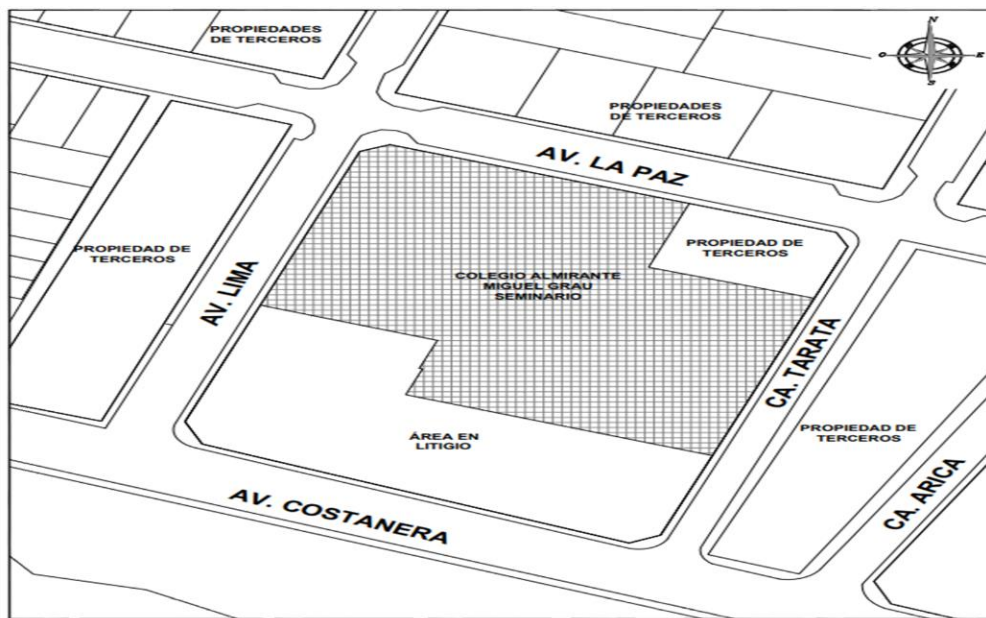
Fotografía 012: Entrega de la ejecución de los campos deportivos.

## ANEXO 7. PLANO DE UBICACIÓN DEL COLEGIO JULIO RAMÓN RIBEYRO



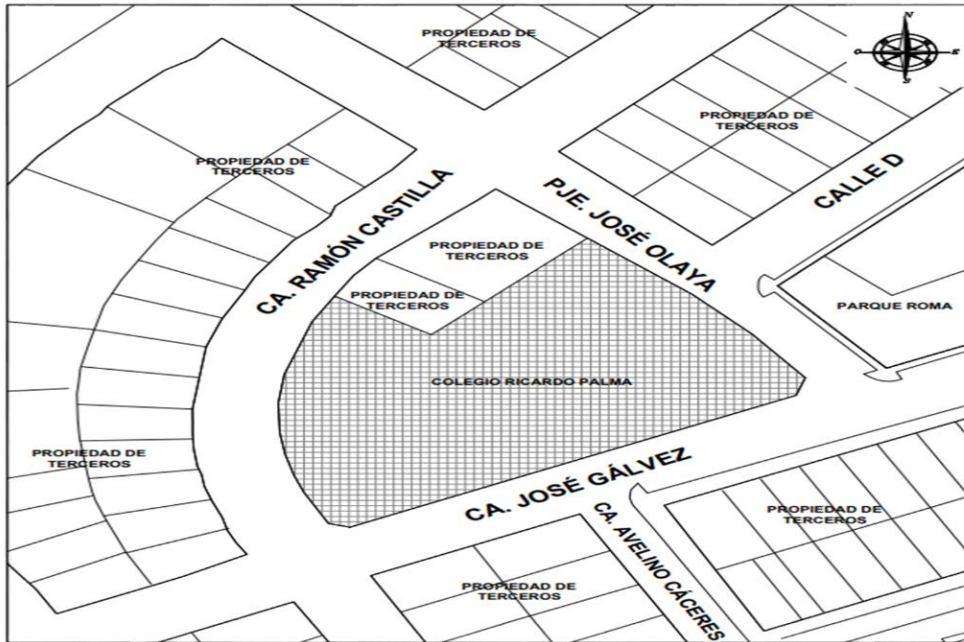
Plano 001: Plano de Ubicación Colegio Julio Ramón Ribeyro.

## ANEXO 8. PLANO DE UBICACIÓN DEL COLEGIO MIGUEL GRAU SEMINARIO



Plano 002: Plano de Ubicación Colegio Miguel Grau.

## ANEXO 9. PLANO DE UBICACIÓN DEL COLEGIO RICARDO PALMA



Plano 003: Plano de Ubicación Colegio Ricardo Palma.

## ANEXO 10. PLANO DE UBICACIÓN DEL COLEGIO SAN PEDRO



Plano 004: Plano de Ubicación Colegio San Pedro.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

Cano y Nieto y Aragón (2017) “Implementación de la metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.” Recuperado de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14785/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%2017%20JUNIO%20-%20GRAMAR.pdf>

Brioso, X. (2015). El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el project y construction management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación. 383. Recuperado de

[http://oa.upm.es/40250/1/XAVIER\\_MAX\\_BRIOSO\\_LESCANO.pdf](http://oa.upm.es/40250/1/XAVIER_MAX_BRIOSO_LESCANO.pdf)

CAPECO (2019) Cámara Peruana de la Construcción. Informe económico PBI en la construcción. Recuperado de

[http://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica/62\\_PBI-CONSTRUCCION.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica/62_PBI-CONSTRUCCION.pdf)

Koskela, L. (1992) “Application of the new production philosophy to construction”. VTT Building Technology. Technical Report #72, Center for Integrated Facilities Engineering, Stanford University Recuperado de

<http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>

Uzategui, M. (2016). Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 0–93.

Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/556447/Tesis%20Wilca%20Uzategui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Crespo, W (2015) Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la Ciudad de Quito, aplicando Lean Construction. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5427>

Ballard, G. (2000) The Last Planner System of Production Control, (Tesis para doctorado). Faculty of engineering, The University of Birmingham. Recuperado de <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/1/Ballard00PhD.pdf>

Guzmán, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. 121. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5778?show=full>.

Kanbanize. Los 7 desperdicios Lean: Como optimizar los recursos. Recuperado de <https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/valor-desperdicio/7-desperdicios-do-lean/>

Collachagua I. (2017) “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”; como herramienta de mejora de la productividad, Huancayo: Universidad Continental. Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3591>

Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction Introduccion a Lean Construction. 74. Libro Recuperado de <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>



- Pajares, J. (2014). Sectorización en edificaciones de la herramienta Lean Construction. Recuperado de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337104/CASTRO\\_EMJ%20y%20PAJARES\\_HEJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337104/CASTRO_EMJ%20y%20PAJARES_HEJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rivera, V. (2015). Programación detallada en la construcción de las herramientas Lean Construction. Tesis Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3615/1/V%C3%ADctor%20Manuel%20Rivera%20Esteban.pdf>
- Castro, J. (2014). Tren de Actividades en obras de construcción. Tesis Recuperado de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337104/CASTRO\\_EMJ%20y%20PAJARES\\_HEJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337104/CASTRO_EMJ%20y%20PAJARES_HEJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ulloa, K. (2011). Planificación Maestra y Sistema Last planner. Revista Recuperado de [http://www.motiva.com.pe/articulos/La\\_Planificacion\\_Obras\\_Sistema\\_LastPlanner.pdf](http://www.motiva.com.pe/articulos/La_Planificacion_Obras_Sistema_LastPlanner.pdf)
- Orihuela y Canchaya, L. (2011). Lookahead Plan y la Programación Semanal. Revista Recuperado de <http://www.motiva.com.pe/articulos/GestionVisualLookAhead.pdf>
- Vargas, L. (2017). Carta Balance y la mejora en la producción. Revista Recuperado de <http://ingenieriaconstruccion929.blogspot.com/2017/07/mejora-de-la-productividad-en-la.html>