



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03) OBRAS
TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA
LEAN CONSTRUCTION”**

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

TESISTAS:

**VALDERRAMA RUIZ ADDERLY NICOLÁS
MORACHIMO FIESTAS KELLY IVONNE**

ASESOR :

ING. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ
2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil



**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN
TRES (03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN
DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION”**

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

TESISTAS:

**VALDERRAMA RUIZ ADDERLY NICOLÁS
MORACHIMO FIESTAS KELLY IVONNE**

REVISADO POR:



Ing. Julio César Rivasplata Díaz
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil



**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN
TRES (03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN
DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION”**

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

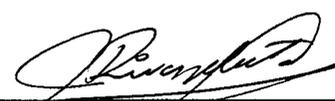
**SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE
JURADO EL DÍA 08.09.2014**



Ms. Ing. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente



Ing. Janet Saavedra Vera
Secretaria



Ing. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante



DEDICATORIA

A DIOS, por haberme brindado la fuerza y la dedicación en este largo camino.

A mis padres Elvia Ruiz y Nicolás Valderrama quienes me forjaron para seguir adelante y permitirme ser una persona de bien; de igual manera a mis hermanos Heraldo, Jasler, Marlon y Carol porque me apoyaron en el desarrollo de este trabajo brindándome palabras de motivación y aliento.

A mi madrina Gloria Alcalde que estando en vida con sus consejos, su dedicación hacia mi persona cultivo valores de honestidad, integridad entereza y amor.

Adderly Nicolás Valderrama Ruiz



*A DIOS quien me da
constantemente la fortaleza espiritual
para seguir superándome.*

*A mis padres, Manuel y Eugenia
hermanos Mirko, Henry y Liliana
quienes son la razón de mi vida y
supieron fomentar en mí el deseo de
superación y el anhelo de triunfo en la
vida.*

*Mis palabras no son suficientes
para agradecerles su apoyo, su
comprensión y sus consejos en los
momentos difíciles*

*Este presente informe se los
dedico, porque estoy admirado de su
fortaleza y por lo que han hecho de mí.*

Kelly Ivonne Morachimo Fiestas



AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional del Santa, por habernos brindado la oportunidad de formarnos íntegra y moralmente con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo de la sociedad.

Al Ing. Julio César Rivasplata Díaz, por brindarnos sus conocimientos, valiosos consejos y sugerencias durante la carrera universitaria así como en el desarrollo de este proyecto de Tesis.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes día a día nos brindaron sus valores y conocimientos para nuestra formación profesional

A todos quienes de una u otra forma fueron parte de este proyecto.



INDICE GENERAL

a. Dedicatoria.....	I, II
b. Agradecimiento.....	III
c. Índice General.....	IV
d. Índice de Tablas.....	VII
e. Índice de Ilustraciones.....	VIII
f. Resumen.....	1
g. Abstract.....	2
h. Introducción.....	3

CAPÍTULO I: Desarrollo y Metodología

1.1 Planteamiento del Problema.....	6
1.2 Limitaciones.....	7
1.3 Objetivos del estudio.....	8
1.4 Hipótesis.....	9
1.5 Variables.....	9

CAPÍTULO II: Fundamento Teórico

2.1. Filosofía Lean Construction

2.1.1. Antecedentes de la filosofía Lean Construction.....	10
2.1.2. Lean Construction.....	11
2.1.3. Modelos de planificación.....	12



CAPÍTULO III: Análisis y Presentación de Resultados

3.1. Análisis del proyecto "Reconstrucción y Mejoramiento vial de la Av. José Pardo Tramo Av. José Gálvez y Jr. Unión en Chimbote, Provincia de Santa – Ancash" con la aplicación de la Filosofía Lean Construction....	54
3.2. Análisis del proyecto " Sistema de Agua Potable y Desagüe de la HUP Nicolás de Garatea Del Distrito De Nuevo Chimbote-Provincia Del Santa- Ancash" con la aplicación de la Filosofía Lean Construction.....	103
3.3. Análisis del proyecto "Centro Cultural – Auditorio De La Universidad Nacional Del Santa" (Sector Talleres) con la aplicación de la Filosofía Lean Construction	187

CAPÍTULO IV: Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones.....	235
4.2. Recomendaciones.....	236

Bibliografía

Referencias Bibliográficas.....	238
---------------------------------	-----

Anexos



INDICE DE TABLAS Y FORMATOS

Tabla I. Comparación de métodos de Producción.....	18
Cuadro N°1: Lista de Actividades (Pavimentación)	55
Cuadro N°2: Calculo de demolición de pavimento existente.....	56
Cuadro N°3: Calculo de trazo y replanteo.....	57
Cuadro N°4: Calculo de corte a nivel de subrasante.....	58
Cuadro N°5: Calculo del mejoramiento y estabilización de suelo con over side.....	59
Cuadro N°6: Calculo del mejoramiento y estabilización de suelo.....	60
Cuadro N°7: Calculo del sum. e instalación de geotextil no tejido GT 270P.....	61
Cuadro N°8: Calculo de Sub-base de Afirmado E=0.20m.....	62
Cuadro N°9: Calculo del sum. e instalación de geomalla de refuerzo biaxial ...	63
Cuadro N°10: Calculo de base de Afirmado E=0.15m.....	64
Cuadro N°11: Calculo imprimación asfáltica RC- 250.....	65
Cuadro N°12: Calculo carpeta asfáltica en caliente de 3”.....	66
Cuadro N°13: Cálculo pintado de pavimentos y acabados.....	67
Cuadro N°14: Sectorización.....	70
Cuadro N°15: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, primera part.).	72
Cuadro N°16: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, segunda part.).	73
Cuadro N°17: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, tercera part.)...	74
Cuadro N°18: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, cuarta parte)...	75
Cuadro N°19: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, primera part.).	76



Cuadro N°20: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, segunda part.)	77
Cuadro N°21: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, tercera part.)	78
Cuadro N°22: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, cuarta part.)	79
Cuadro N°23: Programación Maestra (Pavimentación)	84
Cuadro N°24: Cuadro De Asignación De Personal-CAP(Pavimentación)	90
Cuadro N°25: look Ahead de 4 semanas (Pavimentación)	97
Cuadro N°26: Análisis De Restricciones (Pavimentación)	99
Cuadro N°27: Plan Semanal, porcentaje de plan cumplido (PPC), análisis de no cumplimiento (ANC) (Pavimentación)	100
Cuadro N°28: porcentaje de plan cumplido acumulado (PPC) y análisis de no cumplimiento (ANC) (Pavimentación)	103
Cuadro N°29: Cálculo trazo y Replanteo para alcantarillado	105
Cuadro N°30: Señalización p/limite seguridad de obra	106
Cuadro N°31: Excavación de zanja, c/maquina en terreno suelto	107
Cuadro N°32: Nivelación y refine de fondo de zanja	108
Cuadro N°33: Conformación de cama de apoyo, con material propio, H=10cm	109
Cuadro N°34: Cálculo para Instalación de tubería PVC ISO 4435 S-20	110
Cuadro N°35 Cálculo para alineamiento y ajuste de tubería PVC ISO 4435	111
Cuadro N°36: Cálculo para la prueba hidráulica PVC ISO 4435	112
Cuadro N°37: Cálculo para el relleno de zanja con material propio c/maquina sobre clave de tubería	113
Cuadro N°38: Cálculo para conexiones domiciliarias	114
Cuadro N°39: Cálculo prueba hidráulica de tubería PVC ISO4436	115



Cuadro N°40: Cálculo para relleno de zanja con material propio.....	116
Cuadro N°41: Cálculo para la eliminación de material excedente.....	117
Cuadro N°42: Cálculo para la reposición de pavimento.....	118
Cuadro N°43: Cálculo para la reposición de vereda.....	119
Cuadro N°44: Cálculo trazo y Replanteo para agua potable.....	123
Cuadro N°45: Señalización p/limite seguridad de obra.....	124
Cuadro N°46: Excavación de zanja, c/maquina en terreno suelto.....	125
Cuadro N°47: Nivelación y refine de fondo de zanja	126
Cuadro N°48: Conformación de cama de apoyo, con material propio, H=10cm.....	127
Cuadro N°49: Cálculo para Instalación de tubería PVC ISO 4435 S-20.....	128
Cuadro N°50: Cálculo para alineamiento y ajuste de tubería PVC ISO 4435.....	129
Cuadro N°51: Cálculo para la prueba hidráulica PVC ISO 4435.....	130
Cuadro N°52: Cálculo para el relleno de zanja con material propio c/maquina sobre clave de tubería	131
Cuadro N°53: Cálculo para conexiones domiciliarias.....	132
Cuadro N°54: Cálculo prueba hidráulica de tubería PVC ISO4436.....	133
Cuadro N°55: Cálculo para relleno de zanja con material propio.....	134
Cuadro N°56: Cálculo para la eliminación de material excedente.....	135
Cuadro N°57: Cálculo para desinfección de tubería	136
Cuadro N°58: Cálculo para la reposición de pavimento	137
Cuadro N°59: Cálculo para la reposición de vereda	138
Cuadro N°60: Tren de actividades de desagüe (primera parte).....	143
Cuadro N°61: Tren de actividades de desagüe (segunda parte)	144



Cuadro N°62: Tren de actividades de desagüe (tercera parte)	145
Cuadro N°63: Tren de actividades de agua potable (primera parte)	147
Cuadro N°64: Tren de actividades de agua potable (segunda parte)	148
Cuadro N°65A: Tren de actividades de agua potable (tercera parte)	149
Cuadro N°65B: Programación Maestra Desagüe.....	155
Cuadro N°66: Programación Maestra Agua Potable.....	160
Cuadro N°67: Cuadro De Asignación De Personal-CAP (saneamiento).....	165
Cuadro N°68: Look Ahead de 4 semanas (saneamiento).....	173
Cuadro N°69: Análisis De Restricciones (saneamiento).....	177
Cuadro N°70: Plan Semanal, porcentaje de plan cumplido (PPC), análisis de no cumplimiento (ANC) (saneamiento).....	183
Cuadro N°71: Porcentaje de Plan Cumplido acumulado (PPC) y análisis de no cumplimiento (ANC) (saneamiento).....	186
Cuadro N°72: Cuadro de metrado columnas del primer nivel.....	188
Cuadro N°73: Cuadro de metrado columnas del segundo nivel.....	190
Cuadro N°74: Cuadro de metrado de vigas del primer nivel.....	192
Cuadro N°75A: Cuadro de metrado de vigas del segundo nivel.....	194
Cuadro N°75B: Cuadro de metrado de losa aligerada del primer nivel.....	195
Cuadro N°76: Cuadro de metrado de losa aligerada del segundo nivel.....	196
Cuadro N°77: Cuadro de Sectorización de columnas del primer nivel.....	197
Cuadro N°78: Cuadro de Sectorización de columnas del segundo.....	198
Cuadro N°79: Cuadro de Sectorización de vigas del primer nivel.....	199
Cuadro N°80: Cuadro de Sectorización de vigas del segundo nivel.....	200
Cuadro N°81: Cuadro de Sectorización de losa aligerada del primer.....	201



Cuadro N°82: Cuadro de Sectorización de losa aligerada del segundo.....	202
Cuadro N°83: Análisis para el tren de actividades y asignación de personal (primer nivel).....	211
Cuadro N°84: Análisis para el tren de actividades y asignación de personal (segundo nivel).....	214
Cuadro N°85: Tren de Actividades (primer nivel).....	214
Cuadro N°86: Tren de Actividades (segundo nivel).....	215
Cuadro N°87: programación maestra (edificación).....	219
Cuadro N°88: cuadro de asignación de personal-CAP (edificación).....	215
Cuadro N°89: Look Ahead de 4 semanas (edificación).....	226
Cuadro N°90: Análisis De Restricciones (edificación).....	228
Cuadro N°91 Plan Semanal, porcentaje de plan cumplido (PPC), análisis de no cumplimiento (ANC) (edificación).....	232
Cuadro N°92: Porcentaje de Plan Cumplido acumulado (PPC) y análisis de no cumplimiento (ANC) (edificación).....	234



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1, <i>Esquema de Modelo de Conversión</i>	13
Figura 2, <i>Esquema de Modelo de flujo de procesos</i>	17
Figura 3, <i>Matriz de Productividad</i>	23
Figura 4, <i>Relación entre eficiencia y efectividad</i>	24
Figura 5, <i>Esquema se Hará vs Puede vs Debería</i>	36
Figura 6, <i>Estructura Jerárquica Last Planner System</i>	41
Figura 7. <i>Planta de Sectorización</i>	42
Figura 8. <i>Planificación Maestra</i>	44
Figura 9. <i>Look ahead de 5 semanas</i>	46
Figura 10 <i>Programación Semanal</i>	48
Figura 11. <i>Cuadro de análisis de restricciones</i>	51
Grafico N°1. <i>Sectorizacin Del Bloque B</i>	68
Gráfico N°2: <i>Sectorización de cada sector en subsectores (4)</i>	69
Gráfico N° 3: <i>Histograma HH</i>	95
Gráfico N°4: <i>División del proyecto de desagüe en 5 sectores</i>	120
Gráfico N°5: <i>División de cada sector en subsectores (6)</i>	121
Gráfico N°6: <i>División del proyecto de agua potable en 5 sectores</i>	139
Gráfico N°7: <i>División de cada sector en subsectores (6)</i>	140
Gráfico N° 8: <i>Histograma HH</i>	171
Gráfico N° 9: <i>Sectorización columnas (primer nivel)</i>	203
Gráfico N° 10: <i>Sectorización columnas (segundo nivel)</i>	204
Gráfico N° 11: <i>Sectorización vigas (primer nivel)</i>	205



Gráfico N° 12: <i>Sectorización vigas (segundo nivel)</i>	206
Gráfico N° 13: <i>Sectorización de losa aligerada (primer nivel)</i>	207
Gráfico N° 14: <i>Sectorización de losa aligerada (segundo nivel)</i>	208
Gráfico N° 15: <i>Asignación de Personal Acumulativo (Edificación)</i>	224



RESUMEN

El propósito principal de la tesis es brindar y plasmar lineamientos para la planificación y ejecución de proyectos de edificación, pavimentación, y obras de saneamiento, centrados en la filosofía Lean Construction, para reducir pérdidas que se generan en la construcción, minimizar tiempos de ejecución de proyectos y aumentar la productividad en las obras.

A lo largo de la ejecución de la tesis iremos estudiando lo que pretende la filosofía Lean Construction, para un mejor entendimiento y además plasmar y dar a conocer los lineamientos de dicha filosofía para la ejecución de los proyectos y seguimiento de las obras, tales como: edificación, pavimentación y obras de saneamiento; todo ello para una buena gestión, y obtener resultados positivos en cuanto a la producción de las obras.

La filosofía Lean Construction es un método factible que trae resultados eficientes, las cuales se aplicaran para los proyectos de edificación, pavimentación y obras de saneamiento para efectos de la presente tesis, obteniendo consigo los resultados esperados como el cumplimiento del cronograma de obra, reducción de pérdidas y aumento de la productividad, generando beneficios para la empresa que ejecuta cualquiera de los tres (03) tipos de proyectos.



ABSTRACT

The main purpose of the thesis is to provide guidelines for the capture and execution of construction projects, paving, and drainage works, focusing on lean construction philosophy, to reduce losses generated in the construction, minimize project execution times and increase productivity in the works.

Throughout the execution of the thesis we will study what aims philosophy lean construction , to better understand and further capture and disseminate guidelines that philosophy for project implementation and monitoring of works, such as: building , paving and drainage works , all for a good run and get positive results in the production of works.

The lean construction philosophy is a feasible method that brings efficient results, which apply to construction projects, paving and drainage works for the purposes of this thesis, earning him the expected results as the fulfillment of the schedule of work, reduced losses and increasing productivity, generating profits for the company that is running any of the three (03) types of projects



INTRODUCCIÓN

La presente tesis se desarrolla principalmente para los proyectos y obras tales como: edificación, pavimentación, y obras de saneamiento que se ejecutan o están por ejecutarse en nuestro ámbito tanto obras públicas como privadas debido al creciente desarrollo que va presentando nuestro país; dado esto las empresas en competencia deberán estar a la vanguardia de las nuevas tendencias para un buen desempeño y lograr resultados eficientes en la ejecución de los proyectos.

En aras a un buena gestión de los proyectos y obras; la presente tesis brindará lineamientos de la filosofía Lean Construction para un buen control de los proyectos y obras ya mencionadas, logrando mejoras en la productividad, reducción de pérdidas, y por qué no la reducción del plazo de ejecución de los proyectos.

A lo largo de la historia la industria de la construcción ha conservado los mismos principios durante mucho tiempo; los procesos de diseño y construcción están dentro de modelos clásicos o "tipo" debido a nuestra cultura. En busca de un cambio sobre las tendencias tradicionales en la ejecución de proyectos de construcción, nacen nuevas corrientes enfocadas a mejorar el desempeño de los procesos productivos.

El concepto "Lean Construction" surge de las mejoras desarrolladas en los sistemas de gestión implementados en las industrias desde la década de los años 50. Es que en esta década estas mejoras originaron un nuevo sistema de



producción de la empresa automotriz japonesa Toyota. Esta mejora se vio reflejada, entre otras cosas, en la eliminación de los inventarios a través de pequeños lotes de producción, reducción de los tiempos de ciclo, trabajo y planeación con los proveedores y producción automatizada. Conjuntamente la implementación de esta filosofía fue evolucionando a la par en Japón consiguiendo un control estadístico de calidad, sistemas de aseguramiento y una mejor gestión de calidad en una perspectiva más extensa, siendo estas las bases para un nuevo modelo de producción posterior y por consiguiente a la filosofía "Lean Construction".

Como consecuencia de la búsqueda de un mejoramiento continuo de los procesos constructivos, surge la filosofía Lean Construction (Construcción sin pérdidas), cuyos métodos aplicados en la construcción buscan la optimización de recursos, costos y tiempos teniendo como base conceptual la teoría de la producción lean (producción sin pérdidas).

La filosofía Lean Construction se enfoca en las pérdidas de los proyectos y obras y la reducción de las mismas esto se ve reflejado en los modelos de flujo de procesos y no en los modelos de conversión según el enfoque tradicional de producción, en el modelo de flujos se visualiza los movimientos, esperas e inspecciones ve el trabajo como un flujo de información compuesto; muy contrario a este modelo está el de conversión que es la transformación de una materia prima en un producto terminado sin considerar los flujos físicos para su desarrollo.



La principal función de este proceso es generar una disgregación jerárquica del trabajo; ya que, así estas actividades descompuestas a realizar dentro de la planificación serán inspeccionadas y perfeccionadas. El modelo de conversión, se puede representar como modelo clásico o formato mental del como representamos el trabajo, este formato se usa para los conocidos CPM (critical path method).

A lo largo de la tesis, se irán presentando varios conceptos relacionados a la filosofía lean Construction, para poder entender mejor estos conceptos y su uso es que serán desarrollados dentro de cada capítulo

Teniendo como base estos lineamientos para la reducción de pérdidas y aumentar la eficiencia en la productividad de los proyectos debemos identificar las actividades que no agregan valor y eliminarlas.

Implementar herramientas que ayuden en la identificación de recursos mal empleados y evitar que los flujos paren.

La filosofía Lean Construction para la implementación en los proyectos de edificación, pavimentación y obras de saneamiento como se pretende dar a conocer en la siguiente tesis hace referencia a que todo lo que se puede medir, se puede mejorar, es por tal que dichas mediciones se podrán hacer en formatos que detallaremos capítulos más adelante, para la recopilación de información y optimizar la productividad de los proyectos a desarrollar.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES
(03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

CAPÍTULO I: DESARROLLO Y METODOLOGÍA



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El control y seguimiento de los proyectos y ejecución de las obras, tales como: edificación, pavimentación y obras de saneamiento, en nuestro país debe contar con nuevas técnicas para su gestión, ya que solo así podremos minimizar costos y tiempo para el desarrollo de éstas evitando así pérdidas, se pueden ver por una mala gestión.

La filosofía Lean Construction que pretendemos plasmar y dar a conocer para la ejecución de los proyectos y seguimiento de las obras, tales como: edificación, pavimentación y obras de saneamiento, para una buena gestión en nuestra ciudad, y obtener resultados positivos en cuanto a la producción de estas, es un método factible que trae resultados eficientes, ya que hoy en día las grandes empresas en nuestro país la vienen desarrollando teniendo consigo buenos beneficios con la aplicación de esta filosofía.

Actualmente en nuestro país y específicamente nuestra ciudad de Chimbote se sigue usando el método tradicional para el seguimiento y control de las obras tales como edificación, pavimentación y obras de saneamiento; el método tradicional o como lo denominaremos modelos de conversión, ya que transformamos la materia prima en un producto terminado, este método no es muy eficiente ya que solo prevé el cumplimiento de las partidas sin importar el cómo se desarrollen; sin embargo la filosofía Lean Construction se centra en los flujos de



pequeños lotes que intervienen para que se cumpla y termine dicha partida, permitiendo así un mejor uso de los recursos, un mejoramiento continuo, reducción en los costos de construcción y reducción de la duración de la obra.

Como se viene mencionando, la filosofía Lean Construction a diferencia de las prácticas convencionales se enfoca en las pérdidas y en la reducción de las mismas que se pueden apreciar en las obras de edificación, pavimentación y obras de saneamiento. El punto de partida es acrecentar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo al nivel de la producción misma de las obras típicas que se vienen mencionando.

Este enfoque no coincide con la forma actual en la que se gestionan los proyectos, en la cual se confía del manejo en el ámbito del proyecto completo para coordinar el trabajo, contratar el mismo y para medir la performance de los sistemas de control, los sistemas de gestión tradicionales, al carecer de un sistemas que permita predecir con cierta exactitud el flujo del trabajo, por lo general diseñan cuadrillas que deben adoptar un esquema de flexibilidad para mantenerse ocupadas. Por lo tanto los sistemas de gestión de producción actuales inyectan incertidumbre en el flujo de trabajo y por consiguiente pérdidas.

Por lo tanto se plantea la siguiente pregunta:

*¿SE CONSEGUIRÁ CON LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION PARA LOS TRES (03) TIPOS DE PROYECTOS DE*



CONSTRUCCIÓN, UN MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA DE SU PRODUCTIVIDAD?

1.2 LIMITACIONES

El Proyecto de investigación no existen Limitaciones formales en términos de contenido. Sin embargo, hace falta un entendimiento del proceso de planificación, seguimiento y control de proyectos de construcción.

1.3 OBJETIVOS DE ESTUDIO

1.3.1. Objetivo general

- Realizar el análisis y gestión para la optimización de la productividad en los tres tipos de proyectos: edificación, pavimentación y obras de saneamiento con la aplicación de la filosofía Lean Construction.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Dar a conocer los lineamientos de la filosofía Lean Construction para la gestión en los proyectos de construcción, y obtener los datos para su aplicación.
- Orientar en la aplicación de la filosofía Lean Construction para las obras típicas, tales como: edificación, pavimentación y obras de



saneamiento; siguiendo los parámetros desarrollados por esta filosofía.

- Proponer y brindar soluciones a las restricciones que impiden el buen desempeño de los procesos constructivos en cada tipo de obra.
- Registrar los desempeños reales de los procesos constructivos en cada proyecto que son considerados no contributorios, para mejorar la productividad de los proyectos.

1.4 HIPOTESIS

Con la aplicación de la filosofía Lean Construction para la gestión de los tres (03) tipos de proyectos: edificación, pavimentación y obras de saneamiento, se mejorará y logrará aumentar la productividad en los proyectos de construcción.

1.5 VARIABLES

Dependiente: Productividad de Proyectos de construcción con la aplicación de la filosofía Lean Construction.

Independiente: Falta de planificación en los proyectos de construcción



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES
(03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO



2.1. Filosofía Lean Construction

2.1.1. Antecedentes de la Filosofía Lean Construction

La nueva filosofía para la construcción “Lean Construction” nace de la nueva tendencia que se dio en las industrias, y que se conoció como “Lean Production” que se desarrolló en Japón en los años 50, por la compañía Toyota.

La idea básica en el sistema de producción de la compañía Toyota fue la eliminación de inventarios y otras pérdidas a través de la producción de lotes pequeños, reducción de tiempo de arreglo de equipos para elaborar diferentes productos, semiautomatización de la maquinaria , cooperación con proveedores así como otras técnicas.

Al mismo tiempo que se desarrollaban los conceptos y técnicas de lo que se conoce ahora como *lean Production*, también fueron desarrollándose teorías de calidad. Estos conceptos fueron divulgados en los años 80 por Demming (1982) y otros autores recién a principios de los 90 es que la nueva filosofía de producción comienza a tomar auge en cuanto a su difusión.

La nueva filosofía de producción plantea que la producción es un flujo de materiales y/o información desde la materia prima hasta el final del producto terminado. En este flujo, el material es procesado (convertido), es inspeccionado está esperando o se está moviendo



estas actividades son inherentemente distintas. El procesamiento representa el aspecto de conversión de la producción, la inspección, el movimiento o transporte y las esperas representan el flujo de la producción. En esencia, la nueva concepción implica una visión dual de la producción: esta consiste en conversiones y flujos. Por tanto, la eficiencia de la producción es atribuible tanto a la eficacia de los procesos de conversión como a la eficacia del flujo de actividades, mediante los cuales los procesos de conversión son unidos. Mientras que todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, solo los procesos de conversión añaden valor al producto final.

2.1.2. Lean Construction

Lo que se conoce como construcción sin pérdidas es una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la industria de la construcción. Como su nombre denota, esta es una teoría que se ha desarrollado sobre la base de los descubrimientos de la producción sin pérdidas.

En principio, y al igual que en el marco teórico de la producción sin pérdidas, lo que le diferencia a la construcción sin pérdidas de las prácticas convencionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas.

La orientación de la planificación utilizadas en la construcción sin pérdidas así como las técnicas de control empleadas reducen las



perdidas principalmente a través de mejorar la confiabilidad de los flujos. El punto de partida es acrecentar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo al nivel de la producción misma. Este enfoque no coincide con la forma actual en la que se gestionan los proyectos, en la cual se confía en el manejo en el ámbito del proyecto completo para coordinar el trabajo, contratar el mismo, y para medir la performance de los sistemas de control.

Los sistemas de gestión tradicionales, al carecer de un sistema que permita predecir con exactitud el flujo del trabajo, por lo general diseñan cuadrillas que deben adoptar un esquema de flexibilidad para mantenerse ocupadas.

Desafortunadamente, la aplicación de la flexibilidad en un punto de trabajo requiere de flexibilidad en toda la línea de producción. Por lo tanto, los sistemas de gestión de producción actuales inyectan incertidumbre en el flujo de trabajo y por consiguiente pérdidas.

2.1.3. Modelos de planificación

Procedemos a ver los diferentes tipos de modelos de planificación para el análisis de la productividad. El primero es un modelo utilizado tradicionalmente y el otro, el modelo "Lean".



2.1.3.1. Modelo tradicional

El modelo tradicional está basado en el PMBOK, conocido también como modelo de conversión o de transformación, se centra básicamente en la transformación de materia prima o inputs en un producto terminado u output que es el que se entrega al cliente, en este caso, al contratista. El proceso de conversión está dividido en una serie de procesos, cada uno una conversión de materiales en bruto en algún producto final. Esto se ilustra en la figura 1:

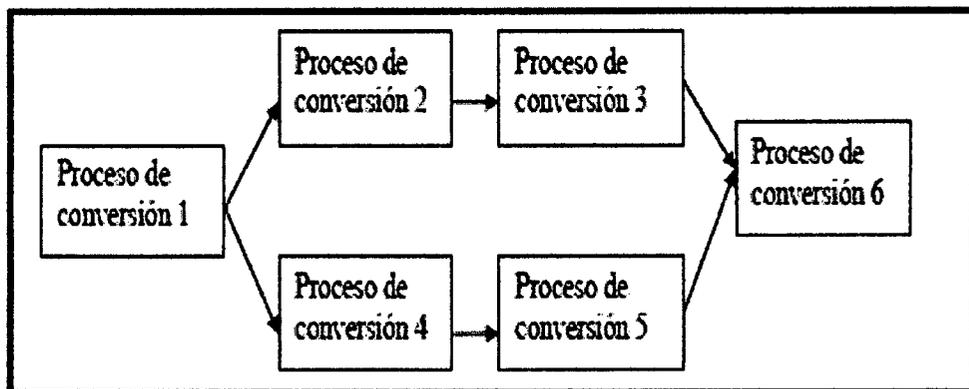


Figura 1, *Esquema de Modelo de Conversión.*
Fuente: Ghio 2001

Como se observa, este proceso de producción suele estar dividido en otros sub-procesos que también son procesos de producción, pero, como lo menciona Virgilio Ghio, esta visión conceptualmente está errada.



En otras palabras, posee una visión sesgada de lo que sucede en la realidad. Entonces, al partir de un modelo que no refleja lo experimentado en el campo, en proyectos complejos como los actuales, es inevitable generar pérdidas, simplemente porque no están siendo consideradas en el modelo mismo.

El modelo tradicional no refleja la alta variabilidad existente en el sector de la construcción. Presenta una programación que desde el primer día de aplicación, un imprevisto puede hacerla obsoleta y difícil de actualizar; debido a su alto nivel de detalle. Se torna engorroso y complejo actualizar la información, consumiendo recursos y tiempo; es decir, se generan pérdidas.

Otro punto a tomar en cuenta es que el modelo tradicional, muestra una relación simplista y lineal entre las actividades. Esto no refleja lo real; puesto que, existen actividades que necesitan los mismos recursos y relaciones más complejas entre ellas.

El modelo tradicional, muestra límites definidos y fijos de cada actividad. Esto es falso porque existen actividades que se traslapan y que pueden empezar sin que la anterior no haya terminado en su totalidad.



De igual manera, mide los resultados y mejora de productividad de cada uno de los procesos, no del sistema. Optimiza cada uno de ellos sin detenerse y evaluar cuál es el efecto que se produce en el sistema.

Producir por producir es también una pérdida. Se es ineficiente ubicando un exceso de recursos en partidas en las cuales no se obtiene ningún beneficio por terminar antes. Se pierde dinero sobredimensionando cuadrillas para generar cuellos de botella porque no se tiene más frente de trabajo en donde realizar la actividad siguiente.

Finalmente los errores se resumen en que afirma que solo existen fenómenos de transformación en la construcción, refiriéndose al trabajo productivo (TP). Lo cual es falso porque también existe trabajos contributarios (TC) y trabajos no contributarios (TNC) y es justamente en estos donde se generan todas las pérdidas. Por no analizarlas y desagregarlas e incluir herramientas para mitigarlas. Entonces, indirectamente se le agrega valor al producto final minimizando las pérdidas al entender y eliminar las causas del alto porcentaje de TC y TNC en los proyectos.

Al ver la ineficiencia del modelo tradicional, se buscó solucionar las deficiencias encontradas planteando un



nuevo modelo cuyo enfoque se centre en la implementación de técnicas que se enfrenten directamente a los errores del modelo tradicional, es decir, usar técnicas y herramientas para reducir los trabajos no productivos o pérdidas usando un modelo de flujos, observando el comportamiento del sistema.

2.1.3.2. Modelo "Lean"

Para la filosofía Lean, el proceso de producción debe verse como un conjunto de conversiones y flujos concebidas como el flujo de procesos de materiales e información; de esta forma, se podrá conocer qué genera valor y las pérdidas relacionadas a cada flujo.

Su principal objetivo se basa en la reducción de tiempos de cada actividad y en la minimización de pérdidas. Este nuevo enfoque no solo considera el proceso de transformación, sino, también, toma en cuenta los flujos que conectan el trabajo.

La Figura 2 representa al modelo descrito indicando que los trabajos se deben realizar no solo desde la visión de procesos de producción, sino que se debe poner atención en las actividades necesarias para realizar dichos procesos



buscando la optimización de tiempos y una mínima
variabilidad en los resultados:

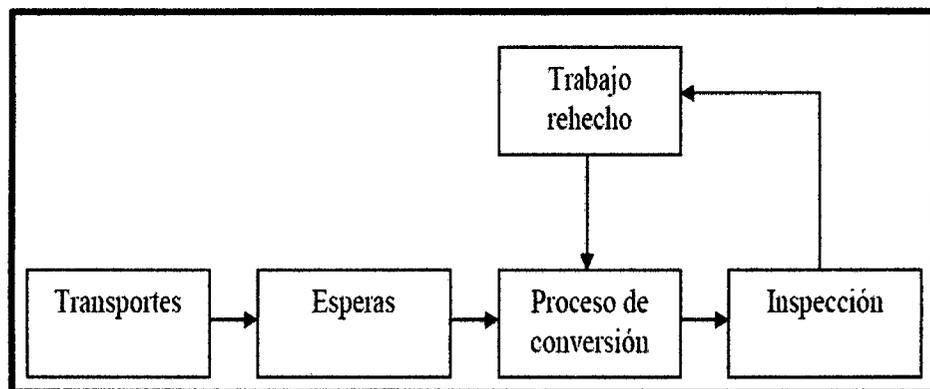


Figura 2, *Esquema de Modelo de flujo de procesos.*
Fuente: Ghio 2001

Esta filosofía promueve el mejoramiento continuo del proceso productivo a través de la reducción de pérdidas, el incremento de la eficiencia de las actividades de conversión que agregan valor.

He aquí unas diferencias entre la metodología tradicional y la nueva filosofía que propone el lean Construction.



DESCRIPCIÓN	Método Tradicional en la producción	Filosofía Lean en la producción
Conceptualización de la Producción	La producción consiste en conversiones (conjunto de actividades) y todas aportan valor.	La producción consiste en conversiones y flujos; maximizar el TP, minimizar los TC y en posible eliminar los TNC, donde las primeras agregan valor al producto.
Enfoque de control de Producción	Dirigido al costo de las actividades	Dirigido al costos, tiempo y valor de los flujo (ciclo de los procesos)
Enfoque de mejoramiento	Incremento de la eficiencia en cuanto a la implementación de nueva tecnología	Disminución de actividades que no agregan valor, mejoramiento continuo de la eficiencia de actividades que agregan valor y nueva tecnología

TABLA I. Comparación de métodos de Producción.

Fuente: Elaboración Propia.



2.1.4. Principios de la filosofía Lean Construction

La filosofía Lean Construction se rige a sus principios para un buen desempeño en la productividad de los proyectos de construcción, dichos principios son los que mencionamos a continuación:

- **Identificar las actividades que no agregan valor.**

El reducir o si es posible eliminar las actividades que no agregan valor en una línea de producción es fundamental para poder lograr mejoras en el sistema, ya que con esto se logra establecer un flujo de trabajo continuo y es un gran potencial de desarrollo en la producción de las obras que se plantean mejorar la producción.

- **Incrementar el valor del producto.**

No es suficiente eliminar las actividades que no agregan valor si las actividades que agregan valor no lo están haciendo eficientemente.

Hay que considerar que una actividad de conversión no necesariamente agrega valor. El concepto de valor se refiere a la satisfacción de los requerimientos del cliente. Entonces, lo que se busca es cumplir cabalmente las expectativas del cliente, para lo cual se deben conocer los aspectos del producto que el cliente valora e incluirlos en el diseño de los productos y servicios.



- **Reducir la variabilidad.**

Este aspecto, afecta a muchos ámbitos de la producción. Desde el punto de vista del cliente, un producto uniforme le brinda mayor satisfacción y desde el punto de vista de la producción, la variabilidad genera mayores actividades que no agregan valor, lo cual genera mayores interrupciones en el flujo de trabajo y, por ende, mayores tiempos de ciclo.

- **Reducción del tiempo de ciclo.**

El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos de flujo y conversión que son necesarios para producir un lote de producción. De esto podemos deducir que si reducimos las actividades que no agregan valor presentes en una línea de producción estaremos directamente reduciendo el tiempo de ciclo de la producción.

- **Simplificación de procesos.**

Podemos entender la simplificación de procesos, como una reducción de los componentes o números de pasos para realizar un producto.

Principalmente, simplificar los procesos es mejorar el flujo. Los procesos más simples incurren en menos gastos, son más confiables (menos variables) y poseen menores tiempos de ciclo. Este principio, se relaciona directamente con otro principio que es



incrementar la transparencia de los procesos. Procesos más simples son más transparentes, lo cual facilita el control y el mejoramiento.

- **Introducir el mejoramiento continuo.**

Principio basado en el Kaisen, filosofía japonesa de mejoramiento continuo. La base está en la creación de una metodología de identificación de las causas de no cumplimiento. Para esto, se requiere crear una cultura de mejora continua que permita su implementación, necesitando que el trabajo en equipo y la gestión participativa se constituyan como un requisito esencial para la introducción de mejoras continuas.

- **Mejorar tanto la conversión como el flujo.**

La mejora del flujo implica mayor tiempo; pero menor costo en comparación con la mejora de la conversión, ya que esta última está relacionada con la actualización de tecnologías. Las mejoras de flujo y conversión están íntimamente ligadas, pues flujos bien administrados facilitan la introducción de nuevas tecnologías y viceversa.



- **Benchmarking.**

Esto quiere decir, comparar continuamente los procesos propios con los del líder en el área e incorporar así lo mejor del otro en mi empresa, basándome en los potenciales de la competencia.

2.1.5. Productividad en la Construcción

2.1.5.1. Definición de Productividad

Es posible tener una definición general de productividad al enfocarse en la relación existente entre lo producido y lo gastado. De una forma más amplia Serpell (1994) define la productividad en la construcción como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

Para obtener altos niveles de productividad se involucran los conceptos de eficiencia y efectividad, ya que no sería correcto ejecutar un proceso constructivo sin cumplir con los requerimientos de calidad. En vista que los procesos productivos buscan siempre obtener altos niveles de productividad es necesario analizar la siguiente figura que relaciona eficiencia y efectividad.

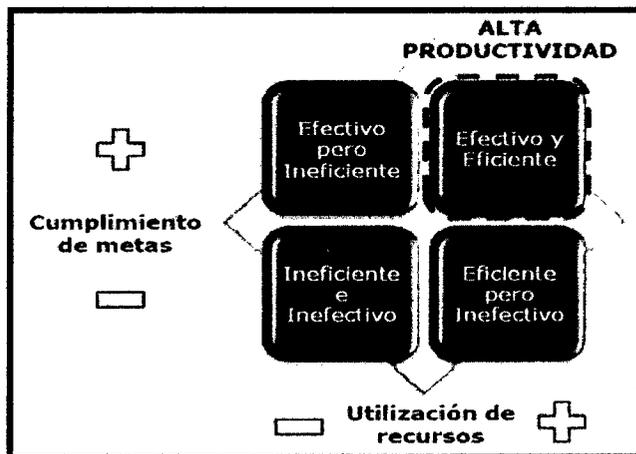


Figura 3, *Matriz de Productividad*.
Fuente: *Productividad en Obras de Construcción*.
Virgilio

Dentro de la Figura 3 se observa claramente que los altos niveles de productividad se producen en la zona de eficiencia y efectividad lo cual produce un alto cumplimiento de metas.

Para una mejor comprensión de estos dos conceptos en la Figura 4 se puede observar el ejemplo de un tablero de puntería, en el caso Efectivo pero Ineficiente los tiros realizados no presentan variabilidad pero se encuentran fuera del blanco, lo que indica que efectividad es "hacer correctamente las cosas".



Al analizar el caso Eficiente pero Inefectivo se puede observar que todos los tiros realizados se encuentran dispersos dentro del blanco, de esta forma es posible definir eficiencia es "hacer las cosas correctas".

Finalmente es posible concluir que no es suficiente ser eficientes y realizar bien los procesos, es necesario dar un paso más y ser efectivos, de esta forma disminuir la variabilidad existente al repetir actividades dentro de un determinado proceso (caso Efectivo y Eficiente) para ubicarse en el área de alta productividad.

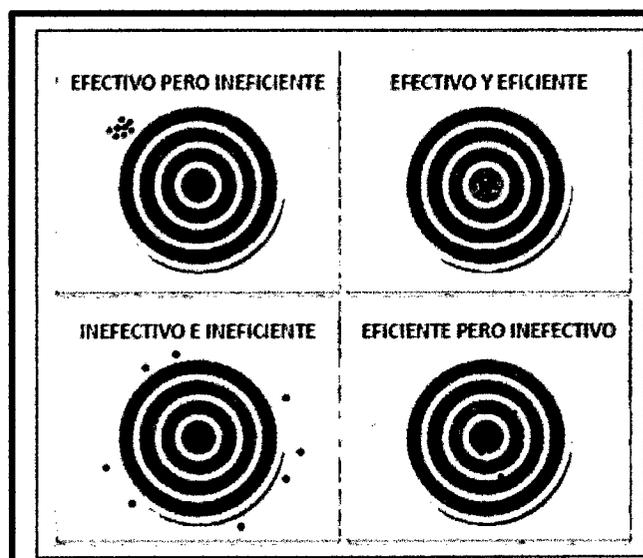


Figura 4, *Relación entre eficiencia y efectividad.*
Fuente: *Productividad en Obras de Construcción.*
Virgilio



2.1.5.2. Tipos de Productividad

A) Productividad Global

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

$$Productividad\ Global = \frac{cantidad\ de\ productos\ terminados}{cantidad\ de\ insumos}$$

Los recursos se expresan en cantidades monetarias (\$ ó S/.), la producción en cantidades físicas (m², m³, kg, etc.).

B) Productividad por Recurso

Considera un solo tipo de recurso empleado en la producción. Es la relación entre la cantidad producida y el tipo de insumo utilizado.



B.1. Productividad de la Mano de Obra

La productividad de la mano de obra mide las cantidades producidas con relación a las horas hombre empleadas, es decir, unidades de construcción/horas hombre.

Por ejemplo: m² de tarrajeo / HH empleadas para tarrajar.

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{Produccion\ (m2,\ m3,\ kg,\ etc)}{Horas\ hombre\ (HH)}$$

B.2. Productividad de los Equipos

La productividad de los equipos mide las cantidades producidas con relación a las horas máquina empleadas, lo que es igual a unidades de construcción/horas máquina.

Por ejemplo: m² compactado / HM empleadas para compactar.

$$Productividad\ Equipo = \frac{Produccion\ (m2,\ m3,\ kg,\ etc)}{Horas\ maquina\ (HM)}$$



B.3. Productividad de los Materiales

La productividad de los materiales mide las cantidades producidas con relación al recurso material, en otras palabras, representa la relación unidades de construcción / cantidad de materiales. Por ejemplo: m² de pared / cantidad de ladrillos empleados.

2.1.5.3. Niveles de Productividad

Se han desarrollado herramientas que permiten medir la productividad, entregando valores detallados y efectivos para la gestión, en términos del manejo de factores productivos, como mano de obra, uso de equipos y materiales, la medición de la productividad puede ser:

A. Medición Directa

Cuantificando la producción y los recursos empleados, se obtiene para una actividad específica la productividad global ó por recurso, la cual a su vez puede ser semanal o acumulada.



B. Medición Indirecta

Determinando el nivel general de actividad, se obtiene para una actividad específica la distribución del tiempo empleado por los recursos en categorías de trabajo. El nivel general de actividad es la distribución de la utilización del tiempo de la mano de obra y/o los equipos en ciertas categorías. En general, las categorías más usadas son los Trabajos Productivos, Trabajos Contributorios y Trabajos No Contributorios.

B.1. Trabajo productivo (TP): Es el tiempo que un trabajador destina a producir alguna unidad de construcción (por ejemplo, m² de mampostería).

B.2. Trabajo contributorio (TC): Corresponde al tiempo dedicado a las labores de apoyo necesarias para que se ejecuten los trabajos productivos. Sin embargo, se destaca que, un exceso de actividades de apoyo implica necesariamente una pérdida para la empresa, por lo que sus índices deben controlarse. La categoría TC se divide en la siguiente clasificación:

- Transporte de materiales
- Aseo
- Instrucción



- Otras labores de apoyo

B.3. Trabajo no contributivo (TNC): Cualquier otra actividad que no corresponda a las categorías anteriores y que implica tiempo que no se aprovecha por diferentes causas. Esta categoría de tiempo se divide en la siguiente clasificación:

- Viajes (desplazamientos con manos vacías)
- Descanso
- Esperas (por métodos, esperas por recurso o material)
- Trabajo rehecho

Estas actividades ocurren por deficiencias en la dirección de la obra, el personal, el sistema de trabajo, el tipo de proyecto, y las condiciones ambientales y de seguridad. Estos elementos a la vez establecen el ritmo o velocidad de la obra, por lo que tienen que ser mejorados de manera que la operación sea cada vez más eficiente.

La productividad del trabajo, se mide en relación con el contenido de trabajo productivo, por lo que la clasificación previa de los 3 tipos de trabajos que existen debe ser lo más preciso posible, de manera que ningún tipo de trabajo



no contributorio pase desapercibido y no se pueda ejercer un control sobre él.

Cabe resaltar que a medida que el tiempo utilizado en trabajos no contributorios aumenta, el tiempo disponible para realizar trabajos productivos disminuye, lo cual afecta negativamente a la productividad de la obra.

2.1.5.4. Factores que afectan a la Productividad

Debido a la complejidad del trabajo, existen múltiples factores que afectan la productividad en la construcción, entre los más importantes tenemos:

2.1.5.4.1. Factores que tienen un efecto negativo en la productividad

Son factores que influyen negativamente a la productividad como por ejemplo:

- Cansancio por sobre tiempos
- Errores en las indicaciones del cliente
- Cambios durante la ejecución del trabajo
- Complejidad en la ejecución del trabajo



- Congestionamiento del tránsito debido a la gran cantidad de unidades
- Falta de supervisión del trabajo
- Material a transportar mal volado o en tamaños inadecuados para su transporte
- Condiciones climáticas inadecuadas
- Malas condiciones en la zona de trabajo, como la escasez de iluminación.
- Excesiva rotación del personal
- Falta de materiales, equipos y herramientas cuando se necesitan
- Elevada tasa de accidentes
- Falta de personal capaz
- Controles excesivos de parte de la administración, lenta toma de decisiones
- Excesivas exigencias de control de calidad
- Interrupciones no controladas (necesidades biológicas, café, etc.)



2.1.5.4.2. Factores que afectan positivamente en la productividad

Algunos de los factores que ayudan a mejorar la
productividad son los siguientes:

- Capacitación del personal
- Seguridad en obra
- Innovación de técnicas de operación del
equipo
- Planificación adecuada
- Programas de motivación del personal
- Adecuado mantenimiento de los equipos
- Diseños de las y zonas donde el trabajo se
realiza con mayor comodidad
- Mejor fragmentación de la roca volada
- Comunicación constante entre la supervisión y
obreros
- Planificación adecuada del mantenimiento de
los equipos



- Nivel adecuado de formación de los obreros
- Estimular un sano nivel de competencia entre los obreros
- Utilización de programas de cómputo para simular la operación y analizar los resultados.
- Controlar la eficiencia en obra, realización de muestreos y sondeos.

Conocidos algunos de los factores, la labor del administrador de la obra debe ser la de incrementar los factores positivos, disminuyendo los efectos negativos, identificándolos oportunamente.

Las categorías en las que estos factores afectan a la productividad son los siguientes:

- Trabajo lento: Debido a factores como la desmotivación en el grupo, falta
- de interés, fatiga, condiciones climáticas, etc.
- Esperas y detenciones: Debido a falta de equipos, repuestos para
- maquinarias, etc.



- Trabajo inefectivo: Cambio de labores en el obrero, improvisación de
- trabajos no definidos con anterioridad
- Trabajo rehecho: Perforaciones mal hechas, realización de voladura

Es importante agregar que la productividad incluye trabajos de calidad, debido a que en la mayoría de las ocasiones solamente se enfoca en producir cada vez más y se descuida la calidad del producto final (obra). La consecuencia inmediata de esto, es que se tendrá que rehacer el trabajo ocasionando pérdidas, razón por la cual se deben ejecutar los procesos constructivos sin descuidar el tiempo, el costo y la calidad.

2.1.5.5. Causas de pérdidas en la productividad

Existen muchas causas que pueden generar pérdidas dentro del proceso constructivo, muchas de ellas ocasionadas por la administración pero no se puede dejar de considerar los detalles durante el proceso de construcción.

A continuación se puede establecer algunas de las causas:

- Ineficiencia en la administración.



- Métodos inadecuados de trabajo.
- Grupos y actividades de apoyo deficientes.
- Problemas de seguridad.
- Inapropiados sistemas de control.
- Falta de recursos (factor humano).
- Problemas de diseño y planificación.

2.2. Sistema del Último Planificador (Last Planner System)

2.2.1. Introducción

Basándose en la filosofía Lean Construction, Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell, desarrollaron un sistema de planificación llamado "Last Planner System", que en español significa "Sistema del Último Planificador".

Este sistema incorpora la filosofía del Lean a la construcción, concibiéndola no solo como un proceso de transformación, sino como un flujo de materiales e información que busca generar valor para el cliente, lo que permitirá optimizar la productividad al mejorar la confianza en la secuencia del flujo de trabajo, resultando en una reducción de los desperdicios y las pérdidas.



Según los creadores del sistema, los principales obstáculos presentes en la construcción son:

- a) La planificación no se concibe como un sistema, sino que se basa plenamente en la experiencia del profesional a cargo de la programación.
- b) La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
- c) No se mide el desempeño obtenido.
- d) No se analizan los errores en la planificación ni las causas de su ocurrencia.

En los proyectos, la planificación maestra define lo que debería hacerse. Pero no todas las actividades que deberían realizarse pueden ser realizadas, ya que poseen ciertas restricciones que lo impiden. Sólo si se liberan todas las restricciones que posee una actividad, esta podrá ser ejecutada.

Entonces, “lo que debe ser hecho” se debe comparar con “lo que puede ser hecho”. Si “lo que se hará” está incluido en “lo que puede ser hecho” y a su vez, “lo que puede ser hecho” está incluido en “lo que debería ser hecho”, hay altas probabilidades de que lo que se planificó se cumpla.



Si por el contrario "lo que puede ser hecho" está incluido en "lo que se hará", no se cumplirá la programación. Lo que busca este sistema es tener una programación confiable.

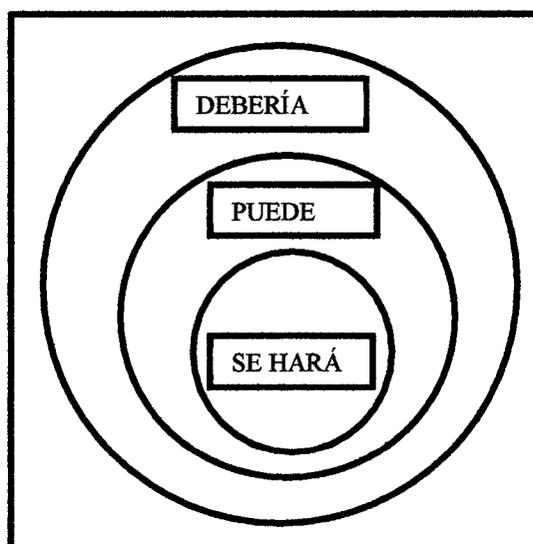


Figura 5, Esquema se Hará vs Puede vs Debería.
Fuente: Propia

El Sistema del Último Planificador (Last Planner System) es una herramienta de control de la producción que nos permite asegurar el mayor cumplimiento de las actividades (asignaciones) de la planificación, al incorporar a todos los involucrados en el proceso constructivo, en la búsqueda de una planificación confiable.

El Sistema del Último Planificador (Last Planner System) consiste en una estructura jerárquica de 3 niveles de planificación:

La Planificación Inicial o Planificación Maestra, que cubre todas las asignaciones del proyecto señalizando los hitos, se determinan



tiempos de ejecución, y los recursos para el desarrollo óptimo del proyecto.

La estructura básica del trabajo se determina subdividiendo el programa en partes, estableciendo la secuencia en que las actividades serán ejecutadas. El programa maestro debe demostrar la factibilidad de completar la obra en el en el periodo de tiempo determinado, visualizar los ítems importantes y/o complejos que requieren tiempos prolongados de preparación, y desarrollar las estrategias para la ejecución del proyecto.

Esta etapa es de vital importancia para que el Sistema del Último Planificador (Last Planner System) proporcione los beneficios esperados. El programa maestro o planificación inicial debe ser desarrollado con información que represente el verdadero desempeño que posee la empresa en obra, ya que se estarán supervisando tareas que demuestran la forma real en que trabaja la empresa.

El segundo nivel es la Planificación Intermedia (Look ahead) o Look ahead Planning, que genera un programa de trabajo que se piensa puede ser ejecutado en un periodo de tiempo, lo cual permite tener una primera idea de que actividades serán programadas, para ello se debe coordinar todo lo necesario para que éstas se puedan realizar: el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información



y los requisitos previos, preparando las actividades que pueden ser desarrolladas en un periodo de tiempo, que normalmente va desde tres hasta cuatro semanas. Esta actividad permitirá liberar las restricciones que afectan al desarrollo de las tareas de las semanas próximas y con las actividades libres de restricciones, se creará un Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), del que se traspasaran las tareas a la Programación Semanal.

Las funciones del proceso de la Planificación Intermedia (Lookahead) son las siguientes:

- a) Formar la secuencia del flujo de trabajo y calcular su costo.
- b) Proponer el flujo de trabajo y su capacidad.
- c) Descomponer las actividades del programa Maestro en paquetes de programas y operaciones de trabajo de más fácil manejo.
- d) Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- e) Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- f) Poner al día y revisar los programas del nivel superior.

La función principal que tiene la Planificación Intermedia Lookahead) es el control del flujo de trabajo. La idea principal es que el trabajo tenga una mejor secuencia y que se pueda evitar así los tiempos ociosos de las unidades de producción.



El tercer nivel es de la Planificación Semanal, que presenta el mayor nivel de detalle, escogiendo asignaciones a futuro en base a lo que se sabe puede ser hecho, atribuyendo responsabilidades de forma específica y clara. El personal que realiza este último nivel de planificación, que son los que directamente ejecutan las asignaciones, es el llamado Último Planificador.

Esta planificación es un compromiso que involucra sólo lo que puede ser hecho, seleccionando las tareas que se encuentran dentro del Inventario de Trabajo Ejecutable. Escoger que actividades serán realizadas en la próxima semana desde el listado de las que pueden ser ejecutadas (ITE), recibe el nombre de Asignaciones de Calidad. De esta manera se protege de incertidumbres al flujo de producción y se crea un flujo confiable de trabajo tanto para la unidad que ejecutará las actividades de la Planificación Semanal, como para los que trabajarán en actividades posteriores en la misma línea de trabajo.

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, logrando progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:



- a) Actividades bien definidas para que puedan ser ejecutadas sin dudas, por lo que las asignaciones deben ser muy específicas en su descripción.
- b) La secuencia de trabajo de las actividades planificadas debe ser lógica. Las asignaciones se deben hacer a partir de aquellas consideradas "legítimas" en orden de prioridad y ejecución.
- c) La cantidad de trabajo seleccionada debe ser directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción. Además se debe tener claro si los tamaños de las asignaciones se determinaran según la real capacidad, individual o grupal.
- d) Que no existan restricciones pendientes, es decir, que la unidad de producción tenga todo lo que necesita para iniciar el trabajo.

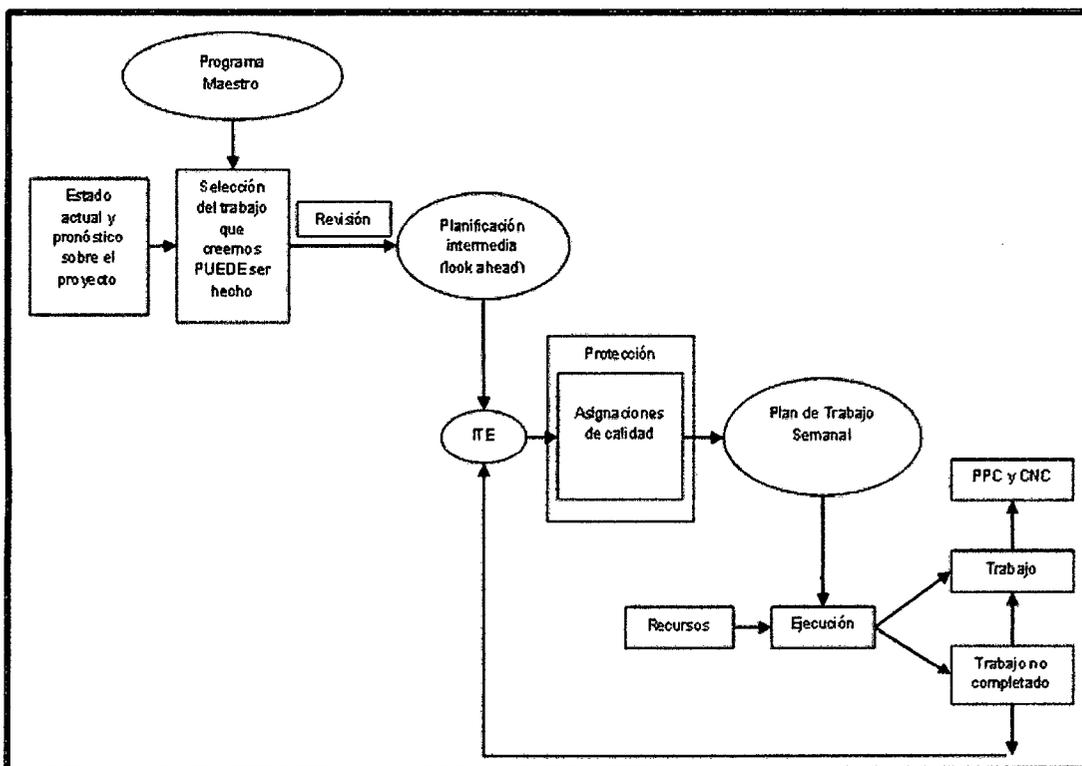


Figura 6, Estructura Jerárquica Last Planner System.
Fuente: Propia

2.2.2. Herramientas para el control de la Productividad

A continuación se presentara las herramientas que se usaran para el control y mejoramiento de la producción en las obras de edificación, pavimentación y obras de saneamiento. En el presente capítulo se presentara la teoría de cada una de las herramientas y en el siguiente capítulo se presentara los resultados de haberse aplicado estas herramientas en cada proyecto:



2.2.2.1. Sectorización

Consiste en dividir una tarea o actividad de la obra en áreas o sectores. Aplicando el concepto de "divide y vencerás", se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina sector o frente y será el avance diario para cada una de las actividades.

En cada uno de estos sectores se deberá comprender una parte pequeña de la tarea total. La cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en 1 día

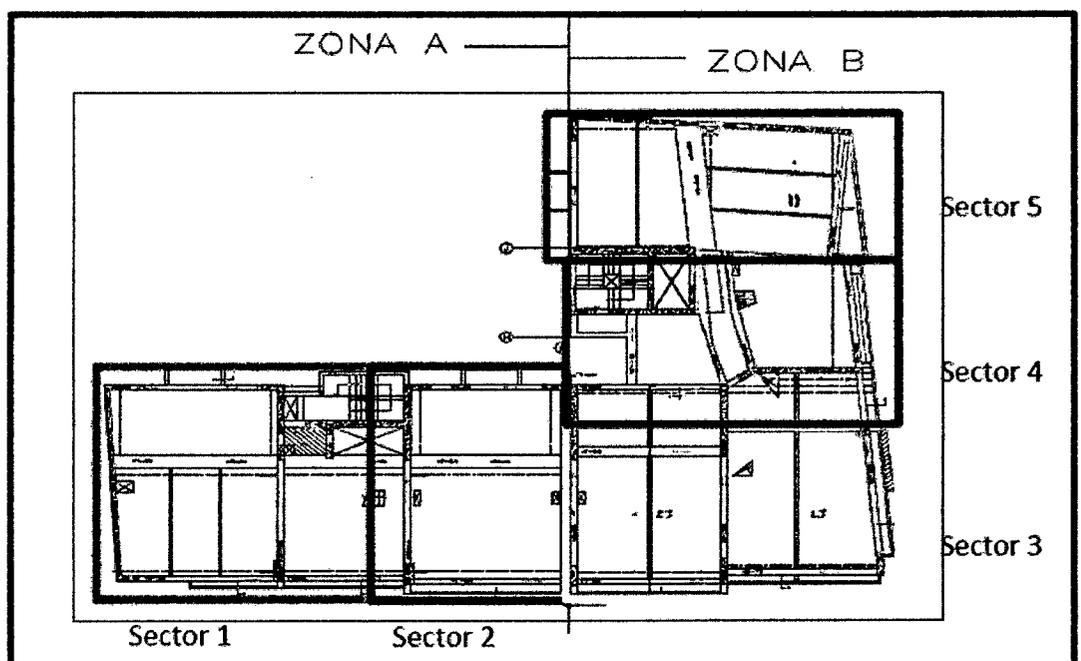


Figura 7, Planta de sectorización
Fuente: Propia



2.2.2.2. Programación Maestra

La programación maestra marca los hitos de la programación de la obra. Por lo cual no debe ser una programación muy detallada. La confiabilidad que podemos tener de una planificación muy detallada es muy baja. Es por eso que la forma más eficiente para la planificación de las obras es usando una planificación general por hitos, lo cual nos permitirá lograr porcentajes de cumplimiento del orden del 100%, es decir, cumplimos eficientemente de todas las actividades que planificamos para dicho periodo, lo cual nos llevaría a cumplir los plazos de la obra. En algunas empresas aún se usa el diagrama de Gantt que muestra la programación muy detallada de las actividades que se van a realizar día a día desde el día que se empieza las obras provisionales hasta la entrega final de la obra. Pero debido a la gran variabilidad que hay en obra, muchas veces este diagrama al final de la obra termina siendo un papel colgado en la oficina que nadie toma en cuenta para programar. Es por eso que la programación maestra no debe ser muy detallada, sino más bien marcar fechas tentativas como comienzo de excavación, fin del casco, etc. Según el Dr. Glenn Ballard (co-fundador y director de la investigación del Lean Construction Institute "todos los planeamientos son



pronósticos, y todos los pronósticos están errados. Mientras más larga la predicción, más errada estará. Mientras más detallada la predicción, más errada estará"

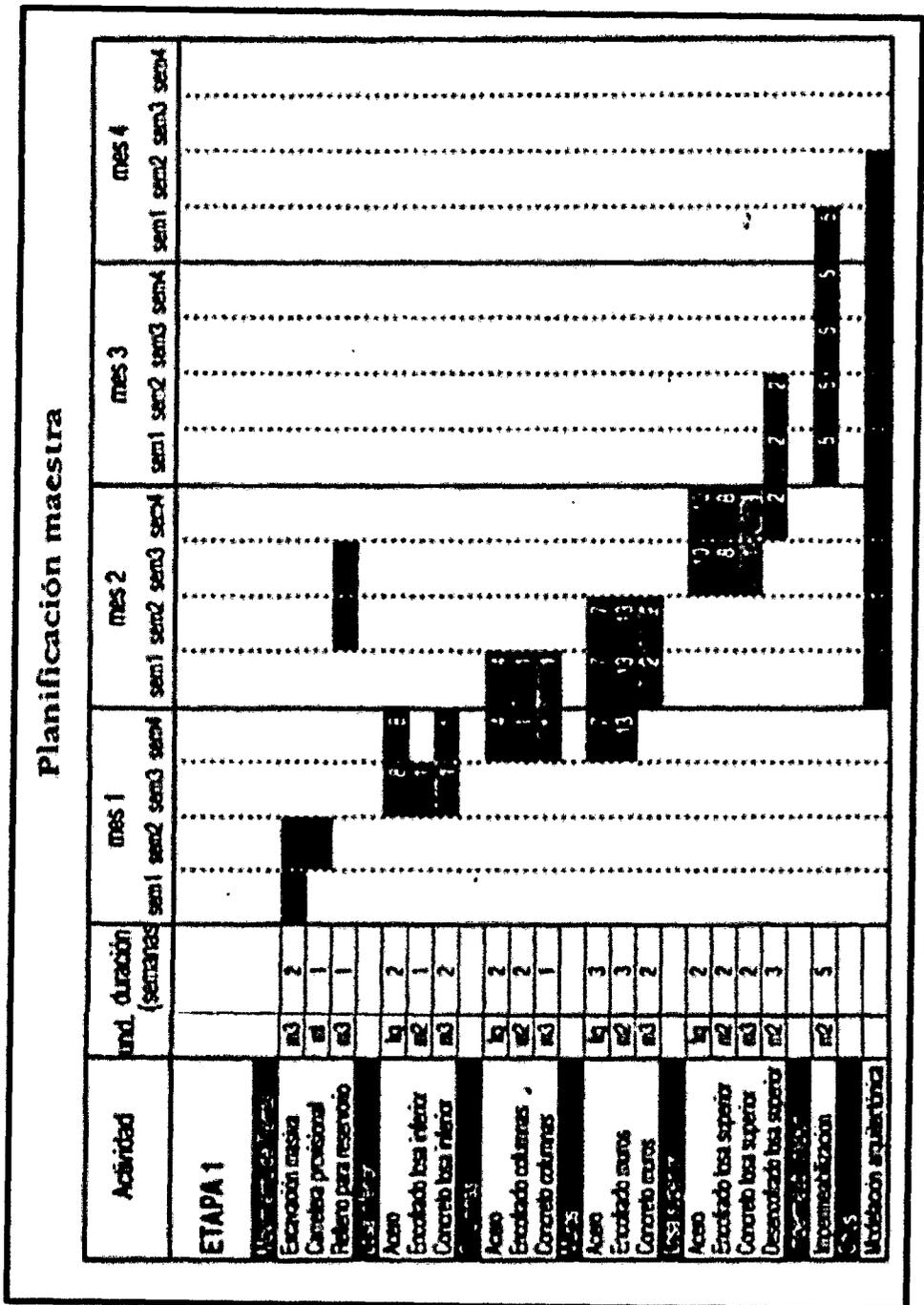


Figura 8, Planificación Maestra.
 Fuente: Productividad en Obras de Construcción.
 Virgilio



2.2.2.3. Lookahead

Es un planificación de ejecución a mediano plazo suele estar entre 3 a 5 semanas de anticipación con respecto del trabajo que se conduce en ese momento de la obra. El look ahead está diseñado para prever con una adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos, financiamiento e información. La mayor parte de los problemas que generan atrasos e incumplimiento en la planificación de la obra son responsabilidad de los profesionales de obra. El look ahead es una suerte de lista de verificación que nos permite anticipar todos nuestros requerimientos, de forma de usar el look ahead como escudo para proteger la producción de efectos externos a ella. El look ahead logra que tomemos el control, de forma anticipada, del impacto generado en nuestra producción por la mano de obra, materiales, los equipos, la información y el dinero; vale decir, planifiquemos la disponibilidad de los recursos para cuando realmente los necesitemos.

Las actividades que no cumplan con todo los requerimientos previstos no deben planificarse para la siguiente semana. Planificar actividades para las cuales no se cuenta con recursos sería una vez más auto engañarnos. De esta forma se reduce la variabilidad en el cumplimiento de la



planificación y de evita incurrir en perdidas y gastos mayores. La forma de medir la eficiencia del look ahead es mediante los porcentajes de cumplimientos de las planificaciones semanales.

look ahead planning

Actividad	Semana 1 LM MJVS	Semana 2 LM MJVS	Semana 3 LM MJVS	Semana 4 LM MJVS	Semana 5 LM MJVS
Encofrado dinteles	XXX	XXX		XXXXXX	
Acero dinteles	XXX	XXX		XXXX	X
Concreto vigas	XX	XXX	XXX		
Corte de dowels			XX	XX	
Pintura de coberturas				XXXXXX	XXXXXX

Figura 9, Look Ahead de 5 semanas.
 Fuente: Productividad en Obras de Construcción.
 Virgilio

2.2.2.4. Programación Semanal

Basada en la planificación general por hitos y en las actividades que sean aprobadas mediante la lista de



verificación de look ahead, se genera una planificación detallada de las actividades que se realizarán durante la siguiente semana. Esta planificación debe generarse el sábado de la semana precédete, tomando en consideración el avance real de la obra. La planificación semanal, además, sirve como marco de referencia para la generación de planificaciones diarias horarias, como se describirá más adelante.

Este cronograma tentativo muestra las actividades que se van a realizar en la semana. En donde tendremos entendido que las actividades que se realizarán no deberán tener restricciones para su ejecución. Para realizar la programación semanal se debe tener en cuenta la programación de las siguientes cuatro semanas (look ahead)

Al final de cada semana, se evalúa el porcentaje de cumplimiento (PC) de las actividades planificadas. El PC se calcula como la división del número de las actividades planificadas cumplidas al 100%, entre el numero actividades planificadas totales.



GESTIÓN DE PROYECTOS										
PLAN SEMANAL										
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD DE 12/08/2013 AL 17/08/2013	UND	CANTIDAD	SEMANA 02							
			D	L	M	M	J	V	S	
EXCAVACIONES MANUALES	M3	42.98		14.33	14.33	14.33				
ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	71.63		17.91	17.91	17.91	17.91			
POZO PUESTA A TIERRA	UND	2.00				1.00	1.00			
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	71.63							71.63	
INSTALACION DE CAJAS DE REGISTRO	PZA	10.00					4.00	4.00		2.00
SOLADO CONCRETO F' C 100 KG/CM2 e=5 cm.	M3	2.80			0.93	1.87				
HABILITACION DE ACERO PARA COLUMNAS	KG	3166.36		703.64	703.64	703.64	703.64	351.82		
IZAJE DE COLUMNAS	UND	18.00				3.00	6.00	6.00		3.00
HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO PARA VIGAS DE CIMENTACION	KG	520.17						260.08		260.08
HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO PARA PLATEA	KG	616.67						308.33		308.33

Figura 10, Programación Semanal.
 Fuente: Propia



2.2.2.5. Análisis de Restricciones

Realizado el look ahead, se hace un análisis de todas las partidas que se deberían realizar en las siguientes semanas para las cuales se programó el look ahead. Hay que pensar en todo lo que se necesita para que la actividad se pueda realizar sin ninguna restricción.

Las restricciones más comunes en la construcción son:

Diseño: involucra a todas las actividades que no están definidas en el proyecto, ya sea por incongruencia entre las especificaciones técnicas y los planos o simplemente por omisión.

Materiales: se refiere a que los materiales necesarios para ejecutar la actividad deben estar disponibles en obra antes de la fecha de inicio programada para la actividad.

Mano de Obra: se debe contar con una claridad sobre la cantidad de mano de obra disponible para realizar la actividad.

Equipos y Herramientas: corresponde a tener disponibilidad de equipos y herramientas necesarias para realizar la actividad en el momento indicado.

Prerrequisitos: se refiere a que las actividades que deban cumplirse antes que se inicie nuestra actividad ya lo hayan hecho.



Calidad: se refiere a que si existe un control de calidad por parte de la empresa. En caso de existir este plan de calidad, se debe detallar previamente a la realización de la actividad qué requisitos serán exigidos y evaluados posteriormente a su término.

En el formato de análisis de restricciones se escribe también la fecha límite en la cual se tiene que levantar la restricción y el responsable o responsables de levantarla. El plazo no es necesariamente cuatro semanas, la idea es tener un tiempo de anticipación al cronograma para levantar las restricciones. El tiempo suele variar entre 3 y 6 semanas



Análisis de Restricciones							
Semana 1							
Actividad	Fecha de inicio del Look-ahead	Descripción de la Restricción	Fecha de levantamiento de la restricción	Responsable	Restricción levantada		Observación adicional
					SI	NO	
Encofrado de columnas S11	Lunes, 08 de Julio de 2013	- Logística de herramientas	Viernes, 28 de Junio de 2013	VPF			
		- Recuperación de encofrados	Viernes, 28 de Junio de 2013	GAA			
Encofrado de columnas S21	Martes, 09 de Julio de 2013	- Depósitos de clavos limpios	Martes, 01 de Enero de 2013	VPF			
		- Logística de herramientas	Martes, 01 de Enero de 2013	GAA			
Vaciado de columna S11	Martes, 09 de Julio de 2013	- Logística de cemento	Miércoles, 02 de Enero de 2013	GAA			
		- Just in time de Cisterna C-2	Miércoles, 02 de Enero de 2013	GAA			
		- Disposición camellones arena gruesa	Miércoles, 02 de Enero de 2013	AFG			
Encofrado de columnas S31	Miércoles, 10 de Julio de 2013	- Recuperación de encofrados	Jueves, 03 de Enero de 2013	GAA			
		- Alineamiento estructural	Jueves, 03 de Enero de 2013	CVC			
Vaciado de columna S21	Miércoles, 10 de Julio de 2013	- Verificación de aditivo	Jueves, 03 de Enero de 2013	CAP			
		- Logística de mezcladoras	Jueves, 03 de Enero de 2013	GAA			
		- Logística de vibrador de aguja	Jueves, 03 de Enero de 2013	RHB			
Encofrado de vigas S11	Miércoles, 10 de Julio de 2013	- Verificación de chavetas para vigas	Viernes, 04 de Enero de 2013	AFG			
		- Recuperación de encofrados	Viernes, 04 de Enero de 2013	GAA			
.....		- Calibración de herramientas	Viernes, 04 de Enero de 2013	VPF			
.....							
.....							
.....							

Cargo	Abreviatura	Titular
Residente de obra	CVC	Carlos Vargas Cárdenas
Jefe de oficina técnica	AFG	Alejandro Falcón Gómez-Sánchez
Producción logística	GAA	Gloria Alva Alva
Producción civil	RHB	Roberto Horna Bances
Control de calidad	CAP	Conchita Asenjo Pérez
Almacenero	VPF	Walter Pereda Falcón

Figura 11, Cuadro de análisis de restricciones

Fuente: Propia



2.2.2.6. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

Es el número total de tareas programadas completadas entre el número total de tareas programadas expresado en porcentaje. Las tareas programadas se toman del look ahead.

$$PPC = \frac{\text{Num. de tareas programadas completadas}}{\text{Num. de tareas programadas}} (\%)$$

El PPC es un análisis de confiabilidad, no busca medir el avance sino la efectividad del sistema de programación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES
(03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS



Analizaremos tres (3) tipos de obras típicas aplicando la filosofía de Lean Construction.

Cada una de ellas serán analizadas como obras que recién entraran a la etapa de planificación para su posterior construcción.

El análisis se dividirá en Planificación y Programación:

a. Planificación:

- Sectorización
- Tren de Actividades.

b. Herramientas de Programacion

- Programación Maestra
- Dimensionar cuadrillas
- Lookahead
- Análisis de Restricciones
- Programación Semanal Liberada
- Análisis de resultados de la planificación de la semana anterior (PPC y causas de No Cumplimiento).



3.1. ANÁLISIS DEL PROYECTO "RECONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO VIAL DE LA AV. JOSÉ PARDO TRAMO AV. JOSÉ GÁLVEZ Y JR. UNIÓN EN CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA – ANCASH" CON LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION.

La obra de Reconstrucción y Mejoramiento vial de la Av. José Pardo se realizara en 2 etapas independientemente como detallaremos a continuación.

3.1.1. Planificación.

3.1.1.1. Sectorización

El proyecto cuenta con dos vías:

- Sur a Norte (Nvo Chimbote - Chimbote)
- Norte a Sur (Chimbote – Nvo Chimbote)

Por lo cual se realizó la planificación tomando cada vía como independiente y ejecutando primera una y al finalizar comenzar con la siguiente vía, para evitar congestionamiento vehicular y no causar malestar a la población.

Analizando una via, debido que los metrados son relativamente iguales ejecutar las mismas partidas a lo largo de la via.

Cada bloque como así lo llamaremos a cada vía, Bloque A y Bloque B, se dividieron en Sectores y a su vez en subsectores.

Se analizó mediante los siguientes cuadros para poder sectorizar en partes relativamente iguales y tomando en cuenta los rendimientos.



Se tomó en cuenta las partidas de la ruta crítica en la programación general para su estudio.

Actividades	Und	Metrado
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	m3	3,325.20
TRAZO Y REPLANTEO	m2	82,500.24
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	54,186.54
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE	m3	20,317.42
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE	m3	11,300.00
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P	m2	56,125.00
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA	m2	56,125.00
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAXIAL	m2	65,261.10
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA	m2	56,125.00
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	m2	75,352.98
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	75,787.98
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS	m	3,769.35

Actividades	Und	Boque 1	Bloque 2
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	m3	1,662.60	1,662.60
TRAZO Y REPLANTEO	m2	41,250.12	41,250.12
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	27,093.27	27,093.27
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE	m3	10,158.71	10,158.71
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE	m3	5,650.00	5,650.00
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P	m2	28,062.50	28,062.50
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA	m2	28,062.50	28,062.50
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAXIAL	m2	32,630.55	32,630.55
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA	m2	28,062.50	28,062.50
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	m2	37,676.49	37,676.49
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	37,893.99	37,893.99
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS	m	1,884.68	1,884.68

Cuadro N°1: Lista de Actividades (Pavimentacion)
Fuente: Propia

A continuación las tablas de datos donde se hizo el análisis para la sectorización de los bloques.



DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE						m3
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m3	m3				
	1,663	416				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	S11	S12	S13	S14	Total	
	104	104	104	104	416	
Rendimientos x Elemento						
PARTIDA	50	m3				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 día						
PARTIDA						
Metrado	104					
Redimiento	50					
Duración días	2.08					
Cuadrilla	1.20					
Duración meta	2.00					
		Maq.	Of	Pe		
		1	0	2		
		1	0	2	4	

Cuadro N°2: Calculo de demolición de pavimento existente
 Fuente: Propia



TRAZO Y REPLANTEO						m2
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m2	m2				
	41,250	10,313				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total	
DEMOLICION	2,578	2,578	2,578	2,578	10,313	
Rendimientos x Subsector						
PARTIDA	700	m2				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días						
PARTIDA						
Metrado	2,578					
Redimiento	700					
Duración días	3.68					
Cuadrilla	1					
Duración meta	4.00					
	Op	Of	Pe			
	1	1	3			
	1	1	3	5		

Cuadro N°3: Calculo de trazo y replanteo
 Fuente: Propia



CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE						m3
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m3	m3				
	27,093.27	6,773				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total	
	1,693	1,693	1,693	1,693	6,773	
Rendimientos x Subsector						
PARTIDA	280					
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días						
PARTIDA						
Metrado	1,693					
Redimiento	280					
Duración días	6.05					
Cuadrilla	2.0					
Duración meta	4.00					
		Maquina	Of	Pe		
		1	1	2		
		2	2	4		8

Cuadro N°4: Calculo de corte a nivel de subrasante
 Fuente: Propia



MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE					m3
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector			
	m3	m3			
	10,158.71	2,540			
Sectores	4				
Metrados x Sector x Subsector					
Subsectores	4				
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
	635	635	635	635	2,540
Rendimientos x Subsector					
PARTIDA	300				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 día					
PARTIDA					
Metrado	635				
Redimiento	300				
Duración días	2.12				
Cuadrilla	0.7				
Duración meta	4.00				
		Maquina	Of	Pe	
		1	1	2	
		1	1	1	3

Cuadro N°5: Calculo del mejoramiento y estabilización de suelo con over side
 Fuente: Propia



MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE					m3
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector			
	m3	m3			
	5,650.00	1,413			
Sectores	4				
Metrados x Sector x Subsector					
Subsectores	4				
PARTIDA	Subsector 1	Subsector 2	Subsector 3	Subsector 4	Total
	353	353	353	353	1,413
Rendimientos x Subsector					
PARTIDA	300				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días					
PARTIDA					
Metrado	353				
Redimiento	300				
Duración días	1.18				
Cuadrilla	0.3				
Duración meta	4.00				
		Op	Of	Pe	
		1	2	3	
		1	1	1	3

Cuadro N°6: Calculo del mejoramiento y estabilización de suelo
 Fuente: Propia



SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P					m2
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector			
	m2	m2			
	28,062.50	7,016			
Sectores	4				
Metrados x Sector x Subsector					
Subsectores	4				
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
	1,754	1,754	1,754	1,754	7,016
Rendimientos x Subsector					
PARTIDA	3,000				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 6 días					
PARTIDA					
Metrado	1,754				
Redimiento	3,000				
Duración días	0.58				
Cuadrilla	0.2				
Duración meta	4.00				
		Op	Of	Pe	
		1	1	3	
		1	1	1	3

Cuadro N°7: Calculo del sum. e instalación de geotextil no tejido GT 270P
 Fuente: Propia



SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA					m2	
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m2	m2				
	28,062.50	7,016				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total	
	1,754	1,754	1,754	1,754	7,016	
Rendimientos x Subsector						
PARTIDA	1,000					
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días						
PARTIDA						
Metrado	1,754					
Redimiento	1,000					
Duración días	1.75					
Cuadrilla	0.5					
Duración meta	4.00					
		Maq	Op	Of	Pe	
		1	1	1	4	
		1	1	1	2	4

Cuadro N°8: Calculo de Sub-base de Afirmado E=0.20m
 Fuente: Propia



SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXAL					m2
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector			
	m2	m2			
	32,630.55	8,158			
Sectores	4				
Metrados x Sector x Subsector					
Subsectores	4				
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
	2,039	2,039	2,039	2,039	8,158
Rendimientos x Subsector					
PARTIDA	2,500				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días					
PARTIDA					
Metrado	2,039				
Redimiento	2,500				
Duración días	0.82				
Cuadrilla	0.3				
Duración meta	4.00				
		Op	Of	Pe	
		0	2	6	
		0	1	2	3

Cuadro N°9: Calculo del sum. e instalación de geomalla de refuerzo biaxial
 Fuente: Propia



BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA						m2
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m2	m2				
	28,062.50	7,016				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total	
	1,754	1,754	1,754	1,754	7,016	
Rendimientos x Subsector						
PARTIDA	1,000					
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días						
PARTIDA						
Metrado	1,754					
Redimiento	1,000					
Duración días	1.75					
Cuadrilla	0.5					
Duración meta	4.00					
		Maq	Op	Of	Pe	
		1	1	2	3	
		1	1	1	2	4

Cuadro N°10: Calculo de base de Afirmado E=0.15m
 Fuente: Propia



IMPRIMACION ASFALTICA RC-250						m2
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m2	m2				
	37,676.49	9,419				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total	
	2,355	2,355	2,355	2,355	9,419	
Rendimientos x Subsector						
PARTIDA	3,000					
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días						
PARTIDA						
Metrado	2,355					
Redimiento	3,000					
Duración días	0.78					
Cuadrilla	0.2					
Duración meta	4.00					
	Maq	Op	Of	Pe		
	1	1	2	2		
	1	1	1	1	3	

Cuadro N°11: Calculo imprimación asfáltica RC- 250
 Fuente: Propia



CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"					m2
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector			
	m2	m2			
	37,893.99	9,473			
Sectores	4				
Metrados x Sector x Subsector					
Subsectores	4				
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
	2,368	2,368	2,368	2,368	9,473
Rendimientos x Subsector					
PARTIDA	2,000				
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días					
PARTIDA					
Metrado	2,368				
Redimiento	2,000				
Duración días	1.18				
Cuadrilla	0.2				
Duración meta	5.00				
	Maq	Of	Pe		
	1	1	10		
	1	1	3	5	

Cuadro N°12: Calculo carpeta asfáltica en caliente de 3"
 Fuente: Propia



PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS						m
PARTIDA	Metrados	Metrados x Sector				
	m	m				
	1,884.68	471				
Sectores	4					
Metrados x Sector x Subsector						
Subsectores	4					
PARTIDA	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total	
	118	118	118	118	471	
Rendimientos x Subsector						
PARTIDA	150					
Cálculo de Trenes de Trabajo para 4 días						
PARTIDA						
Metrado	118					
Redimiento	150					
Duración días	0.79					
Cuadrilla	0.7					
Duración meta	2.00					
		Op	Of	Pe		
		1	1	4		
		1	1	3	5	

Cuadro N°13: Cálculo pintado de pavimentos y acabados
 Fuente: Propia

Cada vía se sectorizo de la misma manera, a continuación las gráficas de sectorización.

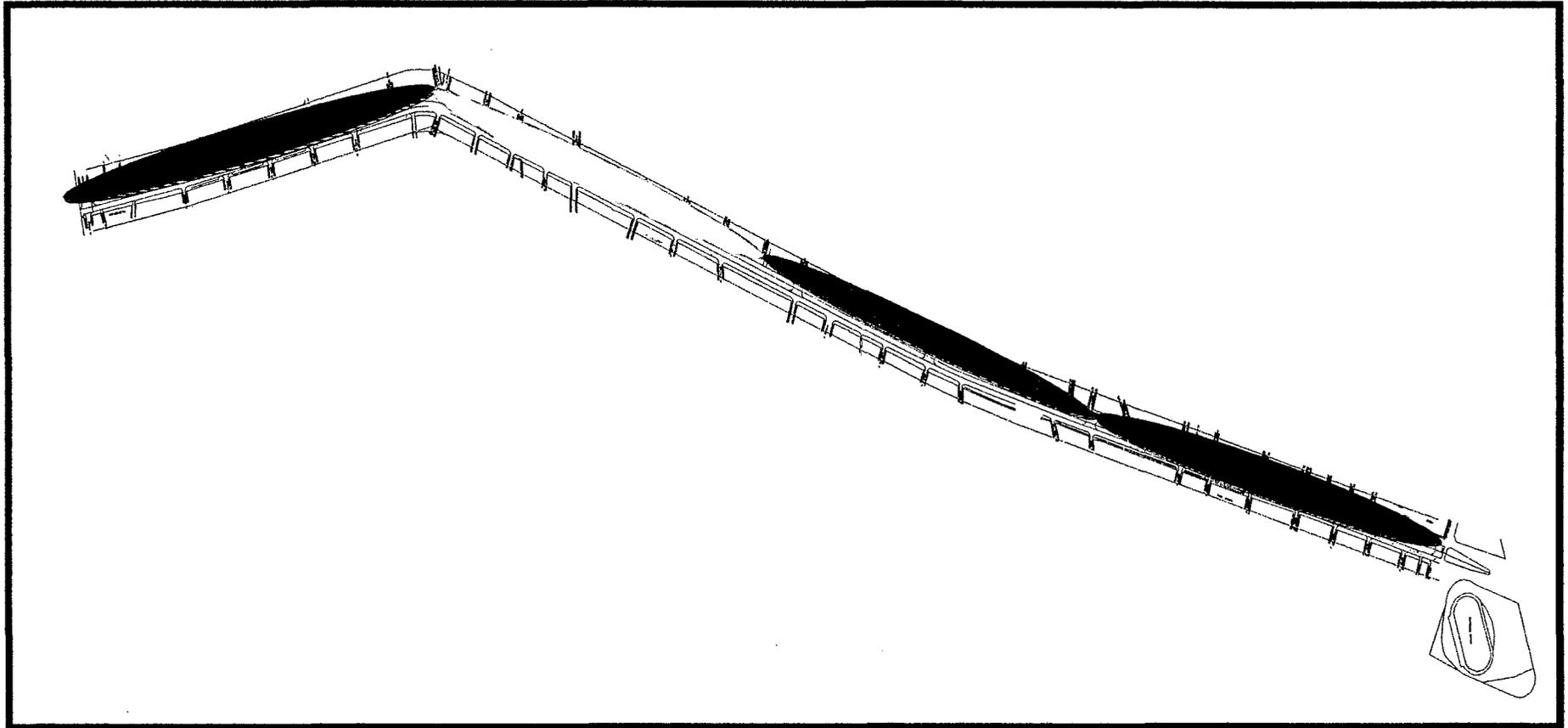


Grafico N°1: Sectorización del Bloque B (4 sectores)

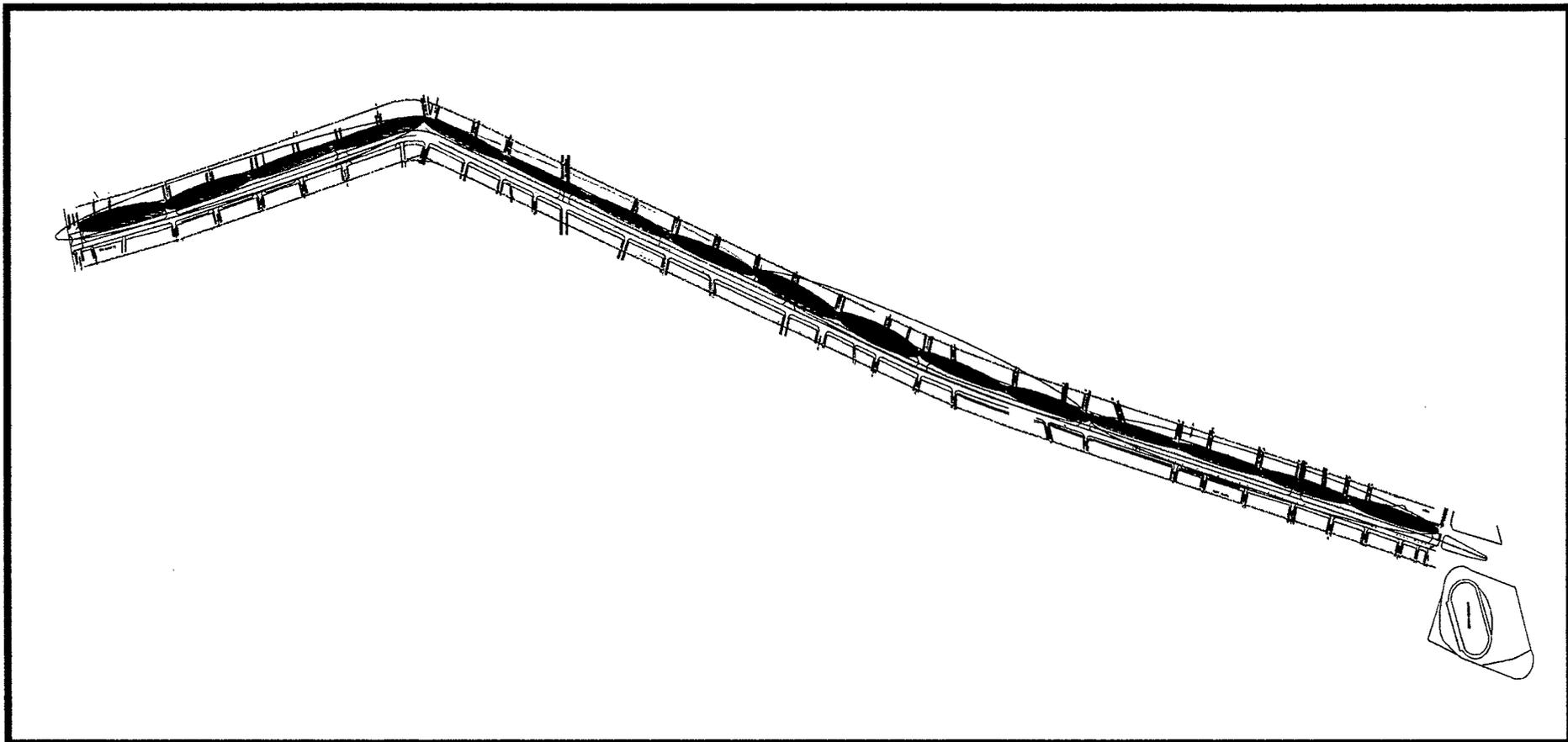


Gráfico N°2: Sectorización de cada sector en subsectores (4)



En resumen el proyecto se sectorizo de la siguiente manera:

BLOQUE 1 (Via Sur - Norte)	SECTOR A	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4
	SECTOR B	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4
	SECTOR C	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4
	SECTOR D	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4

BLOQUE 2 (Via Norte - Sur)	SECTOR A	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4
	SECTOR B	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4
	SECTOR C	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4
	SECTOR D	SUBSECTOR 1
		SUBSECTOR 2
		SUBSECTOR 3
		SUBSECTOR 4

Cuadro N°14: Sectorización
Fuente: Propia



3.1.1.2. Tren de Trabajo

Basados en estos cálculos tenemos como resultados trenes de trabajo de 4 días para cada subsector y cada bloque, teniendo en cuenta el número de cuadrillas a tomas para la ejecución.

La sectorización es igual para ambos bloques.

A continuación se muestra los trenes de trabajo de cada bloque.



BLOQUE 1

SECTOR A

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4
TRAZO Y REPLANTEO					BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE									BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1				
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE													BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P																
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA																
SUM. E INSTALACION DE GEDMALLA DE REFUERZO BIAJIAL																
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR B

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4
TRAZO Y REPLANTEO					BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE									BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE													BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P																
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA																
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAJIAL																
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°15: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, primera parte)

Fuente: Propia



BLOQUE 1

SECTOR A

Actividades	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																	
TRAZO Y REPLANTEO	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4													
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4									
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4					
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4	BL15ASS4	
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P					BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS3	BL15ASS4
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA									BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS2	BL15ASS3
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL													BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS1	BL15ASS2
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																	BL15ASS1
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																	
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																	
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																	

Subsector 1	BL15ASS1
Subsector 2	BL15ASS2
Subsector 3	BL15ASS3
Subsector 4	BL15ASS4

SECTOR B

Actividades	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																	
TRAZO Y REPLANTEO	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4													
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4									
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4					
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4	BL15BSS4	
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P					BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS3	BL15BSS4
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA									BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS2	BL15BSS3
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL													BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS1	BL15BSS2
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																	BL15BSS1
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																	
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																	
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																	

Subsector 1	BL15ASS1
Subsector 2	BL15ASS2
Subsector 3	BL15ASS3
Subsector 4	BL15ASS4

Cuadro N°16: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, segunda parte)
 Fuente: Propia



BLOQUE 1

SECTOR A

Actividades	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																	
TRAZO Y REPLANTEO																	
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE																	
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE																	
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																	
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4														
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4										
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4						
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4		
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250				BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"								BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS												BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS1	BL1SASS2	BL1SASS2

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR B

Actividades	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																	
TRAZO Y REPLANTEO																	
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE																	
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE																	
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																	
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4														
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4										
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4						
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4		
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250				BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"								BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS												BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS1	BL1SBSS2	BL1SBSS2

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°17: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, tercera parte)

Fuente: Propia



BLOQUE 1

SECTOR A

Actividades	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE										
TRAZO Y REPLANTEO										
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE										
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P										
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA										
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL										
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA										
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	BL1SASS4	BL1SASS4								
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4				
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS	BL1SASS2	BL1SASS2	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS3	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4	BL1SASS4

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR B

Actividades	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE										
TRAZO Y REPLANTEO										
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE										
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P										
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA										
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL										
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA										
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	BL1SBSS4	BL1SBSS4								
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4				
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS	BL1SBSS2	BL1SBSS2	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS3	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4	BL1SBSS4

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°18: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector A y B, cuarta parte)

Fuente: Propia



TREN DE ACTIVIDADES SECTOR C Y D

SECTOR C

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S3	BL1SC5S3	BL1SC5S3	BL1SC5S3	BL1SC5S4	BL1SC5S4	BL1SC5S4	BL1SC5S4
TRAZO Y REPLANTEO					BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S3	BL1SC5S3	BL1SC5S3	BL1SC5S3
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE									BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S2	BL1SC5S2
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE													BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1	BL1SC5S1
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P																
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA																
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAJIAL																
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR D

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S3	BL1SD5S3	BL1SD5S3	BL1SD5S3	BL1SD5S4	BL1SD5S4	BL1SD5S4	BL1SD5S4
TRAZO Y REPLANTEO					BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S3	BL1SD5S3	BL1SD5S3	BL1SD5S3
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE									BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S2	BL1SD5S2
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE													BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1	BL1SD5S1
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P																
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA																
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAJIAL																
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°19: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, primera parte)

Fuente: Propia



SECTOR C

Actividades	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																	
TRAZO Y REPLANTEO	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4													
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4									
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4					
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P					BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS4
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA									BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS3
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL													BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS1	BL1SCSS2
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																	BL1SCSS1
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																	
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																	
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																	

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR D

Actividades	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																	
TRAZO Y REPLANTEO	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4													
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4									
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4					
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P					BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS4
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA									BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS3
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL													BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS1	BL1SDSS2
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA																	BL1SDSS1
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250																	
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"																	
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS																	

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°20: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, segunda parte)
 Fuente: Propia



SECTOR C

Actividades	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																		
TRAZO Y REPLANTEO																		
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE																		
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE																		
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																		
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54															
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54											
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54							
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC53	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54	BL1SC54			
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250				BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51										BL1SC54	BL1SC54
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"								BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC52	BL1SC53	BL1SC53
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS													BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC51	BL1SC52	BL1SC52

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR D

Actividades	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE																		
TRAZO Y REPLANTEO																		
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE																		
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE																		
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE																		
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 270P	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54															
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54											
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAIXIAL	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54							
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54	BL1SD54			
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250				BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD53	BL1SD54	BL1SD54	
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"								BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD52	BL1SD53	BL1SD53
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS													BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD51	BL1SD52	BL1SD52

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°21: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, tercera parte)
Fuente: Propia



SECTOR C

Actividades	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE										
TRAZO Y REPLANTEO										
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE										
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 27DP										
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA										
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAXIAL										
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA										
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	BL1SCSS4	BL1SCSS4								
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4				
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS	BL1SCSS2	BL1SCSS2	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS3	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4	BL1SCSS4

Subsector 1	BL1SASS1
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

SECTOR D

Actividades	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE										
TRAZO Y REPLANTEO										
CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO CON OVER SIDE										
MEJORAMIENTO Y ESTABILIZACION DE SUELO PARA SUBRASANTE										
SUM. E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO GT 27DP										
SUB-BASE DE AFIRMADO E=0.20m ZONA RODADURA										
SUM. E INSTALACION DE GEOMALLA DE REFUERZO BIAXIAL										
BASE DE AFIRMADO E=0.15m ZONA RODADURA										
IMPRIMACION ASFALTICA RC-250	BL1SDSS4	BL1SDSS4								
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4				
PINTADO DE PAVIMENTO Y ACABADOS	BL1SDSS2	BL1SDSS2	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS3	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4	BL1SDSS4

Subsector 1	
Subsector 2	BL1SASS2
Subsector 3	BL1SASS3
Subsector 4	BL1SASS4

Cuadro N°22: Tren de Actividades del Bloque 1 (sector C y D, cuarta parte)
Fuente: Propia



3.1.2. HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN

3.1.2.1. Programación Maestra

El programa maestro es la base del último Planificador para poder hacer las planificaciones intermedias, análisis de restricciones, inventarios de trabajo ejecutable y la planificación semanal conjunto al control de las unidades de producción y del flujo de trabajo.

La programación maestra se realizó en base al tren de actividades y a la cantidad de trabajadores y maquinarias a necesitar según lo calculado en las tablas anteriores.

Con la finalidad de reducir tiempos de trabajo, se consideró trabajar ambos bloques independientemente pero ejecutándose uno después del otros.

Dentro de cada bloque existen 4 sectores llamados: Sector A, Sector B, Sector C, Sector D, tanto en el Bloque 1 como en el Bloque 2 se trabajaran los sectores A y C en paralelo mientras que los Sectores B y D, comenzaran cuando se termine la demolición de pavimento existente en los sectores anteriores, debido a que fue programada 2 maquinarias en cada Bloque para la ejecución de partidas que sea necesaria el uso de esta. De esta manera balanceando recursos la obra es programada para 28 semanas (7 meses) de ejecución.

- Ver cuadro 23.



3.1.2.2. Cuadro de Asignación de Personal (CAP)

El cuadro de asignación de personal (CAP), se realizó en base a los cálculos obtenidos en los cuadros de sectorización.

El análisis del asignación de personal ser realizó solo a una vía, por lo que por ser vías relativamente parecidas tendrán la misma asignación de personal a necesitar en el momento de ejecución.

El cálculo obtenido para la asignación de personal nos da como resultado que debemos contar con 59 personas como máximo para la ejecución de las partidas en la ejecución de la pavimentación.

- Ver cuadro N°24
- Ver Gráfico N°3

3.1.2.3. Lookahead

Una vez realizada la programación maestra, realizamos la programación de las 4 primeras semanas de iniciado el proyecto, con todas las actividades que se realizaran en ese lapso de tiempo.

- Ver cuadro N° 25

3.1.2.4. Análisis de Restricciones

Realizado el lookahead con las actividades que están programadas en dicho tiempo procedemos a analizar la disponibilidad de los recursos, para las actividades a realizarse,



las cuales tendrán un seguimiento estricto para q puedan ser levantadas antes de comenzar las actividades.

- Ver cuadro N° 26

3.1.2.5. Programación semanal / PPC / Análisis de No cumplimiento

Detallamos las actividades que serán cumplidas sin ningún contratiempo ya que para ellos se analizó y previo los recursos necesarios para su cumplimiento, en ciertas ocasiones que teniendo los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades siempre suele haber inconvenientes en el proceso constructivo, por lo que siempre que no se cumpla una actividad de acuerdo a lo programado se suele tomar nota de la causa del incumplimiento.

- Ver cuadro N° 27

3.1.2.6. Análisis de resultados de la planificación de la semana anterior (PPC y causas de No cumplimiento)

De las actividades señaladas a ejecutarse en la semana se realizó un análisis del porcentaje de plan cumplido para ver si las actividades realizadas fueron productivas, para esto nos apoyamos de hojas de cálculo.

- Ver cuadro N° 28



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

Programación Maestra



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

***Cuadro de Asignación
de Personal (CAP)***



Gráficos Asignación

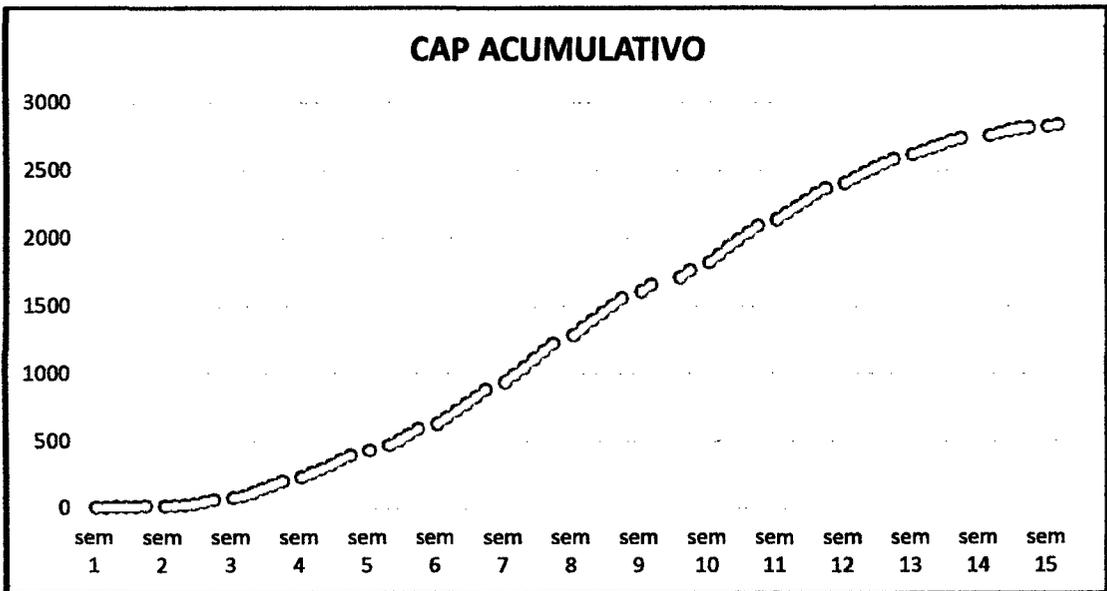


Gráfico N° 3: Asignación de Personal (Pavimentación)
Fuente Propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

Lookahead



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

Análisis de Restricciones



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

PS, PPC y ANC



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

***PPC y ANC (Análisis
de Resultados)***



3.2. ANÁLISIS DEL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DESAGUE DE LA H.U.P. NICOLAS DE GARATEA DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROVINCIA DEL SANTA-ANCASH", CON LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION.

El Proyecto de analizo el sistema de Agua Potable y desagüe de forma independiente como detallaremos a continuación.

3.2.1. Planificación.

3.2.1.1. Sectorización

La sectorización de alcantarillado tanto en agua como desagüe se hizo tomando en cuenta la magnitud del proyecto, de tal manera de optimizar los recursos y explotarlos para obtener resultados eficientes cuando estas se lleguen a realizar en campo, de igual manera se tuvo en consideración que las cuadrillas trabajen de manera tal que no se estorben en momentos de trabajos.

A continuación las tablas de datos donde se hizo el análisis para la sectorización de los bloques.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

Sectorización
Desagüe



TRAZO Y REPLANTEO								m
Partidas	Metrados			Metrados x Sector				
	Trazo y replanteo (m)			Trazo y replanteo (m)				
	25,327.50			5,065.50				
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Trazo y replanteo (m)	844.25	844.25	844.25	844.25	844.25	844.25	5,065.50	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Trazo y replanteo (m)	350							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
Partida	Sector 11							
Trazo y replanteo (m)	844							
Metrado	300							
Rendimiento	2.81							
Duración días	0.50							
Cuadrilla	6.00							
Duración meta								
	Topog (Op)	Of	Pe					
	1	0	1					
	1	0	1	2				

Cuadro N°29: Cálculo trazo y Replanteo para alcantarillado
 Fuente: Propia



SEÑALIZACION							
							m
Partidas	Metrados		Metrados x Sector				
	Señalización (ml)		Señalización (ml)				
	50,655.00		10,131.00				
Sectores	5						
Metrados x Sector x Elemento							
sub sectores	6						
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total
Señalización (ml)	1,688.50	1,688.50	1,688.50	1,688.50	1,688.50	1,688.50	10,131.00
Rendimientos x Elemento							
Elementos		rendimiento					
Señalización (ml)		286					
partida							
Señalización (ml)	Sector 11						
Metrado	1,689						
Rendimiento	286						
Duración días	5.90						
Cuadrilla	1.00						
Duración meta	6.00						
		Maq	Op	Of	Pe		
		0	0	0	1		
		0	0	0	1	1	

Cuadro N°30: Señalización p/limite seguridad de obra
 Fuente: Propia



EXCAVACION								m3
Partidas	Metrados		Metrados x Sector					
	Excav. (m3)		Excav. (m3)					
	63,346.73		12,669.35					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Excav. (m3)	2,111.56	2,111.56	2,111.56	2,111.56	2,111.56	2,111.56	12,669	
Rendimientos x Elemento								
Elementos		rendimiento						
Excav. (m3)		170						
partida		Sector 11						
Excav. (m3)		2,112						
Metrado		2,112						
Rendimiento		170						
Duración días		12.42						
Cuadrilla		2.00						
Duración meta		6.00						
		Maq	Op	Of	Pe			
		1	1	0	1			
		1	2	0	2	4		

Cuadro N°31: Excavación de zanja, c/máquina en terreno suelto
 Fuente: Propia



NIVELACION Y REFINE							M2
Partidas	Metrados		Metrados x Sector				
	Niv. y Refine. (m2)		Niv. y Refine. (m2)				
	23,076.96		4,615.39				
Sectores	5						
Metrados x Sector x Elemento							
sub sectores	6						
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total
Niv. y Refine. (m2)	769.23	769.23	769.23	769.23	769.23	769.23	4,615
Rendimientos x Elemento							
Elementos		rendimiento					
Niv. y Refine. (m2)		130					
partida							
Niv. y Refine. (m2)	Sector 11						
Metrado	769.23						
Rendimiento	130						
Duración días	5.92						
Cuadrilla	1.00						
Duración meta	6.00						
		Op	Of	Pe			
				3			
		0	0	3			3

Cuadro N°32: Nivelación y refine de fondo de zanja
 Fuente: Propia



CONFORMACION DE CAMA DE APOYO								m3
	Metrados		Metrados x Sector					
Partidas	Conform. Cama de apoyo (m3)		Conform. Cama de apoyo (m3)					
	2,307.70		461.54					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Conform. Cama de apoyo (m3)	76.92	76.92	76.92	76.92	76.92	76.92	462	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Conform. Cama de apoyo (m3)	30							
partida								
Conform. Cama de apoyo (m3)	Sector 11							
Metrado	77							
Rendimiento	30							
Duración días	2.56							
Cuadrilla	0.40							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	0	2	4					
	0	1	2	2				

Cuadro N°33: Conformación de cama de apoyo, con material propio, H=10cm
 Fuente: Propia



INSTALACION DE TUBERIA								m
Partidas	Metrados			Metrados x Sector				
	Inst. Tub. (m)			Inst. Tub. (m)				
	25,327.50			5,065.50				
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Inst. Tub. (m)	844,25	844,25	844,25	844,25	844,25	844,25	5,066	
Rendimientos x Elemento								
Elementos		rendimiento						
Inst. Tub. (m)		200						
Partidas		Sector 11						
Inst. Tub. (m)		844						
Metrado		200						
Rendimiento		4.32						
Duración días		0.75						
Cuadrilla		6.00						
Duración meta								
		Op	Of	Pe				
		1	0	2				
		1	0	2	2			

Cuadro N°34: Cálculo para Instalación de tubería PVC ISO 4435 S-20
 Fuente: Propia



ALINEACION DE TUBERIA								m
Partidas	Metrados		Metrados x Sector					
	Alin. Tub. (m)		Alin. Tub. (m)					
	25,327.50		5,065.50					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Alin. Tub. (m)	844,25	844,25	844,25	844,25	844,25	844,25	5,066	
Rendimientos x Elemento								
Elementos		rendimiento						
Alin. Tub. (m)		300						
partida								
Alin. Tub. (m)		Sector 11						
Metrado		844						
Rendimiento		300						
Duración días		2.77						
Cuadrilla		0.50						
Duración meta		6.00						
		Op	Of	Pe				
			1	1				
		0	1	1	2			

Cuadro N°35: Cálculo para alineamiento y ajuste de tubería PVC ISO 4435
 Fuente: Propia



PRUEBA HIDRAULICA								m
	Metrados	Metrados x Sector						
Partidas	Prueba. Hidrau. (m)	Prueba. Hidrau. (m)						
	25,327.50	5,065.50						
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Prueba. Hidrau. (m)	844.25	844.25	844.25	844.25	844.25	844.25	5,066	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Prueba. Hidrau. (m)	500							
Partidas								
Prueba. Hidrau. (m)	Sector 11							
Metrado	844							
Rendimiento	500							
Duración días	1.69							
Cuadrilla	0.30							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1	1	2					
	0	1	1	2				

Cuadro N°36: Cálculo para la prueba hidráulica PVC ISO 4435
 Fuente: Propia



RELLENO DE ZANJA EN CONEXIONES DOMICILIARIAS							
m							
Partidas	Metrados			Metrados x Sector			
	Relleno de zanja (m3)			Relleno de zanja (m3)			
	17,272.08			3,454.42			
Sectores	5						
Metrados x Sector x Elemento							
sub sectores	6						
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total
Relleno de zanja (m3)	575.74	575.74	575.74	575.74	575.74	575.74	3,454
Rendimientos x Elemento							
Elementos		rendimiento					
Relleno de zanja (m3)		180					
partidas							
Relleno de zanja (m3)	Sector 11						
Metrado	575.74						
Rendimiento	180.00						
Duración días	3.20						
Cuadrilla	0.50						
Duración meta	6.00						
		Maquina	Op	Of	Pe		
		1	2		4		
		1	1	-	2	3	

Cuadro N°40: Cálculo para relleno de zanja con material propio
 Fuente: Propia



ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								m3
Partidas	Metrados		Metrados x Sector					
	eliminación de material (m3)		eliminación de material (m3)					
	1,312.00		262.40					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
eliminación de material (m3)	43.73	43.73	43.73	43.73	43.73	43.73	262	
Rendimientos x Elemento								
Elementos		rendimiento						
eliminación de material (m3)		70						
partidas								
eliminación de material (m3)	Sector 11							
Metrado	43.73							
Rendimiento	70.00							
Duración días	0.62							
Cuadrilla	0.10							
Duración meta	6.00							
		Op	Of	Pe				
		0	1	3				
		0	1	1	2			

Cuadro N°41: Cálculo para la eliminación de material excedente
 Fuente: Propia



REPOSICION DE PAVIMENTOS								m2
Partidas	Metrados		Metrados x Sector					
	Reposición de pavimento (m2)		Reposición de pavimento (m2)					
	22,853.08		4,570.62					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Reposición de pavimento (m2)	761.77	761.77	761.77	761.77	761.77	761.77	4,571	
Rendimientos x Elemento								
Elementos		rendimiento						
Reposición de pavimento (m2)		150						
partidas								
Reposición de pavimento		Sector 11						
Metrado		761.77						
Rendimiento		150.00						
Duración días		5.08						
Cuadrilla		0.80						
Duración meta		6.00						
		Op	Of	Pe				
		2	2	10				
		2	2	8	11			

Cuadro N°42: Cálculo para la reposición de pavimento
Fuente: Propia



REPOSICION DE VEREDAS								m2
Partidas	Metrados		Metrados x Sector					
	reposición de vereda	(m2)	reposición de vereda		(m2)			
	2,712.44		542.49					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
Partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
reposición de vereda (m2)	90.41	90.41	90.41	90.41	90.41	90.41	542	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
reposición de vereda (m2)	12							
partidas								
reposición de verda	Sector 11							
Metrado	90.41							
Rendimiento	12.00							
Duración días	7.53							
Cuadrilla	1.30							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1	-	3					
	1	-	4	5				

Cuadro N°43: Cálculo para la reposición de vereda
 Fuente: Propia



Gráficos de Calculo:

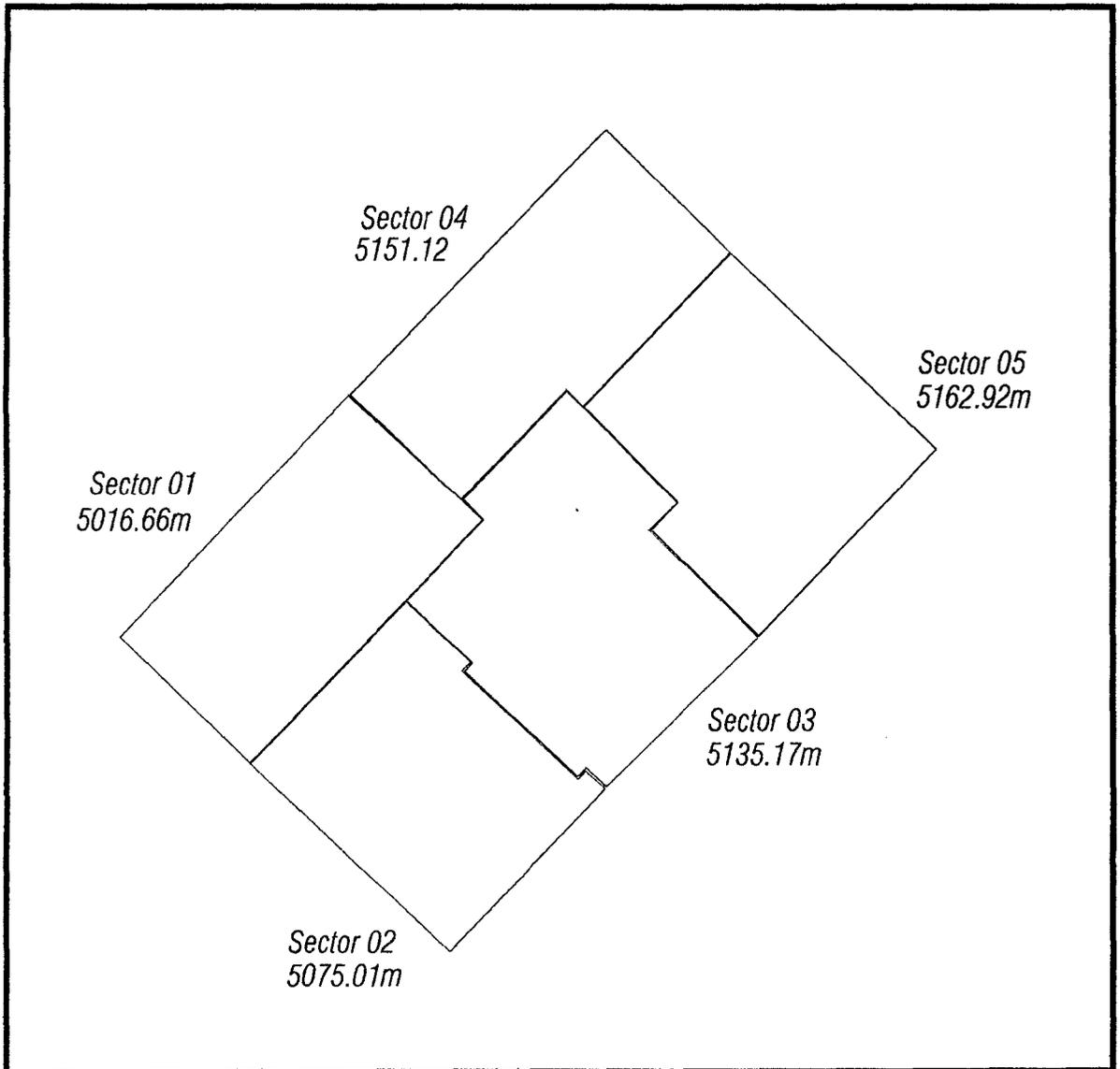


Gráfico N°4: División del proyecto de desagüe en 5 sectores
Fuente: Propia

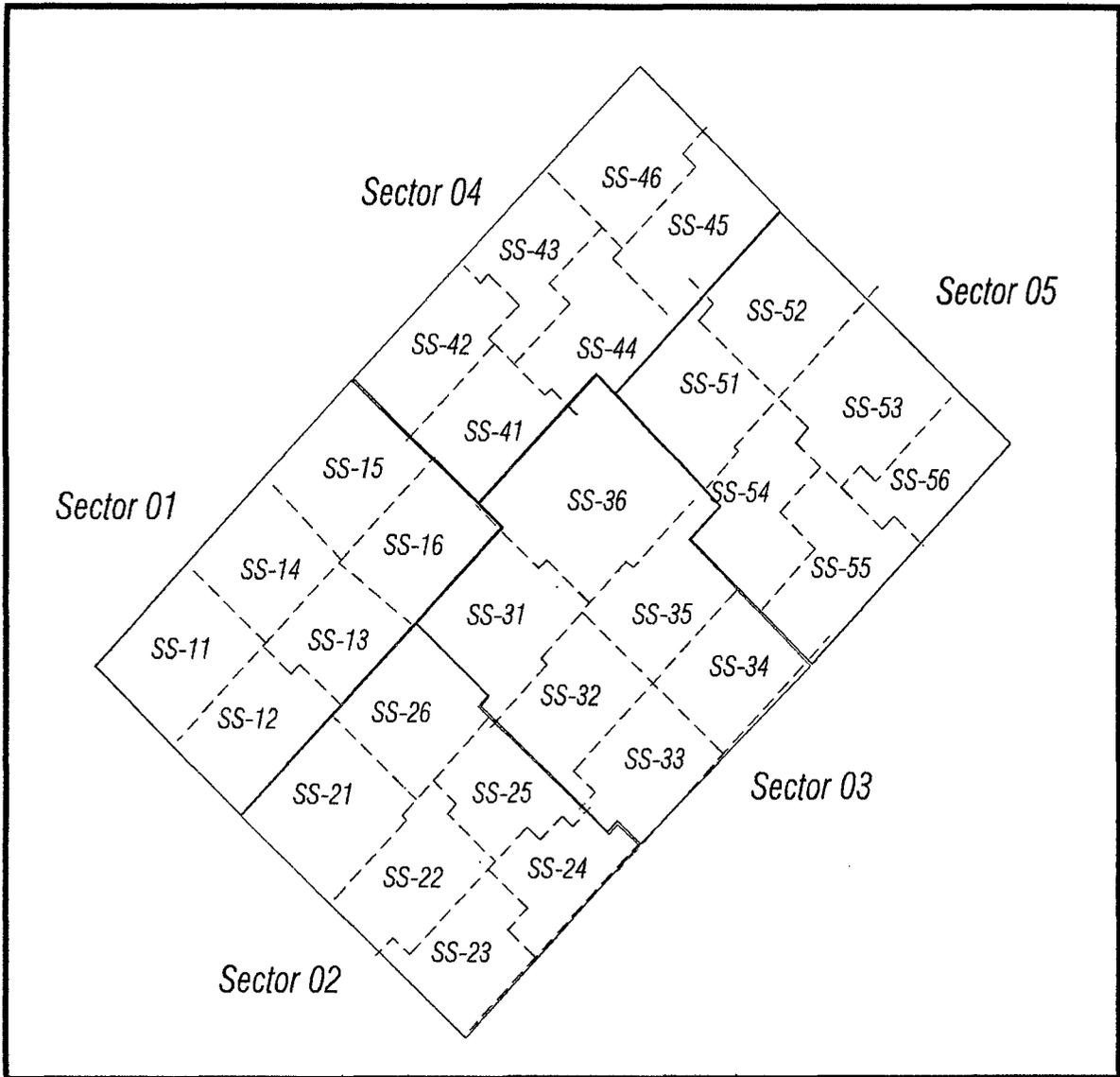


Gráfico N°5: División de cada sector en subsectores (6)
Fuente: Propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

Sectorización
Agua Potable



TRAZO Y REPLANTEO								m
	Metrados		Metrados x Sector					
Partida	trazo y replanteo (m)		trazo y replanteo (m)					
	27,129.40		5,425.88					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
trazo y replanteo (m)	904.31	904.31	904.31	904.31	904.31	904.31	5,425.88	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
trazo y replanteo (m)	400							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida	Sector 11							
trazo y replanteo (m)	904							
Metrado	400							
Rendimiento	2.26							
Duración días	0.35							
Cuadrilla	6.00							
Duración meta								
	topo	Of	Pe					
	1		1					
	1		1	2				

Cuadro N°44: Cálculo trazo y Replanteo para agua potable
 Fuente: Propia



SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD EN OBRA								m	
	Metrados							Metrados x Sector	
Partida	señalización seguridad de obra (m)							señalización seguridad de obra (m)	
	54,258.80							10,851.76	
Sectores	5								
Metrados x Sector x Elemento									
sub sectores	6								
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total		
señalización seguridad de obra (m)	1,808.63	1,808.63	1,808.63	1,808.63	1,808.63	1,808.63	10,851.76		
Rendimientos x Elemento									
Elementos								rendimiento	
señalización seguridad de obra (m)								286	
Cálculo de Trenes de Trabajo									
partida									
señalización seguridad de obra (m)	Sector 11								
Metrado	1,809								
Rendimiento	286								
Duración días	6.32								
Cuadrilla	0.35								
Duración meta	18.00								
	Op	Of	Pe						
			1						
			1					1	

Cuadro N°45: Señalización p/limite seguridad de obra
Fuente: Propia



EXCAVACION								m3
Elementos estructurales	Metrados	Metrados x Sector						
	Excav. (m3)	Excav. (m3)						
tub.	37,528.26	7,505.65						
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
excav. (m3)	1,250.94	1,250.94	1,250.94	1,250.94	1,250.94	1,250.94	7,505.65	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Excav. (m3)	180							175
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida								
Excav. (m3)	Sector 11							
Metrado	1,251							
Rendimiento	180							
Duración días	6.95							
Cuadrilla	1.20							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1		3					
	1		4	5				

Cuadro N°46: Excavación de zanja, c/máquina en terreno suelto
 Fuente: Propia



NIVELACION Y REFINE								m3
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector					
	Niv. Y refino. (m2)		ni. Y refino. (m2)					
tub.	27,129.40		5,425.88					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Niv. Y refino. (m2)	904.31	904.31	904.31	904.31	904.31	904.31	5,425.88	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Niv. Y refino. (m2)	150							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida	Sector 11							
Niv. Y refino. (m2)	904							
Metrado	150							
Rendimiento	6.03							
Duración días	1.00							
Cuadrilla	6.00							
Duración meta	3							
	Op	Of	Pe					
			3					
			3	3				

Cuadro N°47: Nivelación y refino de fondo de zanja
 Fuente: Propia



CONFORMACION DE CAMA DE APOYO								m3
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector					
	Conform. Cama de apoyo (m3)		Conform. Cama de apoyo (m3)					
	1,169.91		233.98					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Conform. Cama de apoyo (m3)	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	233.98	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Conform. Cama de apoyo (m3)	36							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida								
Conform. Cama de apoyo (m3)	Sector 11							
Metrado	39							
Rendimiento	36							
Duración días	1.08							
Cuadrilla	0.17							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	-	2	4					
	-	0	1					1

Cuadro N°48: Conformación de cama de apoyo, con material propio, H=10cm
 Fuente: Propia



INSTALACION DE TUBERIA								m
Elementos estructurales		Metrados		Metrados x Sector				
		insta Tub. (m)		insta Tub. (m)				
tub.		26,208.80		5,241.76				
Sectores		5						
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores		6						
partidas		Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total
Insta Tub. (m)		873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	5,241.76
Rendimientos x Elemento								
Elementos		rendimiento						
Insta Tub. (m)		325						
Cálculo de Trens de Trabajo								
partidas								
Insta Tub. (m)		Sector 11						
Metrado		874						
Rendimiento		325						
Duración días		2.69						
Cuadrilla		0.45						
Duración meta		6.00						
		Op	Of	Pe				
		1	1	2				
		1	1	1	3			

Cuadro N°49: Cálculo para Instalación de tubería PVC ISO 4435 S-20
Fuente: Propia



ALINEACION DE TUBERIA								m
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector					
	alin. Tub. (m)		alin. Tub. (m)					
tub.	26,208.80		5,241.76					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
alin. Tub. (m)	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	5,241.76	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
alin. Tub. (m)	370		380					
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida	Sector 11							
alin. Tub. (m)	874							
Metrado	370							
Rendimiento	2.36							
Duración días	0.40							
Cuadrilla	6.00							
Duración meta								
	Op	Of	Pe					
		1	1					
		1	1	2				

Cuadro N°50: Cálculo para alineamiento y ajuste de tubería PVC ISO 4435
 Fuente: Propia



PRUEBA HIDRAULICA								m
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector					
	Prueba. Hidrau. (m)		Prueba. Hidrau. (m)					
tub.	26,208.80		5,241.76					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Prueba. Hidrau. (m)	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	5,241.76	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Prueba. Hidrau. (m)	575							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partidas								
Prueba. Hidrau. (m)	Sector 11							
Metrado	874							
Rendimiento	575							
Duración días	1.52							
Cuadrilla	0.25							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1	1	1					
	1	1	1	3				

Cuadro N°51: Cálculo para la prueba hidráulica PVC ISO 4435
 Fuente: Propia



RELLENO DE ZANJA								m3
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector					
	relleno de zanja (m3)		relleno de zanja (m3)					
tub.	23,110.59		4,622.12					
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
relleno de zanja (m3)	770.35	770.35	770.35	770.35	770.35	770.35	4,622.12	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
relleno de zanja (m3)	210							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida								
relleno de zanja (m3)	Sector 11							
Metrado	770							
Rendimiento	210							
Duración días	3.67							
Cuadrilla	0.60							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1	2	4					
	1	2	3	6				

Cuadro N°52: Cálculo para el relleno de zanja con material propio c/maquina sobre clave de tubería
 Fuente: Propia



CONEXIONES DOMICILIARIAS							
und							
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector				
	Conexiones domic.	(und)	Conexiones domic.		(und)		
tub.	3,957.00		791.40				
Sectores	5						
Metrados x Sector x Elemento							
sub sectores	6						
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total
Conexiones domic. (und)	132	132	132	132	132	132	791
Rendimientos x Elemento							
Elementos	rendimiento						
Conexiones domic. (und)	11						
Cálculo de Trenes de Trabajo							
partida							
Conexiones domic. (und)	Sector 11						
Metrado	132						
Rendimiento	11						
Duración días	11.99						
Cuadrilla	2.00						
Duración meta	6.00						
	Op	Of	Pe				
	1		1				
	2		2	4			

Cuadro N°53: Cálculo para conexiones domiciliarias
 Fuente: Propia



PRUEBA HIDRAULICA								m
Elementos estructurales	Metrados	Metrados x Sector						
	Prueba. Hidrau. (m)	Prueba. Hidrau. (m)						
tub.	16,480.00	3,296.00						
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
Prueba. Hidrau. (m)	549.33	549.33	549.33	549.33	549.33	549.33	3,296.00	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
Prueba. Hidrau. (m)	575							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida								
Prueba. Hidrau. (m)	Sector 11							
Metrado	549							
Rendimiento	575							
Duración días	0.96							
Cuadrilla	0.15							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1	0	1					
	1	0	1	2				

Cuadro N°54: Cálculo prueba hidráulica de tubería PVC ISO4436

Fuente: Propia



RELLENO DE ZANJA								m3
Elementos estructurales	Metrados							Metrados x Sector
	relleno de zanja (m3)							relleno de zanja (m3)
tub.	12,853.11							2,570.62
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
relleno de zanja (m3)	428.44	428.44	428.44	428.44	428.44	428.44	2,570.62	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
relleno de zanja (m3)	300							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida								
relleno de zanja (m3)	Sector 11							
Metrado	428							
Rendimiento	300							
Duración días	1.43							
Cuadrilla	0.25							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	2		4					
	1		1	2				

Cuadro N°55: Cálculo para relleno de zanja con material propio
 Fuente: Propia



ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								m3
Elementos estructurales	Metrados	Metrados x Sector						
	eliminación de material (m3)	eliminación de material (m3)						
tub.	434.15	86.83						
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
eliminación de material (m3)	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	86.83	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
eliminación de material (m3)	80							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partida								
eliminación de material (m3)	Sector 11							
Metrado	14							
Rendimiento	80							
Duración días	0.18							
Cuadrilla	0.03							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
		2	3					
		1	1	2				

Cuadro N°56: Cálculo para la eliminación de material excedente
 Fuente: Propia



DESINFECCION DE TUBERIA								m
Elementos estructurales	Metrados	Metrados x Sector						
	desinfección de tubería (m)	desinfección de tubería (m)						
tub.	26,208.80	5,241.76						
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
desinfección de tubería (m)	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	873.63	5,241.76	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
desinfección de tubería (m)	1,000							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
partidas								
desinfección de tubería (m)	Sector 11							
Metrado	874							
Rendimiento	1,000							
Duración días	0.87							
Cuadrilla	0.15							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1	1	1					
		1	1	2				

Cuadro N°57: Cálculo para desinfección de tubería
 Fuente: Propia



REPOSICION DE PAVIMENTO							
m							
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector				
	reposición de pavimento (m2)		reposición de pavimento (m2)				
tub.	8,498.95		1,699.79				
Sectores	5						
Metrados x Sector x Elemento							
sub sectores	6						
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total
reposición de pavimento (m2)	283.30	283.30	283.30	283.30	283.30	283.30	1,699.79
Rendimientos x Elemento							
Elementos	rendimiento						
reposición de pavimento (m2)	100						
Cálculo de Trenes de Trabajo							
Metrado							
reposición de pavimento (m2)	Sector 11						
Metrado	283						
Rendimiento	100						
Duración días	2.83						
Cuadrilla	0.45						
Duración meta	6.00						
			Op	Of	Pe		
			2	2	10		
			1	1	5	7	

Cuadro N°58: Cálculo para la reposición de pavimento
 Fuente: Propia



REPOSICION DE VEREDA								m2
Elementos estructurales	Metrados							Metrados x Sector
	reposición de vereda (m2)							reposición de vereda (m2)
tub.	1,723.04							344.61
Sectores	5							
Metrados x Sector x Elemento								
sub sectores	6							
partidas	Sector 11	Sector 12	Sector 13	Sector 14	Sector 15	Sector 16	Total	
reposición de vereda (m2)	57.43	57.43	57.43	57.43	57.43	57.43	344.61	
Rendimientos x Elemento								
Elementos	rendimiento							
reposición de vereda (m2)	14							
Cálculo de Trenes de Trabajo								
Metrado								
reposición de vereda (m2)	Sector 11							
Metrado	57							
Rendimiento	14							
Duración días	4.25							
Cuadrilla	0.70							
Duración meta	6.00							
	Op	Of	Pe					
	1		3					
	1		2	3				

Cuadro N°59: Cálculo para la reposición de vereda
 Fuente: Propia



Gráficos de Calculo

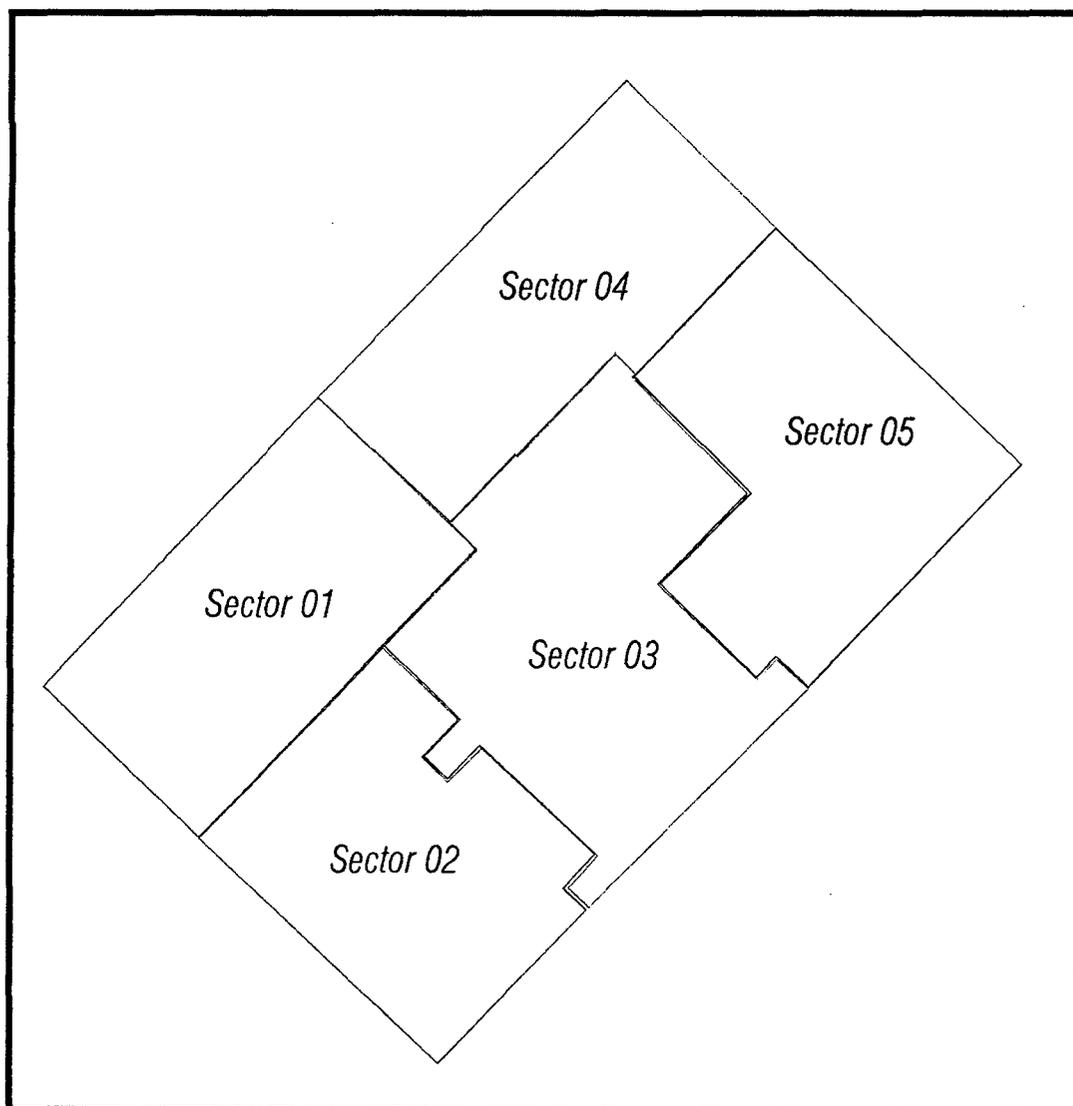


Gráfico N°6: División del proyecto de agua potable en 5 sectores
Fuente: Propia

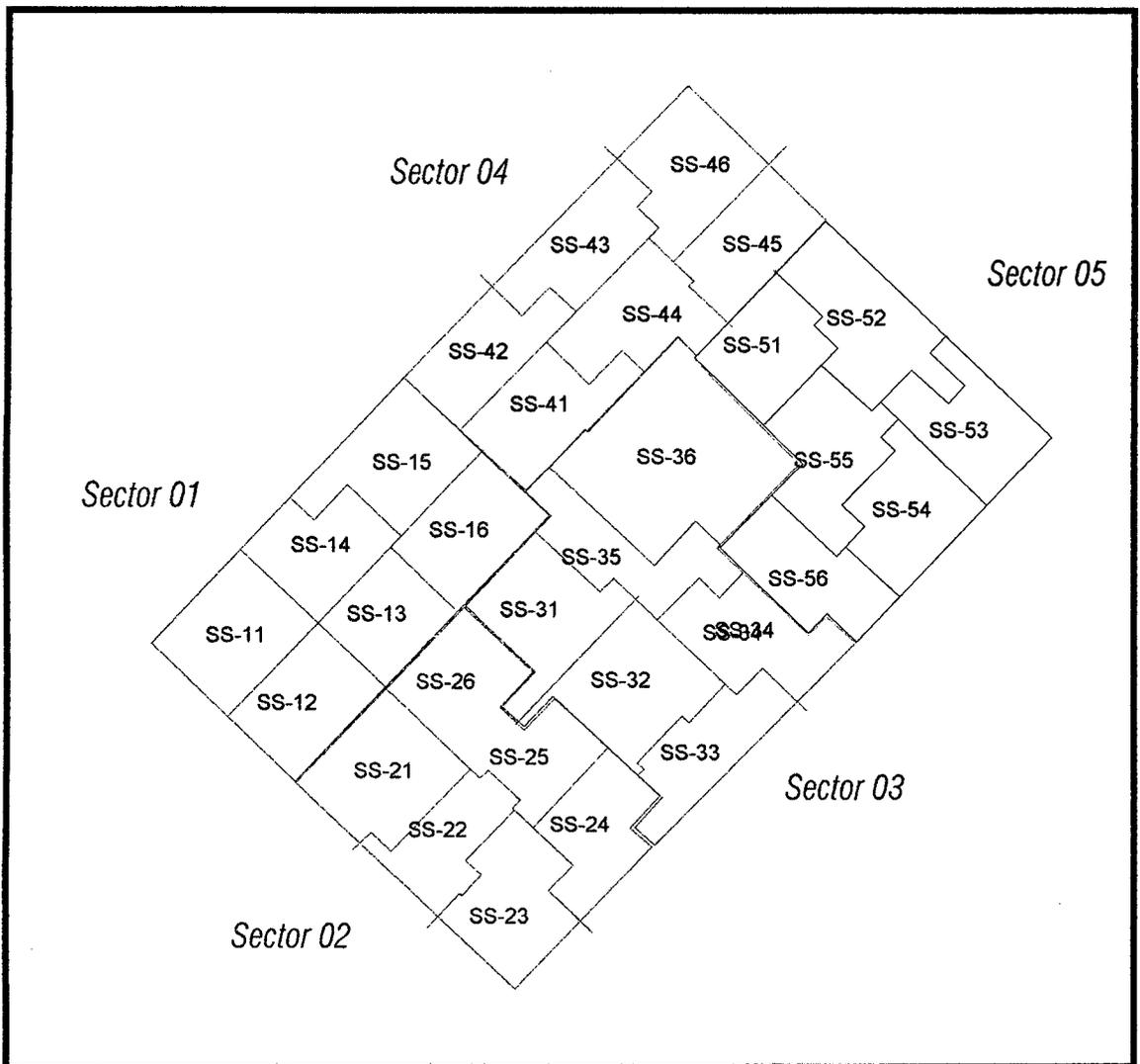


Gráfico N°7: División de cada sector en subsectores (6)
Fuente: Propia



3.2.1.2. Tren de Actividades

Basados en estos cálculos tenemos como resultados trenes de trabajo de 6 días para cada sector y cada bloque, teniendo en cuenta el número de cuadrillas a tomar para la ejecución.

El tren de actividades detallado a continuación es de desagüe y agua potable.

a. Tren de Actividades de Desagüe

Ver cuadros

b. Tren de Actividades de Agua Potable

Ver cuadros



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

***Tren de Actividades
Desagüe***



TREN DE ACTIVIDADES DESAGUE

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Trazo y replanteo	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13
Cámara de inspección	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13
Señalización		SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13
Excavación		SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13
Nivelación y Refine			SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13
Conformación de Cama de Apoyo				SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13
Instalación de Tubería				SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13
Alineación de Tubería					SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13
Prueba Hidráulica					SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13
Relleno de zanja						SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Conexiones domiciliarias							SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Pruebas Hidráulicas								SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Relleno de zanja (m3)								SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Eliminación de material									SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12
Reposición de pavimento										SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12
Reposición de vereda										SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12

Subsector 1-1	SS-11
Subsector 1-2	SS-12
Subsector 1-3	SS-13
Subsector 1-4	SS-14
Subsector 1-5	SS-15
Subsector 1-6	

Cuadro N°60: Tren de actividades de desagüe (primera parte)

Fuente: Propia



TREN DE ACTIVIDADES DESAGUE

Actividades	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Trazo y replanteo	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15		
Cámara de Inspección	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15		
Señalización	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	
Excavación	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	
Nivelación y Refine	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Conformación de Cama de Apoyo	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Instalación de Tubería	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Alineación de Tubería	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Prueba Hidráulica	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Relleno de zanja	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15
Conexiones domiciliarias	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15
Pruebas Hidráulicas	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15
Relleno de zanja (m3)	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15
Eliminación de material	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Reposición de pavimento	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Reposición de vereda	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14

Subsector 1-1	SS-11
Subsector 1-2	SS-12
Subsector 1-3	SS-13
Subsector 1-4	SS-14
Subsector 1-5	SS-15
Subsector 1-6	

Cuadro N°61: Tren de actividades de desagüe (segunda parte)
Fuente: Propia



TREN DE ACTIVIDADES DESAGUE

Actividades	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Trazo y replanteo	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16									
Cámara de inspección	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16								
Señalización	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16								
Excavación	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16							
Nivelación y Refine	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16						
Conformación de Cama de Apoyo	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16						
Instalación de Tubería	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16					
Alineación de Tubería	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16					
Prueba Hidráulica	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16				
Relleno de zanja	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16			
Conexiones domiciliarias	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16		
Pruebas Hidráulicas	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16		
Relleno de zanja (m3)	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	
Eliminación de material	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16
Reposición de pavimento	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16
Reposición de vereda													

Subsector 1-1	SS-11
Subsector 1-2	SS-12
Subsector 1-3	SS-13
Subsector 1-4	SS-14
Subsector 1-5	SS-15
Subsector 1-6	SS-16

Cuadro N°62: Tren de actividades de desagüe (tercera parte)
 Fuente: Propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

Tren de Actividades
Agua Potable



TREN DE ACTIVIDADES - AGUA POTABLE

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trazo y replanteo (m)	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13
Señalización p/limite seguridad de obra	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13
Excavación		SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13
Nivelación y refine			SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13
Conformación cama de apoyo				SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Instalación de Tubería				SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Alineación de tubería					SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Prueba hidráulica						SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Relleno de zanja						SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12
Conexiones domiciliarias							SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12	SS-12
Prueba Hidráulica								SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12
Relleno de zanja								SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12	SS-12
Eliminación de material excedente									SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12
Desinfección de tubería									SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-12
Reposición de pavimento										SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11
Reposición de vereda										SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11	SS-11

Subsector 1-1	SS-11
Subsector 1-2	SS-12
Subsector 1-3	SS-13
Subsector 1-4	SS-14
Subsector 1-5	SS-15
Subsector 1-6	

Cuadro N°63: Tren de actividades de agua potable (primera parte)
 Fuente: Propia



TREN DE ACTIVIDADES - AGUA POTABLE

Actividades	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Trazo y replanteo (m)	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Señalización p/limite seguridad de obra	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Excavación	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Nivelación y refine	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15
Conformación cama de apoyo	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15
Instalación de Tubería	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15
Alineación de tubería	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15
Prueba hidráulica	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15
Relleno de zanja	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15
Conexiones domiciliarias	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Prueba Hidráulica	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Relleno de zanja	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Eliminación de material excedente	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Desinfección de tubería	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14	SS-14
Reposición de pavimento	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14
Reposición de vereda	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-12	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-13	SS-14	SS-14	SS-14

Subsector 1-1	SS-11
Subsector 1-2	SS-12
Subsector 1-3	SS-13
Subsector 1-4	SS-14
Subsector 1-5	SS-15
Subsector 1-6	

Cuadro N°64: Tren de actividades de agua potable (segunda parte)
 Fuente: Propia



TREN DE ACTIVIDADES - AGUA POTABLE

Actividades	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Trazo y replanteo (m)	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16									
Señalización p/limite seguridad de obra	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16									
Excavación	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16								
Nivelación y refine	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16							
Conformación cama de apoyo	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16						
Instalación de Tubería	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16						
Alineación de tubería	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16					
Prueba hidráulica	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16				
Relleno de zanja	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16				
Conexiones domiciliarias	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16			
Prueba Hidráulica	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16		
Relleno de zanja	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16		
Eliminación de material excedente	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	
Desinfección de tubería	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	
Reposición de pavimento	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16
Reposición de vereda	SS-14	SS-14	SS-14	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-15	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16	SS-16

Subsector 1-1	SS-11
Subsector 1-2	SS-12
Subsector 1-3	SS-13
Subsector 1-4	SS-14
Subsector 1-5	SS-15
Subsector 1-6	SS-16

Cuadro N°65A: Tren de actividades de agua potable (tercera parte)
 Fuente: Propia



3.2.1. Herramientas de Programación:

3.2.1.1. Programación Maestra

Para la programación maestra se tuvo en cuenta el tren de actividades (mecánica de trabajos a realizarse) para optimizar tiempos; en este caso de los planos de agua y desagüe se realizó la sectorización en 5 sectores y cada sector conto con 6 sub sectores logrando culminar las labores en cada sub sector en 15 días calendarios y cada sector en 45 días calendario, todo ellos con los recurso especificados en el proyecto; para optimizar recurso y tiempo se vio necesario trabajar 2 sectores en paralelo tanto agua y desagüe como se muestra en la planificación maestra.

- Ver cuadro 65
- Ver cuadro 66

3.2.1.2. Cuadro de Asignación de Personal (CAP)

La asignación de personal se hizo teniendo en cuenta los recursos, cuadrillas y rendimiento de los unitarios del proyecto, todo ellos para tener una base de partida, conforme se vaya dando los trabajos se irán registrando los valores reales de cada cuadrilla así como sus rendimientos.

- Ver cuadro 67
- Ver Gráfico 8
-



3.2.1.3. Lookahead

Una vez realizada la programación maestra, realizamos la programación de las 4 primeras semanas de iniciado el proyecto, con todas las actividades que se realizaran en ese lapso de tiempo.

- Ver cuadro 68

3.2.1.4. Análisis de Restricciones

Luego de obtener el Lookahead con las actividades que están programadas en dicho tiempo procedemos a analizar la disponibilidad de los recursos, para las actividades a realizarse, las cuales tendrán un seguimiento estricto para q puedan ser levantadas antes de comenzar las actividades.

- Ver cuadro 69

3.2.1.5. Programación semanal / PPC / Análisis de No cumplimiento

Aquí detallamos las actividades que serán cumplidas sin ningún contratiempo ya que para ellos se analizó y previo los recursos necesarios para su cumplimiento, hay ocasiones que por más que tengas los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades siempre suele haber trabas en el proceso constructivo, por lo que siempre que no se cumpla una actividad de acuerdo a lo programado se suele tomar nota de la causa del incumplimiento.

- Ver cuadro 70



3.2.1.6. Análisis de resultados de la planificación de la semana anterior (PPC y causas de No cumplimiento)

De las actividades señaladas a ejecutarse en la semana hacemos un análisis del porcentaje de plan cumplido para ver si las actividades realizadas fueron productivas, para esto nos apoyamos de hojas de cálculo.

- Ver cuadro 71



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

***Programación
Maestra***



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

**"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"**

PM - Desagüe



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

***PPC y ANC (Análisis
de Resultados)***



3.3. ANÁLISIS DEL PROYECTO: “CENTRO CULTURAL – AUDITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA (SECTOR TALLERES)” CON LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.

El Proyecto del centro cultural – Auditorio, ubicado dentro de la Universidad Nacional del Santa, presenta dos zonas.

- Zona de Talleres
- Zona de Auditorio

Para el análisis con la filosofía de Lean Construction se tomara la zona de Talleres el cual tiene la siguiente descripción:

Desarrollado en dos pisos de altura, donde se ha ubicado los Talleres de Formación artística cultural, Oficinas Administrativas, Servicios Higiénicos Generales, Anfiteatro, SUM, circulación horizontal y vertical que integra con la Zona de Auditorio.

3.3.1. Planificación.

3.3.1.1. Sectorización

Para realizar la sectorización de realizaron los metrados de la zona de Talleres, para su posterior sectorización.

Se realizó el metrado de Concreto y Acero para los siguientes elementos estructuras: Columnas, Vigas y Losa Aligerada como se muestra en los cuadros siguientes:

3.3.1.1.1. Metrado

a. Columnas

Primer Nivel



PART: N°	ELEMENTO DESCRIPCIÓN	Und	TOTAL	TOTAL
			m².	m².
	C-10	1.00	0.92	9.18
	C-13	1.00	1.38	12.24
	C-10	1.00	0.92	9.18
	C-11	1.00	1.38	12.24
	C-12	1.00	0.92	9.18
	C-13	1.00	1.38	12.24
	C-11	1.00	1.38	12.24
	C-10	1.00	0.92	9.18
	C-10	1.00	0.92	9.18
	C-9	1.00	0.62	6.72
	C-9	1.00	0.62	6.72
	C-10	1.00	0.92	9.18
	C-10	1.00	0.92	9.18
	C-13	1.00	1.38	12.24
	G-2	1.00	1.99	16.32
	C-10	1.00	0.95	9.54
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-8	1.00	1.91	12.72
	C-8	1.00	1.91	12.72
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-7	1.00	1.27	11.55
	C-7	1.00	1.27	11.55
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-7	1.00	1.27	11.55
	C-5	1.00	0.41	5.55
	C-7	1.00	1.27	11.55
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-6	1.00	0.71	7.32
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-6	1.00	0.71	7.32
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-5	1.00	0.41	5.55
	C-5	1.00	0.41	5.55
	C-7	1.00	1.27	11.55
	C-5	1.00	0.41	5.55
	C-6	1.00	0.71	7.32
	C-1	1.00	1.75	14.84
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-6	1.00	0.71	7.32
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-3	1.00	1.11	10.60
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-3	1.00	1.11	10.60
	C-1	1.00	1.75	14.84
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-1	1.00	1.75	14.84
	C-3	1.00	1.11	10.60
	G-3	1.00	1.11	10.60
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-3	1.00	1.11	10.60
	C-3	1.00	1.11	10.60
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-2	1.00	2.07	16.96
	C-1	1.00	1.75	14.84
METRADO TOTAL			85.16	744.63



Cuadro N°72: Cuadro de metrado columnas del primer nivel
 Fuente: Propia

Segundo Nivel

PART. N°	ELEMENTO DESCRIPCION	CANT.	TOTAL m².	TOTAL m².
	C-10	1.00	0.86	8.64
	C-13	1.00	1.30	11.52
	C-10	1.00	0.86	8.64
	C-11	1.00	1.30	11.52
	C-12	1.00	0.86	8.64
	C-13	1.00	0.86	8.64
	C-11	1.00	1.30	11.52
	C-10	1.00	0.86	8.64
	C-10	1.00	0.86	8.64
	C-9	1.00	0.62	6.72
	C-9	1.00	0.86	8.64
	C-10	1.00	0.62	6.72
	C-10	1.00	0.86	8.64
	C-13	1.00	1.30	11.52
	C-2	1.00	1.99	16.32
	C-10	1.00	1.87	16.36
	C-2	1.00	0.86	8.64
	C-2	1.00	1.87	15.36
	C-8	1.00	1.87	16.36
	C-8	1.00	1.15	10.46
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-7	1.00	1.87	16.36
	C-2	1.00	1.87	15.36
	C-7	1.00	1.15	10.46
	C-5	1.00	0.34	4.51
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-6	1.00	0.58	5.95
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-6	1.00	0.58	5.95
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-5	1.00	0.34	4.51
	C-5	1.00	0.34	4.51
	C-7	1.00	1.15	10.46
	C-5	1.00	0.34	4.51
	C-6	1.00	0.58	5.95
	C-1	1.00	1.58	13.44
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-6	1.00	0.58	5.95
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-3	1.00	1.01	9.60
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-1	1.00	1.58	13.44
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-1	1.00	1.58	13.44
	C-3	1.00	1.01	9.60
	C-3	1.00	1.01	9.60
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-3	1.00	1.01	9.60
	C-2	1.00	1.87	16.36



	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-2	1.00	1.87	16.36
	C-1	1.00	1.58	13.44
METRADO TOTAL			69.19	627.82

Cuadro N°73: Cuadro de metrado columnas del segundo nivel
 Fuente: Propia

b. Vigas

Primer Nivel

PART. N°	ELEMENTO DESCRIPCION	CANT.	TOTAL m².	TOTAL m².
	VS1-1008	1.00	0.27	2.05
	VS1-1008	1.00	0.26	1.92
	VS1-1007	1.00	0.26	1.49
	VS1-1007	1.00	0.26	1.49
	VS1-1006	1.00	0.26	1.49
	VS1-1006	1.00	0.08	0.46
	VS1-1006	1.00	0.14	0.58
	VS1-1005	1.00	0.26	1.92
	VS1-1004	1.00	0.06	0.28
	VS1- 1004	1.00	0.26	1.79
	VP1-1000	1.00	0.31	2.26
	VP1-1000	1.00	0.33	2.42
	VP1-1000	1.00	0.31	2.26
	VP1-1001	1.00	0.31	1.64
	VP1-1001	1.00	0.16	1.11
	VP1-1001	1.00	0.19	1.26
	VP1-1001	1.00	0.15	0.99
	VP1-1002	1.00	0.10	0.87
	VP1-1002	1.00	0.17	1.52
	VP1-1003	1.00	0.32	2.34
	VP1-1003	1.00	0.31	2.26
	VP1- 1004	1.00	0.20	1.72
	VP1- 1002	1.00	0.28	2.31
	VP1- 1002	1.00	0.28	2.31
	VP1- 1002	1.00	0.29	2.38
	VP1- 1004	1.00	0.79	5.73
	VP1- 1004	1.00	0.79	5.73
	VP1- 1005	1.00	0.41	2.95
	VP1- 1005	1.00	0.36	2.95
	VS1- 1000	1.00	0.24	2.00
	VS1- 1000	1.00	0.26	2.19
	VS1- 1001	1.00	0.26	1.73
	VS1- 1001	1.00	0.26	1.80
	VS1- 1002	1.00	0.24	1.66
	VS1- 1002	1.00	0.27	1.86
	VS1- 1003	1.00	0.26	1.73
	VP1- 1005	1.00	0.20	1.53
	VP1- 1005	1.00	0.35	2.56
	VP1- 1005	1.00	0.41	2.44



VP1- 1006	1.00	0.19	1.49
VP1- 1006	1.00	0.38	3.14
VP1- 1006	1.00	0.37	3.05
VP1- 1006	1.00	0.37	3.05
VP1- 1006	1.00	0.38	3.14
VS1- 1009	1.00	0.15	1.95
VS1- 1009	1.00	0.16	2.02
VS1- 1009	1.00	0.16	2.02
VS1- 1009	1.00	0.02	0.33
VS1- 1010	1.00	0.12	0.93
VS1- 1010	1.00	0.03	0.23
VS1- 1010	1.00	0.26	1.74
VS1- 1010	1.00	0.27	1.80
VS1- 1010	1.00	0.27	1.80
VS1- 1010	1.00	0.04	0.26
VS1- 1004	1.00	0.24	1.63
VP1- 1010	1.00	0.12	0.90
VS1- 1003	1.00	0.28	1.90
VS1- 1003	1.00	0.24	1.63
VP1- 1009	1.00	0.12	0.90
VS1- 1002	1.00	0.25	1.67
VP1- 1008	1.00	0.12	0.90
VS1- 1001	1.00	0.24	1.63
VP1- 1007	1.00	0.12	0.90
VS1- 1011	1.00	0.03	0.23
VS1- 1011	1.00	0.26	1.74
VS1- 1011	1.00	0.26	2.22
VP1- 1011	1.00	0.21	1.54
VP1- 1011	1.00	0.30	2.17
VP1- 1011	1.00	0.32	2.37
VP1- 1011	1.00	0.30	2.17
VP1- 1012	1.00	0.19	1.13
VP1- 1012	1.00	0.30	1.78
VP1- 1012	1.00	0.32	1.94
VP1- 1012	1.00	0.30	1.78
VP1- 1013	1.00	0.19	1.11
VP1- 1010	1.00	0.28	1.90
VP1- 1010	1.00	0.12	0.88
VP1- 1009	1.00	0.28	1.90
VP1- 1009	1.00	0.12	1.07
VP1- 1008	1.00	0.28	1.90
VS1- 1016	1.00	0.23	1.39
VS1- 1016	1.00	0.26	1.52
VS1- 1015	1.00	0.25	1.47
VS1- 1015	1.00	0.28	1.68
VS1- 1014	1.00	0.25	1.47
VS1- 1014	1.00	0.28	1.68
VS1- 1013	1.00	0.23	1.39
VS1- 1013	1.00	0.26	1.52
VP1- 1013	1.00	0.30	1.78
VP1- 1013	1.00	0.32	1.94
VP1- 1013	1.00	0.30	1.69
VP1- 1014	1.00	0.19	1.13
VP1- 1014	1.00	0.32	1.94
VP1- 1014	1.00	0.30	1.78
VP1- 1015	1.00	0.19	1.38
VP1- 1015	1.00	0.30	2.17
VP1- 1015	1.00	0.32	2.37
VP1- 1015	1.00	0.30	2.17
VS1- 1016	1.00	0.26	1.52



	VS1- 1016	1.00	0.23	1.39
	VS1- 1015	1.00	0.28	1.68
	VS1- 1015	1.00	0.25	1.46
	VS1- 1014	1.00	0.28	1.68
	VS1- 1014	1.00	0.25	1.46
	VS1- 1013	1.00	0.26	1.90
	VS1- 1013	1.00	0.23	1.73
METRADO TOTAL			27.24	191.84

Cuadro N°74: Cuadro de metrado de vigas del primer nivel
Fuente: Propia

Segundo Nivel

PART. N°	ELEMENTO DESCRIPCIÓN	CANT.	TOTAL m².	TOTAL m².
	VS1-1008	1.00	0.27	2.05
	VS1-1008	1.00	0.26	1.92
	VS1-1007	1.00	0.26	1.49
	VS1-1007	1.00	0.26	1.49
	VS1-1006	1.00	0.26	1.49
	VS1-1006	1.00	0.08	0.46
	VS1-1006	1.00	0.14	0.58
	VS1-1005	1.00	0.26	1.92
	VS2-1004	1.00	0.06	0.28
	VS2- 1004	1.00	0.26	1.79
	VP1-1000	1.00	0.31	2.26
	VP1-1000	1.00	0.33	2.42
	VP1-1000	1.00	0.31	2.26
	VP1-1001	1.00	0.31	1.64
	VP1-1001	1.00	0.16	1.11
	VP1-1001	1.00	0.19	1.26
	VP1-1001	1.00	0.15	0.99
	VP1-1002	1.00	0.10	0.87
	VP1-1002	1.00	0.17	1.52
	VP1-1003	1.00	0.32	2.34
	VP1-1003	1.00	0.31	2.26
	VP1- 1002	1.00	0.28	2.31
	VP1- 1002	1.00	0.28	2.31
	VP1- 1002	1.00	0.29	2.38
	VS2- 1000	1.00	0.24	2.00
	VS2- 1000	1.00	0.26	2.19
	VS2- 1004	1.00	0.26	1.79
	VP1- 1006	1.00	0.38	3.14
	VP1- 1006	1.00	0.37	3.05
	VP1- 1006	1.00	0.37	3.05
	VP1- 1006	1.00	0.38	3.14
	VS1- 1009	1.00	0.15	1.95



	VS1- 1009	1.00	0.16	2.02
	VS1- 1009	1.00	0.16	2.02
	VS1- 1010	1.00	0.12	0.93
	VS1- 1010	1.00	0.03	0.23
	VS1- 1010	1.00	0.26	1.74
	VS1- 1010	1.00	0.27	1.80
	VS1- 1010	1.00	0.27	1.80
	VS1- 1010	1.00	0.04	0.26
	VS1- 1004	1.00	0.24	1.63
	VP1- 1010	1.00	0.12	0.90
	VP1- 1010	1.00	0.28	1.90
	VS1- 1003	1.00	0.28	1.90
	VS1- 1003	1.00	0.24	1.63
	VP1- 1009	1.00	0.12	0.90
	VP1- 1009	1.00	0.28	1.90
	VP2- 1008	1.00	0.12	0.90
	VP2- 1008	1.00	0.28	1.90
	VS1- 1011	1.00	0.03	0.23
	VS1- 1011	1.00	0.26	1.74
	VS1- 1011	1.00	0.26	2.22
	VS1- 1012	1.00	0.15	1.95
	VP1- 1011	1.00	0.21	1.54
	VP1- 1011	1.00	0.30	2.17
	VP1- 1011	1.00	0.32	2.37
	VP1- 1011	1.00	0.30	2.17
	VP1- 1012	1.00	0.19	1.13
	VP1- 1012	1.00	0.30	1.78
	VP1- 1012	1.00	0.32	1.94
	VP1- 1012	1.00	0.30	1.78
	VP1- 1013	1.00	0.19	1.11
	VP1- 1010	1.00	0.12	0.88
	VP1- 1009	1.00	0.12	1.07
	VS1- 1016	1.00	0.23	1.39
	VS1- 1016	1.00	0.26	1.52
	VS1- 1015	1.00	0.25	1.47
	VS1- 1015	1.00	0.28	1.68
	VS1- 1014	1.00	0.25	1.47
	VS1- 1014	1.00	0.28	1.68
	VS1- 1013	1.00	0.23	1.39
	VS1- 1013	1.00	0.26	1.52
	VP1- 1013	1.00	0.30	1.78
	VP1- 1013	1.00	0.32	1.94
	VP1- 1013	1.00	0.30	1.69
	VP1- 1014	1.00	0.19	1.13
	VP1- 1014	1.00	0.30	1.78
	VP1- 1014	1.00	0.32	1.94
	VP1- 1014	1.00	0.30	1.78
	VP1- 1015	1.00	0.19	1.38
	VP1- 1015	1.00	0.30	2.17



	VP1- 1015	1.00	0.32	2.37
	VP1- 1015	1.00	0.30	2.17
	VS1- 1016	1.00	0.26	1.52
	VS1- 1016	1.00	0.23	1.39
	VS1- 1015	1.00	0.28	1.68
	VS1- 1015	1.00	0.25	1.46
	VS1- 1014	1.00	0.28	1.68
	VS1- 1014	1.00	0.25	1.46
	VS1- 1013	1.00	0.26	1.90
	VS1- 1013	1.00	0.23	1.73
METRADO TOTAL			21.88	153.22

Cuadro N°75A: Cuadro de metrado de vigas del segundo nivel
 Fuente: Propia

c. Losa Aligerada

Primer Nivel

PART. N°	ELEMENTO DESCRIPCION	CANT.	TOTAL m².	TOTAL m².
	Área 1	1.00	1.86	20.70
	Área 2	1.00	1.93	21.39
	Área 3	1.00	1.86	20.70
	Área 4	1.00	1.93	21.39
	Área 5	1.00	1.86	20.70
	Área 6	1.00	1.71	18.99
	Área 7	1.00	1.75	19.40
	Área 8	1.00	0.78	8.70
	Área 9	1.00	1.76	19.57
	Área 10	1.00	1.80	20.00
	Área 11	1.00	1.76	19.58
	Área 12	1.00	1.80	20.00
	Área 13	1.00	1.77	19.67
	Área 14	1.00	1.71	18.97
	Área 15	1.00	1.75	19.41
	Área 16	1.00	1.72	19.06
	Área 17	1.00	0.74	8.23
	Área 18	1.00	1.72	19.11
	Área 19	1.00	1.77	19.66
	Área 20	1.00	0.30	3.32
	Área 21	1.00	1.62	18.00
	Área 22	1.00	0.66	7.28
	Área 23	1.00	0.79	8.75
	Área 24	1.00	1.64	18.26
	Área 25	1.00	0.68	7.54
	Área 26	1.00	0.79	8.76
	Área 27	1.00	0.85	9.47
	Área 28	1.00	0.68	7.57
	Área 29	1.00	1.35	15.00
	Área 30	1.00	0.29	3.26



	Área 31	1.00	0.07	0.76
	Área 32	1.00	0.66	7.29
	Área 33	1.00	0.93	10.36
	Área 34	1.00	1.66	18.43
	Área 35	1.00	1.71	19.00
	Área 36	1.00	1.66	18.43
	Área 37	1.00	0.95	10.51
	Área 38	1.00	1.72	19.11
	Área 39	1.00	1.78	19.74
	Área 40	1.00	1.72	19.11
	Área 41	1.00	0.95	10.51
	Área 42	1.00	0.91	10.13
	Área 43	1.00	1.72	19.10
	Área 44	1.00	1.66	18.42
	Área 45	1.00	1.71	19.00
	Área 46	1.00	1.78	19.74
	Área 47	1.00	1.72	19.11
	Área 48	1.00	1.66	18.43
	METRADO TOTAL		66.57	739.62

Cuadro N°75B: Cuadro de metrado de losa aligerada del primer nivel
 Fuente: Propia

Segundo Nivel

PART. N°	ELEMENTO DESCRIPCIÓN	CANT.	TOTAL m².	TOTAL m².
	Área 1	1.00	1.86	20.70
	Área 2	1.00	1.86	20.70
	Área 3	1.00	1.93	21.39
	Área 4	1.00	1.93	21.39
	Área 5	1.00	1.86	20.70
	Área 6	1.00	0.00	
	Área 7	1.00	0.00	
	Área 8	1.00	0.00	
	Área 9	1.00	0.00	
	Área 10	1.00	0.00	
	Área 11	1.00	0.00	
	Área 12	1.00	0.00	
	Área 13	1.00	0.00	
	Área 14	1.00	2.73	30.30
	Área 15	1.00	0.66	7.35
	Área 16	1.00	0.68	7.54
	Área 17	1.00	0.77	8.60
	Área 18	1.00	1.94	21.54
	Área 19	1.00	1.70	18.90
	Área 20	1.00	1.66	18.45
	Área 21	1.00	0.80	8.86
	Área 22	1.00	0.66	7.34



	Área 23	1.00	0.05	0.51
	Área 24	1.00	0.93	10.33
	Área 25	1.00	1.70	18.84
	Área 26	1.00	1.22	13.50
	Área 27	1.00	1.67	18.54
	Área 28	1.00	1.73	19.23
	Área 29	1.00	1.27	14.12
	Área 30	1.00	1.75	19.39
	Área 31	1.00	0.95	10.51
	Área 32	1.00	0.96	10.68
	Área 33	1.00	1.78	19.75
	Área 34	1.00	1.30	14.40
	Área 35	1.00	1.76	19.51
	Área 36	1.00	1.67	18.55
	Área 37	1.00	1.22	13.53
	Área 38	1.00	1.66	18.49
	Área 39	1.00	0.93	10.28
METRADO TOTAL		43.55	483.92	

Cuadro N°76: Cuadro de metrado de losa aligerada del segundo nivel
Fuente: Propia

3.3.1.1.2. Sectores

Tomando en cuenta los metrados de los elementos estructurales realizados, se procedió a la sectorización de la estructura teniendo como base que los metrados de cada sector sean relativamente iguales para así maximizar el uso de los recursos en el proceso de construcción y a la vez reducir tiempo en la ejecución.

A continuación los cuadros de sectorización realizados.

a. Columnas



Primer Nivel

SECTOR	ELEM	ENCOF.	CONC.	M2	M3
1	C-10	55.08	5.52	155.22	16.57
	C-13	36.72	4.14		
	C-11	24.48	2.76		
	C-12	9.18	0.92		
	C-2	16.32	1.99		
	C-9	13.44	1.24		
2	C-2	84.80	10.35	142.88	17.66
	C-10	9.54	0.95		
	C-8	25.44	3.82		
	C-7	23.10	2.54		
3	C-2	67.84	8.28	133.78	14.74
	C-7	34.65	3.81		
	C-5	16.65	1.23		
	C-6	14.64	1.42		
4	C-5	5.55	0.41	155.87	17.90
	C-6	14.64	1.42		
	C-1	29.68	3.50		
	C-2	84.80	10.35		
	C-3	21.20	2.22		
5	C-2	84.80	10.35	156.88	18.29
	C-1	29.68	3.50		
	C-3	42.40	4.44		

Cuadro N°77: Cuadro de Sectorización de columnas del primer nivel
 Fuente: Propia

Segundo Nivel

SECTOR	ELEM	ENCOF.	CONC.	M2	M3
1	C-10	49.92	4.92	144.96	15.31
	C-13	31.68	3.46		
	C-11	23.04	2.60		
	C-12	8.64	0.86		
	C-2	16.32	1.99		
	C-9	15.36	1.48		
2	C-13			99.90	11.36
	C-2	40.36	4.60		
	C-10	16.36	1.87		
	C-8	26.82	3.02		



	C-7	16.36	1.87		
3	C-2	64.44	7.48	110.79	11.96
	C-7	20.92	2.30		
	C-5	13.53	1.02		
	C-6	11.90	1.16		
4	C-5	4.51	0.34	134.69	15.02
	C-6	11.90	1.16		
	C-1	26.88	3.16		
	C-2	81.80	9.35		
	C-3	9.60	1.01		
5	C-2	81.80	9.35	137.48	15.54
	C-1	26.88	3.16		
	C-3	28.80	3.03		

Cuadro N°78: Cuadro de Sectorización de columnas del segundo nivel

Fuente: Propia

b. Vigas

Primer Nivel

SECTOR	ELEM	ENCOF.	CONC.	M2	M3
1	VS1-1008	3.97	0.53	34.12	4.79
	VS1-1007	2.98	0.52		
	VS1-1006	2.53	0.48		
	VS1-1005	1.92	0.26		
	VS1-1004	2.07	0.32		
	VP1-1000	6.94	0.95		
	VP1-1001	5.00	0.81		
	VP1- 1004	1.72	0.20		
	VP1-1003	4.60	0.63		
	VP1-1002	2.39	0.10		
	2	VP1- 1002	7.00		
VP1- 1004		11.46	1.58		
VP1- 1005		5.90	0.77		
VS1- 1000		4.19	0.50		
VS1- 1001		3.53	0.52		
VS1- 1002		3.52	0.51		
VS1- 1003		1.73	0.26		
3	VP1- 1005	6.53	0.96	47.33	6.12
	VP1- 1006	13.87	1.69		
	VS1- 1009	6.32	0.49		
	VS1- 1010	6.76	0.99		



	VS1- 1004	3.42	0.50		
	VP1- 1010	0.90	0.12		
	VS1- 1003	3.53	0.52		
	VP1- 1009	0.90	0.12		
	VS1- 1002	1.67	0.25		
	VP1- 1008	0.90	0.12		
	VS1- 1001	1.63	0.24		
	VP1- 1007	0.90	0.12		
4	VS1- 1011	4.19	0.55	41.90	6.25
	VS1- 1012	1.95	0.15		
	VP1- 1011	8.25	1.13		
	VP1- 1012	6.63	1.11		
	VP1- 1013	1.11	0.19		
	VP1- 1010	2.78	0.40		
	VP1- 1009	2.97	0.40		
	VP1- 1008	1.90	0.28		
	VS1- 1016	2.91	0.49		
	VS1- 1015	3.15	0.53		
	VS1- 1014	3.15	0.53		
	VS1- 1013	2.91	0.49		
	5	VP1- 1013	5.41		
VP1- 1014		6.63	1.11		
VP1- 1015		8.09	1.11		
VS1- 1016		2.91	0.49		
VS1- 1015		3.14	0.53		
VS1- 1014		3.14	0.53		
	VS1- 1013	3.63	0.49		

Cuadro N°79: Cuadro de Sectorización de vigas del primer nivel
 Fuente: Propia

Segundo Nivel

SECTOR	ELEM	ENCOF.	CONC.	M2	M3
1	VS1-1008	3.97	0.53	32.40	4.59
	VS1-1007	2.98	0.52		
	VS1-1006	2.53	0.48		
	VS1-1005	1.92	0.26		
	VS1-1004	2.07	0.32		
	VP1-1000	6.94	0.95		
	VP1-1001	5.00	0.81		
	VP1- 1003	4.60	0.63		
	VP1-1002	2.39	0.10		
2	VP1- 1002	7.00	0.85	12.98	1.61
	VS1- 1000	4.19	0.50		



	VS1- 1004	1.79	0.26		
3	VP1- 1006	12.38	1.50	36.79	4.92
	VS1- 1009	5.99	0.47		
	VS1- 1010	6.76	0.99		
	VS1- 1004	1.63	0.24		
	VP1- 1010	2.80	0.40		
	VS1- 1003	1.63	0.52		
	VP1- 1009	2.80	0.40		
	VP1- 1008	2.80	0.40		
	4	VS1- 1011	4.19		
VS1- 1012		1.95	0.15		
VP1- 1011		8.25	1.13		
VP1- 1012		6.63	1.11		
VP1- 1013		1.11	0.19		
VP1- 1010		0.88	0.12		
VP1- 1009		1.07	0.12		
VS1- 1016		2.91	0.49		
VS1- 1015		3.15	0.53		
VS1- 1014		3.15	0.53		
VS1- 1013		2.91	0.49		
5		VP1- 1013	5.41	0.92	32.95
	VP1- 1014	6.63	1.11		
	VP1- 1015	8.09	1.11		
	VS1- 1016	2.91	0.49		
	VS1- 1015	3.14	0.53		
	VS1- 1014	3.14	0.53		
	VS1- 1013	3.63	0.49		

Cuadro N°80: Cuadro de Sectorización de vigas del segundo nivel
Fuente: Propia

c. Losa Aligerada

Primer Nivel

SECTOR	ELEM	ENCOF.	CONC.	M2	M3
1	Área 1	20.70	1.86	151.97	13.68
	Área 2	21.39	1.93		
	Área 3	20.70	1.86		
	Área 4	21.39	1.93		
	Área 5	20.70	1.86		
	Área 6	18.99	1.71		
	Área 7	19.40	1.75		
	Área 8	8.70	0.78		
2	Área 9	19.57	1.76	156.26	14.06



	Área 10	20.00	1.80		
	Área 11	19.58	1.76		
	Área 12	20.00	1.80		
	Área 13	19.67	1.77		
	Área 14	18.97	1.71		
	Área 15	19.41	1.75		
	Área 16	19.06	1.72		
3	Área 17	8.23	0.74	154.97	13.95
	Área 18	19.11	1.72		
	Área 19	19.66	1.77		
	Área 20	3.32	0.30		
	Área 21	18.00	1.62		
	Área 22	7.28	0.66		
	Área 23	8.75	0.79		
	Área 24	18.26	1.64		
	Área 25	7.54	0.68		
	Área 26	8.76	0.79		
	Área 27	9.47	0.85		
	Área 28	7.57	0.68		
	Área 29	15.00	1.35		
	Área 30	3.26	0.29		
Área 31	0.76	0.07			
4	Área 32	7.29	0.66	141.98	12.78
	Área 33	10.36	0.93		
	Área 34	18.43	1.66		
	Área 35	19.00	1.71		
	Área 36	18.43	1.66		
	Área 37	10.51	0.95		
	Área 38	19.11	1.72		
	Área 39	19.74	1.78		
	Área 40	19.11	1.72		
5	Área 41	10.51	0.95	134.44	12.10
	Área 42	10.13	0.91		
	Área 43	19.10	1.72		
	Área 44	18.42	1.66		
	Área 45	19.00	1.71		
	Área 46	19.74	1.78		
	Área 47	19.11	1.72		
	Área 48	18.43	1.66		

Cuadro N°81: Cuadro de Sectorización de losa aligerada del primer nivel

Fuente: Propia



Segundo Nivel

SECTOR	ELEM	ENCOF.	CONC.	M2	M3
1	Área 1	20.70	1.86	104.88	9.44
	Área 2	20.70	1.86		
	Área 3	21.39	1.93		
	Área 4	21.39	1.93		
	Área 5	20.70	1.86		
2	Área 6	0.00	0.00	0.00	0.00
	Área 7	0.00	0.00		
	Área 8	0.00	0.00		
	Área 9	0.00	0.00		
	Área 10	0.00	0.00		
3	Área 11	30.30	2.73	129.39	11.65
	Área 12	7.35	0.66		
	Área 13	7.54	0.68		
	Área 14	8.60	0.77		
	Área 15	21.54	1.94		
	Área 16	18.90	1.70		
	Área 17	18.45	1.66		
	Área 18	8.86	0.80		
	Área 19	7.34	0.66		
	Área 20	0.51	0.05		
4	Área 21	10.33	0.93	124.46	11.20
	Área 22	18.84	1.70		
	Área 23	13.50	1.22		
	Área 24	18.54	1.67		
	Área 25	19.23	1.73		
	Área 26	14.12	1.27		
	Área 27	19.39	1.75		
	Área 28	10.51	0.95		
5	Área 29	10.68	0.96	125.19	11.27
	Área 30	19.75	1.78		
	Área 31	14.40	1.30		
	Área 32	19.51	1.76		
	Área 33	18.55	1.67		
	Área 34	13.53	1.22		
	Área 35	18.49	1.66		
	Área 36	10.28	0.93		

Cuadro N°82: Cuadro de Sectorización de losa aligerada del segundo nivel

Fuente: Propia



Graficas de la Sectorización

a. Columnas

Primer Nivel

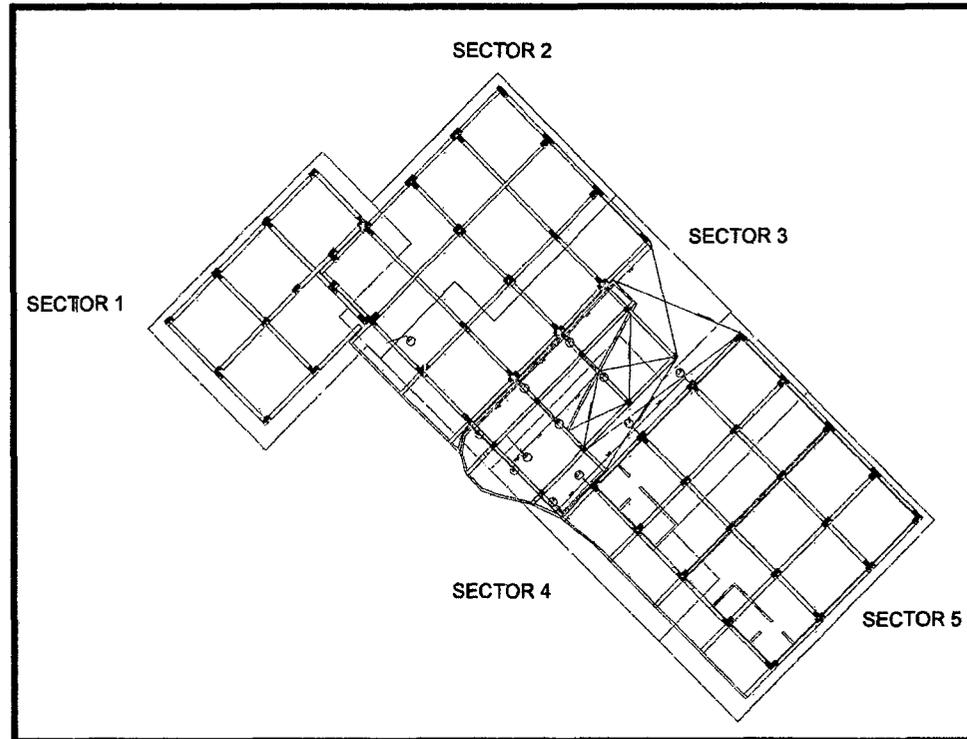


Gráfico N° 9: Sectorización columnas (primer nivel)
Fuente Propia



Segundo Nivel

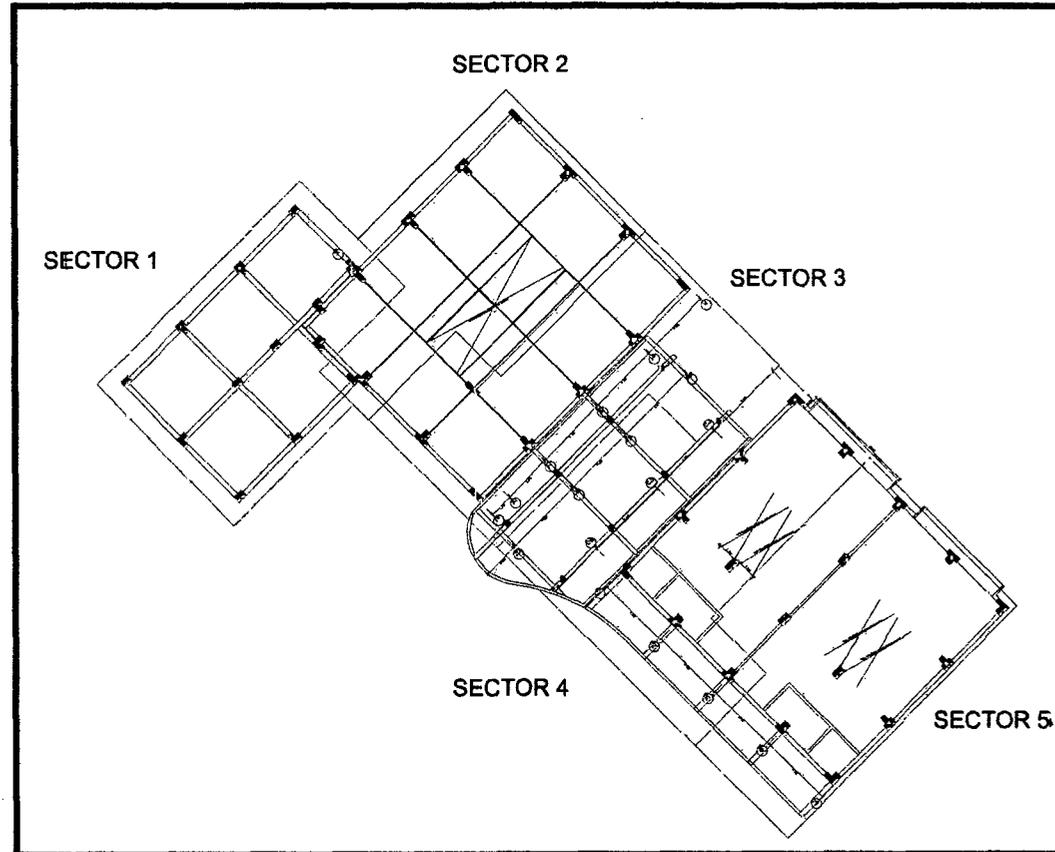


Gráfico N° 10: Sectorización columnas (segundo nivel)
Fuente: Propia



b. Vigas

Primer Nivel

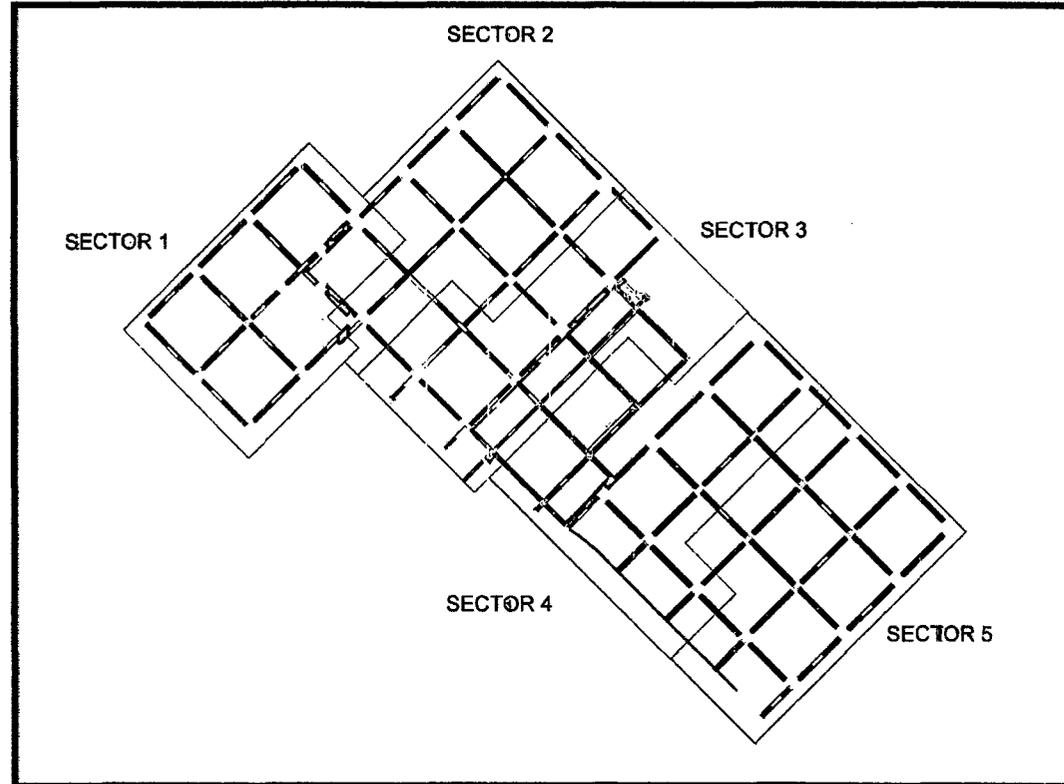


Gráfico N° 11: Sectorización vigas (primer nivel)
Fuente: Propia



Segundo Nivel

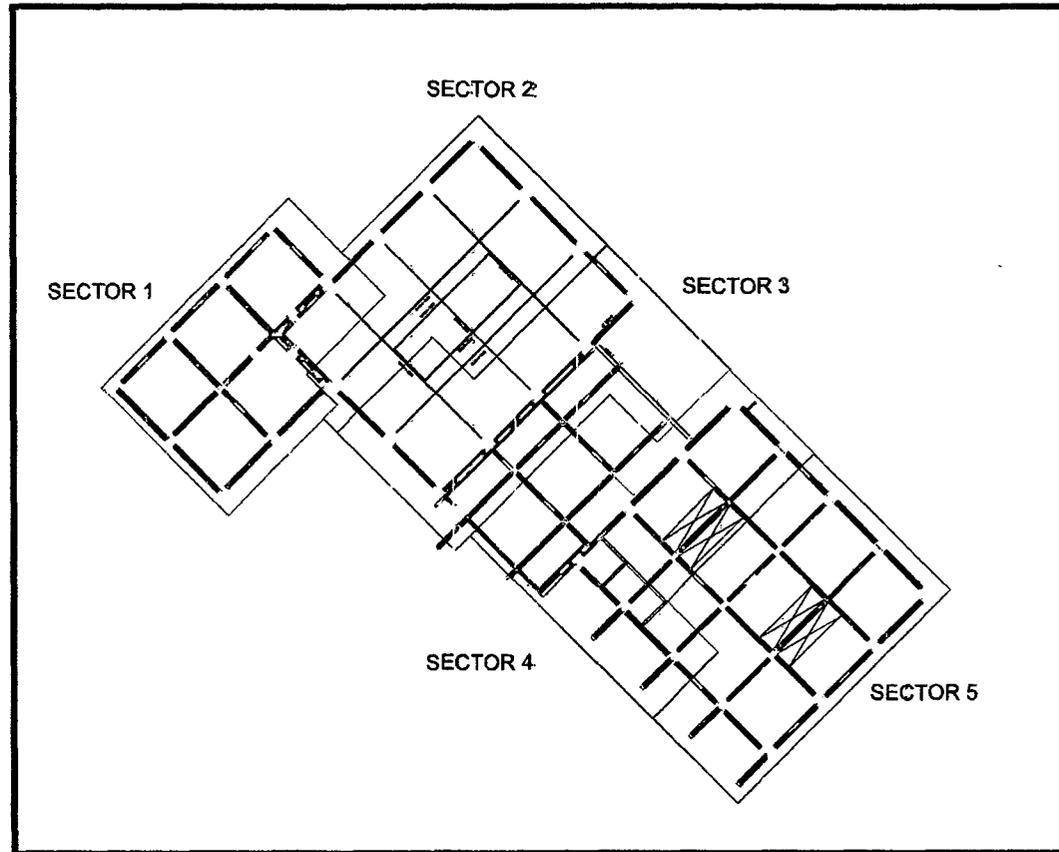


Gráfico N° 12: Sectorización vigas (segundo nivel)
Fuente Propia



c. Losa Aligerada

Primer Nivel

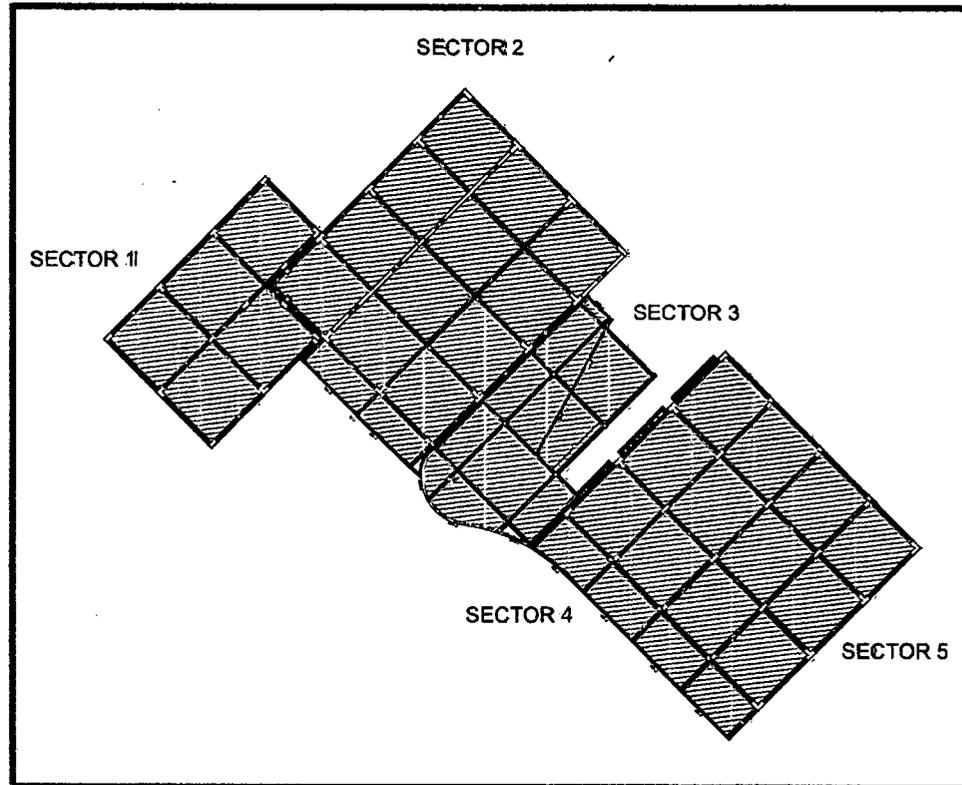


Gráfico N° 13: Sectorización de losa aligerada (primer nivel)
Fuente Propia



Segundo Nivel

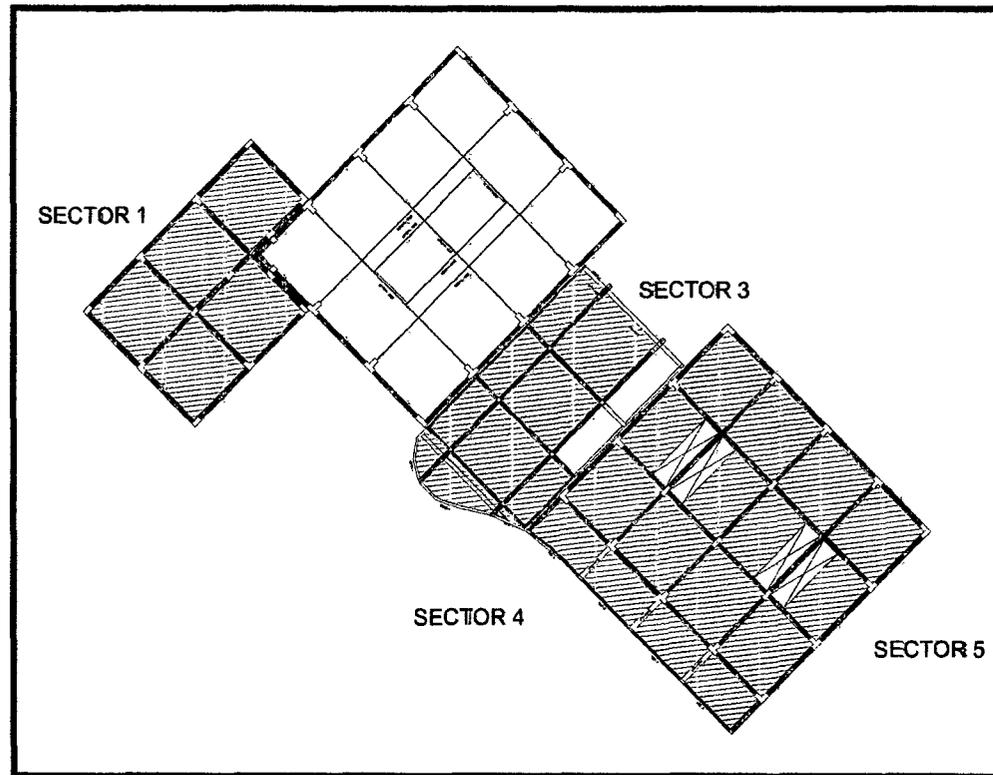


Gráfico N° 14: Sectorización de losa aligerada (segundo nivel)
Fuente Propia



3.3.1.1.3. Análisis de cada Sector

Realizado la sectorización del área de Talleres del Auditorio del primer y segundo nivel, se realizó el análisis para el tren de actividades, teniendo en cuenta los recursos asignados.

PRIMER NIVEL				
Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector	
	Encofrado	Vaciado	Encofrado	Vaciado
Columnas	745	85	149	17
Vigas	192	27	38	5
Losas	740	67	148	13
Sectores	5	5		

Metrados x Sector x Elemento						
Encofrado	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Columnas	155	143	134	156	157	745
Vigas	34	37	47	42	33	194
Losas	152	156	155	142	134	740

Vaciado	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Columnas	17	18	15	18	18	85
Vigas	5	5	6	6	5	27
Losas	14	14	14	13	12	67

Rendimientos x Elemento		
Elementos	Encofrado	Vaciado
Columnas	20	15
Vigas	15	20
Losas	15	20



Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

Encofrado	
Columnas	Sector 1
Metrado	155
Rendimiento	20
Duración días	7.76
Cuadrilla	7
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
1	1		
7	7	0	14

Vaciado	
Columnas	Sector 1
Metrado	16.57
Rendimiento	15
Duración días	1.10
Cuadrilla	1
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
2	2	1	
2		1	3

Encofrado	
Vigas	Sector 1
Metrado	34
Rendimiento	15
Duración días	2.27
Cuadrilla	4
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
1	1		
4	4	0	7

Vaciado	
Vigas	Sector 1
Metrado	5
Rendimiento	20
Duración días	0.24
Cuadrilla	0
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
3		4	
1	0	1	1



Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día			
Encofrado			
Losas	Sector 1		
Metrado	152		
Rendimiento	15		
Duración días	10.13		
Cuadrilla	7		
Duración meta	1.00		
Vaciado			
Losas	Sector 1		
Metrado	14		
Rendimiento	20		
Duración días	0.68		
Cuadrilla	1		
Duración meta	1.00		

Op	Of	Pe	
1	1		
7	7	0	14

Op	Of	Pe	
3		4	
3	0	4	7

Cuadro N°83: Análisis para el tren de actividades y asignación de personal (primer nivel)
 Fuente: Propia



SEGUNDO NIVEL

Elementos estructurales	Metrados		Metrados x Sector	
	Encofrado	Vaciado	Encofrado	Vaciado
Columnas	628	69	126	14
Vigas	151	22	30	4
Losas	484	44	97	9
Sectores	5	5		

Metrados x Sector x Elemento

Encofrado	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Columnas	145	100	111	135	137	628
Vigas	34	37	47	42	33	194
Losas	105		129	124	125	484

Vaciado	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Columnas	15	11	12	15	16	69
Vigas	5	5	6	6	5	27
Losas	9	0	12	11	11	44

Rendimientos x Elemento

Elementos	Encofrado	Vaciado
Columnas	20	15
Vigas	15	20
Losas	15	20

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

Encofrado	
Columnas	Sector 1
Metrado	145
Rendimiento	20
Duración días	7.25
Cuadrilla	7
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
1	1		
7	7	0	14



Vaciado	
Columnas	Sector 1
Metrado	15.31
Rendimiento	15
Duración días	1.02
Cuadrilla	1
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
2	2	1	
2		1	3

Encofrado	
Vigas	Sector 1
Metrado	34
Rendimiento	15
Duración días	2.27
Cuadrilla	4
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
1	1		
4	4	0	7

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

Vaciado	
Vigas	Sector 1
Metrado	5
Rendimiento	20
Duración días	0.24
Cuadrilla	0
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
3		4	
1	0	1	1

Encofrado	
Losas	Sector 1
Metrado	105
Rendimiento	15
Duración días	6.99
Cuadrilla	7
Duración meta	1.00

Op	Of	Pe	
1	1		
7	7	0	14

Vaciado	
Losas	Sector 1
Metrado	9
Rendimiento	20

Op	Of	Pe	
----	----	----	--



Duración días	0.47	3		4	
Cuadrilla	0	1	0	2	3
Duración meta	1.00				

Cuadro N°84: Análisis para el tren de actividades y asignación de personal (segundo nivel)
 Fuente: Propia

3.3.1.2. Tren de Actividades

Basados en los cálculos realizados anteriormente tenemos como resultados trenes de trabajo de 1 día para cada sector, teniendo en cuenta el número de cuadrillas a tomar para la ejecución.

PRIMER NIVEL

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Encofrado de columnas	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5							
Vaciado de columnas		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5						
Encofrado de vigas			P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5					
Vaciado de vigas				P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5				
Encofrado de losas					P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5			
IISS + Ladrillo + IIEE						P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5		
Vaciado de losas							P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	

Sector 1	P1S1
Sector 2	P1S2
Sector 3	P1S3
Sector 4	P1S4
Sector 5	P1S5

Cuadro N°85: Tren de Actividades (primer nivel)
 Fuente: Propia



SEGUNDO NIVEL

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Encofrado de columnas	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5							
Vaciado de columnas		P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5						
Encofrado de vigas			P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5					
Vaciado de vigas				P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5				
Encofrado de losas					P2S1		P2S3	P2S4	P2S5			
IISS + Ladrillo + IIEE						P2S1		P2S3	P2S4	P2S5		
Vaciado de losas							P2S1		P2S3	P2S4	P2S5	

Sector 1	P2S1
Sector 2	P2S2
Sector 3	P2S3
Sector 4	P2S4
Sector 5	P2S5

Cuadro N°86: Tren de Actividades (segundo nivel)
 Fuente: Propia

3.3.2. Herramientas de Programación:

3.3.2.1. Programación Maestra

De esta manera balanceando recursos la obra es programada para 5 semanas (1 meses, 1 semana) en días calendario.

La fecha de inicio se tomó según cronograma de licitación.

- Ver cuadro 87



3.3.2.2. Cuadro de Asignación de Personal (CAP)

La asignación de personal, se realizó en base a los cálculos obtenidos en los cuadros de sectorización, calculado para 1 día de trabajo por elemento de trabajo.

El cálculo del personal a necesitar da como resultado tener un máximo de 45 personas para ejecutar la zona de talleres.

- Ver cuadro N°88
- Ver Gráfico N° 15

3.3.2.3. Lookahead

Una vez realizada la programación maestra, realizamos la programación de las 4 primeras semanas de iniciado el proyecto, con las actividades que se realizaran en ese lapso de tiempo.

- Ver cuadro N° 89

3.3.2.4. Análisis de Restricciones

Realizado el Lookahead con las actividades que están programadas en dicho tiempo procedemos a analizar la disponibilidad de los recursos, para las actividades a realizarse, las cuales tendrán un seguimiento estricto para q puedan ser levantadas antes de comenzar las actividades.

- Ver cuadro N° 90



3.3.2.5. Programación semanal / PPC / Análisis de No cumplimiento

Detallaremos las actividades a realizarse en una semana así como el metrado real realizado al momento de ejecutarse el proyecto, así se lograra tener el PPC y el análisis de No cumplimiento en una semana.

- Ver cuadro N° 91

3.3.2.6. Análisis de resultados de la planificación de la semana anterior (PPC y causas de No cumplimiento)

De las actividades señaladas a ejecutarse en la semana se realizó un análisis del porcentaje de plan cumplido para ver si las actividades realizadas fueron productivas, para esto nos apoyamos de hojas de cálculo.

El resultado obtenido

- Ver cuadro N° 92



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES (03)
OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

PPC y ANC (Análisis de Resultados)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES
(03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



4.1. CONCLUSIONES

- Implementar un sistema de este tipo, favorece a tener una visión más amplia de lo que es un proyecto como conjunto y de los requerimientos necesarios para que sea exitoso. Y una parte de lograr este éxito se consigue mediante una adecuada planificación siendo esta confiable y tomando en cuenta como punto importante la retroalimentación continua, la cual se puede lograr mediante el uso del Last Planner System®.
- Al realizar la sectorización de cada proyecto logramos tener frentes de trabajo de igual magnitud, lo que nos garantizará que el tiempo de ejecución de cada uno de ellos se reduzca el tiempo de ejecución asignada en el cronograma de licitación de cada proyecto, así mismo maximizar el uso de los recursos necesarios para la ejecución de cada partida dentro del proyecto.
- Los flujos de producción de los proyectos están aseguradas de manera que las actividades serán desarrolladas en el lapso de tiempo establecido que se programó.
- Mediante el cuadro de análisis de restricciones se logrará controlar la lista de las actividades a ejecutarse, a su vez así tener una mayor control.
- Se logró medir el grado de la confiabilidad de los trabajos programados mediante el porcentaje de plan cumplido (PPC), los cuales nos permitirán tener el detalle en cuanto a la producción de la semana.



4.1. RECOMENDACIONES

- La aplicación el LPS deberá estar orientado a ver como un sistema que ayuda a cumplir con la meta económica impuesto por el proyecto, realizando una comparación del presupuesto meta versus los costos reales del proyecto, para esto la investigación podría basarse en la teoría de valor ganado y realizando las curvas S semanales o mensuales, dependiendo de la envergadura del proyecto.
- No sólo es el aprender los principios de la nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción denominada Lean Construction o el conocer la teoría y aplicar todos los elementos que conforman el Sistema Last Planner, sino también ver que al implementar un sistema de planificación se ha podido identificar otros aspectos tales como desafíos con el factor humano de la empresa, problemáticas organizacionales, necesidad de esquematizar y ordenar los procesos de acuerdo al tipo de proyecto a estudiar, tomar en cuenta los controles de calidad como parte de la planificación, etc.
- Para la sectorización debemos tener en cuenta el número de sectores, tales que, podamos controlar y no crear incertidumbre del manejo de los sectores.
- Para los trenes de trabajo debemos tener cuadrillas que realicen la misma actividad durante el transcurso de la obra, y así tener un mejoramiento en la curva de aprendizaje y mejorar la eficiencia de las cuadrillas.



- Para tener resultados eficientes en cuanto a la productividad es necesario la comunicación entre todas las partes involucradas en el proyecto, para lo cual debemos fomentar reuniones paulatinamente.
- Para que el proyecto en ejecución marche sin inconveniente alguno, es necesario tener en cuenta las fechas de levantamiento de las restricciones, para liberar a las actividades programadas y poderlas realizar.
- Una vez definida la sectorización, se debe proceder a compartir esa información con todo el personal involucrado en el proyecto. No solamente al personal de campo (maestros, capataces, ingenieros) sino también a los arquitectos, proyectistas, encargados de presupuestar, área de ventas, etc. El motivo es tratar siempre de tener una única sectorización en todo el proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES
(03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"

BIBLIOGRAFÍA



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VIRGILIO GHIO CASTILLO, "Productividad En Obras De Construcción". Editorial de la Pontifica Universidad Católica Del Perú. Primera Edición Perú 2001.
- ALARCON L. F. "Mejorando la productividad de los proyectos con planificaciones más confiables".
- VALERIANO, Luis. Propuesta de un sistema para mejorar la productividad en obras de edificación. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2004.
- WALTER RODRÍGUEZ CASTILLEJO, "Técnicas Modernas en el Planeamiento, Programación y Control de Obras". Perú:1999
- GEORGE MORRISEY. "Planeación Táctica: produciendo resultados a corto plazo". Prentice Hall Latinoamericana, S. A. 1996. México.
- KOSKELA, L.; ALSEHAIMI A.; TZORTZOPOULOS P. "Last Planner System: Experiences From Pilot Implementation In The Middle East". IGLC-17, Taipen – Taiwan, Julio 2009.
- BALLARD H. GLENN (2000). "The Last Planner System of Production Control". A PhD Thesis, School of Civil Engineering, University of Birmingham.

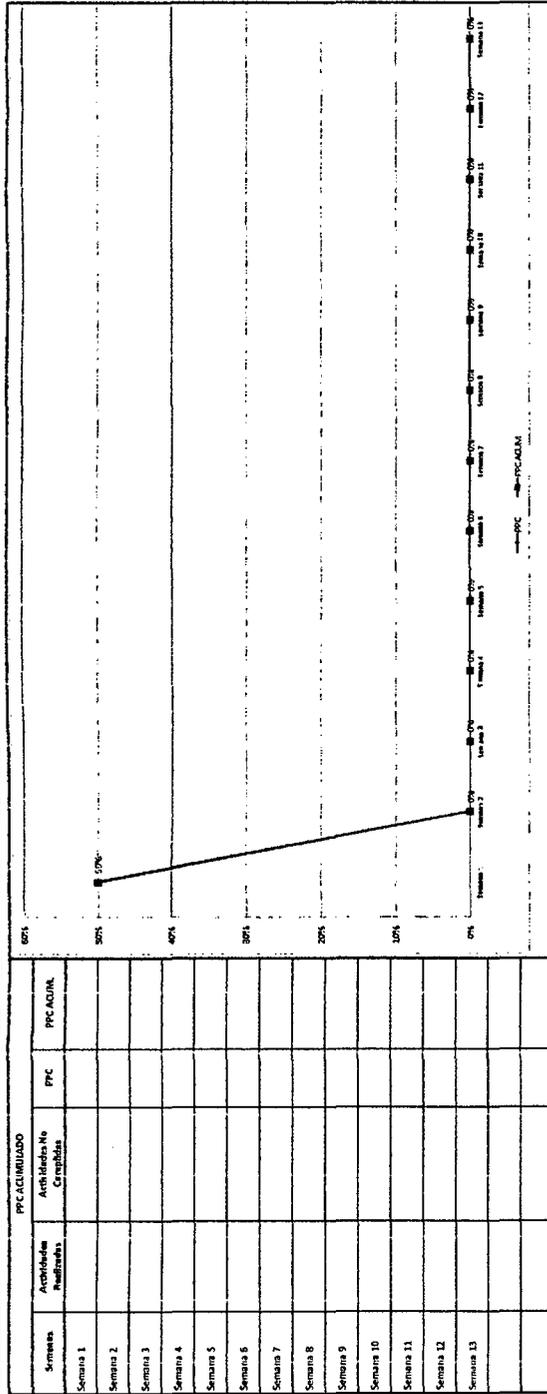


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

**"OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN TRES
(03) OBRAS TÍPICAS CON LA APLICACIÓN DE LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION"**

ANEXOS

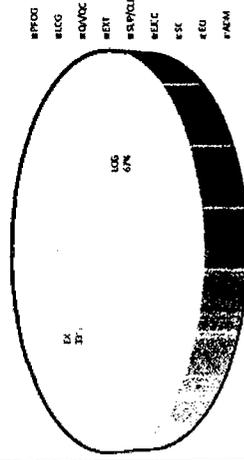
PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO SEMANAL



ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO ACUMULADO

SEMANAS	PROG	LOG	QA/QC	ERT	SUP/CI	EEC	SC	EQ	ADM
Semana 1									
Semana 2									
Semana 3									
Semana 4									
Semana 5									
Semana 6									
Semana 7									
Semana 8									
Semana 9									
Semana 10									
Semana 11									
Semana 12									
Semana 13									

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO ACUMULADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACIÓN

“CATÁLOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN – TIPRO”

Resolución N° 1562 – 2006 - ANR

REGISTRO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DEL TRABAJO: “OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD
EN TRES (03) OBRAS TÍPICAS CON LA
APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION”

ÁREA DE INVESTIGACIÓN: PROGRAMACIÓN DE OBRAS

AUTOR(ES):

- DNI: 45238341 VALDERRAMA RUIZ, ADDERLY NICOLÁS
- DNI: 45420209 MORACHIMO FIESTAS, KELLY IVONNE

TÍTULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE: TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL

AÑO DE APROBACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN: 2014

II. CONTENIDO DEL RESUMEN

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El control y seguimiento de los proyectos y ejecución de las obras, tales como: edificación, pavimentación y obras de saneamiento, en nuestro país debe contar con nuevas técnicas para su gestión, ya que solo así podremos minimizar costos y tiempo para el desarrollo de éstas evitando así pérdidas, se pueden ver por una mala gestión.

La filosofía Lean Construction que pretendemos plasmar y dar a conocer para la ejecución de los proyectos y seguimiento de las obras, tales como: edificación, pavimentación y obras de saneamiento, para una buena gestión en nuestra ciudad, y obtener resultados positivos en cuanto a la producción de estas, es un método factible que trae resultados eficientes, ya que hoy en día las grandes empresas en nuestro país la vienen desarrollando teniendo consigo buenos beneficios con la aplicación de esta filosofía.

Actualmente en nuestro país y específicamente nuestra ciudad de Chimbote se sigue usando el método tradicional para el seguimiento y control de las obras tales como edificación, pavimentación y obras de saneamiento; el método tradicional o como lo denominaremos modelos de conversión, ya que transformamos la materia prima en un producto terminado, este método no es muy eficiente ya que solo prevé el cumplimiento de las partidas sin importar el cómo se desarrollen; sin embargo la filosofía Lean Construction se centra en los flujos de pequeños lotes que intervienen para que se cumpla y

termine dicha partida, permitiendo así un mejor uso de los recursos, un mejoramiento continuo, reducción en los costos de construcción y reducción de la duración de la obra.

Como se viene mencionando, la filosofía Lean Construction a diferencia de las prácticas convencionales se enfoca en las pérdidas y en la reducción de las mismas que se pueden apreciar en las obras de edificación, pavimentación y obras de saneamiento. El punto de partida es acrecentar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo al nivel de la producción misma de las obras típicas que se vienen mencionando.

Este enfoque no coincide con la forma actual en la que se gestionan los proyectos, en la cual se confía del manejo en el ámbito del proyecto completo para coordinar el trabajo, contratar el mismo y para medir la performance de los sistemas de control, los sistemas de gestión tradicionales, al carecer de un sistema que permita predecir con cierta exactitud el flujo del trabajo, por lo general diseñan cuadrillas que deben adoptar un esquema de flexibilidad para mantenerse ocupadas. Por lo tanto los sistemas de gestión de producción actuales inyectan incertidumbre en el flujo de trabajo y por consiguiente pérdidas.

Por lo tanto se plantea la siguiente pregunta:

¿SE CONSEGUIRÁ CON LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION PARA LOS TRES (03) TIPOS DE PROYECTOS

*DE CONSTRUCCIÓN, UN MEJORAMIENTO EN LA EFICIENCIA DE
SU PRODUCTIVIDAD?*

- **OBJETIVOS**

OBJETIVO GENERAL:

- Realizar el análisis y gestión para la optimización de la productividad en los tres tipos de proyectos: edificación, pavimentación y obras de saneamiento con la aplicación de la filosofía Lean Construction.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Dar a conocer los lineamientos de la filosofía Lean Construction para la gestión en los proyectos de construcción, y obtener los datos para su aplicación.
- Orientar en la aplicación de la filosofía Lean Construction para las obras típicas, tales como: edificación, pavimentación y obras de saneamiento; siguiendo los parámetros desarrollados por esta filosofía.
- Proponer y brindar soluciones a las restricciones que impiden el buen desempeño de los procesos constructivos en cada tipo de obra.
- Registrar los desempeños reales de los procesos constructivos en cada proyecto que son considerados no

contributorios, para mejorar la productividad de los proyectos.

- **HIPÓTESIS:**

Con la aplicación de la filosofía Lean Construction para la gestión de los tres (03) tipos de proyectos: edificación, pavimentación y obras de saneamiento, se mejorará y logrará aumentar la productividad en los proyectos de construcción.

- **MARCO TEORICO:**

Lean Construction lo que se conoce como construcción sin pérdidas es una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la industria de la construcción. Como su nombre denota, esta es una teoría que se ha desarrollado sobre la base de los descubrimientos de la producción sin pérdidas.

En principio, y al igual que en el marco teórico de la producción sin pérdidas, lo que le diferencia a la construcción sin pérdidas de las prácticas convencionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas.

La orientación de la planificación utilizadas en la construcción sin pérdidas así como las técnicas de control empleadas reducen las pérdidas principalmente a través de mejorar la confiabilidad de los flujos. El punto de partida es acrecentar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo al nivel de la producción misma. Este enfoque no coincide con la forma actual en la que se gestionan

los proyectos, en la cual se confía en el manejo en el ámbito del proyecto completo para coordinar el trabajo, contratar el mismo, y para medir la performance de los sistemas de control.

Desafortunadamente, la aplicación de la flexibilidad en un punto de trabajo requiere de flexibilidad en toda la línea de producción. Por lo tanto, los sistemas de gestión de producción actuales inyectan incertidumbre en el flujo de trabajo y por consiguiente pérdidas.

- **CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES:**

- **CONCLUSIONES**

- Implementar un sistema de este tipo, favorece a tener una visión más amplia de lo que es un proyecto como conjunto y de los requerimientos necesarios para que sea exitoso. Y una parte de lograr este éxito se consigue mediante una adecuada planificación siendo esta confiable y tomando en cuenta como punto importante la retroalimentación continua, la cual se puede lograr mediante el uso del Last Planner System®.
- Al realizar la sectorización de cada proyecto logramos tener frentes de trabajo de igual magnitud, lo que nos garantizará que el tiempo de ejecución de cada uno de ellos se reduzca el tiempo de ejecución asignada en el cronograma de licitación de cada proyecto, así mismo maximizar el uso de

los recursos necesarios para la ejecución de cada partida dentro del proyecto.

- Los flujos de producción de los proyectos están aseguradas de manera que las actividades serán desarrolladas en el lapso de tiempo establecido que se programó.
- Mediante el cuadro de análisis de restricciones se logrará controlar la lista de las actividades a ejecutarse, a su vez así tener una mayor control.
- Se logró medir el grado de la confiabilidad de los trabajos programados mediante el porcentaje de plan cumplido (PPC), los cuales nos permitirán tener el detalle en cuanto a la producción de la semana.

RECOMENDACIONES

- La aplicación el LPS (Last Planner Sistem) deberá estar orientado a ver como un sistema que ayuda a cumplir con la meta económica impuesto por el proyecto, realizando una comparación del presupuesto meta versus los costos reales del proyecto, para esto la investigación podría basarse en la teoría de valor ganado y realizando las curvas S semanales o mensuales, dependiendo de la envergadura del proyecto.
- No sólo es el aprender los principios de la nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción denominada Lean Construction o el conocer la teoría y

aplicar todos los elementos que conforman el Sistema Last Planner, sino también ver que al implementar un sistema de planificación se ha podido identificar otros aspectos tales como desafíos con el factor humano de la empresa, problemáticas organizacionales, necesidad de esquematizar y ordenar los procesos de acuerdo al tipo de proyecto a estudiar, tomar en cuenta los controles de calidad como parte de la planificación, etc.

- Para la sectorización debemos tener en cuenta el número de sectores, tales que, podamos controlar y no crear incertidumbre del manejo de los sectores.
- Para los trenes de trabajo debemos tener cuadrillas que realicen la misma actividad durante el transcurso de la obra, y así tener un mejoramiento en la curva de aprendizaje y mejorar la eficiencia de las cuadrillas.
- Para tener resultados eficientes en cuanto a la productividad es necesario la comunicación entre todas las partes involucradas en el proyecto, para lo cual debemos fomentar reuniones paulatinamente.
- Para que el proyecto en ejecución marche sin inconveniente alguno, es necesario tener en cuenta las fechas de levantamiento de las restricciones, para liberar a las actividades programadas y poderlas realizar.

- Una vez definida la sectorización, se debe proceder a compartir esa información con todo el personal involucrado en el proyecto. No solamente al personal de campo (maestros, capataces, ingenieros) sino también a los arquitectos, proyectistas, encargados de presupuestar, área de ventas, etc. El motivo es tratar siempre de tener una única sectorización en todo el proyecto.

- **BIBLIOGRAFÍA:**

- VIRGILIO GHIO CASTILLO, "Productividad En Obras De Construcción". Editorial de la Pontifica Universidad Católica Del Perú. Primera Edición Perú 2001.
- ALARCON L. F. "Mejorando la productividad de los proyectos con planificaciones más confiables".
- VALERIANO, Luis. Propuesta de un sistema para mejorar la productividad en obras de edificación. Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2004.
- WALTER RODRÍGUEZ CASTILLEJO, "Técnicas Modernas en el Planeamiento, Programación y Control de Obras". Perú:1999
- GEORGE MORRISEY. "Planeación Táctica: produciendo resultados a corto plazo". Prentice Hall Latinoamericana, S. A. 1996. México.

- KOSKELA, L.; ALSEHAIMI A.; TZORTZOPOULOS P. "Last Planner System: Experiences From Pilot Implementation In The Middle East". IGLC-17, Taipen – Taiwan, Julio 2009.
- BALLARD H. GLENN (2000). "The Last Planner System of Production Control". A PhD Thesis, School of Civil Engineering, University of Birmingham.