



**Universidad
Continental**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

**Aplicación de la filosofía Lean Construction
en la construcción de departamentos
multifamiliares “La Toscana”; como
herramienta de mejora de la productividad**

Israel Alfonso Collachagua Fernandez

Huancayo, 2017

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Duber Soto Vásquez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por regalarme la vida y a mi familia, por ser quien me sustenta y me llena de bendiciones, y gracias a él pude culminar mis estudios y la presente tesis.

A mi asesor del presente trabajo de investigación al PhD (c), Mg. Duber Soto Vásquez, por su orientación que guio el desarrollo de la presente tesis en referencia.

Al Ing. Tito Alania Carhuas, quien fuera el residente de obra del proyecto en mención, por haberme facilitado información que sirvió para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, quienes en todo momento me muestran su apoyo y me alientan para seguir adelante.

ÍNDICE

PORTADA	i
ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS.....	x
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. VARIABLES.....	4
1.4.1. VARIABLES.....	4
1.4.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. CERDAS ESQUIVEL, CARLOS (2011)	6
2.1.2. MARTÍNEZ RIBÓN, GUILLERMO (2011)	7
2.1.3. RAMÍREZ HERREDA, CARLOS (2012)	8
2.1.4. ARBOLEDA LÓPEZ, SERGIO (2014).....	9
2.1.5. MORAN BERMÚDEZ, LEONCIO (2014)	12
2.2. BASES TEÓRICAS	13
2.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA FILOSOFÍA LEAN	13
2.2.2. MODELO TRADICIONAL.....	14
2.2.3. EL CAMBIO DE MODELO EN LATINOAMÉRICA.....	16
2.2.4. CONCEPTO DE MUDA O DESPERDICIO	17

2.2.5.	LOS PRINCIPIOS DE LEAN	20
2.2.6.	LA CONSTRUCCIÓN SEGÚN EL ENFOQUE LEAN	22
2.2.7.	¿ES LA CONSTRUCCIÓN UNA INDUSTRIA DIFERENTE?	24
2.2.8.	LEAN CONSTRUCTION	25
2.2.9.	IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION	30
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		42
3.1.	MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.1.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.3.	Nivel de Investigación.....	43
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.2.1.	TIPO DE DISEÑO UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN	43
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.3.1.	POBLACIÓN.....	44
3.3.2.	MUESTRA	44
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.4.1.	TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.2.	INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.3.	PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO	45
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....		47
4.1.	ALCANCE DEL PROYECTO	47
4.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	47
4.1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	49
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS APLICADAS.....	50
4.2.1.	SECTORIZACIÓN	51
4.2.2.	TREN DE ACTIVIDAD.....	52
4.2.3.	BUFFERS	53
4.2.4.	MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	55
4.2.5.	PLANIFICACIÓN MAESTRA	55
4.2.6.	PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD	56
4.2.7.	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	57
4.2.8.	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD.....	57
4.2.9.	CARTAS DE BALANCE	59
4.2.10.	INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN	59
4.3.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION.....	60
4.3.1.	SECTORIZACIÓN	60
4.3.2.	TREN DE ACTIVIDADES.....	66

4.3.3.	MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	70
4.3.4.	PLANIFICACIÓN MAESTRA	73
4.3.5.	PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD	75
4.3.6.	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	79
4.3.7.	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD.....	83
4.3.8.	CARTA BALANCE.....	89
4.3.9.	INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN	94
CAPÍTULO V RESULTADOS DE LA APLICACIÓN		98
5.1.	MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	98
5.2.	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD.....	102
5.3.	CARTA BALANCE.....	105
5.4.	INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN	113
CONCLUSIONES.....		122
RECOMENDACIONES		123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		124
ANEXOS.....		126

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la Variable Dependiente	5
Tabla 2: Operacionalización de la Variable Independiente.....	5
Tabla 3: Clasificación de los Desperdicios.....	18
Tabla 4: Herramientas Lean del LPDS	40
Tabla 5: Herramientas Aplicadas	51
Tabla 6: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector "A"	62
Tabla 7: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector "B"	62
Tabla 8: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector "C"	63
Tabla 9: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector "D"	63
Tabla 10: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector "E"	64
Tabla 11: Clasificación de las Partidas según el porcentaje de Trabajo Productivo	103
Tabla 12: Cuadro de Resumen – Encofrado de Verticales.....	117
Tabla 13: Cuadro de Resumen – Acero en Vigas.....	119
Tabla 14: Cuadro de Resumen – Concreto en Losa	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de Entrada-Transformación-Salida	16
Figura 2. Círculo de la improductividad.....	18
Figura 3: Modelo de Entrada-Transformación-Salida	25
Figura 4: Modelo de Producción Lean o TFV	26
Figura 5 Modelo de Flujo.....	27
Figura 6: Modelo de flujo con Flujos Eficientes.....	29
Figura 7: Modelo de flujo con Procesos Eficientes	30
Figura 8: Sistema de Planificación Lean	33
Figura 9: Sistema Tradicional de Planificación	35
Figura 10: Planificación Usual.....	36
Figura 11: Sistema de Planificación Lean	37
Figura 12: Sistema de Planificación Lean	37
Figura 13: Sistema de Planificación Lean	38
Figura 14: Organigrama de la Empresa.....	49
Figura 15: Elevación Frontal del Proyecto – Departamentos multifamiliares “La Toscana”	50
Figura 16 Comparación Lotes de Producción vs. Lotes de Tránsito	52
Figura 17: Ejemplo de tren de actividades en muro pantalla	53
Figura 18: Plano de sectorización - Planta Típica.....	65
Figura 19 Tren de Actividades	67
Figura 20 Tren de Actividad para 7 Días	69
Figura 21: Planificación Maestra- Proyecto Departamento Multifamiliar “LA TOSCANA”	74
Figura 22: Tipos de Restricciones.....	76
Figura 23: Planificación Lookahead – Semana 09 a la Semana 12	77
Figura 24: Análisis de Restricciones para la Planificación Lookahead.....	78
Figura 25: Plan Semanal – Semana # 11	80
Figura 26: Programación Detallada	82
Figura 27: Datos para la medición del Nivel General de Actividad.....	85
Figura 28: Formato del Nivel General de Actividad	86
Figura 29: Datos para la medición con la Carta Balance.....	90
Figura 30: Formato de Carta Balance	91
Figura 31: Curva de Productividad.....	95
Figura 32: Formato para registrar el Avance Diario	96
Figura 33 Informe Semanal de Producción.....	97
Figura 34: Datos para la medición del Nivel General de Actividad.....	102
Figura 35: Datos para la medición con la Carta Balance.....	106
Figura 36: Datos para la medición con la Carta Balance.....	110
Figura 37: Formato para registrar el Avance Diario	115
Figura 38: Informe Semanal de Producción.....	116

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análisis de Productividad en cuanto a TP, TC, TNC.....	11
Gráfico 2: <i>Análisis General de Productividad</i>	12
Gráfico 3: Enfoque tradicional vs. Enfoque Lean.....	23
Gráfico 4: Resultados de la medición del Nivel General de Actividad	103
Gráfico 5: Resultados del Nivel General en Obras de Lima	104
Gráfico 6: Resultados de la evaluación a la partida de Colocación de Acero en Verticales	106
Gráfico 7: Incidencia de cada sub-tarea en la partida Colocación de Acero en Verticales	107
Gráfico 8: Ocupación del tiempo de cada trabajador en el ejercicio de sus labores	108
Gráfico 9: Resultados de la evaluación a la partida de Encofrado de Losa Aligerada	110
Gráfico 10: Incidencia de cada sub-tarea en la partida Encofrado de Losa Aligerada	111
Gráfico 11: Ocupación del tiempo de cada trabajador en el ejercicio de sus labores	112
Gráfico 12: Curva de Productividad – Encofrado de Verticales	118
Gráfico 13: Curva de Productividad – Acero en Vigas.....	119
Gráfico 14: Curva de Productividad – Concreto en Losa.....	121

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Capacitación del personal obrero sobre Procesos Constructivos	70
Fotografía 2: Limpiar la zona de trabajo	99
Fotografía 3: Trasladar los materiales al lugar de trabajo	99
Fotografía 4: Habilitar la madera	100
Fotografía 5: Asegurar perímetro de trabajo	100
Fotografía 6: Estabilizar las soleras	100
Fotografía 7: Entablar el área que se está encofrando	101
Fotografía 8: Rellenar los puntales	101
Fotografía 9: Nivelar el encofrado	101
Fotografía 10: Asegurar los puntales	102

RESUMEN

Lean Construction, o “Construcción sin pérdidas”, es una nueva perspectiva de ver la gestión de proyectos de construcción. Está direccionada a implementar nuevos sistemas de producción que permitan controlar y reducir los flujos de materiales para mejorar los tiempos de entrega. Esto se verá reflejado en una mejora de la calidad, seguridad, índices de productividad, satisfacción del cliente y reducción de plazos de entrega. En consecuencia, lo que desea conseguir es ofrecer un mejor valor para el cliente y eliminar todas las actividades que no añaden valor.

Esta investigación abordará la aplicación de las herramientas que están enmarcadas dentro de las fases de Construcción Lean y Control de la producción, las cuales forman parte de las cinco fases que nos presenta Lean Project Delivery System (LPDS), o Sistema de Entrega de Proyectos Lean. Posteriormente se presentarán los resultados de la implementación de la filosofía Lean Construction como método de planificación, ejecución y control en los proyectos. Con lo que se dará un antecedente a los profesionales y empresas que quieran implementar estas herramientas en sus proyectos.

ABSTRACT

Lean Construction, or "lean construction" is a new prospect of managing construction projects. And that is directed to implement new systems to optimize production, reduce the flows of materials to improve delivery times. This will be reflected in improved quality, safety, productivity rates, customer satisfaction and reduced delivery times. Consequently what you want to achieve is to provide better customer value and eliminate all non-value adding activities.

This research addressed the application of the tools that are framed within the stages of construction Lean Control and productivity, which are part of the five stages that presents Lean Project Delivery System (LPDS) or Delivery System Lean Projects. Subsequently the results of the implementation of this new system of planning and control in the projects presented. With what will be an antecedent to professionals and companies who want to implement these tools in their projects.

INTRODUCCIÓN

La construcción de una infraestructura representa una inversión importante, por ello la propuesta económica para llegar a ejecutarla debe ser rentable para el cliente. En los últimos años se ha comprobado que el cliente juega un papel importante dentro del ciclo de vida del proyecto, ya que está siendo más exigente, demandan mayor calidad por un menor costo; en consecuencia, desean llegar a obtener un mayor valor por la inversión que realizan. Para lograr estos objetivos es necesaria la implementación de un nuevo modelo productivo, factores como la calidad, seguridad, índices de productividad, satisfacción del cliente y reducción de plazos de entrega, marcan la diferencia en la forma de desarrollar un proyecto.

Las herramientas que nos ayudaran a conseguir estos objetivos están agrupadas bajo la filosofía Lean Construction. Sus herramientas son muy útiles en proyectos de obras civiles, los cuales se caracterizan por ser complejos e inciertos y que demandan alta velocidad. Lean Construction nos proporciona herramientas en las cinco fases que abarca el ciclo de vida del proyecto de construcción, también nos indica el papel que debe asumir cada actor o agente social interviniente en el proceso constructivo de un proyecto, es una nueva forma de ver la construcción ya que cambia la perspectiva equivocada que tenemos acerca de que una mayor calidad y una mayor velocidad, requiere un mayor coste, lo cual no es así.

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad mostrar el manejo de las herramientas que están consolidadas dentro de las fases de Construcción Lean y Control de la Producción, las cuales forman parte de Lean Project Delivery System (LPDS), o Sistema de Entrega de Proyectos Lean. La aplicación de las herramientas Lean, se realizará en la construcción de departamentos multifamiliares “LA TOSCANA”. Cabe señalar que la aplicación de la filosofía “Lean” no es un método, o unos pasos a seguir, sino una forma de pensar para optimizar la producción de los proyectos de construcción.

Las herramientas que fueron consideradas en el presente estudio, están dentro de lo que nos indica el Grupo Internacional de la Construcción Lean (IGLC), el cual nos dice que para que una herramienta sea considerada dentro del (LPDS), debe cumplir con los principios de la Construcción Lean.

El procedimiento para la recolección y procesamiento de la información fue el siguiente: Se tomaron mediciones de la cantidad de trabajo que se llegó a ejecutar y las horas hombre que fueron utilizadas por cada partida al culminar el día, estos datos fueron registrados diariamente en el formato de Avance de Obra, y luego fueron consolidadas en los reportes

semanales de producción, de esta forma se conocieron los rendimientos reales en obra, y se pudo verificar cuanto de lo que se programó, realmente se llegó a ejecutar en obra.

La finalidad de este trabajo es que los profesionales y personas relacionadas al sector construcción, cuenten con un antecedente que muestre la manera en la que se aplicó las herramientas de Lean Construction comprendidas en las fases de ejecución y control de la producción en un proyecto en particular. Y de esta forma demostrar que estas herramientas buscan generar valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de la construcción, representa un sector muy importante en la economía de nuestro país. La evolución de la tecnología ha contribuido en la creación de herramientas informáticas, las cuales ayudan a gestionar una amplia y enorme gama de datos complejos, lo cual representa un avance importante.

Sin embargo, el escaso rigor en el cumplimiento de las medidas de seguridad, la falta de interés para capacitar a los trabajadores, baja productividad comparada con otras industrias, baja experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras son problemas que aún faltan resolver.

Hoy en día nos enfrentamos a un excesivo número de accidentes laborales, una baja calidad del producto entregado, incumplimiento en el plazo de entrega, sobrecostos, debido a que la mayoría de empresas y organizaciones han aprendido a convivir con estas falencias, y los consideran como parte del proceso productivo y que no generan grandes pérdidas. Pero en realidad esto provoca que se resta valor al producto que se entrega al cliente y hace que al final este se sobrevalore.

En el modelo tradicional no se presta mayor importancia al control de las pérdidas, debido a que el concepto que se tiene de producción es erróneo, principalmente porque es visto únicamente como un proceso de transformación en donde entran materiales y se obtienen unidades productivas; dejando de lado el control y mejora de los flujos que cada uno de los materiales siguen para obtener el producto.

Es por ello, que se necesita un nuevo modelo productivo, capaz de reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y que ayuden a optimizar las actividades que sí lo hacen. Del mismo modo, debe contar con herramientas específicas, aplicadas al proceso de ejecución del proyecto para la creación de un buen sistema de producción que minimice los residuos.

Lean Construction provee este nuevo modelo de producción o sistema de trabajo, que apunta a la maximización del valor para el cliente y reducir al mínimo las pérdidas. De esta forma se pretende cambiar el modelo tradicional que viene operando bajo la perspectiva de diseño-licitación-construcción

Lo que busca la Filosofía Lean Construction es ver el proceso de producción como una cadena de valor, lo que significa que se inicia con la transformación de materiales, seguido de un flujo de recursos, para llegar finalmente a una generación de valor. Estos tres pasos son los que se debe considerar en todo proceso de producción.

Así por ejemplo en el tarrajeo de un muro, el revestimiento de un muro con mortero se transforma en metros cuadrados de empastado, el flujo es la puesta de los recursos y materiales para elaborar el tarrajeo, y el valor es la cantidad de metros cuadrados de tarrajeo que se logran completar en una determinada jornada laboral.

Somos conscientes de que la construcción es un sector diferente al de las demás industrias, pero no es una razón que justifique la dificultad para implantar el sistema Lean. La aplicación de la filosofía "Lean" no es un método o unos pasos a seguir, sino una forma de pensar para optimizar la producción de los proyectos constructivos.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1. Problema General

¿Cuán beneficioso resulta la aplicación de las herramientas Lean Construction para la mejora de la productividad en la construcción de los departamentos multifamiliares "La Toscana"?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la diferencia entre la medición del Nivel General de Actividad aplicando la filosofía Lean Construction en la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares "La Toscana" con los niveles promedios del sector obtenidos en las mediciones hechas a las obras de Lima en el año 2006?
- ¿Cuál es la eficiencia de la aplicación de las herramientas de sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que realizan una sola labor) de la filosofía Lean Construction en la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares "La Toscana"?
- ¿Cómo influye la aplicación del Last Planner System como herramienta de la filosofía Lean Construction en el manejo de la variabilidad en la planificación y control de la producción en la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares "La Toscana"?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar cuan beneficioso resulta la aplicación de las herramientas Lean Construction para la mejora de la productividad en la construcción de los departamentos multifamiliares "La Toscana".

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar la medición del Nivel General de Actividad aplicando la filosofía Lean Construction en la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares "La Toscana" con los niveles promedios del sector obtenidos en las mediciones hechas a las obras de Lima en el año 2006.
- Evaluar la eficiencia de la aplicación de las herramientas de sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que realizan una sola labor) de la filosofía Lean Construction en la

etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares “La Toscana”.

- Evaluar la influencia de la aplicación del Last Planner System como herramienta de la filosofía Lean Construction en el manejo de la variabilidad en la planificación y control de la producción en la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares “La Toscana”.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Como se sabe, existen falencias en el modelo tradicional de la gestión de proyectos, por lo que queda claro que es necesario implementar un nuevo modelo productivo que ayude a reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y que permita optimizar las actividades que sí lo hacen.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito analizar la aplicación de la filosofía Lean Construction como un método de planificación, ejecución y control de la producción en un proyecto ejecutado en la ciudad de Huancayo. Para ello se presentarán los principios de esta filosofía, luego se describirá la forma en la que se aplicó cada de las herramientas que propone este nuevo modelo productivo, y finalmente se analizarán los indicadores de productividad que se obtuvieron a lo largo de la ejecución del proyecto con el fin de mostrar las mejoras que se alcanzaron gracias a la aplicación de esta metodología.

Esta tesis ayudará a que los profesionales y empresas del sector constructivo, cuenten con un antecedente que muestre la manera de implementar las herramientas Lean, como parte de un nuevo modelo productivo; que busca la maximización del valor para el cliente y a su vez reducir al mínimo las pérdidas generadas por la mala planificación.

1.4. VARIABLES

1.4.1. VARIABLES

- Variable Dependiente: Proceso Constructivo
- Variable Independiente: Herramientas Lean Construction

1.4.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable dependiente: proceso constructivo

Tabla 1: Operacionalización de la Variable Dependiente

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
Es el conjunto de procedimientos que deben seguirse para la construcción y materialización de un edificio o infraestructura. El proceso constructivo es la base del proyecto, ya que permite establecer el orden y definir la cantidad total de actividades que finalmente serán ejecutadas para completar el proyecto. La realización de una actividad van de la mano con la inversión y el empleo de recursos (humanos, tiempo, y materiales), por ello tener procesos constructivos eficientes permiten tener una buena administración de estos recursos.	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión y empleo de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo
	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de ejecución del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programación
	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de Actividades por realizar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Variable independiente: herramientas lean construction

Tabla 2: Operacionalización de la Variable Independiente

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
Las herramientas Lean son aquellas que están orientadas a gestar una construcción sin pérdidas, la aplicación de ellas puede darse a lo largo del proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras	<p>Optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente.</p> <p>Minimizar o eliminar todas aquellas actividades y transacciones que no añaden valor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de Tiempo Productivo. • Porcentaje de Tiempo Contributorio • Porcentaje de Tiempo No Contributorio • Rendimiento

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. CERDAS ESQUIVEL, CARLOS (2011)

El artículo científico de Cerdas Esquivel Carlos, que tiene como título “Productividad de la mano de obra en la construcción costarricense”, describe y analiza los factores que afectan la productividad de mano de obra en el sector constructivo; con lo que se propone mecanismos y herramientas en pro del mejoramiento y desarrollo en este sector.

Remarca la importancia que tiene la implementación de herramientas que permiten evaluar la productividad de la mano de obra, ya que representan un apoyo importante para detectar los factores que afectan la productividad, por lo que los estudios generales de las obras, podrían revelar las causas de dichos factores y cuantificar el impacto que tiene ese factor en campo. Tanto en plazo como en costo.

Señala que las nuevas filosofías mundiales en mejoramiento de procesos, no solo son aplicables en los sectores industriales, sino que también el sector construcción debe actualizarse en las nuevas tendencias y analizar las formas en que se pueden aplicar en dicho sector.

El trabajo concluye, haciendo referencia que la filosofía Lean sea una nueva forma de construir al menos en Costa Rica, ya que hay muchas empresas constructoras que trabajan como se hacía 30 años atrás. Al incursionar en esta filosofía y el desarrollo del “Último Planificador”, las empresas constructoras se volverán más competitivas no solo en precio sino en calidad.

Así mismo, menciona que la filosofía Lean Construction requiere de compromiso corporativo, para que se logre los efectos deseados en las empresas constructoras, tales como ser eficientes, competitivas y satisfacer las necesidades de los clientes.

Aplicar los conceptos y los principios “lean”, necesita de un cambio cultural, así como el desarrollo del “Último Planificador”, requiere dedicación y trabajo en equipo. Ya que, si bien la Dirección del proyecto estipula las pautas y los programas de trabajo, son los obreros los que se convierten en los últimos planificadores y son ambas partes, las que conforman el éxito del proyecto.

2.1.2. MARTÍNEZ RIBÓN, GUILLERMO (2011)

Martínez Ribón, G. realizó la investigación: “Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción”. En la Universidad Nacional de Colombia, facultad de Ingeniería Civil, Bogotá (Colombia 2011). La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. La implementación y aplicación de la Filosofía Lean al proyecto de construcción, arrojó resultados favorables en cuanto a la gestión administrativa, proceso de planeación y ejecución del proyecto. Se evidenció una reducción considerable en las pérdidas generadas durante el proceso constructivo y por consiguiente una mejora en la productividad. Lo anterior se dio gracias al compromiso de la Gerencia y de las partes interesadas en el proyecto, a la aplicación de la metodología y al avance del mejoramiento continuo en los procesos; resultado de la planeación realizada en las reuniones programadas semanalmente.
2. Las empresas de construcción que busquen el mejoramiento en la productividad de los proyectos que se llevan a cabo, deben empezar por capacitar y comprometer al personal asignado en la planeación y ejecución de los proyectos, en temas de gestión administrativa. De esta forma, se facilitará la aplicación de estos principios adecuadamente; en el proyecto objeto de la implementación de la metodología Lean, se evidenció que las personas capacitadas y con un alto grado de compromiso en el mejoramiento continuo, aportaron sugerencias para encontrar soluciones en sus procesos, enfocándose en la productividad y reducción de pérdidas en el proceso constructivo.

3. Los recursos utilizados en el desarrollo del proyecto de construcción como materiales, herramientas, maquinaria y equipos; deben ser prioridad en el proceso de planeación, teniendo en cuenta que la ausencia de estos en la obra, ocasiona aproximadamente el 60% de los tiempos no contributivos y aumenta los tiempos colaborativos, teniendo como resultado un factor negativo que afecta la productividad.
4. La toma de tiempos y su tabulación, permiten descubrir las causas principales de las pérdidas en los procesos de construcción, por ello es necesario, que las empresas enseñen a manejar tanto a los Maestros de Obra, como a los Directores de Proyecto los formatos de recolección de tiempos y la tabulación de los mismos.
5. Se debe fomentar la cultura de medición en los procesos de construcción, dado que sin estos es muy difícil realizar un proceso de mejora continua e interpretación de la información. Se deben impartir las capacitaciones al personal en todo lo referente a la interpretación de los indicadores.
6. Una interpretación acertada de estos datos, da origen a la identificación de las pérdidas y al impacto hallado en la productividad. Los indicadores de medición de la productividad hacen posible que las mejoras sean visibles.

2.1.3. RAMÍREZ HERREDA, CARLOS (2012)

Ramirez Herreda, C. realizó la investigación: "Optimización de Procesos Constructivos en el Condominio Bolognesi - Puente Piedra", en la Universidad Ricardo Palma, facultad de Ingeniería, Lima (Perú 2012). La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El desarrollo del tren de actividades fue la herramienta inicial que se eligió para nuestro proyecto debido al orden y la secuencia que debían seguir los procesos dentro de la obra, lo cual resultó de gran utilidad para iniciar el panorama del proyecto.
2. El uso del Nivel General de Actividades sirvió para el control y eliminación de inconvenientes en el flujo de construcción como, por ejemplo, el traslado de ubicación de los servicios higiénicos para evitar viajes largos.
3. Se encontró que las obras de albañilería suelen tener mayor tiempo contributivo debido a que cuando se analizaba al personal que habilitaba

ladrillos, éste realizaba dicha labor constantemente sin necesidad de realizar en algunos casos muchos viajes ni transportes lo que se veía reflejado en un mayor tiempo contributivo. Además, las obras de albañilería representan un alto porcentaje en las obras de las viviendas.

4. El orden en la obra tuvo impacto positivo en la productividad de la misma, por lo tanto, se recomienda para futuros proyectos, realizar la disgregación de los elementos que atentan contra la integridad de la obra para así obtener áreas de trabajos, identificación de desperdicios para que el ahorro económico sea mayor.
5. Para obtener resultados óptimos que generen una disminución real en los plazos es trascendental analizar los trenes de trabajo o líneas de balance de las partidas críticas antecesoras (estructura) y sucesoras (albañilería) al tren del tarrajeo.

2.1.4. ARBOLEDA LÓPEZ, SERGIO (2014)

Arboleda López, Sergio, realizó la investigación que lleva como título “Análisis de Productividad, Rendimientos y consumo de Mano de Obra”, en la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura, Medellín (Colombia 2014).

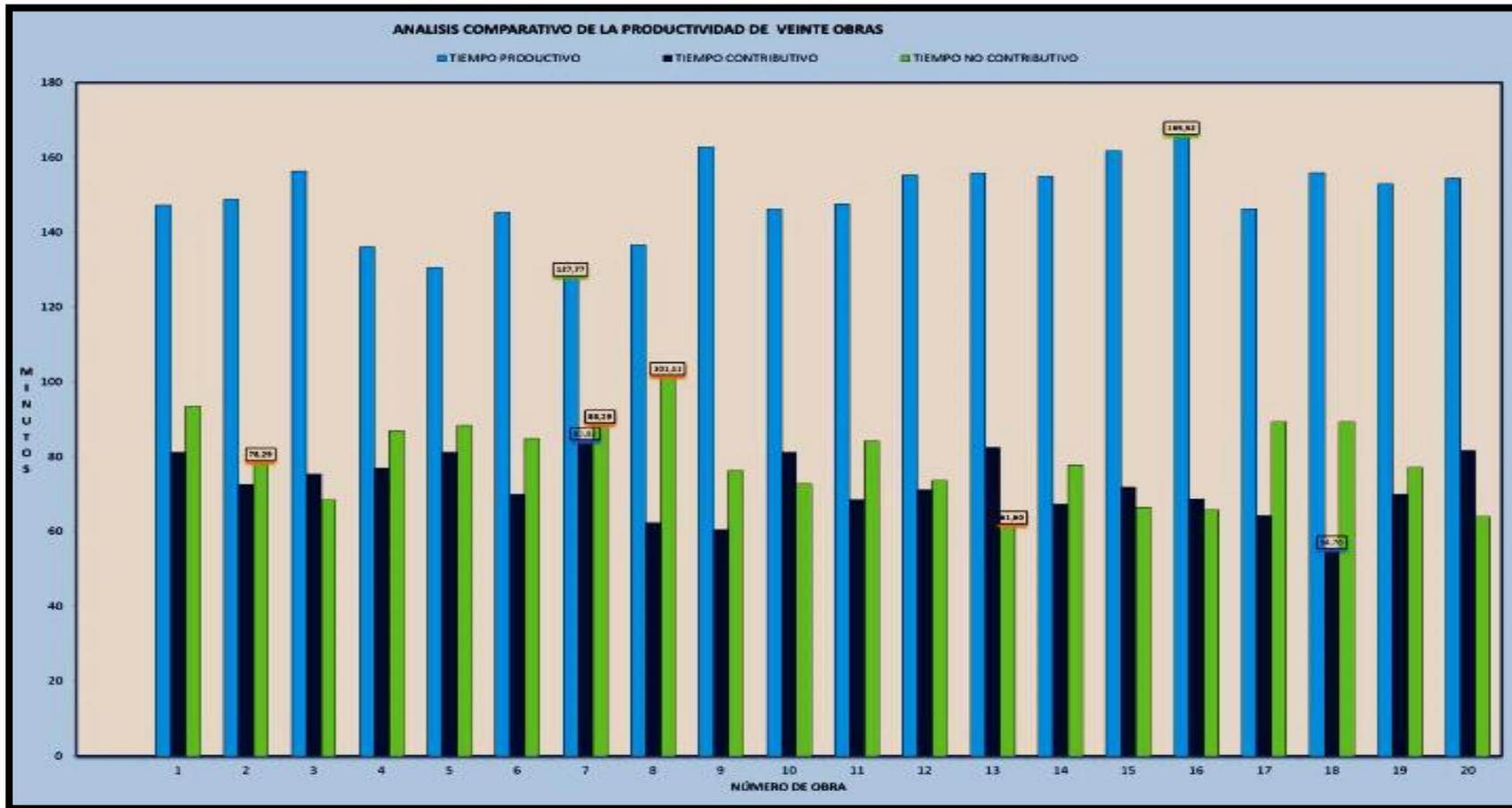
En esta investigación el autor presenta los resultados del análisis de la productividad en 20 proyectos, tomadas de manera estadística con una muestra de 384 mediciones con el fin de evaluar la productividad, el rendimiento y el consumo de mano de obra en el sector de la construcción.

En el caso de la productividad, las mediciones se realizaron de forma aleatoria en los proyectos que se estudiaron, dichas mediciones se hicieron durante todos los días que se laboraron y en diferentes horas de la jornada laboral, lo anterior con el fin de obtener resultados en todos los momentos en los que los proyectos se encontraban en ejecución.

A continuación en la siguiente ilustración, se presenta los resultados obtenidos por medio de las mediciones par cada una de las obras, donde se puede ver claramente los estudios en cuanto a los tiempos productivos (TP), tiempo contributivos (TC) y tiempo no contributivo (TNC), las mediciones que menciona constaron en observar durante cinco minutos (300 segundos) a cada uno de los trabajadores que pertenecen a una cuadrilla o equipo de trabajo y evaluar su labor, donde se puede

identificar de manera clara si están realizando TP, TC o TNC, con su respectivo análisis.

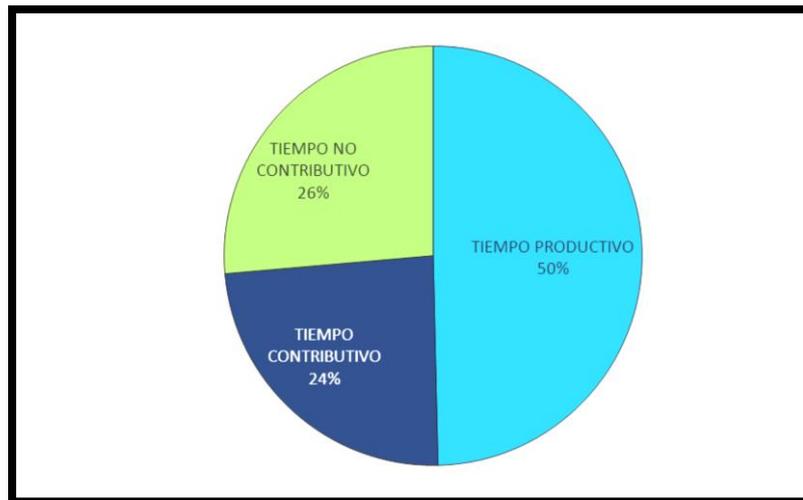
Gráfico 1: Análisis de Productividad en cuanto a TP, TC, TNC



Fuente: Arboleda López – Análisis de la Productividad, Rendimiento y consumo de Mano de Obra

Una vez se identifica la productividad expresada en tiempos en cada uno de los proyectos, se procedió a analizar la misma productividad en su totalidad, dicho análisis lo podemos observar en la siguiente ilustración, donde aparece la distribución final de los tiempos como, tiempo productivo, tiempo no contributivo y tiempo contributivo.

Gráfico 2: Análisis General de Productividad



Fuente: Arboleda López Análisis de la Productividad

2.1.5. MORAN BERMÚDEZ, LEONCIO (2014)

Moran Bermúdez, Leoncio, realizó la investigación: “Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1°- 3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la Ciudad de Trujillo”, en la Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de ingeniería Civil, Trujillo (Perú 2014). La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El impacto que genera la aplicación del Lean Construction en la obra “Residencial Heredia” es positivo incrementando la productividad establecida, por otra parte, debido a la mala programación diaria utilizando el sistema tradicional nos produjo económicamente una pérdida en porcentaje del 12.96 % del expediente técnico durante la semana 1 a la 15.
2. La programación semanal comprende 6 días laborales los cuales representan 6.67% de la programación maestra; las cuales se programaron previo al levantamiento de restricciones identificadas, esto llevo a un cumplimiento semanal para las quince semanas.

3. La filosofía Lean Construction puede ser aplicada a cualquier tipo de proyecto, no es necesario una gran inversión o una gran área de terreno para que sea aplicable este concepto, lo que si queda claro es que, para la parte de construcción, a una mayor cantidad de departamentos se observara de manera más clara la especialización de las cuadrillas, lo cual se verá reflejado en la curva de productividad y la curva de aprendizaje.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA FILOSOFÍA LEAN

El término Lean se origina en el Japón a fines de la década de los 50 e inicios de los 60, como producto de las investigaciones realizadas por ingenieros de la empresa ensambladora de automóviles Toyota Motor, que pretendía mejorar su línea de producción.

Uno de los más reconocidos en el tema fue el ingeniero Taiichi Ohno, encargado de la producción, quien buscaba eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes sustituyendo la tradicional producción en masa por la producción a pedido del cliente y evitar, además, la acumulación de mercancía.

Con las investigaciones se desarrolló lo que se conoce como “producción Lean” o “producción sin pérdidas”, que comprende una gran variedad de sistemas de producción que comparten el principio de minimización de pérdidas.

Con el desarrollo de la idea de la producción sin pérdidas se creó el proceso de manufactura TPS –*Toyota Production System*, que consiste en minimizar las existencias y defectos en todas las operaciones, para mejorar significativamente la producción de la fábrica y abarcar, finalmente, el 40% del mercado automotor japonés.

Las ideas que conforman el TPS fueron desarrolladas y refinadas por ingenieros industriales, quienes establecieron su marco teórico y ampliaron el nuevo enfoque de la producción sin pérdidas.

Hacia la década de los 80, la información que había sobre este enfoque en occidente era limitada, sin embargo, la difusión de las ideas del TPS hacia América y Europa iniciaron hacia 1975 en la industria automotriz. Así, al comenzar la década de los 90, la nueva filosofía de producción ya era conocida en otras latitudes, de

diferentes maneras, entre ellas “producción sin pérdidas”, “nuevo sistema de producción” o “manufactura de clase mundial”, y fue implementada en otros campos como la administración y el desarrollo de productos.

El Lean Lexicon, define Lean Production o producción ajustada como un sistema de negocio que está orientada a organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y las relaciones con clientes y proveedores, que requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos según los deseos precisos del cliente, comparado con el sistema previo de producción en masa.

El uso del término Lean obedece al hecho de que este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de espacio en la fabricación, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos. (Womack, Jones y Ross, 1990).

2.2.2. MODELO TRADICIONAL

Pons Achell Juan Felipe (2014), menciona que el método tradicional de ejecución de proyectos que se conoce como licitación - construcción, y que generalmente tiene como metodología de implementación la ruta, diseño - licitación – construcción, presenta muchas deficiencias. Los problemas más comunes del modelo tradicional de la gestión integral de proyectos, desde su fase inicial de diseño hasta su ejecución, uso y mantenimiento, son los siguientes:

- Falta de comunicación entre los involucrados en el desarrollo del proyecto.
- Escasa formación y experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras.
- Control de calidad ineficaz basado en métodos estadísticos que están lejos de garantizar el ciento por ciento de la calidad.
- Escaso rigor en el cumplimiento de las medidas de seguridad.
- Falta de interés en la formación y capacitación de los trabajadores.

- Falta de coordinación entre los actores intervinientes en las diferentes etapas del proyecto.
- Falta de transparencia y comunicación entre las partes interesadas.
- Baja productividad comparada con otras industrias.

Las principales consecuencias de estas deficiencias se ven reflejadas en un excesivo número de accidentes laborales, ejecución de obras fuera de plazo, sobrecostos, reclamaciones derivadas de la escasa calidad y, en general, incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato.

Las razones históricas de esta disfuncionalidad son muchas, entre ellas, la multiplicidad de participantes con intereses en conflicto, una cultura organizacional incompatible entre los miembros del equipo de proyecto y el acceso limitado a la información oportuna, en el momento preciso.

Así pues, el objetivo de todos los actores en la industria de la construcción debería ser una mejor, más rápida y más eficaz gestión integral del proyecto, desde el diseño hasta el uso del edificio o infraestructura, creada por la formación de equipos totalmente integrados y colaborativos.

Un estudio comparativo realizado por la Oficina de Estadísticas del Trabajo del Departamento Americano de Comercio sobre la productividad laboral para la industria de la construcción de EE. UU. y todas las demás industrias no agrícolas, revela que durante el período de tiempo comprendido entre 1964 y 2003 el índice de productividad de la construcción descendió casi un 25%, mientras que la productividad en el resto de la industria no agrícola se incrementó en casi un 200%.

Otro estudio de 2004 del Construction Industry Institute y el Lean Construction Institute, indica que hasta el 57% del tiempo, el esfuerzo y el material de la inversión en proyectos de construcción no añade valor al producto final, mientras que en comparación en la industria de la fabricación la cifra es solo del 26%.

Los propietarios, compradores y usuarios finales exigen cada vez una mayor entrega de valor. Son conscientes tanto de los problemas sobre desperdicio y falta de productividad en la construcción como de los avances tecnológicos y exigen un cambio.

En 2004, la mesa redonda de usuarios de la construcción de EE. UU. generó documentos técnicos instando hacia un cambio significativo en todo el proceso de edificación. La necesidad de considerar nuevos métodos en la gestión integral de proyectos se hace cada vez más evidente por la reiteración de numerosos problemas relacionados con los métodos tradicionales actuales.

En este sentido, muchos propietarios y usuarios comparten las frustraciones asociadas con los métodos tradicionales basados en el proceso tradicional de diseño-licitación-construcción. Este sistema está plagado por la falta de cooperación y la mala integración de la información. (Ver figura 01).

Figura 1: Modelo de Entrada-Transformación-Salida



Fuente: Pablo Orihuela – Lean Construction en el Perú

2.2.3. EL CAMBIO DE MODELO EN LATINOAMÉRICA

Las investigaciones y avances tecnológicos que vienen desarrollándose en las últimas décadas, han permitido introducirnos en un cambio profundo de modelo productivo, no solo en el sector industrial de la fabricación sino también en la industria de la construcción. Este cambio empezó hace más de dos décadas, primero en la industria automotriz y poco a poco se fue extendiendo a otras industrias.

La implantación del nuevo modelo productivo está siendo desigual según sectores y áreas geográficas, pero ya es un hecho a nivel global. En la construcción, los cambios van más despacio, pero se están produciendo grandes avances principalmente en EE. UU. y su aplicación está creciendo rápidamente por todo el mundo. En los llamados países nórdicos y de cultura anglosajona el interés por Lean Construction viene desde sus inicios, y en América Latina hay un enorme interés por la aplicación de Lean Construction, que se aprecia de manera notable

en países como Chile, Brasil y Perú. Empresas como Graña y Montero, Coinsa, Edifica, Copracsa y Motiva, vienen implementando este nuevo modelo productivo. (Pons Achell Juan Felipe, 2014).

2.2.4. CONCEPTO DE MUDA O DESPERDICIO

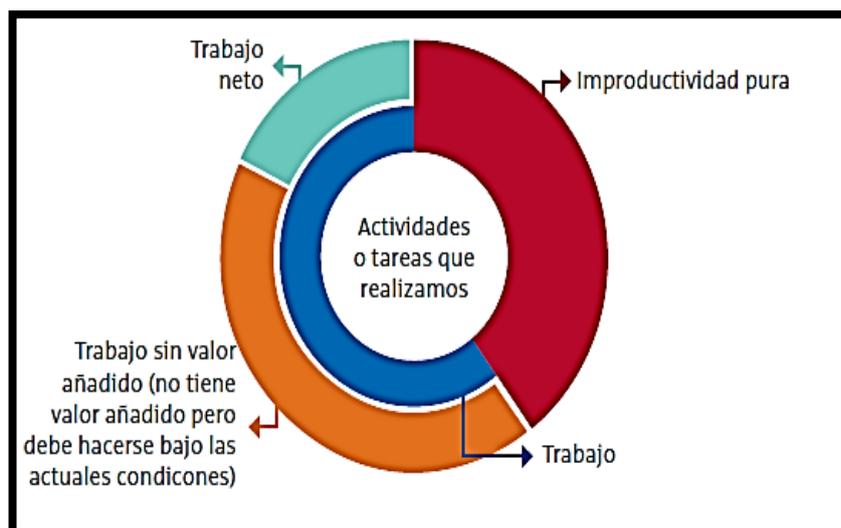
Lean es crear valor para el cliente y eliminar los desperdicios. Según la filosofía Lean, todo lo que no genera valor para el cliente es muda o desperdicio que puede ser eliminado o minimizado. Por lo tanto, es necesario comprender primero el significado de muda o desperdicio para seguir avanzando en el conocimiento del sistema Lean.

A. Definición

Muda es una palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que no son realmente necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente. (Womack y Jones 1996).

Taiichi Ohno descubrió que en una empresa u organización la mayor parte de las actividades que realizamos no añaden valor neto al producto o servicio final que entregamos al cliente y por lo tanto son susceptibles de mejorar o eliminar. Este hecho se presenta en la siguiente figura.

Figura 2. Círculo de la improductividad



Fuente: Juan Felipe Pons - Introducción a Lean Construction.

B. Clasificación de los Desperdicios

Taiichi Ohno clasificó los 7 desperdicios que causaban la mayor parte de las interrupciones del flujo dentro de la cadena o flujo de valor en la planta de producción que él mismo dirigía. La siguiente tabla refleja una adaptación a la industria de la construcción de los siete desperdicios de Ohno.

Tabla 3: Clasificación de los Desperdicios

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN
Sobreproducción	Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados); uso de un equipamiento altamente sofisticado cuando uno mucho más simple sería suficiente; más calidad que la esperada.
Esperas o tiempo de inactividad	Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperar a que termine la actividad precedente, aprobaciones, resultados de laboratorio, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre las cuadrillas, escasez de equipos, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño

Transporte innecesario	Se refiere al transporte innecesario relacionado con el movimiento interno de los recursos (materiales, datos, etc.) en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información. Sus principales consecuencias son: pérdida de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra y la posibilidad de pérdidas de material durante el transporte.
Sobreprocesamiento	Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
Exceso de inventario	Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
Movimientos innecesarios	Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
Defectos de calidad	Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco calificada, dando como resultado la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.

Fuente: Juan Felipe Pons - Introducción a Lean Construction.

C. ¿Por qué es tan difícil identificar la improductividad?

A pesar de la lógica aplastante y el sentido común aparente de los siete desperdicios según la filosofía *Lean*, nos preguntamos ¿por qué resulta tan difícil identificarlos y eliminarlos en las empresas y organizaciones? Pons Achell, Juan Felipe, refiere que este hecho ocurre principalmente por las siguientes causas:

- Porque normalmente la improductividad está oculta y acabamos asumiendo como productivas tareas que no lo son.
- Porque muchas organizaciones terminan habituándose a convivir con el desperdicio, encontrando maneras de trabajar alrededor del problema y aceptando como mejoras, medidas provisionales o parches, sin atacar la causa raíz.

- Porque no se viene instruyendo e inculcando a los trabajadores y encargados a identificar y eliminar el desperdicio.
- Porque no medimos ni cuantificamos el desperdicio y por lo tanto no somos conscientes del dinero que nos cuesta la improductividad.
- Porque, en general, usamos un sistema productivo basado en el modelo de conversión o transformación, focalizado en la mejora del rendimiento de tareas individuales en lugar de adoptar una visión más holística o general de todo el proceso y focalizarse en la identificación y eliminación del desperdicio en toda la cadena o flujo de valor.

2.2.5. LOS PRINCIPIOS DE LEAN

El pensamiento Lean contempla los siguientes principios básicos que fueron definidos por Koskela Lauri (2000), para las etapas de diseño y control de la producción. Por otra parte, Liker (2006) definió los 14 principios del Sistema de Producción Toyota. A continuación, describimos estos principios básicos del pensamiento Lean, más la transparencia, la capacitación y la mejora continua:

A. Identificar actividades que no agregan valor

Se identifican las actividades que no agregan valor y se busca reducirlas y, en el mejor de los casos, eliminarlas para generar ganancias al proyecto, estas pueden ser en costo, tiempo, etc. Por lo tanto, identificar estas actividades es primordial para reducir las pérdidas.

B. Incrementar el valor del producto

Los beneficios obtenidos de eliminar las pérdidas en general deben enfocarse en incrementar el valor del producto para el cliente final, esto se puede lograr poniéndonos en perspectiva del cliente y haciendo que nuestro producto iguale y en el mejor de los casos supere las expectativas que estos tienen sobre el producto.

C. Reducir la variabilidad

La variabilidad afecta negativamente todos los ámbitos de la producción y también es algo negativo para el cliente, por lo cual es importante la reducción de la variabilidad para evitar problemas con las programaciones y la satisfacción del cliente.

D. Reducción del ciclo de producción

El tiempo que dura un ciclo de producción se puede reducir con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, la cual nos dice que si dividimos nuestra producción (lote de producción) en lotes pequeños (lotes de transferencia) que vamos transfiriendo de proceso a proceso, nuestro ciclo tendrá una duración menor que si introducimos todo el lote a un proceso y esperamos a que todo el paquete esté listo para llevarlo al siguiente proceso o actividad.

E. Simplificación de procesos

La simplificación de procesos consiste en mejorar el flujo por medio de la reducción de los procesos involucrados para de ese modo controlar mejor estos procesos y reducir la variabilidad y el costo de realización de cada proceso.

F. Incrementar la transparencia en los procesos

La transparencia es un estímulo muy importante para todos (subcontratistas, proveedores de primer nivel, ensambladores, distribuidores, consumidores y empleados) ya que al tener acceso a más información resulta más fácil descubrir mejores metodologías para la creación de valor. Además, se produce un feedback casi instantáneo y altamente positivo para los empleados que hacen mejoras, un rasgo clave del trabajo Lean y un estímulo poderoso para seguir haciendo esfuerzos por mejorar.

La descentralización en la toma de decisiones a través de la transparencia y la potenciación de habilidades, significa proporcionar a los participantes del proyecto información sobre el estado de los sistemas de producción, dándoles el poder de tomar acción.

G. Capacitación

Lean exige por parte de todos los empleados de la cadena o flujo de valor que haya una atención continua para mantener el flujo y eliminar el desperdicio. Para lograr este objetivo debemos entregar a los empleados la información correcta de manera puntual y darles la autoridad para solucionar los problemas y trabajar en la mejora continua.

Esta búsqueda de la perfección no puede lograrse solo a través del trabajo de los gerentes; todos los empleados deben estar comprometidos y capacitados para atender las demandas de los clientes, crear más valor, eliminar desperdicio e

incrementar la rentabilidad del negocio. Hay un nuevo y poderoso potencial para una mejora radical cuando estos trabajadores capacitados trabajan de manera colaborativa con sus compañeros a través de toda la cadena de valor.

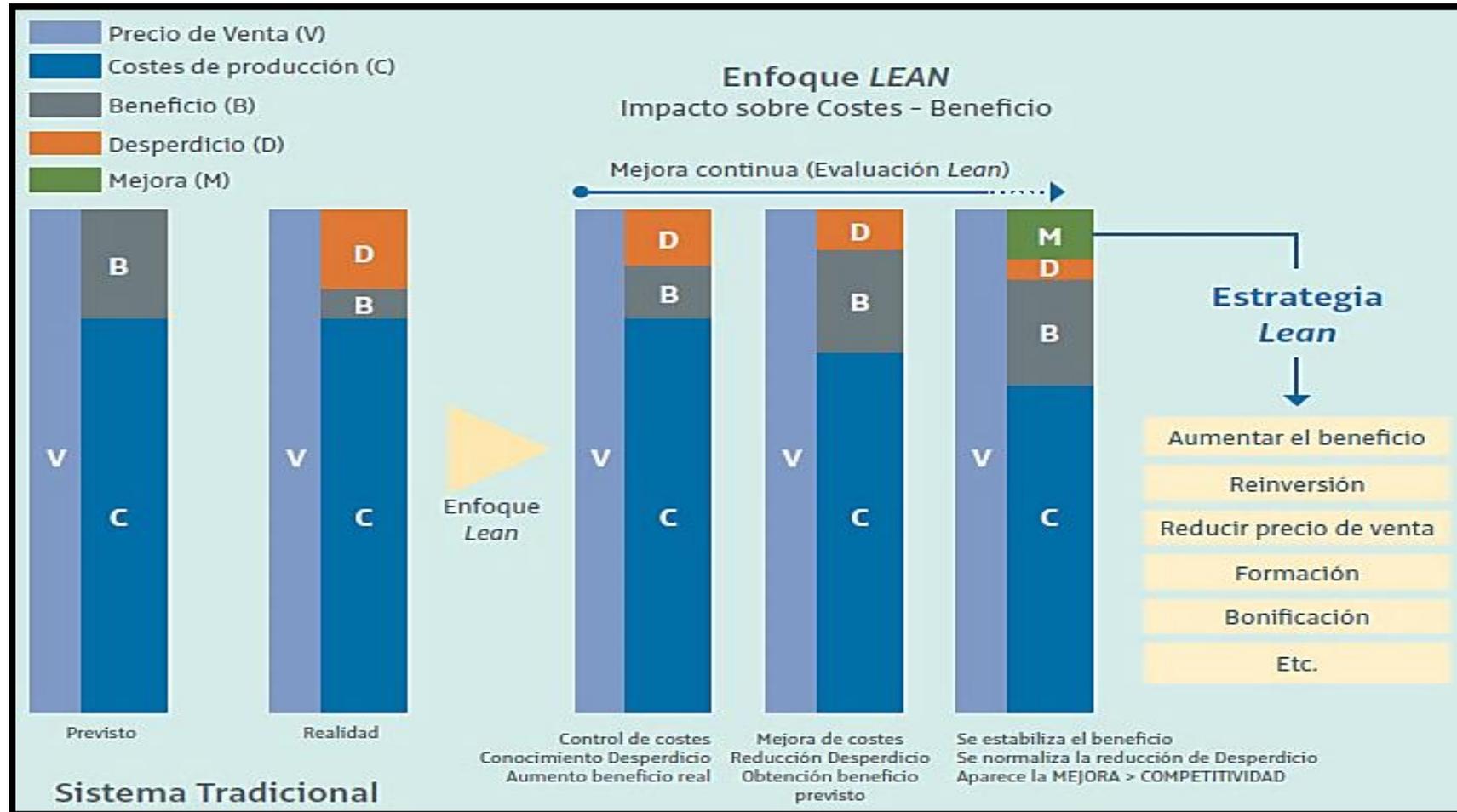
H. Mejora continua

Este principio está basado en la filosofía japonesa Kaisen, esta se basa en la identificación de las causas de no cumplimiento de las actividades para tratar de solucionarlas en siguientes proyectos y así ir mejorando continuamente.

2.2.6. LA CONSTRUCCIÓN SEGÚN EL ENFOQUE LEAN

Pons Achell, Juan Felipe (2014) explica las principales diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional de gestión de proyectos (izquierda del gráfico), donde el desperdicio o improductividad no ha sido considerado desde un punto de vista económico, y el sistema según un enfoque *Lean* (derecha de gráfico) en él que, desde el inicio del proyecto, todos los agentes y actores involucrados en él, trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar todas aquellas actividades, gestiones y transacciones inútiles que no añaden valor, teniendo en cuenta los intereses generales de todos y no los particulares de cada parte.

Gráfico 3: Enfoque tradicional vs. Enfoque Lean



Fuente: Juan Felipe Pons - Introducción a Lean Construction.

2.2.7. ¿ES LA CONSTRUCCIÓN UNA INDUSTRIA DIFERENTE?

La construcción se ha visto a menudo como una clase propia, diferente de la fabricación, y tradicionalmente se han rechazado muchas de las ideas del sector industrial de la fabricación o se han incorporado tarde debido a la creencia de que la construcción era un sector diferente. Estas ideas han estado presentes desde el origen de *Lean Construction* y todavía permanece en el pensamiento de gran parte de empresarios y profesionales de la construcción. El profesor finlandés Lauri Koskela (2000) clasificó y definió las tres principales peculiaridades que presenta la construcción con respecto al sector de la fabricación:

- Un proyecto de edificación tiene naturaleza única o prototípica.
- Es algo único que cada vez se ejecuta en un lugar diferente.
- Se llevará a cabo por una multi-organización de carácter temporal, que en cada lugar necesitará medios y recursos diferentes y propios de cada zona.

Estas peculiaridades han sido utilizadas por gerentes y profesionales de empresas de la industria de la construcción como motivos o razones cuando no han sido capaces de alcanzar los mismos niveles de productividad, calidad, seguridad y plazos de entrega que en el sector industrial de la fabricación. Sin embargo, estas excusas fueron discutidas por el propio Koskela (2000) y han ido perdiendo fuerza a medida que los beneficios de *Lean Construction* se hacían evidentes. Hoy, la tecnología y el *software* por un lado y la industrialización y pre-fabricación de la construcción por otro, nos ayudan a comprender mejor la construcción de un edificio o infraestructura como la suma de diferentes flujos de valor que pueden repetirse en diferentes obras y proyectos, y, por tanto, resulta más fácil identificar los desperdicios y aplicar ciclos encadenados de mejora continua y estandarización de procesos para eliminar la improductividad.

Las diferencias entre la industria de la construcción y el sector de la fabricación existen y son admitidas, pero no como una razón que justifique la dificultad para implantar el sistema Lean, sino como un desafío que debe abordar de manera definitiva la industria de la construcción. (Pons Achell Juan Felipe, 2014).

2.2.8. LEAN CONSTRUCTION

Según el Lean Construction Institute (ILC), Lean Construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en la construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas que ayuden a generar un sistema de producción efectivo que minimice los residuos.

Entendiéndose por residuos todo lo que no añade valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva. Estos últimos (residuos), en la gestión tradicional no se tienen en cuenta por que el concepto de producción actual es erróneo al considerarla como un proceso de solo transformación en donde entran materiales y se obtienen unidades productivas, olvidando optimizar los flujos que esos materiales tienen que seguir para poder obtener el producto.

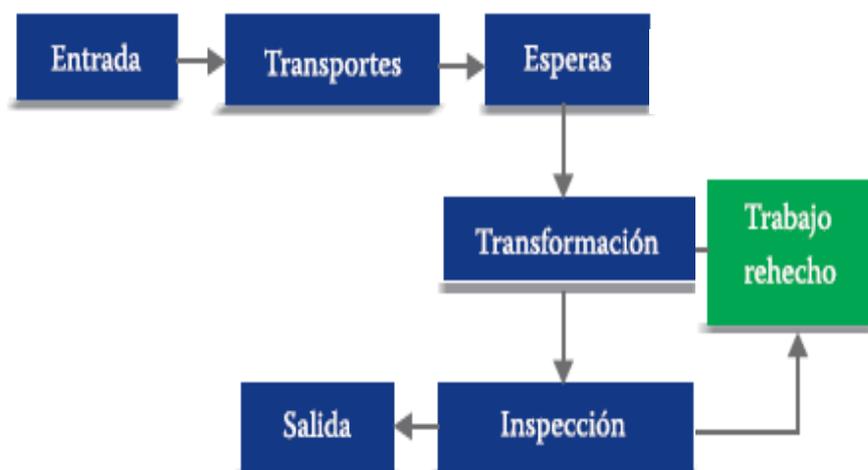
Figura 3: Modelo de Entrada-Transformación-Salida



Fuente: Buleje Kevin – Productividad en la Construcción

La propuesta del concepto de producción de la filosofía "Lean" es verla como una transformación de materiales, un flujo de recursos y una generación de valor. El objetivo de Lean Construction es optimizar las transformaciones minimizando los flujos que los materiales siguen hacia los lugares de ejecución de los trabajos en obra para obtener más valor en los productos finales. (Ver figura 04)

Figura 4: Modelo de Producción Lean o TFV



Fuente: Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction.

Lean Construction trata de alcanzar estos objetivos en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de edificación, contando con todos los agentes sociales que intervienen en el proceso de diseño y construcción y con todas las personas y empresas que participan en la cadena entera de suministro y en cada flujo de valor, sin dejar a nadie fuera e integrando a todos bajo una meta común según los principios del sistema Lean.

Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega.

Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los desperdicios - hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto. Como resultado se tiene que:

- La edificación o infraestructura y su entrega son diseñados juntos para mostrar y apoyar mejor los propósitos de los clientes.

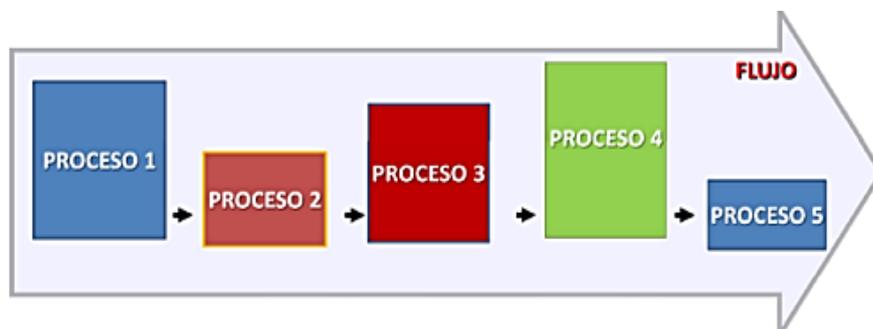
- El trabajo se estructura en todo el proceso para maximizar el valor y reducir los desperdicios a nivel de ejecución de los proyectos.
- Los esfuerzos para gestionar y mejorar el rendimiento están destinados a mejorar el rendimiento total del proyecto, ya que esto es más importante que la reducción de los costes o el aumento de la velocidad de cualquier actividad aislada.
- El control se redefine como pasar de “monitorizar los resultados” a “hacer que las cosas sucedan”. Los rendimientos de los sistemas de planificación y control se miden y se mejoran.
- La notificación fiable del trabajo entre especialistas en diseño, suministro y montaje o ejecución asegura que se entregue valor al cliente y se reduzcan los desperdicios. Lean Construction es especialmente útil en proyectos complejos, inciertos y de alta velocidad. Se cuestiona la creencia de que siempre debe haber una relación entre el tiempo, el coste y la calidad (mayor calidad y mayor velocidad no tiene porqué implicar mayor coste).

Para pasar a implantar este nuevo enfoque de gestión de la producción de entrega de proyectos, se debe considerar los siguientes pasos:

A. Asegurar que los flujos no paren

Para tener un sistema de producción efectivo se debe asegurar que el flujo de trabajo sea efectuado de manera continua e ininterrumpida, lo cual permitirá identificar las fallas que pueden suscitarse en cada proceso y durante las transiciones que se realizan entre ellos, de esta forma se podrá eliminar dichas fallas como siguiente medida.

Figura 5 Modelo de Flujo



Fuente: Capítulo Peruano LCI

Como se mencionó anteriormente, se logra establecer la continuidad del proceso general, mas no se consigue mejorar la eficiencia de los flujos y procesos. Lo que queda claro en esta primera etapa, es que la capacidad de producción de cada proceso es diferente una de la otra, y esto hace también que el flujo de trabajo no sea el más adecuado, por lo que se generan pérdidas que tendrán que ser corregidas más adelante.

La filosofía Lean Construction propone dos herramientas importantes para asegurar la continuidad del flujo de trabajo, estas son el manejo de la variabilidad y el uso del sistema del último planificador (Last Planner).

Sistema Last Planner: Para lograr que el flujo sea estable, lo cual permitirá a su vez eliminar muchos tipos de desperdicios, la filosofía Lean Construction plantea el uso de Last Planner, como un sistema de planificación y control de la producción, el cual ayuda a asegurar que lo planificado se ejecute con mayor probabilidad de éxito, es decir permite reducir la incertidumbre en las actividades programadas.

Manejo de la variabilidad: Aun cuando se hace uso del sistema del último planificador, el cual reduce considerablemente los efectos de la variabilidad de los tiempos de ejecución para el proyecto, existe aún una cierta variabilidad con respecto a las condiciones iniciales, las cuales no pueden ser controladas mediante esta herramienta y por ello se plantea el uso de los buffers, los cuales son dimensionados y localizados para que puedan absorber la variabilidad del sistema.

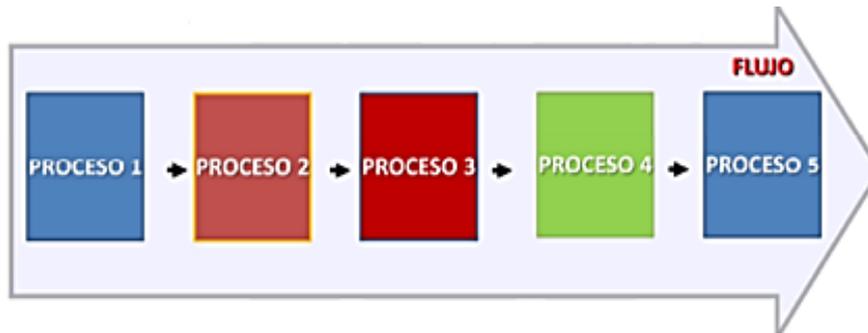
B. Lograr flujos eficientes

Para lograr que los flujos sean eficientes, se debe dividir el trabajo total de forma equitativa y como resultado se tendrá procesos y flujos balanceados, lo cual influye positivamente en un aumento de la productividad. En esta etapa se utilizarán los principios de física de la producción y tren de actividades.

Física de producción: Bajo el concepto de la teoría de restricciones (TOC), el cual nos dice que se debe balancear los flujos entre procesos porque todo el sistema está restringido por el proceso que genera el menor flujo, se busca incrementar la capacidad de dicho proceso para aumentar la capacidad de producción de todo el sistema. Por ello se plantea dividir el total del trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas por cada proceso en un mismo intervalo de tiempo.

Tren de actividades: El tren de actividades es una programación rítmica que permite optimizar los recursos mediante la repetición de las actividades, así mismo establece una secuencia lineal de las actividades, según la cual las cuadrillas de trabajo van avanzando unas tras otras a través de los sectores que fueron establecidos previamente. (Ver figura 06).

Figura 6: Modelo de flujo con Flujos Eficientes



Fuente: Capítulo Peruano LCI

Al aplicar las herramientas mencionadas se obtiene el flujo del sistema que se muestra en la figura anterior, en donde se tiene un flujo continuo y simétrico entre los procesos cumpliendo así con el segundo objetivo.

C. Lograr procesos eficientes

Con los objetivos anteriores cumplidos el tercer paso para lograr el sistema de producción efectivo que busca la filosofía Lean Construction es lograr que los procesos sean eficientes, lo cual se hará en base a la optimización de procesos con las herramientas que propone la filosofía Lean.

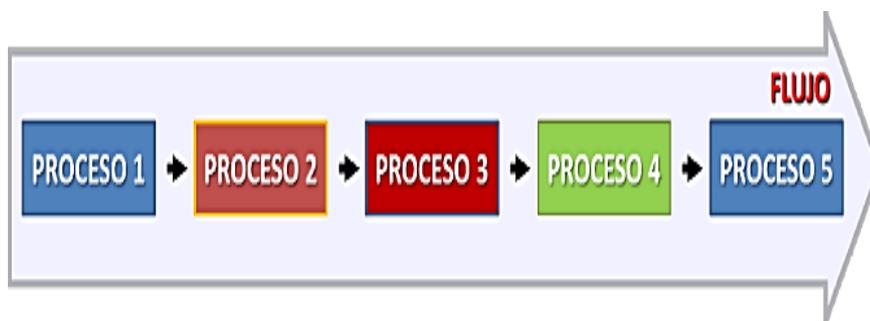
Como último paso para consolidar el sistema de producción efectivo que busca establecer la filosofía Lean Construction, se buscará optimizar los procesos para que estos sean eficientes, para esta etapa la filosofía lea propone las cartas de balance y el nivel general de actividad.

Optimización de Procesos: Para lograr optimizar los procesos primero se tiene que tener una impresión inicial de la forma en la que viene siendo ejecutados dichos procesos, esta medición se realiza mediante cartas de balance y nivel general de actividad, las cuales permiten conocer la distribución de los tiempos en cada

proceso, y a partir de los datos estadísticos que nos proporcionan, permiten adoptar medidas para optimizar cada uno de los procesos.

Al conseguir un adecuado dimensionamiento de los procesos y una mejor distribución de los recursos se logra disminuir considerablemente el desperdicio que se genera en cada uno de los procesos, y esto permite que todo el sistema de producción sea efectivo, ya que se tendrá un flujo de trabajo continuo con procesos eficientes y por lo tanto el flujo dentro del sistema también lo será. (Ver figura 07).

Figura 7: Modelo de flujo con Procesos Eficientes



Fuente: Capítulo Peruano LCI

2.2.9. IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

Porras Díaz, Hernán (2014), nos dice que Lean Construction no debe ser concebido como un modelo o sistema en el cual solo se siguen unos pasos, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción.

Una de estas herramientas “Lean” es la denominada Last Planner System o como se conoce actualmente en Latinoamérica Sistema del Último Planificador (SUP), desarrollada por Glenn Ballard y Greg Howell, con el objetivo de mejorar el proceso de programación de obra proponiendo la renovación del concepto de planificación de obra tradicional, en donde las actividades que se espera ejecutar son mayores que las que se pueden realmente hacerse en obra.

Lo que hace el SUP es considerar el conjunto de actividades que realmente pueden hacerse de una manera más específica para controlar más de cerca los impedimentos que eviten la ejecución de estas en obra, de esta forma la probabilidad de que las actividades programadas se lleven a cabo son muy altas y

como consecuencia la incertidumbre de no poderlas hacer disminuye y se evitan retrasos en la realización de los trabajos en obra.

Como parte del desarrollo de la filosofía Lean Construction en el marco de crear herramientas Lean para la mejora de la gestión en los proyectos de construcción, se crea el modelo de gestión LPDS (*Lean Project Delivery System*) o sistema de entrega de proyectos Lean, cuya misión es desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras.

LPDS fue desarrollado para abarcar todo el ciclo de vida de los proyectos desde el inicio hasta la entrega, y propone gestionar los proyectos de construcción considerando cinco fases y catorce módulos, utilizando conceptos y técnicas destinadas a maximizar el valor para el cliente y minimizar las pérdidas en la producción.

2.2.9.1. LEAN PROYECT DELIVERY SYSTEM (LPDS)

Porras Díaz, Hernán (2014), menciona que la ejecución integrada de proyectos o modelo IPD (Integrated Project Delivery), se basa en una alta colaboración entre el cliente, el proyectista y el contratista general, desde las fases iniciales del diseño hasta la puesta en marcha del edificio, enfocando sus objetivos a mejorar las relaciones del recurso humano en los proyectos constructivos mediante el cambio de los momentos en que los desarrolladores del proyecto intervienen en él para aumentar el nivel de comprensión del proyecto y acortar sus fases.

Al aplicar Lean Construction al modelo IPD se obtiene como resultado el sistema de ejecución de proyectos "Lean" LPDS (Lean Project Delivery System) o Sistema de Entrega de Proyectos Lean, el cual toma lo mejor de IPD y LC para alinear personas, sistemas, procesos de negocio y prácticas con el fin de aprovechar los talentos e ideas de los participantes para optimizar valor para el cliente, reducir residuos y maximizar la eficacia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

Un proyecto se define como el medio para conseguir la realización de una idea concebida. Esta es la forma fundamental de los sistemas de producción de fabricación repetitiva, y la construcción está incluida en estos sistemas de producción temporal, y se denomina "Lean" cuando

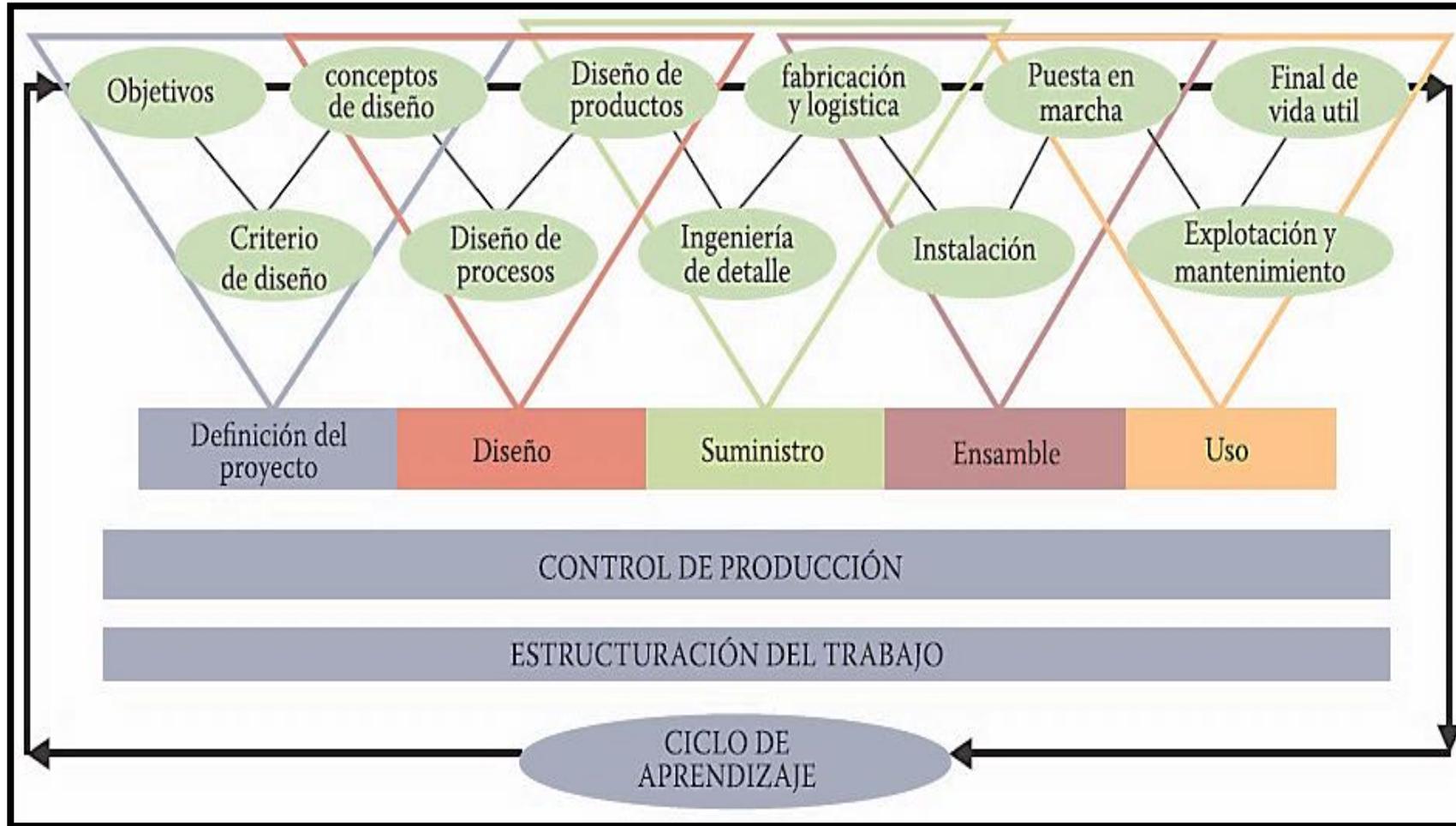
está hecho para entregar el producto en un tiempo que maximiza valor y minimiza residuos.

El objetivo principal del sistema LPD es desarrollar teorías, reglas y herramientas para la gestión de los proyectos. La gestión de proyectos “Lean” difiere de la gestión tradicional no solo en los objetivos perseguidos, las diferencias más notables son la estructura de las fases, la relación entre estas y quien participa en ellas.

Con el modelo LPD la filosofía Lean Construction abarca todo el ciclo de vida del proyecto de construcción, y al integrar la fase de diseño con la de producción, une todos los agentes que intervienen en un proceso continuo de colaboración, cuyo objetivo es generar valor al proyecto para el cliente.

A continuación en la figura 08, se muestra el modelo del LPDS el cual consta de 14 módulos, 11 de estos están organizados en 5 fases las cuales están interconectadas entre sí demostrando la interrelación de cada fase con las colindantes, además de 1 módulo de control de producción y uno de estructuración del trabajo, los cuales fueron concebidos para extenderse a través de todas las fases del proyecto, así como el módulo de aprendizaje continuo para ir aprendiendo de los errores cometidos en cada etapa de aplicación del LPDS al proyecto.

Figura 8: Sistema de Planificación Lean



Fuente: Lean Construction Institute

Entonces la estructura teórica observada en la gráfica anterior del sistema LPDS es muy diferente a la del sistema tradicional de ejecución de proyectos diseño-licitación-construcción, pues desarrolla el proyecto en fases más completas y pretende solucionar problemas que ocurren en el modelo tradicional.

En la fase de diseño por ejemplo generalmente los diseñadores plantean modelos sin saber muy bien lo que el cliente desea y al llegar la etapa de construcción cuesta mucho dinero arreglarlos, errores debido a falta de comunicación entre los involucrados en ambas fases. Lo que propone LPDS es la formación de un único equipo conformado por el cliente, arquitectos, constructores y otros jugadores importantes en la búsqueda de un objetivo común, y este sería el avance del proyecto para culminarlo en un mejor tiempo.

2.2.9.2. SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR (SUP)

A. Definición

El Sistema del Último Planificador fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en el marco de los objetivos de la filosofía Lean construction como un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la variabilidad en las obras de construcción y reducir la incertidumbre en las actividades programadas.

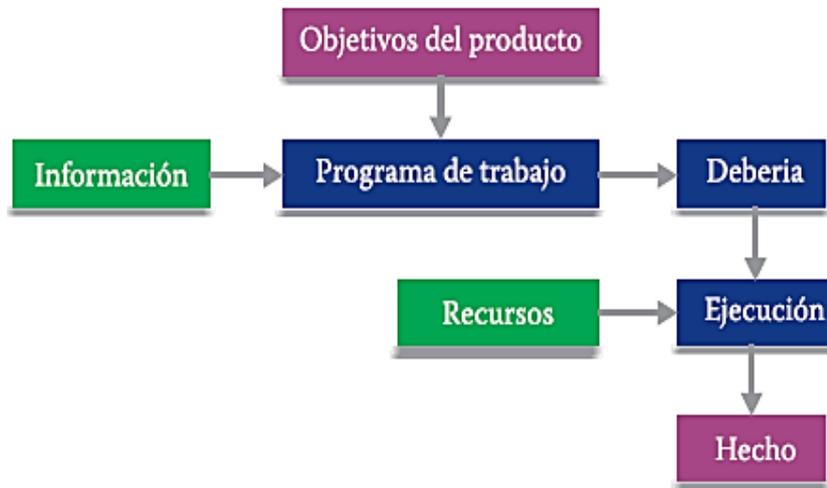
Porras Díaz, Hernán (2014), menciona que básicamente el SUP es un enfoque práctico en el cual los gerentes de construcción y los jefes de equipo colaboran para preparar planes de trabajo que pueden ser ejecutados con un alto grado de fiabilidad para mejorar la estabilidad del trabajo.

Así mismo menciona que el sistema propuesto por Ballard y Howell controla de una mejor forma la incertidumbre de la planificación esto debido a que logra convertir la planificación en un sistema, mide el desempeño del sistema de planificación y analizar e identificar los errores cometidos en la planificación.

La planificación tradicional con los métodos de ruta crítica no controla la variabilidad, en cambio el SUP, al agregar un componente de control de

la producción a la gestión tradicional de proyectos, puede entenderse como un mecanismo para la transformación de lo que debe hacerse en lo que se puede hacer, formando así planes de trabajos semanales a través de asignaciones. (Ver figura 09).

Figura 9: Sistema Tradicional de Planificación



Fuente: Koskela, L.- Application of the new production philosophy to construction

El último planificador es la persona o grupo responsable de la planificación operativa, es decir, de la estructuración del diseño de productos para facilitar un mejor flujo de trabajo y el control de las unidades de producción, lo que equivale a la realización de los trabajos individuales en el nivel operativo.

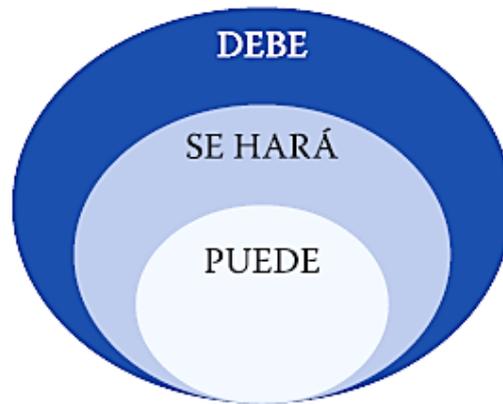
Este nuevo sistema de planificación presenta, además, un nuevo concepto sobre lo que realmente es planificar. Para el SUP planificar es determinar lo que debería hacerse para completar un proyecto y decidir lo que se hará teniendo en cuenta que debido a ciertas restricciones no todo puede hacerse.

El SUP contrasta con los conceptos actuales de planificación de los jefes de terreno, capataces y supervisores de ejecución de trabajo, puesto que estos tradicionalmente planifican en función de aquello que debe hacerse sin tener completa certeza de tener los recursos necesarios para llevarlo a la práctica.

Luis F. Alarcón (2011) establece este hecho gráficamente. Como se observa en la figura 10, los tres estados teóricos de la planificación son:

lo que se debe hacer, lo que se hará y finalmente lo que se puede hacer en obra.

Figura 10: Planificación Usual



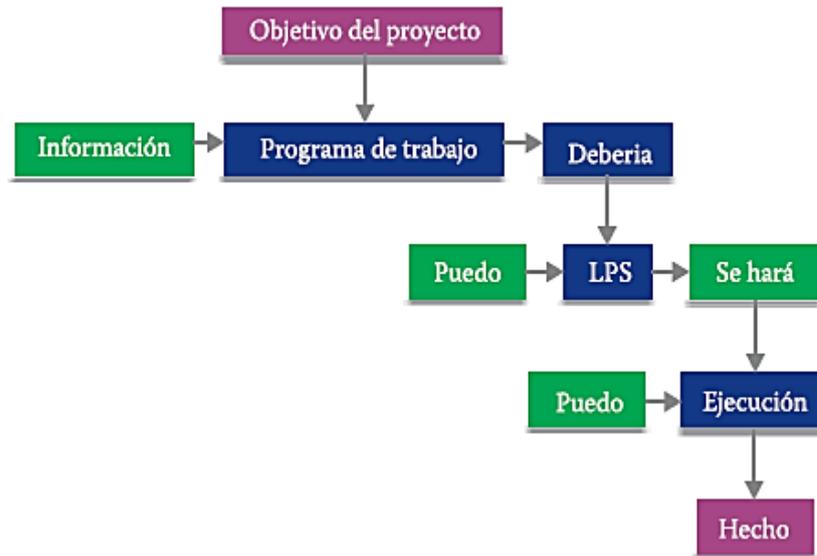
Fuente: Alarcón L.F.- Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas

Para mostrar que tradicionalmente las actividades que se espera ejecutar son mayores que las que se pueden realmente hacer, Alarcón las representa como tres conjuntos. Lo que aquí se ilustra es una de las principales fallas en la planificación tradicional, sencillamente porque el programa general del proyecto dice lo que debe hacerse, los administradores deciden lo que se hará y en el terreno realmente se ejecuta lo que puede hacerse.

Este investigador asegura que dicho esquema es poco adecuado para enfrentar la incertidumbre y variabilidad en la construcción, ya que la estructura en sí crea gran incertidumbre al no controlar las restricciones que pueden tener las actividades planificadas.

Para mejorar la selección de actividades que pueden hacerse y así tener plena confianza en que realmente se harán, Ballard propone el Sistema Último Planificador, modificando así el proceso de programación y el control de obra para aumentar la confiabilidad en la planeación e incrementar el desempeño en obra. El modelo de Ballard se muestra en la siguiente figura.

Figura 11: Sistema de Planificación Lean



Fuente: Koskela, L. - Application of the new production philosophy to construction

De esta forma el SUP controla de una manera más efectiva la ejecución de las actividades necesarias para completar el proyecto, asegurándose de que lo que se planea hacer en la obra realmente sea hecho y así evitar paros en obra que conllevan pérdidas de tiempo que retrasan el proyecto y se traducen en un detrimento económico.

Aseguran los expertos en el tema que el cambio provoca un mejoramiento en los flujos de trabajo y facilita un mejor control de la variabilidad de los proyectos de construcción.

Figura 12: Sistema de Planificación Lean



Fuente: Alarcón L.F. - Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas.

La implementación del nuevo concepto de planificación que establece la filosofía del Último Planificador se logra removiendo el error de la planificación usual, en donde el conjunto de las actividades que se harán

son mayores a las que realmente pueden hacerse; la diferencia entre los dos conjuntos planteados serán actividades que quedarán sin hacer, es decir los retrasos.

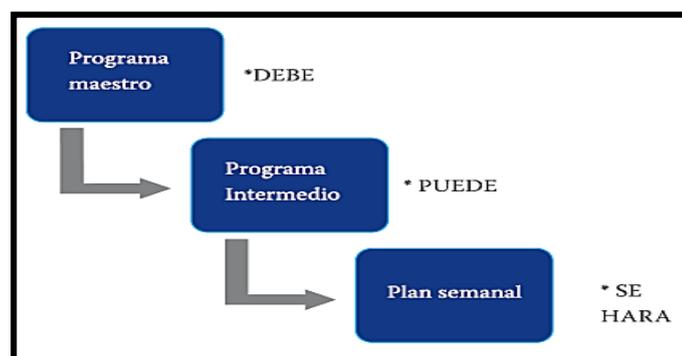
B. Estructura del SUP

La estructura del Sistema del Último Planificador se desarrolla en tres niveles distintos de planificación, desde lo más general hasta lo más específico planteando así un modelo de planificación en cascada que se basa en el principio del trabajo sistemático, donde la planificación se realiza en el nivel más bajo de jerarquía de planificadores es decir la última persona o grupo que tiene ver con la supervisión de los trabajos en obra (el último planificador).

La filosofía es asegurar que todos los requisitos previos necesarios para realizar un trabajo estén en su lugar antes de asignar las cuadrillas de trabajo a las actividades.

Ballard (1992) señala que todas las tareas tienen tres categorías: deben, pueden y se harán. Estas reflejan cada nivel de planificación de la siguiente manera. El programa maestro indica qué se debe realizar, el programa intermedio prepara el trabajo y realiza la revisión de las restricciones y el plan semanal programa una serie de actividades que pueden ejecutarse comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa. (Ver figura 13).

Figura 13: Sistema de Planificación Lean



Fuente: Botero, L. F., Álvarez, M. E. – Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción

2.2.9.3. HERRAMIENTAS LEAN DEL LPDS

El sistema de entrega de proyectos le ha desarrollado un total de 42 herramientas con la finalidad de aplicar las enseñanzas teóricas de esta filosofía al momento de ejecutar los trabajos.

Estas herramientas ayudan a crear un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de este. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Se trata de un enfoque por fases que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, la ejecución, el uso y el mantenimiento posterior del edificio.

El control de la producción, la estructuración del trabajo y el aprendizaje es algo que ocurre continuamente a lo largo de todo proyecto, y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que este avanza. (Pons Achell, Juan Felipe, 2014).

Tabla 4: Herramientas Lean del LPDS

LPDS	Numero	Herramienta	Fuente
DEFINICIÓN DEL PROYECTO	1	MATRIZ DE SELECCIÓN DEL EQUIPO DE DISEÑO	Pablo Orihuela et al 2011
	2	CUADERNO DE DISEÑO	Pablo Orihuela et al 2011
	3	MATRIZ DE NECESIDADES Y VALORES DEL INVERSIONISTA	Pablo Orihuela et al 2011
	4	MATRIZ DE NECESIDADES Y VALORES DEL USUARIO FINAL	Pablo Orihuela et al 2011
	5	BASE DE DATOS Y REPOSITORIOS	Ines Castillo 2014
	6	MATRIZ DE ALINEACIÓN DE PROPOSITOS	Pablo Orihuela et al 2011
	7	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)	Yoji Akao 1978
DISEÑO LEAN	8	REPORTE A3	Toyota
	9	ESTACIONAMIENTO	Cynthia Tsao et al 2002
	10	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	Carlos Formoso et a 1999
	11	TABLA DE ENTRADAS Y SALIDAS	Carlos Formoso et a 1999
	12	LISTA DE TAREAS	Luis Alarcón et a 1998
	13	LISTA DE CHEQUEO	Luis Alarcón et a 1998
	14	SOLICITUD DE INFORMACIÓN (RFI)	Grupo internacional de Lean Construction
	15	CONSTRUCTABILIDAD EN EL DISEÑO	Instituto de la industria de la construcción 1986
ABASTECIMIENTO LEAN	16	CENTROS LOGISTICOS	Iris Tommelein et al 2007
	17	5S	Toyota
	18	MATRIZ MULTICRITERIO	Pablo Orihuela et al 2008
	19	MAPEO DE LA CADENA DE VALOR	Toyota
	20	KANBAN	Toyota

EJECUCIÓN LEAN	21	FIRST RUN STUDIES	Instituto de la construcción lean
	22	NIVEL DE ACTIVIDAD	Alfredo Serpell 1990
	23	CARTA DE BALANCE	Alfredo Serpell 1990
	24	CUADRO COMBINADO DE TRABAJO ESTANDARIZADO	Nakagawa y Shimizu 2004
	25	POKA YOKE	Shingueo Shingo 1960
	26	MANUALES DE PROCESOS	Ines Castillo 2014
	27	ANDON	Toyota
	28	ONE TOUCH HANDLING	Glenn Ballard et al 2002
USO	29	EVALUACIONES POST-OCUPACIÓN	Instituto de la construcción lean
	30	MANUAL DEL CLIENTE	Ines Castillo 2014
	31	FORMULARIO DE ASISTENCIA TÉCNICA	Ines Castillo 2014
	32	PLAN DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	Cupertino et al 2011
	33	DIAGRAMA DE FLUJO Y TIEMPO DE ENTREGA DE LAS ACTIVIDADES	Cupertino et al 2011
CONTROL DE PRODUCCIÓN	34	PLANIFICACIÓN MAESTRA	Grupo internacional de Lean Construction
	35	PLANIFICACIÓN POR FASES	Glenn Ballard 2000
	36	LOOKAHEAD PLANNING	Glenn Ballard y Greg Howell 2004
	37	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	Glenn Ballard y Greg
	38	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO	Glenn Ballard y Greg
	39	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO	Glenn Ballard y Greg
	40	LINEAS DE BALANCE	Goodyear Tire & Rubber Company
TRABAJO ESTRUCTURADO	41	5 WHYS	Toyota
	42	BUFFERS	Grupo internacional de Lean Construction

Fuente: Inés Castillo, 2014.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

A. Método General o Teórico de la Investigación

En este estudio se utilizó el método científico de modo general, mediante el cual se aplicó un proceso destinado a explicar el fenómeno de la construcción de viviendas múltiples mediante la aplicación de ciertas metodologías, a través de la rigurosidad de los pasos del método científico se pudo establecer relaciones entre los hechos evaluados y enunciar conclusiones que expliquen la eficiencia y eficacia de dichas metodologías evaluadas, y así nos permitan obtener conocimientos y aplicaciones útiles al hombre.

Se aplicó el método científico como una forma planificada de trabajar durante la identificación de la problemática, el planteamiento de las preguntas de investigación, los objetivos del estudio, la identificación y medición de las variables, la sistematización de la información, la presentación de resultados, la identificación de conclusiones en base a todo el estudio realizado.

Las aplicaciones de esta serie de pasos ordenados nos sirven para determinar todas las características de los sucesos estudiados.

B. Método Específico

Los métodos específicos que se utilizaron fueron:

- **Método observacional:**

Se aplicó la observación para examinar atentamente a simple vista y con auxilio de ciertos instrumentos y herramientas las características del proceso de construcción de la obra en estudio.

- **Método descriptivo:**

Se aplicó el método descriptivo para especificar ciertas características de las diferentes fases del proceso de construcción de la obra en estudio a fin de identificar la productividad del mismo. En esta investigación se analizaron los datos reunidos para identificar las características de las fases aplicadas.

- **Método cuantitativo:**

Se aplicó el método cuantitativo puesto que se aplicó la estadística descriptiva para la medición de las características evaluadas.

3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a la apreciación de las variables evaluadas y al nivel del análisis de los resultados, el estudio es descriptivo, cuya finalidad es identificar las características de la aplicación de las herramientas Lean Construction y el efecto que dichas herramientas generan en el proceso constructivo.

3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo ya que no se manipularon las variables durante la construcción, solo se pretendió evaluar las diferentes características del proceso de aplicación de la metodología Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. TIPO DE DISEÑO UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN

El diseño será **no experimental**, de tipo **descriptivo simple**, ya que se recolectaron los datos sobre la base de una teoría, se sistematizó y resumió la

información de manera cuidadosa y luego se analizaron minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento de la aplicación de esta filosofía.

La gráfica de este diseño es:



Donde:

M = Muestra a evaluarse. (Etapas del proceso de la construcción)

O = Observaciones (Características de las variables de estudio)

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. POBLACIÓN

La población estuvo compuesta por todas las etapas constructivas que se efectuaron para culminar con la construcción de la obra Departamentos Multifamiliares “La Toscana”.

3.3.2. MUESTRA

Es la etapa de construcción del casco de la superestructura de la obra departamentos multifamiliares “La Toscana”, por ser esta la etapa en estudio del presente trabajo de investigación.

Tipo de muestra:

La muestra fue no probabilística, ya que no se aplicó el criterio del azar, sino el de conveniencia, debido a que en la Construcción de los departamentos multifamiliares “La Toscana” se aplicaron las herramientas de la filosofía Lean Construction, que son de interés para la evaluación en esta investigación.

Tamaño de muestra:

Las unidades de análisis evaluadas fueron:

- Tiempos Productivos: 3 veces por el Nivel General de Actividad y 2 veces por la Carta de Balance.
- Tiempo Contributorio: 3 veces por el Nivel General de Actividad y 2 veces por la Carta de Balance.

- Tiempo No Contributorio: 3 veces por el Nivel General de Actividad y 2 veces por la Carta de Balance.
- Rendimiento: 10 mediciones para la etapa del casco de la edificación.

Técnicas de muestreo:

Las técnicas de muestreo aplicadas fueron no probabilísticas, ya que estuvieron en función del interés de la investigación, por lo que se aplicó la técnica de juicio de expertos.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección aplicada fue la observación directa, con la que se percibió la realidad en las diferentes etapas de la construcción.

3.4.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos utilizados en la investigación para la recolección de datos, son las fichas de observación, aplicadas en las fases de construcción del casco de la edificación.

Los instrumentos aplicados para la recolección de la información, fueron:

- Formato de nivel general de actividad.
- Formato de la Carta de Balance.
- Formato de Informe Semanal de Producción

3.4.3. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Para el procedimiento estadístico se aplicó dos etapas:

A. Elaboración de la base de datos:

Una vez recolectada la información mediante el registro de observación directa, los datos fueron organizados sistemáticamente en una base de datos en la hoja de cálculo Excel.

B. procesamiento estadístico:

Al tratarse de una investigación descriptiva, se elaboraron tablas de frecuencia de las diferentes características evaluadas en el estudio y los gráficos respectivos, de los que se desprende las diferentes interpretaciones de esta investigación.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. ALCANCE DEL PROYECTO

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa “ALANIA INMOBILIARIA S.A.C”, está ubicada en el Jr. Julio C. Tello N°344, y viene prestando sus servicios en la ciudad de Huancayo desde el año 2000. Los servicios que brinda la empresa están direccionados al desarrollo y ejecución de proyectos de Ingeniería, Arquitectura, Mecánica y Eléctrica.

A. Actividades desarrolladas por la empresa

- Organizar el flujo de información del proyecto.
- Organizar y administrar el archivo de documentos como: Contrato General, Sub-contratos, Presupuesto, Valorizaciones, Adicionales, Pagos, Liquidaciones y toda correspondencia con el Cliente y Terceros, así como la documentación interna de gestión de obra.
- Realizar toda documentación y trámite necesario ante el propietario o cliente, a fin de cumplir con todo el reglamento interno de estos.
- Establecer estrategias de ejecución de proyectos y de asignación de recursos (personal, equipos, materiales, etc.)
- Aprobación del análisis de costos, presupuestos, planeamiento y programación de obras.
- Vista permanente de las obras en ejecución.

- Administrar los Sub-Contratos de obra en cuanto a contratos, avances, precios, valorizaciones (revisar y aprobar), adicionales y reclamos, pagos y liquidación.

B. Misión

Afirmarnos como una empresa sólida y orientada a prestar requerimientos especializados, buscando siempre el desarrollo integral e individual de cada ser humano que integre nuestro seno empresarial, y siempre preservando el cuidado del medio ambiente.

Tener como principio la entrega de obras en el momento indicado por nuestros clientes.

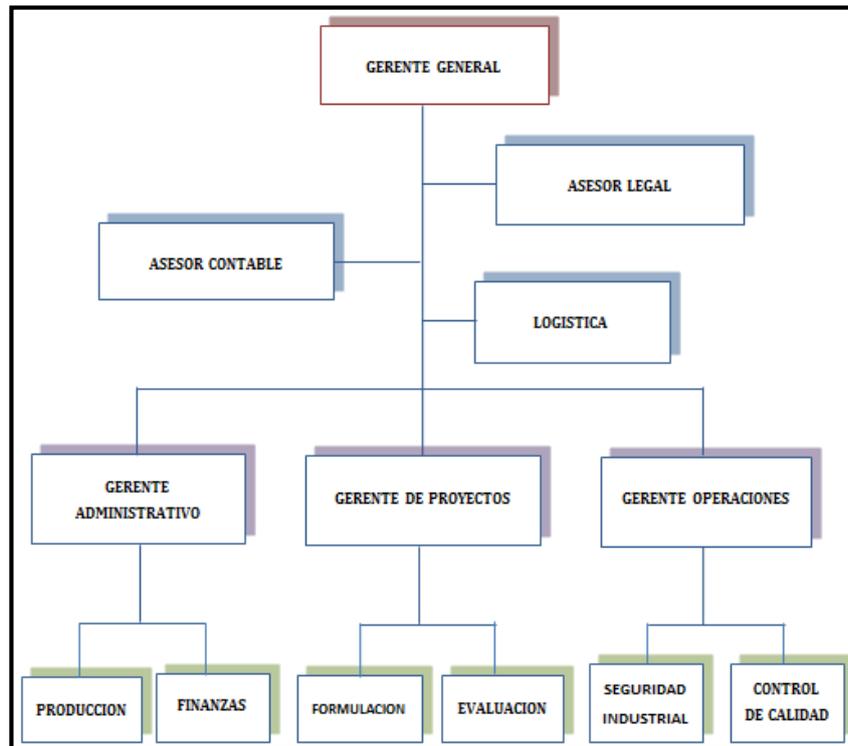
Poseer un equipo de trabajo técnico especializado, marcado por la integridad y ecuanimidad, el cual genera confianza, y seguridad duradera al momento de realizar sus labores de acuerdo a las especificaciones que nos da el cliente.

C. Visión

“Ser una empresa emprendedora, competitiva, sostenida y sustentable en el tiempo y líder a nivel nacional, ejecutando y entregando servicios de calidad. Reconocida por su capacidad en el cumplimiento de su compromiso con sus clientes, brindándoles confianza y seguridad”.

D. Organigrama de la Empresa

Figura 14: Organigrama de la Empresa



Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

4.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Departamentos Multifamiliares “La Toscana”, consta de un inmueble que se encuentra ubicado en el Jr. Libertad N°342, en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo. El edificio consta de una torre de 10 pisos más una azotea, en el cual se tiene un total de 20 departamentos amplios, cada uno de ellos con un área igual a 98.7 m².

Cada departamento consta de un dormitorio principal, dos dormitorios simples, sala, comedor, cocina, lavandería y dos servicios higiénicos. El proyecto está ubicado sobre un área de terreno de 302.08 m², y cuenta con un área construida igual a 2320.5 m².

Según el cronograma inicial el proyecto tiene una duración de 11 meses, iniciando la construcción en setiembre de 2014 y finalizando en julio de 2015. Este proyecto tiene un presupuesto de S/. 3'437,598 incluidos IGV y gastos generales.

Para la dirección y ejecución del proyecto se contó con un ingeniero residente, un ingeniero supervisor, un jefe de campo, un administrador, una prevención de riesgos, y un almacenero. Asimismo, se contó con personal obrero, se inició con un número de 25 personales, pero este fue incrementándose de acuerdo a la apertura de los frentes de trabajo, llegando a un número aproximado de 50 personas entre mano calificada y no calificada.

Figura 15: Elevación Frontal del Proyecto – Departamentos multifamiliares “La Toscana”



Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS APLICADAS

El IGLC (International Group of Lean Construction), en su modelo teórico LPDS, nos propone un total de 42 herramientas. Sin embargo la filosofía Lean en el Perú se viene desarrollando principalmente en 3 fases (Ejecución Lean, Control de producción y trabajo estructurado), ya que son las empresas constructoras las que vienen aplicándolas dentro de su campo de acción que es precisamente la ejecución de obras.

Por lo expuesto anteriormente y porque se quiere dar a conocer los resultados favorables de la aplicación de la filosofía lean en la productividad, es que se abordará estas tres etapas y específicamente se desarrollaran 10 de las 17 herramientas disponibles para estas fases. En este sentido hablaremos de la fase que representa la mayor inversión de dinero dentro

del ciclo de vida de un proyecto (fase de ejecución), y de la fase encargado de supervisar la producción en cada uno de los procesos (módulo de control de la producción).

Tabla 5: Herramientas Aplicadas

LPDS	Numero	Herramienta	Fuente	APLICADO
EJECUCIÓN LEAN	21	FIRST RUN STUDIES	Instituto de la construcción lean	SI
	22	NIVEL DE ACTIVIDAD	Alfredo Serpell 1990	SI
	23	CARTA DE BALANCE	Alfredo Serpell 1990	SI
	24	CUADRO COMBINADO DE TRABAJO ESTANDARIZADO	Nakagawa y Shimizu 2004	NO
	25	POKA YOKE	Shingueo Shingo 1960	NO
	26	MANUALES DE PROCESOS	Ines Castillo 2014	SI
	27	ANDON	Toyota	NO
	28	ONE TOUCH HANDLING	Glenn Ballard et al 2002	NO
CONTROL DE PRODUCCIÓN	34	PLANIFICACIÓN MAESTRA	Grupo internacional de Lean Construction	SI
	35	PLANIFICACIÓN POR FASES	Glenn Ballard 2000	NO
	36	LOOKAHEAD PLANNING	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	37	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	38	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	SI
	39	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO	Glenn Ballard y Greg Howell 2004	NO
	40	LINEAS DE BALANCE	Goodyear Tire & Rubber Company	NO
TRABAJO ESTRUCTURADO	41	5 WHYS	Toyota	NO
	42	BUFFERS	Grupo internacional de Lean Construction	SI

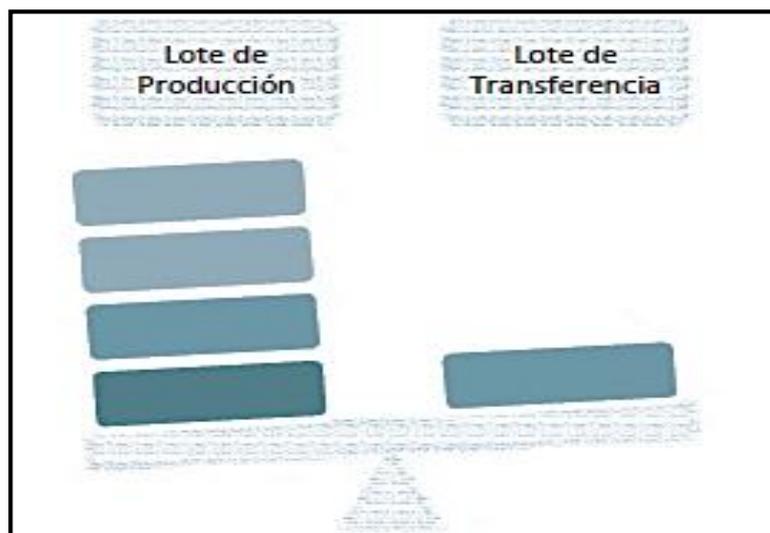
Fuente: Elaboración propia

4.2.1. SECTORIZACIÓN

Es el proceso mediante el cual se divide el área total de trabajo en áreas pequeñas llamados sectores. Cada área física tendrá que tener cantidades equivalentes de trabajo para así tener un flujo continuo entre los sectores que se definan. El metrado asignado al sector por cada partida deberá ser aquel que pueda ejecutarse en una jornada de trabajo.

La sectorización está relacionada con la teoría de lotes de producción (cantidad total de elementos a entregar en un proceso) y lotes de transferencia (cantidad de elementos que se va transfiriendo de un proceso a otro), con lo que se busca reducir la duración del ciclo de producción, así mismo con la sectorización se logra optimizar los flujos de trabajo, así como los recursos, lo que permitirá tener una mejora en la productividad.

Figura 16 Comparación Lotes de Producción vs. Lotes de Traslferencia



Fuente: Empresa Constructora Edifica

Con la división de la cantidad total de trabajo en áreas más pequeñas, se logra que cada una de las actividades sean efectuadas por el mismo personal obrero en más de una vez, lo que permite que las cuadrillas lleguen a especializarse en la labor que hacen y que el tiempo de ejecución del trabajo se reduzca (el resultado se observa en la curva de productividad y curva de aprendizaje), además la sectorización en la construcción permite que la planificación y el control sean más eficientes.

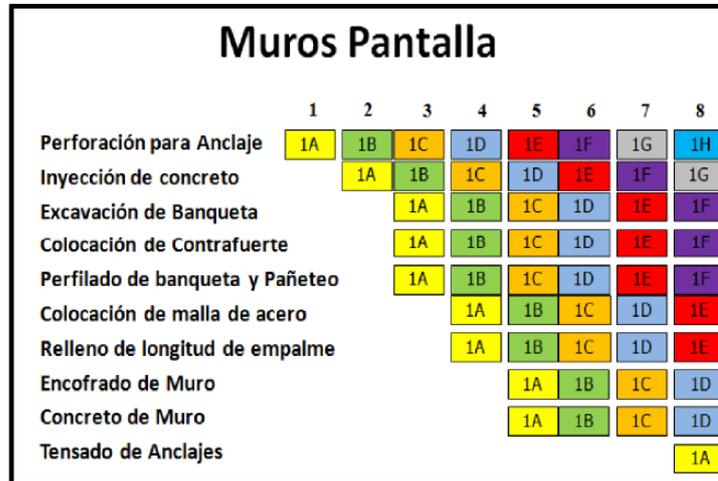
4.2.2. TREN DE ACTIVIDAD

El tren de actividades también conocida como programación rítmica, es una estrategia de ejecución que ayuda a optimizar las actividades repetitivas y secuenciales, utiliza una metodología similar al de las líneas de producción que se usan en las fábricas.

En la industria manufacturera para obtener un producto, este tiene que pasar por cada una de las estaciones de trabajo, experimentando cambios y transformaciones hasta lograr la transformación final. En el caso de la construcción no sucede del mismo modo, ya que el producto (que puede ser un edificio) no puede moverse y son las estaciones de trabajo las que recorren el producto, es así que nace el concepto de tren de actividades, según el cual las cuadrillas de trabajo van avanzando unas tras otras a través de los sectores que fueron establecidos. De

esta manera se busca eliminar las perdidas, y así lograr establecer un proceso continuo y ordenado de trabajo.

Figura 17: Ejemplo de tren de actividades en muros pantalla



Fuente: Empresa Constructora Edifica

Como principales ventajas de la aplicación de los trenes de trabajo se tiene:

- Incrementa la productividad
- Mejora la curva de aprendizaje
- Se puede saber lo que se avanzará y gastará en el día.
- Se puede saber el avance que se tendrá en un día determinado.
- Disminuye la cantidad de trabajos rehechos.

4.2.3. BUFFERS

Cuando se logra crear flujos de trabajos continuos con procesos eficientes, se tiene como resultado un sistema de producción efectivo que permite que podamos cumplir con los plazos de duración que se habían programado inicialmente para el proyecto. Los proyectos de construcción se caracterizan por ser complejos e inciertos y que presentan alta variabilidad, por ello el no poder controlar y manejar adecuadamente esta variabilidad, puede hacernos caer en incumplimiento de los plazos de entrega y mayores costos.

Aun cuando se hace uso del sistema del último planificador como un sistema de planificación y control de la producción, el cual reduce considerablemente los

efectos de la variabilidad de los tiempos de ejecución para el proyecto, existe aún una cierta variabilidad con respecto a las condiciones iniciales, las cuales no pueden ser controladas mediante esta herramienta y por ello se plantea el uso de los buffers, los cuales son dimensionados y localizados para que puedan absorber la variabilidad del sistema.

Los buffers se pueden catalogar como una especie de colchones que nos permiten amortiguar y reducir el impacto de la variabilidad en los proyectos. Es ideal tenerlo listo para usarlo en el momento que se necesita con la finalidad de evitar interrupciones en el flujo de producción, existen tres tipos de buffers:

Buffers de inventario: Nos sugiere que se debe tener una cantidad extra de materiales y/o equipos en stock, para que puedan ser utilizados en caso que el pedido de estos no llegue tiempo, para así evitar que el flujo se detenga por estos inconvenientes.

Buffers de tiempo: El buffer de tiempo ayuda a que el PPC (porcentaje de plan cumplido) de la programación semanal llegue a efectuarse con mayor probabilidad de éxito, y de esta manera no salirnos de los plazos establecidos.

La implementación de este tipo de buffer se puede dar considerando en la programación cinco días productivos por semana (de lunes a viernes), y utilizar el mediodía del sábado para terminar las tareas que no hayan podido ser completadas en esa semana. De esta manera se tiene una alta probabilidad de cumplir con la programación para cada semana.

Buffers de capacidad: El buffer de capacidad nos dice que debemos prever ciertas actividades como por ejemplo desencofrado de losa, encofrado y vaciado de veredas, en casos de que suscitara algún retraso en alguna otra partida crítica. De esta forma el personal que estaba asignado a ejecutar dicho trabajo no queda en el aire y sin un trabajo que realizar. El buffer de capacidad también nos permite colocar materiales excedentes, ya que el tener por ejemplo una vereda sin vaciar, esta puede ser llenada con el concreto excedente de alguna otra partida.

Los buffers son dimensionados y localizados para que puedan absorber la variabilidad del sistema, pero debemos de recordar que reducir el tamaño de los buffers es clave para reducir costos y tiempos. Por ello debemos de encontrar minimizar la variabilidad en los procesos de producción, pero con un mínimo costo posible asociado a los buffers.

4.2.4. MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Un manual de procedimientos es un instructivo, el cual se crea para que pueda brindar información detallada, ordenada, sistemática e integral sobre las distintas operaciones y actividades que se realizan durante un determinado proceso.

Permite conocer el funcionamiento interno, ubicación, requerimientos, así como los responsables para la ejecución de una tarea específica. El manual de procesos constructivos sirve para la capacitación del personal obrero, ya que describen en forma detalladas los pasos que se deben realizar, para completar una tarea.

En la industria de la construcción, existen muchos procedimientos constructivos que se realizan de acuerdo a la experiencia de las personas (trabajadores, maestros de obra), pero no siempre las personas coinciden en el tipo de pasos que se debe seguir durante un determinado proceso, lo que no quiere decir que el producto final no sea el correcto, si no que podrían existir procedimientos más eficientes que otros.

Los manuales de procedimientos constructivos, permiten estandarizar y normalizar la secuencia y los pasos que se deben de efectuar para culminar un trabajo, de esta manera se crea un “lenguaje en común” entre todos los trabajadores. Además de ello ayuda a que las personas encargadas de la supervisión puedan controlar de una manera más efectiva la calidad del proceso constructivo, para que el producto final se encuentre dentro de los rangos establecidos.

Tanto las empresas públicas como privadas pueden elaborar sus propios manuales de procedimientos constructivos, pero para que estos sean válidos deberán de cumplir con los estándares que nos exige el reglamento nacional de edificaciones.

4.2.5. PLANIFICACIÓN MAESTRA

Dentro de la planificación maestra se definirá de forma ordenada y secuencial, las etapas que serán necesarias para el desarrollo del proyecto. Así mismo se indicará las fechas en las cuales deben de ejecutarse estas etapas. El cronograma que se presenta debe ser lo más conciso evitando entrar en muchos detalles. Así, por ejemplo, podemos tener la fecha de inicio de excavaciones, vaciado de cimentación, inicio del casco de la súper-estructura, etc.

Esta programación sirve como punto de partida, para las otras programaciones a menor escala, tales como: La planificación Lookahead o planificación intermedia y

la planificación semanal. Para hacer el plan maestro se debe tener en cuenta la capacidad que tiene la empresa en obra, el capital humano con el que se cuenta, entre otros factores importantes.

4.2.6. PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD

Es la planificación que muestra las partidas que se piensan ejecutar en un futuro cercano, resulta de disgregar la planificación maestra y posee un alcance que suele estar entre 3 a 6 semanas, el número de semanas puede variar en función de la variabilidad y del tiempo que toma levantar las restricciones de cada proyecto.

Como su nombre lo explica el Lookahead (mirar adelante) tiene la finalidad de dirigir los esfuerzos de la construcción, no a controlar la programación para evitar errores, sino a prevenirlos gestionando lo necesario para las actividades que se esperan ejecutar en el futuro cercano, esto significa tomar acciones en el presente para obtener buenos resultados en el futuro.

Con la planificación Lookahead, no solo se busca tener una programación con las actividades a realizar en un periodo determinado, sino también prever los requerimientos que permitirán que estas actividades sean efectuadas con total normalidad. De esta manera se asegura que la programación semanal se pueda cumplir sin mayores contratiempos.

En la construcción suele existir variabilidad entre lo que se programa y lo que se ejecuta, a menudo se piensa que la variabilidad surge por factores externos que no podemos controlar, sin embargo, la mayoría de los factores que permiten que exista la variabilidad se dan por la mala planificación que se tiene y esto puede ser controlado por nosotros.

El Lookahead plan es actualizado cada semana y siempre identifica las actividades nuevas que ingresarán al plan, lo que permite controlar de manera anticipada una mala gestión de la mano de obra, materiales, equipos, información, etc., en la ejecución de alguna partida, lo que se busca entonces con esto es planificar la disponibilidad de los recursos para cuando realmente los necesitemos.

Según Ghio (2001) un porcentaje considerable de los factores que afectan la eficiencia y la productividad en las obras tienen como causa fundamental el no contar con los recursos necesarios en el momento que se requieren.

4.2.7. PLAN DE TRABAJO SEMANAL

Es la última planificación que se realiza antes de pasar a la etapa de ejecución. Para que una tarea sea incluida dentro de la programación semanal, debe de estar libre de cualquier restricción, de esta manera se garantiza que el trabajo que se programó para la semana sea desarrollado sin mayores inconvenientes. Es por ello que se dice que las actividades que nos presenta la programación semanal son actividades ejecutables.

Cada semana se mide el porcentaje del plan que se llegó a cumplir, de existir algún trabajo que no pudo ser culminado, se evalúan las causas que no permitieron que los trabajos se concluyan, y se propone medidas correctivas que nos permitirán mejorar en un futuro. Para cumplir con el plan de trabajo semanal se deben tener las siguientes consideraciones:

- Tener absueltas las restricciones vistas en la programación intermedia
- Definir convenientemente el trabajo que tiene que realizar cada una de las cuadrillas.
- Escoger correctamente la secuencia de los trabajos a realizar.
- Asignar correctamente los trabajos procurando que la información brindada sea comprendida por el personal obrero.

4.2.8. NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

Esta herramienta nos permite saber cómo se distribuye el tiempo durante la ejecución de las partidas, y a partir de ello conocer el porcentaje de Trabajo productivo, contributorio y no contributorio de toda la obra. De esta forma se obtiene un indicador de la eficiencia con que se están realizando los trabajos en obra.

Para conocer el nivel general de actividad se hace una medición de los trabajos que permiten completar cada una de las partidas. Es preciso recordar que para completar cualquier partida se efectúan tres tipos de trabajo (Serpell, 2002).

Trabajo Productivo (TP): Es aquel trabajo que aporta de forma directa a la producción.

Trabajo Contributorio (TC): Es aquel trabajo relacionado a las tareas necesarias, para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Trabajo de apoyo, pero que no aporta valor.

Trabajo No Contributorio (TNC): Es todo aquel trabajo que no genera valor, son actividades que no son necesarias y que generan pérdidas.

Con la aplicación de esta herramienta, se adquirirá información sobre la distribución del tiempo de todas las partidas analizadas, con la información obtenida se plantearán medidas para tener una mejor distribución de los tiempos, buscando aumentar el Trabajo Productivo, disminuir el Trabajo Contributorio y eliminar el Trabajo No Contributorio. Cabe mencionar que las mediciones para esta herramienta son puntuales. Según Serpell (1993) se debe hacer 384 mediciones puntuales como mínimo para tener una confiabilidad de un orden del 95%.

Antes de hacer las mediciones en campo, se debe definir las partidas que estarán consideradas en la evaluación, además se deberá clasificar los trabajos, en grupos de trabajo contributorio y trabajo no contributorio.

Las mediciones se efectuarán en los días en donde las labores se estén llevando con total normalidad (no situaciones atípicas), para así evitar resultados erróneos y que estén ajenos a la realidad.

Para realizar las mediciones de Nivel General de Actividad se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Establecer los tipos de trabajos (TP, TC, TNC), por cada una de las partidas que fueron incluidas en la evaluación.
- Ubicarse cerca de donde se está desarrollando los trabajos y en cuanto se visualiza a un trabajador, indicar en el formato de medición la partida que está ejecutando y el tipo de trabajo que está realizando para dicha partida en ese momento.
- Finalmente se computarizan el número de incidencias por cada tipo de trabajo, con lo que se llegará a conocer el porcentaje para cada tipo de trabajo.

4.2.9. CARTAS DE BALANCE

A diferencia del nivel general de actividad, la carta balance analiza una partida a la vez, de esta manera permite conocer la distribución del tiempo requerido para culminar dicha partida. Esta herramienta nos permite evaluar si el proceso constructivo que se está utilizando es el más indicado, y si realmente ayuda a cumplir con las metas establecidas, además sirve para realizar un adecuado dimensionamiento de la cuadrilla, y en general hacer mejoras en beneficio de la productividad.

Esta herramienta permite determinar si las cuadrillas que están siendo analizadas se encuentran correctamente balanceadas.

Para realizar una Carta Balance se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Definir la partida que se desea analizar y describir el proceso constructivo de la misma.
- Registrar e identificar al miembro de cada cuadrilla, así como la categoría de cada uno de ellos (Operario, oficial, ayudante).
- Identificar y clasificar los tipos de trabajos para la partida en evaluación.
- Apuntar en el formato de medición el tipo de trabajo que está realizando cada miembro de la cuadrilla
- De acuerdo a Serpell (1993) es necesario que la muestra no tenga menos de 384 observaciones puntuales, para obtener una confiabilidad no menor a 95%.
- Finalmente se procesan los resultados que nos permitirán conocer los porcentajes para cada tipo de trabajo y por cada trabajador.

4.2.10. INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN

Es una herramienta que permite medir la eficiencia de la planificación semanal en el cumplimiento de las tareas. Así el sistema de último planificador (LPS), verifica cuánto de lo que se programó, realmente se llegó a ejecutar en obra. El I.S.P es un documento por medio del cual se tiene conocimiento de los metrados ejecutados y las horas hombre (hh) que fueron utilizadas en la ejecución de cada una de las partidas programadas por cada día de trabajo, lo que permite tener un control permanente de los índices de productividad en obra.

Así mismo nos permite realizar las reprogramaciones en caso que no se hayan cumplido con las metas establecidas en las programaciones semanales, está claro que previo a ello se debe de evaluar las causas de incumplimiento, para así establecer medidas correctivas, de esta manera pasamos a establecer un círculo de mejora continua en cada proceso.

4.3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION

El presente trabajo de investigación se centra en la aplicación e implementación de las herramientas Lean en el proyecto Departamentos multifamiliares “La Toscana”, en las partidas comprendidas en la etapa de construcción del casco de la superestructura, por ser esta la etapa en estudio del presente trabajo de investigación. A su vez nos centraremos en las partidas de esta etapa que representan una mayor incidencia en el presupuesto.

A continuación, se explicará en forma detallada cómo es que se hizo la aplicación y desarrollo de cada una de las herramientas del proyecto en mención.

4.3.1. SECTORIZACIÓN

La sectorización es un proceso que antecede y a la vez permite formar los trenes de trabajo, la programación en sus distintos niveles y el dimensionamiento de las cuadrillas. Para poder iniciar con la sectorización se debe contar con el metrado de todas las partidas del proyecto, ya que a partir de ellos se podrá proponer un número tentativo de sectores.

Como ya mencionamos anteriormente la sectorización nos ayuda a tener un mayor control sobre las partidas en lo que compete a su producción, programación y calidad. El procedimiento para realizar la sectorización se describe a continuación:

- Se plantea un número tentativo de sectores, el cual depende de las extensiones del proyecto, de la cantidad de personal con el que se espera contar en obra y de las técnicas y procesos constructivos que se utilizarán en obra.
- Se verifica que el metrado de concreto en elementos verticales y horizontales asignado a cada sector, puedan ser ejecutados según la capacidad y alcance del proyecto.

- De cumplir con los dos anteriores pasos, se procese a delimitar los sectores en los planos, procurando balancear los metrados de las partidas que tienen una mayor incidencia en el presupuesto tales como encofrado de verticales y horizontales.
- Luego de ajustar la sectorización con los puntos indicados en el paso anterior, se procede a revisar que el metrado de las otras partidas también sean parecidas entre los sectores, de esta forma quedan establecidos los sectores para el proyecto.

Luego de describir y detallar los pasos para realizar la sectorización, a continuación, presentaremos la manera en que se realizó este proceso en el proyecto Departamentos Multifamiliares “La Toscana”.

Metrado de partidas y asignación de recursos

Como se mencionó anteriormente para iniciar con la sectorización se debe contar con el metrado de todas las partidas del proyecto, para poder dividir de forma proporcional cada sector. Luego de considerar cada uno de los criterios indicados en el primer paso del proceso de sectorización, se decidió dividir el proyecto en cinco sectores. A continuación, se presenta el metrado para cada sector, considerando las partidas que están inmersas en la construcción del caso de la obra, el metrado completo de todas las partidas se encuentra en la parte de anexos, y no pudo ser presentado en esta parte por la extensión de su contenido.

Asimismo, se presentará, conjuntamente con los metrados, el recurso que se asignó a cada una de las partidas, para esto se pensó en el número exacto de personas que serán necesarias para ejecutar cada una de las partidas (dimensionamiento de cuadrillas), lo cual nos permitirá cumplir con los rendimientos establecidos para el proyecto.

Tabla 6: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector “A”

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO POR SECTOR	N° OBREROS POR CUADRILLA			N° CUADRILLAS	VELOCIDAD	HORAS DE TRABAJO POR EMPLEARSE
				OP.	OF.	PE.			
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	kg.	697.5	1		0.5	2	350	7.97
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	m2	45.7	1		1	1	40	9.14
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	kg.	697.5	1		1	2	350	7.97
2.3.6.4	Encofrado de verticales	m2	45.7	1	1		4	13	7.03
2.3.6.5	Concreto en verticales	m3	5.14	2	2	3	1	14.5	2.84
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	kg.	553.2	1		0.5	2	280	7.90
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	m2	23.1		1	1	1	22	8.40
2.3.8.3	Encofrado de fondo de viga	m2	6.15	1		1	1	6	8.20
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	kg.	553.2	1	1		2	270	8.20
2.3.8.5	Encofrado de las tapas de vigas	m2	16.95	1		1	2	8	8.48
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	kg.	232.8		1	1	1	220	8.47
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	m2	31.85	1		1	3	55	1.54
2.3.9.3	Encofrado de losa	m2	31.85	1		1	3	13	6.53
2.3.9.4	Para ladrillos de techo	und.	272		1	2	1	1700	1.28
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	kg.	232.8		1	1	1	450	4.14
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	m3	6.9	2		5	1	22	2.51

Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

Tabla 7: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector “B”

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO POR SECTOR	N° OBREROS POR CUADRILLA			N° CUADRILLAS	VELOCIDAD	HORAS DE TRABAJO POR EMPLEARSE
				OP.	OF.	PE.			
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	kg.	675.7	1		0.5	2	350	7.72
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	m2	37.9	1		1	1	40	7.58
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	kg.	675.7	1		1	2	350	7.72
2.3.6.4	Encofrado de verticales	m2	37.9	1	1		4	13	5.83
2.3.6.5	Concreto en verticales	m3	4.14	2	2	3	1	14.5	2.28
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	kg.	530.6	1		0.5	2	280	7.58
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	m2	21.4		1	1	1	22	7.78
2.3.8.3	Encofrado de fondo de viga	m2	5.12	1		1	1	6	6.83
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	kg.	530.6	1	1		2	270	7.86
2.3.8.5	Encofrado de las tapas de vigas	m2	16.32	1		1	2	8	8.16
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	kg.	204.7		1	1	1	220	7.44
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	m2	31.15	1		1	3	55	1.51
2.3.9.3	Encofrado de losa	m2	31.15	1		1	3	13	6.39
2.3.9.4	Para ladrillos de techo	und.	263		1	2	1	1700	1.24
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	kg.	204.7		1	1	1	450	3.64
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	m3	5.51	2		5	1	22	2.00

Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

Tabla 8: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector “C”

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO POR SECTOR	N° OBREROS POR			N° CUADRILLAS	VELOCIDAD	HORAS DE TRABAJO POR EMPLEARSE
				OP.	OF.	PE.			
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	kg.	669.4	1		0.5	2	350	7.65
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	m2	34.6	1		1	1	40	6.92
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	kg.	669.4	1		1	2	350	7.65
2.3.6.4	Encofrado de verticales	m2	34.6	1	1		4	13	5.32
2.3.6.5	Concreto en verticales	m3	3.86	2	2	3	1	14.5	2.13
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	kg.	522.5	1		0.5	2	280	7.46
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	m2	19.8		1	1	1	22	7.20
2.3.8.3	Encofrado de fondo de viga	m2	4.98	1		1	1	6	6.64
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	kg.	522.5	1	1		2	270	7.74
2.3.8.5	Encofrado de las tapas de vigas	m2	14.82	1		1	2	8	7.41
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	kg.	196.8		1	1	1	220	7.16
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	m2	30.2	1		1	3	55	1.46
2.3.9.3	Encofrado de losa	m2	30.2	1		1	3	13	6.19
2.3.9.4	Para ladrillos de techo	und.	260		1	2	1	1700	1.22
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	kg.	196.8		1	1	1	450	3.50
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	m3	5.22	2		5	1	22	1.90

Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

Tabla 9: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector “D”

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO POR SECTOR	N° OBREROS POR			N° CUADRILLAS	VELOCIDAD	HORAS DE TRABAJO POR EMPLEARSE
				OP.	OF.	PE.			
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	kg.	663.5	1		0.5	2	350	7.58
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	m2	33.2	1		1	1	40	6.64
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	kg.	663.5	1		1	2	350	7.58
2.3.6.4	Encofrado de verticales	m2	33.2	1	1		4	13	5.11
2.3.6.5	Concreto en verticales	m3	3.75	2	2	3	1	14.5	2.07
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	kg.	511.8	1		0.5	2	280	7.31
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	m2	18.4		1	1	1	22	6.69
2.3.8.3	Encofrado de fondo de viga	m2	4.2	1		1	1	6	5.60
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	kg.	511.8	1	1		2	270	7.58
2.3.8.5	Encofrado de las tapas de vigas	m2	14.2	1		1	2	8	7.10
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	kg.	188.5		1	1	1	220	6.85
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	m2	29.71	1		1	3	55	1.44
2.3.9.3	Encofrado de losa	m2	29.71	1		1	3	13	6.09
2.3.9.4	Para ladrillos de techo	und.	255		1	2	1	1700	1.20
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	kg.	188.5		1	1	1	450	3.35
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	m3	4.8	2		5	1	22	1.75

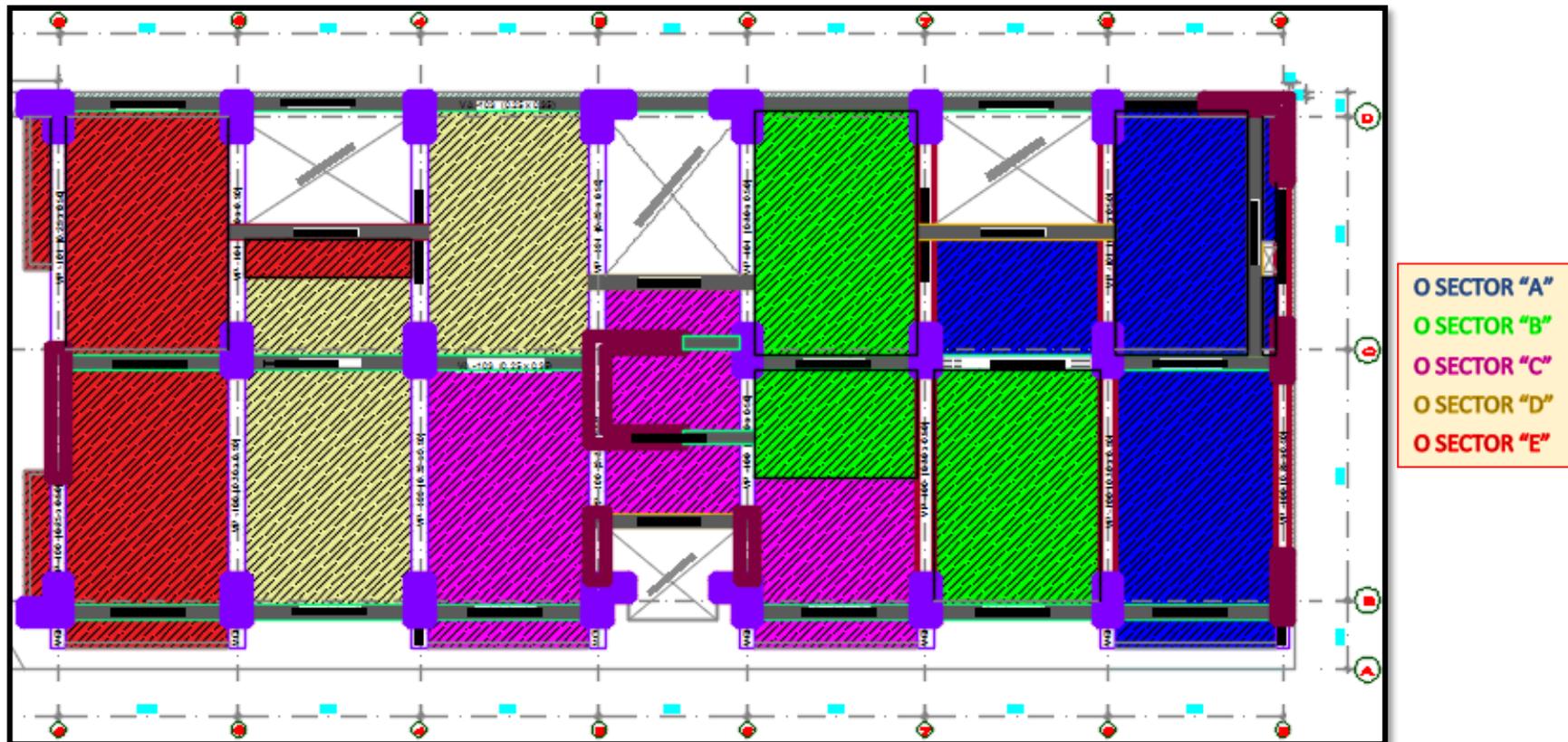
Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

Tabla 10: Metrado y Dimensionamiento de Cuadrilla Sector “E”

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	METRADO POR SECTOR	N° OBREROS POR			N° CUADRILLAS	VELOCIDAD	HORAS DE TRABAJO POR EMPLEARSE
				OP.	OF.	PE.			
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	kg.	671.7	1		0.5	2	350	7.68
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	m2	35.4	1		1	1	40	7.08
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	kg.	671.7	1		1	2	350	7.68
2.3.6.4	Encofrado de verticales	m2	35.4	1	1		4	13	5.45
2.3.6.5	Concreto en verticales	m3	4.02	2	2	3	1	14.5	2.22
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	kg.	527.2	1		0.5	2	280	7.53
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	m2	20.4		1	1	1	22	7.42
2.3.8.3	Encofrado de fondo de viga	m2	5.1	1		1	1	6	6.80
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	kg.	527.2	1	1		2	270	7.81
2.3.8.5	Encofrado de las tapas de vigas	m2	15.31	1		1	2	8	7.66
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	kg.	198.4		1	1	1	220	7.21
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	m2	31.41	1		1	3	55	1.52
2.3.9.3	Encofrado de losa	m2	31.41	1		1	3	13	6.44
2.3.9.4	Para ladrillos de techo	und.	260		1	2	1	1700	1.22
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	kg.	198.4		1	1	1	450	3.53
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	m3	5.43	2		5	1	22	1.97

Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

Figura 18: Plano de sectorización - Planta Típica



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. TREN DE ACTIVIDADES

Lo que se espera con la aplicación de estas herramientas es que las actividades estén conectadas como lo están los vagones, una detrás de otra (de aquí viene el término tren). Con ello se busca generar una relación de dependencia entre las actividades, lo cual nos permitirá reducir las holguras mediante la conversión de todas las actividades del tren en críticas.

Todas las cuadrillas de trabajo asignadas a cada partida son consideradas como una estación de trabajo, dichas estaciones deben de encontrarse balanceadas en capacidad y demanda de tal forma que cada día produzcan el mismo volumen de producción.

La programación lineal a diferencia de otras técnicas de programación como el CPM, está basada en lograr volúmenes de producción similares para cada día. De esta forma se logra eliminar las holguras que por definición generan pérdidas, no obstante, existe el peligro de que, al no contar con holguras, el retraso de una partida provocará que el resto de partidas sufran el mismo efecto.

Sin embargo, en el camino para obtener mejores resultados de eficiencia y productividad tenemos que asumir mayores riesgos calculados, y una estrategia que nos permitirá cumplir con las metas será el uso de los buffers, el cual está siendo utilizado en la programación del proyecto. A continuación, se describe las partidas involucradas en la construcción del casco, las cuales están ubicadas por cada día de trabajo:

- **Primer día**
Habilitación de acero en verticales
- **Segundo día**
Habilitación de encofrado para verticales
- **Tercer día**
Colocación de acero en verticales
- **Cuarto día**
Encofrado de verticales
Concreto en verticales
Habilitación de acero en vigas

Habilitación para encofrado para vigas

- **Quinto día**

Encofrado de fondo de viga

Colocación de acero en vigas

- **Sexto día**

Encofrado de tapas de viga

Habilitación de acero en losa

Habilitación para encofrado de losa

Encofrado de losa

- **Séptimo día**

Colocación de ladrillos de techo

Colocación de acero en losa

Instalación de IIEE y IISS

Concreto en vigas y losas

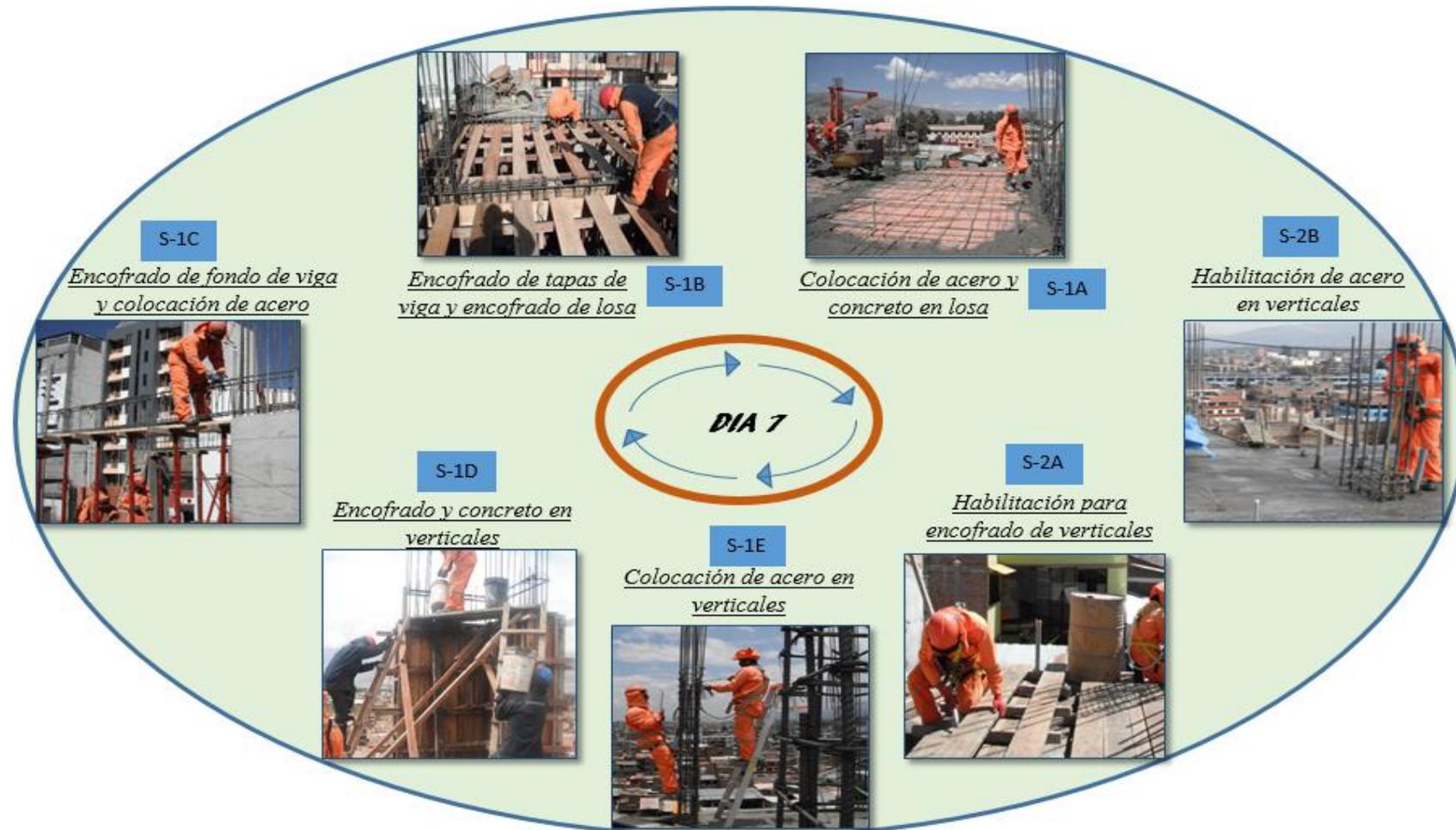
Figura 19 Tren de Actividades

TREN DE ACTIVIDADES							
SUPERESTRUCTURA	DIAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Habilitación de acero - verticales	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B
Hab. para encofrado - verticales		1A	1B	1C	1D	1E	2A
Colocación de acero en verticales			1A	1B	1C	1D	1E
Encofrado de verticales				1A	1B	1C	1D
Concreto en verticales				1A	1B	1C	1D
Habilitación de acero - vigas				1A	1B	1C	1D
Hab. para encofrado - vigas				1A	1B	1C	1D
Encofrado de fondo de vigas					1A	1B	1C
Colocación de acero en vigas					1A	1B	1C
Encofrado de tapas de vigas						1A	1B
Habilitación de acero - losa						1A	1B
Hab. para encofrado - losa						1A	1B
Encofrado de losa						1A	1B
Para ladrillos							1A
Colocación de acero en aligerado							1A
Instalación de IISS Y IIEE							1A
Concreto en losa y vigas							1A

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se presenta un gráfico que nos permitirá comprender de una manera más clara la forma en la que las cuadrillas van avanzando una tras otra por cada uno de los sectores:

Figura 20 Tren de Actividad para 7 Días



Fuente: Elaboración propia

4.3.3. MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

La implementación de esta herramienta fue mediante una serie de capacitaciones que fueron dirigidas al personal obrero, con el fin de garantizar que los trabajos cumplan con los estándares de calidad, y para que sean ejecutados mediante procedimientos constructivos eficientes.

Estas capacitaciones se efectuaban antes de dar inicio con las labores del día, cumpliendo con una duración aproximadamente de quince minutos. Las fechas en las que se efectuarían las capacitaciones dependían del ingeniero de campo y del maestro de obra, por ser estas las personas encargadas de dictar estas capacitaciones.

La secuencia de los temas a desarrollar en las capacitaciones, era en concordancia con lo que se venía ejecutando en obra, así, por ejemplo: Cuando se iba a iniciar con la partida de encofrado de vigas, la capacitación estaba referida a esta partida, de esta forma el personal se encontraba preparado para hacer su trabajo poniendo en práctica todo lo que aprendió en la jornada de capacitación.

Fotografía 1: Capacitación del personal obrero sobre Procesos Constructivos



Fuente: Elaboración propia

A manera de ejemplo: Se presenta a continuación el proceso constructivo que se elaboró para la partida de encofrado de losa aligerada:

Partida

Encofrado de losa aligerada

Objetivo

Establecer el procedimiento para realizar el encofrado de losa aligerada.

Equipos y Herramientas

Cortadora de madera

Martillo

Flexómetro

Cordel

Nivel de mano

Pata de cabra

Cizalla

Equipos de protección

Guantes flexibles

Lentes

Uniforme completo

Protector

Zapatos de seguridad

Arnés de seguridad

Procedimiento

Limpiar la zona de trabajo

Despejar de manera integral la zona de trabajo, de tal manera que se pueda transitar y consolidar cada uno de los trabajos que se tienen planeados ejecutar.

Trasladar los materiales al lugar de trabajo

Contabilizar tanto el número de tablas y puntales que se requerirá para encofrar, luego transportar estos materiales lo más cercano que se pueda al lugar donde se efectuará el encofrado.

Habilitar la madera

Verificar en los planos el sentido de la losa aligerada, para luego medir en esa dirección la luz libre entre las caras interiores de las vigas peraltadas, sobre las cuales se apoyará la losa. Ubicar sobre una superficie plana las tablas, las cuales deben de estar limpias y sin clavos. Conociendo la distancia y con la ayuda de la maquina cortadora de madera, trozar la madera a la medida indicada.

Asegurar perímetro de trabajo

Con una cinta y/o malla de seguridad delimitar el área en la cual se iniciará a trabajar, así mismo por tratarse de un trabajo en altura, la persona que está a cargo del encofrado tendrá que utilizar un arnés de seguridad para poderse enganchar en todo momento a la línea de vida (soga reforzada), el cual a su vez se encontrará sujeta a las columnas que forman parte del perímetro de trabajo.

Estabilizar las soleras

Sobre una superficie plana unir un pie derecho (puntal metálico) a cada extremo de una solera, de tal manera que se forme una especie de arco entre ellos, de esta forma preparar todas las soleras que se requerirá en el encofrado. Luego de terminar de preparar todas las soleras, levantarlas de tal manera que la solera se encuentre suspendida en el aire por los puntales, una a una serán ubicadas en dirección trasversal al sentido de la losa, y serán clavadas a un listón para separarlas unas de otras a una distancia de 80 cm como máximo.

Entablar el área que se está encofrando

En forma ordenada colocar una tabla a la vez en la dirección que irá el aligerado, y luego de verificar su ubicación clavarla con las soleras para darle estabilidad. Al momento de entablar se considerará una distancia entre los ejes de las tablas de 40 cm. Por ser esta la distancia en la que se ubicarán las viguetas.

Rellenar los puntales

En forma ordenada clavar los puntales a lo largo de las soleras para proporcionarles una mayor sostenibilidad, se debe considerar que la distancia entre puntales no debe ser mayor a 1 metro.

Nivelar el encofrado

Verificar que los niveles que nos servirán de referencia estén en la altura correcta, luego tender un cordel bien tensado sobre el entablado en el mismo sentido de las

soleras, y nivelar la parte del centro al nivel de los niveles de referencia que se encuentran en las partes laterales.

Asegurar los puntales

Luego de terminar con el nivelado, verificar que todos los puntales continúen en su lugar y que se encuentren estables, de lo contrario cuñar y asegurarlo para que no vuelva a moverse.

4.3.4. PLANIFICACIÓN MAESTRA

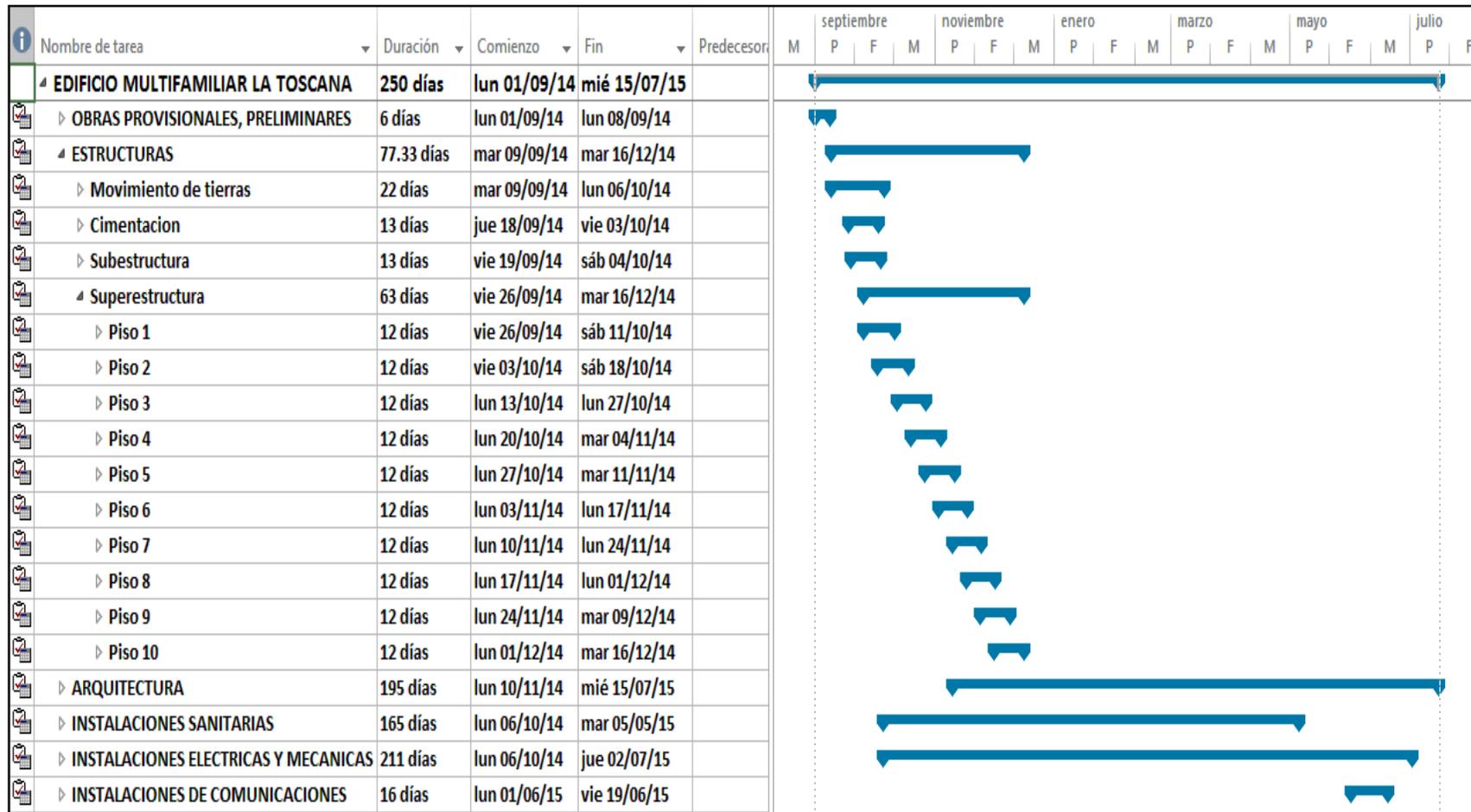
Para el proyecto Departamentos Multifamiliares “La Toscana”, se elaboró un plan maestro, en el que se señala los acontecimientos más resaltantes e importantes para la consolidación del mismo.

En esta programación se definió todas las etapas que permitirán culminar el proyecto, así mismo se estableció la secuencia en la que serán ejecutadas cada una de ellas.

Las fechas que se muestran tanto de inicio como de culminación de las etapas pueden presentar ciertas variaciones a la hora de ser ejecutadas, esto se debe básicamente a que en obra pueden presentarse algunas situaciones no esperadas, (inasistencia del personal, eventos climatológicos adversos); sin embargo, el personal a cargo de la planificación, tendrá que estar atento para proponer medidas que permitan corregir posibles desajustes en la programación.

Según nuestro plan maestro el proyecto iniciará el 01/09/14, y culminará el 16/07/15. De esta forma se estima que el tiempo de ejecución para el proyecto será de 11 meses. Para el caso de la construcción del casco de la súper-estructura se estima que inicie el 25/09/14 y culmine el 16/12/2014. A continuación, se muestra el plan maestro para el proyecto Departamentos Multifamiliares “La Toscana”:

Figura 21: Planificación Maestra- Proyecto Departamento Multifamiliar “LA TOSCANA”



Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

4.3.5. PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD

A diferencia de la planificación maestra, que es una programación para todo el proyecto, la planificación lookahead es una programación con un alcance limitado (cuatro semanas para el proyecto), es una programación que identifica todas las actividades que se espera ejecutarse en las próximas semanas.

Con la aplicación de esta herramienta se pretende dar un respaldo a la planificación para que el flujo de trabajo no se trunque por algo que no se proveyó en su momento, y así lograr disminuir las horas muertas (tiempo no contributivo), durante la ejecución de las partidas. En esta programación podremos ver como se forman los trenes de actividades y como el trabajo va avanzando a través de los sectores para luego avanzar piso por piso.

Como se mencionó anteriormente con la aplicación de esta herramienta no solo se busca conocer las tareas que se ejecutarán en un futuro cercano, sino también lograr identificar los materiales, mano de obra, trabajos previos por cumplir, etc., que serán necesarios para ejecutar cada una de las partidas, lo que permite que cuando llegue el momento de hacer una determinada tarea, no exista algo que nos impida cumplir con este propósito.

Estos requerimientos son presentados en un cuadro de análisis de restricciones, el cual forma parte del Lookahead y además es quien le permite crear una especie de escudo que ayuda a aislar y controlar los efectos de la variabilidad del entorno.

En la construcción suele existir variabilidad entre lo que se programa y lo que se ejecuta, a menudo se piensa que la variabilidad surge por factores externos que no podemos controlar, sin embargo, la mayoría de los factores que permiten que exista la variabilidad ocurren por la mala planificación que se tiene y esto puede ser controlado por nosotros.

En la construcción generalmente se piensa que la variabilidad que surge entre lo que se programa y lo que realmente se llega a ejecutar se debe a factores externos que no podemos controlar, no obstante, la mayoría de esa variabilidad sucede por la mala planificación que se tiene, en ese sentido esta herramienta, mediante el análisis de restricciones, nos ayudará a aumentar la confiabilidad en los procesos de planificación y programación.

Según la Pontificia Universidad Católica de Chile (GEPUC), las restricciones se clasifican en 11 categorías diferentes según lo muestra la siguiente tabla:

Figura 22: Tipos de Restricciones

TIPOS DE RESTRICCIONES		
N°	Codigo	Descripcion
1	MAT	Materiales
2	DIS	Diseño
3	MO	Mano de obra
4	INS	Inspeccion
5	DOC	Documentacion
6	EQ	Equipos
7	HZT	Habilitacion frente de trabajo
8	SEG	Seguridad
9	AMB	Ambiental
10	SC	Subcontratos
11	OTRO	Otros

Fuentes: Pontificia Universidad Católica de Chile (GEPUC)

A continuación, se presenta la planificación lookahead de la semana 09 a la semana 12, en donde se muestra las actividades a desarrollarse en cada uno de los sectores (A, B, C, D y E), y por cada uno de los niveles (del primero al décimo), asimismo se presenta el cuadro de análisis de restricciones, el cual permitirá reducir los efectos de la variabilidad del entorno y otorgar confiabilidad a los procesos de planificación y programación.

Figura 23: Planificación Lookahead – Semana 09 a la Semana 12

PLANIFICACION LOOKAHEAD																		ALANIA INMOBILIARIA S.A.C											
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA																		ELAB. POR:											
SEMANA: 09 AL 12																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 09 (27 de Oct. al 01 de Nov.)							SEMANA 10 (03 al 08 de Nov.)							SEMANA 11 (10 al 15 de Nov.)							SEMANA 12 (17 al 22 de Nov.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
SUPERESTRUCTURA																													
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E			8A	8B	8C	8D	8E		
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D			7E	8A	8B	8C	8D		
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	4D	4E	5A	5B	5C			5D	5E	6A	6B	6C			6D	6E	7A	7B	7C			7D	7E	8A	8B	8C		
2.3.6.4	Encofrado de verticales	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.6.5	Concreto en verticales	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas	4B	4C	4D	4E	5A			5B	5C	5D	5E	6A			6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A		
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	4B	4C	4D	4E	5A			5B	5C	5D	5E	6A			6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A		
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.3	Encofrado de losa	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.4	Para ladrillos	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
2.3.9.6	Instalacion de ISSY IEE	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
MUROS Y TABIQUERIAS																													
3.1.2.1	Acarreo de ladrillos-muros de cabeza														1A	1B	1C	1D	1E			2A	2B	2C	2D	2E			
3.1.2.2	Colocacion -muros de cabeza															1A	1B	1C	1D			1E	2A	2B	2C	2D			
3.1.2.3	Acarreo de ladrillos-muros de sog															1A	1B	1C	1D			1E	2A	2B	2C	2D			
3.1.2.4	Colocacion -muros de sog																1A	1B	1C			1D	1E	2A	2B	2C			
3.1.2.5	Instalacion de salidas y conductos IIEE																	1A	1B			1C	1D	1E	2A	2B			
3.1.2.6	Instalacion de salidas ISS																	1A	1B			1C	1D	1E	2A	2B			

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Figura 24: Análisis de Restricciones para la Planificación Lookahead.

PLANIFICACION LOOKAHEAD - RESTRICCIONES/ RECURSOS		ALANIA INMOBILIARIA S.A.C																												
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA		ELAB. POR:																												
SEMANA: 09 AL 12																														
FECHA:																														
ITEM	ACTIVIDAD/RESTRICION/RECURSO	RESPONSABLE	MANA 09 (27 de Oct. al 01 de Nov)							SEMANA 10 (03 al 08 de Nov.)							SEMANA 11 (10 al 15 de Nov.)							SEMANA 12 (17 al 22 de Nov.)						
			L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
			27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
SUPERESTRUCTURA																														
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales		5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E			8A	8B	8C	8D	8E		
	Tener plano estructural y de detalles	Ing. Campo																												
	Maquina cortadora en optinas condiciones	Almacen G.																												
	Acero estructural en obra	Almacen G.					X						X						X							X				
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales		4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D		6E	7A	7B	7C	7D			7E	8A	8B	8C	8D			
	Contar con madera para encofrado	Almacen G.																												
	Maquina cortadora en optinas condiciones	Encargado E.																												
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales		4D	4E	5A	5B	5C			5D	5E	6A	6B	6C		6D	6E	7A	7B	7C			7D	7E	8A	8B	8C			
	Estribos y acero longitudinales habilitados	Cuadrilla E.																												
	Alambre # 16, andamio, equipos de seguridad	Almacen G.			X									X					X								X			
2.3.6.4	Encofrado de verticales		4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B			
	Tener preparados los tableros	Cuadrilla E.																												
	Colocacion de acero en verticales culminado	Cuadrilla E.																												
	Alambre #8, andamios, clavos	Almacen G.		X							X							X								X				
2.3.6.5	Concreto en verticales		4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B			
	Solicitar permiso para uso de agua potable	Ing. Residente																												
	Compra de combustible - grupo electrogeno	Encargado E.	X							X						X							X							
	Aditivo para curar	Ing. Campo																												
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas		4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B			
	Tener plano estructural y de detalles	Ing. Campo																												
	Maquina cortadora en optinas condiciones	Almacen G.																												
	Acero estructural en obra	Almacen G.		X							X			X				X							X					
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas		4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B			
	Contar con madera para encofrado	Almacen G.																												
	Maquina cortadora en optinas condiciones	Encargado E.																												
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas		4B	4C	4D	4E	5A			5B	5C	5D	5E	6A		6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A			
	Tener marcado el nivel para altura de techo	Maestro Obra																												
	Alambre #8 y # 16, andamios, clavos	Almacen G.																												
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas		4B	4C	4D	4E	5A			5B	5C	5D	5E	6A		6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A			
	Tener estribos y acero de refuerzo habilitados	Cuadrilla E.																												
	Alambre # 16, andamio, equipos de seguridad	Almacen G.																												
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas		4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E		6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E			
	Tener taberos culminados	Cuadrilla E.																												
	Tener equipo en optinas condiciones	Encargado E.																												
	Alambre #8 y # 16, andamios, clavos	Almacen G.	X							X						X							X							

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

4.3.6. PLAN DE TRABAJO SEMANAL

Es un cronograma que considera únicamente las actividades sin restricciones de la programación lookahead, nos referimos a aquellas actividades que cuentan con todos los requerimientos (materiales, mano de obra, trabajos precedentes concluidos, etc.) para ser ejecutados durante la semana.

El plan semanal es elaborado con anticipación por el ingeniero residente y presentado el último día de trabajo de cada semana (sábado) al ingeniero de campo, con el cual primero verifican si todos los trabajos que habían sido programados para esa semana fueron concluidos al 100%, de existir alguna tarea que no se pueda concluir, es considerada para terminarlo durante los primeros días de la semana siguiente.

De esta forma y habiendo hecho las correcciones necesarias se tiene listo el plan que será desarrollado y que el personal se compromete a ejecutar durante la semana.

A continuación, se presenta, a manera de ejemplo, el plan de trabajo para la semana 11, en el cual se puede observar las metas que se tuvo para esa semana.

Figura 25: Plan Semanal – Semana # 11

PLAN SEMANAL				ALANIA INMOBILIARIA S.A.C										
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA				ELAB. POR:										
SEMANA: 11														
FECHA:														
ITEM	ACTIVIDAD	Und.	Metrado Promedio por Sector	SEMANA 11 (10 al 15 de Nov.)					RESTRICCIONES					
				Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	ACTIVIDADES PRECEDENTES	FRENTE DE TRABAJO	MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPOS DE TRABAJO	CONDICION
SUPERESTRUCTURA				10	11	12	13	14						
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	KG.	675.7	7A	7B	7C	7D	7E	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	M2	37.9	6E	7A	7B	7C	7D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	KG.	675.7	6D	6E	7A	7B	7C	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.6.4	Encofrado de verticales	M2	37.9	6C	6D	6E	7A	7B	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.6.5	Concreto en verticales	M3	4.14	6C	6D	6E	7A	7B	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	KG.	530.6	6C	6D	6E	7A	7B	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	M2	21.4	6C	6D	6E	7A	7B	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas	M2	5.12	6B	6C	6D	6E	7A	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	KG.	530.6	6B	6C	6D	6E	7A	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas	M2	16.32	6A	6B	6C	6D	6E	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	KG.	204.7	6A	6B	6C	6D	6E	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	M2	31.41	6A	6B	6C	6D	6E	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.3	Encofrado de losa	M2	31.41	6A	6B	6C	6D	6E	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.4	Para ladrillos	UND.	263	5E	6A	6B	6C	6D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	KG.	204.7	5E	6A	6B	6C	6D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.6	Instalacion de ISS Y IEE	PTO.	ASIG.	5E	6A	6B	6C	6D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	M3	5.51	5E	6A	6B	6C	6D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
MUROS Y TABIQUERIAS														
3.1.2.1	Acarreo de ladrillos-muros de cabeza	M2	16.8	1A	1B	1C	1D	1E	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
3.1.2.2	Colocacion -muros de cabeza	M2	16.8		1A	1B	1C	1D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
3.1.2.3	Acarreo de ladrillos-muros de soga	M2	32.16		1A	1B	1C	1D	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
3.1.2.4	Colocacion -muros de soga	M2	32.16			1A	1B	1C	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
3.1.2.5	Instalacion de salidas y conductos IIEE	PTO.	ASIG.				1A	1B	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO
3.1.2.6	Instalacion de salidas ISS	PTO.	ASIG.				1A	1B	COMPET.	HABILIT.	DISPONIB.	DISPONIB.	DISPONIB.	LIBERADO

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Programación Detallada:

La programación detallada nos permite entender de una manera más clara la forma en la que se ejecutarán los trabajos en cada sector, para poder hacer esta programación se debe de haber realizado el proceso de sectorización para el proyecto, por medio del cual se conoce el metrado que se asigna a cada sector y el tiempo de duración de cada una de las actividades.

Esta programación nos muestra de forma detallada las actividades que se esperan realizar por cada día de trabajo, así como el tiempo en el que se espera ejecutar cada una de ellas (hora de inicio y hora de finalización).

Para asegurar que lo que se programa para cada jornada de trabajo (programación diaria) llegue a cumplirse, el ingeniero de campo conjuntamente con el equipo técnico de obra (maestro de obra, prevencionista y oficina técnica) quienes en su función de últimos planificadores establecen y monitorean los trabajos de todos los días, al culminar el día se hace la verificación del avance y de no haber culminado con todos los trabajos, se plantea una reprogramación de dichas actividades para que estén dentro de la programación del día siguiente.

Una vez que se haya establecido los trabajos a realizarse en la programación diaria, esta información es entregada al inicio de la jornada laboral a las personas responsables de cada cuadrilla para que sepan lo que se tiene que realizar en dicha jornada de trabajo, y de esta forma al culminar la semana se pueda cumplir con la programación semanal.

4.3.7. NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

Esta herramienta nos permite saber cómo se distribuye el tiempo durante la ejecución de las partidas, y a partir de los resultados que nos proporciona, se busca aumentar el Trabajo Productivo, disminuir el Trabajo Contributorio y eliminar el Trabajo No Contributorio. La medición del Nivel General de Actividad se hace con la finalidad de tener un indicador claro de la eficiencia con que se están realizando los trabajos en toda obra.

De acuerdo a Serpell (1993) es necesario que la muestra no tenga menos de 384 observaciones puntuales para obtener datos confiables, en la obra la medición abarcó toda una jornada completa de trabajo (8 horas), de esta forma se cumplió ampliamente con este requisito.

Teniendo en cuenta que las empresas que aplican técnicas dirigidas a mejoras de procesos constructivos normalmente realizan de tres a cuatro mediciones, se decidió realizar tres mediciones, todas ellas fueron durante la construcción del casco de la súper-estructura y las mediciones se realizaron con las siguientes partidas:

- **Verticales**

- Habilitación de acero

- Habilitación para encofrado

- Colocación de acero

- Encofrado

- Concreto

- **Vigas**

- Habilitación de acero

- Habilitación para encofrado

- Encofrado de fondo de viga

- Colocación de acero

- Encofrado de tapas

- Concreto

- **Losa Aligerada Convencional**

Habilitación de acero

Habilitación para encofrado

Encofrado

Colocación de acero

Colocación de ladrillos de techo

Concreto

Cada partida posee sus propios tipos de trabajos, sin embargo, para realizar la medición del nivel general de actividad, se establece una lista con los trabajos contributorios que se presentan con mayor incidencia en todas las partidas en evaluación.

Esto se hace para no tener una lista extensa de trabajos contributorios que dificultarían el proceso de toma de datos y porque como el nombre mismo de la herramienta (Nivel General de Actividad) pretende conocer solo la clasificación de los tiempos a nivel general, por ello se tiene que tratar de ser lo más puntuales y no ahondar en tantos detalles a la hora de la toma de datos.

A continuación, se presenta los grupos que se establecieron para los trabajos contributorios y no contributorios.

- **Trabajo Contributorio**

Recibir y dar instrucciones

Limpieza de zona de trabajo

Asegurar el perímetro de trabajo

Acarreo de los materiales y equipos

Toma de medidas y plantillado

Habilitación de materiales y accesorios

- **Trabajo No Contributorio**

Esperas

Trabajos rehechos

Tiempo inactivo

Para el caso de los trabajos productivos no se hizo una agrupación, ya que cada partida tiene sus propios trabajos productivos, por ello a la hora de la medición se asignó considerando el proceso constructivo de cada partida.

A continuación, se muestra el formato con el que se realizó la toma de datos del nivel general de actividad en el proyecto Departamentos Multifamiliares “La Toscana”. (Ver figura 27).

Figura 27: Datos para la medición del Nivel General de Actividad

Partidas	
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales
2.3.6.4	Encofrado de verticales
2.3.6.5	Concreto en verticales
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa
2.3.9.3	Encofrado de losa
2.3.9.4	Para ladrillos de techo
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas

Trabajo Contributorio	
1	Recibir/dar Instrucciones
2	Limpieza de zona de trabajo
3	Asegurar perimetro de trabajo
4	Acarreo de material./equipos
5	Toma de medidas y emplantillado
6	Hab. De materiales y accesorios

Trabajo No Contributorio	
7	Esperas
8	Trabajos corregidos
9	Tiempo inactivo

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Figura 28: Formato del Nivel General de Actividad

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD										
OBRA: LA TOSCANA					ESTUDIO N: 01					
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA					FECHA: 10/10/14					
MED.	ACTIVIDAD	TP	TC						TNC	
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Acero en vigas		■							
2	Encofrado de verticales		■							
3	Habilitacion para encofrado de verticales							■		
4	Encofrado de fondo de vigas					■				
5	Encofrado de losa				■					
6	Encofrado de losa									■
7	Hab. de acero para verticales				■					
8	Encofrado de verticales	■								
9	Acero en verticales						■			
10	Colocacion de ladrillos para techo	■								
11	Encofrado de tapas de viga						■			
12	Hab. para encofrado de verticales				■					
13	Acero en verticales	■								
14	Encofrado de verticales	■								
15	Hab. Para encofrado de vigas	■								
16	Encofrado de tapas de viga				■					
17	Encofrado de verticales	■								
18	Encofrado de verticales	■								
19	Acero en verticales				■					
20	Colocacion de ladrillos para techo								■	
21	Encofrado de losa	■								
22	Hab. Para encofrado de vigas	■								
23	Hab. de acero para verticales							■		
24	Encofrado de verticales	■								
25	Acero en verticales	■								
26	Colocacion de ladrillos para techo	■								
27	Acero en losa				■					
28	Encofrado de verticales					■				
29	Encofrado de tapas de viga	■								
30	Encofrado de losa									■
31	Hab. Para encofrado de vigas							■		
32	Encofrado de tapas de viga	■								
33	Encofrado de verticales	■								
34	Encofrado de verticales						■			
35	Acero en verticales			■						
36	Colocacion de ladrillos para techo	■								
37	Encofrado de losa					■				
38	Hab. Para encofrado de vigas	■								

39	Hab. de acero para verticales	■																	
40	Encofrado de verticales	■																	
41	Acero en verticales								■										
42	Colocacion de ladrillos para techo																	■	
43	Acero en losa		■																
44	Encofrado de verticales		■																
45	Encofrado de tapas de viga																	■	
46	Encofrado de losa									■									
47	Acero en vigas									■									
48	Acero en vigas																		■
49	Habilitacion para encofrado de verticales									■									
50	Encofrado de fondo de vigas	■																	
51	Encofrado de losa																	■	
52	Encofrado de losa	■																	
53	Hab. de acero para verticales																	■	
54	Encofrado de verticales									■									
55	Acero en verticales	■																	
56	Colocacion de ladrillos para techo	■																	
57	Encofrado de tapas de viga	■																	
58	Hab. para encofrado de verticales									■									
59	Acero en verticales	■																	
60	Encofrado de verticales	■																	
61	Hab. Para encofrado de vigas									■									
62	Acero en vigas																		■
63	Acero en vigas	■																	
64	Habilitacion para encofrado de verticales	■																	
65	Encofrado de fondo de vigas																		■
66	Encofrado de losa	■																	
67	Encofrado de losa	■																	
68	Hab. de acero para verticales	■																	
69	Encofrado de verticales		■																
70	Acero en verticales		■																
71	Colocacion de ladrillos para techo																		■
72	Encofrado de tapas de viga																	■	
73	Hab. para encofrado de verticales																	■	
74	Acero en verticales																		■
75	Encofrado de verticales																	■	
76	Hab. Para encofrado de vigas	■																	
77	Encofrado de tapas de viga																	■	
78	Encofrado de verticales	■																	
79	Encofrado de verticales																	■	
80	Acero en verticales																	■	
81	Colocacion de ladrillos para techo	■																	

82	Encofrado de losa	■								
83	Hab. Para encofrado de vigas	■								
84	Hab. de acero para verticales				■					
85	Encofrado de verticales	■								
86	Acero en verticales	■								
87	Colocacion de ladrillos para techo				■					
88	Acero en losa								■	
89	Encofrado de verticales	■								
90	Encofrado de tapas de viga	■								
91	Encofrado de losa								■	
92	Hab. Para encofrado de vigas	■								
93	Encofrado de tapas de viga	■								
94	Encofrado de verticales	■								
95	Encofrado de verticales				■					
96	Acero en verticales					■				
97	Colocacion de ladrillos para techo	■								
98	Encofrado de losa									■
99	Hab. Para encofrado de vigas								■	
100	Hab. de acero para verticales	■								
101	Encofrado de verticales	■								
102	Acero en verticales						■			
103	Colocacion de ladrillos para techo			■						
104	Acero en losa	■								
105	Encofrado de verticales						■			
106	Encofrado de tapas de viga	■								
107	Encofrado de losa	■								
108	Acero en vigas	■								
109	Acero en vigas							■		
110	Habilitacion para encofrado de verticales									■
111	Encofrado de fondo de vigas		■							
112	Encofrado de losa		■							
113	Encofrado de losa								■	
114	Hab. de acero para verticales							■		
115	Encofrado de verticales						■			
116	Acero en verticales									■
117	Encofrado de verticales					■				
ANALISTA:		HORA DE INICIO:								
REVISADO:		HORA DE FINALIZACION:								

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

4.3.8. CARTA BALANCE

Como se mencionó anteriormente esta herramienta nos permitirá evaluar el proceso constructivo utilizado en la ejecución de cada una de las partidas, de esta manera constataremos si realmente se tiene un sistema de producción eficiente y que permite alcanzar los rendimientos esperados. La aplicación de esta herramienta permitirá conocer la distribución y duración de cada uno de los trabajos (TP, TC, TNC) que se hicieron para ejecutar una determinada partida.

De acuerdo a Serpell (1993) es necesario que la muestra no tenga menos de 384 observaciones puntuales para obtener datos confiables, en la obra la medición abarcó toda una jornada completa de trabajo (8 horas), de esta forma se cumplió ampliamente con este requisito.

A manera de ejemplo, se muestra el formato de medición de la carta balance para la partida de acero en verticales. En este formato se indica el nombre de los miembros de cada una de las cuadrillas, así como el cargo que desempeñan cada uno de ellos.

Para el análisis se consideró a las dos cuadrillas que estaban desarrollando este trabajo, una de ellas estaba conformada por un operario, un oficial y un peón, y la otra cuadrilla solo tenía a un operario y un peón. Al momento de las mediciones el personal se encontraba trabajando en el tercer nivel de la edificación, los nombres del personal obrero, son los siguientes:

- Pocomucha Salas, Efrain
- Aguilar Carbajal, Isai
- Ortiz Casahuilca, Walter
- Canales Ricapa, Fernando
- Acevedo Romero, Melix

De igual manera se muestra la lista de los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios, que fueron realizados durante la ejecución de la partida.

- **Trabajos Productivos**

Instalación y fijación de acero longitudinal

Instalación de estribos

Fijación de los estribos con alambre # 16

- **Trabajos Contributorios**

Recibir/dar instrucciones

Limpieza de zona de trabajo

Asegurar el perímetro de trabajo

Colocar y armar andamio metálico

Transporte de varillas y estribos

Toma de medidas para la distribución de estribos

Hab. de materiales y accesorios

- **Trabajos No Contributorios**

Esperas

Trabajos corregidos

Tiempo inactivo

A continuación, se muestra el formato de medición con la información anteriormente descrita. (Ver figura 29).

Figura 29: Datos para la medición con la Carta Balance

Personal Obrero	
Cargo	Nombre
Operario	Pocomucha Salas Efrain
Operario	Aguilar Carbajal Isai
Oficial	Ortiz Casahuilca Walter
Peon	Canales Ricapa Fernando
Peon	Acevedo Romero Melix

Trabajos Productivos	
1	Instalación y fijación de acero longitudinal
2	Instalación de estribos
3	Fijación de los estribos con alambre #16

Trabajos Contributorios	
4	Recibir/dar Instrucciones
5	Limpieza de zona de trabajo
6	Asegurar perímetro de trabajo
7	Colocar y armar andamio metálico
8	Transporte de varillas y estribos
9	Toma de medidas para la distribución de estribos
10	Hab. De materiales y accesorios
11	Moverse a otro punto de colocación

Trabajos No Contributorios	
12	Esperas
13	Trabajos corregidos
14	Tiempo inactivo

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Figura 30: Formato de Carta Balance

CARTA BALANCE					
OBRA: LA TOSCANA			PATIDA: ACERO EN VERTICALES		
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA			FECHA: 22/10 /14		
NOMBRES Y CARGO DEL PERSONAL OBRERO					
TIEMPO	E. Pocomucha	W. Ortiz	F. Canales	I. Aguilar	M. Acevedo
	Operario	Oficial	Peon	Operario	Peon
1	12	5	8	4	12
2	5	5	8	4	4
3	4	14	4	5	5
4	11	1	10	9	5
5	1	1	14	9	6
6	11	10	6	7	6
7	1	11	6	7	7
8	11	1	12	6	7
9	12	13	12	11	10
10	1	1	1	9	8
11	12	1	8	11	8
12	13	12	11	1	1
13	1	1	1	1	1
14	11	2	10	1	1
15	2	13	12	11	10
16	2	8	12	1	8
17	11	2	12	1	14
18	12	11	8	2	6
19	11	2	13	2	7
20	2	2	14	2	7
21	2	10	11	12	10
22	11	11	7	11	12
23	3	3	11	2	12
24	3	3	3	2	2
25	3	12	3	11	2
26	11	12	11	14	11
27	11	3	3	14	8
28	3	9	12	3	10
29	3	14	14	3	3
30	11	3	2	3	3
31	2	11	3	3	3
32	12	3	3	13	12
33	14	3	10	3	11
34	3	11	11	3	3
35	3	2	3	3	11
36	3	2	12	3	14
37	11	11	12	3	3
38	13	14	3	11	3

39	13	14	10	3	14
40	3	13	13	3	14
41	3	3	13	3	11
42	3	3	13	3	6
43	3	3	8	14	3
44	11	13	3	9	11
45	2	11	3	3	3
46	11	14	11	3	3
47	3	14	11	13	8
48	13	14	3	3	6
49	13	11	3	3	7
50	13	2	14	3	7
51	3	2	14	12	14
52	3	11	7	4	4
53	3	3	7	5	6
54	3	3	8	5	5
55	13	11	12	9	5
56	3	11	12	9	6
57	3	3	12	7	6
58	12	3	14	7	7
59	3	13	4	6	7
60	4	13	5	11	10
61	4	3	6	9	8
62	5	8	5	11	8
63	14	6	7	1	8
64	6	6	7	1	1
65	6	3	7	1	1
66	9	6	10	11	10
67	14	7	6	2	8
68	7	7	8	2	13
69	7	10	12	2	6
70	12	8	12	2	7
71	7	8	8	2	7
72	11	12	7	12	10
73	1	1	1	11	12
74	1	11	1	2	12
75	14	1	13	2	14
76	14	10	13	11	2
77	14	11	6	14	11
78	1	1	12	3	8
79	11	13	12	3	10
80	7	13	13	3	3
81	1	1	14	3	3
82	2	11	3	3	3
83	2	1	7	13	3

84	11	2	11	3	11
85	3	13	3	3	3
86	3	8	3	3	11
87	11	2	11	3	14
88	3	11	3	3	3
89	3	12	12	11	3
90	3	2	14	13	14
91	11	10	14	3	14
92	2	11	3	3	11
93	12	3	3	13	6
94	3	3	13	14	3
95	3	12	11	9	11
96	3	11	3	3	3
97	3	3	12	3	3
98	13	9	12	13	8
99	13	14	3	3	6
100	13	3	10	3	7
101	3	11	13	3	3
102	3	3	2	13	11
103	3	3	13	3	5
104	12	11	8	7	5
105	11	2	3	7	5
106	2	2	3	12	6
107	14	11	11	9	12
108	3	14	12	7	7
109	3	14	3	7	8
110	13	13	3	10	8
111	3	13	14	1	11
112	3	3	14	1	1
113	14	3	7	1	1
114	14	3	7	1	11
115	3	11	8	2	13
116	13	14	12	2	8
117	3	14	14	2	10
118	3	14	14	12	5
119	12	14	11	2	2
120	3	2	3	14	2
121	9	13	8	2	7
122	13	3	14	11	10
123	3	11	13	3	3
124	3	14	5	3	12
ANALISTA:				HORA DE INICIO:	
REVISADO:				HORA DE FINALIZACION:	

Fuente: Elaboracion propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

4.3.9. INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN

Esta herramienta nos permitirá conocer cuánto de lo que fue previsto ejecutar según la programación del plan semanal, se llegó a realizar en obra. El informe semanal de producción permite conocer la cantidad de trabajo que se realiza en la semana (metrados ejecutados) y las horas hombre que fueron utilizadas durante esa semana para la ejecución de las partidas. La hoja de Avance de Obra nos permite en primera instancia registrar diariamente los datos anteriormente mencionados, y luego son consolidados en los I.S.P.

A partir de los resultados que arroja el informe semanal de producción se calcula los rendimientos reales por cada partida, y luego estos son comparados con los rendimientos presupuestados para obtener un estado de ganancia o pérdida para cada partida.

Curva de Productividad

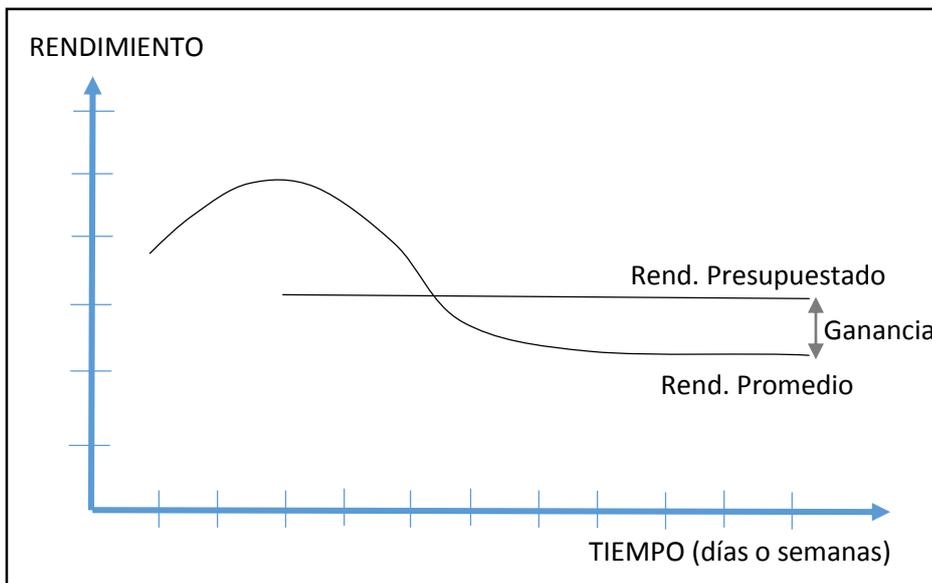
Mediante la curva de productividad podemos representar de forma gráfica los resultados obtenidos por el I.S.P. Para construir una curva de producción se coloca en el eje de las abscisas los días y en el eje de las ordenadas los rendimientos obtenidos por cada día.

La curva de productividad nos permite observar de una manera más clara como es que las filosofías lean mediante el uso de la sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que hagan una sola labor), logra incrementar progresivamente la eficiencia con que se ejecutan los trabajos, esto se da por el proceso de especialización de los trabajadores en las labores, las cuales realizan a lo largo del proceso de construcción de la obra.

La curva de productividad también puede usarse mostrando la velocidad (en vez del rendimiento) que van teniendo la cuadrilla día a día. Cuando la actividad en estudio tiene muchos días en la cual está siendo realizada, se recomienda pasar la unidad de tiempo en las abscisas de día a semanas, así el grafico se hace más fácil de mostrar, leer e interpretar.

A continuación, se presenta una imagen con la tendencia que debe seguir la curva de productividad en una partida con rendimientos que mejoran progresivamente:

Figura 31: Curva de Productividad



Fuente: Buleje Kevin – Productividad en la Construcción

Como se muestra en la imagen, cuando se empieza la actividad el rendimiento presupuestado está por debajo del rendimiento real promedio, lo que indica que hay un mayor requerimiento de horas hombre que se había previsto para completar una partida, y esto genera una pérdida de dinero. Eso es normal y ocurre muchas veces porque la cuadrilla recién está empezando, más con el pasar del tiempo se tiene un aprendizaje más acelerado que en los primeros días, y finalmente llega a un nivel óptimo en el cual se tienen rendimiento igual o incluso que están por debajo del rendimiento presupuestado, con lo que se tiene una mejora de la productividad. Seguidamente se presentan los formatos que nos permitieron la recolección de datos, (Ver figura 32 y 33).

Figura 32: Formato para registrar el Avance Diario

AVANCE DE OBRA												
OBRA: LA TOSCANA						SEMANA N°:						
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA						FECHA:						
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	PERSONAL			MEDICION						
			OP	OF	PE	UND.	Ø	L	H	A	N° PIEZAS	FACTOR
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
ANALISTA:												
REVISADO:												

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

CAPÍTULO V

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN

5.1. MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

La elaboración del manual de procesos constructivos, permitió establecer los trabajos y la secuencia que estos debían de seguir en la ejecución de una partida, de esta forma se pudo crear procedimientos constructivos eficientes, que permitan garantizar que los trabajos cumplan con los estándares de calidad establecidos para el proyecto.

Gracias a la información presentada en el manual de procesos constructivos, se logró que todas las personas que realizaban una misma actividad, lo realicen utilizando los mismos pasos y secuencias (estandarización de procesos); lo que ayudó a acercarnos a un sistema de producción más efectivo.

Así mismo, permitió que se utilizara la cantidad adecuada de material, ya que en cada proceso constructivo se indicaba la cantidad exacta que se debía utilizar en la construcción de las diferentes partidas. Así, por ejemplo: Para el entablado de la losa aligerada se tenía la indicación de que el espaciamiento entre pies derechos (puntales) sea de 0.90, de esta manera todas las personas que realizaban esta partida tenían que acatar esta indicación y respetarla.

Otro aporte interesante que se pudo lograr con las capacitaciones en torno al manual de procedimientos constructivos, fue que ayudó a prevenir los accidentes, ya que en cada proceso se indicaba los implementos que se tenía que utilizar y también se estipulaba las medidas mínimas de seguridad que se debían considerar para ejecutar una partida.

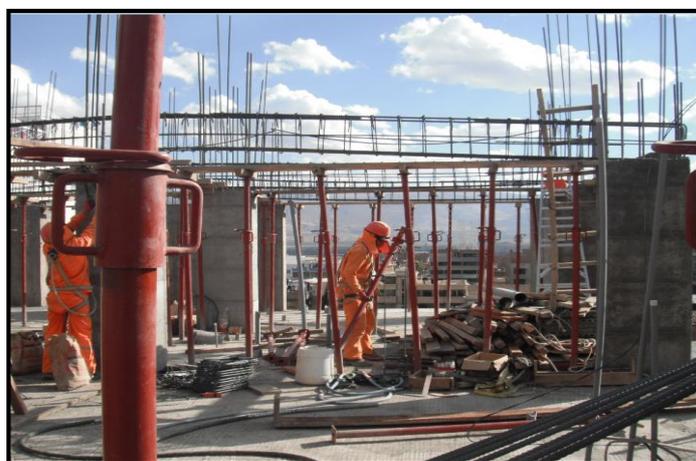
A continuación, se presentan imágenes que nos muestran cómo se desarrolló la partida de encofrado de losa aligerada, según las instrucciones del manual de procesos constructivos, elaborado para esta partida.

Fotografía 2: Limpiar la zona de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 3: Trasladar los materiales al lugar de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 4: Habilitar la madera



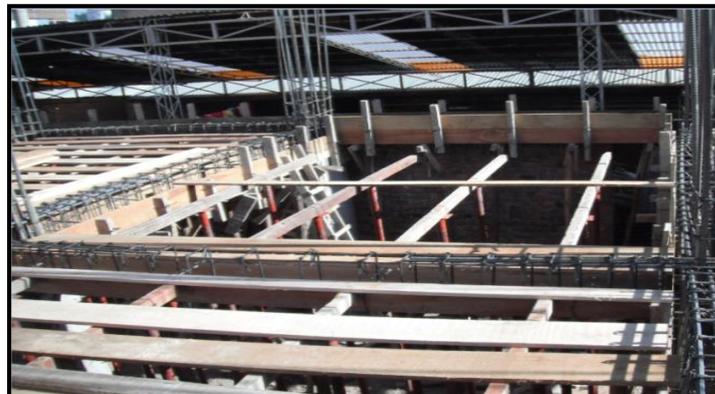
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5: Asegurar perímetro de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 6: Estabilizar las soleras



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 7: Entablar el área que se está encofrando



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 8: Rellenar los puntales



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 9: Nivelar el encofrado



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 10: Asegurar los puntales



Fuente: Elaboración propia

5.2. NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

En el siguiente formato se da a conocer las fechas en las cuales se realizaron la toma de datos para conocer el nivel general de actividad en el proyecto, también se detalla las partidas y los grupos de trabajos que fueron considerados en las mediciones. (Ver figura 34).

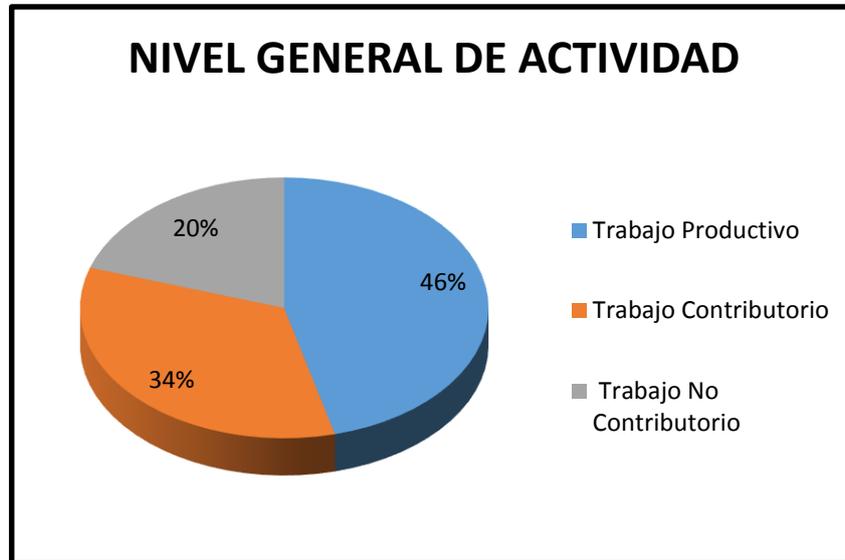
Figura 34: Datos para la medición del Nivel General de Actividad

Partidas		Trabajo Contributorio	
2.3.6.1	Habilitación de acero - verticales	1	Recibir/dar Instrucciones
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	2	Limpieza de zona de trabajo
2.3.6.3	Colocación de acero en verticales	3	Asegurar perímetro de trabajo
2.3.6.4	Encofrado de verticales	4	Acarreo de material./equipos
2.3.6.5	Concreto en verticales	5	Toma de medidas y emplantillado
2.3.8.1	Habilitación de acero - vigas	6	Hab. De materiales y accesorios
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas		
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas		
2.3.8.4	Colocación de acero en vigas		
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas		
2.3.9.1	Habilitación de acero - losa		
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa		
2.3.9.3	Encofrado de losa		
2.3.9.4	Para ladrillos de techo		
2.3.9.5	Colocación de acero en aligerado		
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas		
		Trabajo No Contributorio	
		7	Esperas
		8	Trabajos corregidos
		9	Tiempo inactivo
		Fechas	10/10/2014 15/10/2014 20/10/2014

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Luego de realizar las mediciones en las fechas indicadas, seguidamente se presenta el resultado del nivel general de actividad para el proyecto:

Gráfico 4: Resultados de la medición del Nivel General de Actividad



Fuente: Elaboración propia

Para poder evaluar y saber lo que representa los resultados obtenidos en la medición del nivel general de actividad, nos remitiremos a la publicación del Ing. Buleye Revilla Keny (Productividad en la Construcción aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction), en la cual se hace una clasificación de las actividades de acuerdo al porcentaje de trabajo productivo que cada actividad presenta.

Tabla 11: Clasificación de las Partidas según el porcentaje de Trabajo Productivo

CLASIFICACION	DESCRIPCION	PORCENTAJE DE TP
NIVEL A	Cero Grasa. Grasa interna y superficial eliminadas	TP > 50%
NIVEL B	Solo grasa interna, grasa superficial eliminada	40% < TP < 50%
NIVEL C	Grasa superficial alta. Grasa interna dentro del proceso evaluado	TP < 40%

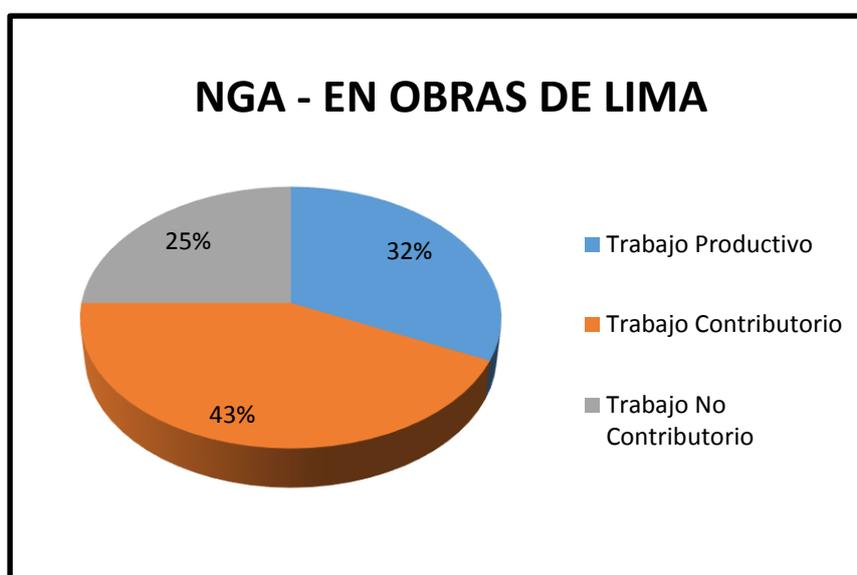
Fuente: Buleye Revilla Keny - Productividad en la Construcción

Según esta clasificación el nivel general de actividad del proyecto se encuentra en el nivel B, lo cual indica que si bien se ha eliminado la grasa superficial (sobre dimensionamiento de las cuadrillas), aún falta eliminar o al menos disminuir la grasa interna que viene a ser

las esperas o tiempos de inactividad, transporte innecesario de materiales, defectos en la calidad (en consecuencia se tiene que rehacer los trabajos); personal con poco talento (personas que no se encuentran totalmente calificadas para efectuar los trabajos), etc.

Otra forma de poder interpretar los resultados y conocer lo que se pudo lograr con la aplicación de la filosofía Lean Construction mediante sus herramientas, es realizando la comparación de nuestros resultados con la información presentada en la tesis de pre-grado de Morales Galeano Nayda. (Diagnóstico y evaluación del nivel de productividad en obras de construcción. 2006), en donde se presenta los resultados que se tomaron a 26 obras en la capital.

Gráfico 5: Resultados del Nivel General en Obras de Lima



Fuente: Morales Galeano – Diagnostico y evaluacion del nivel de productividad en obras de construccion

Este último gráfico, nos vuelve a ratificar que los resultados del nivel general de actividad del proyecto son favorables y que si bien hay cosas que aún faltan mejorar, la forma en la que se realizó la programación y planificación de las actividades fue de una manera adecuada.

Es importante recordar que una de las cosas que busca la filosofía Lean Construction, es crear un círculo ininterrumpido en la cadena de valor, que permita estandarizar los procesos de tal forma que se pueda eliminar la improductividad, y que finalmente se crea un proceso de mejora continua durante todo el ciclo de vida del proyecto.

5.3. CARTA BALANCE

Luego de hacer la evaluación del nivel general de actividad en el proyecto se pudo ver en los resultados, que las partidas de Colocación de acero en verticales y Encofrado de losa aligerada, presentaban porcentajes de trabajos productivos muy por debajo del promedio de trabajo productivo, obtenido en la prueba del nivel general de obra; es por ello que se tiene un mayor porcentaje de trabajo contributorio y trabajo no contributorio en cada uno de ellos.

La filosofía lea mediante su herramienta de carta balance, permitió analizar de una manera detallada cada una de estas partidas, de esta forma se pudo identificar en qué parte de la cadena productiva se debían de hacer las mejoras necesarias para poder optimizar los procesos y así incrementar la productividad en obra. De esta manera se logró obtener un sistema de producción efectivo, que permita que los rendimientos encontrados en obra se asemejen a los rendimientos presupuestados.

En tal sentido, seguidamente se presentan los resultados de la evaluación que se hizo a cada partida por medio de las cartas balance, y las medidas de mejora que se adoptaron:

A. Colocación de Acero en Verticales

En la obra se decidió que, para todos los trabajos de habilitación e instalación de acero en los diferentes elementos estructurales, se trabajasen en dos grupos: El de habilitación y el de colocación. En la presente evaluación se analizó a las cuadrillas que venían haciendo el trabajo de instalación de acero en verticales.

Cuando se realizaron las mediciones de esta partida, el personal se encontraba trabajando en el tercer nivel de la edificación. Los trabajos de instalación de acero en las verticales de iniciaron al día siguiente del vaciado de la losa.

La tarea inicia con el traslape de los aceros longitudinales que forman parte de la armadura de la columna, luego de ello se marca con una tiza o corrector los espaciamientos entre estribos, la tarea culmina luego de amarrar cada uno de los estribos en las medidas marcadas anteriormente.

- **Información requerida para la Evaluación**

En el siguiente formato se presentan los datos del personal obrero que fue considerado en la evaluación, también se detalla trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios, que fueron realizados durante la ejecución de la partida. (Ver figura 35).

Figura 35: Datos para la medición con la Carta Balance

Personal Obrero	
Cargo	Nombre
Operario	Pocomucha Salas Efrain
Operario	Aguilar Carbajal Isai
Oficial	Ortiz Casahuilca Walter
Peon	Canales Ricapa Fernando
Peon	Acevedo Romero Melix

Trabajos Productivos	
1	Instalación y fijación de acero longitudinal
2	Instalación de estribos
3	Fijación de los estribos con alambre #16

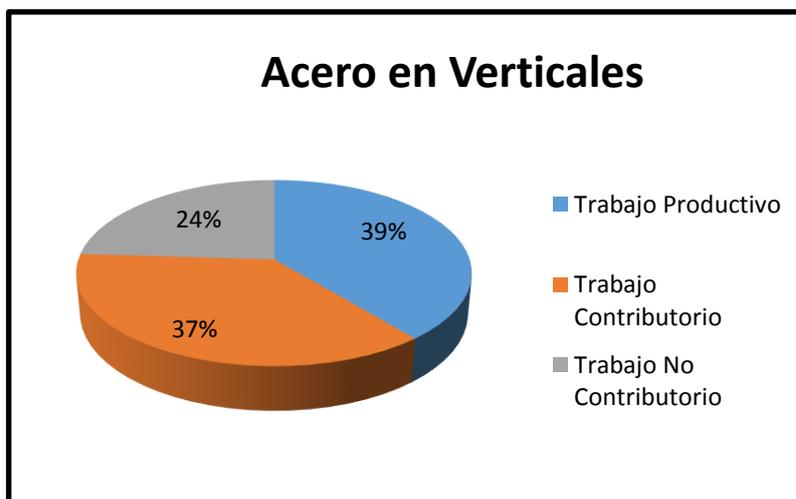
Trabajos Contributorios	
4	Recibir/dar Instrucciones
5	Limpieza de zona de trabajo
6	Asegurar perímetro de trabajo
7	Colocar y armar andamio metálico
8	Transporte de varillas y estribos
9	Toma de medidas para la distribución de estribos
10	Hab. De materiales y accesorios
11	Moverse a otro punto de colocación

Trabajos No Contributorios	
12	Esperas
13	Trabajos corregidos
14	Tiempo inactivo

Fuente: Alania Inmobiliaria S.A.C

- **Resultados Generales de la Evaluación**

Gráfico 6: Resultados de la evaluación a la partida de Colocación de Acero en Verticales



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la clasificación que se tiene para las partidas según el porcentaje de trabajo productivo que éstas presentan, la partida de acero en verticales, se encuentra en el nivel “C” con un orden de trabajo productivo igual a 39%.

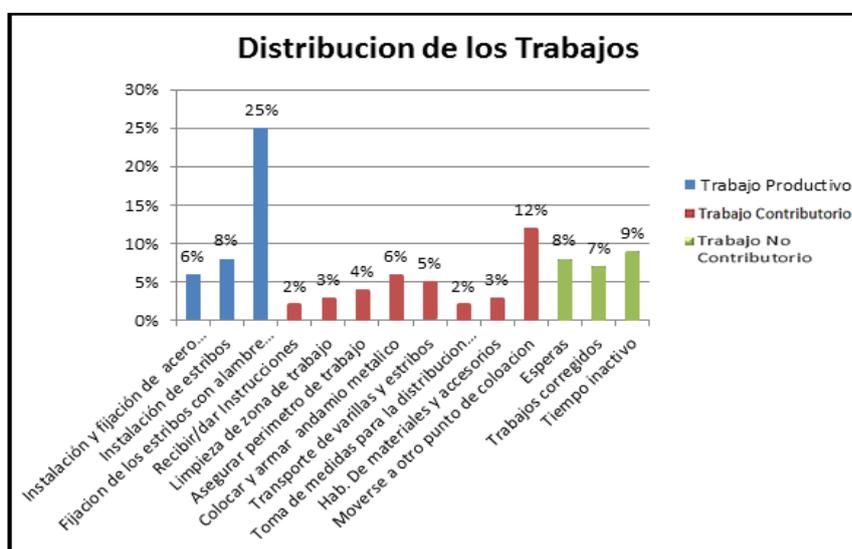
El encontrarnos en este nivel, demuestra que se han previsto demasiadas personas para que ejecuten esta partida, lo que ha hecho que exista un sobre dimensionamiento de la cuadrilla (grasa superficial alta); así mismo refleja que se han tenido tiempos de esperas o de inactividad, trasporte innecesario de materiales, defectos en la calidad y en ocasiones se han tenido que rehacer algunos trabajos (grasa interna dentro del proceso evaluado).

Cabe resaltar que el porcentaje de trabajo productivo obtenida para esta partida, se encuentra muy por debajo al que se consiguió en la evaluación del nivel general de actividad en donde se obtuvo 46%. Por ello, es necesario hacer ajustes en el proceso para disminuir los porcentajes de trabajo contributorio y no contributorio, y así lograr incrementar el valor de trabajo productivo.

A continuación, se presenta los resultados desgregados, a partir de los cuales se planteó las mejoras en la ejecución de esta partida.

- **Resultados Desgregados de la Evaluación**

Gráfico 7: Incidencia de cada sub-tarea en la partida Colocación de Acero en Verticales



Fuente: Elaboración propia

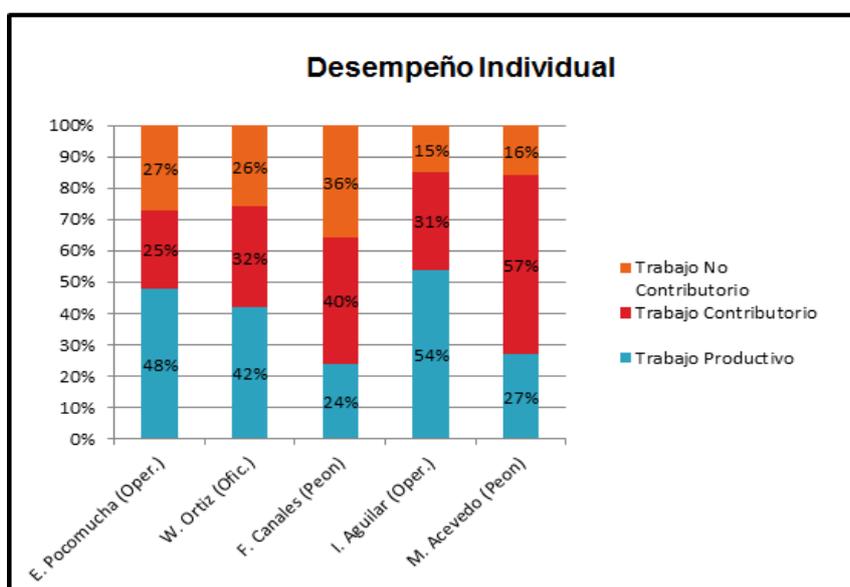
La distribución de los tiempos para la partida, nos muestra que la sub tarea con mayor incidencia dentro de los trabajos contributorios es el de “moverse a otro punto de colocación”, con 12% de incidencia. Este valor estaba dándose por introducir los estribos

en pequeñas cantidades, lo que hacía que luego de fijar estos estribos en la parte inferior de la columna, el personal tenía que volver a ubicarse en la parte superior del andamio para introducir otra cantidad de estribos. Esto producía un mayor tiempo de movilidad y finalmente terminaba por producir cansancio en el personal.

Por ello, se estableció que, al momento de introducir los estribos, se instale el total de las piezas y luego se proceda a fijar cada uno de ellos según la distribución establecida, de esta forma se pudo reducir los tiempos de movilidad que en muchos de los casos se estaban dando de manera inadecuada e innecesaria.

Dentro de los trabajos no contributivos, los trabajos con mayor porcentaje son los de: “Tiempo inactivo” y “Esperas” con 9% y 8% respectivamente, el hecho de restringir el desplazamiento de un punto de colocación a otro, también permitió que estos porcentajes disminuyesen y de esta manera se logró tener un sistema de producción más efectivo. Para poder hacer los ajustes en el proceso de una manera más acertada, también se analizó el desempeño de cada trabajador a la hora de realizar sus labores, a continuación, se presentan estos resultados:

Gráfico 8: Ocupación del tiempo de cada trabajador en el ejercicio de sus labores



Fuente: Elaboración propia

La primera cuadrilla la cual está conformada por los tres primeros trabajadores (un operario, un oficial y un peón), presentan en promedio un porcentaje de trabajo no contributivo de 30%, este valor es casi el doble del que posee la segunda cuadrilla (16% de trabajo no contributivo), lo que indica que la primera cuadrilla no se encuentra bien balanceada o el personal con el que se cuenta no se encuentra completamente capacitado para realizar los

trabajos. Observando de cerca a esta cuadrilla se pudo ver tiempos inactivos y de espera, debido a que en la mayoría de los trabajos solo se requería de dos personas para ejecutar las tareas.

Por ejemplo, el colocar y/o instalar los fierros longitudinales solo requirió de dos personas, el que sujetaba el fierro para que no se vuelque y el que fijaba el fierro con alambre de amarre, es por ello que el tercer obrero presentaba tiempos de inactividad, un fenómeno similar también se observó durante la instalación de los estribos en donde uno de los integrantes se ponía a realizar otras actividades que no añadían valor al proceso, lo que hacía que al final se invirtiera una cantidad mayor de horas hombre.

Analizando los resultados obtenidos de la evaluación realizada a la partida, se dispuso reducir la primera cuadrilla a dos personales (un operario y un peón), con lo que se continuaba alcanzando la misma producción diaria, pero utilizando una menor cantidad de mano de obra (horas hombre), de esta forma se logró aumentar la productividad en la obra.

B. Encofrado de Losa Aligerada

Al momento de realizar las mediciones los personales se encontraban realizando los trabajos de la partida en el tercer nivel de la edificación, para iniciar con la partida se debe tener habilitado la madera que será empleada en el encofrado, y que previamente serán preparadas en la partida de habilitación de encofrado de losa.

El proceso de encofrado de losa inicia con el ensamblado de puntales y soleras de tal manera que formen entre ellos una especie de arcos, los cuales son distribuidos de manera equitativa en toda el área de encofrado. Luego de ello se procede a entablar toda el área que se está encofrando, considerando el mismo sentido que se establecido para la losa. La partida termina con el nivelado de toda el área que fue encofrada.

• Información requerida para la Evaluación

En la medición se consideró a las tres cuadrillas que venían ejecutando la partida, el nombre y cargo de cada trabajador se describe a continuación. Del mismo modo también se describe los trabajos productivos, trabajos contributivos y trabajos no contributivos que permitieron ejecutar la partida. (Ver figura 36).

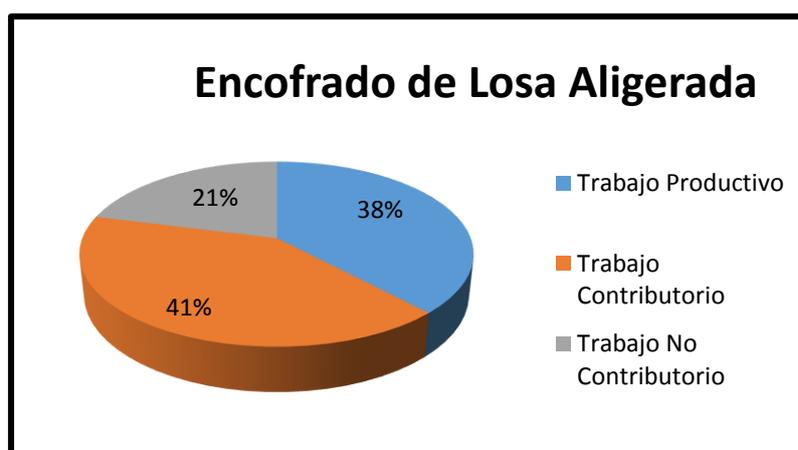
Figura 36: Datos para la medición con la Carta Balance

Personal Obrero		Trabajos Contributorios	
Cargo	Nombre		
Operario	Huamani Cabezas Edgar	5	Recibir/dar Instrucciones
Operario	Taipe Noa Ruben	6	Limpieza de zona de trabajo
Operario	Colca Caja Natan	7	Asegurar perimetro de trabajo
Peon	Ccente Inga Julian	8	Trasporte de madera
Peon	Villanes Cahuaya Dercy	9	Toma de medias
Peon	Yauri Toribio Leopoldo	10	Hab. de materiales y accesorios
Trabajos Productivos		Trabajos No Contributorios	
1	Ensamblaje de puntales y soleras	11	Esperas
2	Estabilizacion de puntales y soleras	12	Trabajos corregidos
3	Entablado del area de encofrado	13	Tiempo inactivo
4	Nivelacion de la superficie del encofrado		

Fuente: Elaboracion propia – Alania Inmobiliaria S.A.C

- Resultados Generales de la Evaluación**

Gráfico 9: Resultados de la evaluación a la partida de Encofrado de Losa Aligerada



Fuente: Elaboracion propia

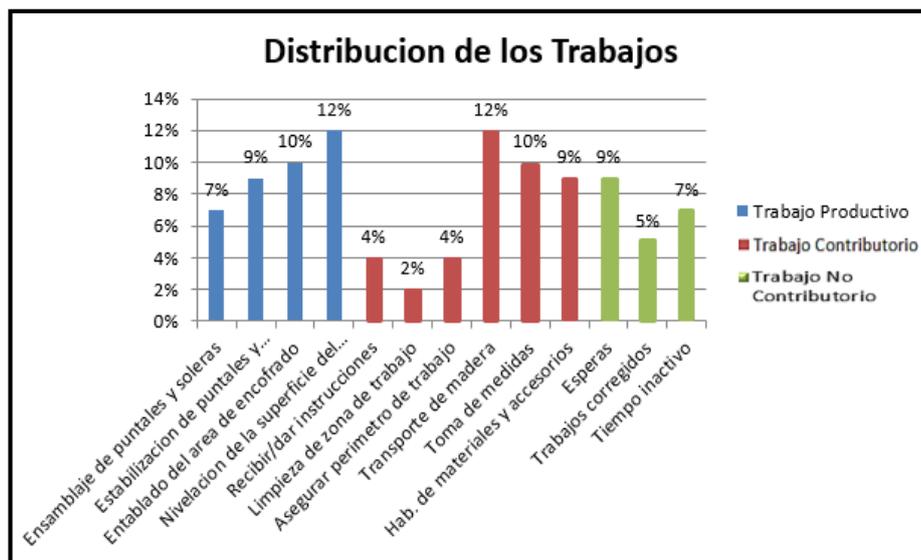
Según la clasificación que se tiene para las partidas de acuerdo al porcentaje de trabajo productivo que éstas presentan, la partida de encofrado de losa aligerada, se encuentra en el nivel “C” con un orden de 38% de trabajo productivo. Este valor se encuentra muy por debajo del resultado que se tuvo en la evaluación del nivel general de actividad en donde se alcanzó 46% de trabajo productivo.

Los valores obtenidos de la distribución de los tiempos muestran claramente que hay mucho por optimizar en la partida. Por ello se tuvo que plantear medidas que nos ayuden a mejorar la distribución de los recursos lo que permite a su vez disminuir los desperdicios

para así tener un sistema de producción más efectivo. A continuación, se presenta los resultados desglosados, a partir de los cuales se planteó las mejoras en la ejecución de esta partida.

- **Resultados Desglosados de la Evaluación**

Gráfico 10: Incidencia de cada sub-tarea en la partida Encofrado de Losa Aligerada



Fuente: Elaboración propia

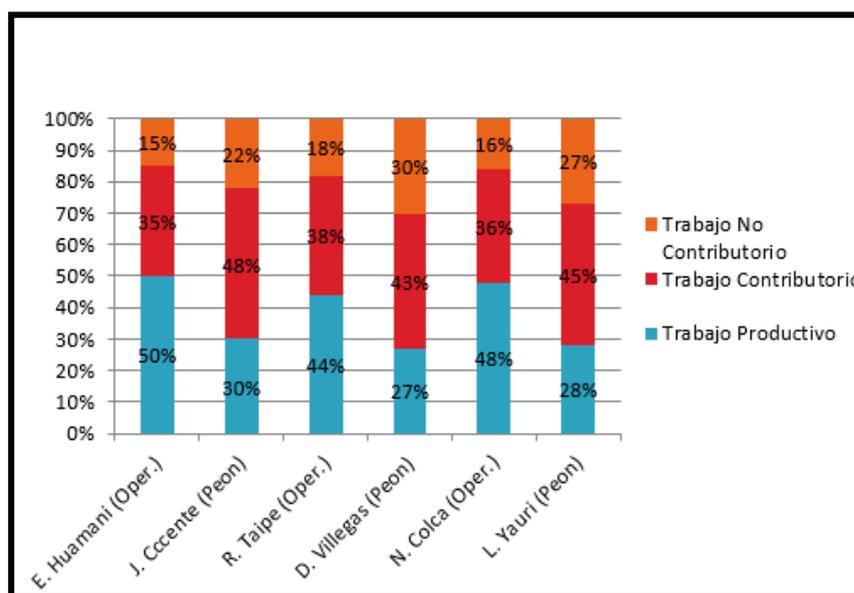
Si comparamos los valores de TC y TNC que se obtuvieron en la evaluación del nivel general de actividad con los valores que se obtuvieron para esta partida, encontraremos que en lo que respecta a los porcentajes de TNC estos valores son muy similares (20% y 21% respectivamente), sin embargo en lo que concierne a los valores de TC el porcentaje que presenta la evaluación del NGA es de 34% y el de la partida es de 41%, por ello los esfuerzos para mejorar la producción estuvieron orientadas a disminuir este último valor.

El gráfico anterior nos muestra que dentro de los trabajos contributorios la sub tarea con mayor incidencia es de “transporte de madera” con un valor de 12%, que a la vez representaba el 30% del total de los TC. En este sentido la medida que se tomó fue de sumar dos peones para que puedan ayudar a trasladar la madera que se encontraba en los pisos inferiores. Si bien es cierto que tanto los puntales, soleras y tablas ya se encontraban listos para ser utilizados (ya que fueron desencofrados y preparados por la cuadrilla de habilitación), estos no fueron trasladados en ese momento porque habrían interrumpido a los trabajos que se ejecutan previo al encofrado de losa.

La medida que se adoptó fue muy acertada y permitió no solo disminuir el tiempo que se dedicaba al transporte de madera, sino que también contribuyó a que los tiempos de espera y tiempos inactivos disminuyeran, y con ello se logró transformar un porcentaje de trabajo contributivo y no contributivo en trabajo productivo lo cual indica que se pudo optimizar el proceso ya que este último trabajo es que aporta de forma directa a la producción.

A fin de conocer el desempeño de cada trabajador a continuación se presenta un gráfico que nos ayudará a plantear una oportunidad más de mejora para la partida.

Gráfico 11: Ocupación del tiempo de cada trabajador en el ejercicio de sus labores



Fuente: Elaboración propia

En los resultados se puede observar que dos de los tres operarios presentan en promedio un porcentaje de TP igual a 50%, más el tercero presentaba un valor de 44% para este mismo trabajo.

Al revisar los resultados de la carta balance que se hizo para la partida se vio que en la segunda cuadrilla (en la que estaba el operario con menor porcentaje de TP), el que realizaba mayormente los cortes de las soleras y tablas era precisamente el operario y el peón no participaba mucho en esta operación.

Cuando se realizó un seguimiento al desempeño de esta cuadrilla, se pudo observar que el personal obrero (peón) se encontraba poco calificado, y esto sumado a la falta de interés por aprender generaba el retraso de los trabajos. Por ello se decidió remover este personal y cambiarlo por alguien que sí contaba con la experiencia para ejecutar estos trabajos. De

esta manera se logró mejorar el desempeño de esta cuadrilla, para que pueda avanzar la misma cantidad de metrado que las otras dos cuadrillas.

5.4. INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN

El informe semanal de producción se constituye como un mecanismo que ayuda a controlar la productividad, ya que permite conocer la cantidad de trabajo que se realiza en cada semana (metrados ejecutados) y las horas hombre que fueron utilizadas para la ejecución de las partidas durante ese periodo. Indicadores como el VAR y el CIP, nos permiten determinar si las partidas fueron ejecutadas con el número de horas hombre que fueron establecidas en el presupuesto.

El VAR es el resultado de restar las horas hombre que debieron ser utilizadas menos las horas hombre que realmente se usaron, si el resultado es un valor positivo quiere decir que estamos ganando HH, si el resultado es negativo demuestra lo contrario.

$$VAR = HHmeta - HHreales$$

Por su parte el CIP (%) es la división de las horas hombre que debieron ser utilizadas y las horas hombre que realmente se usaron, si el resultado es mayor a 100% quiere decir que estamos ganando HH.

$$CPI \% = \frac{HHmeta}{HHreales}$$

A partir de los resultados que nos muestra cada uno de los informes semanales de producción, se podrá verificar cuanto de lo que se programó, realmente se llegó a ejecutar en obra semana a semana, y con ello medir la eficiencia con la que la filosofía Lean Construction mediante la aplicación de sus diferente herramientas y específicamente del last planner, ayudo a generar los flujos de trabajos predecibles y eficientes para el cumplimiento de la programación establecida inicialmente para la etapa de ejecución del proyecto.

Así mismo a partir de los resultados que arroja el informe semanal de producción se calculará el rendimiento real para cada partida, el cual se obtendrá de la división entre la cantidad de horas hombre (hh) utilizadas y el metrado ejecutado. Luego de obtener el rendimiento real se podrá hacer una comparación con el rendimiento presupuestado para

establecer un estado de ganancia o pérdida para cada partida. El rendimiento es la cantidad de recursos usados para realizar una unidad de producción, por ello se entiende que en un proceso que se encuentra en mejora, este indicador debe disminuir.

A continuación, se presentará de forma detallada el proceso de medición de los metrados ejecutados, se iniciará mostrando un formato con las mediciones del avance diario de obra. Seguidamente se presentará el I.S.P en donde se consolida el metrado ejecutado y las horas hombre que fueron utilizadas en la ejecución de las partidas, por cada semana de trabajo.

Figura 37: Formato para registrar el Avance Diario

AVANCE DE OBRA													
OBRA: LA TOSCANA						SEMANA N: 09							
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA						FECHA: 29/10/14							
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	PERSONAL			MEDICION							
			OP	OF	PE	UND.	Ø	L	H	A	PIEZAS	FACT OR	TOTAL
1	Colocacion de acero en verticales - SECTOR 5A	Estribos P5,P6,C2,C4	1		1	KG.	3/8	235.36				0.56	131.80
2		Acero P5	1		1	KG.	1	79.15				4.04	319.77
3		Acero P6	1		1	KG.	3/8	102.2				0.56	57.23
4		Acero P6	1		1	KG.	5/8	39.6				1.55	61.38
5		Acero columna C2	1		1	KG.	3/8	48.7				0.56	27.27
6		Acero columna C2	1		1	KG.	3/4	27.2				2.26	61.47
8	Encofrado de verticales - SECTOR 4E	Encofrado P1	1	1		M2		5.2		2.5			13.00
9		Encofrado columna C6	1	1		M2		5.8		2.5			14.50
10		Encofrado columna C2	1	1		M2		2		2.5			5.00
11		Encofrado columna C1	1	1		M2		1		2.5			2.50
12	Concreto en verticales - SECTOR 4E	Concreto P1	2	2	3	M3		2.35	0.25	2.5			1.47
13		Concreto C6	2	2	3	M3		0.548	0.548	2.5			1.50
14		Concreto C2	2	2	3	M3		0.7	0.3	2.5			0.53
15		Concreto C1	2	2	3	M3		0.7	0.3	2.5			0.53
16	Encofrado de fondo de viga - SECTOR 4D	VP 100-101EJE 4-4	1		1	M2		7.3	0.3				2.19
17		VA 102 EJE B-B Y C-C	1		1	M2		6.4	0.25				1.60
19	Colocacion de acero en vigas - SECTOR 4D	Estribos VP 100 - 101EJES 4-4 Y 5-5; VA 102 EJES B-B Y C-C	1	1		KG.	3/8	164.4				0.56	92.06
20		Acero VP 100 -101EJES 4 -4 Y 5-5	1	1		KG.	3/4	85.2				2.26	192.55
21		Acero VA 102 EJES B-B Y C-C	1	1		KG.	5/8	32.7				1.55	50.69
22		Acero VA 102 EJES B-B Y C-C	1	1		KG.	3/4	15.2				2.26	34.35
23		Acero VA 102 EJES B-B Y C-C	1	1		KG.	5/8	15.1				1.55	23.41
24		Acero VCH EJE C -C ENTRE 3-3 Y 4-4	1	1		KG.	1/2	8.2				0.99	8.12
25		Acero VCH EJE C -C ENTRE 3-3 Y 4-4	1	1		KG.	3/8	17.5				0.56	9.80
26	Acero VCH EJE C -C ENTRE 3-3 Y 4-4	1	1		KG.	1/2	23.4				0.99	23.17	
27	Encofrado de tapas de viga - SECTOR 4C	VA 103 EJES B-B Y C-C	1		1	M2		5.8		0.3			1.74
28		VP 100 - 101 EJES 5-5 Y 6-6	1		1	M2		14.35		0.6			8.61
29	VA 104 EJES C-C Y D-D; VA 105 EJE B-B	1		1	M2		10.1		0.3			3.03	
31	Encofrado de losa - SECTOR 4C	losa entre ejes 4-4 Y 5-5 hasta B-B Y C-C	1		1	M2		2.9	4.78				13.86
32		losa entre ejes 5-5 Y 6-6 hasta B-B Y C-C	1		1	M2		2.4	3.58				8.59
33		losa entre ejes 6-6 Y 7-7 hasta B-B Y C-C	1		1	M2		2.9	1.3				3.77
34	Colocacion de acero en losa - SECTOR 4B	Viguetas		1	1	KG.	1/2	150.5				0.99	149.00
35		Valancin		1	1	KG.	1/2	51.5				0.99	50.99
36	Concreto en losa y vigas - SECTOR 4B	losa entre ejes 6-6 Y 8-8 hasta B-B Y D-D	2		5	M3							2.78
37		VP 100 - 101 EJES 7-7 Y 8-8; VA 106 EJES B-B Y C-C	2		5	M3							2.62

ANALISTA:
REVISADO:

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Figura 38: Informe Semanal de Producción

INFORME SEMANAL DE PRODUCCION																	ALANIA INMOBILIARIA S.A.C						
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA																	ELAB. POR:						
SEMANA: 09																							
ITEM	PARTIDA	UND.	LUNES 27/10/14			MARTES 28/10/14			MIÉRCOLES 29/10/14			JUEVES 30/10/14			VIERNES 31/10/14			SABADO 01/11/14			TOTAL		
			METRADC	HH	REND.	METRADC	HH	REND.	METRADC	HH	REND.	METRADC	HH	REND.	METRADC	HH	REND.	METRADC	HH	REND.	METRADC	HH	REND.
SUPERESTRUCTURA																							
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	KG.	641.2	22	0.03	654.7	25.5	0.04	664.3	23	0.03	660.4	20	0.03	658.2	21	0.03				3278.8	112	0.03
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	M2	35.4	13.5	0.38	37.8	13	0.34	35.4	15	0.42	36	17	0.47	37.6	14	0.36				182.2	72	0.4
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	KG.	642.5	31	0.05	651.7	33	0.05	658.9	31	0.05	652.3	30	0.05	659.4	28	0.04				3264.8	153	0.05
2.3.6.4	Encofrado de verticales	M2	35.2	44.5	1.26	37.4	43	1.15	35	44	1.26	36	46.5	1.29	37.6	44	1.17				181.2	222	1.23
2.3.6.5	Concreto en verticales	M3	3.9	13	3.33	4.15	12	2.89	4	14.5	3.63	4.14	16	3.86	4.2	14	3.21				20.39	69	3.38
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	KG.	469.8	20.5	0.04	482.3	20	0.04	448.7	22.5	0.05	467.6	18	0.04	462.8	18	0.04				2331.2	98.5	0.04
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	M2	16.2	15	0.93	18.4	12.5	0.68	17.39	14	0.81	16.4	14	0.85	17.8	13	0.73				86.19	68.5	0.79
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas	M2	3.2	11.5	3.59	4.1	14.5	3.54	3.79	13	3.43	3.36	12	3.57	3.98	13	3.27				18.43	64	3.47
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	KG.	467.3	33	0.07	480.8	30.5	0.06	434.05	31	0.07	461.5	32.5	0.07	458.7	32	0.07				2302.35	159	0.07
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas	M2	13.2	27	2.05	14.31	33	2.31	13.38	30	2.24	15.2	28	1.84	14.82	35	2.36				70.91	153	2.16
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	KG.	168.5	14	0.08	158.4	16	0.1	202.3	14	0.07	180.9	12.5	0.07	156.8	13	0.08				866.9	69.5	0.08
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	M2	26.71	9.5	0.36	28.56	7.5	0.26	26.22	9	0.34	28	7	0.25	26.5	10	0.38				135.99	43	0.32
2.3.9.3	Encofrado de losa	M2	26.71	40	1.5	28.5	39	1.37	26.22	37	1.41	27.56	33.5	1.22	26.5	35	1.3				135.49	184	1.36
2.3.9.4	Para ladrillos	UND.	257	4	0.02	260	5	0.02	270	4.5	0.02	263	5	0.02	260	4.5	0.02				1310	23	0.02
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	KG.	164.5	7	0.04	156.4	8.5	0.05	199.98	7	0.04	178.7	6	0.03	155.8	7	0.04				855.38	35.5	0.04
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	M3	4.9	17	3.47	5.21	15	2.88	5.4	15	2.78	5.1	13	2.55	5.3	17	3.11				25.91	76.5	2.95
Observaciones:		ANALISTA:																					
		REVISADO:																					

Fuente: Elaboración propia - Alania Inmobiliaria S.A.C

Como se puede apreciar en los resultados del I.S.P a pesar de realizar la sectorización en áreas que tengan similares cantidades de trabajo, existen variaciones tanto en la cantidad de los metrados ejecutados, así como en las horas hombre requeridas para la ejecución de las partidas por cada día de trabajo. Estos cambios que se presentan en los resultados son normales debido a la variabilidad y demás problemas que existen en los proyectos de construcción, lo cual hace que la producción diaria varíe en cada jornada de trabajo.

Sin embargo y pese a todos estos hechos la filosofía lea mediante el uso de la sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que hagan una sola labor), logra incrementar progresivamente la eficiencia con que se ejecutan los trabajos, esto se da por el proceso de especialización de los trabajadores en las labores, las cuales realizan a lo largo del proceso de construcción de la obra.

El resultado de este proceso de especialización y aprendizaje será presentado a continuación mediante las curvas de productividad que se realizaron para las partidas con mayor incidencia en el presupuesto de la etapa de construcción del casco de la superestructura, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Encofrado de Verticales**

Tabla 12: Cuadro de Resumen – Encofrado de Verticales

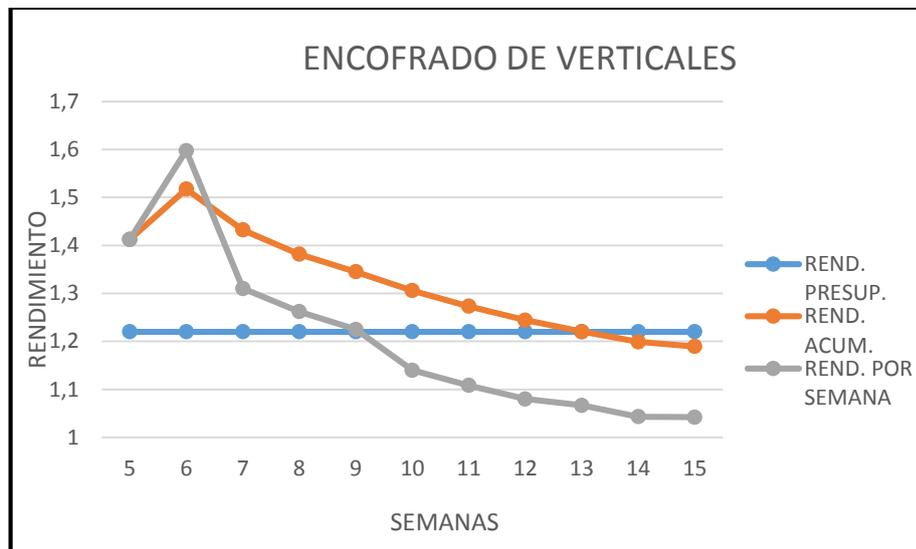
PARTIDA: ENCOFRADO DE VERTICALES					INICIO: SEMANA 5		
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO: 1.23 hh/m2					FIN: SEMANA 15		
SEMANA	METRADO	METRADO ACUM.	HH	HH ACUM.	REND. PRESUP.	REND. POR SEMANA	REND. ACUM.
5	106.9	106.9	151	151	1.21	1.41	1.41
6	139.9	246.8	223.5	374.5	1.21	1.60	1.52
7	172.5	419.3	226	600.5	1.21	1.31	1.43
8	177.5	596.8	224	824.5	1.21	1.26	1.38
9	181.2	778	222	1046.5	1.21	1.23	1.35
10	183.8	961.8	209.5	1256	1.21	1.14	1.31
11	189.5	1151.3	210	1466	1.21	1.11	1.27
12	204.6	1355.9	221	1687	1.21	1.08	1.24
13	208.6	1564.5	222.5	1909.5	1.21	1.07	1.22
14	213.8	1778.3	223	2132.5	1.21	1.04	1.20
15	118.5	1896.8	123.5	2256	1.21	1.04	1.19

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que cuando inicio la partida en la semana 5, el rendimiento para esta era de 1.41 hh/m2, lo cual indicaba que en esa semana se utilizaba 1.41 horas hombre para producir 1 m2 de encofrado de verticales, más a medida que

pasaron las semanas se logró incrementar progresivamente la eficiencia en la ejecución, logrando de esta manera que en la semana 15 solo se utilice una cantidad de 1.1 horas hombre para producir 1 m² de encofrado.

Gráfico 12: Curva de Productividad – Encofrado de Verticales



Fuente: Elaboración propia

Para la ejecución de esta partida se había previsto en el presupuesto utilizar un total de 2305 hh, más en obra fueron requeridas solo 2256 hh para culminar la partida (ver tabla anterior). La diferencia entre estas dos últimas cantidades es de 49 hh, y si multiplicamos este valor por el costo de mano de obra por cada hora de trabajo, tenemos que para esta partida se tuvo un ahorro de S/. 389,6 en el costo de mano de obra, con lo que queda en evidencia que hubo una mejora en la productividad.

- **Colocación de Acero en Vigas**

La partida inicia con un rendimiento de 0.088 hh/kg en la semana 5, según se iba avanzando con los trabajos se tuvo mejoras en el rendimiento hasta culminar con un rendimiento igual a 0.040 hh/kg en la semana 15.

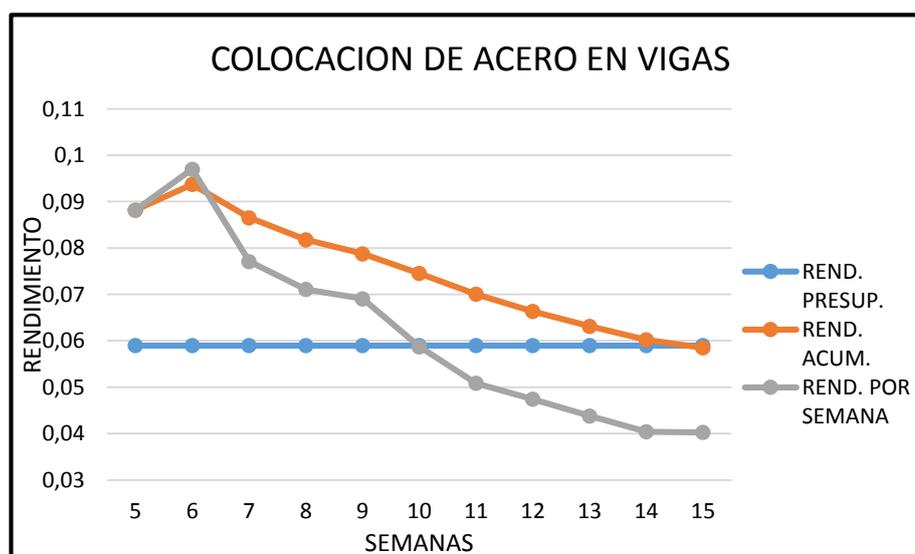
Tabla 13: Cuadro de Resumen – Acero en Vigas

PARTIDA: COLOCACION DE ACERO EN VIGAS					INICIO: SEMANA 5		
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO: 0.059 hh/kg.					FIN: SEMANA 15		
SEMANA	METRADO	METRADO ACUM.	HH	HH ACUM.	REND. PRESUP.	REND. POR SEMANA	REND. ACUM.
5	1071.5	1071.5	94.5	94.5	0.059	0.088	0.088
6	1825.2	2896.7	177	271.5	0.059	0.097	0.094
7	2210.8	5107.5	170.5	442	0.059	0.077	0.087
8	2278.5	7386	162	604	0.059	0.071	0.082
9	2302.3	9688.3	159	763	0.059	0.069	0.079
10	2596.2	12284.5	152.5	915.5	0.059	0.059	0.075
11	2870.5	15155	146	1061.5	0.059	0.051	0.070
12	2962.5	18117.5	140.5	1202	0.059	0.047	0.066
13	3013.5	21131	132	1334	0.059	0.044	0.063
14	3092.2	24223.2	125	1459	0.059	0.040	0.060
15	2309.1	26532.3	93	1552	0.059	0.040	0.058

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla, cuando se inicia la actividad en la semana 5, el rendimiento presupuestado está por debajo del rendimiento real promedio, lo que generaba mayores costos de mano de obra. Esto se debía en gran medida porque la cuadrilla recién está empezando, más con el pasar del tiempo se tuvo un aprendizaje más acelerado, logrando notablemente una mejora en el rendimiento, con lo que se tuvo una mejora de la productividad.

Gráfico 13: Curva de Productividad – Acero en Vigas



Fuente: Elaboración propia

Según el presupuesto se disponía de un total de 1573 hh para ejecutar esta partida, más en obra fueron requeridas solo 1552 hh para culminar la partida. Si multiplicamos las 21 hh

que se ahorraron en esta partida, por el costo de mano de obra por cada hora de trabajo, tenemos que para esta partida se tuvo un ahorro de S/. 177,7 en el costo de mano de obra.

Es importante resaltar que la productividad que se pudo ganar aplicando estos conceptos en cada partida ayudo a que se cumpla el objetivo primordial del proyecto que es terminar dentro del plazo y sin superar el costo establecido en el presupuesto.

- **Concreto en Losa y Vigas**

La partida de concreto en losa y vigas inició en la semana 6, presentando un rendimiento de 3.62 hh/m³, lo cual indicaba que había un mayor requerimiento de horas hombre del que se había establecido en el presupuesto (2.54 hh/m³), sin embargo, para la etapa intermedia se tuvo un rendimiento de 2.325 hh/m³, y se logró terminar con un rendimiento menor al presupuestado de 1.66 hh/m³ en la semana 16, estos datos se muestran en la tabla siguiente.

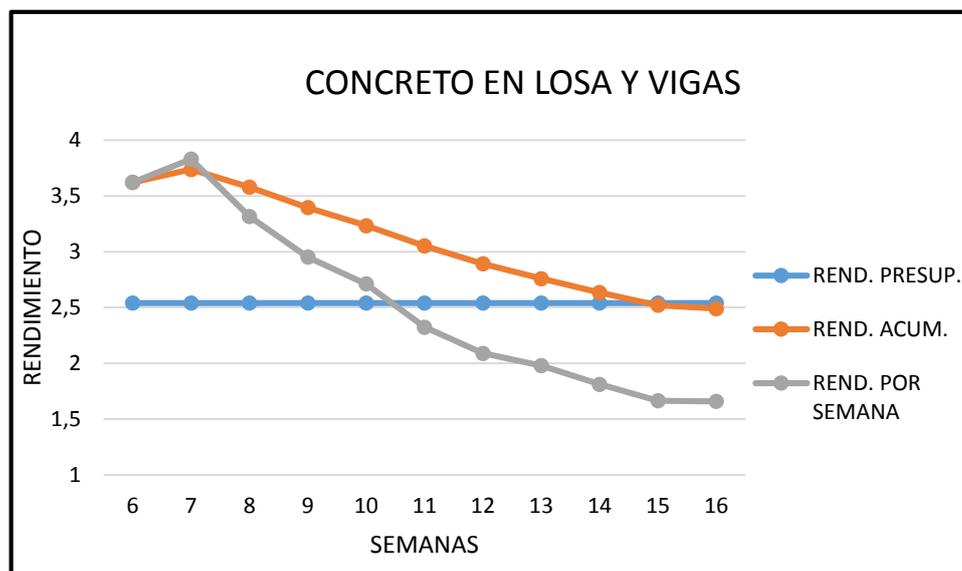
Tabla 14: Cuadro de Resumen – Concreto en Losa

PARTIDA: CONCRETO EN LOSA Y VIGAS					INICIO: SEMANA 6		
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO: 2.54 hh/m ³					FIN: SEMANA 16		
SEMANA	METRADO	METRADO ACUM.	HH	HH ACUM.	REND. PRESUP.	REND. POR SEMANA	REND. ACUM.
6	17.4	17.4	63	63	2.54	3.621	3.621
7	21.8	39.2	83.5	146.5	2.54	3.830	3.737
8	23.53	62.73	78	224.5	2.54	3.315	3.579
9	25.91	88.64	76.5	301	2.54	2.953	3.396
10	27.65	116.29	75	376	2.54	2.712	3.233
11	28.82	145.11	67	443	2.54	2.325	3.053
12	29.18	174.29	61	504	2.54	2.090	2.892
13	29.55	203.84	58.5	562.5	2.54	1.980	2.760
14	30.88	234.72	56	618.5	2.54	1.813	2.635
15	31.52	266.24	52.5	671	2.54	1.666	2.520
16	9.64	275.88	16	687	2.54	1.660	2.490

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se muestra el grafico con las curvas de productividad, para de esta forma entender de una manera más clara lo que nos indican estos resultados.

Gráfico 14: Curva de Productividad – Concreto en Losa



Fuente: Elaboración propia

El gráfico nos muestra la manera en la que se logró reducir los rendimientos gracias al proceso de especialización y aprendizaje que tuvieron las cuadrillas durante la ejecución, y gracias a ello se tuvo en esta partida un ahorro de S/. 164.26 en el costo de mano de obra.

Tener una productividad mayor significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, en el proyecto se logró incrementar la productividad gracias a la implementación de las herramientas de la filosofía Lean Construction, las cuales permitieron que los procesos de transformación fueron realizados bajo los conceptos de eficiencia y eficacia. Ya que la eficiencia tiene que ver con la buena administración y uso de los recursos (sean estos humanos, materiales o tiempo), y la efectividad o eficacia está relacionada con el desempeño para el cumplimiento de los logros, metas y objetivos. De esta forma se obtuvieron valores que reflejan una mejora en la productividad, lo cual a su vez permitió tener un ahorro de S/. 34 398.11 en el costo directo del proyecto.

CONCLUSIONES

1. El resultado de las mediciones del Nivel General de Actividad realizadas para la etapa de construcción del casco de la obra Departamentos Multifamiliares "La Toscana" (Trabajo productivo = 46%, Trabajo contributorio = 34% y Trabajo no contributorio = 20%), se encuentran por encima de los resultados obtenidos en las mediciones hechas a las obras de Lima en el año 2006 (TP = 32%, TC = 43% y TNC = 25%); con lo cual se demuestra que la aplicación de la filosofía lean es beneficioso para mejorar la productividad porque permite tener una mejor distribución de los tiempos que busca aumentar el trabajo productivo, disminuir el trabajo contributorio y eliminar el trabajo no contributorio. Sin embargo, si hacemos una comparación con los resultados que presenta Virgilio Ghio de mediciones realizadas en Chile en el 2001 (TP = 47%, TC = 28% y TNC = 25%) nos damos cuenta que aún hay mucho por mejorar, la cual se logrará reduciendo las pérdidas de los procesos de construcción.
2. La filosofía Lean Contruction mediante sus herramientas de sectorización (división del trabajo en cantidades similares) y el tren de actividades (cuadrillas que realizan una sola labor), logra incrementar progresivamente la eficiencia con que se ejecutan los trabajos en obra, esto se da por el proceso de especialización de los trabajadores en las labores que realizan durante todo el periodo de ejecución de la obra.
3. El uso del Last Planner System como una herramienta de planificación y control de la producción, permitió reducir considerablemente los efectos de la variabilidad en nuestro proyecto. Gracias a esto se logró cumplir con el plazo de ejecución que se había establecido para la etapa de casco de la obra (16-12-14). En esta parte es preciso mencionar la importancia de llevar un registro de las causas de incumplimiento ya que permiten establecer medidas correctivas y propuestas de mejora para poder cumplir con los plazos de ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. La filosofía Lean Construction debe ser aplicada como un método de planificación, ejecución y control de la producción en proyectos que presentan actividades repetitivas, las cuales requieran del mismo tipo de trabajo a lo largo de todo el proceso de producción, porque esto facilitará la implementación de todos los conceptos y herramientas de esta metodología para llegar a establecer un sistema de producción efectivo que minimice los desperdicios en la construcción.
2. Los resultados que se obtuvieron de la aplicación de las 10 herramientas Lean Construction en el proyecto Departamento Multifamiliar “La Toscana” muestran que se ha generado ahorros debido al incremento de la productividad, cumplimiento de los plazos de ejecución establecidos y a la reducción de los principales tipos de desperdicios. Sin embargo, no nos debemos conformar con estos resultados y debemos buscar implementar todas las herramientas que nos presenta esta metodología (en total 42 herramientas), de esta forma se podría tener mejores resultados a los que se alcanzaron en este proyecto.
3. La aplicación de los conceptos, principios y herramientas de la filosofía lean construction en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones, brinda buenos resultados ya que permite mejorar la productividad a partir de la correcta administración de los recursos y de la identificación y posterior eliminación de las pérdidas en la construcción, de esta forma estas mejoras se transforman en ahorros para la empresa (ya que repercuten directamente en la economía) y permiten tener una correcta ejecución del proyecto. Es importante por ello mencionar que el uso de estas herramientas debe ser de forma continua para que los resultados que estas generan, se vean reflejadas en nuestro proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÓN CÁRDENAS, Luis Fernando y ARMIÑANA E. *“Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas”*. Revista de Obras Públicas. Santiago (2008).
- ALARCÓN CÁRDENAS, Luis Fernando y GONZALES, Vicente. *“Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción”*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago (2003).
- ALARCÓN CÁRDENAS, Luis Fernando. *“Identificación y reducción de Pérdidas en la Construcción. Herramientas y Pérdidas”*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago (2000).
- ALARCÓN CÁRDENAS, Luis Fernando. *“Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación”*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago (2003).
- ALFARO ZUÑIGA, Luis Arturo. *“Identificación y evaluación de factores que afectan la productividad de la mano de obra en la construcción”*. Universidad de Costa Rica, proyecto de graduación. San José (1998).
- ANDRADE, M. y ARRIETA, B. *“Last Planner en subcontrato de empresa constructora”*. Revista de la construcción, Boletín N° 01. (2011).
- ARBOLEDA LOPEZ, Sergio Andrés. *“Análisis de productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos”*. [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia. Medellín (2014).
- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *“Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction”*. Editorial Legis, Colombia (2006).
- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *“Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción: estudio caso de la ciudad de Medellín”*. Colombia (2005).
- BULEJE REVILLA, Kenny Ernesto. *“Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la Filosofía Lean Construction”*. [Tesis]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima (2012).
- CASTILLO MAGUIÑA, Inés Rosa. *“Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS)”*. [Tesis]. Pontificia universidad católica del Perú. Lima (2014).
- CHAVEZ ESPINOZA, Jhonny Rómulo. *“Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación”*. [Tesis]. Universidad San Martín de Porres. Lima (2014).
- CRUZ MACHADO, Virgilio. *“Modelo de Planificación basado en construcción ajustada par obras de corta duración”*. Universidad Nova de Lisboa. Lisboa (2007).
- DIAZ, Daniela. *“Aplicación del sistema de planificación Last planner a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura”*. [Tesis]. Universidad Pontificia Católica de Chile. Santiago (2007).
- FERNÁNDEZ MORALES, Roberto. *“Efectos del clima de Costa Rica en los costos de mano de obra en proyectos”*. Revista de la Cámara Costarricense de la Construcción. Costa Rica (2003).
- GABILLO ZAPATA, Mauricio y MEJIA ORTIZ, Francisco. *“Optimizar la eficiencia de los procesos constructivos en la partida de encofrado de vigas mediante la aplicación de herramientas de gestión de procesos: cartas de balance y líneas de balance, bajo un enfoque Lean”*. [Tesis]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima (2014).
- GHIO CASTILLO, Virgilio. *“Guía para la innovación tecnológica en la construcción”*. Editorial Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago (1997).

- GHIO CASTILLO, Virgilio. *“Productividad en obras de construcción; Diagnostico, critica y propuesta”*. Fondo editorial PUCP, Lima (2001).
- GONZALEZ RAMIREZ, Jorge Alonso. *“Estudio preliminar de factores que afectan la productividad de la construcción en Costa Rica”*. Proyecto de graduación. Universidad de Costa Rica. San José (2003).
- GUZMÁN TEJADA, Abner. *“Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos”*. [Tesis]. Universidad Pontificia Católica del Perú. Lima (2014).
- LARA CASTILLO, Pablo Andrés. *“Estudio de optimización de costos y productividad en la construcción de viviendas de hormigón”*. [Tesis]. Universidad Católica de Chile. Santiago (2011).
- LIC, Lean Project Delivery Glossary (available at: WWW.leanconstruction.org/glossary.htm).
- LORÍA ARCILA, José Humberto. *“Programación de obras con la técnica de la línea de balance”*. Universidad Autónoma de Yucatán. México (2012).
- MARTINEZ RIBON, Jhonattan Guillermo. *“Propuesta de metodología para la implementación de la filosofía Lean Construction en proyectos de construcción”*. [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (2011).
- ORIHUELA, Pablo y ULLOA, Karen. *“La planificación de las obras y el sistema last planner”*. Corporación Aceros Arequipa, Boletín N° 12. Perú (2011).
- ORIHUELA, Pablo. *“Aplicación de la teoría de restricciones a un proceso constructivo”*. Corporación Aceros Arequipa, Boletín N° 1. Perú (2008).
- PONS ACHELL, Juan Felipe. *“Introducción a Lean Construction”*. Fundación laboral de la construcción, España (2014).
- PORRAS DIAZ, Hernán y SANCHEZ RIVERA, Omar. *“Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una visión actual”*. Revista de Ingeniería, Boletín N° 01. Colombia (2014).
- SUAREZ SERRANO, José Antonio. *“Control del consumo en el recurso mano de obra, durante el desarrollo de un proyecto de construcción”*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Costa Rica. San José (2005).

ANEXOS

ANEXO 01: HOJA DE METRADOS

HOJA DE METRADOS									
PROYECTO:	TOSCANA								
Ubicación:	Lugar: Distrito: EL TAMBO Provincia: HUANCAYO Departamento: JUNIN								
Realizado:	COLLACHAGUA FERNANDEZ ISRAEL						Fecha:	8 DE AGOSTO 2014	
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	# VECES	METRADO			PARCIAL	TOTAL	
				LARGO	ANCHO	ALTURA			
2	ESTRUCTURAS.								
2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
2.1.2	EXCAVACIONES								
2.1.2.1	EXCAVACIONES MASIVAS	M3						1327.06	
	AREA TOTAL		1	22.9	9.5	6.1	1327.055		
2.1.2.2	EXCAVACIONES SIMPLES	M3						14.3136	
	ESTRUCTURA DE ALBAÑILERIA								
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		1	6	0.4	0.8	1.92		
	EJE 1-1 ENTRE LOS EJES D-D Y B-B'		1	7.65	0.4	0.8	2.448		
	EJE 1-1 ENTRE LOS EJES B-B' Y A-A		1	2.78	0.4	0.8	0.8896		
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1' Y 2-2		1	4.2	0.4	0.8	1.344		
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	22.3	0.4	0.8	7.136		
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.4	0.8	0.192		
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.4	0.8	0.192		
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.4	0.8	0.192		
2.1.4	RELLENOS								
2.1.4.1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3						1067.23	
	EN EXCAVACION MASIVA		1	22.9	9.5	5.8	1261.79		
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO DE ZAPATAS								
	Z1		-1	9.6	4.7	0.8	-36.10		
	Z2		-4	2.5	2	0.8	-16		
	Z3		-8	1.6	2	0.8	-20.48		
	Z4		-2	1.2	2.5	0.8	-4.8		
	Z5		-4	1.2	1.6	0.8	-6.144		
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO DE COLUMNAS								
	C1		-5	0.7	0.3	4.4	-4.62		
	C2		-8	0.7	0.3	4.4	-7.392		
	C4		-2	0.7	0.3	4.4	-1.848		
	C5		-2	0.556	0.556	4.4	-2.72		
	C6		-4	0.556	0.556	4.4	-5.44		
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO EN VIGAS DE CIMENT.								
	VC (0.40*0.80) EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 3-3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 4-4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 8-8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.4	0.8	-3.008		
	VC (0.40*0.80) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		-1	19.2	0.4	0.8	-6.144		
	VC (0.40*0.80) EJE C-C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		-1	19.2	0.4	0.8	-6.144		
	VC (0.40*0.80) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		-1	19.2	0.4	0.8	-6.144		
	VC (0.40*0.80) EJE B'-B' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-2	2.3	0.4	0.8	-1.472		
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO EN VIGAS COLLARIN						0		
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41		

	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 3-3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 4-4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 8-8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	9.4	0.3	0.5	-1.41	
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		-1	19.9	0.25	0.5	-2.4875	
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE C-C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		-1	19.9	0.25	0.5	-2.4875	
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		-1	19.9	0.25	0.5	-2.4875	
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B'-B' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-2	2.4	0.25	0.5	-0.6	
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	2.4	0.25	0.5	-0.3	
	CIMENTACION EJE 6-6' ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		-1	3.7	0.4	0.8	-1.184	
	CIMENTACION EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3	0.4	0.8	-0.96	
	CIMENTACION EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	3.3	0.4	0.8	-1.056	
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO EN PLACAS							
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		-1	2.35	0.25	4.4	-2.59	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		-1	6.05	0.3	4.4	-7.99	
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		-1	1.25	0.3	4.4	-1.65	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	4.95	0.25	4.4	-5.45	
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO EN POZO DE ASCENSOR							-3.9
	DESCUENTO DE VOLUMEN DE CONCRETO DEL TANQUE CISTERNA							-27.1
	EN EXCAVACION SIMPLE							
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		1	6	0.25	0.2	0.3	
	EJE 1-1 ENTRE LOS EJES D-D Y B'-B'		1	7.65	0.4	0.2	0.612	
	EJE 1-1 ENTRE LOS EJES B'-B' Y A-A		1	2.78	0.25	0.2	0.139	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1'-1' Y 2-2		1	4.2	0.25	0.2	0.21	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	22.3	0.4	0.2	1.784	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.25	0.2	0.03	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.25	0.2	0.03	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.25	0.2	0.03	
	EN EL PISO ENTRE LOS EJES 5-5 A 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D							23.32
2.1.5	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	M2						276.82
	AREA TOTAL							284.88
	DESCUENTO POR SOBRECIMIENTO							
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		-1	2.9	0.25	0.3	-0.2175	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		-1	2.9	0.25	0.3	-0.2175	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	1.6	0.25	0.3	-0.12	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	2.9	0.25	0.3	-0.2175	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	2.8	0.25	0.3	-0.21	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	1.4	0.25	0.3	-0.105	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3	0.25	0.3	-0.225	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	2.8	0.25	0.3	-0.21	
	EJE B'-B' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	1.4	0.25	0.3	-0.105	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	1.35	0.25	0.3	-0.10125	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1 Y 1'-1'		-1	3.1	0.25	0.3	-0.2325	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1'-1' Y 2-2		-1	4	0.25	0.3	-0.3	
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C'-C'		-1	2.9	0.25	0.3	-0.2175	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	6	0.25	0.3	-0.45	
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	4.65	0.25	0.3	-0.34875	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	7.2	0.25	0.3	-0.54	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		-1	5.7	0.15	0.3	-0.2565	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		-1	3	0.15	0.3	-0.135	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3	0.15	0.3	-0.135	

	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3.15	0.15	0.3	-0.14175	
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	4.3	0.15	0.3	-0.1935	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	1.95	0.15	0.3	-0.08775	
	EJE B-B' ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	1	0.15	0.3	-0.045	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		-1	0.75	0.15	0.3	-0.03375	
	EJE 6-6' ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		-1	2.05	0.15	0.3	-0.09225	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES C-C' Y D-D		-1	0.7	0.15	0.3	-0.0315	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y C-C		-1	3.55	0.15	0.3	-0.15975	
	EJE 8-8 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		-1	2.8	0.15	0.3	-0.126	
	EJE 8-8' ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		-1	1.25	0.15	0.3	-0.05625	
	COLUMNAS						-2.75	
2.1.6	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3					72.83	72.83
	EXCAVACIONES		1341.37					
	RELLENOS		1067.23					
	ESPONJAMIENTO		1.2					
	COMPACTACION		1.2					
2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
2.2.1	CIMENTOS CORRIDOS	M3						13.14
	ESTRUCTURA ALBAÑILERIA							
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		1	6	0.4	0.6	1.44	
	EJE 1-1 ENTRE LOS EJES D-D Y B-B		1	7.65	0.4	0.6	1.836	
	EJE 1-1 ENTRE LOS EJES B-B' Y A-A		1	2.78	0.4	0.6	0.6672	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1' Y 2-2		1	4.2	0.4	0.6	1.008	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	22.3	0.4	0.6	5.352	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.4	0.6	0.144	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.4	0.6	0.144	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.6	0.4	0.6	0.144	
	EJE 6-6' ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		1	3.7	0.4	0.6	0.888	
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		1	3	0.4	0.6	0.72	
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		1	3.3	0.4	0.6	0.792	
2.2.3	SOLADOS (e=0.10 m)	M2						104.4
	Z-1		1	9.6	4.7		45.12	
	Z-2		4	2.5	2		20	
	Z-3		8	1.6	2		25.6	
	Z-4		2	1.2	2.5		6	
	Z-5		4	1.2	1.6		7.68	
2.2.4	BASES DE CONCRETO concreto ciclopeo 1:10 +30% P.M							
2.2.4.1	PARA EL CONCRETO	M3						0.48
	ARRANQUE DE ESCALERA		1	1.2	0.5	0.8	0.48	
2.2.6	SOBRECIMENTOS							
2.2.6.1	PARA EL CONCRETO	M3						7.57
	DE 0.25 m							
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		1	2.9	0.25	0.3	0.218	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		1	2.9	0.25	0.3	0.218	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		1	1.6	0.25	0.6	0.240	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	2.9	0.25	0.6	0.435	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		1	2.8	0.25	0.6	0.420	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		1	1.25	0.25	0.6	0.188	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		1	2.8	0.25	0.6	0.420	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	1.35	0.25	0.6	0.203	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1 Y 1-1'		1	3.1	0.25	0.3	0.233	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1' Y 2-2		1	4	0.25	0.3	0.300	
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B' Y C-C'		1	2.9	0.25	0.3	0.218	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B' Y D-D		1	4.75	0.25	0.6	0.713	

	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B' Y D-D		1	3.4	0.25	0.6	0.510
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		1	3.8	0.25	0.3	0.285
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		1	3.4	0.25	0.6	0.510
	DE 0.15 m						
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		1	5.7	0.15	0.3	0.257
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		1	3	0.15	0.3	0.135
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		1	3	0.15	0.45	0.203
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		1	3.15	0.15	0.6	0.284
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		1	4.3	0.15	0.6	0.387
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	1.95	0.15	0.6	0.176
	EJE B-B' ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	1	0.15	0.6	0.090
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.75	0.15	0.3	0.034
	EJE 6-6' ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		1	2.05	0.15	0.6	0.185
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES C-C' Y D-D		1	0.7	0.15	0.6	0.063
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	0.75	0.15	0.3	0.034
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		1	2.8	0.15	0.6	0.252
	EJE 8-8 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		1	2.8	0.15	0.6	0.252
	EJE 8-8' ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		1	1.25	0.15	0.6	0.113
2.2.6.2	PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2					80.96
	DE 0.25 m						
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		2	2.9		0.3	1.74
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		2	2.9		0.3	1.74
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	1.6		0.6	1.92
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2	2.9		0.6	3.48
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		2	2.8		0.6	3.36
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	1.25		0.6	1.5
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		2	3		0.6	3.6
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		2	2.8		0.6	3.36
	EJE B-B' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	1.4		0.6	1.68
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2	1.35		0.6	1.62
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1 Y 1'-1'		2	3.1		0.3	1.86
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1'-1' Y 2-2		2	4		0.3	2.4
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B' Y C-C'		2	2.9		0.3	1.74
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	6.1		0.6	7.32
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.75		0.6	5.7
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		2	3.8		0.3	2.28
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		2	3.4		0.6	
	DE 0.15 m						
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		2	5.7		0.3	3.42
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		2	3		0.3	1.8
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		2	3		0.45	2.7
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		2	3.15		0.6	3.78
	EJE C-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		2	4.3		0.6	5.16
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2	1.95		0.6	2.34
	EJE B-B' ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2	1		0.6	1.2
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		2	0.75		0.3	0.45
	EJE 6-6' ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		2	2.05		0.6	2.46
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES C-C' Y D-D		2	0.7		0.6	0.84
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		2	0.75		0.3	0.45
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		2	2.8		0.6	3.36
	EJE 8-8 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		2	2.8		0.6	3.36
	EJE 8-8' ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		2	1.25		0.6	
	TAPA DE 0.25						
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		2		0.25	0.3	0.15

	EJE D-D ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1-1 Y 1'-1'		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 1'-1' Y 2-2		2		0.25	0.3	0.15	
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B' Y C'-C'		4		0.25	0.3	0.3	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		5		0.25	0.3	0.375	
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		4		0.25	0.3	0.3	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		4		0.25	0.3	0.3	
	TAPAS DE 0.15							
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		4		0.15	0.3	0.18	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES C'-C' Y D-D		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y C-C		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE 8-8 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		2		0.15	0.3	0.09	
	EJE 8'-8' ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		2		0.15	0.3	0.09	
	2.2.7 GRADAS							
	2.2.7.1 PARA EL CONCRETO	M3						0.701
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	1.2	0.25	0.15	0.09	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	1	0.25	0.15	0.08	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	2.15	1	0.15	0.32	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	1.9	0.75	0.15	0.21	
	2.2.7.2 PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						1.268
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	1.2		0.15	0.36	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	1		0.15	0.3	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	2.15		0.15	0.3225	
	EJE A-A ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	1.9		0.15	0.285	
	2.2.9 FALSO PISO (SACADO EL AREA DEL AUTOCAD) (e = 0.10 m)	M2						263.91
	AREA TOTAL						282.64	
	DESCUENTO POR SOBRECIMIENTO							
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		-1	2.9	0.25		-0.725	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		-1	2.9	0.25		-0.725	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	1.6	0.25		-0.400	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	2.9	0.25		-0.725	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	2.8	0.25		-0.700	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	1.4	0.25		-0.350	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3	0.25		-0.750	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	2.8	0.25		-0.700	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		-1	1.4	0.25		-0.350	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	1.35	0.25		-0.338	
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B' Y C'-C'		-1	2.9	0.25		-0.725	

	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	6.1	0.25		-1.525	
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	4.75	0.25		-1.188	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		-1	7.2	0.25		-1.800	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 1-1 Y 2-2		-1	5.7	0.15		-0.855	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		-1	3	0.15		-0.450	
	EJE D-D ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3	0.15		-0.450	
	EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		-1	3.15	0.15		-0.473	
	EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		-1	4.3	0.15		-0.645	
	EJE C-C ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	1.95	0.15		-0.293	
	EJE B'-B' ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		-1	1	0.15		-0.150	
	EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		-1	0.75	0.15		-0.113	
	EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		-1	2.05	0.15		-0.308	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES C'-C' Y D-D		-1	0.7	0.15		-0.105	
	EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y C-C		-1	3.55	0.15		-0.533	
	EJE 8-8 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		-1	2.8	0.15		-0.420	
	EJE 8'-8' ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		-1	1.25	0.15		-0.188	
	COLUMNAS						-2.750	
2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
2.3.2	ZAPATAS							
2.3.2.1	PARA EL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	M3						75.25
	ZAPATA 01		1	6.4	4.7	0.8	24.06	
	ZAPATA 02		4	2.3	2.3	0.8	16.93	
	ZAPATA 03		9	1.2	2.3	0.8	19.87	
	ZAPATA 04		4	1.2	1.2	0.8	4.61	
	ZAPATA 05		1	2	4.7	0.8	7.52	
	ZAPATA 06		1	2.35	1.2	0.8	2.26	
2.3.2.2	PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						129.36
	Z1							
	DIST.LONGITUDINAL		2	6.4		0.8	10.24	
	DIST.TRANSVERSAL		2	4.7		0.8	7.52	
	Z2							
	DIST.LONGITUDINAL		8	2.3		0.8	14.72	
	DIST.TRANSVERSAL		8	2.3		0.8	14.72	
	Z3							
	DIST.LONGITUDINAL		18	1.2		0.8	17.28	
	DIST.TRANSVERSAL		18	2.3		0.8	33.12	
	Z4							
	DIST.LONGITUDINAL		8	1.2		0.8	7.68	
	DIST.TRANSVERSAL		8	1.2		0.8	7.68	
	Z5							
	DIST.LONGITUDINAL		2	2		0.8	3.20	
	DIST.TRANSVERSAL		2	4.7		0.8	7.52	
	Z6							
	DIST.LONGITUDINAL		2	2.35		0.8	3.76	
	DIST.TRANSVERSAL		2	1.2		0.8	1.92	
2.3.2.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg.						
								Se adjunta en la hoja de acero
2.3.3	VIGAS DE CIMENTACION							
2.3.3.1	PARA EL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	M3						35.23
	VC (0.40*0.80) EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	4.25	0.4	0.8	1.36	
	VC (0.40*0.80) EJE 3-3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	4.7	0.4	0.8	1.504	
	VC (0.40*0.80) EJE 4-4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	4.7	0.4	0.8	1.504	
	VC (0.40*0.80) EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	1	0.4	0.8	0.32	
	VC (0.40*0.80) EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	1	0.4	0.8	0.32	

	VC (0.40*0.80) EJE 7 -7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	4.7	0.4	0.8	1.504
	VC (0.40*0.80) EJE 8 -8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	4.7	0.4	0.8	1.504
	VC (0.40*0.80) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	4.4	0.4	0.8	1.408
	VC (0.40*0.80) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	6.55	0.4	0.8	2.096
	VC (0.40*0.80) EJE C-C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	6.55	0.4	0.8	2.096
	VC (0.40*0.80) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	6.55	0.4	0.8	2.096
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 3-3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 4-4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 5-5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 6-6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 7-7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 8-8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.3	0.3	0.5	1.395
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	19.9	0.25	0.5	2.4875
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE C-C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	19.9	0.25	0.5	2.4875
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	19.9	0.25	0.5	2.4875
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B'-B' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	2.4	0.25	0.5	0.6
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		1	2.4	0.25	0.5	0.3
2.3.3.2	PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2					204.63
	VC (0.40*0.80) EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.25		0.8	6.8
	VC (0.40*0.80) EJE 3 -3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.7		0.8	7.52
	VC (0.40*0.80) EJE 4 -4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.7		0.8	7.52
	VC (0.40*0.80) EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	1		0.8	1.6
	VC (0.40*0.80) EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	1		0.8	1.6
	VC (0.40*0.80) EJE 7 -7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.7		0.8	7.52
	VC (0.40*0.80) EJE 8 -8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.7		0.8	7.52
	VC (0.40*0.80) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.4		0.8	7.04
	VC (0.40*0.80) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	6.55		0.8	5.24
	VC (0.40*0.80) EJE C-C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		2	6.55		0.8	10.48
	VC (0.40*0.80) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	6.55		0.8	5.24
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 2-2 ENTRE LOS EJES A-A Y D-D		1	9.3		0.5	4.65
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 2-2 ENTRE LOS EJES A-A Y D-D		1	8.55		0.5	4.275
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 3-3 ENTRE LOS EJES A-A Y D-D		2	8.55		0.5	8.55
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 4-4 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		2	8.55		0.5	8.55
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	8.55		0.5	4.275
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 5-5 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	8.05		0.5	4.025
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 6-6 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	8.55		0.5	4.275
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 6-6 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	8.05		0.5	4.025
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 7-7 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		2	8.55		0.5	8.55
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 8-8 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		2	8.55		0.5	8.55
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	9.3		0.5	4.65
	VC - 100 (0.30*0.50) EJE 9-9 ENTRE LOS EJES A-A Y B-B		1	8.55		0.5	4.275
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	22.8		0.5	11.4
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	20.4		0.5	10.2
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE C-C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		2	19.9		0.5	19.9
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	22.8		0.5	11.4
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE D-D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	20.4		0.5	10.2
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE B'-B' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	2.4		0.5	2.4
	VC - 101 (0.25*0.50) EJE C'-C' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	2.4		0.5	2.4
2.3.3.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg.					
							Se adjunta en la hoja de acero
2.3.6	MCSROS REFORZADOS						
2.3.6.2	MCSROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS						

2.3.6.2.1	PARA EL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	M3						111.82
	PARA EL SOTANO							
	EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		1	2.35	0.25	4.4	2.59	
	EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		1	6.05	0.3	4.4	7.99	
	EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		1	1.25	0.3	4.4	1.65	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	3.95	0.25	4.4	4.35	
	PARA EL 1º PISO							
	EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		1	2.35	0.25	2.8	1.645	
	EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		1	6.05	0.3	2.8	5.082	
	EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		1	1.25	0.3	2.8	1.05	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	3.95	0.25	2.8	2.765	
	2º AL 10º PISO							
	EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		9	2.35	0.25	2.5	13.22	
	EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		9	6.05	0.3	2.5	40.84	
	EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		9	1.25	0.3	2.5	8.44	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	3.95	0.25	2.5	22.22	
2.3.6.2.2	PARA EL ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						902.88
	PARA EL SOTANO							
	EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		2	2.6		4.4	22.88	
	EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		2	6.6		4.4	58.08	
	EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		2	1.55		4.4	13.64	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.45		4.4	39.16	
	PARA EL 1º PISO							
	EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		2	2.6		2.8	14.56	
	EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		2	6.6		2.8	36.96	
	EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		2	1.55		2.8	8.68	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		2	4.45		2.8	24.92	
	2º AL 10º PISO							
	EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B'-B' Y C-C		18	2.6		2.5	117	
	EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y C-C		18	6.6		2.5	297	
	EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y B'-B'		18	1.55		2.5	69.75	
	EJE 9-9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		18	4.45		2.5	200.25	
2.3.6.2.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg.						
								Se adjunta en la hoja de acero
2.3.7	COLUMNAS							
2.3.7.1	PARA EL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	M3						136.48
	SOTANO							
	COLUMNA 1							
	EJE 3-3 Y C-C		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 4-4 Y C-C		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 6-6 Y C-C		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 7-7 Y C-C		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 8-8 Y C-C		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	COLUMNA 2							
	EJE 3-3 Y B-B		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 3-3 Y D-D		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 4-4 Y B-B		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 4-4 Y D-D		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 7-7 Y B-B		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 7-7 Y D-D		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 8-8 Y B-B		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	EJE 8-8 Y D-D		1	0.70	0.30	4.4	0.92	
	COLUMNA 4							
	EJE 9-9 Y C-C		1	1.00	0.25	4.4	1.10	

	COLUMNA 5						
	EJE 5-5 Y D-D		1	0.556	0.556	4.4	1.36
	EJE 5-5 Y B-B		1	0.556	0.556	4.4	1.36
	EJE 6-6 Y D-D		1	0.556	0.556	4.4	1.36
	EJE 6-6 Y B-B		1	0.556	0.556	4.4	1.36
	COLUMNA 6						
	EJE 2-2 Y D-D		1	0.548	0.548	4.4	1.32
	EJE 2-2 Y B-B		1	0.548	0.548	4.4	1.32
	PRIMER PISO						
	COLUMNA 1						
	EJE 3-3 Y C-C		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 4-4 Y C-C		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 6-6 Y C-C		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 7-7 Y C-C		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 8-8 Y C-C		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	COLUMNA 2						
	EJE 3-3 Y B-B		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 3-3 Y D-D		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 4-4 Y B-B		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 4-4 Y D-D		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 7-7 Y B-B		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 7-7 Y D-D		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 8-8 Y B-B		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	EJE 8-8 Y D-D		1	0.70	0.30	2.8	0.59
	COLUMNA 4						
	EJE 9-9 Y C-C		1	1.00	0.25	2.8	0.70
	COLUMNA 5						
	EJE 5-5 Y D-D		1	0.556	0.556	2.8	0.87
	EJE 5-5 Y B-B		1	0.556	0.556	2.8	0.87
	EJE 6-6 Y D-D		1	0.556	0.556		
	EJE 6-6 Y B-B		1	0.556	0.556	2.8	0.87
	COLUMNA 6						
	EJE 2-2 Y D-D		1	0.548	0.548	2.8	0.84
	EJE 2-2 Y B-B		1	0.548	0.548	2.8	0.84
	COLUMNA 7						0.00
	EJE A-A Y 1'-1'		1	0.25	0.25	2.6	0.16
	COLUMNA 8						
	EJE 1-1 Y D-D		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 1-1 Y C'-C'		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 1-1 Y C-C		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 1-1 Y B'-B'		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 2-2 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 3-3 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 4-4 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 5-5 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 7-7 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 8-8 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	EJE 9-9 Y A-A		1	0.25	0.15	2.6	0.10
	PRIMER 2º AL 10º PISO						
	COLUMNA 1						
	EJE 3-3 Y C-C		9	0.70	0.30	2.5	4.73
	EJE 4-4 Y C-C		9	0.70	0.30	2.5	4.73
	EJE 6-6 Y C-C		9	0.70	0.30	2.5	4.73
	EJE 7-7 Y C-C		9	0.70	0.30	2.5	4.73

EJE 8-8 Y C-C		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
COLUMNA 2							
EJE 3-3 Y B-B		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 3-3 Y D-D		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 4-4 Y B-B		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 4-4 Y D-D		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 7-7 Y B-B		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 7-7 Y D-D		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 8-8 Y B-B		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
EJE 8-8 Y D-D		9	0.70	0.30	2.5	4.73	
COLUMNA 4							
EJE 9-9 Y C-C		9	1.00	0.25	2.5	5.63	
COLUMNA 5							
EJE 5-5 Y D-D		9	0.556	0.556	2.5	6.96	
EJE 5-5 Y B-B		9	0.556	0.556	2.5	6.96	
EJE 6-6 Y D-D			0.556	0.556			
EJE 6-6 Y B-B		9	0.556	0.556	2.5	6.96	
COLUMNA 6		9			2.5	0.00	
EJE 2-2 Y D-D		9	0.548	0.548	2.5	6.76	
EJE 2-2 Y B-B		9	0.548	0.548	2.5	6.76	
2.3.7.2 PARA EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2			PERIMETRO			1376.83
SOTANO							
COLUMNA 1							
EJE 3-3 Y C-C		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 4-4 Y C-C		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 6-6 Y C-C		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 7-7 Y C-C		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 8-8 Y C-C		1	2.00		4.4	8.80	
COLUMNA 2							
EJE 3-3 Y B-B		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 3-3 Y D-D		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 4-4 Y B-B		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 4-4 Y D-D		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 7-7 Y B-B		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 7-7 Y D-D		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 8-8 Y B-B		1	2.00		4.4	8.80	
EJE 8-8 Y D-D		1	2.00		4.4	8.80	
COLUMNA 4							
EJE 9-9 Y C-C		1	2.50		4.4	11.00	
COLUMNA 5							
EJE 5-5 Y D-D		1	2.80		4.4	12.32	
EJE 5-5 Y B-B		1	2.80		4.4	12.32	
EJE 6-6 Y D-D		1	2.80		4.4	12.32	
EJE 6-6 Y B-B		1	2.80		4.4	12.32	
COLUMNA 6							
EJE 2-2 Y D-D		1	2.90		4.4	12.76	
EJE 2-2 Y B-B		1	2.90		4.4	12.76	
PRIMER PISO							152.88
COLUMNA 1							
EJE 3-3 Y C-C		1	2.00		2.8	5.60	
EJE 4-4 Y C-C		1	2.00		2.8	5.60	
EJE 6-6 Y C-C		1	2.00		2.8	5.60	
EJE 7-7 Y C-C		1	2.00		2.8	5.60	
EJE 8-8 Y C-C		1	2.00		2.8	5.60	

	COLUMNA 2					
	EJE 3-3 Y B-B		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 3-3 Y D-D		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 4-4 Y B-B		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 4-4 Y D-D		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 7-7 Y B-B		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 7-7 Y D-D		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 8-8 Y B-B		1	2.00	2.8	5.60
	EJE 8-8 Y D-D		1	2.00	2.8	5.60
	COLUMNA 4					
	EJE 9-9 Y C-C		1	2.50	2.8	7.00
	COLUMNA 5					
	EJE 5-5 Y D-D		1	2.80	2.8	7.84
	EJE 5-5 Y B-B		1	2.80	2.8	7.84
	EJE 6-6 Y D-D		1	2.80	2.8	7.84
	EJE 6-6 Y B-B		1	2.80	2.8	7.84
	COLUMNA 6					
	EJE 2-2 Y D-D		1	2.90	2.8	8.12
	EJE 2-2 Y B-B		1	2.90	2.8	8.12
	COLUMNA 7					
	EJE A-A Y 1'-1'		1	1.00	2.6	2.60
	COLUMNA 8					
	EJE 1-1 Y D-D		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 1-1 Y C'-C'		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 1-1 Y C-C		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 1-1 Y B'-B'		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 2-2 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 3-3 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 4-4 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 5-5 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 7-7 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 8-8 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	EJE 9-9 Y A-A		1	0.8	2.6	2.08
	DEL 2° AL 10° PISO					113.75
	COLUMNA 1					
	EJE 3-3 Y C-C		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 4-4 Y C-C		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 6-6 Y C-C		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 7-7 Y C-C		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 8-8 Y C-C		9	2.00	2.5	45.00
	COLUMNA 2					
	EJE 3-3 Y B-B		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 3-3 Y D-D		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 4-4 Y B-B		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 4-4 Y D-D		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 7-7 Y B-B		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 7-7 Y D-D		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 8-8 Y B-B		9	2.00	2.5	45.00
	EJE 8-8 Y D-D		9	2.00	2.5	45.00
	COLUMNA 4					
	EJE 9-9 Y C-C		9	2.50	2.5	56.25
	COLUMNA 5					
	EJE 5-5 Y D-D		9	2.80	2.5	63.00
	EJE 5-5 Y B-B		9	2.80	2.5	63.00

	EJE 6-6 Y D-D		9	2.80	2.5	63.00	
	EJE 6-6 Y B-B		9	2.80	2.5	63.00	
	COLUMNA 6						
	EJE 2-2 Y D-D		9	2.90	2.5	65.25	
	EJE 2-2 Y B-B		9	2.90	2.5	65.25	
2.3.7.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	Kg.					
				Se adjunta en la hoja de acero			
2.3.8	VIGAS						
2.3.8.1	PARA EL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	M3					139.66
	PARA EL PRIMER PISO						
	VP-100-101 (0.30*0.40) EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101 (0.30*0.40) EJE 3 -3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101 (0.30*0.40) EJE 4 -4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101 (0.30*0.40) EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101 (0.30*0.40) EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101 (0.30*0.40) EJE 7 -7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101(0.30*0.40) EJE 8 -8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VP-100-101(0.30*0.40) EJE 9 -9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	9.30	0.30	0.40	1.12
	VA-101-107 (0.25*0.30) EJE B -B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	17.5	0.25	0.30	1.3125
	VA-101-107 (0.25*0.30) EJE C -C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	19.9	0.25	0.30	1.49
	VA-101-107 (0.25*0.30) EJE D -D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		1	19.9	0.25	0.30	1.49
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		1	3.0	0.25	0.2	0.15
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		1	2.4	0.25	0.2	0.12
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		1	3.0	0.25	0.2	0.15
	VCH (0.25*0.20) EJE B-B ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		1	2.4	0.25	0.2	0.12
	VCH (0.25*0.20) EJE A-A Y B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		8	0.5	0.25	0.2	0.20
	DEL 2º AL 10º PISO						
	VP-200-201 (0.30*0.40) EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201 (0.30*0.40) EJE 3 -3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201 (0.30*0.40) EJE 4 -4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201 (0.30*0.40) EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201 (0.30*0.40) EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201 (0.30*0.40) EJE 7 -7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201(0.30*0.40) EJE 8 -8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VP-200-201(0.30*0.40) EJE 9 -9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	9.3	0.3	0.4	10.04
	VA-201-207 (0.25*0.30) EJE B -B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		9	17.5	0.25	0.3	11.81
	VA-201-207 (0.25*0.30) EJE C -C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		9	19.9	0.25	0.3	13.43
	VA-201-207 (0.25*0.30) EJE D -D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		9	19.9	0.25	0.3	13.43
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		9	3.0	0.25	0.2	1.35
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		9	2.4	0.25	0.2	1.08
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		9	3.0	0.25	0.2	1.35
	VCH (0.25*0.20) EJE B-B ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		9	2.4	0.25	0.2	1.08
	VCH (0.25*0.20) EJE A-A Y B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		72	0.5	0.25	0.2	1.80
2.3.8.2	PARA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2					1080.70
	PARA EL PRIMER PISO						
	VP-100-101 (0.25*0.50) EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	8.55		0.5	4.28
			1	6.00		0.3	1.80
			1	3.60		0.5	1.80
			1	5.00		0.25	1.25
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 3 -3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	8.55		0.3	2.57
			1	1.95		0.5	0.98
			1	6.35		0.3	1.91

			1	7.30		0.3	2.19
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 4 -4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			1	8.55		0.3	2.57
			1	1.95		0.5	0.98
			1	6.35		0.3	1.91
			1	7.30		0.3	2.19
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			1	8.55		0.3	2.57
			1	5.30		0.5	2.65
			1	3.80		0.3	1.14
			1	4.10		0.3	1.23
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			1	8.55		0.3	2.57
			1	5.30		0.5	2.65
			1	3.80		0.3	1.14
			1	6.05		0.3	1.82
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 7 -7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			1	8.55		0.3	2.57
			1	1.95		0.5	0.98
			1	6.35		0.3	1.91
			1	7.30		0.3	2.19
	VP-100-101(0.30*0.50) EJE 8 -8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			1	8.55		0.3	2.57
			1	1.95		0.5	0.98
			1	6.35		0.3	1.91
			1	7.30		0.3	2.19
	VP-100-101(0.25*0.50) EJE 9 -9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			1	9.30		0.5	4.65
			1	8.55		0.3	2.57
			1	5.70		0.25	1.43
	VA-101-107 (0.25*0.35) EJE B -B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9						
			1	17.60		0.15	2.64
			1	14.00		0.15	2.10
			1	6.50		0.5	3.25
			1	17.60		0.25	4.40
	VA-101-107 (0.25*0.35) EJE C -C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9						
			1	19.90		0.15	2.99
			1	19.90		0.15	2.99
			1	17.60		0.25	4.40
	VA-101-107 (0.25*0.35) EJE D -D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9						
			1	22.80		0.35	7.98
			1	10.65		0.15	1.60
			1	8.40		0.5	4.20
			1	18.05		0.25	4.51
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4		1	3.00		0.2	0.60
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		1	2.40		0.2	0.48
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8		1	3.00		0.2	0.60
	VCH (0.25*0.20) EJE B-B ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		1	2.40		0.2	0.48
	VCH (0.25*0.20) EJE A-A Y B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		8	0.50		0.2	0.80
	DEL 2° AL 10° PISO						
	VP-100-101 (0.25*0.50) EJE 2 -2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D						
			9	8.55		0.5	38.48
			9	6.00		0.3	16.20

		9	3.60		0.5	16.20
		9	5.00		0.25	11.25
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 3 -3 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	8.55		0.3	23.09
		9	1.95		0.5	8.78
		9	6.35		0.3	17.15
		9	7.30		0.3	19.71
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 4 -4 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	8.55		0.3	23.09
		9	1.95		0.5	8.78
		9	6.35		0.3	17.15
		9	7.30		0.3	19.71
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 5 -5 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	8.55		0.3	23.09
		9	5.30		0.5	23.85
		9	3.80		0.3	10.26
		9	4.10		0.3	11.07
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 6 -6 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	8.55		0.3	23.09
		9	5.30		0.5	23.85
		9	3.80		0.3	10.26
		9	6.05		0.3	16.34
	VP-100-101 (0.30*0.50) EJE 7 -7 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	8.55		0.3	23.09
		9	1.95		0.5	8.78
		9	6.35		0.3	17.15
		9	7.30		0.3	19.71
	VP-100-101(0.30*0.50) EJE 8 -8 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	8.55		0.3	23.09
		9	1.95		0.5	8.78
		9	6.35		0.3	17.15
		9	7.30		0.3	19.71
	VP-100-101(0.25*0.50) EJE 9 -9 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D					
		9	9.30		0.5	41.85
		9	8.55		0.3	23.09
		9	5.70		0.25	12.83
	VA-101-107 (0.25*0.35) EJE B -B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9					
		9	17.60		0.15	23.76
		9	14.00		0.15	18.90
		9	6.50		0.5	29.25
		9	17.60		0.25	39.60
	VA-101-107 (0.25*0.35) EJE C -C ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9					
		9	19.90		0.15	26.87
		9	19.90		0.15	26.87
		9	17.60		0.25	39.60
	VA-101-107 (0.25*0.35) EJE D -D ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9					
		9	22.80		0.35	71.82
		9	10.65		0.15	14.38
		9	8.40		0.5	37.80
		9	18.05		0.25	40.61
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 3-3 Y 4-4	9	3.00		0.2	5.40
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6	9	2.40		0.2	4.32
	VCH (0.25*0.20) EJE C-C ENTRE LOS EJES 7-7 Y 8-8	9	3.00		0.2	5.40
	VCH (0.25*0.20) EJE B-B ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6	9	2.40		0.2	4.32

	VCH (0.25%0.20) EJE A-A Y B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 9-9		72	0.50		0.2	7.20
2.3.8.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	KG.					
			Se adjunta en la hoja de metrado de acero				
2.3.9	LOSAS						
2.3.9.2	LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES	M3					
2.3.9.2.1	PARA EL CONCRETO						124.005
	PRIMER PISO				AREA	ALTURA	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		1	12.32	0.05	0.616	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		1	12.47	0.05	0.62	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		1	12.75	0.05	0.64	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		1	6.30	0.05	0.32	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		1	12.32	0.05	0.62	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		1	12.47	0.05	0.62	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		1	7.08	0.05	0.35	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		1	2.04	0.05	0.10	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		1	12.32	0.05	0.616	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		1	12.47	0.05	0.62	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		1	12.75	0.05	0.64	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		1	6.3	0.05	0.32	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		1	11.9	0.05	0.60	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		1	12.04	0.05	0.60	
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		10	2.90	0.10	0.15	0.44
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		10	2.90	0.10	0.15	0.44
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		10	3.00	0.10	0.15	0.45
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		5	3.00	0.10	0.15	0.23
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		10	2.90	0.10	0.15	0.44
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		10	2.90	0.10	0.15	0.44
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		7	2.40	0.10	0.15	0.25
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		2	2.40	0.10	0.15	0.07
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		10	2.90	0.10	0.15	0.44
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		10	2.90	0.10	0.15	0.44
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		10	3	0.10	0.15	0.45
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		5	3	0.10	0.15	0.23
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		10	2.8	0.10	0.15	0.42
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		10	2.8	0.10	0.15	0.42
	DEL 2º AL 10º PISO						
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		9	12.32	0.05	5.54	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		9	12.47	0.05	5.61	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		9	12.75	0.05	5.74	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		9	6.30	0.05	2.84	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		9	12.32	0.05	5.54	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		9	12.47	0.05	5.61	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		9	7.08	0.05	3.19	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		9	2.04	0.05	0.92	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		9	12.32	0.05	5.54	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		9	12.47	0.05	5.61	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		9	12.75	0.05	5.74	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		9	6.3	0.05	2.84	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		9	11.9	0.05	5.36	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		9	12.04	0.05	5.42	
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		90	2.90	0.10	0.15	3.92
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		90	2.90	0.10	0.15	3.92
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		90	3.00	0.10	0.15	4.05
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		45	3.00	0.10	0.15	2.03

	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		90	2.90	0.10	0.15	3.92	
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		90	2.90	0.10	0.15	3.92	
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		63	2.40	0.10	0.15	2.27	
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		18	2.40	0.10	0.15	0.65	
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		90	2.90	0.10	0.15	3.92	
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		90	2.90	0.10	0.15	3.92	
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		90	3	0.10	0.15	4.05	
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		45	3	0.10	0.15	2.03	
	VIGUETA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		90	2.8	0.10	0.15	3.78	
	VIGUETA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		90	2.8	0.10	0.15	3.78	
2.3.9.2.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2						1570.58
	PRIMER PISO							
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		1	4.75	2.95		14.0125	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		1	4.40	2.95		12.98	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		1	4.25	3.00		12.75	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		1	2.35	3.00		7.05	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		1	4.25	2.90		12.325	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		1	4.40	2.90		12.76	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		1	3.00	2.40		7.2	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		1	1.10	2.40		2.64	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		1	4.25	2.90		12.325	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		1	4.40	2.90		12.76	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		1	4.25	3.00		12.75	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		1	2.35	3.00		7.05	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		1	4.75	2.90		13.775	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		1	4.40	2.90		12.76	
	DEL 2º AL 10º PISO							
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		9	4.75	2.95		126.1125	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		9	4.40	2.95		116.82	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		9	4.25	3.00		114.75	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		9	2.35	3.00		63.45	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		9	4.25	2.90		110.925	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		9	4.40	2.90		114.84	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		9	3.00	2.40		64.8	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		9	1.10	2.40		23.76	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		9	4.25	2.90		110.925	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		9	4.40	2.90		114.84	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		9	4.25	3.00		114.75	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		9	2.35	3.00		63.45	
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		9	4.75	2.90		123.975	
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		9	4.40	2.90		114.84	
	FRISO DE LOSA							
	PRIMER PISO							
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		1	3.50		0.20	0.7	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		1	3.50		0.20	0.7	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		1	3.50		0.20	0.7	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		1	3.40		0.20	0.68	
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		1	5.70		0.20	1.14	
	DEL 2º AL 10º PISO							
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 2-2 Y 3-3		9	3.50		0.20	6.30	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 4-4 Y 5-5		9	3.50		0.20	6.30	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 6-6 Y 7-7		9	3.50		0.20	6.30	
	EJE B-B ENTRE LOS EJES 8-8 Y 9-9		9	3.40		0.20	6.12	
	EJE 2-2 ENTRE LOS EJES B-B Y D-D		9	5.70		0.20	10.26	

2.3.9.2.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	KG.					
			Se adjunta en la hoja de metrado de acero				
2.3.9.2.4	PARA LADRILLOS, BLOQUES HUECOS O ELEMENTOS LIVIANOS	Und	Nº VECES	UND			13120
	PRIMER PISO						
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		12	10.00			120
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		11	10.00			110
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		11	10.00			110
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		5	10.00			50
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		12	10.00			120
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		11	10.00			110
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		7	8.00			56
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		2	8.00			16
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		12	10.00			120
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		11	10.00			110
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		11	10.00			110
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		5	10.00			50
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		12	10.00			120
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		11	10.00			110
	DEL 2º AL 10º PISO						
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 2-2 y 3-3		108	10.00			1080
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 2-2 y 3-3		99	10.00			990
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 3-3 y 4-4		99	10.00			990
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 3-3 y 4-4		45	10.00			450
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 4-4 y 5-5		108	10.00			1080
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 4-4 y 5-5		99	10.00			990
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 5-5 y 6-6		63	8.00			504
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 5-5 y 6-6		18	8.00			144
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 6-6 y 7-7		108	10.00			1080
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 6-6 y 7-7		99	10.00			990
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 7-7 y 8-8		99	10.00			990
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 7-7 y 8-8		45	10.00			450
	LOSA ALIGERADA entre ejes B-B y C-C hasta 8-8 y 9-9		108	10.00			1080
	LOSA ALIGERADA entre ejes C-C y D-D hasta 8-8 y 9-9		99	10.00			990
2.3.10	ESCALERAS						
2.3.10.1	CONCRETO	M3		VOLUMEN			14.66
	1er TRAMO		10	0.48	-		4.80
	2er TRAMO		10	0.48	-		4.80
	DESCANSO		10	0.414	-		4.14
	VIGA CH		10	0.092	-		0.92
2.3.10.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2					99.94
	CONTRAPASOS		160	1.1	-	0.17	29.92
	BASE DE ESCALERA - 2do TRAMO		10	1.1	-	2.32	25.52
	BASE DE ESCALERA - 1er TRAMO		10	1.1	-	1.85	20.35
	DESCANSO		10	1.05	-	2.3	24.15
2.3.10.3	PARA LA ARMADURA DE ACERO	KG.					
			Se adjunta en la hoja de metrado de acero				
2.3.12	CISTERNA SUBTERRANEA						
2.3.12.1	PARA EL CONCRETO fc=210 kg/cm2	M3					8.376
	EJE D-D, C'C' ENTRE LOS EJES 5-5 Y 6-6		2	2.4	0.2	2.4	2.304
	LOZA DE CIMENTACION		1	2.4	3.95	0.2	1.896
	EJE 5-5,6-6 ENTRE LOS EJES C-C Y D-D		2	4.35	0.2	2.4	4.176
	TECHO		1				

ANEXO 02. PROGRAMACIÓN LOOKAHEAD.

PLANIFICACION LOOKAHEAD														ALANIA INMOBILIARIA S.A.C															
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA														ELAB. POR:															
SEMANA: 01 AL 04																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 01 (01 al 06 de Set.)							SEMANA 02 (08 al 13 de Set.)							SEMANA 03 (15 al 20 de Set.)							SEMANA 04 (22 al 27 de Set.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES																												
1.1.1	Almacenes																												
1.1.1.2	Caseta de guardiania																												
1.1.1.3	Servicios Higienicos																												
1.1.1.4	Cercos																												
1.1.1.5	Carteles																												
1.1.1.6	Remocion																												
1.1.1.7	Eliminacion de demoliciones																												
1.1.1.8	Trazo niveles y replanteo preliminar																												
	MOVIMIENTO DE TIERRAS																												
2.1.2.1	Excavaciones Masivas																												
2.1.2.2	Excavaciones simples																												
2.1.2.3	Relleno con material propio																												
2.1.2.4	Nivelacion interior y apisonado																												
2.1.2.5	Eliminacion de material excedente																												
	CIMENTACION																												
2.2.1.1	Cimiento corrido																												
2.2.1.2	Solados																												
2.2.1.3	Hab. para encofrado - sobrecimiento																												
2.2.1.4	Encofrado de sobrecimientos																												
2.2.1.5	Concreto en sobrecimientos																												
2.2.1.6	Falso piso																												
	SUBESTRUCTURA																												
2.3.2.1	Habilitacion de acero - zapatas																												
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales																												
2.3.2.2	Colocacion de acero en zapatas																												
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales																												
2.3.3.1	Habilitacion de acero - vigas de cimentacion																												
2.3.3.2	Colocacion de acero en vigas de cimentacion																												
2.3.2.3	Hab. para encofrado - zapatas y VC																												
2.3.2.4	Encofrado de zapatas y vigas de cimentacion																												
2.3.2.5	Concreto en zapatas y vigas de cimentacion																												
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales																												
2.3.6.4	Encofrado de verticales																												
2.3.6.5	Concreto en verticales																												
	SUPERESTRUCTURA																												
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales																												

PLANIFICACION LOOKAHEAD										ALANIA INMOBILIARIA S.A.C																					
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA										ELAB. POR:																					
SEMANA: 05 AL 08																															
FECHA:																															
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 05 (29 Set. al 04 de Oct.)							SEMANA 06 (06 al 11 de Oct.)							SEMANA 07 (13 al 18 de Oct.)							SEMANA 08 (20 al 25 de Oct.)								
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D		
	MOVIMIENTO DE TIERRAS																														
2.1.2.3	Relleno con material propio																														
2.1.2.4	Nivelacion interior y apisonado																														
	SUBESTRUCTURA																														
2.3.3.1	Habilitacion de acero - vigas de cimentacion	0E																													
2.3.3.2	Colocacion de acero en vigas de cimentacion	0D	0E																												
2.3.2.3	Hab. para encofrado - zapatas y VC	0D	0E																												
2.3.2.4	Encofrado de zapatas y vigas de cimentacion	0C	0D	0E																											
2.3.2.5	Concreto en zapatas y vigas de cimentacion	0C	0D	0E																											
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	0C	0D	0E																											
2.3.6.4	Encofrado de verticales	0B	0C	0D	0E																										
2.3.6.5	Concreto en verticales	0B	0C	0D	0E																										
2.3.3.3	Hab. de acero - vigas collarin y verticales	0A	0B	0C	0D	0E																									
2.3.3.4	Hab. para encofrado - vigas collarin y verticales	0A	0B	0C	0D	0E																									
2.3.3.5	Encofrado de fondo de vigas collarin	0A	0B	0C	0D	0E																									
2.3.3.6	Colocacion de acero en vigas collarin y verticales	0A	0B	0C	0D	0E																									
2.3.3.7	Encofrado de tapas de vigas collarin y verticales		0A	0B	0C	0D		0E																							
2.3.3.8	Concreto en vigas collarin y verticales		0A	0B	0C	0D		0E																							
	SUPERESTRUCTURA																														
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	1B	1C	1D	1E	2A		2B	2C		2D	2E		3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D	4E								
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	1A	1B	1C	1D	1E		2A	2B		2C	2D		3E	3A	3B	3C	3D	4E	4A	4B	4C	4D								
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales		1A	1B	1C	1D		1E	2A		2B	2C		2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C								
2.3.6.4	Encofrado de verticales			1A	1B	1C		1D	1E		2A	2B		2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B								
2.3.6.5	Concreto en verticales			1A	1B	1C		1D	1E		2A	2B		2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B								
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas			1A	1B	1C		1D	1E		2A	2B		2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B								
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas			1A	1B	1C		1D	1E		2A	2B		2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B								
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas				1A	1B		1C	1D		1E	2A		2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A								
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas				1A	1B		1C	1D		1E	2A		2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E	4A								
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas					1A		1B	1C		1D	1E		2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E								
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa					1A		1B	1C		1D	1E		2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E								
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa					1A		1B	1C		1D	1E		2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E								
2.3.9.3	Encofrado de losa					1A		1B	1C		1D	1E		2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D	3E								
2.3.9.4	Para ladrillos							1A	1B		1C	1D		1E	2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D								
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado							1A	1B		1C	1D		1E	2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D								
2.3.9.6	Instalacion de ISSY IEE							1A	1B		1C	1D		1E	2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D								
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas							1A	1B		1C	1D		1E	2A	2B	2C	2D	2E	3A	3B	3C	3D								

PLANIFICACION LOOKAHEAD												ALANIA INMOBILIARIA S.A.C																	
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA												ELAB. POR:																	
SEMANA: 09 AL 12																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 09 (27 de Oct. al 01 de Nov.)							SEMANA 10 (03 al 08 de Nov.)							SEMANA 11 (10 al 15 de Nov.)							SEMANA 12 (17 al 22 de Nov.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	SUPERESTRUCTURA																												
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E			8A	8B	8C	8D	8E		
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D			7E	8A	8B	8C	8D		
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	4D	4E	5A	5B	5C			5D	5E	6A	6B	6C			6D	6E	7A	7B	7C			7D	7E	8A	8B	8C		
2.3.6.4	Encofrado de verticales	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.6.5	Concreto en verticales	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	4C	4D	4E	5A	5B			5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B		
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas	4B	4C	4D	4E	5A			5B	5C	5D	5E	6A			6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A		
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	4B	4C	4D	4E	5A			5B	5C	5D	5E	6A			6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A		
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.3	Encofrado de losa	4A	4B	4C	4D	4E			5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E		
2.3.9.4	Para ladrillos	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
2.3.9.6	Instalacion de IESS Y IIEE	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	3E	4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D		
	MUROS Y TABIQUERIAS																												
3.1.2.1	Acarreo de ladrillos-muros de cabeza															1A	1B	1C	1D	1E			2A	2B	2C	2D	2E		
3.1.2.2	Colocacion -muros de cabeza																1A	1B	1C	1D			1E	2A	2B	2C	2D		
3.1.2.3	Acarreo de ladrillos-muros de soga																1A	1B	1C	1D			1E	2A	2B	2C	2D		
3.1.2.4	Colocacion -muros de soga																	1A	1B	1C			1D	1E	2A	2B	2C		
3.1.2.5	Instalacion de salidas y conductos IIEE																		1A	1B			1C	1D	1E	2A	2B		
3.1.2.6	Instalacion de salidas IESS																			1A	1B			1C	1D	1E	2A	2B	

PLANIFICACION LOOKAHEAD														ALANIA INMOBILIARIA S.A.C															
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA														ELAB. POR:															
SEMANA: 13 AL 16																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 13 (24 al 29 de Nov.)							SEMANA 14 (01 al 06 de Dic.)							SEMANA 15 (08 al 13 de Dic.)							SEMANA 16 (15 al 20 de Dic.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
SUPERESTRUCTURA																													
2.3.6.1	Habilitacion de acero - verticales	9A	9B	9C	9D	9E			10A	10B	10C	10D	10E																
2.3.6.2	Hab. para encofrado - verticales	8E	9A	9B	9C	9D			9E	10A	10B	10C	10D																
2.3.6.3	Colocacion de acero en verticales	8D	8E	9A	9B	9C			9D	9E	10A	10B	10C																
2.3.6.4	Encofrado de verticales	8C	8D	8E	9A	9B			9C	9D	9E	10A	10B																
2.3.6.5	Concreto en verticales	8C	8D	8E	9A	9B			9C	9D	9E	10A	10B																
2.3.8.1	Habilitacion de acero - vigas	8C	8D	8E	9A	9B			9C	9D	9E	10A	10B																
2.3.8.2	Hab. para encofrado - vigas	8C	8D	8E	9A	9B			9C	9D	9E	10A	10B																
2.3.8.3	Encofrado de fondo de vigas	8B	8C	8D	8E	9A			9B	9C	9D	9E	10A																
2.3.8.4	Colocacion de acero en vigas	8B	8C	8D	8E	9A			9B	9C	9D	9E	10A																
2.3.8.5	Encofrado de tapas de vigas	8A	8B	8C	8D	8E			9A	9B	9C	9D	9E																
2.3.9.1	Habilitacion de acero - losa	8A	8B	8C	8D	8E			9A	9B	9C	9D	9E																
2.3.9.2	Hab. para encofrado - losa	8A	8B	8C	8D	8E			9A	9B	9C	9D	9E																
2.3.9.3	Encofrado de losa	8A	8B	8C	8D	8E			9A	9B	9C	9D	9E																
2.3.9.4	Para ladrillos	7E	8A	8B	8C	8D			8E	9A	9B	9C	9D																
2.3.9.5	Colocacion de acero en aligerado	7E	8A	8B	8C	8D			8E	9A	9B	9C	9D																
2.3.9.6	Instalacion de IISY IIEE	7E	8A	8B	8C	8D			8E	9A	9B	9C	9D																
2.3.9.7	Concreto en losa y vigas	7E	8A	8B	8C	8D			8E	9A	9B	9C	9D																
MUROS Y TABIQUERIAS																													
3.1.2.1	Acarreo - muros de cabeza	3A	3B	3C	3D	3E			4A	4B	4C	4D	4E																
3.1.2.2	Colocacion - muros de cabeza	2E	3A	3B	3C	3D			3E	4A	4B	4C	4D																
3.1.2.3	Acarreo - muros de soga	2E	3A	3B	3C	3D			3E	4A	4B	4C	4D																
3.1.2.4	Colocacion - muros de soga	2D	2E	3A	3B	3C			3D	3E	4A	4B	4C																
3.1.2.5	Instalacion de salidas y conductos IIEE	2C	2D	2E	3A	3B			3C	3D	3E	4A	4B																
3.1.2.6	Instalacion de salidas IIS	2C	2D	2E	3A	3B			3C	3D	3E	4A	4B																
REVOQUES Y REVESTIMIENTO																													
3.2.1	Preparacion de andamio																												
3.2.2	Tarrajeo en cielorrasos																												
3.2.3	Tarrajeo en vigas																												
3.2.4	Tarrajeo en interiores																												
3.2.5	Tarrajeo en columnas																												
3.2.6	Tarrajeo en exteriores																												

PLANIFICACION LOOKAHEAD														ALANIA INMOBILIARIA S.A.C															
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA														ELAB. POR:															
SEMANA: 17 AL 20																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 17 (22 al 27 de Dic.)							SEMANA 18 (29 de Dic al 03 de Ene)							SEMANA 19 (05 al 10 de Ene.)							SEMANA 20 (12 al 17 de Ene.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	MUROS Y TABIQUERIAS																												
3.1.2.1	Acarreo - muros de cabeza	6E	7A	7B		7C		7D	7E	8A		8B		8C	8D	8E	9A	9B		9C	9D	9E	10A	10B					
3.1.2.2	Colocacion - muros de cabeza	6D	6E	7A		7B		7C	7D	7E		8A		8B	8C	8D	8E	9A		9B	9C	9D	9E	10A					
3.1.2.3	Acarreo - muros de sogá	6D	6E	7A		7B		7C	7D	7E		8A		8B	8C	8D	8E	9A		9B	9C	9D	9E	10A					
3.1.2.4	Colocacion - muros de sogá	6C	6D	6E		7A		7B	7C	7D		7E		8A	8B	8C	8D	8E		9A	9B	9C	9D	9E					
3.1.2.5	Instalacion de salidas y conductos IIEE	6B	6C	6D		6E		7A	7B	7C		7E		7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C	9D					
3.1.2.6	Instalacion de salidas IISS	6B	6C	6D		6E		7A	7B	7C		7E		7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C	9D					
	REVOQUES Y REVESTIMIENTO																												
3.2.1	Preparacion de andamio	2E	3A	3B		3C		3D	3E	4A		4B		4C	4D	4E	5A	5B		5C	5D	5E	5A	5B					
3.2.2	Tarrajeo en cielorrasos	2D	2E	3A		3B		3C	3D	3E		4A		4B	4C	4D	4E	5A		5B	5C	5D	5E	5A					
3.2.3	Tarrajeo en vigas	2D	2E	3A		3B		3C	3D	3E		4A		4B	4C	4D	4E	5A		5B	5C	5D	5E	5A					
3.2.4	Tarrajeo en interiores	2C	2D	2E		3A		3B	3C	3D		3E		4A	4B	4C	4D	4E		5A	5B	5C	5D	5E					
3.2.5	Tarrajeo en columnas	2B	2C	2D		2E		3A	3B	3C		3D		3E	4A	4B	4C	4D		4E	5A	5B	5C	5D					
3.2.6	Tarrajeo en exteriores	2A	2B	2C		2D		2E	3A	3B		3C		3D	3E	4A	4B	4C		4D	4E	5A	5B	5C					

PLANIFICACION LOOKAHEAD											ALANIA INMOBILIARIA S.A.C																		
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA											ELAB. POR:																		
SEMANA: 21 AL 24																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 21 (19 al 24 de Ene.)							SEMANA 22 (26 al 31 de Ene.)							SEMANA 23 (02 al 07 de Feb.)							SEMANA 24 (09 al 14 de Feb.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	MUROS Y TABIQUERIAS																												
3.1.2.1	Acarreo - muros de cabeza	10C	10D	10E																									
3.1.2.2	Colocacion - muros de cabeza	10B	10C	10D	10E																								
3.1.2.3	Acarreo - muros de sogá	10B	10C	10D	10E																								
3.1.2.4	Colocacion - muros de sogá	10A	10B	10C	10D	10E																							
3.1.2.5	Instalacion de salidas y conductos IIEE	9E	10A	10B	10C	10D		10E																					
3.1.2.6	Instalacion de salidas ISS	9E	10A	10B	10C	10D		10E																					
	REVOQUES Y REVESTIMIENTO																												
3.2.1	Preparacion de andamio	5C	5D	5E	6A	6B			6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B			8C	8D	8E	9A	9B		
3.2.2	Tarrajeo en cielorrasos	5B	5C	5D	5E	6A			6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A			8B	8C	8D	8E	8A		
3.2.3	Tarrajeo en vigas	5B	5C	5D	5E	6A			6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A			8B	8C	8D	8E	8A		
3.2.4	Tarrajeo en interiores	5A	5B	5C	5D	5E			6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E			8A	8B	8C	8D	8E		
3.2.5	Tarrajeo en columnas	4E	5A	5B	5C	5D			5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D			8A	8A	8B	8C	8D		
3.2.6	Tarrajeo en exteriores	4D	4E	5A	5B	5C			5D	5E	6A	6B	6C			6D	6E	7A	7B	7C			7E	8A	8A	8B	8C		
	PISOS Y PAVIMENTOS																												
3.4.1	Instalacion de salidas y conductos IIEE				1A	1B			1C	1D	1E	2A	2B			2C	2D	2E	3A	3B			3C	3D	3E	4A	4B		
3.4.2	Instalacion de salidas y redes ISS				1A	1B			1C	1D	1E	2A	2B			2C		2E	3A	3B			3C	3D	3E	4A	4B		
3.4.3	Contrapiso					1A			1B	1C	1D	1E	2A			2B	2C		2E	3A			3B	3C	3D	3E	4A		
3.4.4	Colocacion de mayolicas en pisos								1A	1B	1C	1D	1E			2A	2B	2C		2E			3A	3B	3C	3D	3E		
3.4.5	Colocacion de pisos laminados									1A	1B	1C	1D			1E	2A	2B	2C			2E	3A	3B	3C	3D			

PLANIFICACION LOOKAHEAD														ALANIA INMOBILIARIA S.A.C															
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA														ELAB. POR:															
SEMANA: 25 AL 28																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 25 (16 al 21 de Feb.)							SEMANA 26 (23 al 28 de Feb.)							SEMANA 27 (02 al 07 de Mar.)							SEMANA 28 (09 al 14 de Mar.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	REVOQUES Y REVESTIMIENTO																												
3.2.1	Preparacion de andamio	9C	9D	9E	10A	10B		10C	10D	10E																			
3.2.2	Tarrajeo en cielorrasos	9B	9C	9D	9E	10A		10B	10C	10D	10E																		
3.2.3	Tarrajeo en vigas	9B	9C	9D	9E	10A		10B	10C	10D	10E																		
3.2.4	Tarrajeo en interiores	9A	9B	9C	9D	9E		10A	10B	10C	10D	10E																	
3.2.5	Tarrajeo en columnas	8E	9A	9B	9C	9D		9E	10A	10B	10C	10D		10E															
3.2.6	Tarrajeo en exteriores	8D	8E	9A	9B	9C		9D	9E	10A	10B	10C		10D	10E														
	PISOS Y PAVIMENTOS																												
3.4.1	Instalacion de salidas y conductos IEE	4C	4D	4E	5A	5B		5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B				
3.4.2	Instalacion de salidas y redes ISS	4C	4D	4E	5A	5B		5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B			7C	7D	7E	8A	8B				
3.4.3	Contrapiso	4B	4C	4D	4E	5A		5B	5C	5D	5E	6A		6B	6C	6D	6E	7A			7B	7C	7D	7E	8A				
3.4.4	Colocacion de mayolicas en pisos	4A	4B	4C	4D	4E		5A	5B	5C	5D	5E		6A	6B	6C	6D	6E			7A	7B	7C	7D	7E				
3.4.5	Colocacion de pisos laminados	3E	4A	4B	4C	4D		4E	5A	5B	5C	5D		5E	6A	6B	6C	6D			6E	7A	7B	7C	7D				
	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS																												
3.5.1	Colocacion de zocalos										1A	1B		1C	1D	1E	2A	2B			2C	2D	2E	3A	4B				
3.5.2	Colocacion de contrazocalos											1A		1B	1C	1D	1E	2A			2B	2C	2D	2E	3A				
3.5.3	Instalacion de artefactos IIEE													1A	1B	1C	1D	1E			2A	2B	2C	2D	2E				
3.5.4	Instalacion de aparatos sanitarios													1A	1B	1C	1D	1E			2A	2B	2C	2D	2E				

PLANIFICACION LOOKAHEAD											ALANIA INMOBILIARIA S.A.C																		
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA											ELAB. POR:																		
SEMANA: 29 AL 32																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 29 (16 al 21 de Mar.)							SEMANA 30 (23 al 28 de Mar.)							SEMANA 31 (30 de Mar. al 04 de Ab)							SEMANA 32 (06 al 11 de Abr.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	PISOS Y PAVIMENTOS																												
3.4.1	Instalacion de salidas y conductos IIEE	8C	8D	8E	9A	9B		9C	9D	9E	10A	10B		10C	10D	10E													
3.4.2	Instalacion de salidas y redes IISS	8C	8D	8E	9A	9B		9C	9D	9E	10A	10B		10C	10D	10E													
3.4.3	Contrapiso	8B	8C	8D	8E	9A		9B	9C	9D	9E	10A		10B	10C	10D				10E									
3.4.4	Colocacion de mayolicas en pisos	8A	8B	8C	8D	8E		9A	9B	9C		9E		10A	10B	10C				10D	10E								
3.4.5	Colocacion de pisos laminados	7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C			9E	10A	10B				10C	10D	10E							
	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS																												
3.5.1	Colocacion de zocalos	4C	4D	4E	5A	5B		5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E				7A	7B	7C	7D	7E					
3.5.2	Colocacion de contrazocalos	4B	4C	4D	4E	5A		5B	5C	5D	5E	6A		6B	6C	6D				6E	7A	7B	7C	7D					
3.5.3	Instalacion de artefactos IIEE	4A	4B	4C	4D	4E		5A	5B	5C	5D	5E		6A	6B	6C				6D	6E	7A	7B	7C					
3.5.4	Instalacion de aparatos sanitarios	4A	4B	4C	4D	4E		5A	5B	5C	5D	5E		6A	6B	6C				6D	6E	7A	7B	7C					
	PINTURA																												
3.7.1	Pintura de cielorrasos																			1A	1B	1C	1D	1E					
3.8.1	Pintura de vigas																			1A	1B	1C	1D	1E					
3.8.2	Pintura de columnas																				1A	1B	1C	1D					
3.8.3	Pintura de paredes																				1A	1B	1C	1D					

PLANIFICACION LOOKAHEAD																			ALANIA INMOBILIARIA S.A.C										
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA																			ELAB. POR:										
SEMANA: 33 AL 36																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 33 (13 al 18 de Abr.)							SEMANA 34 (20 al 25 de Abr.)							SEMANA 35 (27 de Abr. al 02 de Ma)						SEMANA 36 (04 al 09 de May.)							
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS																												
3.5.1	Colocacion de zocalos	8A	8B	8C	8D	8E		9A	9B	9C	9D	9E		10A	10B	10C	10D			10E									
3.5.2	Colocacion de contrazocalos	7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C	9D		9E	10A	10B	10C			10D	10E								
3.5.3	Instalacion de artefactos IEE	7D	7E	8A	8B	8C		8D	8E	9A	9B	9C		9D	9E	10A	10B			10C	10D	10E							
3.5.4	Instalacion de aparatos sanitarios	7D	7E	8A	8B	8C		8D	8E	9A	9B	9C		9D	9E	10A	10B			10C	10D	10E							
	PINTURA																												
3.7.1	Pintura de cielorrasos	2A	2B	2C	2D	2E		3A	3B	3C	3D	3E		4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D					
3.8.1	Pintura de vigas	2A	2B	2C	2D	2E		3A	3B	3C	3D	3E		4A	4B	4C	4D			4E	5A	5B	5C	5D					
3.8.2	Pintura de columnas	1E	2A	2B	2C	2D		2E	3A	3B	3C	3D		3E	4A	4B	4C			4D	4E	5A	5B	5C					
3.8.3	Pintura de paredes	1E	2A	2B	2C	2D		2E	3A	3B	3C	3D		3E	4A	4B	4C			4D	4E	5A	5B	5C					
	CARPINTERIA Y VIDRIOS																												
3.7.1	Colocacion de puertas de madera																			1A	1B	1C	1D						
3.8.2	Colocacion de ventanas de aluminio																				1A	1B	1C						
3.8.3	Colocacion de puertas de aluminio																				1A	1B	1C						
3.9.1	vidrios, cristales y similares																					1A	1B						
3.10.1	Resanes y retoques finales																						1A						
3.10.2	Limpieza final																						1A						

PLANIFICACION LOOKAHEAD																	ALANIA INMOBILIARIA S.A.C																
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA																	ELAB. POR:																
SEMANA: 37 AL 40																																	
FECHA:																																	
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 37 (11 al 16 de May.)							SEMANA 38 (18 al 23 de May.)							SEMANA 39 (25 al 30 de May.)							SEMANA 40 (01 al 06 de Jun.)										
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D				
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7				
	PINTURA																																
3.7.1	Pintura de cielorrasos	5E	6A	6B	6C	6D		6E	7A	7B	7C	7D		7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C	9D									
3.8.1	Pintura de vigas	5E	6A	6B	6C	6D		6E	7A	7B	7C	7D		7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C	9D									
3.8.2	Pintura de columnas	5D	5E	6A	6B	6C		6D	6E	7A	7B	7C		7D	7E	8A	8B	8C		8D	8E	9A	9B	9C									
3.8.3	Pintura de paredes	5D	5E	6A	6B	6C		6D	6E	7A	7B	7C		7D	7E	8A	8B	8C		8D	8E	9A	9B	9C									
	CARPINTERIA Y VIDRIOS																																
3.7.1	Colocacion de puertas de madera	1E	2A	2B	2C	2D		2E	3A	3B	3C	3D		3E	4A	4B	4C	4D		4E	5A	5B	5C	5D									
3.8.2	Colocacion de ventanas de aluminio	1D	1E	2A	2B	2C		2D	2E	3A	3B	3C		3D	3E	4A	4B	4C		4D	4E	5A	5B	5C									
3.8.3	Colocacion de puertas de aluminio	1D	1E	2A	2B	2C		2D	2E	3A	3B	3C		3D	3E	4A	4B	4C		4D	4E	5A	5B	5C									
3.9.1	vidrios, cristales y similares	1C	1D	1E	2A	2B		2C	2D	2E	3A	3B		3C	3D	3E	4A	4B		4C	4D	4E	5A	5B									
3.10.1	Resanes y retoques finales	1B	1C	1D	1E	2A		2B	2C	2D	2E	3A		3B	3C	3D	3E	4A		4B	4C	4D	4E	5A									
3.10.2	Limpieza final	1B	1C	1D	1E	2A		2B	2C	2D	E	3A		3B	3C	3D	3E	4A		4B	4C	4D	4E	5A									
	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES																																
4.1.1	Cableado estructurado en interiores																																

PLANIFICACION LOOKAHEAD														ALANIA INMOBILIARIA S.A.C															
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA														ELAB. POR:															
SEMANA: 41 AL 44																													
FECHA:																													
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 41 (08 al 13 de Jun.)							SEMANA 42 (15 al 20 de Jun.)							SEMANA 43 (22 al 27 de Jun.)							SEMANA 44 (29 de Jun al 04 de Jul.)						
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5
	PINTURA																												
3.7.1	Pintura de cielorrasos	9E	10A	10B	10C	1D		10E																					
3.8.1	Pintura de vigas	9E	10A	10B	10C	10D		10E																					
3.8.2	Pintura de columnas	9D	9E	10A	10B	10C		10D	10E																				
3.8.3	Pintura de paredes	9D	9E	10A	10B	10C		10D	10E																				
	CARPINTERIA Y VIDRIOS																												
3.7.1	Colocacion de puertas de madera	5E	6A	6B	6C	6D		6E	7A	7B	7C	7D		7E	8A	8B	8C	8D		8E	9A	9B	9C						
3.8.2	Colocacion de ventanas de aluminio	5D	5E	6A	6B	6C		6D	6E	7A	7B	7C		7D	7E	8A	8B	8C		8D	8E	9A	9B						
3.8.3	Colocacion de puertas de aluminio	5D	5E	6A	6B	6C		6D	6E	7A	7B	7C		7D	7E	8A	8B	8C		8D	8E	9A	9B						
3.9.1	vidrios, cristales y similares	5C	5D	5E	6A	6B		6C	6D	6E	7A	7B		7C	7D	7E	8A	8B		8C	8D	8E	9A						
3.10.1	Resanes y retoques finales	5B	5C	5D	5E	6A		6B	6C	6D	6E	7A		7B	7C	7D	7E	8A		8B	8C	8D	8E						
3.10.2	Limpieza final	5B	5C	5D	5E	6A		6B	6C	6D	6E	7A		7B	7C	7D	7E	8A		8B	8C	8D	8E						
	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES																												
4.1.1	Cableado estructurado en interiores																												
	EQUIPOS ELECTRICOS Y MECANICAS																												
5.1.1	Ascensor																												

PLANIFICACION LOOKAHEAD														ALANIA INMOBILIARIA S.A.C															
OBRA: DEPARTAMENTO MULTIFAMILIAR LA TOSCANA SEMANA: 45 AL 46 FECHA:														ELAB. POR:															
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 45 (06 al 11 de Jul.)							SEMANA 46 (13 al 18 de Jul.)																				
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19														
	CARPINTERIA Y VIDRIOS																												
3.7.1	Colocacion de puertas de madera	9D	9E	10A	10B	10C		10D	10E																				
3.8.2	Colocacion de ventanas de aluminio	9C	9D	9E	10A	10B		10C	10D	10E																			
3.8.3	Colocacion de puertas de aluminio	9C	9D	9E	10	10B		10C	10D	10E																			
3.9.1	vidrios, cristales y similares	9B	9C	9D	9E	10A		10B	10C	10D	10E																		
3.10.1	Resanes y retoques finales	9A	9B	9C	9D	9E		10A	10B	10C	10D	10E																	
3.10.2	Limpieza final	9A	9B	9C	9D	9E		10A	10B	10C	10D	10E																	

ANEXO 03: MEDICIÓN DEL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD.

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD														
OBRA: LA TOSCANA					ESTUDIO N: 01									
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA					FECHA: 10/10/14									
MED.	ACTIVIDAD	TP	TC						TNC					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	Acero en vigas		■											
2	Encofrado de verticales		■											
3	Habilitacion para encofrado de verticales										■			
4	Encofrado de fondo de vigas							■						
5	Encofrado de losa							■						
6	Encofrado de losa													■
7	Hab. de acero para verticales						■							
8	Encofrado de verticales	■												
9	Acero en verticales									■				
10	Colocacion de ladrillos para techo	■												
11	Encofrado de tapas de viga									■				
12	Hab. para encofrado de verticales					■								
13	Acero en verticales	■												
14	Encofrado de verticales	■												
15	Hab. Para encofrado de vigas	■												
16	Encofrado de tapas de viga							■						
17	Encofrado de verticales	■												
18	Encofrado de verticales	■												
19	Acero en verticales							■						
20	Colocacion de ladrillos para techo												■	
21	Encofrado de losa	■												
22	Hab. Para encofrado de vigas	■												
23	Hab. de acero para verticales										■			
24	Encofrado de verticales	■												
25	Acero en verticales	■												
26	Colocacion de ladrillos para techo	■												
27	Acero en losa							■						
28	Encofrado de verticales								■					
29	Encofrado de tapas de viga	■												
30	Encofrado de losa													■
31	Hab. Para encofrado de vigas												■	
32	Encofrado de tapas de viga	■												
33	Encofrado de verticales	■												
34	Encofrado de verticales									■				
35	Acero en verticales								■					
36	Colocacion de ladrillos para techo	■												
37	Encofrado de losa								■					
38	Hab. Para encofrado de vigas	■												

39	Hab. de acero para verticales	■												
40	Encofrado de verticales	■												
41	Acero en verticales								■					
42	Colocacion de ladrillos para techo												■	
43	Acero en losa								■					
44	Encofrado de verticales								■					
45	Encofrado de tapas de viga												■	
46	Encofrado de losa								■					
47	Acero en vigas								■					
48	Acero en vigas													■
49	Habilitacion para encofrado de verticales								■					
50	Encofrado de fondo de vigas	■												
51	Encofrado de losa												■	
52	Encofrado de losa	■												
53	Hab. de acero para verticales												■	
54	Encofrado de verticales								■					
55	Acero en verticales	■												
56	Colocacion de ladrillos para techo	■												
57	Encofrado de tapas de viga	■												
58	Hab. para encofrado de verticales								■					
59	Acero en verticales	■												
60	Encofrado de verticales	■												
61	Hab. Para encofrado de vigas								■					
62	Acero en vigas													■
63	Acero en vigas	■												
64	Habilitacion para encofrado de verticales	■												
65	Encofrado de fondo de vigas												■	
66	Encofrado de losa	■												
67	Encofrado de losa	■												
68	Hab. de acero para verticales	■												
69	Encofrado de verticales								■					
70	Acero en verticales								■					
71	Colocacion de ladrillos para techo												■	
72	Encofrado de tapas de viga												■	
73	Hab. para encofrado de verticales								■					
74	Acero en verticales													■
75	Encofrado de verticales												■	
76	Hab. Para encofrado de vigas	■												
77	Encofrado de tapas de viga												■	
78	Encofrado de verticales	■												
79	Encofrado de verticales												■	
80	Acero en verticales												■	
81	Colocacion de ladrillos para techo	■												

82	Encofrado de losa	■																		
83	Hab. Para encofrado de vigas	■																		
84	Hab. de acero para verticales								■											
85	Encofrado de verticales	■																		
86	Acero en verticales	■																		
87	Colocacion de ladrillos para techo								■											
88	Acero en losa																		■	
89	Encofrado de verticales	■																		
90	Encofrado de tapas de viga	■																		
91	Encofrado de losa																		■	
92	Hab. Para encofrado de vigas	■																		
93	Encofrado de tapas de viga	■																		
94	Encofrado de verticales	■																		
95	Encofrado de verticales									■										
96	Acero en verticales									■										
97	Colocacion de ladrillos para techo	■																		
98	Encofrado de losa																			■
99	Hab. Para encofrado de vigas																		■	
100	Hab. de acero para verticales	■																		
101	Encofrado de verticales	■																		
102	Acero en verticales										■									
103	Colocacion de ladrillos para techo									■										
104	Acero en losa	■																		
105	Encofrado de verticales										■									
106	Encofrado de tapas de viga	■																		
107	Encofrado de losa	■																		
108	Acero en vigas	■																		
109	Acero en vigas										■									
110	Habilitacion para encofrado de verticales																		■	
111	Encofrado de fondo de vigas									■										
112	Encofrado de losa									■										
113	Encofrado de losa																		■	
114	Hab. de acero para verticales										■									
115	Encofrado de verticales										■									
116	Acero en verticales																			■
117	Encofrado de verticales										■									
ANALISTA:		HORA DE INICIO:																		
REVISADO:		HORA DE FINALIZACION:																		

ANEXO 04: MEDICIÓN DE LAS CARTAS DE BALANCE.

CARTA BALANCE					
OBRA: LA TOSCANA			PATIDA: ACERO EN VERTICALES		
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA			FECHA: 22/10 /14		
NOMBRES Y CARGO DEL PERSONAL OBRERO					
TIEMPO	E. Pocomucha	W. Ortiz	F. Canales	I. Aguilar	M. Acevedo
	Operario	Oficial	Peon	Operario	Peon
1	12	5	8	4	12
2	5	5	8	4	4
3	4	14	4	5	5
4	11	1	10	9	5
5	1	1	14	9	6
6	11	10	6	7	6
7	1	11	6	7	7
8	11	1	12	6	7
9	12	13	12	11	10
10	1	1	1	9	8
11	12	1	8	11	8
12	13	12	11	1	1
13	1	1	1	1	1
14	11	2	10	1	1
15	2	13	12	11	10
16	2	8	12	1	8
17	11	2	12	1	14
18	12	11	8	2	6
19	11	2	13	2	7
20	2	2	14	2	7
21	2	10	11	12	10
22	11	11	7	11	12
23	3	3	11	2	12
24	3	3	3	2	2
25	3	12	3	11	2
26	11	12	11	14	11
27	11	3	3	14	8
28	3	9	12	3	10
29	3	14	14	3	3
30	11	3	2	3	3
31	2	11	3	3	3
32	12	3	3	13	12
33	14	3	10	3	11
34	3	11	11	3	3
35	3	2	3	3	11
36	3	2	12	3	14
37	11	11	12	3	3
38	13	14	3	11	3

39	13	14	10	3	14
40	3	13	13	3	14
41	3	3	13	3	11
42	3	3	13	3	6
43	3	3	8	14	3
44	11	13	3	9	11
45	2	11	3	3	3
46	11	14	11	3	3
47	3	14	11	13	8
48	13	14	3	3	6
49	13	11	3	3	7
50	13	2	14	3	7
51	3	2	14	12	14
52	3	11	7	4	4
53	3	3	7	5	6
54	3	3	8	5	5
55	13	11	12	9	5
56	3	11	12	9	6
57	3	3	12	7	6
58	12	3	14	7	7
59	3	13	4	6	7
60	4	13	5	11	10
61	4	3	6	9	8
62	5	8	5	11	8
63	14	6	7	1	8
64	6	6	7	1	1
65	6	3	7	1	1
66	9	6	10	11	10
67	14	7	6	2	8
68	7	7	8	2	13
69	7	10	12	2	6
70	12	8	12	2	7
71	7	8	8	2	7
72	11	12	7	12	10
73	1	1	1	11	12
74	1	11	1	2	12
75	14	1	13	2	14
76	14	10	13	11	2
77	14	11	6	14	11
78	1	1	12	3	8
79	11	13	12	3	10
80	7	13	13	3	3
81	1	1	14	3	3
82	2	11	3	3	3
83	2	1	7	13	3

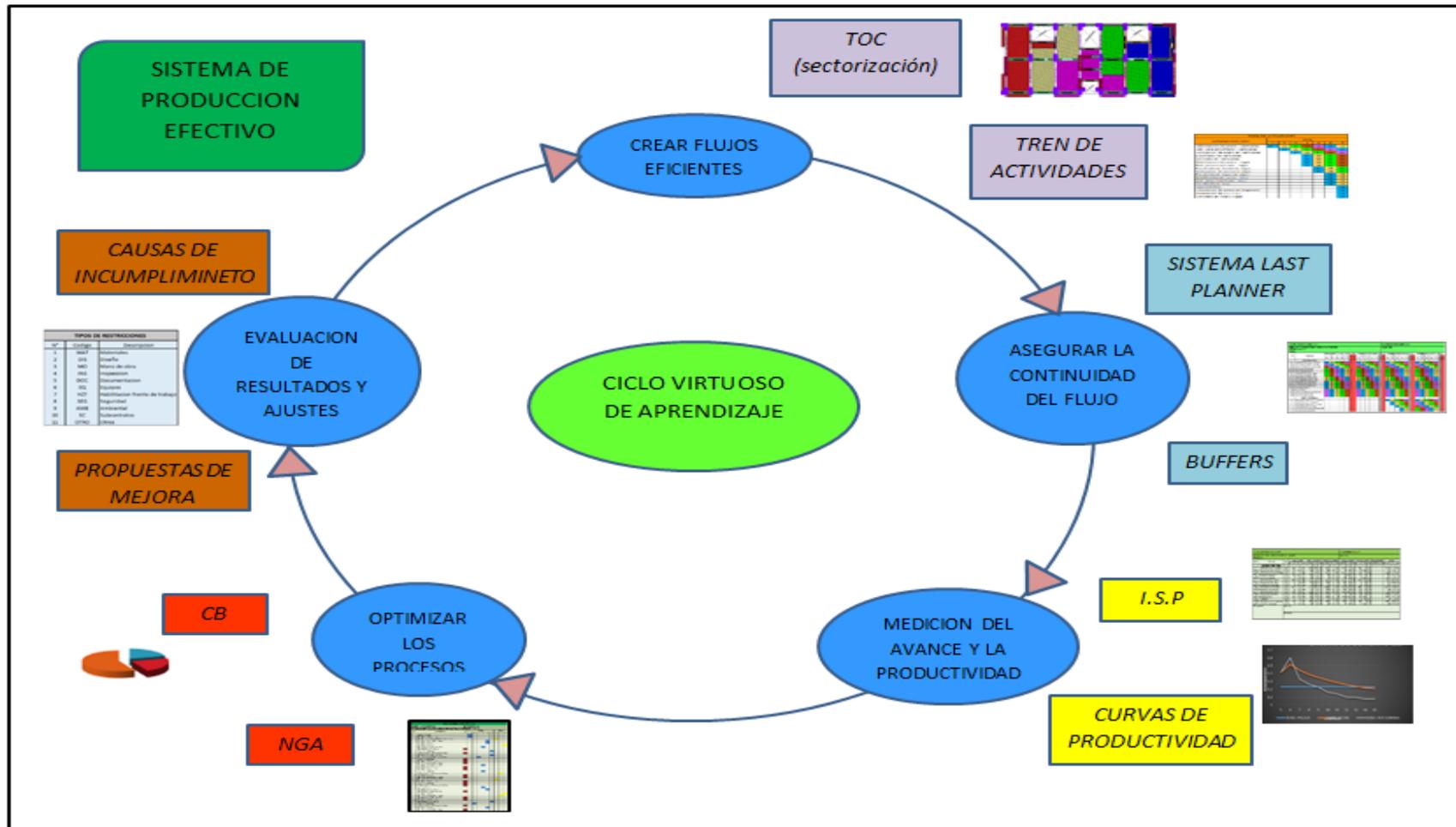
84	11	2	11	3	11
85	3	13	3	3	3
86	3	8	3	3	11
87	11	2	11	3	14
88	3	11	3	3	3
89	3	12	12	11	3
90	3	2	14	13	14
91	11	10	14	3	14
92	2	11	3	3	11
93	12	3	3	13	6
94	3	3	13	14	3
95	3	12	11	9	11
96	3	11	3	3	3
97	3	3	12	3	3
98	13	3	12	13	8
99	13	14	3	3	6
100	13	3	10	3	7
101	3	11	13	3	3
102	3	3	2	13	11
103	3	3	13	3	5
104	12	11	6	7	5
105	11	2	3	7	5
106	2	2	3	12	6
107	14	11	11	3	12
108	3	14	12	7	7
109	3	14	3	7	8
110	13	13	3	10	8
111	3	13	14	1	11
112	3	3	14	1	1
113	14	3	7	1	1
114	14	3	7	1	11
115	3	11	6	2	13
116	13	14	12	2	8
117	3	14	14	2	10
118	3	14	14	12	5
119	12	14	11	2	2
120	3	2	3	14	2
121	9	13	6	2	7
122	13	3	14	11	10
123	3	11	13	3	3
124	3	14	5	3	12
ANALISTA:				HORA DE INICIO:	
REVISADO:				HORA DE FINALIZACION:	

CARTA BALANCE						
OBRA: LA TOSCANA				PATIDA: ENCOFRADO DE LOSA		
FASE DE OBRA: CASCO DE SUPER-ESTRUCTURA				FECHA: 23/10/14		
NOMBRES Y CARGO DEL PERSONAL OBRERO						
TIEMPO	E. Husmani	J. Cocente	R. Tsipe	D. Villegas	N. Colca	L. Yauri
	Operario	Peon	Operario	Peon	Operario	Peon
1	11	13	13	5	5	13
2	5	6	8	11	5	5
3	9	11	5	11	7	7
4	7	6	9	6	9	6
5	11	8	8	6	9	7
6	5	5	8	6	7	8
7	10	7	7	7	10	8
8	10	7	9	7	10	11
9	1	8	10	11	9	13
10	1	8	10	8	10	8
11	1	7	13	8	1	10
12	9	7	8	13	1	10
13	8	8	9	9	9	8
14	1	11	10	8	1	9
15	1	8	10	8	1	10
16	8	8	1	10	1	9
17	1	1	1	6	8	8
18	2	2	1	13	8	13
19	13	2	9	11	2	2
20	2	11	11	1	2	2
21	9	8	1	8	2	11
22	12	11	1	1	2	2
23	5	5	1	13	8	10
24	2	2	9	11	3	8
25	2	2	1	1	3	7
26	2	8	1	11	3	7
27	3	9	2	2	11	5
28	9	2	9	11	5	5
29	3	11	2	2	3	9
30	2	2	11	2	3	10
31	2	10	2	2	2	2
32	9	9	2	2	2	2
33	3	3	13	8	8	8
34	10	3	1	1	13	9
35	12	10	1	1	11	9
36	4	4	2	13	9	13
37	13	4	2	7	4	4
38	4	12	12	11	4	4
39	9	13	12	12	4	12
40	4	4	3	12	9	12

41	4	12	11	10	11	11
42	9	10	9	9	3	12
43	4	12	10	9	3	10
44	11	13	3	10	4	4
45	4	4	3	8	4	4
46	3	10	3	8	9	10
47	4	1	10	11	3	13
48	3	4	10	11	3	4
49	9	4	3	13	4	13
50	3	12	10	3	12	12
51	3	4	12	3	13	12
52	3	4	12	10	4	4
53	10	8	3	12	3	8
54	5	5	11	8	3	8
55	9	8	3	11	10	9
56	11	8	8	11	3	12
57	10	11	3	10	10	9
58	3	4	3	10	5	5
59	3	12	4	4	13	10
60	12	12	4	4	9	4
61	12	9	4	4	3	8
62	3	4	9	4	9	4
63	5	13	8	9	11	13
64	11	11	4	4	5	6
65	7	7	4	4	9	8
66	9	6	9	10	7	6
67	9	7	11	4	11	8
68	7	8	4	4	5	5
69	8	8	4	4	13	7
70	8	9	11	8	13	7
71	9	13	3	9	1	8
72	10	8	10	4	1	8
73	1	10	3	4	1	7
74	1	1	13	5	9	7
75	9	8	8	11	12	8
76	1	9	8	11	1	11
77	1	10	9	6	1	13
78	1	9	8	6	8	8
79	11	8	5	6	1	11
80	11	13	7	7	2	2
81	2	2	9	7	13	2
82	2	2	10	11	2	2
83	2	11	10	8	9	8

84	2	2	6	8	12	11
85	8	11	6	12	5	5
86	3	8	9	8	8	2
87	3	7	10	8	2	2
88	3	7	10	8	2	8
89	8	5	1	10	3	9
90	5	5	1	1	9	2
91	3	9	8	6	3	11
92	3	11	9	12	2	2
93	2	2	11	12	2	10
94	2	10	1	8	3	4
95	12	8	1	10	3	3
96	9	9	1	3	10	3
97	11	9	9	11	9	12
98	9	13	1	3	4	4
99	4	4	1	11	13	4
100	4	4	2	2	4	12
101	4	4	9	11	10	13
102	9	10	2	2	4	4
103	11	11	11	2	4	12
104	3	11	2	10	9	11
105	3	3	2	2	4	12
106	4	4	13	8	11	13
107	4	4	1	10	4	4
108	8	10	1	1	3	12
109	3	13	2	6	4	4
110	8	4	2	7	3	4
111	4	13	9	13	11	12
112	9	12	3	10	8	12
113	13	8	3	10	3	4
114	4	4	11	3	3	4
115	3	8	12	13	13	8
116	3	8	10	13	10	11
117	10	9	3	10	12	8
118	3	3	3	8	9	7
119	10	9	3	8	10	11
120	5	5	13	11	3	4
121	13	10	10	11	3	12
122	9	4	3	13	13	12
123	3	4	13	3	12	9
124	6	4	9	13	3	4
ANALISTA:				HORA DE INICIO:		
REVISADO:				HORA DE FINALIZACION:		

ANEXO 05: PLAN DE ACCION – ESQUEMA GENERAL.



ANEXO 06: RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO DE OBRA.

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR - LA TOSCANA
PROPIETARIO : LUIS ALBERTO ALANIA FLORES y CIRILA EDITH BERNAL
CAMPOSANO

DEPARTAMENTO : JUNIN

PROVINCIA : HUANCAYO

DISTRITO : EL TAMBO

LUGAR : JR. LIBERTAD N° 342

HECHO POR : TIJAVI

REVISADO : ARQ. EDWIN JHONY
ALANIA VILCHEZ

FECHA : 20 de Agosto del 2014

CPOC !!!	COSTO DIRECTO	1,778,374.83
	TOTAL COSTO DIRECTO	1,778,374.83
	GASTOS GENERALES 7.00%	124,486.24
	UTILIDAD 15.00%	266,756.22
	SUB TOTAL PRESUPUESTO	2,169,617.30
	I.G.V. 18%	390,531.11
	PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA	2,560,148.41
	SUPERVISION 5.00%	128,007.42
	EXPEDIENTE TECNICO 3.50%	89,605.19
	GASTOS DE PREINVERSION	659,837.30
	TOTAL PRESUPUESTO	3,437,598.30

ANEXO 07: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS SEGÚN EL PORCENTAJE DE TRABAJO PRODUCTIVO.

PARTIDA	DISTRIBUCION DE LOS TIEMPOS %			CLASIFICACION SEGÚN EL % DE TP
	TP	TC	TCN	
Habilitacion de acero - verticales	47	36	17	NIVEL B
Hab. para encofrado - verticales	45	33	22	NIVEL B
Colocacion de acero en verticales	39	37	24	NIVEL C
Encofrado de verticales	40	38	22	NIVEL B
Concreto en verticales	43	39	18	NIVEL B
Habilitacion de acero - vigas	49	35	16	NIVEL B
Hab. para encofrado - vigas	51	29	20	NIVEL A
Encofrado de fondo de vigas	42	37	21	NIVEL B
Colocacion de acero en vigas	48	35	17	NIVEL B
Encofrado de tapas de vigas	45	31	24	NIVEL B
Habilitacion de acero - losa	53	27	20	NIVEL A
Hab. para encofrado - losa	59	23	18	NIVEL A
Encofrado de losa	38	41	21	NIVEL C
Para ladrillos de techo	55	30	15	NIVEL A
Colocacion de acero en aligerado	42	35	23	NIVEL B
Concreto en losa y vigas	40	38	22	NIVEL B

CLASIFICACION	DESCRIPCION	PORCENTAJE DE TP
NIVEL A	Cero Grasa. Grasa interna y superficial eliminadas	TP>50%
NIVEL B	Solo grasa interna, grasa superficial eliminada	40%<TP<50%
NIVEL C	Grasa superficial alta. Grasa interna dentro del proceso evaluado	TP<40%

<p>Grasa Superficial: Sobredimensionamiento de las Cuadrillas</p> <p>Grasa Interna: Esperas o tiempos de inactividad, transporte innecesario de materiales, trabajos rehechos.</p>
--

ANEXO 08: PROTOCOLO DE CONTROL DE CALIDAD.

ALANIA INMOBILIARIA S.A.C	CONTROL DE CALIDAD PROYECTO: DEPARTAMENTOS MULTIFAMILIARES "LA TOSCANA" REGISTRO DE INSPECCION DE ENCOFRADOS	D-CC:	07
		HOJA:	1 de 1
		FECHA:	15-Oct

1.- DATOS GENERALES

ETAPA: CONSTRUCCION DEL CASCO - SUPERESTRUCTURA SETOR: 2E

DESCRIPCION DEL ELEMENTO: ENCOFRADO DE PLACA D1 REGISTRO: 12

PLANO DE REFERENCIA: PLANO DE ESTRUCTURAS E-16

2.- PUNTOS DE CONTROL

* TIPO DE ENCOFRADO: METALICO MADERA OTROS (especifique) _____

* ESTADO DEL ENCOFRADO C

* DIMENSIONES DEL ENCOFRADO C

* LIMPIEZA E

* USO DE DESMOLDANTE (especifique) Petroleo C

* ALINEAMIENTO C

* APUNTALAMIENTO Y FIJACION (# de puntales) 4 C

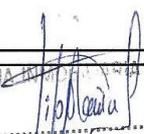
* NIVELACION DEL ENCOFRADO C

OBSERVACIONES:

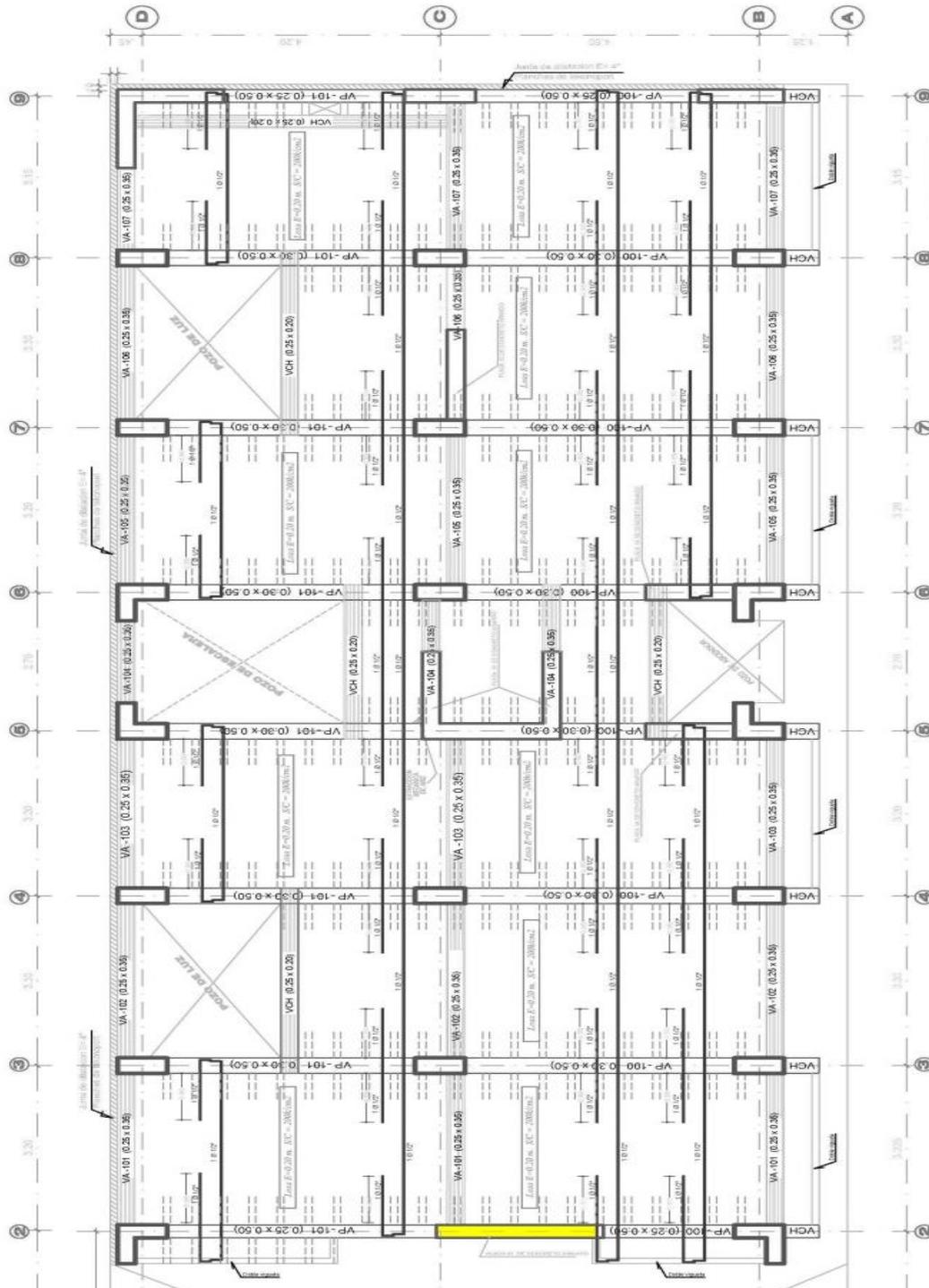
LEYENDA:

C: CUMPLE NC: NO CUMPLE N/A: NO APLICA

ESQUEMA:

ANALISTA: <u>ISRAEL C.</u>	REVISOR: <u>ALANIA INMOBILIARIA S.A.C.</u>  Ing° Tito Alania Carhuas SUB GERENTE
FECHA: <u>15-10-14</u>	FECHA: <u>15-10-14</u>

ESQUEMA



FOTOGRAFÍAS

Descripción de la Empresa

Inspección del estado y
limpieza de la madera



Inspección de las dimensiones
y uso de desmoldante



Inspección del alineamiento
y nivelación del encofrado



Inspección del apuntalamiento
y fijación del encofrado

