

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN PLANIFICACIÓN Y  
CONTROL DE PRODUCCIÓN EN CONSTRUCCIÓN DE UNA  
EDIFICACIÓN**

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

**ELABORADO POR**

**ERICK ALEXIS PALOMINO FUENTES RIVERA**

**ASESOR**

**Mg. /Ing. FELIX WILFREDO ULLOA VELÁSQUEZ**

**LIMA- PERÚ**

**2018**

© 2018, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. Todos los Derechos Reservados.

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”**

Erick Alexis Palomino Fuentes Rivera

Correo: [epalominofr@gmail.com](mailto:epalominofr@gmail.com)

Teléf.: 953763668

## ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>4</b>
<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1 GENERALIDADES.....	9
1.2 PROBLEMÁTICA.....	9
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
<b>CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 LEAN CONSTRUCTION Y HERRAMIENTAS.....	11
2.1.1 Reseña Histórica.....	11
2.1.2 Lean Construction.....	13
2.1.3 Herramientas de Lean Construction.....	17
<b>CAPITULO III: SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>24</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	24
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	24
<b>CAPITULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1 APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO.....	27
4.1.1 Tren de actividades.....	28
4.1.2 Planificación Maestra.....	39

4.1.3 Planificación Lookahead y Análisis de Restricciones.....	39
4.1.4 Programación Semanal.....	54
4.1.5 Porcentaje de Plan Cumplido y Causas de No Cumplimiento.....	59
4.1.6 Medición de Ratios de Productividad de Mano de Obra.....	62
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la aplicación de herramientas lean en la planificación y control de la producción en la construcción de una edificación residencial de 5 pisos, 2 sótanos y 1 semisótano llamado Edificio Residencial Candelabro ubicado en el distrito de Miraflores, Lima, Perú.

Los problemas más comunes en las obras de construcción cuyo sistema de planificación es deficiente son los bajos niveles de confiabilidad de la planificación, desviaciones tempranas de los planes iniciales, re-planificaciones de gran parte de la obra, reducción de holguras de los plazos, ejecución de obra desordenada generando sobrecostos y bajo control de la mano de obra.

Con la finalidad de tratar estos problemas se utilizaron herramientas lean en la construcción del casco de la edificación en mención, tales como sectorización, listado y secuencia de actividades, circuito fiel, tren de actividades, planificación lookahead y análisis de restricciones, programación semanal, porcentaje de plan cumplido y causas de no cumplimiento, y medición de ratios de productividad de mano de obra de las actividades más incidentes.

Los principales resultados de la aplicación de herramientas lean son la culminación de la ejecución del casco de la edificación con 21 días de anticipación a lo previsto inicialmente, estadística de tipos de restricciones donde se evidencia la importancia de la logística, estadística de causas de no cumplimiento de la planificación donde se evidencia que principalmente se debe a las fallas en la programación y ahorro de 7,697 horas hombre en la ejecución de actividades de acero y encofrado de muros de contención, cimentaciones, elementos verticales y horizontales.

## ABSTRACT

The present work deals with the application of lean tools in the planning and control of production in the construction of a residential building with 5 floors, 2 basements and 1 semi-basement called Candelabro Residential Building located in Miraflores district, Lima, Peru.

The most common problems in the construction works whose planning system is deficient are the low levels of reliability of the planning, early deviations of the initial plans, re-planning of a large part of the work, reduction of slack of the deadlines, execution of disorderly work generating cost overruns and under the control of the workforce.

In order to address these problems lean tools were used in the construction of the building helmet in mention, such as sectorization, listing and sequence of activities, faithful circuit, train of activities, lookahead planning and analysis of restrictions, weekly schedule, percentage of completed plan and causes of non-compliance, and measurement of labor productivity ratios of the most incidents.

The main results of the application of lean tools are the completion of the construction of the building helmet 21 days in advance of what was initially planned, statistics of types of restrictions where the importance of logistics is evidenced, statistics of causes of non-compliance of the planning where it is evident that it is mainly due to the failures in the programming and saving of 7,697 man hours in the execution of steel activities and formwork of retaining walls, foundations, vertical and horizontal elements.

## PRÓLOGO

En el Perú hace ya varios años una importante cantidad de empresas constructoras vienen usando Lean Construction a través de la aplicación de herramientas lean para la planificación y control de la producción en la construcción, lo cual ha traído como beneficios la mejora de la confiabilidad de la planificación, plazos de culminación más cortos, disminución de costos directos debido a una menor variabilidad, reducción del riesgo de imprevistos y retrasos, y mejora continua.

Los beneficios del Lean Construction y sus herramientas, motiva constantemente a empresas constructoras su aplicación, impulsados por elevar sus niveles de competitividad en el rubro, este es el caso de Nolt Ingenieros SAC, empresa constructora de edificaciones el cual hace su primera incursión en el uso de herramientas lean en una edificación residencial de 5 pisos, 2 sótanos y 1 semisótano llamado Edificio Residencial Candelabro ubicado en el distrito de Miraflores, Lima, Perú.

El presente trabajo explica y analiza las mejoras debido al uso de las herramientas lean en la construcción del casco de la edificación en mención, tales como sectorización, listado y secuencia de actividades, circuito fiel, tren de actividades, planificación lookahead y análisis de restricciones, programación semanal, porcentaje de plan cumplido y causas de no cumplimiento, también mide y compara ratios de productividad de mano de obra obtenidos con los ratios de productividad de mano de obra del presupuesto de las actividades más incidentes.

Ing. Wilfredo Ulloa Velásquez

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°1: Datos generales del proyecto en estudio.....	25
Tabla N°2: Volumen de trabajo muros de contención.....	30
Tabla N°3: Volumen de trabajo cimentaciones.....	31
Tabla N°4: Volumen de trabajo elementos verticales sótano 1 y semisótano.....	32
Tabla N°5: Volumen de trabajo elementos horizontales sótano 1 y semisótano.....	33
Tabla N°6: Volumen de trabajo elementos verticales piso 1 al piso 5.....	34
Tabla N°7: Volumen de trabajo elementos horizontales piso 1 al piso 5.....	34
Tabla N°8: Circuito fiel muros de contención.....	36
Tabla N°9: Circuito fiel cimentaciones.....	37
Tabla N°10: Circuito fiel elementos verticales y horizontales de sótano 1 y semisótano.....	37
Tabla N°11: Circuito fiel elementos verticales y horizontales de piso 1 a piso 5.....	37
Tabla N°12: Porcentaje de plan cumplido semanal y acumulado.....	59
Tabla N°13: Causas de no cumplimiento semanales.....	61
Tabla N°14: Tipos de restricciones de conjunto de lookahead.....	64
Tabla N°15: Cálculo de brechas de HH y costos de mano de obra.....	67



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1: Método utilizado por Toyota.....	11
Figura N°2: Pérdidas en construcción.....	13
Figura N°3: Modelo de producción tradicional.....	15
Figura N°4: Modelo de producción Lean.....	15
Figura N°5: Modelo tradicional para construcción de muro.....	15
Figura N°6: Modelo Lean para construcción de muro.....	16
Figura N°7: Sistema tradicional de planificación.....	19
Figura N°8: Sistema de Planificación Lean.....	19
Figura N°9: Estructura Sistema del Último Planificador.....	20
Figura N°10: Ubicación del proyecto.....	24
Figura N°11: Simulación de obra terminada.....	25
Figura N°12: Organigrama de Obra.....	26
Figura N°13: Estructura de desglose de trabajo de casco de edificio.....	27
Figura N°14: Esquema de distribución de anclajes anillos 1 y 2.....	29
Figura N°15: Esquema de sectorización de muros de contención.....	30
Figura N°16: Secuencia de actividades de muros de contención.....	30
Figura N°17: Esquema de sectorización de cimentaciones.....	31
Figura N°18: Secuencia de actividades de cimentaciones.....	32
Figura N°19: Esquema de sectorización de elementos verticales sótano 1 y semisótano.....	33
Figura N°20: Esquema de sectorización de elementos horizontales sótano 1 y semisótano.....	33
Figura N°21: Esquema de sectorización de elementos verticales piso 1 al piso 5.....	34
Figura N°22: Esquema de sectorización de elementos horizontales piso 1 al piso 5.....	35
Figura N°23: Secuencia de actividades de elementos verticales y horizontales...	35
Figura N°24: Tren de actividades muros de contención y cimentaciones.....	38
Figura N°25: Tren de actividades elementos verticales y horizontales.....	38
Figura N°26: Planificación maestra de obra.....	39
Figura N°27: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 5 a 8.....	40

Figura N°28: Análisis de restricciones parte 1 de planificación lookahead semana 5 a 8.....	42
Figura N°29: Análisis de restricciones parte 2 de planificación lookahead semana 5 a 8.....	43
Figura N°30: Análisis de restricciones parte 3 de planificación lookahead semana 5 a 8.....	44
Figura N°31: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 14 a 17.....	45
Figura N°32: Análisis de restricciones planificación lookahead, semana 14 a 17.....	47
Figura N°33: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 19 a 22.....	48
Figura N°34: Análisis de restricciones parte 1 planificación lookahead, semana 19 a 22.....	50
Figura N°35: Análisis de restricciones parte 2 planificación lookahead, semana 19 a 22.....	51
Figura N°36: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 31 a 34.....	52
Figura N°37: Análisis de restricciones planificación lookahead, semana 31 a 34.....	53
Figura N°38: Programación semanal 6.....	54
Figura N°39: Programación semanal 12.....	55
Figura N°40: Programación semanal 17.....	56
Figura N°41: Programación semanal 23.....	57
Figura N°42: Programación semanal 30.....	58
Figura N°43: Estadística de causas de no cumplimiento.....	61
Figura N°44: Curva de productividad encofrado verticales.....	62
Figura N°45: Curva de productividad encofrado horizontales.....	63
Figura N°46: Curva de productividad encofrado vigas.....	63
Figura N°47: Estadística de tipos de restricciones.....	65
Figura N°48: Curva de %PPC acumulado.....	66

## **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

El Lean Construction es una filosofía que plantea un nuevo enfoque en la gestión de proyectos de construcción, fue introducida por Lauri Koskela en el año 1992 basándose en el modelo empleado por la industria automovilística en los 80, la producción lean.

Las bases teóricas del Lean Construction propuestas por Koskela pretenden ver la producción en la construcción como un proceso de transformación, de flujo y generador de valor, la finalidad del Lean Construction es crear sistemas de producción que permitan optimizar los flujos para mejorar los tiempos de entrega.

Lean Construction se concibe como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a los proyectos de construcción, como por ejemplo, reducir tiempos de ejecución de actividades, control de desperdicios de materiales, prevención de accidentes, entre otros.

En base a los principios teóricos del Lean Construction, Gleen Ballard y Greg Howell crearon la herramienta denominada Sistema del Ultimo Planificador, con la finalidad de mejorar la planificación de obra tradicional, en el cual las actividades que serán hechas se programan sin saber si realmente se podrán hacer en obra, herramienta Sistema del Ultimo Planificador considera las actividades que realmente pueden hacerse y controla mejor los impedimentos que eviten su ejecución, todo esto hace que la probabilidad de ejecución de las actividades programadas sea elevada.

### **1.2 PROBLEMÁTICA**

Hasta el 2015 Nolt Ingenieros SAC gestionaba la planificación y control de la producción de sus proyectos a través de métodos tradicionales cuyos problemas más comunes son:

- Nivel de confiabilidad de la planificación tradicional es muy bajo ya que se basa en conceptos erróneos e información no confiable
- Se suele desviar la obra de lo planeado en los primeros días

- Se debe re-planificar gran parte del proyecto
- Se reducen las holguras y se genera gran presión por terminar más rápido
- Se ejecuta peor la obra y los costos suben radicalmente: “Ataque Apache”
- Bajo control de la mano de obra

Estos problemas por lo general se traducen en plazos de culminación más largos, aumento de la variabilidad, aumento de riesgos de imprevistos y retrasos, provocando pérdidas económicas en los proyectos y malestar en el contratista.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar herramientas lean en la planificación y control de producción en la construcción de una edificación.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Explicar las herramientas lean que se van a utilizar en el proyecto como el uso del circuito fiel, la sectorización, el uso del programa maestro, el uso de la planificación lookahead, el uso de la planificación semanal, porcentajes de actividades completadas y mediciones de ratios de productividad de mano de obra.

Comparar ratios de productividad de mano de obra obtenidos con los ratios de productividad de mano de obra del presupuesto de las actividades más incidentes y cuantificar las mejoras.

## CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1 LEAN CONSTRUCTION Y HERRAMIENTAS

#### 2.1.1. RESEÑA HISTÓRICA

El termino lean se origina en Japón en la década de los 50 producto de las investigaciones realizadas dentro de la empresa automovilística Toyota, la cual pretendía mejorar su línea de producción mediante la eliminación de pérdidas y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes sustituyendo así la producción tradicional en masa por la producción a pedido del cliente. Uno de los más reconocidos en el tema fue el ingeniero Taiichi Ohno, encargado de la producción de Toyota.



Figura N°1: Método utilizado por Toyota (Fuente: Howell, 2006)

Gracias a la idea de la producción sin pérdidas se creó el proceso de manufactura Toyota Production System (TPS), que consiste en minimizar los inventarios y defectos de todas las operaciones y así mejorar significativamente la producción de la fábrica y poder abarcar aproximadamente un 40% del mercado automotor japonés.

Las ideas del TPS fueron desarrolladas y afinadas por ingenieros industriales ampliando el nuevo enfoque de la producción sin pérdidas. Hacia 1975 la difusión

de las ideas del TPS fueron propagadas hacia América y Europa iniciándose en la industria automotriz. Al comenzar la década de los 90, la nueva filosofía de producción ya era conocida en otras latitudes y 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.

En 1992 Lauri Koskela comenzó a implementar esta filosofía en el sector construcción, su trabajo “aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción” producido en el grupo de investigación CIFE de la Universidad de Stanford, Koskela sostiene que la producción debía ser mejorada mediante la eliminación de los flujos de materiales y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia de los proyectos de construcción.

Glenn Ballard es otro de los investigadores que aportó herramientas para la adaptación de la producción “Lean” al sector constructivo. Ballard empezó a trabajar con Koskela y juntos conformaron el Grupo Internacional Lean Construction, el cual surgió durante la primera conferencia sobre sistemas de gestión de proyectos de construcción en 1991 en Helsinki – Finlandia, este término hace referencia a la implementación de la nueva filosofía de producción en el sector constructivo.

Ballard fue pionero en el desarrollo del Sistema del Ultimo Planificador en 1992, basado en el concepto de la reducción de jerarquías de la gestión de construcción para optimizar la asignación de recursos disponibles en la planeación semanal, programación y ejecución de trabajos. En 1998 refino más el Sistema del Ultimo Planificador centrándose en la gestión de flujos en el proceso de construcción. Por último vino el Sistema de Entrega de Proyectos Lean, cuyo propósito es el planteamiento teórico de la metodología para gestionar proyectos Lean.

En 1997 Glenn Ballard y Greg Howell crearon el Lean Construction Institute (LCI) con la finalidad de desarrollar y difundir nuevos conocimientos en la gestión de proyectos, ya que los principio de diseño y la gestión de los procesos de producción en los proyectos de construcción no eran completamente óptimos para

lograr buenos beneficios y se tenían atrasos en la finalización de muchos de ellos, sobrecostos para constructores y clientes insatisfechos por las demoras.

Lean Construction es la adaptación y aplicación de principios de producción de la fabricación japonesa a la construcción. En Latinoamérica los países que muestran más avance en el uso y estudio de Lean Construction son Brasil, Chile, Perú y Colombia.

### 2.1.2. LEAN CONSTRUCTION

Según el Lean Construction Institute (LCI), Lean Construction es una filosofía que se orienta hacia la gestión de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto, por ello se concentra principalmente en generar herramientas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice las pérdidas, lo cual representa todo lo que no genera valor a las actividades productivas, Lean Construction clasifica las pérdidas de construcción en siete categorías:

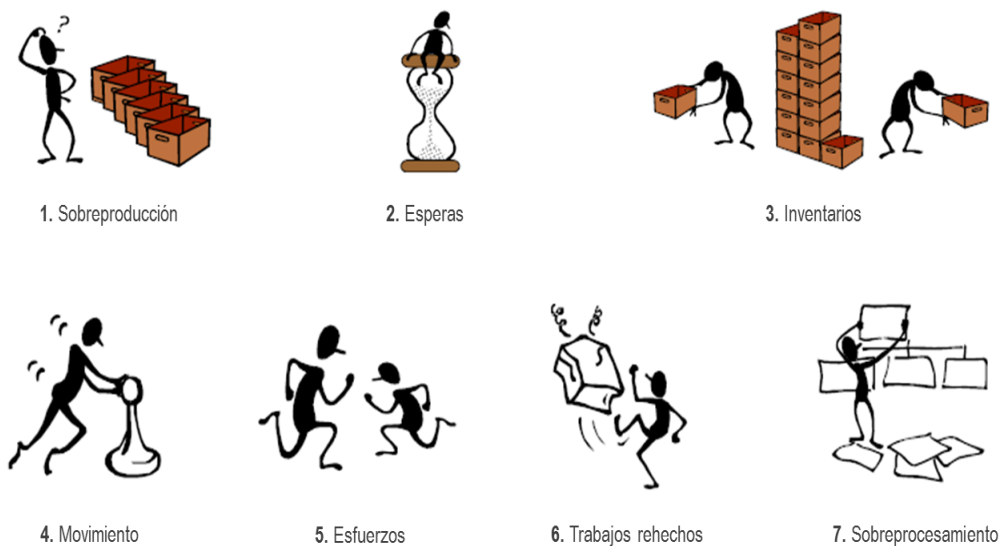


Figura N°2: Pérdidas en construcción

### **Sobreproducción**

Producir más que lo que el cliente interno requiere o producir antes de lo debido.

### **Esperas**

Cada parada en donde el producto o personas esperan.

### **Inventarios**

Materiales o parte de ellos retenidos en el sistema y que no los están utilizando para trabajar.

### **Movimientos**

Movimiento de material o de información que es necesario para llevar a cabo la operación.

### **Esfuerzos**

Movimiento de personas, incluyen viajes que no están directamente relacionadas a trabajos productivos.

### **Trabajos rehechos**

Errores en el proceso, producto o servicio que llevan a defectos y que se debe producir nuevamente.

### **Sobre procesamiento**

Producir por encima del estándar requerido. Realizar pasos innecesarios en el procesamiento.

La propuesta del concepto de producción de la filosofía Lean es considerarla como una transformación de materiales, un flujo de recursos y una generación de valor. El objetivo del Lean Construction es optimizar las transformaciones minimizando o eliminando los flujos que los materiales deben seguir hacia los lugares de ejecución de los trabajos para lograr más valor en los productos finales. El error del pensamiento tradicional en la construcción es centrarse en las actividades de conversión y no tener en cuenta el flujo de los recursos para lograr la generación de más valor en los productos obtenidos. En el pensamiento tradicional la construcción es tan solo un modelo de transformación como muestra la Figura 3,



a diferencia del modelo propuesto por Lean Construction el cual es de transformación-flujo-valor que se aprecia en Figura 4.



Figura N°3: Modelo de producción tradicional.



Figura N°4: Modelo de producción Lean.

En el ejemplo de la construcción de un muro de albañilería, el modelo de producción tradicional se observa en la Figura 5 y el modelo de transformación-flujo-valor en la Figura 6.



Figura N°5: Modelo tradicional para construcción de muro

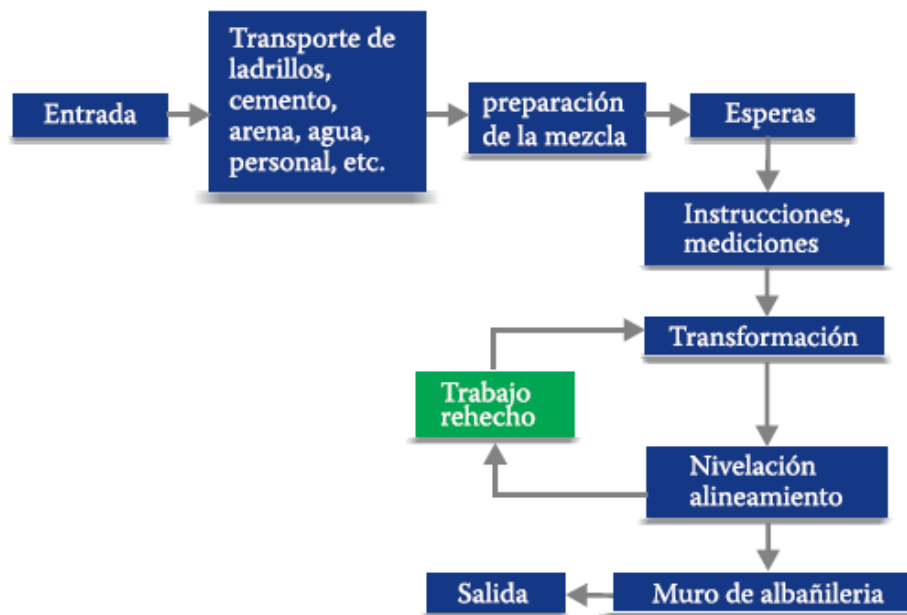


Figura N°6: Modelo Lean para construcción de muro

Con la idea básica de producción que se plantea en la filosofía Lean Construction se tiene por objetivo diseñar sistemas de producción para minimizar o eliminar el desperdicio de materiales y la excesiva producción de pérdidas, con el fin de generar la cantidad máxima de valor.

Lean Construction es una nueva forma de ver la producción, no un modelo o unos pasos establecidos que se deban seguir; lo que se pretende es entender sus principios y aplicarlos en la creación y uso de herramientas “Lean” para la gestión de los proyectos constructivos, en donde las herramientas son la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional.

Una de estas herramientas Lean es el Sistema del Ultimo Planificador desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell como un sistema de planificación de la producción confeccionado para generar flujo de trabajo predecible y rápido en la programación, diseño y construcción de los proyectos.

Para la correcta implementación de Lean Construction en los proyectos es necesario contar con el compromiso de tener una cultura de mejora continua de la producción para que al aplicar los principios “Lean” correctamente mejoren la

seguridad, calidad y eficiencia del proyecto, son once principios propuestos por Lauri Koskela:

- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor
- Incremento del valor del producto
- Reducción de la variabilidad
- Reducción del tiempo del ciclo
- Simplificación de proceso
- Incremento de la flexibilidad de la producción
- Transparencia del proceso
- Enfoque del control al proceso completo
- Mejoramiento continuo del proceso
- Balance de mejoramiento de flujo con mejoramiento de conversión
- Referenciación

Estos principios “Lean” solo son posibles de aplicar eficazmente en la industria de la construcción si el interesado en aplicarlos se centra en la mejora de todo el proceso de gestión del proyecto, en la integración de los interesados en el proyecto para concebir el nuevo enfoque de producción que proponen los principios del Lean Construction.

La identificación de actividades que agregan o no valor al proyecto se logra mediante la implementación de una cadena de valor en donde se identifican y distinguen unas actividades de otras, como por ejemplo el vaciado del concreto para los muros es una actividad que agrega valor al proceso pero el tiempo de retardo del mixer de concreto es una actividad que le quita valor. La cadena de valor es importante ya que el objetivo del pensamiento Lean Construction es eliminar las actividades que no agreguen valor, la logística también es un proceso que la construcción sin pérdidas trata de optimizar al máximo para disminuir costos y cumplir plazos de entrega antes de lo estimado.

### **2.1.3 HERRAMIENTAS DE LEAN CONSTRUCTION**

De acuerdo con Womack, 1996 y Picchi F, 1993, entre muchos otros, para que Lean Construction funcione es necesario el uso de herramientas que simplifiquen

su uso y que permitan llevar los principios teóricos de la filosofía a la práctica profesional, algunas de estas herramientas son:

## **SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR**

El Sistema del Ultimo Planificador fue desarrollado por Gleen 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 y reducir las incertidumbres en las obras de construcción. El Sistema del Ultimo Planificador es un enfoque práctico en el cual los gerentes de construcción y jefes de obra colaboran para preparar planes de trabajo que pueden ser ejecutados con un alto grado de fiabilidad para mejorar la estabilidad del trabajo.

El Sistema del Ultimo Planificador controla de una mejor manera la incertidumbre de la planificación al superar obstáculos como convertir la planificación en un sistema, medir el desempeño de la aplicación 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 Sistema del Ultimo Planificador 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 trabajo semanales a través de las asignaciones.

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. Para el Sistema del Ultimo Planificador 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.

Según Ballard el esquema tradicional de planificación de la producción es como se muestra en la figura 7. Este investigador asegura que dicho esquema es poco adecuado para enfrentar la incertidumbre y variabilidad en la construcción, ya que

la estructura en si crea gran incertidumbre al no controlar las restricciones que pueden tener las actividades planificadas.

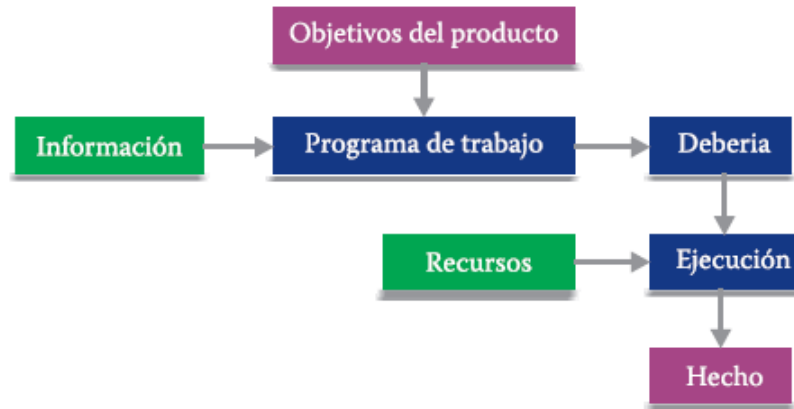


Figura N°7: Sistema tradicional de planificación (Fuente: Koskela, 1992)

Para mejorar la selección de actividades que pueden hacerse y así tener plena confianza en que realmente se harán, Ballard propone el Sistema Ultimo 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 figura 8.

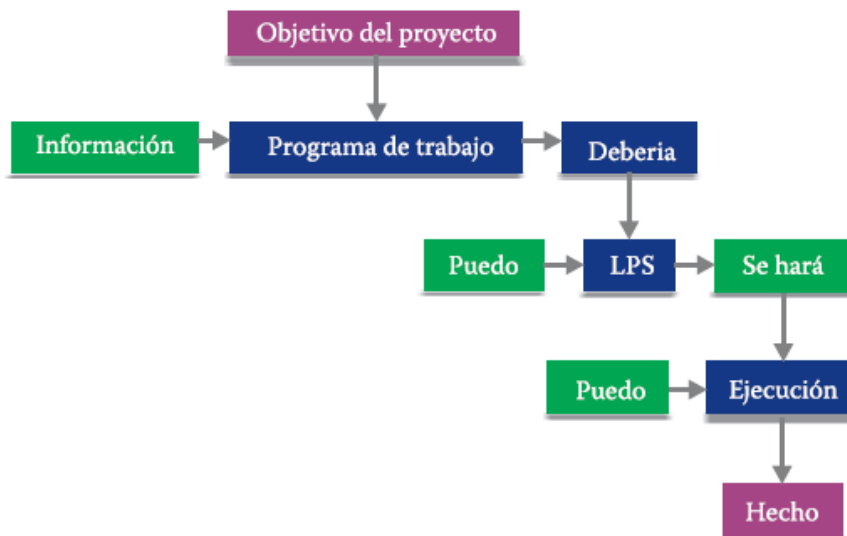


Figura N°8: Sistema de Planificación Lean (Fuente: Koskela, 1992)

De esta forma el Sistema del Ultimo Planificador controla de una manera más efectiva la ejecución de las actividades necesarias para completar el proyecto,

asegurándose de lo que lo que se planea hacer en la obra realmente será hecho y así evitar paros en obra que conllevan pérdidas de tiempo que retrasan el proyecto y se traducen en pérdidas económicas. 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.

La estructuración del Sistema del Último Planificador se muestra en la figura 9, 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 que ver con la supervisión de los trabajos en obra. 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.

Según Ballard 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 que 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.

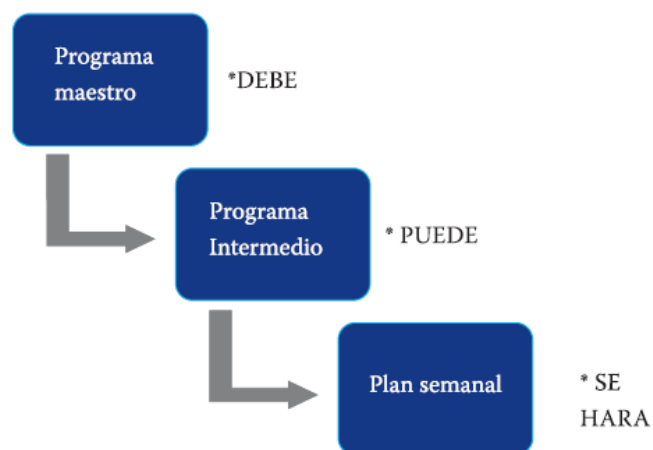


Figura N°9: Estructura Sistema del Último Planificador (Fuente: Botero, Álvarez, 2005)

### Planificación general o programa maestro

La planificación general es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción de los elementos estructurales, arquitectónicos, entre otros que hacen el proyecto. La programación maestra se hace en forma de diagrama de Gantt estableciendo los tiempos de todas las tareas necesarias para culminar la construcción en los proyectos.

### **Planificación intermedia**

La planificación intermedia es el segundo nivel en la aplicación del Sistema del Ultimo Planificador, consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material; se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano. En esta categoría se controlan la coordinación de diseño, los proveedores, los recursos humanos, los requisitos previos para hacer las actividades y la información para que las cuadrillas de trabajo cumplan con sus objetivos en obra. Para hacer la planificación intermedia deben seguirse los siguientes procesos:

- **Definición del intervalo de tiempo**

Es medido por semanas, su número depende de las características del proyecto y de los tiempos para adquirir información, materiales, mano de obra y maquinaria. Como algunas actividades tienen tiempos de respuesta largos desde que inicia la petición hasta que se recibe la respuesta, los periodos para cada actividad en el programa maestro deben ser identificados durante la planificación inicial.

- **Definición de las actividades que serán parte del plan intermedio**

Se deben explorar minuciosamente todas las actividades del plan maestro que estén contenidas dentro de los intervalos definidos, esto permite obtener un conjunto de tareas para cada intervalo de tiempo dado, cada una de las cuales tendrá unas restricciones que determinan su ejecución.

- **Análisis de restricciones**

Una vez identificadas las tareas que serán parte del plan intermedio es necesario asegurar que estén libres de restricciones para que puedan ser

llevadas a cabo en el momento fijado. Es necesario cumplir con dos etapas para asegurarnos que una actividad esté libre de restricciones:

### **Planificación semanal**

Es la última fase de planificación del Sistema del Ultimo Planificador y presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo, es realizada por los jefes de campo, maestros de obra, capataces y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra. Se mide el porcentaje de Actividades Completadas PAC para saber porcentualmente cual fue el número de actividades programadas que realmente se ejecutaron en obra y así medir que tan efectiva fue la planificación semanal y además tabular las causas por las cuales el PAC no fue del 100% para corregirlas en la siguiente semana.

- **Formación del programa de trabajo semanal**

El programa de trabajo semanal contiene las actividades que serán realizadas durante la semana. Está compuesto por todas aquellas tareas que tienen mayor probabilidad de ser ejecutadas, es decir aquellas que están libres de restricciones.

- **Porcentaje de programa cumplido**

Teniendo ya elaborado el plan de trabajo semanal el Sistema Ultimo Planificador mide el cumplimiento de lo programado en el plan mediante el porcentaje de programa cumplido PPC, el cual compara lo que se planeó hacer con lo que realmente se hizo en obra. Cada actividad programada tendrá solo un estado de dos posibles, actividad completada o no completada, de esta forma se obtienen los totales de actividades cumplidas y no cumplidas. A continuación el cálculo del PPC:

$$PPC = \frac{(\text{TOTAL ACTIVIDADES CUMPLIDAS})}{(\text{TOTAL ACTIVIDADES PROGRAMADAS})} \times 100$$

Para evidenciar el rendimiento del Sistema del Ultimo Planificador a lo largo de la ejecución del proyecto se puede ir graficando los resultados obtenidos



del PPC de manera semanal y así analizar mejoras en los rendimientos de las cuadrillas de trabajo.

## MEDICIÓN DE RATIOS DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

La productividad es la eficiencia en el uso de los recursos, es decir, la relación entre los recursos empleados y lo producido. Ratio de productividad se denomina al consumo de recursos expresado por unidad de trabajo.

$$\begin{aligned}\text{RATIO} &= \frac{\text{Cantidad de Recursos}}{\text{Unidad de Producción}} \\ \text{RATIO (hh/m}^2\text{)} &= \frac{\text{n}^\circ \text{ obreros} \times \text{tiempo}}{\text{metrado (m}^2\text{)}} \\ \text{n}^\circ \text{ obreros} &= \frac{\text{metrado (m}^2\text{)} \times \text{Ratio (hh/m}^2\text{)}}{\text{tiempo}}\end{aligned}$$

Ejemplos de ratios de productividad:

- Colocación de concreto: 1.00 hh/m<sup>3</sup>
- Encofrado de verticales: 1.50 hh/m<sup>2</sup>

La medición de ratios de productividad de mano de obra se utiliza para controlar el buen uso de la mano de obra, tomar decisiones y acciones correctivas, realizar proyecciones a fin de obra y recopilar información a utilizar en proyectos futuros. Está compuesto por varios análisis, uno por cada partida de control. Se compara la cantidad de hora hombre por unidad producida para la ejecución de cada partida de control.

Es importante tener información confiable, que contenga datos reales y correctos, entregados en el momento oportuno y claramente llenados para la elaboración y análisis. Todas las horas hombre que se utilizan en una determinada partida de control deben ser registradas, tener en cuenta que un mal direccionamiento de las horas hombre distorsiona la información a analizar. Los ratios obtenidos deben ser comparados contra nuestros ratios meta o previstos.

## CAPITULO III: SITUACIÓN ACTUAL

### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Nolt Ingenieros SAC, es una empresa constructora del rubro edificaciones e instalaciones para corporaciones. Los tipos de proyectos que ha desarrollado Nolt Ingenieros SAC en sus más de 6 años en el mercado son oficinas, industrias y residencias.

Nolt Ingenieros SAC tiene como convicción que cada proyecto realizado es un proceso iterativo de constante aprendizaje lo cual motivó a mejorar el sistema de gestión de sus obras con la finalidad de ser más competitivo, elevar su eficiencia y productividad y orientarse hacia el mejoramiento continuo.

Es así que desde el año 2016, Nolt Ingenieros SAC comienza a utilizar herramientas lean para la planificación y control de la producción del proyecto Edificio Residencial Candelabro.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto objeto de análisis es el Edificio Residencial Candelabro, el cual se desarrolla en un terreno de 720 m<sup>2</sup> ubicado en la avenida Manuel Villarán 304 y Av. Ramírez Gastón 390, urbanización Aurora, en el distrito de Miraflores, Lima.

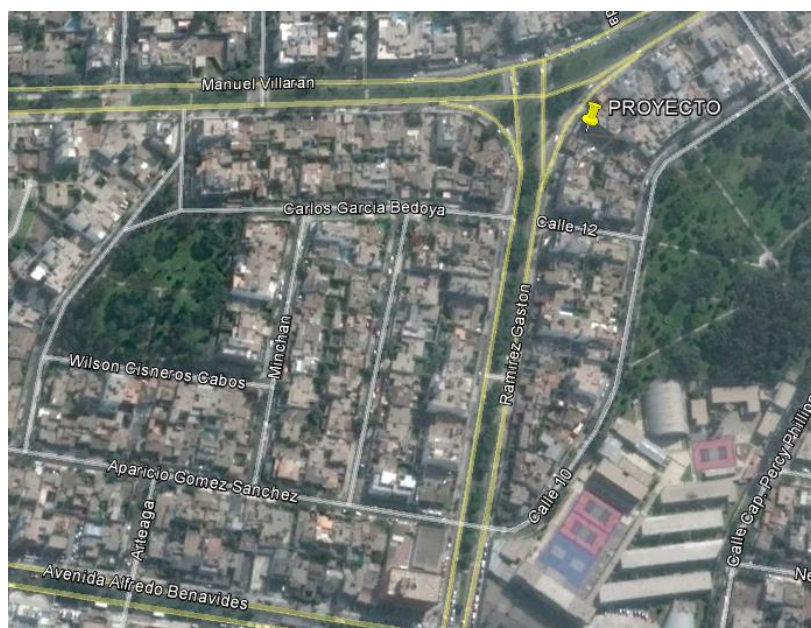


Figura N°10: Ubicación del proyecto (Fuente: Google Earth)

El proyecto consta de 14 departamentos distribuidos en 5 niveles con 46 estacionamientos ubicados entre el semisótano y dos sótanos adicionales.

Los departamentos están dotados de sala, comedor, terraza, baño de visita, cocina, lavandería, baño de servicio, dormitorio de servicio, hall íntimo, baño completo, uno o dos dormitorios secundarios con closet y dormitorio principal con baño privado y walk-in-closet. Uno de los departamentos cuenta con un depósito de servicio, y el otro con un estudio adicional. Los departamentos del último nivel han sido concebidos como tres duplex, aprovechando el uso exclusivo de sus azoteas como espacios de esparcimiento, respetando el retiro frontal de 3 metros que exige el reglamento del distrito.

<b>Proyecto: Edificio Residencial Candelabro</b>			
<b>Ubicación</b>	: Av. Villaran 304, Distrito de Miraflores, Lima, Peru		
<b>Pisos</b>	: 2 sótanos, 1 semisótano y 5 pisos		
<b>Area del terreno</b>	: 720 m <sup>2</sup>	<b>Acero</b>	: 158,021 kg
<b>Area techada</b>	: 4,228 m <sup>2</sup>	<b>Encofrado</b>	: 10,896 m <sup>2</sup>
<b>Concreto</b>	: 1,534 m <sup>3</sup>	<b>Anclajes</b>	: 24 puntos

Tabla N°1: Datos generales del proyecto en estudio (Fuente: Elaboración propia)



Figura N°11: Simulación de obra terminada (Fuente: Nolt Ingenieros SAC)

El sistema estructural empleado es mediante placas y pórticos de concreto armado interactuando en ambas direcciones sobre las que se apoyan vigas peraltadas y losas aligeradas en una dirección y losas macizas, conformando diafragmas rígidos en cada nivel de la estructura. El sistema de contención para los sótanos se propone mediante muros de concreto armado. Los elementos verticales (placas, columnas y muros) se apoyan sobre zapatas aisladas conectadas con vigas de cimentación y/o combinadas y cimientos corridos de acuerdo a los parámetros de suelos y capacidad portante indicada en el estudio de mecánica de suelos.

En la figura 12 se visualiza el organigrama que comprende el equipo directivo de obra.

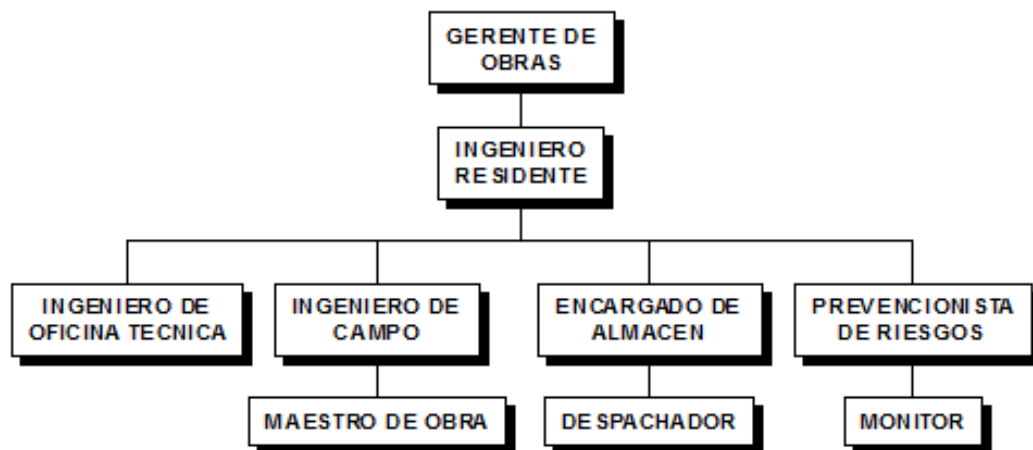


Figura N°12: Organigrama de Obra (Fuente: Elaboración propia)

## CAPITULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### 4.1 APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO

La forma de mantener el plazo y la productividad en un proyecto de construcción es teniendo un sistema de producción efectivo.

Para tener un sistema de producción efectivo se tiene que cumplir los siguientes objetivos, en dicho orden de prioridad:

- Asegurar que los flujos no paren
- Lograr flujos eficientes
- Lograr procesos eficientes

Lean Construction propone diversas herramientas para reducir perdidas en la construcción, la herramientas lean que se utilizarán en el proyecto Edificio Residencial Candelabro son el Sistema del Ultimo Planificador y las mediciones de ratios de productividad de mano de obra y su aplicación estarán circunscritos en la construcción del casco del proyecto.

En la figura 13 se visualiza la estructura de desglose de los trabajos del casco del edificio, este esquema nos permitirá tener claridad de los elementos a ejecutar y establecer las estrategias constructivas de manera ordenada.

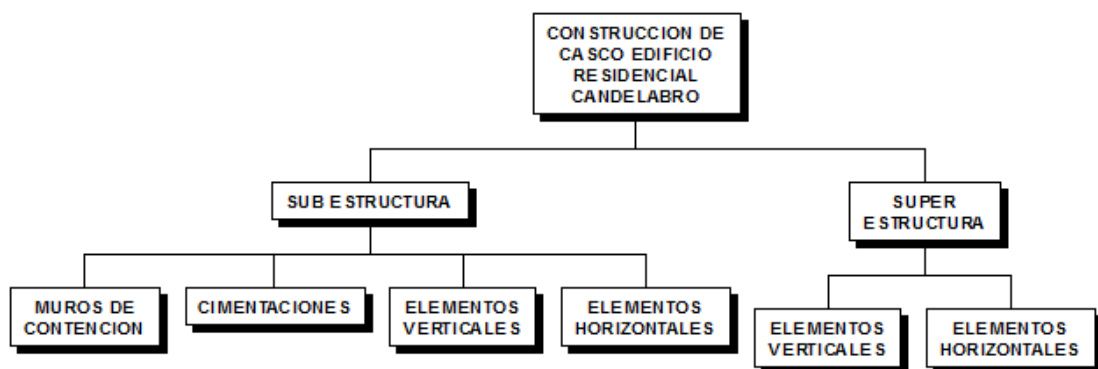


Figura N°13: Estructura de desglose de trabajo de casco de edificio (Fuente: Elaboración propia)

En esta lista se definen las principales tecnologías empleadas en obra:

- Encofrados: ALSINA (Todos los elementos)
- Acero corrugado: ACEROS AREQUIPA (Muros de contención)
- Acero dimensionado: ACEROS AREQUIPA (Cimentaciones, Elementos verticales/horizontales)
- Concreto premezclado con bomba: UNICON (Muros de contención, Cimentaciones)
- Concreto premezclado sin bomba: UNICON (Elementos verticales/horizontales)
- Torre grúa: EUROGRUAS (Elementos verticales/horizontales)

#### **4.1.1 TREN DE ACTIVIDADES**

El tren de actividades es conocido como programación rítmica o lineal, es decir un sistema balanceado de producción constante el cual ayuda a optimizar actividades repetitivas y secuenciales.

En el tren de actividades todas las actividades son ruta crítica, todos los días las cuadrillas producen prácticamente lo mismo es por ello se debe balancear las cuadrillas para que todas las actividades culminen un sector de trabajo en el mismo lapso de tiempo.

Los pasos que se siguieron para generar el tren de actividades son:

- Sectorizar el área de trabajo
- Listar actividades necesarias
- Secuenciar las actividades
- Dimensionar recursos

La sectorización consiste en dividir una actividad de la obra en áreas o sectores donde cada sector deberá comprender un volumen de trabajo aproximadamente igual. La cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en un mismo plazo de tiempo.

Dentro del dimensionamiento de recursos se encuentra el circuito fiel el cual es un proceso de validación de la secuencia propuesta en el tren de actividades, mediante un análisis del recurso humano necesario para la culminación de los trabajos en el plazo establecido. El circuito fiel tiene como finalidad determinar la mano de obra necesaria para realizar las actividades y estimar el estado final de las actividades y compararlo con los recursos humanos asignados en el presupuesto.

## SECTORIZACIÓN, LISTADO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES

### MUROS DE CONTENCIÓN

En estos elementos se desarrolló un sistema de muros anclados compuesto por dos anillos con anclajes postensados, 20 anclajes en el primer anillo y 4 anclajes en el segundo anillo, esto podemos visualizarlo en la figura 14.

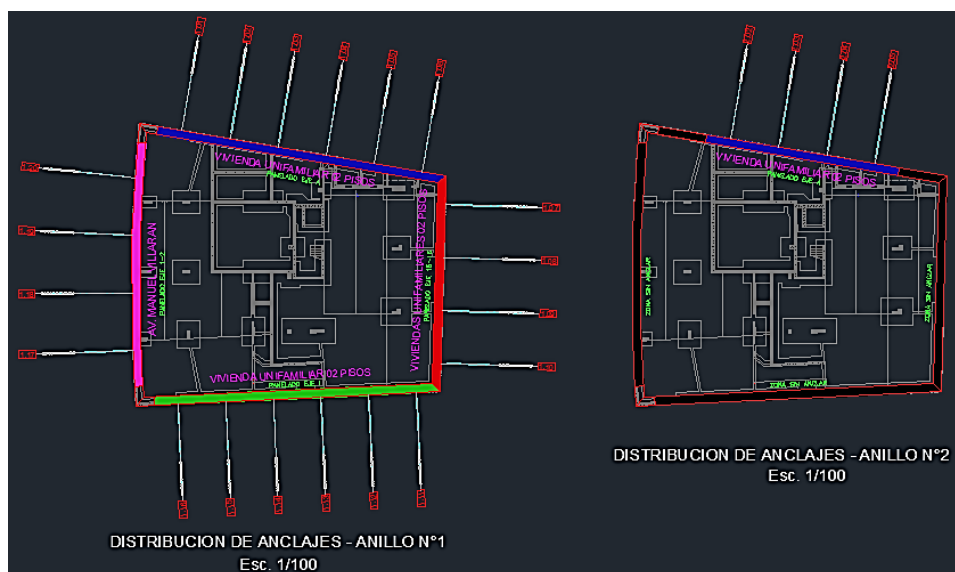


Figura N°14: Esquema de distribución de anclajes anillos 1 y 2 (Fuente: Nolt Ingenieros SAC)

Según lo establecido por el proyecto cada anillo se compone de 20 paños de aproximadamente 5.00x3.50 m. El perímetro y área del terreno son 110 ml y 720 m<sup>2</sup> respectivamente, considerando que estas dimensiones no son muy grandes como para poner en el terreno una importante cantidad de recursos es que se propone 10 sectores por anillo, cada sector compuesto por un lote de 2 paños. Los volúmenes de trabajo y la sectorización se visualizan en la tabla 2 y figura 15 respectivamente.

	METRADO MUROS DE CONTENCION		METRADO PROMEDIO POR SECTOR
	UND	CANTIDAD	CANTIDAD
ACERO MUROS DE CONTENCION	KG	10,428.00	1,042.80
ENCOFRADO MUROS DE CONTENCION	M2	494.00	49.40
CONCRETO MUROS DE CONTENCION	M3	96.00	9.60

Tabla 2: Volumen de trabajo muros de contención

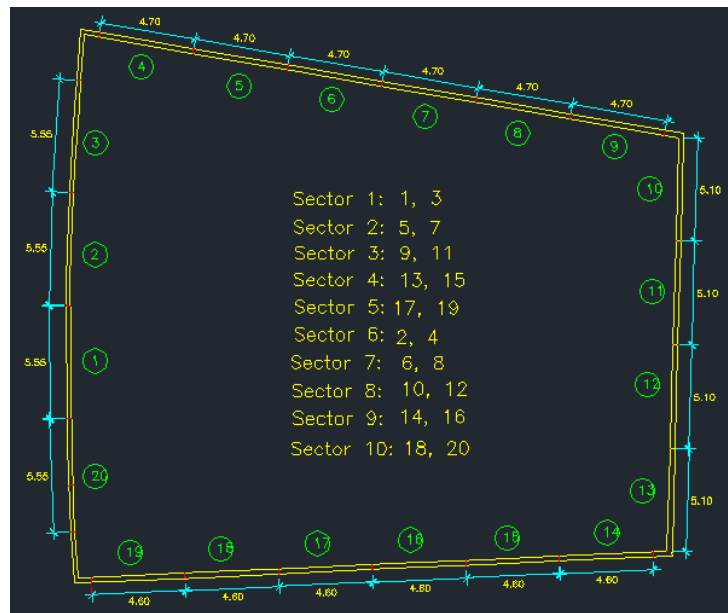


Figura N°15: Esquema de sectorización de muros de contención (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 16 visualizamos la lista y secuencia de actividades y número de días para terminar un sector.

		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
DIA 1	EXCAVACION DE BANQUETA CON MAQUINA						
	PERFILADO MANUAL Y PAÑETEO						
DIA 2	COLOCACION DE ACERO						
	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO						
DIA 3	ENFORADO DE MURO						
	COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO						
	CONCRETO DE MURO						
DIA 6	TENSADO DE ANCLAJES						

Figura N°16: Secuencia de actividades de muros de contención (Fuente: Elaboración propia)



## CIMENTACIONES

Para estos elementos se propone 5 sectores considerando que la cantidad de sectores debe ser un número mayor o igual a la cantidad de días para terminar un sector, lo cual nos permite obtener flujo continuo en las actividades, la sectorización considera que las vigas de cimentación y zapatas se encofrarán y vaciarán totalmente. Los volúmenes de trabajo y la sectorización se visualizan en la tabla 3 y figura 17 respectivamente.

CIMENTACIONES	METRADO POR SECTORES					
	UND	SECTOR1	SECTOR2	SECTOR3	SECTOR4	SECTOR5
ACERO CIMENTACIONES	KG	943	537	479	663	527
ENCOFRADO CIMENTACIONES	M2	59	34	30	41	33
CONCRETO CIMENTACIONES	M3	27	15	14	19	15

Tabla 3: Volumen de trabajo cimentaciones

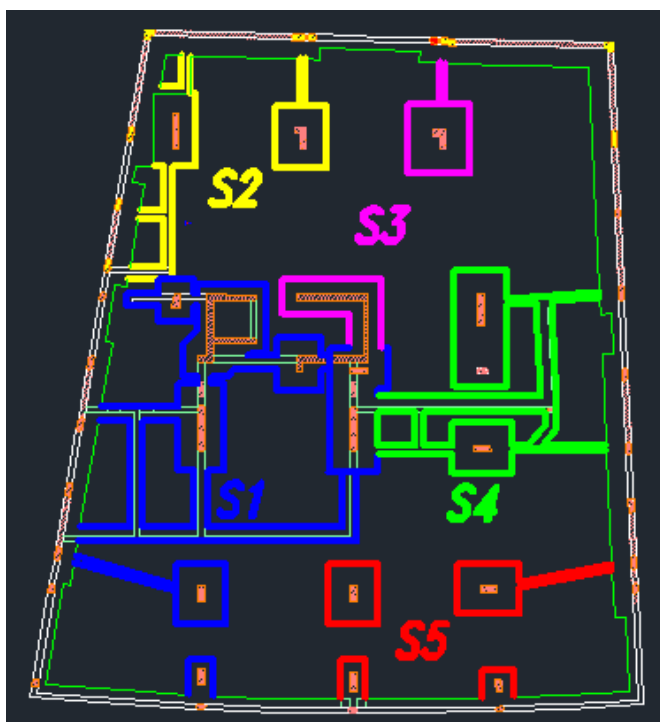


Figura N°17: Esquema de sectorización de cimentaciones (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 18 visualizamos la lista y secuencia de actividades y número de días para terminar un sector.

		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
DIA 1	EXCAVACION					
	VACIADO DE SOLADO					
DIA 2	ACERO DE CIMENTACIONES					
DIA 3	ACERO DE CIMENTACIONES					
	ENCOFRADO DE CIMENTACIONES					
DIA 4	ACERO DE CIMENTACIONES					
	ENCOFRADO DE CIMENTACIONES					
DIA 5	CONCRETO DE CIMENTACIONES					

Figura N°18: Secuencia de actividades de cimentaciones (Fuente: Elaboración propia)

## ELEMENTOS VERTICALES Y HORIZONTALES

Para estos elementos se propone 6 sectores considerando que la cantidad de sectores debe ser un número mayor o igual a la cantidad de días para terminar un sector, lo cual nos permite obtener flujo continuo en las actividades. La sectorización se consideró similar en los niveles con volúmenes de trabajo similar, siendo un grupo el sótano 1 y el semisótano, y de la misma manera los pisos del 1 al 5, la sectorización considera que las losas aligeradas se pueden encofrar por partes solo si se respeta que el corte sea en sentido de las viguetas, el vaciado de las vigas y los aligerados se pueden partir a los tercios. Los volúmenes de trabajo y las sectorizaciones se visualizan en las tablas 4, 5, 6 y 7 y las figuras 19, 20, 21 y 22 respectivamente.

METRADO POR SECTORES							
METRADO SOTANO 1- SEMISOTANO	UND	SECTOR1	SECTOR2	SECTOR3	SECTOR4	SECTOR5	SECTOR6
ACERO VERTICALES	KG	1,673	1,014	1,738	1,255	1,802	1,448
ENCOFRADO VERTICALES	M2	86	52	90	65	93	75
CONCRETO VERTICALES	M3	12	7	12	9	12	10

Tabla 4: Volumen de trabajo elementos verticales sótano 1 y semisótano.

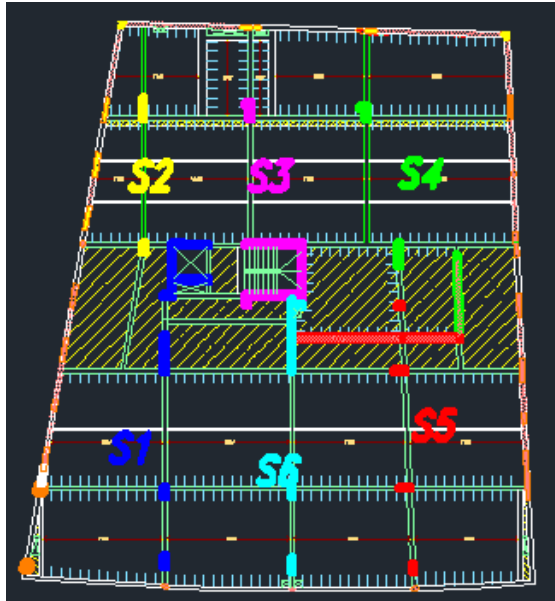


Figura N°19: Esquema de sectorización de elementos verticales sótano 1 y semisótano (Fuente: Elaboración propia)

METRADO SOTANO 1- SEMISOTANO	METRADO POR SECTORES						
	UND	SECTOR1	SECTOR2	SECTOR3	SECTOR4	SECTOR5	SECTOR6
ACERO HORIZONTALES	KG	1,826	1,443	1,355	1,579	1,739	1,732
ENCOFRADO HORIZONTALES	M2	157	124	116	136	149	149
CONCRETO HORIZONTALES	M3	21	17	16	19	20	20

Tabla 5: Volumen de trabajo elementos horizontales sótano 1 y semisótano.

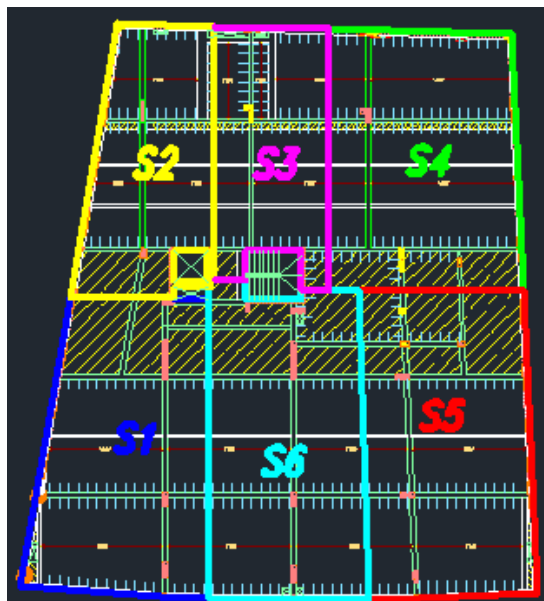


Figura N°20: Esquema de sectorización de elementos horizontales sótano 1 y semisótano (Fuente: Elaboración propia)

METRADO PISO 1-PISO 5	METRADO POR SECTORES						
	UND	SECTOR1	SECTOR2	SECTOR3	SECTOR4	SECTOR5	SECTOR6
ACERO VERTICALES	KG	1,376	1,189	1,563	841	637	849
ENCOFRADO VERTICALES	M2	107	92	121	65	49	66
CONCRETO VERTICALES	M3	10	9	11	6	5	6

Tabla 6: Volumen de trabajo elementos verticales piso 1 al piso 5.

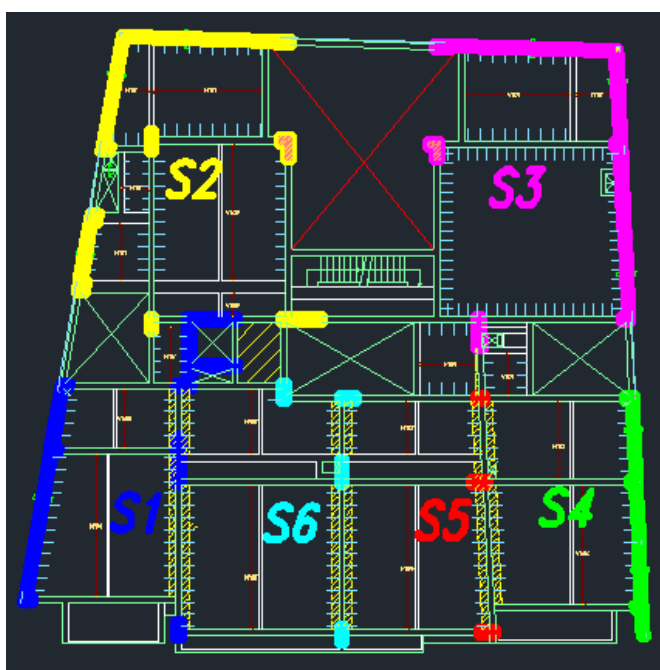


Figura N°21: Esquema de sectorización de elementos verticales piso 1 al piso 5 (Fuente: Elaboración propia)

METRADO PISO 1-PISO 5	METRADO POR SECTORES						
	UND	SECTOR1	SECTOR2	SECTOR3	SECTOR4	SECTOR5	SECTOR6
ACERO HORIZONTALES	KG	1,446	1,611	1,684	1,066	1,216	1,412
ENCOFRADO HORIZONTALES	M2	94	105	110	69	79	92
CONCRETO HORIZONTALES	M3	13	15	15	10	11	13

Tabla 7: Volumen de trabajo elementos horizontales piso 1 al piso 5.

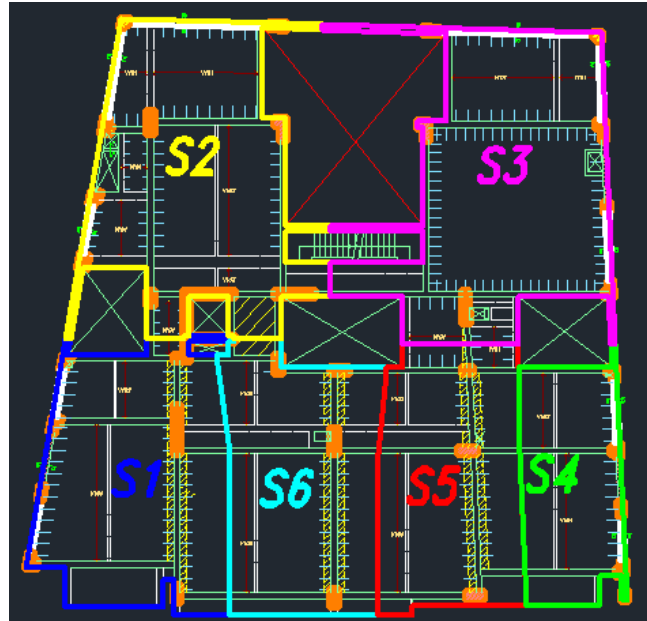


Figura N°22: Esquema de sectorización de elementos horizontales piso 1 al piso 5 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 23 visualizamos la lista y secuencia de actividades y número de días para terminar un sector.

		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
DIA 1	ACERO DE VERTICALES						
	COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES						
DIA 2	ENCOFRADO DE VERTICALES						
	CONCRETO DE VERTICALES						
DIA 3	ENCOFRADO DE VIGAS						
	ACERO DE VIGAS						
DIA 4	ENCOFRADO DE LOSA						
	COLOCACION DE VIGUETAS						
	COLOCACION DE BOVEDILLAS						
DIA 5	COLOCACION DE ACERO EN LOSA						
	COLOCACION DE IISS						
DIA 6	COLOCACION DE IIEE						
	CONCRETO DE LOSA						

Figura N°23: Secuencia de actividades de elementos verticales y horizontales (Fuente: Elaboración propia)

## CIRCUITO FIEL

El equipo de obra define que las actividades rítmicas se realicen entre lunes y viernes, considerando el día sábado como día colchón el cual facilite el

cumplimiento de la programación semanal, a continuación se describe los componentes y el desarrollo del circuito fiel:

- Las HH día equivale al total de HH trabajadas en un día para una determinada actividad, considerando que la semana tiene un total de 48 HH y que son 5 los días definidos para realizar trabajos, entonces se deduce que las HH día pueden llegar a ser hasta 9.6 HH.
- La cantidad de personal es el número de obreros necesario para realizar un metrado diario de una determinada actividad, la obtención de este dato es el objetivo principal del circuito fiel.
- Las HH personal se calcula multiplicando las HH día por la cantidad de personal.
- El metrado día viene a ser el metrado promedio por sector a realizar por día.
- El ratio día se calcula dividiendo las HH personal entre el metrado día.
- El ratio histórico es un dato proveniente de más de una obra de edificaciones de Lima el cual sirve como referencia para dimensionar adecuadamente la cantidad de personal.
- El ratio del presupuesto es el valor obtenido del presupuesto de obra.

Para dimensionar el personal el criterio a considerar es iterar la cantidad de personal y ver que el ratio día que se obtenga se aproxime al ratio histórico de referencia y que el valor del ratio día sea en lo posible menor que el valor del ratio del presupuesto.

Los detalles del circuito fiel de los distintos elementos son visibles en las tablas 8, 9, 10 y 11.

	HH DIA (1)	CANTIDAD PERSONAL (2)	HH PERSONAL (1)*(2)=(3)	METRADO DIA (4)	RATIO DIA (3)/(4)	RATIO HISTORICO	RATIO PPTO
ACERO MUROS DE CONTENCION	9.60	5	48.00	1,043	0.05	0.05	0.07
ENCOFRADO MUROS DE CONTENCION	9.60	7	67.20	49	1.36	1.35	1.29
CONCRETO MUROS DE CONTENCION	3.00	3	9.00	10	0.94	1.00	2.14
		<b>15</b>					

Tabla N°8: Circuito fiel muros de contención (Fuente: Elaboración propia)

	HH DIA (1)	CANTIDAD PERSONAL (2)	HH PERSONAL (1)*(2)=(3)	METRADO DIA (4)	RATIO DIA (3)/(4)	RATIO HISTORICO	RATIO PPTO
ACERO CIMENTACIONES	9.60	3	28.80	630	0.05	0.05	0.07
ENCOFRADO CIMENTACIONES	9.60	6	57.60	39	1.46	1.45	1.55
CONCRETO CIMENTACIONES	3.00	4	12.00	18	0.67	1.00	1.46
		<b>13</b>					

Tabla N°9: Circuito fiel cimentaciones (Fuente: Elaboración propia)

SOTANO 1-SEMISOTANO	HH DIA (1)	CANTIDAD PERSONAL (2)	HH PERSONAL (1)*(2)=(3)	METRADO DIA (4)	RATIO DIA (3)/(4)	RATIO HISTORICO	RATIO PPTO
ACERO VERTICALES	9.60	4	38.40	1,488	0.03	0.04	0.07
ACERO HORIZONTALES	9.60	5	48.00	1,613	0.03	0.04	0.07
ENCOFRADO VERTICALES	9.60	8	76.80	77	1.00	1.00	1.90
ENCOFRADO VIGAS	9.60	8	76.80	35	2.21	2.00	1.47
ENCOFRADO HORIZONTALES	9.60	8	76.80	104	0.74	0.90	1.17
CONCRETO VERTICALES	3.00	3	9.00	10	0.87	1.00	2.23
CONCRETO HORIZONTALES	4.00	5	20.00	19	1.06	1.30	2.45
		<b>38</b>					

Tabla N°10: Circuito fiel elementos verticales y horizontales de sótano 1 y semisótano (Fuente: Elaboración propia)

PISO 1-PISO 5	HH DIA (1)	CANTIDAD PERSONAL (2)	HH PERSONAL (1)*(2)=(3)	METRADO DIA (4)	RATIO DIA (3)/(4)	RATIO HISTORICO	RATIO PPTO
ACERO VERTICALES	9.60	3	28.80	1,076	0.03	0.04	0.07
ACERO HORIZONTALES	9.60	5	48.00	1,406	0.03	0.04	0.07
ENCOFRADO VERTICALES	9.60	8	76.80	83	0.92	1.00	1.90
ENCOFRADO VIGAS	9.60	8	76.80	39	1.99	2.00	1.47
ENCOFRADO HORIZONTALES	9.60	4	38.40	53	0.73	0.90	1.17
CONCRETO VERTICALES	3.00	3	9.00	8	1.15	1.00	2.23
CONCRETO HORIZONTALES	4.00	4	16.00	13	1.25	1.30	2.45
		<b>32</b>					

Tabla N°11: Circuito fiel elementos verticales y horizontales de piso 1 a piso 5 (Fuente: Elaboración propia)

Luego de haber realizado la sectorización, listado y secuencia de actividades y el dimensionamiento de la mano de obra logramos obtener el tren de actividades, en las figuras 24 y 25 podemos observar los trenes de actividades de muros de contención, cimentaciones, elementos verticales y horizontales.

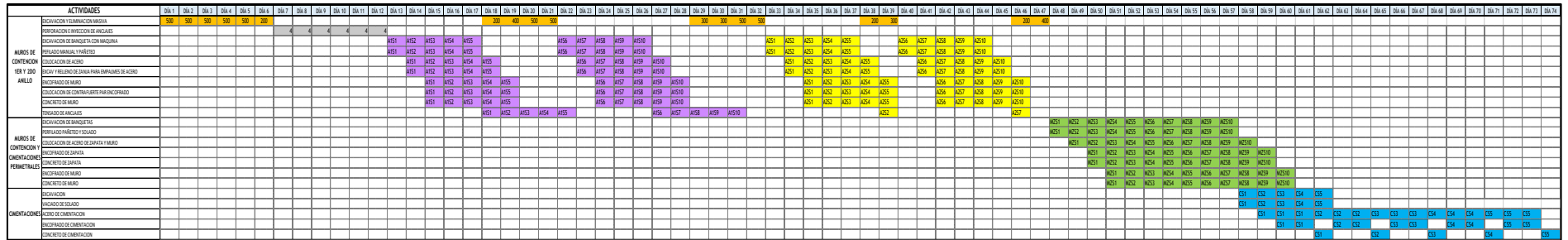


Figura N°24: Tren de actividades muros de contención y cimentaciones (Fuente: Elaboración propia)

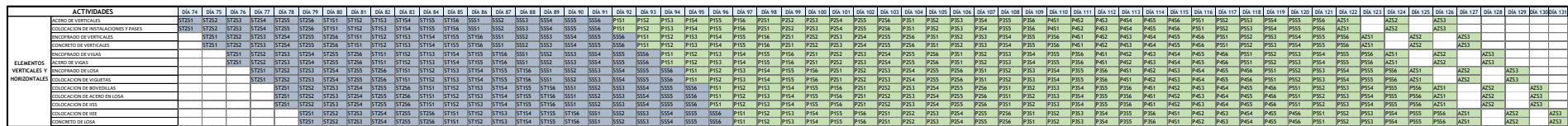


Figura N°25: Tren de actividades elementos verticales y horizontales (Fuente: Elaboración propia)



### 4.1.2 PLANIFICACIÓN MAESTRA

La planificación maestra es el nivel más alto del sistema de planificación el cual se realiza por hitos. Está dedicado a articular las actividades así como ver su duración y secuencia dentro del proyecto, se analiza todas las actividades de forma muy general.

En la figura 26 se observa la planificación maestra de obra el cual se desarrolló meses antes de iniciar la construcción. Los hitos de inicio y fin del casco del edificio son el 26/01/16 y 13/09/16 respectivamente, lo cual representa un plazo de 232 días calendario.

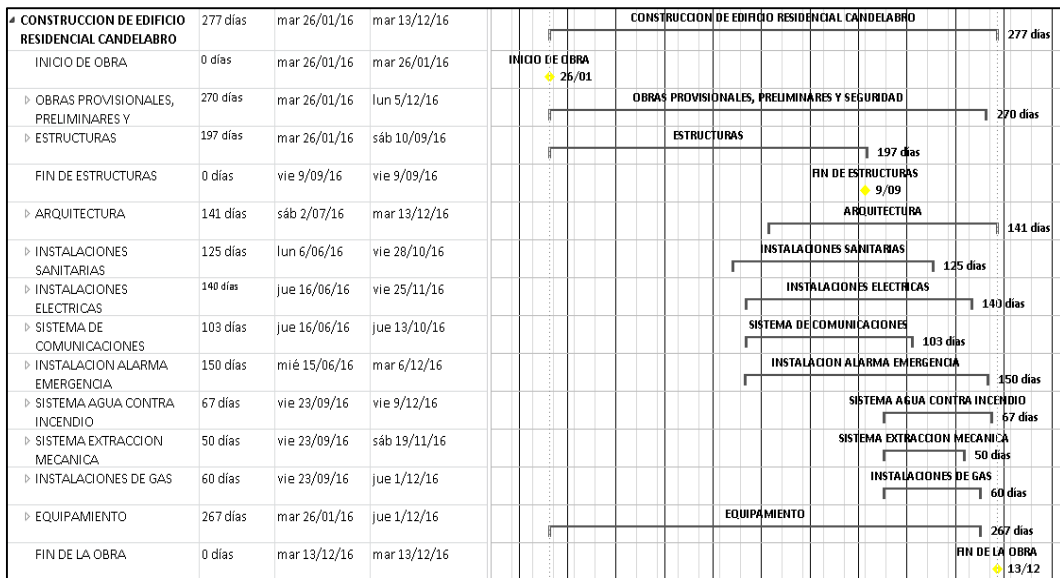


Figura N°26: Planificación maestra de obra (Fuente: Nolt Ingenieros SAC)

### 4.1.3 PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD Y ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Es una planificación intermedia, entre planificación maestra de obra y planificación semanal.

Busca crear un escudo con 3 a 5 semanas de anticipación para prever que se necesita para que las actividades en un futuro medio se puedan realizar. Las actividades que pasan a la planificación semanal son aquellas que se les libro de restricciones.

El análisis de restricciones es para dejar libre de necesidades a las actividades del Lookahead para que se puedan realizar en el tiempo planeado. Se asignan responsables por actividad y fechas requeridas.

El equipo de obra plantea la planificación lookahead y análisis de restricciones con escudo de 4 semanas de anticipación, en la figura 27 se observa la primera planificación lookahead correspondiente a las semanas 5, 6, 7 y 8 la cual comprende trabajos de movimiento de tierras, perforación e inyección de anclajes y construcción de muros de contención.

OBRA EDIFICIO RESIDENCIAL CANDELABR	SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8				
	DÍA 73	DÍA 74	DÍA 75	DÍA 76	DÍA 77	DÍA 79	DÍA 80	DÍA 81	DÍA 82	DÍA 83	DÍA 85	DÍA 86	DÍA 87	DÍA 88	DÍA 89	DÍA 91	DÍA 92	DÍA 93	DÍA 94	DÍA 95
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
ACTIVIDADES	25/01/16	26/01/16	27/01/16	28/01/16	29/01/16	01/02/16	02/02/16	03/02/16	04/02/16	05/02/16	08/02/16	09/02/16	10/02/16	11/02/16	12/02/16	15/02/16	16/02/16	17/02/16	18/02/16	19/02/16
EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA		500	500	500	500	500	200												200	400
PERFORACION E INYECCION DE ANCLAJES								4	4	4	4	4	4							
EXCAVACION DE BANQUETA CON MAQUINA															A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5	
PEFILADO MANUAL Y PAÑETEO															A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5	
COLOCACION DE ACERO															A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5	
EXCAV Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO															A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5	
ENCOFRADO DE MURO																A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PAR																A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5
CONCRETO DE MURO																A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5
TENSADO DE ANCLAJES																			A1S1	A1S2

Figura N°27: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 5 a 8 (Fuente: Elaboración propia)

En las figuras 28, 29 y 30 se encuentran las restricciones, responsables y fechas requeridas para el conjunto de trabajos mencionados, la mayoría de las restricciones fueron de tipo material, equipo, mano de obra y subcontrato. A continuación se describen las restricciones más relevantes:

Excavación y eliminación masiva:

- Adjudicación de contratista de movimiento de tierras: se contrató a Transportes y Construcciones Bellido para que se encargue de las excavaciones masivas, perfilados y excavaciones localizadas, se consideró contar con una excavadora sobre ruedas y volquetes.

#### Perforación e inyección de anclajes:

- Adjudicación de contratista de muros anclados: se contrató a Flesan Anclajes para que se encargue de la perforación, inyección y anclajes postensados, cabe destacar que esta empresa fue la que diseño del sistema de muros anclados del proyecto el cual fue validado por el proyectista de estructuras.

#### Perfilado manual y pañeteo:

- Personal obrero: se contrató personal de confianza que ya había trabajado antes con la empresa.
- Herramientas eléctricas: se alquiló martillos demolidores y se utilizaron martillos propios para realizar las demoliciones de las cimentaciones de edificaciones vecinas de la obra.

#### Colocación de acero:

- Personal obrero: se contrató personal de confianza que ya había trabajado antes con la empresa.
- Acero: se compró acero en barras a Aceros Arequipa, el abastecimiento fue realizado por lotes equivalentes a seis sectores.
- Estrobos y eslingas: se compró estos elementos para el transporte vertical y horizontal de los distintos materiales que se utilizaron para la construcción del edificio.

#### Encofrado de muros:

- Personal obrero: se contrató personal de confianza que ya había trabajado antes con la empresa.
- Alquiler de encofrados: se alquiló encofrados a Alsina, la cantidad de equipos alquilados fue equivalente a un sector y medio.

#### Colocación de contrafuerte para encofrado:

- Construcción dados de concreto: se prefabricó dados de concreto, la cantidad de dados fue lo equivalente para encofrar tres paños de muros de contención.

#### Concreto de muros:

- Personal obrero: se contrató personal de confianza que ya había trabajado antes con la empresa.
- Concreto: se compró concreto premezclado a Unicon y se consideró utilizar bomba estacionaria para los vaciados de muros de contención.

ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION					
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	TRABAJO PREVIO
EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA	ESPECIFICACIONES DE MUROS ANCLADOS	15-Ene	RESIDEN					X	
	ADJUDICACION DE CONTRATISTA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	21-Ene	RESIDEN				X		
	DOCUMENTACION DE PERSONAL Y EQUIPOS DE CONTRATISTA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	23-Ene	SSOMA				X		
	TRAZO Y NIVEL PARA EXCAVACION MASIVA	25-Ene	CAMPO						X
PERFORACION E INYECCION DE ANCLAJES	ADJUDICACION DE CONTRATISTA DE MUROS ANCLADOS	15-Ene	RESIDEN				X		
	DOCUMENTACION DE PERSONAL Y EQUIPOS DE CONTRATISTA DE MUROS ANCLADOS	30-Ene	SSOMA				X		
	TRAZO Y NIVEL PARA PERFORACIONES	2-Feb	CAMPO						X
EXCAVACION DE BANQUETA CON MAQUINA									
PEFILADO MANUAL Y PAÑETEO	PERSONAL OBRERO	4-Feb	CAMPO	X					
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	6-Feb	SSOMA	X					
	HERRAMIENTAS MANUALES	6-Feb	ALMACEN			X			
	HERRAMIENTAS ELECTRICAS	6-Feb	ALMACEN			X			
	CEMENTO	8-Feb	ALMACEN		X				

Figura N°28: Análisis de restricciones parte 1 de planificación lookahead semana 5 a 8 (Fuente: Elaboración propia)

ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION						
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	TRABAJO PREVIO	
COLOCACION DE ACERO	PERSONAL OBRERO	5-Feb	CAMPO							
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	8-Feb	SSOMA	X						
	HERRAMIENTAS MANUALES	8-Feb	ALMACEN	X		X				
	HERRAMIENTAS ELECTRICAS	8-Feb	ALMACEN			X				
	ACERO	10-Feb	CAMPO		X					
	ALAMBRE	10-Feb	ALMACEN		X					
	SEPARADORES	10-Feb	ALMACEN		X					
	ESTROBOS Y ESLINGAS PARA IZAJE	10-Feb	ALMACEN		X					
EXCAV Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO										
ENCOFRADO DE MURO	PERSONAL OBRERO	8-Feb	CAMPO	X						
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	10-Feb	SSOMA	X						
	HERRAMIENTAS MANUALES	10-Feb	ALMACEN			X				
	HERRAMIENTAS ELECTRICAS	10-Feb	ALMACEN			X				
	ALQUILER DE ENCOFRADOS	12-Feb	RESIDEN			X				
	SOLERAS LISTONES TABLONES	12-Feb	CAMPO		X					
	ALAMBRE	12-Feb	ALMACEN		X					
	CLAVOS	12-Feb	ALMACEN		X					
	TUBOS	12-Feb	ALMACEN		X					

Figura N°29: Análisis de restricciones parte 2 de planificación lookahead semana 5 a 8 (Fuente: Elaboración propia)

ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION					
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	TRABAJO PREVIO
	TECNOPOR	12-Feb	ALMACEN		X				
	DESMOLDANTE	12-Feb	ALMACEN		X				
	ADJUDICACION CONTRATISTA DE IIEE Y COMUNIC	7-Feb	RESIDEN				X		
	DOCUMENTACION DE PERSONAL DE CONTRATISTA DE IIEE Y COMUNIC	10-Feb	SSOMA				X		
	MATERIALES PARA IIEE Y COMUNIC	10-Feb	OT		X				
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO	CONSTRUCCION DE DADOS DE CONCRETO PARA CONTRAFUERTE	10-Feb	OT						X
CONCRETO DE MURO	PERSONAL OBRERO	8-Feb	CAMPO	X					
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	10-Feb	SSOMA	X					
	HERRAMIENTAS MANUALES	10-Feb	ALMACEN			X			
	HERRAMIENTAS ELECTRICAS	10-Feb	ALMACEN			X			
	COMPRA DE CONCRETO PREMEZCLADO	12-Feb	RESIDEN		X				
	CEMENTO	12-Feb	ALMACEN		X				
	CURADOR	12-Feb	ALMACEN		X				
TENSADO DE ANCLAJES	DOCUMENTACION DE PERSONAL DE CONTRATISTA DE MUROS ANCLADOS	12-Feb	SSOMA				X		

Figura N°30: Análisis de restricciones parte 3 de planificación lookahead semana 5 a 8 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 31 se observa la planificación lookahead correspondiente a las semanas 14, 15, 16 y 17 la cual comprende trabajos de muros de contención y cimentaciones.

ACTIVIDADES	SEMANA 14					SEMANA 15					SEMANA 16					SEMANA 17						
	DÍA 127	DÍA 128	DÍA 129	DÍA 130	DÍA 131	DÍA 133	DÍA 134	DÍA 135	DÍA 136	DÍA 137	DÍA 139	DÍA 140	DÍA 141	DÍA 142	DÍA 143	DÍA 145	DÍA 146	DÍA 147	DÍA 148	DÍA 149		
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V		
	28/03/16	29/03/16	30/03/16	31/03/16	01/04/16	04/04/16	05/04/16	06/04/16	07/04/16	08/04/16	11/04/16	12/04/16	13/04/16	14/04/16	15/04/16	18/04/16	19/04/16	20/04/16	21/04/16	22/04/16		
EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA						200	400															
PERFORACION E INYECCION DE ANCLAJES																						
EXCAVACION DE BANQUETA CON MAQUINA	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																		
PEFILADO MANUAL Y PAÑETO	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																		
COLOCACION DE ACERO	A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																	
EXCAV Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO	A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																	
ENCOFRADO DE MURO		A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PAR		A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																
CONCRETO DE MURO		A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10																
TENSADO DE ANCLAJES					A2S7																	
EXCAVACION DE BANQUETAS								MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10					
PERFILADO PAÑETO Y SOLADO								MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10					
COLOCACION DE ACERO DE ZAPATA Y MURO								MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10					
ENCOFRADO DE ZAPATA									MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10				
CONCRETO DE ZAPATA									MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10				
ENCOFRADO DE MURO										MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10			
CONCRETO DE MURO										MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10			
EXCAVACION																			CS1	CS2	CS3	
VACIADO DE SOLADO																			CS1	CS2	CS3	
ACERO DE CIMENTACION																				CS1	CS1	
ENCOFRADO DE CIMENTACION																					CS1	
CONCRETO DE CIMENTACION																						

Figura N°31: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 14 a 17 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 32 se encuentra las restricciones, responsables y fechas requeridas para el conjunto de trabajos mencionados, la mayoría de las restricciones son de tipo material, mano de obra, equipo e información. A continuación las restricciones más relevantes que se encontraron:

Perfilado pañeteo y solado:

- Alquiler de trompo: se alquiló una mezcladora eléctrica para preparar solados para los cimientos.
- Arena gruesa: se planificó abastecimiento de arena gruesa en lotes equivalentes a dos sectores y medio para lo cual se tuvo que preparar previamente chute de madera para ingresar el material a la zona de trabajo.

Acero de cimentaciones:

- Alquiler de grúa torre: se alquiló grúa torre tipo empotrada.
- Diseño de base de grúa torre: proveedor envió diseño de zapata de grúa torre el cual fue validado por el proyectista de estructuras.
- Ejecución de base de grúa torre: proveedor envió procedimiento constructivo de base de grúa torre el cual fue aprobado por la obra, posteriormente la obra ejecutó la base en coordinación con el proveedor.
- Compra de acero dimensionado: a partir de las cimentaciones se utilizó acero dimensionado el cual se compró a Aceros Arequipa.
- Aprobación de planos acero dimensionado: proveedor envió planos de detalles de acero los cuales fueron aprobados por obra.
- Acero dimensionado: se planificó abastecimiento de acero en lotes equivalentes a dos sectores y medio.



ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION					
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	TRABAJO PREVIO
PERFILADO PAÑETEO Y SOLADO	ALQUILER DE TROMPO	1-Abr	OT			X			
	CEMENTO	1-Abr	ALMACEN		X				
	ARENA GRUESA	1-Abr	ALMACEN		X				
COLOCACION DE ACERO DE ZAPATA Y MURO	SEPARADORES	2-Abr	ALMACEN		X				
	ACERO	2-Abr	CAMPO		X				
	ALAMBRE	2-Abr	ALMACEN		X				
ENCOFRADO DE ZAPATA									
CONCRETO DE ZAPATA									
ENCOFRADO DE MURO									
CONCRETO DE MURO	MONTANTE PARA VACIADOS A DESNIVEL	9-Abr	CAMPO				X		
EXCAVACION									
VACIADO DE SOLADO									
ACERO DE CIMENTACION	PERSONAL OBRERO	16-Abr	CAMPO						
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	18-Abr	SSOMA	X					
	COMPRA ACERO DIMENSIONADO	6-Abr	RESIDEN		X				
	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	13-Abr	CAMPO					X	
	ACERO DIMENSIONADO	20-Abr	CAMPO		X				
	ALQUILER DE GRUA TORRE	13-Abr	RESIDEN			X			
	DISEÑO BASE DE GRUA TORRE	20-Abr	OT					X	
	EJECUCION DE BASE PARA GRUA TORRE	29-Abr	CAMPO						X
ENCOFRADO DE CIMENTACION	PERSONAL OBRERO	16-Abr	CAMPO	X					
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	18-Abr	SSOMA	X					
CONCRETO DE CIMENTACION	HERRAMIENTAS MANUALES	18-Abr	ALMACEN			X			

Figura N°32: Análisis de restricciones planificación lookahead, semana 14 a 17 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 33 se observa la planificación lookahead correspondiente a las semanas 19, 20, 21 y 22 la cual comprende trabajos de cimentaciones y elementos verticales y horizontales de sótanos.

ACTIVIDADES	SEMANA 19					SEMANA 20					SEMANA 21					SEMANA 22				
	DÍA 157	DÍA 158	DÍA 159	DÍA 160	DÍA 161	DÍA 163	DÍA 164	DÍA 165	DÍA 166	DÍA 167	DÍA 169	DÍA 170	DÍA 171	DÍA 172	DÍA 173	DÍA 175	DÍA 176	DÍA 177	DÍA 178	DÍA 179
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
EXCAVACION																				
VACIADO DE SOLADO																				
ACERO DE CIMENTACION	CS3	CS3	CS3	CS4	CS4	CS4	CS5	CS5	CS5											
ENCOFRADO DE CIMENTACION		CS3	CS3		CS4	CS4		CS5	CS5											
CONCRETO DE CIMENTACION	CS2			CS3			CS4			CS5										
ACERO DE VERTICALES										ST2S1		ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4
COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES										ST2S1		ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4
ENCOFRADO DE VERTICALES											ST2S1		ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3
CONCRETO DE VERTICALES											ST2S1		ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3
ENCOFRADO DE VIGAS													ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2
ACERO DE VIGAS													ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2
ENCOFRADO DE LOSA														ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1
COLOCACION DE VIGUETAS															ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5	ST2S6
COLOCACION DE BOVEDILLAS																ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5
COLOCACION DE ACERO EN LOSA																ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5
COLOCACION DE IISS																ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4	ST2S5
COLOCACION DE IIEE																	ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4
CONCRETO DE LOSA																	ST2S1	ST2S2	ST2S3	ST2S4

Figura N°33: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 19 a 22 (Fuente: Elaboración propia)

En las figuras 34 y 35 se encuentran las restricciones, responsables y fechas requeridas para el conjunto de trabajos mencionados, la mayoría de las restricciones son de tipo material, mano de obra y equipo. A continuación las restricciones más relevantes que se encontraron:

Acero de verticales, vigas y losas:

- Montaje de grúa torre: proveedor envió procedimiento de montaje de grúa torre para revisión y aprobación de obra, el montaje es realizado por el proveedor bajo supervisión de la obra.

- Aprobación de planos acero dimensionado: proveedor envió planos de detalles de acero para revisión y aprobación de obra previo a la fabricación.
- Acero dimensionado: se planificó abastecimiento de acero en lotes equivalentes a dos sectores.

#### Encofrado de verticales, vigas y losas:

- Alquiler de encofrados: se alquiló encofrado para verticales, vigas y losas a Alsina, el lote equivalente a un nivel y medio.
- Fenólico: se compró planchas de triplay fenólico para complementar los encofrados alquilados para vigas y losas, el lote equivalente a un nivel y medio.

#### Colocación de viguetas y bovedillas:

- Compra de viguetas y bovedillas: se compró viguetas y bovedillas a Firth.
- Viguetas y bovedillas: se planificó abastecimiento de viguetas y bovedillas en lotes equivalentes a dos sectores.
- Alquiler de canastilla para grúa torre: se alquiló a proveedor de grúa torre una canastilla para transportar bovedillas a los distintos niveles.

#### Colocación de IISS/IEE en verticales y losas:

- Materiales para IISS/IEE: se planificó abastecimiento de materiales en lotes equivalentes a dos niveles.

#### Concreto de verticales y losas:

- Alquiler de capacho para grúa torre: Se alquiló a proveedor de grúa torre un capacho para transportar concreto premezclado para vaciado de elementos verticales y losas.
- Adjudicación de contratista de acabado de piso de sótanos: Se contrató a una empresa para que se encargue de hacer el acabado frotachado semipulido de las losas de estacionamientos.

ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION					
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	TRABAJO PREVIO
ACERO DE VERTICALES	DOCUMENTOS DE PERSONAL Y EQUIPOS DE MONTAJE Y OPERADOR Y RIGGER DE GRUA TORRE	8-May	SSOMA				X		
	MONTAJE E INSTALACION DE GRUA TORRE	11-May	RESIDEN				X		
	PERSONAL OBRERO	8-May	CAMPO	X					
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	10-May	SSOMA	X					
	COMPRA ACERO DIMENSIONADO	29-Abr	RESIDEN		X				
	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	6-May	CAMPO					X	
	ACERO DIMENSIONADO	13-May	CAMPO		X				
	ALAMBRE	13-May	ALMACEN		X				
	SEPARADORES	13-May	ALMACEN		X				
COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES	ADJUDICACION CONTRATISTA DE IISS	5-May	RESIDEN				X		
	DOCUMENTACION DE PERSONAL DE CONTRATISTA DE IISS	10-May	SSOMA				X		
	MATERIALES PARA IISS	11-May	OT		X				
	MATERIALES PARA IIEE Y COMUNIC	11-May	OT		X				
ENCOFRADO DE VERTICALES	PERSONAL OBRERO	9-May	CAMPO	X					
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	11-May	SSOMA	X					
	ALQUILER DE ENCOFRADOS	14-May	RESIDEN			X			
	ALAMBRE	13-May	ALMACEN		X				
CONCRETO DE VERTICALES	ALQUILER DE CAPACHO PARA GRUA TORRE	13-May	OT			X			
ENCOFRADO DE VIGAS	PERSONAL OBRERO	10-May	CAMPO	X					
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	12-May	SSOMA	X					
	ALQUILER DE ENCOFRADOS	14-May	RESIDEN			X			
	FENOLICO	14-May	CAMPO		X				

Figura N°34: Análisis de restricciones parte 1 planificación lookahead, semana 19 a 22 (Fuente: Elaboración propia)

ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION						
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	TRABAJO PREVIO	
ACERO DE VIGAS	PERSONAL OBRERO	10-May	CAMPO	X						
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	12-May	SSOMA	X						
	COMPRA ACERO DIMENSIONADO	29-Abr	RESIDEN		X					
	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	6-May	CAMPO					X		
	ACERO DIMENSIONADO	13-May	CAMPO		X					
	SEPARADORES	13-May	ALMACEN		X					
ENCOFRADO DE LOSA	PERSONAL OBRERO	10-May	CAMPO	X						
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	13-May	SSOMA	X						
	ALQUILER DE ENCOFRADOS	15-May	RESIDEN			X				
	FENOLICO	15-May	CAMPO		X					
COLOCACION DE VIGUETAS	COMPRA DE VIGUETAS	9-May	RESIDEN		X					
	VIGUETAS	16-May	CAMPO		X					
COLOCACION DE BOVEDILLAS	COMPRA DE BOVEDILLAS	9-May	RESIDEN		X					
	BOVEDILLAS	16-May	CAMPO		X					
	ALQUILER DE CANASTILLA PARA GRUA TORRE	13-May	OT			X				
COLOCACION DE ACERO EN LOSA	PERSONAL OBRERO	14-Feb	CAMPO	X						
	DOCUMENTACION PERSONAL OBRERO	16-Feb	SSOMA	X						
	COMPRA ACERO DIMENSIONADO	3-May	RESIDEN		X					
	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	10-May	CAMPO					X		
	ACERO DIMENSIONADO	17-May	CAMPO		X					
	SEPARADORES	17-May	ALMACEN		X					
COLOCACION DE IISS	MATERIALES PARA IISS	16-May	OT		X					
COLOCACION DE IIEE	MATERIALES PARA IIEE	16-May	OT		X					
CONCRETO DE LOSA	HERRAMIENTAS MANUALES	17-May	ALMACEN			X				
	HERRAMIENTAS ELECTRICAS	17-May	ALMACEN			X				
	ADJUDICACION CONTRATISTA DE ACABADO DE PISO DE SOTANOS	12-May	RESIDEN				X			
	DOCUMENTACION DE PERSONAL Y EQUIPO DE CONTRATISTA DE ACABADO DE PISO DE SOTANOS	17-May	SSOMA				X			

Figura N°35: Análisis de restricciones parte 2 planificación lookahead, semana 19 a 22 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 36 se observa la planificación lookahead la cual comprende trabajos de elementos verticales y horizontales de pisos superiores.

ACTIVIDADES	SEMANA 31			SEMANA 32					SEMANA 33					SEMANA 34				
	DÍA 229	DÍA 230	DÍA 231	DÍA 235	DÍA 236	DÍA 237	DÍA 238	DÍA 239	DÍA 241	DÍA 242	DÍA 243	DÍA 244	DÍA 245	DÍA 247	DÍA 248	DÍA 249	DÍA 250	DÍA 251
	L	M	M	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
	25/07/16	26/07/16	27/07/16	01/08/16	02/08/16	03/08/16	04/08/16	05/08/16	08/08/16	09/08/16	10/08/16	11/08/16	12/08/16	15/08/16	16/08/16	17/08/16	18/08/16	19/08/16
ACERO DE VERTICALES	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3					
COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3					
ENCOFRADO DE VERTICALES	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3				
CONCRETO DE VERTICALES	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3				
ENCOFRADO DE VIGAS	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3			
ACERO DE VIGAS	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3			
ENCOFRADO DE LOSA	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3		
COLOCACION DE VIGUETAS	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3		
COLOCACION DE BOVEDILLAS	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3	
COLOCACION DE ACERO EN LOSA	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3	
COLOCACION DE IISS	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3	
COLOCACION DE IIEE	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3
CONCRETO DE LOSA	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6	AZS1		AZS2		AZS3

Figura N°36: Planificación lookahead escudo 4 semanas, semana 31 a 34 (Fuente: Elaboración propia)

En las figura 37 se encuentran las restricciones, responsables y fechas requeridas para el conjunto de trabajos mencionados, la mayoría de las restricciones son de tipo material. A continuación las restricciones más relevantes que se encontraron:

Acero de verticales, vigas y losas:

- Aprobación de planos acero dimensionado: proveedor envió planos de detalles de acero para revisión y aprobación de obra previo a la fabricación.
- Acero dimensionado: se planificó abastecimiento de acero en lotes equivalentes a dos sectores.

Colocación de viguetas y bovedillas:

- Viguetas y bovedillas: se planificó abastecimiento de viguetas y bovedillas en lotes equivalentes a dos sectores.

Colocación de IISS/IIIE en verticales y losas:

- Materiales para IISS/IEE: se planificó abastecimiento de estos materiales en lotes equivalentes a dos niveles.

ACTIVIDAD	RESTRICCION	FECHA LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	TIPO DE RESTRICCION					TRABAJO PREVIO
				M O	M A T	E Q	S C	INFORMACION	
ACERO DE VERTICALES	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	18-Jul	CAMPO					X	
	ACERO DIMENSIONADO	25-Jul	CAMPO		X				
COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES	MATERIALES PARA IISS	20-Jul	OT		X				
	MATERIALES PARA IIIEE	20-Jul	OT		X				
ENCOFRADO DE VERTICALES									
CONCRETO DE VERTICALES									
ENCOFRADO DE VIGAS									
ACERO DE VIGAS	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	20-Jul	CAMPO					X	
	ACERO DIMENSIONADO	27-Jul	CAMPO		X				
ENCOFRADO DE LOSA									
COLOCACION DE VIGUETAS	VIGUETAS	22-Jul	CAMPO		X				
	VIGUETAS	27-Jul	CAMPO		X				
	VIGUETAS	3-Ago	CAMPO		X				
	VIGUETAS	8-Ago	CAMPO		X				
COLOCACION DE BOVEDILLAS	BOVEDILLAS	23-Jul	CAMPO		X				
	BOVEDILLAS	28-Jul	CAMPO		X				
	BOVEDILLAS	4-Ago	CAMPO		X				
	BOVEDILLAS	8-Ago	CAMPO		X				
COLOCACION DE ACERO EN LOSA	APROBACION PLANOS ACERO DIMENSIONADO	20-Jul	CAMPO					X	
	ACERO DIMENSIONADO	27-Jul	CAMPO		X				
COLOCACION DE IISS	MATERIALES PARA IISS	20-Jul	OT		X				
COLOCACION DE IIIEE	MATERIALES PARA IIIEE	20-Jul	OT		X				
CONCRETO DE LOSA									

Figura N°37: Análisis de restricciones planificación lookahead, semana 31 a 34 (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.1.4 PROGRAMACIÓN SEMANAL

Es el listado de actividades a realizar durante la semana, estas no cuentan con restricciones y producción se compromete a realizarlas en el plazo indicado. Se desprende del Lookahead y serán todas las actividades de la primera semana del Lookahead que estén libres de restricciones.

En la figura 38 se observa la programación de la semana 6 en la cual se ejecutan trabajos de excavación y eliminación masiva, perforación e inyección de anclajes, debido a que el área del terreno de obra no era muy grande se consideró realizar estas actividades una después de la otra, muy importante en la excavación masiva dejar el talud indicado en el proyecto esto con la finalidad de dar estabilidad al terreno y propiciar un entorno seguro para las actividades siguientes, la perforación e inyección de anclajes de los anillos se consideró realizarlos en una sola etapa a un solo nivel del terreno, el fin fue evitar un segundo viaje del equipo lo cual iba a generar interferencias con las siguientes actividades.

ACTIVIDAD	META		CUMPLIMIENTO	SEMANA 6					
	COMPROMETIDA	ALCANZADA		1-Feb	2-Feb	3-Feb	4-Feb	5-Feb	6-Feb
MUROS DE CONTENCION									
EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA	100%	100%	1	500	200				
PERFORACION E INYECCION DE ANCLAJES	100%	100%	1			4	4	4	



Figura N°38: Programación semanal 6 (Fuente: Elaboración propia)



En la figura 39 se observa la programación de la semana 12 en la cual se ejecutan trabajos del segundo anillo, es muy importante que se mantenga un flujo continuo de eliminación de material de excavación ya que esto nos permite tener frente y espacio para realizar los trabajos sucesivos, para iniciar las actividades del segundo anillo según indicación del proyecto se debe contar con muros anclados tensados en el primer anillo, otro aspecto importante que se debe considerar es la disposición ordenada de la excavadora para los trabajos de excavación de banquetas, izajes de acero y encofrados, colocación de contrafuertes.

ACTIVIDAD	META		CUMPLIMIENTO	SEMANA 12					
	COMPROMETIDA	ALCANZADA		14-Mar	15-Mar	16-Mar	17-Mar	18-Mar	19-Mar
MUROS DE CONTENCIÓN									
EXCAVACION DE BANQUETA CON MAQUINA	100%	100%	1	A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	A2S5	
PEFILADO MANUAL Y PAÑETEO	100%	100%	1	A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	A2S5	
COLOCACION DE ACERO	100%	100%	1		A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	
EXCAV Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO	100%	100%	1		A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	
ENCOFRADO DE MURO	100%	100%	1			A2S1	A2S2	A2S3	
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PAR ENCOFRADO	100%	100%	1			A2S1	A2S2	A2S3	
CONCRETO DE MURO	100%	100%	1			A2S1	A2S2	A2S3	
TENSADO DE ANCLAJES									X



Figura N°39: Programación semanal 12 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 40 se observa la programación de la semana 17 en el cual se ejecuta el último nivel de muros de contención junto con cimientos perimetrales y cimentaciones centrales, en el último nivel de muros de contención ya no se cuenta con muros anclados sin embargo es importante mantener el ritmo de producción con la finalidad de evitar fallas estructurales que puedan afectar los muros de contención y/o edificaciones vecinas. Es importante realizar la eliminación de la cantidad total adecuada de material para luego no interferir a las actividades sucesivas.

ACTIVIDAD	META		CUMPLIMIENTO	SEMANA 17					
	COMPROMETIDA	ALCANZADA		18-Abr	19-Abr	20-Abr	21-Abr	22-Abr	23-Abr
<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>									
EXCAVACION DE BANQUETA	100%	100%	1	MZS8	MZS9	MZS10			
PERFILADO PAÑETEO Y SOLADO	100%	100%	1	MZS8	MZS9	MZS10			
COLOCACION DE ACERO DE ZAPATA Y MURO	100%	100%	1	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10		
ENCOFRADO DE ZAPATA	100%	100%	1	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10	
CONCRETO DE ZAPATA	100%	100%	1	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10	
ENCOFRADO DE MURO	100%	100%	1	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	
CONCRETO DE MURO				MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	
<b>CIMENTACIONES</b>									
EXCAVACION	100%	100%	1				CS1	CS2	
VACIADO DE SOLADO	100%	100%	1				CS1	CS2	
ACERO DE CIMENTACION	100%	100%	1					CS1	

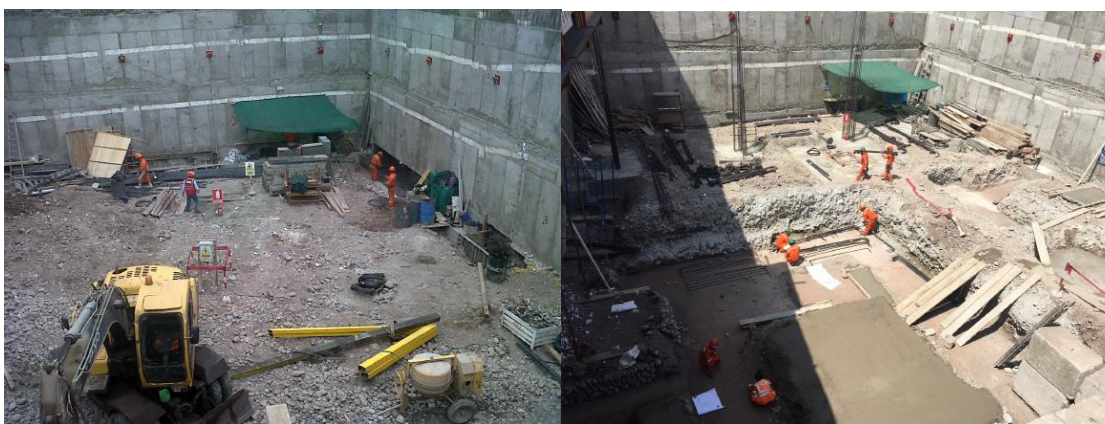


Figura N°40: Programación semanal 17 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 41 se observa la programación de la semana 23 en el cual se ejecuta los elementos verticales y horizontales de los sótanos, es muy importante la disposición ordenada de la grúa torre para los izajes de acero, encofrados, viguetas, bovedillas y concreto.

ACTIVIDAD	META			CUMPLIM ZADA	SEMANA 23					
	COMP ROMI	ALCAN			30-May	31-May	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun
ELEMENTOS VERTICALES Y HORIZONTALES										
ACERO DE VERTICALES	100%	75%	0			ST1-S3	ST1-S4	ST1-S5	ST1-S6	
COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES	100%	75%	0			ST1-S3	ST1-S4	ST1-S5	ST1-S6	
ENCOFRADO DE VERTICALES	100%	100%	1			ST1-S2	ST1-S3	ST1-S4	ST1-S5	
CONCRETO DE VERTICALES	100%	100%	1			ST1-S2	ST1-S3	ST1-S4	ST1-S5	
ENCOFRADO DE VIGAS	100%	100%	1	ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2	ST1-S3	ST1-S4		
ACERO DE VIGAS	100%	100%	1	ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2	ST1-S3	ST1-S4		
ENCOFRADO DE LOSA	100%	75%	0		ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2	ST1-S3		
COLOCACION DE VIGUETAS	100%	75%	0		ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2	ST1-S3		
COLOCACION DE BOVEDILLAS	100%	100%	1	ST2-S4	ST2-S5	ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2		
COLOCACION DE ACERO EN LOSA	100%	100%	1	ST2-S4	ST2-S5	ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2		
COLOCACION DE IISS	100%	100%	1	ST2-S4	ST2-S5	ST2-S6	ST1-S1	ST1-S2		
COLOCACION DE IIIEE	100%	100%	1		ST2-S4	ST2-S5	ST2-S6	ST1-S1		
CONCRETO DE LOSA	100%	100%	1		ST2-S4	ST2-S5	ST2-S6	ST1-S1		

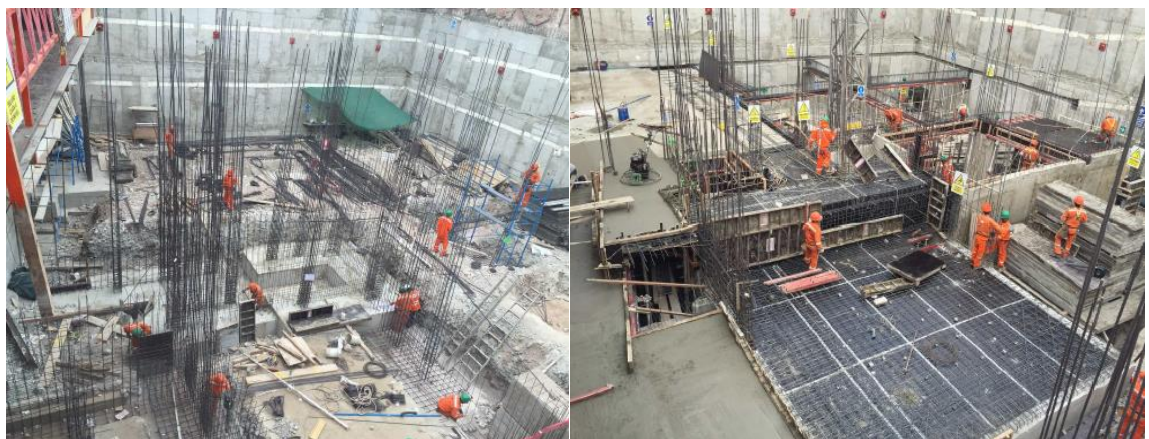


Figura N°41: Programación semanal 23 (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 42 se observa la programación de la semana 30 en la cual se ejecuta los elementos verticales y horizontales de los pisos superiores, en esta etapa del proyecto se tiene una mayor concentración de personal.

ACTIVIDAD	META		CUMPLIMIENTO	SEMANA 30					
	COMPROMETIDA	ALCANZADA		18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul
ELEMENTOS VERTICALES Y HORIZONTALES									
ACERO DE VERTICALES	100%	100%	1	P3-S6	P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	
COLOCACION DE INSTALACIONES Y PASES	100%	100%	1	P3-S6	P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	
ENCOFRADO DE VERTICALES	100%	100%	1	P3-S5	P3-S6	P4-S1	P4-S2	P4-S3	
CONCRETO DE VERTICALES	100%	100%	1	P3-S5	P3-S6	P4-S1	P4-S2	P4-S3	
ENCOFRADO DE VIGAS	100%	100%	1	P3-S4	P3-S5	P3-S6	P4-S1	P4-S2	
ACERO DE VIGAS	100%	100%	1	P3-S4	P3-S5	P3-S6	P4-S1	P4-S2	
ENCOFRADO DE LOSA	100%	100%	1	P3-S3	P3-S4	P3-S5	P3-S6	P4-S1	
COLOCACION DE VIGUETAS	100%	100%	1	P3-S3	P3-S4	P3-S5	P3-S6	P4-S1	
COLOCACION DE BOVEDILLAS	100%	100%	1	P3-S2	P3-S3	P3-S4	P3-S5	P3-S6	
COLOCACION DE ACERO EN LOSA	100%	100%	1	P3-S2	P3-S3	P3-S4	P3-S5	P3-S6	
COLOCACION DE IISS	100%	100%	1	P3-S2	P3-S3	P3-S4	P3-S5	P3-S6	
COLOCACION DE IIIE	100%	80%	0	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4	P3-S5	
CONCRETO DE LOSA	100%	80%	0	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4	P3-S5	



Figura N°42: Programación semanal 30 (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.1.5 PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO Y CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

El porcentaje de plan cumplido también llamado PPC es un indicador que muestra que tan bien se programa en la obra y que tanta confiabilidad se tiene. El porcentaje obtenido representa la cantidad de actividades que cumplieron con todo lo programado en la semana respecto del total de actividades programadas en esa semana.

En la tabla 12 se observa el %PPC semanal y acumulado para tener claridad sobre el nivel de confiabilidad de la programación de obra.

SEMANA	ACTIVIDADES PLANIFICADAS	ACTIVIDADES COMPLETADAS	PPC SEMANA	PPC ACUMULADO
SEMANA 5	1	1	100%	100%
SEMANA 6	2	2	100%	100%
SEMANA 7	5	3	60%	75%
SEMANA 8	9	6	67%	71%
SEMANA 9	7	7	100%	79%
SEMANA 10	8	8	100%	84%
SEMANA 11	5	5	100%	86%
SEMANA 12	7	7	100%	89%
SEMANA 13	9	9	100%	91%
SEMANA 14	7	4	57%	87%
SEMANA 15	8	8	100%	88%
SEMANA 16	7	7	100%	89%
SEMANA 17	9	9	100%	90%
SEMANA 18	7	7	100%	91%
SEMANA 19	3	3	100%	91%
SEMANA 20	5	3	60%	90%
SEMANA 21	8	4	50%	87%
SEMANA 22	13	8	62%	84%
SEMANA 23	13	9	69%	83%
SEMANA 24	13	7	54%	80%
SEMANA 25	13	8	62%	79%
SEMANA 26	13	9	69%	78%
SEMANA 27	13	11	85%	78%
SEMANA 28	13	11	85%	79%
SEMANA 29	13	13	100%	80%
SEMANA 30	13	11	85%	80%
SEMANA 31	13	13	100%	81%
SEMANA 32	13	11	85%	82%
SEMANA 33	13	13	100%	83%
SEMANA 34	13	13	100%	83%
SEMANA 35	5	5	100%	84%

Tabla N°12: Porcentaje de plan cumplido semanal y acumulado (Fuente: Elaboración propia)

Es importante determinar las causas de no cumplimiento de la planificación, al tenerlas registradas es posible enfocar las soluciones a donde realmente se necesita, esto también nos permite aprender sistemáticamente de las experiencias que se obtienen en el proyecto con el fin de no cometer errores repetitivos. Se definieron para el proyecto los siguientes grupos de las causas de no cumplimiento:

- Programación: Errores en programación, mala asignación de recursos y restricciones que no fueron identificados oportunamente.
- Logística: Falta de equipos, herramientas o materiales requeridos por producción.
- Calidad: Entrega oportuna de planos, cambios o errores en la ingeniería del proyecto.
- Externos: Clima extraordinario, marchas sindicales, huelgas, accidentes.
- Cliente: Falta de información, cambio o errores en la ingeniería del proyecto.
- Errores de ejecución: Retrabajos en el proceso constructivo.
- Subcontratas: Falla en cumplimiento de labor encargada a una subcontrata o entrega de algún recurso subcontratado.
- Equipos: Fallas en equipos, mantenimientos no programados.
- Administrativos: Falta de permisos y licencias, no llegada de personal especializado.

En la tabla 13 se ha registrado los resultados semanales de las causas de no cumplimiento llevando esto a obtener una estadística y gráfico de las principales causas de no cumplimiento acumuladas total del proyecto lo cual se puede ver en la figura 43.

SEMANA	PROGRAMACION	LOGISTICA	CALIDAD	EXTERNOS	CLIENTE	ERRORES DE EJECUCION	SUBCONTRATAS	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS
SEMANA 5	0	0	0				0		0
SEMANA 6	0	0	0				0		0
SEMANA 7	2	0	0				0		0
SEMANA 8	3	0	0				0		0
SEMANA 9	0	0	0				0		0
SEMANA 10	0	0	0				0		0
SEMANA 11	0	0	0				0		0
SEMANA 12	0	0	0				0		0
SEMANA 13	0	0	0				0		0
SEMANA 14	2	0	0				0		1
SEMANA 15	0	0	0				0		0
SEMANA 16	0	0	0				0		0
SEMANA 17	0	0	0				0		0
SEMANA 18	0	0	0				0		0
SEMANA 19	0	0	0				0		0
SEMANA 20	1	0	1				0		0
SEMANA 21	3	1	0				0		0
SEMANA 22	1	2	1				1		0
SEMANA 23	2	2	0				0		0
SEMANA 24	3	2	1				0		0
SEMANA 25	1	2	0				1		1
SEMANA 26	1	1	0				0		2
SEMANA 27	2	0	0				0		0
SEMANA 28	2	0	0				0		0
SEMANA 29	0	0	0				0		0
SEMANA 30	1	0	1				0		0
SEMANA 31	0	0	0				0		0
SEMANA 32	0	1	0				0		1
SEMANA 33	0	0	0				0		0
SEMANA 34	0	0	0				0		0
SEMANA 35	0	0	0				0		0
TOTAL	24	11	4				2		5
%	52%	24%	9%				4%		11%

Tabla N°13: Causas de no cumplimiento semanales (Fuente: Elaboración propia)



Figura N°43: Estadística de causas de no cumplimiento (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.1.6 MEDICIÓN DE RATIOS DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

Es de importancia calcular los ratios de productividad semanales de las actividades de la obra, para lo cual se utiliza la información de lo ejecutado en campo, esto con la finalidad de ver las posibles desviaciones de la mano de obra empleada con respecto a la mano de obra presupuestada, y tomar las medidas necesarias en aras de lograr mejores resultados de costos y plazos para el proyecto.

El uso de herramientas lean nos permite lograr la mejora continua de la especialización de los trabajadores en las actividades que realizan, esto debido a que las herramientas están enfocadas en realizar los trabajos en lotes de trabajo constantes cada una con una cuadrilla determinada.

Se realizó medición de ratios de productividad de mano de obra a un conjunto de actividades representativas como encofrado y acero de elementos verticales y horizontales, cimentaciones y muros de contención, a continuación los resultados de encofrados en elementos verticales y horizontales, el resto de resultados se pueden apreciar en los anexos:

Encofrado:

- Encofrado verticales:

Esta actividad inició en la semana 21 con un ratio acumulado de 1.20hh/m<sup>2</sup>, en la etapa intermedia (semana 27) se mejoró el ratio acumulado hasta 1.08hh/m<sup>2</sup> y se terminó la actividad con un ratio acumulado de 1.02hh/m<sup>2</sup> (semana 34).

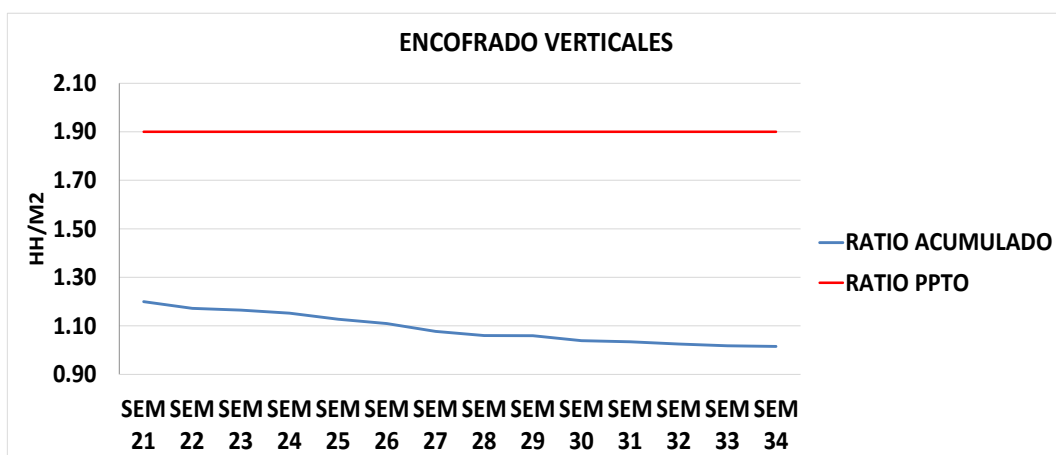


Figura N°44: Curva de productividad encofrado verticales (Fuente: Elaboración propia)



- Encofrado horizontales:

Esta actividad inició en la semana 22 con un ratio acumulado de 1.05hh/m<sup>2</sup>, en la etapa intermedia (semana 28) se mejoró el ratio acumulado hasta 0.98hh/m<sup>2</sup> y se terminó la actividad con un ratio acumulado de 0.94hh/m<sup>2</sup> (semana 34).

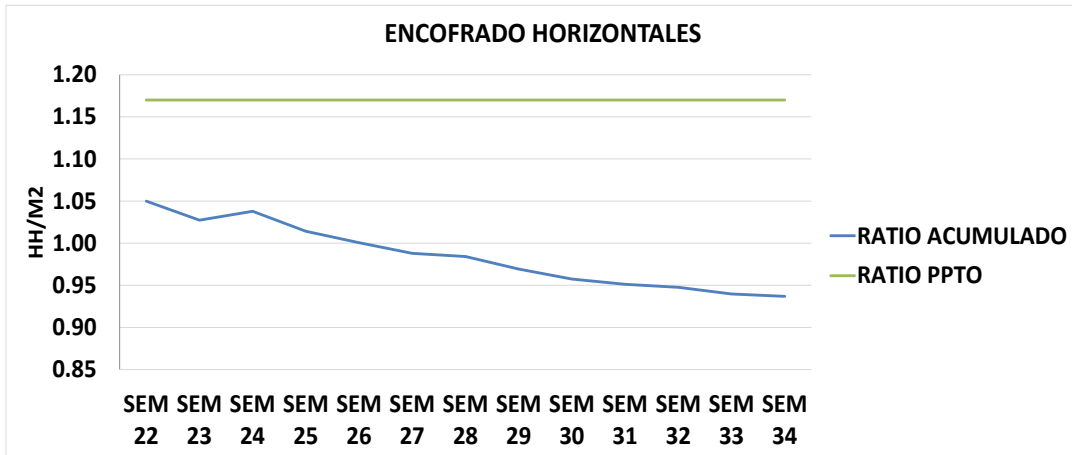


Figura N°45: Curva de productividad encofrado horizontales (Fuente: Elaboración propia)

- Encofrado vigas:

Esta actividad inició en la semana 21 con un ratio acumulado de 2.00hh/m<sup>2</sup>, en la etapa intermedia (semana 27) se mejoró el ratio acumulado hasta 1.93hh/m<sup>2</sup> y se terminó la actividad con un ratio acumulado de 1.89hh/m<sup>2</sup> (semana 34).

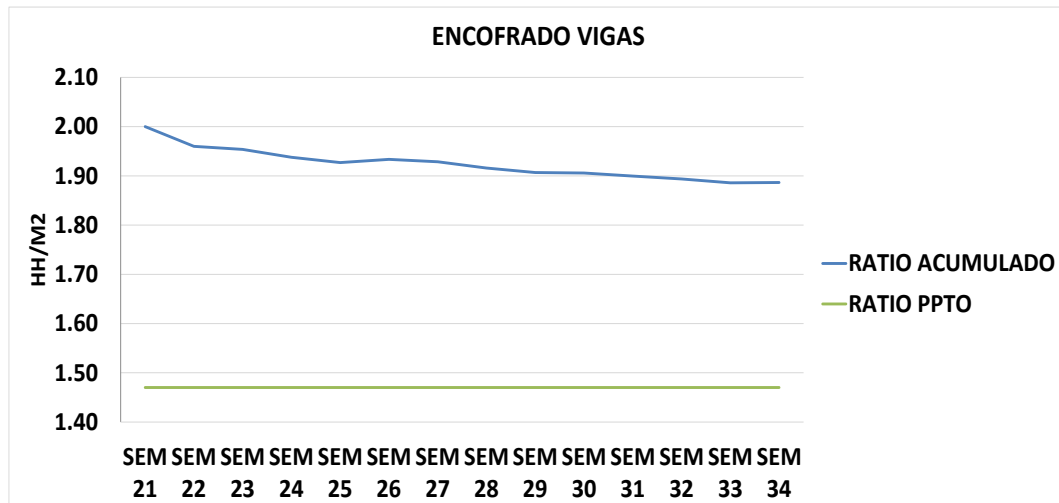


Figura N°46: Curva de productividad encofrado vigas (Fuente: Elaboración propia)

## CONCLUSIONES

El desarrollo del tren de actividades permitió estimar la ejecución del casco del edificio en un plazo de 190 días calendarios, considerando que lo planteado inicialmente en la planificación maestra es un plazo de 232 días calendarios es que se estimó 42 días calendarios como buffer de plazo para la variabilidad propia de la construcción. Finalmente la ejecución del casco del edificio se logró cumplir en un plazo de 211 días calendarios lo cual es un plazo 21 días calendarios menor respecto al plazo de 232 días calendarios planteado inicialmente en la planificación maestra, esta reducción del plazo ha sido posible gracias a la planificación y control de la producción soportada en los componentes del sistema del ultimo planificador tales como sectorización, listado y secuencia de actividades, circuito fiel, tren de actividades, planificación lookahead y análisis de restricciones, programación semanal, porcentaje de plan cumplido y causas de no cumplimiento.

De las restricciones presentadas en el presente trabajo se obtuvo una estadística de tipo de restricciones la cual se puede apreciar en la tabla 14 y figura 47 donde se deduce que los de mayor cantidad son de tipo materiales, mano de obra y equipos, siendo el primero el más incidente, de esta manera podemos darnos cuenta de la importancia clave que tiene la logística en un proyecto de construcción.

	TIPOS DE RESTRICCIONES						
	MO	MAT	EQ	SC	INFORMACION	TRABAJO PREVIO	
LAP SEM5-8	8	15	9	7	1	3	
LAP SEM14-17	3	7	3	1	2	1	
LAP SEM19-22	12	21	7	6	3	0	
LAP SEM31-34	0	15	0		3	0	
	<b>23</b>	<b>58</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>127</b>
	<b>18%</b>	<b>46%</b>	<b>15%</b>	<b>11%</b>	<b>7%</b>	<b>3%</b>	<b>100%</b>

Tabla N°14: Tipos de restricciones de conjunto de lookahead (Fuente: Elaboración propia)

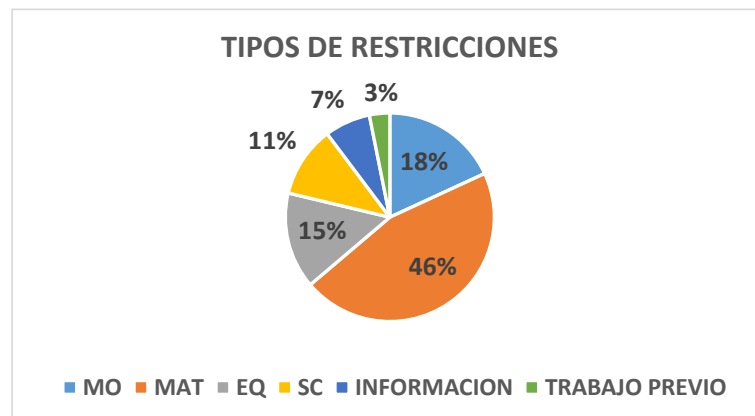


Figura N°47: Estadística de tipos de restricciones (Fuente: Elaboración propia)

La curva del %PPC la cual se puede apreciar en la figura 48, nos muestra cuatro etapas que están ligadas directamente al manejo de la variabilidad, la primera entre las semanas 5 y 8 es el inicio de la implementación del sistema del último planificador por lo que es un proceso propiamente de adaptación del equipo técnico y obrero, la segunda etapa entre las semanas 9 y 19 ya se cuenta con una buena adaptación de los equipos al sistema y también hay una curva de aprendizaje de actividades repetitivas de muros de contención y cimentaciones, la tercera etapa entre las semanas 20 y 27 hay dificultades debido a que comienzan nuevas y mayor cantidad de actividades de elementos verticales y horizontales y esto genera un incremento de la variabilidad, por último en la cuarta etapa entre las semanas 28 y 35 nuevamente hay una curva de aprendizaje de actividades repetitivas y por ende mejor manejo de la variabilidad.

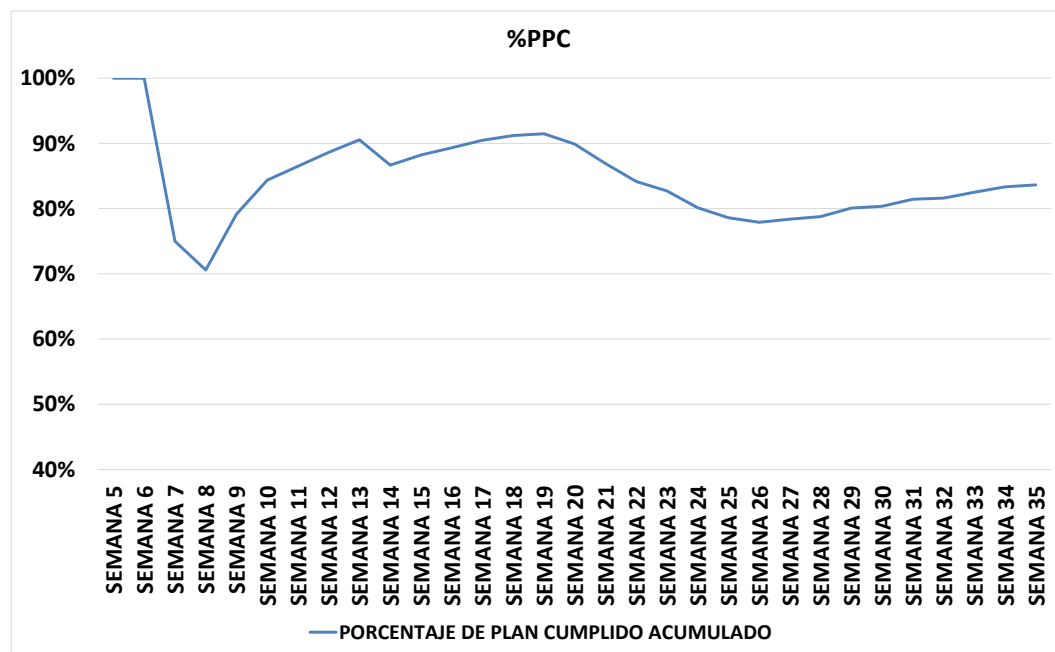


Figura N°48: Curva de %PPC acumulado (Fuente: Elaboración propia)

Un gran porcentaje de las causas de no cumplimiento (87%) está relacionado con tres tipos que son programación, logística y administrativos, esto nos da a entender que la mayor cantidad de fallas son producto de errores de programación, demoras en llegadas de materiales, equipos y/o herramientas y no llegada de personal obrero por lo que es importante ponerle mayor énfasis a la programación, a los pedidos logísticos, a tener una mayor cartera de personal obrero confiable, así reducir las actividades incumplidas e incrementar los niveles de confiabilidad de la programación de obra.

En la tabla 15 se muestra el cálculo de las brechas finales obtenidas para las actividades cuya medición de ratios de productividad de mano de obra fueron analizadas, para ello se comparó los ratios obtenidos versus los ratios presupuestados, la diferencia entre estos valores multiplicado por los metrados ejecutados nos dio un total de 7,697 HH ahorradas, lo cual considerando un costo empresa de mano de obra de 15 soles esta cantidad de HH se tradujo en un ahorro en costo de S/. 115,461 para el proyecto.

ACTIVIDAD	RATIO OBTENIDO (A)	RATIO PPTO (B)	METRADO EJECUTADO (C)	BRECHA HH ((B-A)*C)	BRECHA COSTO (BRECHA HH*COSTO HH)
ACERO MUROS DE CONTENCION	0.05	0.07	31,284	641	S/.9,620
ACERO CIMENTACIONES	0.05	0.07	9,449	167	S/.2,504
ACERO VERTICALES	0.05	0.07	65,355	1,583	S/.23,743
ACERO HORIZONTALES	0.05	0.07	69,149	1,514	S/.22,717
ENCOFRADO MUROS DE CONTENCION	1.31	1.29	1,482	-27	-S/.408
ENCOFRADO CIMENTACIONES	1.35	1.55	394	79	S/.1,182
ENCOFRADO VERTICALES	1.02	1.9	4,180	3,699	S/.55,479
ENCOFRADO VIGAS	1.89	1.47	1,764	-735	-S/.11,023
ENCOFRADO HORIZONTALES	0.94	1.17	3,331	776	S/.11,646
				<b>7,697</b>	<b>S/.115,461</b>

Tabla N°15: Cálculo de brechas de HH y costos de mano de obra (Fuente: Elaboración propia)

## RECOMENDACIONES

Se debería generar una estadística de cumplimiento de levantamiento de restricciones de manera que el personal responsable se sienta más motivado y comprometido con el levantamiento lo que incrementaría la confiabilidad de la planificación de obra.

En algunos casos los planes semanales contenían tareas que no estaban libre de restricciones poniendo en riesgo el cumplimiento de la planificación, a pesar de que en la mayoría de casos estas restricciones se liberaban antes de ejecutar la tarea se debe evitar estos riesgos y procurar que todas las tareas que entran al plan semanal deben estar libre de restricciones.

Las causas de incumplimiento solo fueron analizadas a grandes rasgos, se recomienda emplear técnicas como el diagrama de Ishikawa o los 5 porqués con la finalidad de llegar a las causas raíces que permitan tomar medidas correctivas de mayor valor.

Se debería implementar un reporte de control de productividad de mano de obra que analice toda la obra y no solo actividades incidentes, esto con la finalidad de tener mayor confiabilidad en los controles de productividad.

Es muy importante que la gerencia lidere la concientización del uso de herramientas lean en el proyecto, se recomienda que previo a la implementación de herramientas lean en una empresa, la gerencia este convencida de sus beneficios. Para este caso fue la gerencia la pionera de la implementación de la aplicación de herramientas lean por ende se tuvo de ella un soporte e involucramiento constante, cabe mencionar que el equipo técnico y obrero del proyecto también respondió positivamente a la implementación en forma progresiva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Chávez Rimarachin, Saulo.** “Aplicación de la metodología de construcción sin pérdidas (Lean Construction) en el mejoramiento de la productividad de una obra de edificación urbana”, Informe de Suficiencia para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima. 2015.

**Gomero Toribio, Giovani.** “Aplicación del sistema del ultimo planificador en una obra de edificación de vivienda”, Informe de Suficiencia para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima. 2015.

**Prado Suarez, Saúl.** “Aplicación de Lean Construction en obra de edificación en Lima”, Informe de Suficiencia para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima. 2015.

**Peña Carrasco, Pedro.** “Aplicación del sistema del ultimo planificador en la construcción de un conjunto habitacional”, [Informe de Competencia], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. 2014.

**Sabbatino, Daniel.** “Directrices y recomendaciones para una buena implementación del sistema last planner en proyectos de edificación en Chile”, [Tesis], Universidad de Chile, Santiago de Chile. 2011.

**Barria, Carol F.** “Implementación del sistema Last Planner en la construcción de viviendas”. [Tesis]. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 2009.

## **ANEXOS**

**ANEXO A: PLANIFICACIÓN MAESTRA**

**ANEXO B: PLANIFICACIÓN MAESTRA DE OBRA**

**ANEXO C: PLANIFICACIÓN MAESTRA REAL EJECUTADO**

**ANEXO D: CURVAS DE PRODUCTIVIDAD**

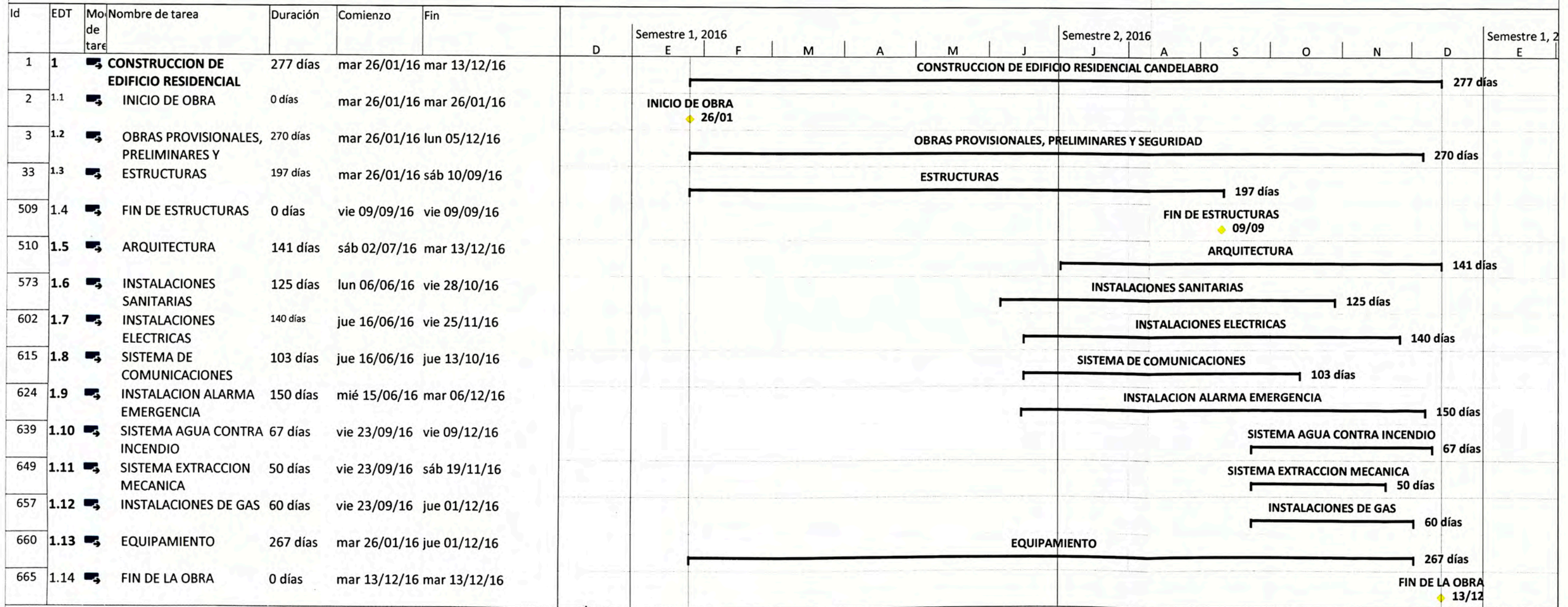
**ANEXO E: PLANO DE ARQUITECTURA**

**ANEXO F: PLANO DE ESTRUCTURAS**

**ANEXO G: PRESUPUESTO**



## **ANEXO A: PLANIFICACIÓN MAESTRA**



Proyecto: 3.0 CRONOGRAMA DE E  
Fecha: mié 28/03/18

Tarea		Resumen		Tarea manual		Resumen manual	
División		Resumen del proyecto		Sólo duración		Progreso manual	
Hito		Tareas externas		Informe de resumen manual			

## **ANEXO B: PLANIFICACIÓN MAESTRA DE OBRA**



## FEBRERO 2016

SEMANA 7					SEMANA 8						SEMANA 9						SEMANA 10				
DÍA 86	DÍA 87	DÍA 88	DÍA 89	DÍA 90	DÍA 91	DÍA 92	DÍA 93	DÍA 94	DÍA 95	DÍA 96	DÍA 97	DÍA 98	DÍA 99	DÍA 100	DÍA 101	DÍA 102	DÍA 103	DÍA 104	DÍA 105	DÍA 106	DÍA 107
M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
09/02/16	10/02/16	11/02/16	12/02/16	13/02/16	15/02/16	16/02/16	17/02/16	18/02/16	19/02/16	20/02/16	22/02/16	23/02/16	24/02/16	25/02/16	26/02/16	27/02/16	29/02/16	01/03/16	02/03/16	03/03/16	04/03/16
								200	400		500	500									300
4	4												A1S6	A1S7	A1S8		A1S9	A1S10			
		A1S1	A1S2		A1S3	A1S4	A1S5						A1S6	A1S7	A1S8		A1S9	A1S10			
		A1S1	A1S2		A1S3	A1S4	A1S5							A1S6	A1S7		A1S8	A1S9	A1S10		
			A1S1		A1S2	A1S3	A1S4	A1S5						A1S6	A1S7		A1S8	A1S9	A1S10		
			A1S1		A1S2	A1S3	A1S4	A1S5							A1S6		A1S7	A1S8	A1S9	A1S10	
					A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5						A1S6		A1S7	A1S8	A1S9	A1S10	
					A1S1	A1S2	A1S3	A1S4	A1S5						A1S6		A1S7	A1S8	A1S9	A1S10	
								A1S1	A1S2		A1S3	A1S4	A1S5						A1S6	A1S7	A1S8



ABRIL 2016

NA 14			SEMANA 15						SEMANA 16						SEMANA 17						
DÍA 130	DÍA 131	DÍA 132	DÍA 133	DÍA 134	DÍA 135	DÍA 136	DÍA 137	DÍA 138	DÍA 139	DÍA 140	DÍA 141	DÍA 142	DÍA 143	DÍA 144	DÍA 145	DÍA 146	DÍA 147	DÍA 148	DÍA 149	DÍA 150	DÍA 151
J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L
31/03/16	01/04/16	02/04/16	04/04/16	05/04/16	06/04/16	07/04/16	08/04/16	09/04/16	11/04/16	12/04/16	13/04/16	14/04/16	15/04/16	16/04/16	18/04/16	19/04/16	20/04/16	21/04/16	22/04/16	23/04/16	25/04/16
200	400																				

A2S10  
A2S10  
A2S10  
A2S7

MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5
MZS1	MZS2	MZS3	MZS4	MZS5
	MZS1	MZS2	MZS3	MZS4
		MZS1	MZS2	MZS3
		MZS1	MZS2	MZS3
			MZS1	MZS2
			MZS1	MZS2

MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10
MZS6	MZS7	MZS8	MZS9	MZS10
MZS5	MZS6	MZS7	MZS8	MZS9
MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8
MZS4	MZS5	MZS6	MZS7	MZS8
MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7
MZS3	MZS4	MZS5	MZS6	MZS7

MZS10				
MZS9	MZS10			
MZS9	MZS10			
MZS8	MZS9	MZS10		
MZS8	MZS9	MZS10		
CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
	CS1	CS1	CS1	CS2
		CS1	CS1	
				CS1







## JUNIO

SEMANA 22							SEMANA 23						SEMANA 24						SEMAI		
DÍA 174	DÍA 175	DÍA 176	DÍA 177	DÍA 178	DÍA 179	DÍA 180	DÍA 181	DÍA 182	DÍA 183	DÍA 184	DÍA 185	DÍA 186	DÍA 187	DÍA 188	DÍA 189	DÍA 190	DÍA 191	DÍA 192	DÍA 193	DÍA 194	DÍA 195
S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M
21/05/16	23/05/16	24/05/16	25/05/16	26/05/16	27/05/16	28/05/16	30/05/16	31/05/16	01/06/16	02/06/16	03/06/16	04/06/16	06/06/16	07/06/16	08/06/16	09/06/16	10/06/16	11/06/16	13/06/16	14/06/16	15/06/16


ST1S4'	ST1S5	ST1S6	SSS1	SSS2
ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1	SSS2
ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1
ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1
ST1S2	ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6
ST1S2	ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6
ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4	ST1S5
ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4	ST1S5
ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4
ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4
ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4
ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3
ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3

SSS3	SSS4	SSS5	SSS6	P1S1
SSS3	SSS4	SSS5	SSS6	P1S1
SSS2	SSS3	SSS4	SSS5	SSS6
SSS2	SSS3	SSS4	SSS5	SSS6
SSS1	SSS2	SSS3	SSS4	SSS5
SSS1	SSS2	SSS3	SSS4	SSS5
ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3	SSS4
ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3	SSS4
ST1S5	ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3
ST1S5	ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3
ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1	SSS2
ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1	SSS2

P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	P1S6
P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	P1S6
P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5
P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5
SSS6	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
SSS6	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
SSS5	SSS6	P1S1	P1S2	P1S3
SSS5	SSS6	P1S1	P1S2	P1S3
SSS4	SSS5	SSS6	P1S1	P1S2
SSS4	SSS5	SSS6	P1S1	P1S2
SSS3	SSS4	SSS5	SSS6	P1S1
SSS3	SSS4	SSS5	SSS6	P1S1

P2S1	P2S2	P2S3
P2S1	P2S2	P2S3
P1S6	P2S1	P2S2
P1S6	P2S1	P2S2
P1S5	P1S6	P2S1
P1S5	P1S6	P2S1
P1S4	P1S5	P1S6
P1S4	P1S5	P1S6
P1S3	P1S4	P1S5
P1S3	P1S4	P1S5
P1S2	P1S3	P1S4
P1S2	P1S3	P1S4



2016

NA 25			SEMANA 26						SEMANA 27						SEMANA 28						
DÍA 196	DÍA 197	DÍA 198	DÍA 199	DÍA 200	DÍA 201	DÍA 202	DÍA 203	DÍA 204	DÍA 205	DÍA 206	DÍA 207	DÍA 208	DÍA 209	DÍA 210	DÍA 211	DÍA 212	DÍA 213	DÍA 214	DÍA 215	DÍA 216	DÍA 217
J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L
16/06/16	17/06/16	18/06/16	20/06/16	21/06/16	22/06/16	23/06/16	24/06/16	25/06/16	27/06/16	28/06/16	29/06/16	30/06/16	01/07/16	02/07/16	04/07/16	05/07/16	06/07/16	07/07/16	08/07/16	09/07/16	11/07/16


P2S4	P2S5
P2S4	P2S5
P2S3	P2S4
P2S3	P2S4
P2S2	P2S3
P2S2	P2S3
P2S1	P2S2
P2S1	P2S2
P1S6	P2S1
P1S6	P2S1
P1S6	P2S1
P1S5	P1S6
P1S5	P1S6

P2S6	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
P2S6	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
P2S5	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3
P2S5	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3
P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2
P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2
P2S3	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1
P2S3	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1
P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P2S6
P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P2S6
P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5
P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5

P3S5	P3S6	P4S1	P4S2
P3S5	P3S6	P4S1	P4S2
P3S4	P3S5	P3S6	P4S1
P3S4	P3S5	P3S6	P4S1
P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
P3S2	P3S3	P3S4	P3S5
P3S2	P3S3	P3S4	P3S5
P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
P2S6	P3S1	P3S2	P3S3
P2S6	P3S1	P3S2	P3S3

P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1
P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1
P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6
P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6
P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5
P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5
P3S6	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4
P3S6	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4
P3S5	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3
P3S5	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3
P3S5	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3
P3S4	P3S5	P3S6	P4S1	P4S2
P3S4	P3S5	P3S6	P4S1	P4S2

P5S2
P5S2
P5S1
P5S1
P4S6
P4S6
P4S5
P4S5
P4S4
P4S4
P4S4
P4S3
P4S3



## **ANEXO C: PLANIFICACIÓN MAESTRA REAL EJECUTADO**





## MARZO 2016

SEMANA 11						SEMANA 12						SEMANA 13						SEMANA 14				
DÍA 109	DÍA 110	DÍA 111	DÍA 112	DÍA 113	DÍA 114	DÍA 115	DÍA 116	DÍA 117	DÍA 118	DÍA 119	DÍA 120	DÍA 121	DÍA 122	DÍA 123	DÍA 124	DÍA 125	DÍA 126	DÍA 127	DÍA 128	DÍA 129	DÍA 130	DÍA 131
L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
07/03/16	08/03/16	09/03/16	10/03/16	11/03/16	12/03/16	14/03/16	15/03/16	16/03/16	17/03/16	18/03/16	19/03/16	21/03/16	22/03/16	23/03/16	24/03/16	25/03/16	26/03/16	28/03/16	29/03/16	30/03/16	31/03/16	01/04/16
	300	300	500	500								200	300									
						A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	A2S5				A2S6				A2S7	A2S8	A2S9	A2S10	
						A2S1	A2S2	A2S3	A2S4	A2S5				A2S6				A2S7	A2S8	A2S9	A2S10	
							A2S1	A2S2	A2S3	A2S4		A2S5						A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10
							A2S1	A2S2	A2S3	A2S4		A2S5						A2S6	A2S7	A2S8	A2S9	A2S10
A1S10								A2S1	A2S2	A2S3		A2S4	A2S5						A2S6	A2S7	A2S8	
A1S10								A2S1	A2S2	A2S3		A2S4	A2S5						A2S6	A2S7	A2S8	
A1S10								A2S1	A2S2	A2S3		A2S4	A2S5						A2S6	A2S7	A2S8	
A1S7	A1S8	A1S9	A1S10										A2S2									

## ABRIL 2016

SEMANA 15							SEMANA 16						SEMANA 17						SEMANA 18			
DÍA 132	DÍA 133	DÍA 134	DÍA 135	DÍA 136	DÍA 137	DÍA 138	DÍA 139	DÍA 140	DÍA 141	DÍA 142	DÍA 143	DÍA 144	DÍA 145	DÍA 146	DÍA 147	DÍA 148	DÍA 149	DÍA 150	DÍA 151	DÍA 152	DÍA 153	DÍA 154
S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
02/04/16	04/04/16	05/04/16	06/04/16	07/04/16	08/04/16	09/04/16	11/04/16	12/04/16	13/04/16	14/04/16	15/04/16	16/04/16	18/04/16	19/04/16	20/04/16	21/04/16	22/04/16	23/04/16	25/04/16	26/04/16	27/04/16	28/04/16

200      400

A2S9    A2S10  
A2S9    A2S10  
A2S9    A2S10  
A2S7

MZS1    MZS2  
MZS1    MZS2  
MZS1

MZS3    MZS4    MZS5    MZS6    MZS7  
MZS3    MZS4    MZS5    MZS6    MZS7  
MZS2    MZS3    MZS4    MZS5    MZS6  
MZS1    MZS2    MZS3    MZS4    MZS5  
MZS1    MZS2    MZS3    MZS4    MZS5  
MZS1    MZS2    MZS3    MZS4  
MZS1    MZS2    MZS3    MZS4

MZS8    MZS9    MZS10  
MZS8    MZS9    MZS10  
MZS7    MZS8    MZS9    MZS10  
MZS6    MZS7    MZS8    MZS9    MZS10  
MZS6    MZS7    MZS8    MZS9    MZS10  
MZS5    MZS6    MZS7    MZS8    MZS9  
MZS5    MZS6    MZS7    MZS8    MZS9

CS1    CS2  
CS1    CS2

MZS10  
MZS10  
CS3    CS4    CS5  
CS3    CS4    CS5  
CS1    CS1    CS2    CS2  
CS1    CS1    CS2  
CS1



# PLAN MAESTRO (MASTER SCHEDULE)

MAYO 2016

		SEMANA 19						SEMANA 20						SEMANA 21					SEMAI							
DÍA 155	DÍA 156	DÍA 157	DÍA 158	DÍA 159	DÍA 160	DÍA 161	DÍA 162	DÍA 163	DÍA 164	DÍA 165	DÍA 166	DÍA 167	DÍA 168	DÍA 169	DÍA 170	DÍA 171	DÍA 172	DÍA 173	DÍA 174	DÍA 175	DÍA 176	DÍA 177				
V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M				
29/04/16	30/04/16	02/05/16	03/05/16	04/05/16	05/05/16	06/05/16	07/05/16	09/05/16	10/05/16	11/05/16	12/05/16	13/05/16	14/05/16	16/05/16	17/05/16	18/05/16	19/05/16	20/05/16	21/05/16	23/05/16	24/05/16	25/05/16				
CS2		CS3			CS4			CS4				CS4		CS5												
																							CS2		CS3	
CS2		CS3			CS4			CS4				CS4		CS5												
																							CS2		CS3	
													ST2S1		ST2S2			ST2S3			ST2S4		ST2S5		ST2S6	
													ST2S1		ST2S2			ST2S3			ST2S4		ST2S5		ST2S6	
													ST2S1		ST2S2			ST2S3			ST2S4		ST2S5		ST2S6	

**JUNIO 2016**

NA 22			SEMANA 23						SEMANA 24						SEMANA 25							
Día 178	Día 179	Día 180	Día 181	Día 182	Día 183	Día 184	Día 185	Día 186	Día 187	Día 188	Día 189	Día 190	Día 191	Día 192	Día 193	Día 194	Día 195	Día 196	Día 197	Día 198	Día 199	Día 200
J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M
26/05/16	27/05/16	28/05/16	30/05/16	31/05/16	01/06/16	02/06/16	03/06/16	04/06/16	06/06/16	07/06/16	08/06/16	09/06/16	10/06/16	11/06/16	13/06/16	14/06/16	15/06/16	16/06/16	17/06/16	18/06/16	20/06/16	21/06/16


ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5			ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3			SSS4	SSS5	SSS6	P1S1	P1S2			P1S3
ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5			ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3			SSS4	SSS5	SSS6	P1S1	P1S2			P1S3
ST2S6	ST1S1			ST1S2	ST1S3	ST1S4	ST1S5			ST1S6	SSS1	SSS2			SSS3	SSS4	SSS5	SSS6	P1S1			P1S2
ST2S6	ST1S1			ST1S2	ST1S3	ST1S4	ST1S5			ST1S6	SSS1	SSS2			SSS3	SSS4	SSS5	SSS6	P1S1			P1S2
ST2S5			ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4			ST1S5	ST1S6	SSS1			SSS2	SSS3	SSS4	SSS5		SSS6	P1S1	
ST2S5			ST2S6	ST1S1	ST1S2	ST1S3	ST1S4			ST1S5	ST1S6	SSS1			SSS2	SSS3	SSS4	SSS5		SSS6	P1S1	
ST2S4	ST2S5			ST2S6	ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1			SSS2	SSS3	SSS4	SSS5			SSS6
ST2S4	ST2S5			ST2S6	ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6	SSS1			SSS2	SSS3	SSS4	SSS5			SSS6
ST2S3			ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6			SSS1	SSS2	SSS3			SSS4	SSS5
ST2S3			ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6			SSS1	SSS2	SSS3			SSS4	SSS5
ST2S3			ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1	ST1S2			ST1S3	ST1S4	ST1S5	ST1S6			SSS1	SSS2	SSS3			SSS4	SSS5
ST2S2	ST2S3			ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1		ST1S2		ST1S3	ST1S4	ST1S5			ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3			SSS4
ST2S2	ST2S3			ST2S4	ST2S5	ST2S6	ST1S1		ST1S2		ST1S3	ST1S4	ST1S5			ST1S6	SSS1	SSS2	SSS3			SSS4

JULIO 2016

SEMANA 26				SEMANA 27						SEMANA 28						SEMANA 29						
DÍA 201	DÍA 202	DÍA 203	DÍA 204	DÍA 205	DÍA 206	DÍA 207	DÍA 208	DÍA 209	DÍA 210	DÍA 211	DÍA 212	DÍA 213	DÍA 214	DÍA 215	DÍA 216	DÍA 217	DÍA 218	DÍA 219	DÍA 220	DÍA 221	DÍA 222	DÍA 223
M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L
22/06/16	23/06/16	24/06/16	25/06/16	27/06/16	28/06/16	29/06/16	30/06/16	01/07/16	02/07/16	04/07/16	05/07/16	06/07/16	07/07/16	08/07/16	09/07/16	11/07/16	12/07/16	13/07/16	14/07/16	15/07/16	16/07/16	18/07/16

P1S4	P1S5	P1S6
P1S4	P1S5	P1S6
P1S3	P1S4	
P1S3	P1S4	
P1S2	P1S3	P1S4
P1S2	P1S3	P1S4
P1S1	P1S2	
P1S1	P1S2	
SSS6	P1S1	P1S2
SSS6	P1S1	P1S2
SSS6	P1S1	P1S2
SSS5	SSS6	P1S1
SSS5	SSS6	P1S1

	P2S1	P2S2	P2S3
	P2S1	P2S2	P2S3
P1S5	P1S6	P2S1	P2S2
P1S5	P1S6	P2S1	P2S2
	P1S5	P1S6	P2S1
	P1S5	P1S6	P2S1
P1S3	P1S4	P1S5	
P1S3	P1S4	P1S5	
	P1S3	P1S4	P1S5
	P1S3	P1S4	P1S5
	P1S3	P1S4	P1S5
P1S2		P1S3	P1S4
P1S2		P1S3	P1S4

	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1
	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1
	P2S3	P2S4	P2S5	P2S6
	P2S3	P2S4	P2S5	P2S6
	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5
	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5
P1S6	P2S1	P2S2	P2S3	
P1S6	P2S1	P2S2	P2S3	
	P1S6	P2S1	P2S2	P2S3
	P1S6	P2S1	P2S2	P2S3
	P1S6	P2S1	P2S2	P2S3
P1S5		P1S6	P2S1	P2S2
P1S5		P1S6	P2S1	P2S2

	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5
	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5
	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4
P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3
P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3
	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2
	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2
	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2
P2S3		P2S4	P2S5	P2S6	P3S1
P2S3		P2S4	P2S5	P2S6	P3S1

**AGOSTO 2016**

SEMANA 30					SEMANA 31					SEMANA 32					SEMANA 33					SEMANA 34					
DÍA 224	DÍA 225	DÍA 226	DÍA 227	DÍA 228	DÍA 229	DÍA 230	DÍA 231	DÍA 232	DÍA 233	DÍA 234	DÍA 235	DÍA 236	DÍA 237	DÍA 238	DÍA 239	DÍA 240	DÍA 241	DÍA 242	DÍA 243	DÍA 244	DÍA 245	DÍA 246	DÍA 247	DÍA 248	DÍA 249
<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>
19/07/16	20/07/16	21/07/16	22/07/16	23/07/16	25/07/16	26/07/16	27/07/16	28/07/16	29/07/16	30/07/16	01/08/16	02/08/16	03/08/16	04/08/16	05/08/16	06/08/16	08/08/16	09/08/16	10/08/16	11/08/16	12/08/16	13/08/16	15/08/16	16/08/16	17/08/16

P4S1	P4S2	P4S3	P4S4
P4S1	P4S2	P4S3	P4S4
P3S6	P4S1	P4S2	P4S3
P3S6	P4S1	P4S2	P4S3
P3S5	P3S6	P4S1	P4S2
P3S5	P3S6	P4S1	P4S2
P3S4	P3S5	P3S6	P4S1
P3S4	P3S5	P3S6	P4S1
P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
P3S3	P3S4	P3S5	P3S6
P3S2	P3S3	P3S4	
P3S2	P3S3	P3S4	

P4S5	P4S6
P4S5	P4S6
P4S4	P4S5
P4S4	P4S5
P4S3	P4S4
P4S3	P4S4
P4S2	P4S3
P4S2	P4S3
P4S1	P4S2
P4S1	P4S2
P4S1	P4S2
P3S5	P3S6
P3S5	P3S6



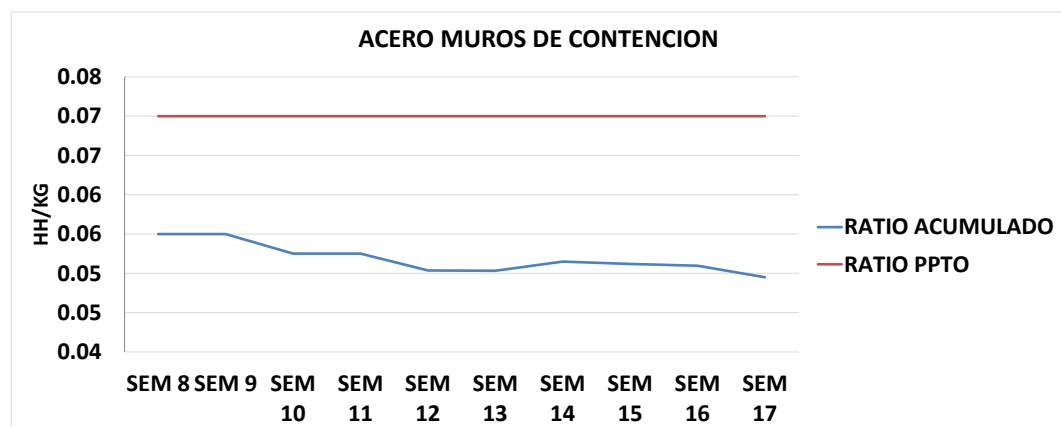
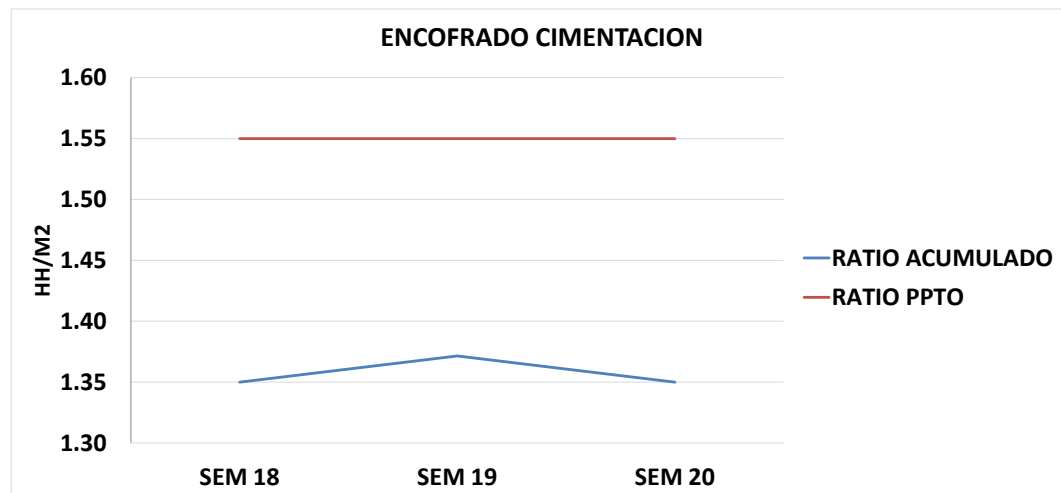
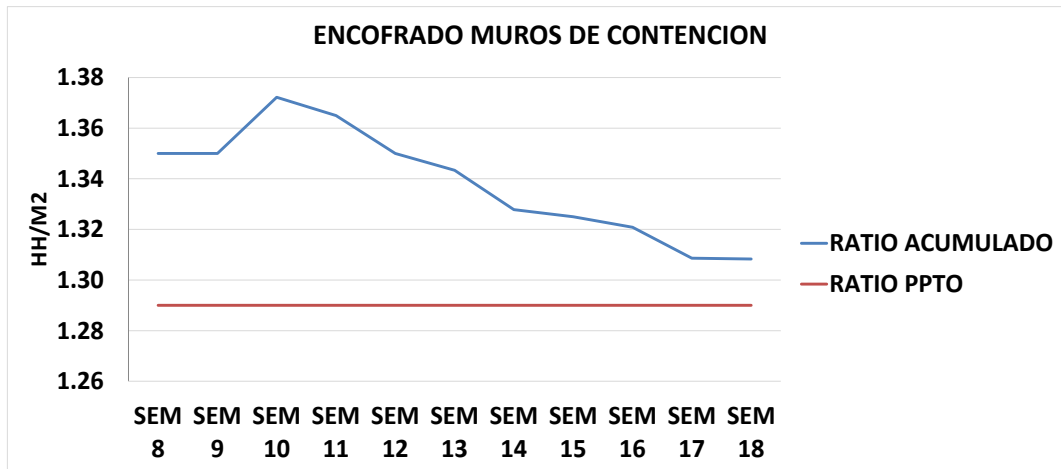
P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5
P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5
P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4
P4S6	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4
P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3
P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3
P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	
P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	
P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1
P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1
P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1
P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6
P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6

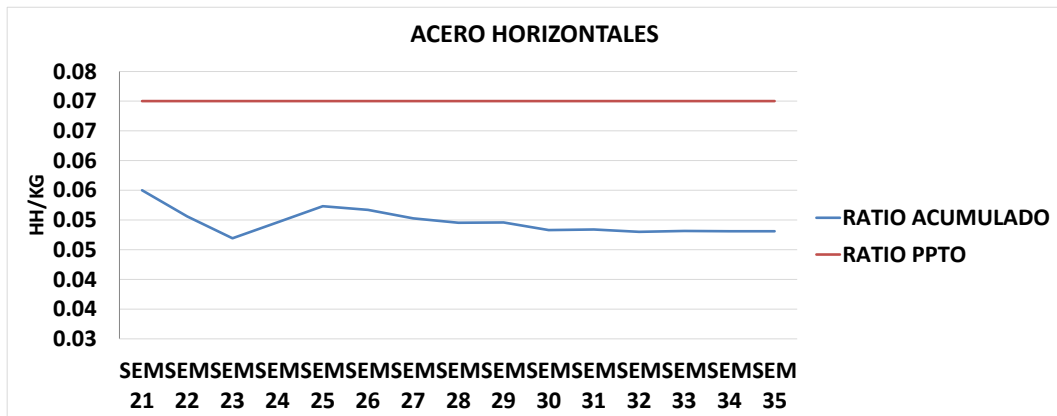
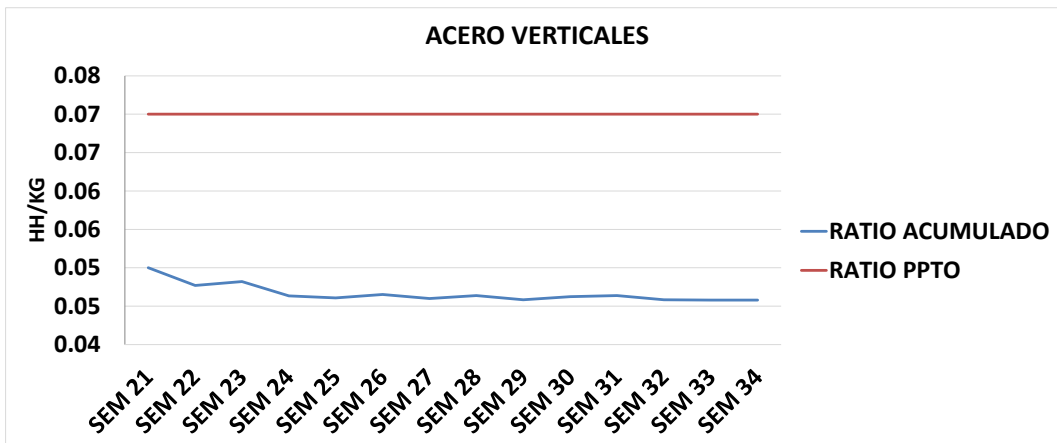
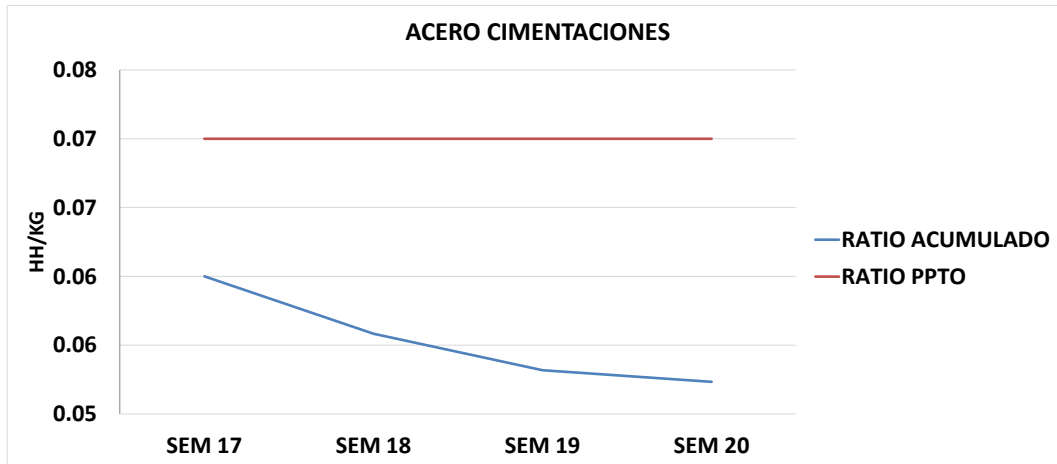
P5S6	AZS1		AZS2	
P5S6	AZS1		AZS2	
P5S5	P5S6	AZS1		
P5S5	P5S6	AZS1		
P5S4	P5S5	P5S6	AZS1	
P5S4	P5S5	P5S6	AZS1	
P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6
P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	P5S6
P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	
P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	
P5S2	P5S3	P5S4	P5S5	
P5S1		P5S2	P5S3	P5S4
P5S1		P5S2	P5S3	P5S4

		AZS3		
		AZS3		
AZS2			AZS3	
AZS2			AZS3	
		AZS2		
		AZS2		
AZS1			AZS2	
AZS1			AZS2	
P5S6	AZS1			
P5S6	AZS1			
P5S6	AZS1			
P5S5	P5S6	AZS1		
P5S5	P5S6	AZS1		



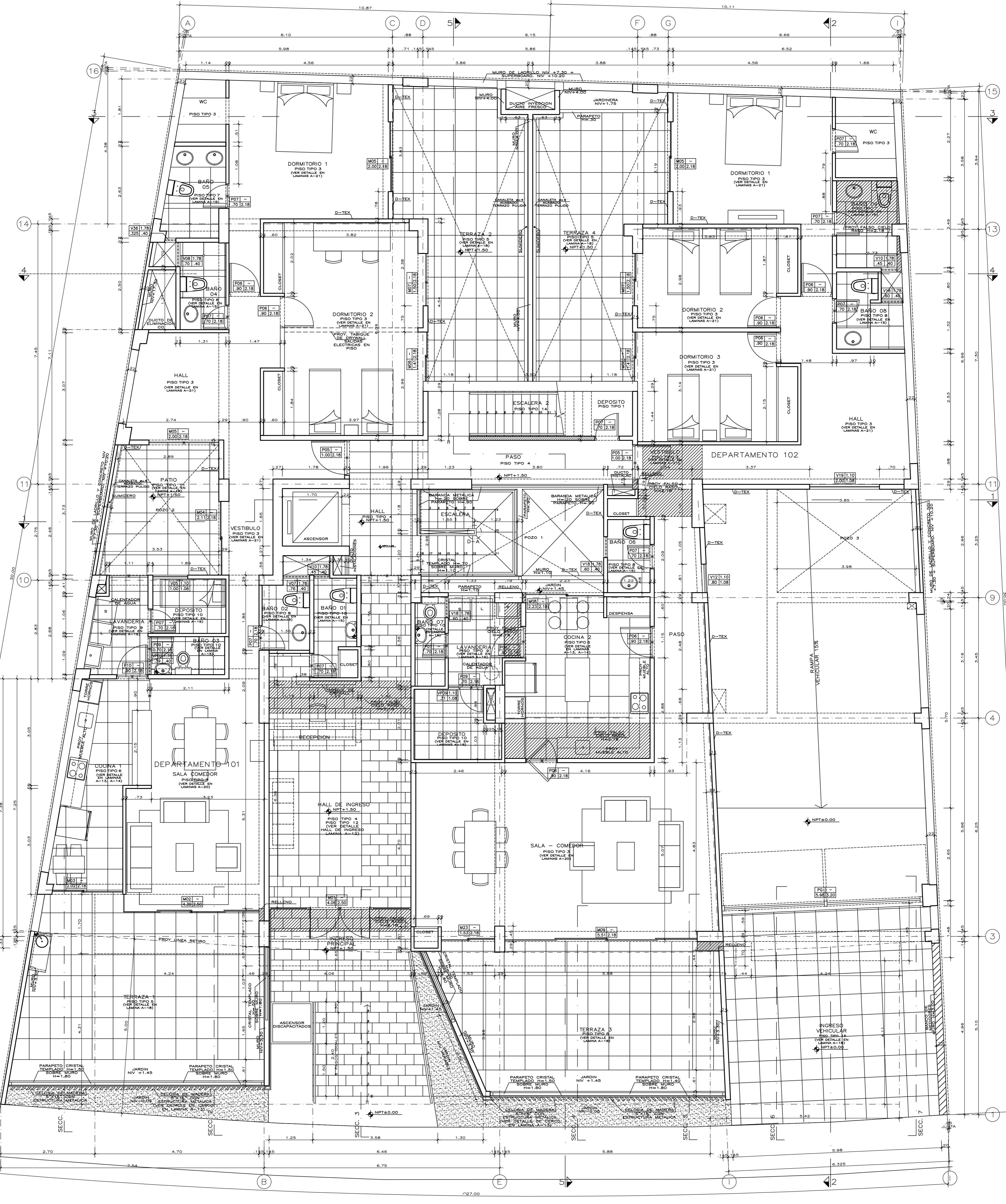
**ANEXO D: CURVAS DE PRODUCTIVIDAD**





## **ANEXO E: PLANO DE ARQUITECTURA**





PLANTA NIVEL 1

LEYENDA	
PISO TIPO 1	CEMENTO PULIDO
PISO TIPO 2	POR DEFINIR
PISO TIPO 3	Madera Estructurada 2.20m x 0.16m x 7mm o similar - COLOR JEQUETIBA
PISO TIPO 4	Porcelanato Cassinelli Arizona Gris Rústico .60x.60 - COLOR GRIS
PISO TIPO 5	Porcelanato Cassinelli Dakota arena .60x.60 - COLOR GRIS
PISO TIPO 6	Porcelanato Cassinelli Dakota arena .60x.60 - COLOR GRIS
PISO TIPO 7	Porcelanato Cassinelli Dasing empall gris oscuro destonificado
PISO TIPO 8	Porcelanato Cassinelli Dakota marron claro
PISO TIPO 9	Cerámica Granillo 30x30 o similar - COLOR BLANCO
PISO TIPO 10	Cerámica Granillo 30x30 o similar - COLOR BLANCO
PISO TIPO 11	Porcelanato Cassinelli Dakota arena .60x.60 - COLOR GRIS
PISO TIPO 12	Porcelanato Cassinelli Dasing Firenze Mix gris oscuro destonificado
PISO TIPO 13	POR DEFINIR
PISO TIPO 14	POR DEFINIR
PISO TIPO 15	POR DEFINIR

- NOTAS:
- TODAS LAS MEDIDAS SE VERIFICARAN EN OBRA.
  - PARA EL TRAZADO DE EJES Y EN GENERAL DE TODA LA EDIFICACION, PREVALECN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA SOBRE LOS DE CUALQUIER ESPECIALIDAD. EN CASO DE INCOMPATIBILIDAD, SE DEBERA CONSULTAR AL PROYECTISTA.
  - LA LEYENDA DE ACABADOS DE PISOS Y CONTRAZOCALOS ESPECIFICA LOS TIPOS DE ACABADOS PARA TODOS LOS AMBIENTES DEL EDIFICIO DE FORMA GENERAL. LAS COCINAS, BAÑOS, TERRAZAS, ESCALERAS Y HALL DE INGRESO TIENEN ACABADOS ESPECIFICADOS DE PISOS, PAREDES, CONTRAZOCALOS Y TABLEROS EN SUS RESPECTIVAS LAMINAS DE DETALLE.
  - PARA PATIOS INTERNOS Y POZOS DE LUZ SE CONSIDERARA UN TARRAJEO DE 2CM DE ESPESOR.
  - TABOQUES DE BLOQUES DE CONCRETO DE 9CM, 12CM Y 14CM CON ACABADO SOLAQUEADO, EXCEPCION DE EN LOS POZOS DE LUZ Y EXTERIORES (VER INDICACIONES EN PLANO).
  - D-TEX: CONSIDERAR ALINEAMIENTO DE LAMINAS MAS TARRAJEO DE 2CM SEGUN EL CASO.
  - LAMINAS DE DETALLE:
    - VER SECCIONES CONSTRUCTIVAS EN LAMINAS A-09, A-10
    - VER DETALLES DE ESCALERAS EN LAMINA A-11
    - VER DETALLES DE HALL DE INGRESO Y CERCO EN LAMINA A-12
    - VER DETALLES DE COCINAS EN LAMINAS A-13, A-14
    - VER DETALLES DE BAÑOS EN LAMINAS A-15, A-16 Y A-17
    - VER DETALLES DE TERRAZAS EN LAMINA A-18
    - VER DETALLES DE LAVANDERIA EN LAMINAS A-19
    - VER DETALLES DE SALA COMEDOR EN LAMINAS A-20
    - VER DETALLES DE DORMITORIOS EN LAMINAS A-21
    - VER DETALLES DE CARPINTERIA EN LAMINAS A-22, A-23 Y A-24

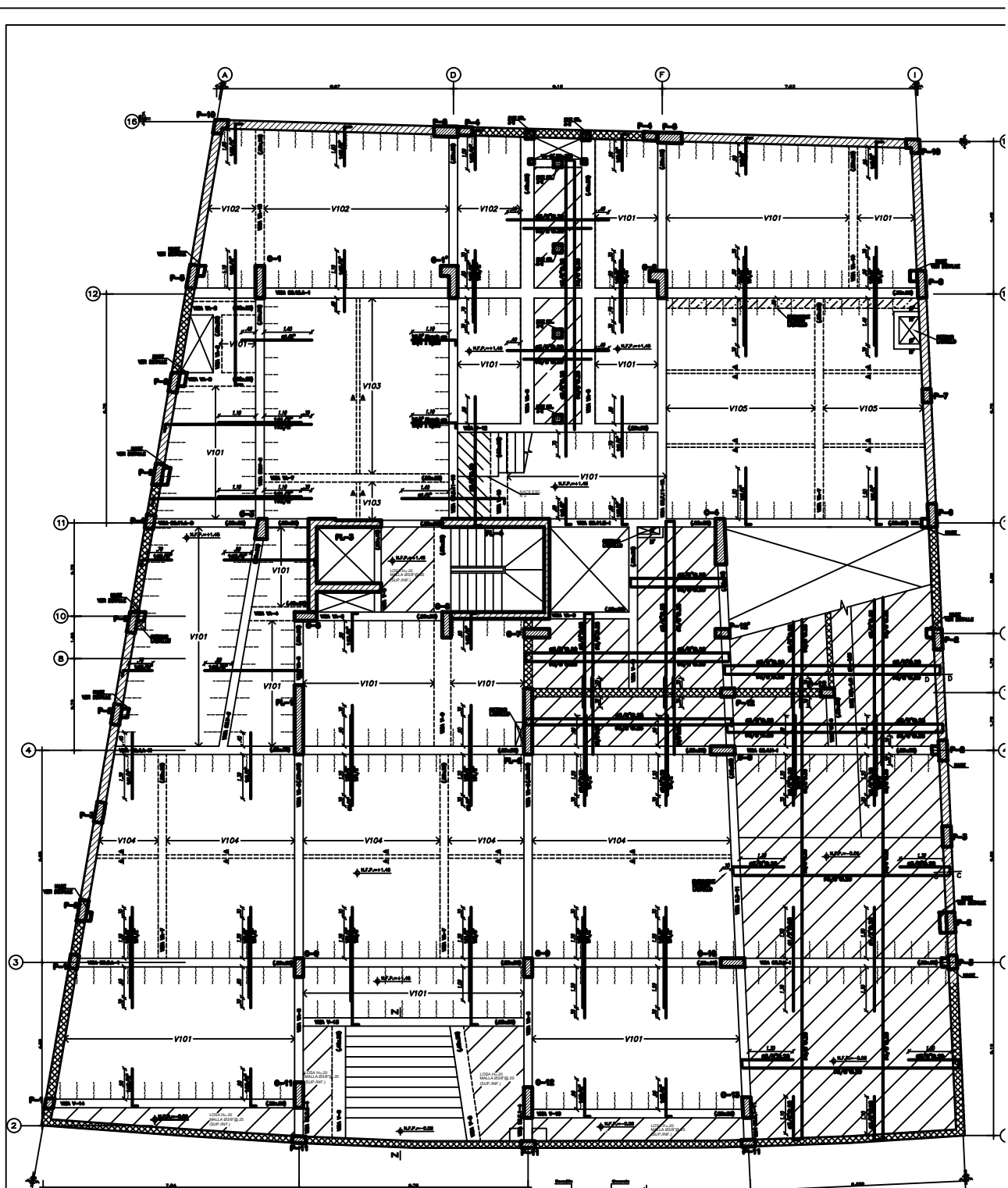
NOTA: VERIFICAR MEDIDAS EN OBRA

FECHA	REVISION	DESCRIPCION	FECHA	REVISION	DESCRIPCION

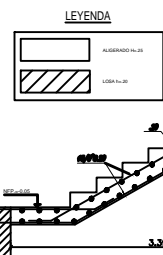


Vozto: Gerente      Vozto: Not Inmobiliaria      Vozto: Not Ingenieros      PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL CANDELABRO  
 UBICACION: AV. MANUEL VILARAN 304 Y AV. JOSE RAMIREZ GASTON 390, URB. LAS VIOLETAS, MIRAFLORES      LAMINA: PLANO DE OBRA ARQUITECTURA PISO 1      ESCALA: 1/50      FECHA: 13-01-16      ELABORADO: KCC      ARCHIVO CAD: N8001\_DP\_01215\_plano de obra en 01.dwg      REVISION: REV 0      CODIGO PROYECTO: NIB 001      LAMINA: PO-ARQ-04

## **ANEXO F: PLANO DE ESTRUCTURAS**



ENCOFRADO SEMISTANO (Esc. 1/50)  
 S.C = 200 Kg/m<sup>2</sup>  
 N.F.P. = ±1.45

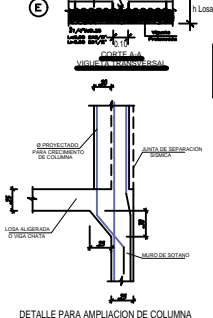


**ESPECIFICACIONES GENERALES**

**ESPECIFICACIONES MATERIA PRIMA**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUISITOS
1	APLASTAMIENTO		
2	ACERO		
3	CONCRETO		
4	ACABO		
5	ACABOS EXTERNOS		
6	VOLUMEN		

ESTE PLANO SE LEERA  
 CONJUNTAMENTE CON LOS  
 PLANOS DEL PROYECTO ORIGINAL



**ACRORRACIONES**  
 Omitir Aligerado Normal para  
 - Losas interiores a 0,00m (1 Viga  
 Externa) a 0,50m (2 Viga  
 Externa) a 7,00m (2 Viga  
 Externa)



NOMBRE DEL PROYECTO		DESCRIPCION DEL PROYECTO	
NOLI INMOBILIARIA SAC		ENCOFRADO SEMISTANO	
PROYECTO		PROYECTANTE	
VIVIENDA MULTIFAMILIAR		ENCORRACIONES	
ING <sup>o</sup> RICARDO BLANCO CASSANA C.I.P. 12980		ESTRUCTURAS	
CLIENTE		E-12	
DISEÑADO POR		CALEDAÑADO	
CORRIGIDO POR		EVALUADO	
AUTORIZADO POR		FECHA DE EMISIÓN	
FIRMADO POR		LUGAR DE EMISIÓN	

## ANEXO G: RESUMEN PRESUPUESTO

ITEM	PARTIDAS	UND	CONTRATO		
			S/.	Metrado Previsto	Monto Total Previsto (S/.)
01	TRABAJOS PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES	glb	332,336.69	1.00	332,336.69
02	ESTRUCTURAS	glb	2,272,068.61	1.00	2,272,068.61
03	ARQUITECTURA	glb	2,425,187.05	1.00	2,425,187.05
04	INSTALACIONES SANITARIAS	glb	277,591.69	1.00	277,591.69
05	INSTALACIONES ELECTRICAS	glb	289,997.67	1.00	289,997.67
06	INSTALACIONES DE GAS	glb	47,950.00	1.00	47,950.00
07	COMUNICACIONES	glb	37,705.29	1.00	37,705.29
08	ALARMAS DE EMERGENCIAS	glb	21,692.24	1.00	21,692.24
09	CONTRA INCENDIOS	glb	115,444.49	1.00	115,444.49
10	EXTRACCION MECANICA	glb	33,055.00	1.00	33,055.00
11	EQUIPAMIENTO	glb	159,727.14	1.00	159,727.14
COSTO DIRECTO				S/.	<b>6,012,755.87</b>
GASTOS GENERALES		7.55%			453,963.06
UTILIDADES		6.0%			360,765.35
PARCIAL					6,827,484.29
<b>Total Final</b>					<b>6,827,484.29</b>
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS		18%		S/.	1,228,947.17
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					<b>8,056,431.46</b>
<b>TOTAL</b>					<b>8,056,431.46</b>