

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTA DE PLANEAMIENTO LOOK
AHEAD EN CONSTRUCCIÓN DE PROYECTO INMOBILIARIO
MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS”**

TESIS

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

PRESENTADA POR

BACH. CARLOS FERNANDO OROZ TITO

ASESOR: DR. ING. ARTURO VELASQUEZ JARA

LIMA-PERÚ

2015

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Ing. Arturo Velásquez Jara, por apoyarme con su valioso tiempo, en la revisión y asesoramiento de esta Tesis y a la vez compartir sus profundos conocimientos en Gestión en la Construcción; y a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, de la URP, que me prepararon en el conocimiento para mi formación profesional y el cariño hacia la carrera.

DEDICATORIA

Al Divino Creador por darme las facultades y el aliento para tratar de ser su instrumento de cambio, y a mi madre, que con sus oraciones me acompañan siempre.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Aspectos Generales.	2
1.2. Justificación del Tema	4
1.3. Metodología de Estudio	5
1.4. Resultados esperados.	6
CAPITULO II. PROBLEMATIZACIÓN	9
2.1. Introducción - Marco Económico Inmobiliario en Lima Metropolitana	9
2.2. Productividad en el Sector de la Construcción Inmobiliaria	12
CAPITULO III. OBJETIVOS	14
3.1. Objetivo General	14
3.2. Objetivos Específicos	14
CAPITULO IV. MARCO TEÓRICO – Situación de Construcción en Lima Perú	15
4.1. Introducción	15
4.2. Actual Proceso de Planificación y Control	15
4.3. Modelo Tradicional de Planificación	19
4.4. Modelo Tradicional y Modelo “Lean”	21
4.5. Comentarios	31
CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN “ÚLTIMO PLANIFICADOR”	33
5.1. Introducción	33
5.2. Lean Construction	34
5.3. Sistema Último Planificador	38
5.3.1. Programa Maestro	41
5.3.2. Planificación Intermedia. Uso del Look Ahead.	42
5.3.2.1. Definición del intervalo de tiempo de la Planificación Look Ahead	43
5.3.2.2. Definición de las actividades de la Planificación Look Ahead	44
5.3.2.3. Análisis de Restricciones.	45
5.3.2.4. Inventario de trabajo ejecutable (ITE)	49
5.3.3. Planificación Semanal	50
5.3.3.1. Aplicación de Tren de Actividades	50
5.3.3.2. Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)	52
5.3.3.3. Reunión de Planificación Semanal.	53
5.3.3.4. Cronología de Reuniones	57

CAPITULO VI. APLICACIÓN DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION	58
6.1. Introducción	58
6.2. Ejemplos Extranjeros	58
6.2.1. Proyectos en EEUU.....	59
6.2.2. Proyectos en España.	60
CAPITULO VII. APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION Y SISTEMA ULTIMO PLANIFICADOR EN PROYECTOS INMOBILIARIOS MEDIANOS.	63
7.1. Introducción a Implementación de Último Planificador.....	64
7.2. Planeamiento del Sistema de Control de Producción Ultimo Planificador.....	66
7.2.1. Introducción.....	66
7.2.2. Planeamiento del Sistema de Producción	67
7.3. Objetivos y Metas que se esperan alcanzar con el Sistema de Producción.....	70
7.4. Sistema del Ultimo Planificador. Punto de partida.....	72
7.4.1. Nueva Planificación General de Obra (Interna de Producción):.....	76
7.1.1. Programación y Control de la Producción con el Sistema Último Planificador.81	
7.1.1.1. Proteger el Planeamiento del Proyecto.....	81
7.1.1.2. Asegurar el Flujo.	86
7.1.1.3. Aprendizaje y Mejora continua.....	91
CAPITULO VIII. APLICACIÓN DE SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR Y HERRAMIENTA LOOK AHEAD EN EL PROYECTO INMOBILIARIO “LA CÚPULA DE MAGDALENA”	97
8.1. Descripción del Proyecto Inmobiliario Multifamiliar "La Cúpula de Magdalena".	100
8.1.1. Características del Proyecto Multifamiliar.	100
8.1.2. Metodología y Sistema de control de Producción a usar en el Proyecto Multifamiliar “La Cúpula de Magdalena”.	106
8.2. Implementación del Sistema Ultimo Planificador y Aplicación de Herramienta Look Ahead en Proyecto Inmobiliario "La Cúpula de Magdalena."	106
8.2.1. Antecedentes.	106
8.2.2. Planeamiento del Sistema en Multifamiliar “La Cúpula de Magdalena”.....	107
8.2.3. Objetivos y Metas propuestos en la implementación del diseño del Sistema de Producción.....	111
8.3. Implementación de Programación Maestra en obra “La Cúpula de Magdalena”. Punto de partida.	113
8.3.1. Nueva Planificación General de Obra (Uso Interno de Obra):	120
Planificación Maestra por Hitos.	120

8.3.2. Programación y Control de la Producción con el Sistema Último Planificador.	125
8.3.2.1. Proteger el Planeamiento del Proyecto con el Look Ahead.....	125
8.3.2.1.1. Tomar de la Programacion Maestra, Actividades por Hitos.....	126
8.3.2.1.2. Formacion de Trenes de Trabajo.	127
8.3.2.1.3. Sectorizacion.	127
8.3.2.1.4. Generar Look ahead.....	139
8.3.2.2. Aseguramiento del Flujo y Mejora Continua.....	142
8.3.2.2.1. Análisis de Restricciones.....	142
8.3.2.2.2. Plan Semanal.....	147
8.3.2.3. Aprendizaje y Mejora Continua.	149
8.3.2.3.1. Porcentaje del Plan Completado (PPC).....	149
8.3.2.3.2. Oportunidades de Mejoramiento del Sistema Dentro de Obra Implementada.	152
CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	154
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	155
FUENTES DE INFORMACIÓN - BIBLIOGRÁFICA	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Cuadro estadístico Anual de Venta de Viviendas en Lima Metropolitana.....	9
Ilustración 2: Flujo de Proceso de Planeamiento de un Proyecto de Producción.....	17
Ilustración 3: Flujo de Procesos de Gestión Tradicional.....	22
Ilustración 4: Flujo de Nuevo enfoque de Planeamiento.....	25
Ilustración 5: Primer Paso: Asegurar que los flujos no paren.....	26
Ilustración 6: Segundo Paso: Hacer los flujos eficientes.	27
Ilustración 7: Tercer Paso: Hacer los procesos eficientes.....	28
Ilustración 8: Flujo Sistema Ultimo Planificador.....	41
Ilustración 9: Lista de Análisis de Restricciones.....	46
Ilustración 10: Flujo de revisión previo al Look Ahead.....	47
Ilustración 11: Modelo de Sectorización.....	52
Ilustración 12: Beneficios obtenidos con uso Lean en España (2013).....	61
Ilustración 13: Imagen parcial de Cronograma inicial contractual de Obra.....	73
Ilustración 14: Cronograma General de Obra contractual.....	75
Ilustración 15: Procedimiento para determinar la duración de actividades.....	78
Ilustración 16: Nueva Planificación de Obra de hitos ajustada.....	80
Ilustración 17: Relación entre Cronograma Maestro y Look Ahead.....	82
Ilustración 18: Horizonte de 3 semanas para eliminar restricciones.....	83
Ilustración 19: Flujo de Sectorización.....	86
Ilustración 20: Aseguramiento del Flujo de Programación de Producción.....	87
Ilustración 21: Ejemplo de Análisis de Restricciones.....	89
Ilustración 22: Obtención del Plan semanal.....	90
Ilustración 23: Porcentaje de Partidas Cumplidas (PPC).....	92
Ilustración 24: Evolución del Porcentaje de Partidas Cumplidas (PPC) x semana.....	93
Ilustración 25: Ciclo de Flujo Ultimo Planificador.....	94
Ilustración 26: Ciclo del Sistema Ultimo Planificador durante proceso de Programación.....	95

Ilustración 27: Ciclo del Sistema Ultimo Planificador después de Ejecutar la Programación..	96
Ilustración 28: Organigrama de Obra "La Cúpula de Magdalena".	104
Ilustración 29: Ubicación de Proyecto Inmobiliario.	105
Ilustración 30: Nivel de Techo Max. +31.80 m.	109
Ilustración 31: Imagen parcial de Cronograma inicial contractual de Obra.	114
Ilustración 32: Nuevo Cronograma General de Obra.	115
Ilustración 33: Tiempo estimado inicialmente en Programación Project.	117
Ilustración 34: Programación Maestra de Hitos.	119
Ilustración 35: Procedimiento para determinar la duración de actividades.	122
Ilustración 36: Nueva Planificación de Obra de Hitos Ajustada.	124
Ilustración 37: Programación Maestra de Obra de Hitos Ajustada.	126
Ilustración 38: Sectorización de elementos verticales, p/acero, encofrado y concreto.	131
Ilustración 39: Sectorización de elementos horizontales (vigas y losas) para vaciado del concreto.	135
Ilustración 40: Look Ahead definitivo, determinado por el equipo de Obra.	140
Ilustración 41: Análisis de Restricciones estructuras pisos típicos - semana 40.	144
Ilustración 42: Análisis de Restricciones de acabados húmedos semana 48	146
Ilustración 43: Programación Semanal - semana 40.	148
Ilustración 44: Porcentaje de Actividades cumplidas - Semana 48.	150
Ilustración 45: Actividades que no llegaron a cumplir con la Programación-semana 48	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Flujo para generar Look Ahead.	125
---	-----

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Trabajo de Encofrado de verticales en Sector 2	132
Foto 2: Diferentes actividades en sectores definidos.....	133
Foto 3: Trabajos de IIEE y IISS en losa de Sector 1 y verticales en sector 2.....	136
Foto 4: Vaciado de losa maciza en sector 2.....	137
Foto 5: Trabajos programados de encofrado en Sector 2, de techo 3.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativo de Modelo Tradicional y Modelo Lean Construction.	30
Tabla 2: Informe Lean Construction en EEUU (2012).....	59
Tabla 3: Informe McGraw Hill sobre Lean Construction. EEUU (2013).....	60
Tabla 4: Relación de Proyectos ejecutados Kusi Contratistas SAC.....	98
Tabla 5: Presupuesto Contractual Obra "La Cúpula de Magdalena".	101
Tabla 6: Cuadro de Áreas de Proyecto Inmobiliario. "La Cúpula de Magdalena".....	108
Tabla 7: Estrategias para minimizar la Variabilidad.	112
Tabla 8: Actividades y número de semanas tentativas de Programación.	128
Tabla 9: Actividades Estratégicas para Sectorización.	129
Tabla 10: Evolución del PAC en 14 semanas de Programación.....	152
Tabla 11: Causas de Incumplimiento del PAC - Promedio Total.....	153

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se busca demostrar la efectividad de la herramienta de planeamiento Look Ahead, de la Programación Ultimo Planificador (Last Planner), cuando es aplicada correctamente en un proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos.

La necesidad de cumplir con fechas pactadas de entrega de los productos terminados y validados a los clientes, es la razón de los proyectos inmobiliarios, por un tema de cumplimiento, imagen y como motivo principal, evitar los sobrecostos; por tal razón, se hace indispensable buscar ayuda en los diferentes sistema de gestión de proyectos, para usarlos como herramientas de planificación y programación que ayuden a tomar el control efectivo de los proyectos para así garantizar el cumplimiento de los tiempos de ejecución, en las diferentes fases que la componen.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Aspectos Generales.

Es de conocimiento de todos los involucrados en la industria de la construcción, llámese inversionistas, empresarios, ingenieros, arquitectos, técnicos, obreros, proveedores, empleados, etc. la importancia que tiene ésta como instrumento de desarrollo de nuestro país, razón por la cual es necesario innovar con nuevos sistemas de gestión, para obtener mayor productividad en los proyectos y obras que emprenden las empresas constructoras, o en el peor de los casos emplear los sistemas de gestión conocidos, pero utilizándolos en forma correcta y con conocimiento de los mismos.

El uso de cualquier sistema de gestión, al margen del tipo o filosofía que use, le da una competitividad mayor a la empresa que la usa, y por causa y efecto, contribuye directamente por lo expuesto líneas arriba, positivamente en el avance tecnológico y desarrollo de nuestro país. Es importante mencionar que el uso de cualquier sistema de gestión no solo corresponde a empresas “grandes” que tienen respaldo en inversión, recursos y políticas de recuperación de capitales, sino en cualquier proyecto por más pequeño que sea; ya que la competitividad en todos los niveles, otorga directamente en sus involucrados una mejora en el conocimiento de sus procesos internos y por consiguiente, mejoras integrales benefician los resultados.

Por lo tanto es importante tomar acciones en mejorar la productividad en los proyectos inmobiliarios en la actualidad, pasando de espectadores y opinantes de “lo que debería hacerse” a la acción inmediata.

Según *²David Sumanth existen más de 70 técnicas para mejorar la Productividad. Estas técnicas están agrupadas en áreas basadas en la tecnología, en el trabajador, en los incentivos financieros, en el producto, en el proceso o en la tarea, en los materiales y en técnicas modernas adicionales. A continuación nombraremos el total de las técnicas Modernas Adicionales, listado en el que se encuentra el sistema de gestión a analizar y aplicar.

TÉCNICAS MODERNAS ADICIONALES:

- Las 5 S.
- Sistema SMED (Cambio rápido de útiles a máquina)
- Justo a Tiempo (JIT)
- Control total de la Calidad. (TQC)
- Mantenimiento Productivo Total
- **Lean Production y Lean Construction o Construcción sin pérdidas.**
- Kanban. (Tarjetas de control de procesos)
- Kaizen. (Mejora Continua) utiliza JIT y Kanban.
- Teoría de las Restricciones.
- DBR (Drum-Buffer-Rope: Tambor-Amortiguador-Cuerda)
- Manufactura Sincronizada
- Fabrica del futuro.

De las técnicas mencionadas se decidió tomar la filosofía Lean Construction como apoyo para el planeamiento de los proyectos y el Look Ahead como herramienta necesaria para aplicar esta filosofía, la que se presenta en el desarrollo del trabajo.

1.2. Justificación del Tema.

La creciente oferta de proyectos inmobiliarios en algunos distritos de la capital, y la necesidad de generar confiabilidad en el gran mercado demandante, hace que los diferentes grupos inmobiliarios inversores, se preocupen no solo con cumplir con la calidad de los procesos constructivos, con los acabados rigurosamente controlados, y los materiales e insumos de buena calidad, sino también de entregar las viviendas en los plazos establecidos y con márgenes de utilidad de acuerdo a los considerados al inicio del proyecto.

Uno de los principales problemas que enfrentan las empresas pequeñas y medianas que nacieron para aprovechar las nuevas políticas de disminuir el déficit de vivienda y que se conformaron para iniciar lo que hoy se conoce como el “boom inmobiliario” es la falta de planeamiento para culminar con éxito los plazos de las diferentes etapas de ejecución de las obras.

El año 2001 fue un año muy difícil, por la coyuntura política que se vivía en ese entonces, el gobierno, emitió leyes y normas para fomentar la construcción de nuevas viviendas y es así que nacieron gran cantidad de empresas que aun utilizaban los procesos tradicionales en la construcción y control de obras de los proyectos inmobiliarios. Entre los años 2003 y 2010 se presenta un incremento enorme de construcción de proyectos de viviendas dirigidas para todo tipo de estratos sociales, es así que nacen los programas “Mi Vivienda” “Mi techo”, entre otros.

Así como se debe planificar en forma ordenada y progresiva una ciudad, de la misma forma las empresas inmobiliarias y constructoras, que deseen continuar de este crecimiento y consolidarse en el tiempo deben aplicar una política de

control y planeamiento de los diferentes proyectos que manejan, desde los inicios de estos, hasta la culminación de los mismos, con resultados empresariales satisfactorios, los que terminan con la conformidad de las municipalidades.

1.3. Metodología de Estudio.

Se analizó y evaluó el impacto de implementar el sistema de control de la filosofía Lean Construction con aplicación de la herramienta Look Ahead en obras de mediana dimensión, para lograr avances y cambios significativos que servirán como indicador, para saber si es posible reducir los tiempos y altos costos de gastos generales, utilizando este sistema de control, o si por el contrario no se obtuvo mayor cambio en relación a lo obtenido en obras similares por el contratista, realizando al final de dicho trabajo un cuadro comparativo.

Se revisa de manera general la experiencia de una empresa que viene ejecutando edificios en la ciudad de Lima. La obra puntual en la que describiremos la aplicación del Look Ahead, es el proyecto Multifamiliar “La Cúpula de Magdalena”, que se ubica en el distrito de Magdalena, en la calle 28 de Julio N° 930-950, Los anteriores trabajos realizados por la empresa constructora que desarrolló el referido proyecto son los siguientes:

La empresa Kusi Contratistas SAC, se formó a mediados del año 2011, iniciando sus operaciones comerciales en setiembre del mismo año, ejecutando su primer encargo: la construcción del proyecto inmobiliario multifamiliar "Gran San Felipe" en el distrito de Jesús María, que consta de 20

departamentos y 25 estacionamientos. En el mes de Enero del 2012, se inició el proyecto inmobiliario "Santa Cruz", edificio de 27 departamentos y 23 estacionamientos. El mismo año en el mes de mayo el proyecto inmobiliario multifamiliar "Malecón Villar", el cual consta de 47 departamentos y 28 estacionamientos. Todos estos proyectos se iniciaron y se ejecutaron sin contar con un plan de control de costos y tiempos, sino más bien con métodos tradicionales, donde el residente se encarga de todo; quedando la ejecución en manos de la capacidad, experiencia y buena fe de los residentes, que tienen toda la buena voluntad de hacer bien las cosas, pero que no están direccionados en una política de gestión integral, ocurriendo que cada obra aplicó en forma aislada una política de gestión de acuerdo a experiencias anteriores.

En razón del crecimiento de la actividad y ante la falta de una metodología de control, se decide implantar una política de gestión de obra en la etapa de estructuras, aplicando la filosofía del Lean Construction y la herramienta Look Ahead, como inicio de cambio para buscar ahorros en tiempo y costos de las futuras obras a realizar, por lo que en este trabajo de investigación se registran los alcances y las metas alcanzadas.

1.4. Resultados esperados.

Somos conscientes de que las decisiones adoptadas para implementar un nuevo sistema dentro del funcionamiento de una organización, tendrán resultados que bien pueden ser positivos, medianamente positivos o incluso negativos, dependiendo de cuál sea la expectativa en la obtención de los mismos, en

función de la mejora de la producción, la optimización del costo final de la obra y el cumplimiento del plazo contractual.

Lo que se espera con la aplicación de la herramienta Look ahead es mejorar la productividad y por lo tanto incrementar los márgenes del proyecto. Hasta el momento solo se considera que al aplicar este sistema de gestión solo se obtendrá cambios de mejora en el producto final, pero sabemos por experiencia que para obtener este producto final, existen una serie de procesos que deben mejorar y componen el flujo que sirven para la obtención del producto final. Otro resultado que se espera obtener es reconocer y separar los conceptos de que no solo la mejora de los procesos constructivos benefician al sistema, sino muy por el contrario, que los procesos constructivos son parte de los flujos y que la optimización de los mismos, como sucede en todos los sistemas de industriales de producción, existen conversiones de flujos y para el análisis se considera que toda actividad consume costo y tiempo, y que solo estas actividades convertidas adicionan valor al material o insumo transformándolo en un producto.

Es conocido que la gestión tradicional de la gerencia está enmarcada principalmente en el control de los costos, tratando de ahorrar en minimizar el equipo de gestión de la obra, analizando con profundidad los costos unitarios y perdiendo de vista que estos procesos son solo una parte del sistema el cual se debe cuidar. Si bien este procedimiento de gestión logra ciertos buenos resultados a corto plazo, presenta un bajo componente técnico y profesional. Los sistemas que se sustentan en este tipo de gestión, van acompañados en casi todos los casos por sistemas de control que buscan ahorrar el dinero, negociando, centrando la labor de los gerentes en sistemas que se limitan a

controlar que se compre individualmente al más bajo precio posible, aun cuando esto implique que el costo total del conjunto sea mayor finalmente. Lo que la empresa pequeña no desea, es basar la gestión en obtener ahorro en la ejecución del proyecto, en la compra de materiales y servicios de subcontratos, siendo esta técnica de control de costos de la gestión tradicional, muy sencilla y que no se requiere mayor ciencia o preparación para negociar precios en las compras, razón por la cual es utilizada en la mayor parte de las empresas, por lo que no se tiene una ventaja competitiva real, lo que demuestra con bastante claridad, que la negociación de precios presenta logros bastante limitados; por lo tanto esta aplicación es una buena práctica y solo eso.

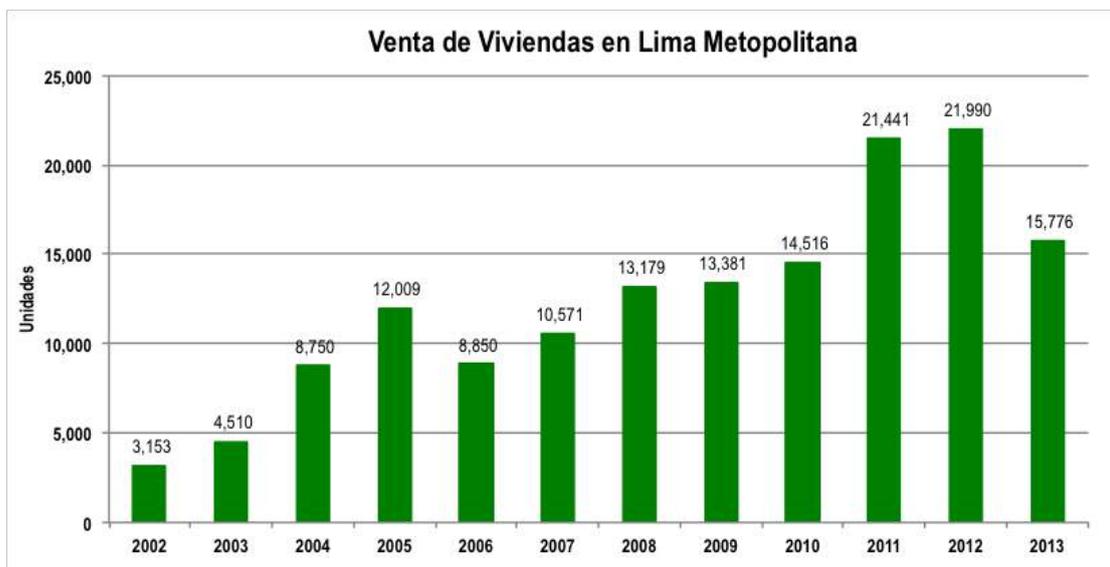
CAPITULO II. PROBLEMATIZACIÓN

2.1. Introducción - Marco Económico Inmobiliario en Lima Metropolitana.

En la actualidad, el incremento de los precios en los terrenos está afectando seriamente a los proyectos que se ven obligados a vender a precios altos, cuando el mercado está presionando a un estancamiento de precios.

Para iniciar la construcción de un edificio o proyecto inmobiliario es necesario hacer la primera inversión al menos seis meses antes de comprar el terreno, desarrollar los planos y solicitar la licencia de construcción; adicionalmente los plazos de obra van de 12 a 24 meses. Es por ello que lo que suceda este 2015, estará basado en las inversiones que ya se dieron en años anteriores. En ilustración 1 podemos ver tendencia de venta de viviendas desde el año 2002 hasta el año 2013.

Ilustración 1: Cuadro estadístico Anual de Venta de Viviendas en Lima Metropolitana



FUENTE CAPECO

Hasta el 2002, la venta de viviendas en Lima y Callao apenas llegaba a las 3,000 viviendas al año y crecieron hasta 22,000 en el 2012. Esto representa un crecimiento acumulado promedio de 19% durante 10 años. Este saludable desarrollo del mercado de viviendas se dio principalmente por dos conocidas variables: Los factores de oferta y demanda, y el financiamiento hipotecario. En la medida que haya demanda efectiva (familias que necesitan y pueden pagar una vivienda), y financiamiento hipotecario (de largo plazo) disponible, las ventas de inmuebles aumentarán.

Hasta el año 2000 acceder a un crédito hipotecario era muy exclusivo, ya que en ese entonces el 70% de la economía de las personas era informal por lo que el crédito hipotecario era un producto disponible sólo para unos cuantos. En la medida que no existía un financiamiento hipotecario masivo, la construcción de viviendas se desarrollaba muy lentamente. Por lo que el Estado peruano impulso programas que alentaron el endeudamiento para compras de viviendas y departamentos con bonos sociales y bajos interese lo que impulso la demanda por créditos hipotecarios.

A finales de los años noventa se creó el Fondo Mivivienda, con el objetivo de que la población pudiera acceder masivamente a una vivienda propia. Si bien demoró en funcionar de manera eficiente, demostró cómo la vivienda propia era una receta políticamente potente y económicamente multiplicadora.

Durante los primeros años del nuevo siglo, el crecimiento económico del país fue sólido y más familias que necesitaban una vivienda propia ahora podían pagarla.

Muy relacionado a este crecimiento, el sistema bancario creció. Una vez más sólido y globalizado, empezó a ver con mucho interés no sólo la conveniencia de las hipotecas a largo plazo, sino también el enorme potencial hipotecario de los sectores medios, hasta esos momentos desatendidos

Por lo que desde el año 2002 la venta de viviendas tuvo un crecimiento constante hasta el 2012, en esta década el “boom inmobiliario” estuvo en su máximo apogeo, donde se conjugo el optimismo, la confianza y el crecimiento, con lo cual se logró captar la atención de todo tipo de inversionistas, nacionales y extranjeros.

Y no solo las ventas de viviendas y departamentos fueron los que crecieron en oportunidades de negocio; también las oficinas comerciales fueron uno de los destinos de la actividad edificadora con mayor demanda en Lima Metropolitana y en el 2011, según la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO). San Isidro alcanzó los 150,798 m² en el 2011 para oferta, arrendamiento y uso propio; le sigue Santiago de Surco con 54,601 m² y luego Miraflores, con 54,086 m². Y también otros distritos como San Borja y Magdalena presentaron mayor protagonismo en el mercado de oficinas en Lima.

Pero es a partir del año 2012, que este crecimiento decayó y en el año 2013, por primera vez en 10 años se tuvo una cifra de ventas de viviendas menor a la anterior. Por lo que, como profesionales directamente involucrados e interesados en el sector, cabe hacernos la pregunta, de ¿cuál será el escenario de construcciones inmobiliarias de aquí a unos años? y si lo que ya se inicio es y estamos viviendo es la famosa “burbuja inmobiliaria” que tanto afecto a países desarrollados como España y Estados Unidos.

Y la respuesta concreta es que aquí aún no se da una “burbuja inmobiliaria”, y una de las evidencias es el hecho que en el último año, pese a la desaceleración en las ventas de viviendas, los precios no han bajado, y tampoco se espera a que baje, porque la demanda por viviendas continúa y sigue siendo muy alta.

Si el déficit de vivienda en el Perú sigue cercano a los dos millones de viviendas, y cada año se construyen menos de 50,000 viviendas, ni siquiera “**le estamos haciendo cosquillas**” al déficit. Lo que se construye ni siquiera cubre el aumento de demanda por el bono demográfico, por lo que esta es una buena noticia, no hay la temida “burbuja inmobiliaria” y por el contrario todavía queda una gran oportunidad por delante.

2.2. Productividad en el Sector de la Construcción Inmobiliaria.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), ha establecido que la productividad se determina mediante la siguiente formula:

Productividad=Producción/Insumos

Para el enfoque Lean, la Productividad tiene el mismo significado, ya que se define como el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción.

Por lo que, productividad debería ser, para una organización, agregar valor a los recursos que consume.

En el Perú, y siendo más concreto en el departamento de Lima, que es donde se presenta el mayor auge en proyectos inmobiliarios, se realizó un estudio de la productividad en algunos proyectos inmobiliarios, para dos tesis de la PUCP, con la supervisión del Ingeniero Virgilio Ghio en el año 2000 antes del auge inmobiliario, cuyas conclusiones fueron:

- “El trabajo productivo en obras de construcción en Lima es de solo del orden del 28%. Este valor está muy por debajo de los estándares internacionales y de los valores óptimos que se obtienen al aplicar sistemas consistentes de aumento de la productividad”.
- “Ninguna obra en Lima supera la barrera del 38% de TP”.

- “En promedio, el 27% de tiempo del trabajo de los obreros de construcción se dedica a transportes y viajes. Es decir, gastamos lo mismo en labores netamente productivas que en desplazarnos en la obra”.
- “Individualmente se gasta más en tiempo en trabajos no contributivos (36%) y contributivos (36%) que en labores productivas.
- En Lima el tamaño de la obra no guarda relación con los niveles productivos de las obras”.
- “En Lima el tipo de empresa no guarda relación con los niveles productivos de las obras que manejan”.

Es por estas conclusiones, que se dieron hace casi 15 años, que creemos firmemente que todavía existe mucho por hacer en el área de la gestión de proyectos, específicamente en el tema de la productividad, porque en todo este tiempo se ha logrado subir solo 12 puntos, ya que en estos momentos la productividad de la construcción en el Perú, según fuente de CAPECO está en 40%, índice que está por encima del índice de producción del año 2000, pero que aún está muy por debajo del vecino país de Chile, que tiene un índice de productividad en el sector construcción por encima del 50% y con razón, porque se utiliza el sistema Lean mucho más que nosotros.

Si con estos índices de productividad estamos trabajando nuestros proyectos inmobiliarios y sentimos que estamos bien y estamos ganando, es fácil imaginar que si mejoramos nuestros sistemas de gestión de la productividad, si aseguramos que nuestros flujos no paren, hacemos nuestros flujos más eficientes y hacemos procesos más eficientes, los índices de productividad subirán y por consiguiente se tendrá mayores márgenes de utilidad y oportunidades de trabajo y desarrollo.

CAPITULO III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Dar a conocer que mediante la nueva herramienta de control Look Ahead, se puede llegar a tener mejores resultados en tiempo y costos de los que se logra, con el sistema tradicional.

3.2. Objetivos Específicos

Demostrar que es posible realizar la programación de obra en pequeños proyectos aplicando la teoría de la Construcción Sin Perdidas (Lean Construction), en cuanto a planificación y su control para lograr resultados más satisfactorios.

Demostrar que para dirigir un proyecto pequeño es posible la incorporación del uso de estas herramientas de gestión, ya que con su puesta en práctica se logra resultados de costo / beneficio muy alentadoras.

CAPITULO IV. MARCO TEÓRICO – Situación de Construcción en Lima Perú.

4.1. Introducción.

Actualmente con el auge de la industria de la construcción, se vienen construyendo una gran cantidad de edificios pequeños y medianos dentro del casco consolidado de la ciudad, y con mayor énfasis en el distrito de Miraflores, zona escogida por la empresa donde trabajo, para construir proyectos de viviendas multifamiliares, y zona también escogida por una gran cantidad de empresas que ven en este distrito aun, un buen mercado de implementación de este tipo de negocios; razón por la cual ya han empezado a escasear los terrenos de grandes dimensiones, quedando terrenos restringidos, más pequeños, en otros distritos de Lima, lo cual nos obliga a sacar el máximo provecho de los diferentes proyectos inmobiliarios a iniciar, dejando un escaso margen de error, tanto en los costos y tiempos programados.

Creemos que la más grande oportunidad de mejorar la productividad de una obra, no se dan durante la etapa de construcción, sino más bien estas oportunidades se dan mucho antes, en la etapa de diseño, en la etapa de planificación y más importante aún en las etapas de anteproyecto y factibilidad. En este trabajo nos enfocaremos a planificar y programar en la etapa pre construcción, 30 días antes de iniciar trabajos en el campo.

4.2. Actual Proceso de Planificación y Control

Antes de hablar acerca del modelo tradicional de planificación utilizado en la construcción hay que aclarar una pregunta básica:

¿Qué es la planificación?

Hay varias definiciones de lo que es planificación; pero que en su globalidad apuntan a lo mismo. Por ejemplo, según la American Management Association, la planificación consiste en “*determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué*”. Según esta definición vemos que la planificación abarca muchos aspectos y sería bueno desglosarlos para establecer de mejor manera los objetivos y las partes de la planificación.

Para explicar el proceso de planificación nos basaremos en el texto “Gerencia de Construcción y del Tiempo-Costo” del ingeniero Walter Rodriguez Castillejo. Según esta publicación, la planificación “*se basa en la visión y valores de la organización. Es de largo plazo (3-10 años) y está enfocado a la eficacia de la empresa. Un trabajo es eficaz si logra el propósito trazado. Se trata de estrategias que deben aplicarse a todas las obras de una empresa. Es desarrollado por la Alta Dirección y es ajena a la propia obra*”.

Una definición clara sobre la teoría del negocio es propuesta por Peter F. Drucker (1909-2005), padre de la Administración Moderna, escribió el libro titulado “Los desafíos para la Gerencia del siglo XXI, donde se señala textualmente:

“Toda organización opera basada en una teoría del Negocio, es decir, en un conjunto de suposiciones respecto de lo que es su negocio, lo que son sus objetivos, como define sus resultados, quienes son sus clientes, que es lo que los clientes valoran o pagan. La estrategia convierte esta Teoría del Negocio en desempeño. Su propósito es facultar a una organización para alcanzar los

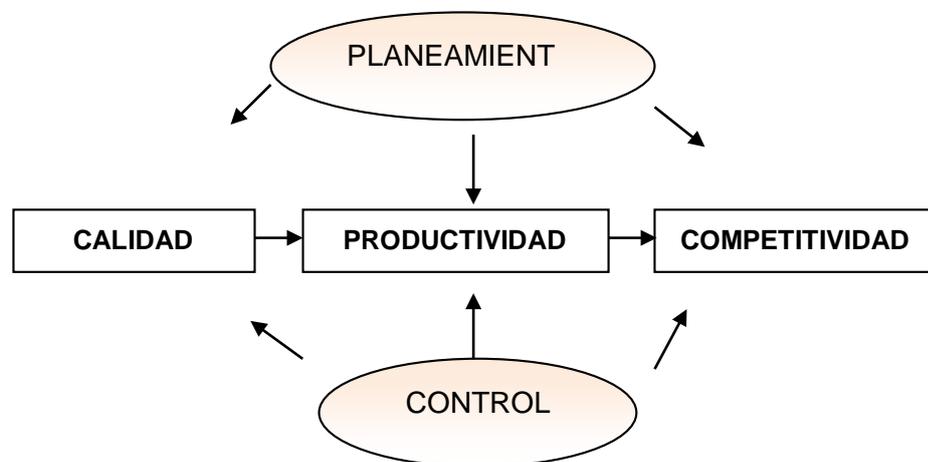
resultados que desea dentro de un medio imprevisible, porque la estrategia permite que la organización sea oportunista con propósito”

La estrategia también es lo que pone a prueba la Teoría del Negocio. Si la estrategia no produce los resultados previstos, ello suele ser el primer indicio serio de lo que es necesario replantear la Teoría del Negocio en desempeño. Los éxitos imprevistos también suelen ser las primeras indicaciones de que es necesario replantear dicha teoría. De hecho solamente se puede determinar que es una “oportunidad” si hay una estrategia. De lo contrario, no hay manera de saber qué es lo que realmente impulsa a la organización hacia los resultados que desea ni que constituye desviación y fraccionamiento de sus recursos”.

También podemos decir que: “El planeamiento es la piedra angular del éxito empresarial manifestada en su alta calidad, productividad, competitividad y el Control es el elixir que lo sustenta”.

En la ilustración 2, podemos apreciar la interrelación de los conceptos mencionados.

Ilustración 2: Flujo de Proceso de Planeamiento de un Proyecto de Producción.



FUENTE E. DEMING

El proceso del planeamiento, es una primera subdivisión del proyecto y busca determinar los alcances de éste. Aquí se busca conocer en la forma más precisa posible las condiciones generales en las cuales se va a desarrollar la construcción de la obra para establecer en forma clara las metas y las directrices que orientarán nuestra planificación (estudio). Luego hay que establecer con la mayor precisión posible una subdivisión de la obra en actividades e hitos para poder establecer un plan de trabajo (análisis). Finalmente, hay que determinar las relaciones existentes entre las actividades para poder establecer relaciones de orden estricto entre ellas (ordenamiento).

La programación, es una etapa en la que se planea cada componente de la Gerencia de Construcción como la Logística, Recursos humanos, Calidad, tiempo, costos, riesgos, la seguridad, el medio ambiente, la comunicación, las finanzas, negociaciones y controversias para finalmente integrarlos formando un sistema (conjunto de procesos interrelacionados que persiguen un fin determinado)

Finalmente, en la **etapa de control**, se debe realizar un seguimiento de la ejecución del proyecto de modo de contar en forma oportuna con información sobre lo que realmente está pasando en el proyecto. Esto nos sirve para comparar los datos obtenidos con la programación general y se toman las acciones para corregir las diferencias que se hayan producido. Esto puede darnos un diagnóstico de lo que puede ser el futuro de nuestro proceso de construcción. Las decisiones correctivas que se tomen modificarán necesariamente el programa, lo que generará un proceso de actualización que dará como resultado el programa vigente.

Todas las etapas antes mencionadas son importantes y del grado de detalle con que serialice cada una dependerá el futuro de nuestro proyecto. Según mi parecer y sin desconocer la importancia de todas y cada una de las etapas de la planificación, la etapa de control es particularmente importante ya que es la oportunidad que tenemos para tomar acciones correctivas, pues no hay que olvidar que la planificación que se realiza inicialmente y que genera el diagrama de barras sólo plasma las intenciones de lo que queremos hacer y no lo que efectivamente haremos. Por esto realizar un seguimiento de lo que pasa en terreno, contrastarlo con lo que se tenía planificado y tomar acciones correctivas acertadas basándonos en hechos ciertos observados, puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un proyecto.

4.3. Modelo Tradicional de Planificación.

Los problemas de la construcción son bien conocidos. La productividad lograda en la construcción es muy inferior a aquella que comúnmente se puede obtener en la industria manufacturera. Podemos decir que un proyecto de construcción es como un gran hogar que hay que organizar y es muy difícil hacerlo sin un adecuado método de planificación. Este aspecto está fallando en la construcción y si a esto se suma la alta presión de trabajo, obtenemos profesionales trabajando en función de lo inmediato.

Varias soluciones han sido propuestas para aliviar estos inconvenientes, en estos momentos ya se pueden ver algunos cambios, pero aún no son suficientes y los cambios siguen en proceso y vías de mejora.

En base a las observaciones de obras llevadas en las diferentes empresas donde he laborado, podemos determinar las siguientes características de este modelo tradicional de planificación y de las condiciones especiales con las que cuenta:

- La planificación en general se basa en la experiencia del administrador y es una tarea particularmente difícil en este rubro, ya que debe ser hecha bajo condiciones inciertas y sin la cantidad de información necesaria.
- El traspaso de información comúnmente se realiza en forma verbal y abarca aspectos de corto plazo, descuidando el largo plazo.
- El proceso de control se focaliza en actividades, despreocupándose de las unidades productivas. Hay ocasiones en que el origen de los problemas generados en una actividad proviene de las cuadrillas y si no se realiza un control al desempeño de ellas, difícilmente se tomarán acciones correctivas adecuadas y a tiempo.
- El hacer una planificación muy detallada a largo plazo es innecesario en este sector debido a la gran incertidumbre existente. Esta característica es inherente a la construcción, por lo que deberemos evitar perder el tiempo planificando con un gran grado de detalle pues inevitablemente habrá que reprogramar.

Además hay que hacer notar la poca preocupación que se tiene por la capacitación de los trabajadores. Es un factor que afecta a la planificación ya que si una actividad queda mal realizada por errores constructivos, se debe rehacer. Se gasta más dinero, más tiempo y se provoca un atraso en las actividades siguientes. Se podría evitar estos trabajos rehechos invirtiendo en la capacitación del trabajador, lo cual traería también como beneficio una mejora en la calidad de la ejecución del proyecto. Sin embargo, esto no se hace porque

se considera una pérdida de tiempo y dinero, no vislumbrándose los múltiples beneficios que esto podría traer.

Hay que agregar también que existe poco interés en agregar nuevas técnicas de planificación. En general se piensa que con la experiencia basta y los profesionales no mantienen actualizados sus conocimientos. Es difícil, por no decir imposible, hacer que un profesional con experiencia en construcción cambie su forma de trabajar y esta es una barrera al tratar de mejorarlos sistemas de planificación existentes. Debemos destacar que esta dificultad no sólo se observa en el rubro de la construcción, ya que el ser humano por esencia es reacio a aceptar los cambios.

4.4. Modelo Tradicional y Modelo “Lean”

Realizamos una breve descripción de los 2 modelos, materia de estudio:

El enfoque del Modelo Tradicional está basado en el proceso de conversión o transformación (de actividades) y no en el flujo o en el proceso de generación del valor, ya que según el enfoque tradicional, el control del proyecto consiste en el monitoreo del progreso hacia los objetivos que son definidos al inicio del mismo. Tampoco se hace mención de estructurar el trabajo como un flujo o de definir las actividades de manera tal que puedan facilitar la ejecución del trabajo. Por tanto, por lo que concierne al Modelo Tradicional, la pregunta es: ¿Quién maneja la producción y cómo? El concepto del control del proyecto es muy diferente del concepto del Control de la Producción.

El Control de la Producción, concibe la producción como un flujo de materiales e información entre especialistas que cooperan, para generar valor para el cliente (internos o externos), por lo que el fin del Control del Proyecto

es detectar las variaciones al objetivo planeado, para que así se puedan tomar acciones correctivas.

En el Control del Proyecto tradicional, los objetos del control son el tiempo y los recursos. El objetivo del control del tiempo es el avance, no la productividad. Avance y productividad vienen formalmente relacionados por la teoría del Valor Ganado.

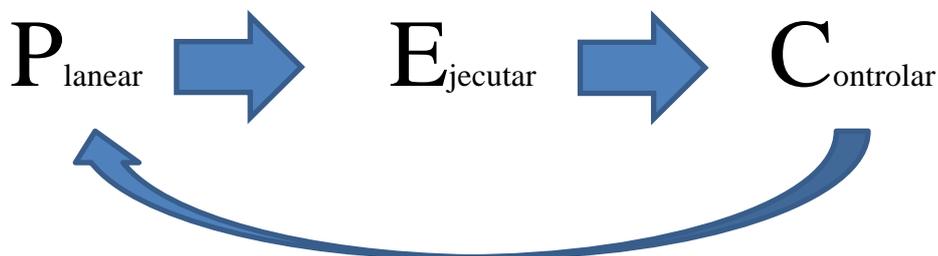
Por lo expuesto, pasamos a describir los dos modelos de gestión:

a) Descripción de Modelo de Gestión Tradicional.

Conocido como Project Management Institute (PMI), recopila en el PMBOK las mejores prácticas de la Gestión Tradicional de Proyectos. Para ellos los proyectos se descomponen en dos clases de procesos: Ilustración N° 3.

- Procesos de Administración de Proyectos (Inicio, Planificación, Ejecución, Control y Cierre).
- Procesos Orientados al Producto (especificación y creación del producto).

Ilustración 3: Flujo de Procesos de Gestión Tradicional.



Sistema Reactivo

FUENTE IDEAR CONSULTORES

Para asegurar que los proyectos cumplan sus objetivos, la Gestión de Proyectos Tradicional se orienta a realizar un CONTROL exhaustivo, para ello desarrolla planes o cronogramas con un gran nivel de detalle para lograr que dichos planes se cumplan; este sistema realiza un mayor control de cada actividad del plan. El desgaste al realizar planes que se des actualizarán muy rápido, o que serán muy poco probables de cumplir son muy altos. Esto se da por la poca confiabilidad de las dependencias de las actividades predecesoras.

Por lo tanto se generan planes con los siguientes problemas:

- No se involucran al ejecutor.
- Se asume que las tareas se van a dar una a continuación de otra.
- Se asume que los recursos deberán estar listos oportunamente.
- Se asume que la gente “ya sabe” lo que tiene que hacer.
- No hay mecanismos formales de coordinación.
- No se reconoce ni se ataca la variabilidad.
- Se enfoca en la eficiencia de las partes antes que en la del todo.
- Como los planes no se cumplen, los cronogramas quedan rápidamente obsoletos y no se actualizan.
- El control, por lo tanto, carece de base.
- Sin planes ni controles, terminamos literalmente haciendo lo que se puede.

Principales características y conclusiones del modelo Tradicional.

El enfoque del Modelo Tradicional está basado en el proceso de conversión o transformación (de actividades) y no en el flujo o en el proceso de generación del valor, ya que según el enfoque tradicional, el control del proyecto consiste

en el monitoreo del progreso hacia los objetivos que son definidos al inicio del mismo. Tampoco se hace mención de estructurar el trabajo como un flujo o de definir las actividades de manera tal que puedan facilitar la ejecución del trabajo. Por tanto, por lo que concierne al Modelo Tradicional, la pregunta es: ¿Quién maneja la producción y cómo? El concepto del control del proyecto es muy diferente al del concepto del Control de la Producción.

El Control de la Producción, concibe la producción como un flujo de materiales e información entre especialistas que cooperan, para generar valor para el cliente (internos o externos), por lo que el fin del Control del Proyecto es detectar las variaciones al objetivo planeado, para que así se puedan tomar acciones correctivas, lo que es muy diferente del concepto del Control de la producción.

En el Control del Proyecto tradicional, los objetos del control son el tiempo y los recursos.

El objetivo del control del tiempo es el avance, no la productividad. Avance y productividad vienen formalmente relacionados por la teoría del Valor Ganado.

Otro instrumento utilizado en el Control del Proyecto tradicional es la Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT), el objetivo de la EDT es dividir el trabajo del proyecto en partes de manera tal que pueda ser monitoreado y controlado. También en este caso, no se hace mención del proceso de producción.

Todas estas técnicas utilizadas en el Control del Proyecto tradicional quieren evidenciar las eventuales variaciones que se pueden presentar durante la ejecución de un proyecto en relación a lo programado y presupuestado, por lo

que una vez aprendido a determinar las variaciones, todos los expertos en este campo nos invitan a tomar las acciones correctivas para solucionar los problemas.

-¿Pero cuáles han sido las causas que han determinado el problema?

-El Control del Proyecto tradicional no suministra ninguna indicación.

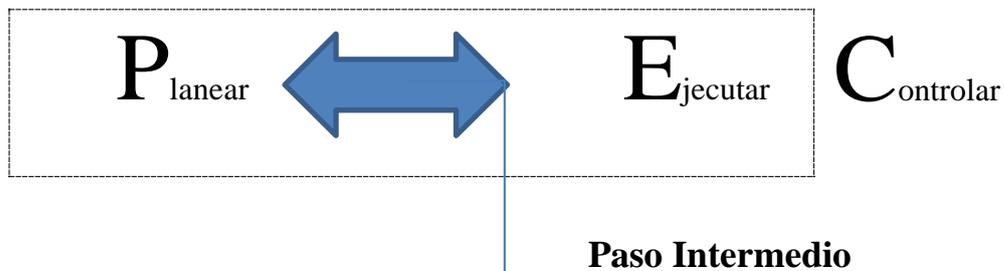
El Project Management necesita evolucionar. El resultado de la evolución es la

Lean Construction.

b) Nueva propuesta de Gestión.

Esta nueva tendencia de gestión propone detallar las tareas conforme se acerque la fecha de ejecución con el fin de aumentar la confiabilidad y el cumplimiento de los plazos. Ver Ilustración N° 4.

Ilustración 4: Flujo de Nuevo enfoque de Planeamiento.



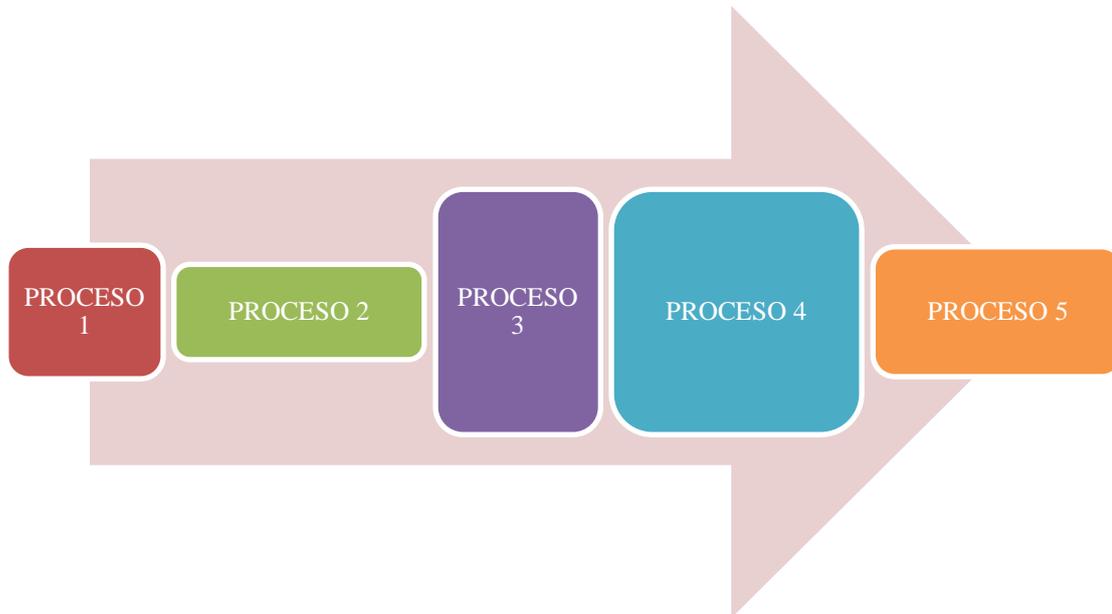
Asegurar: Planeado=Ejecutado
Mitigar el Impacto de la Variabilidad

FUENTE IDEAR CONSULTORES

Pasos para lograr objetivos de un proyecto según Nueva Propuesta de Gestión:

Ilustraciones N° 5, 6 y 7

Ilustración 5: Primer Paso: Asegurar que los flujos no paren.



MANEJO DE LA VARIABILIDAD. USO DE LAST PLANNER

- Analizar bien lo evidente.

El Director de Proyecto debe escoger su equipo de Planificación, el cual debe contar con las características que estén enfocadas en el desarrollo de la nueva estrategia de gestión. Es importante reconocer las capacidades del equipo, como el TALENTO del personal, conocimiento técnico y experiencias similares; que tengan un ENFOQUE CLARO, de los Objetivos del Planeamiento, así como el CONOCIMIENTO de los procesos de gestión.

Se debe contar buena comunicación entre el equipo del Proyecto.

Se debe contar con el conocimiento de Principios de Física de Producción.

Se debe involucrar a los ejecutores

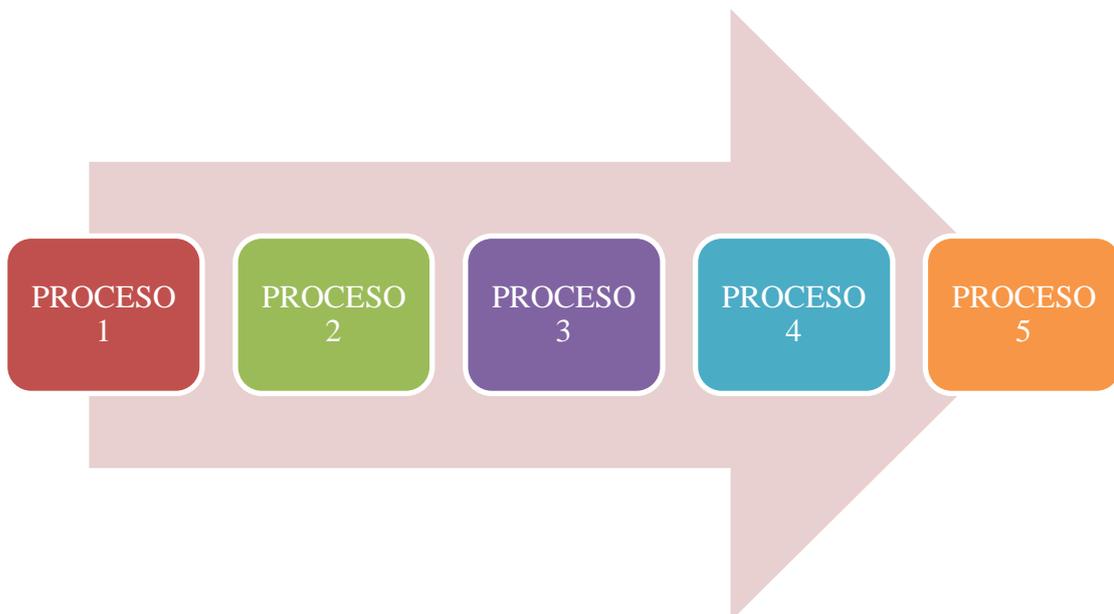
Contar con la información de los diseñadores, subcontratistas, proveedores críticos, etc.

Incluir planes de contingencia.

Reconocer los tipos de Recursos, que son:

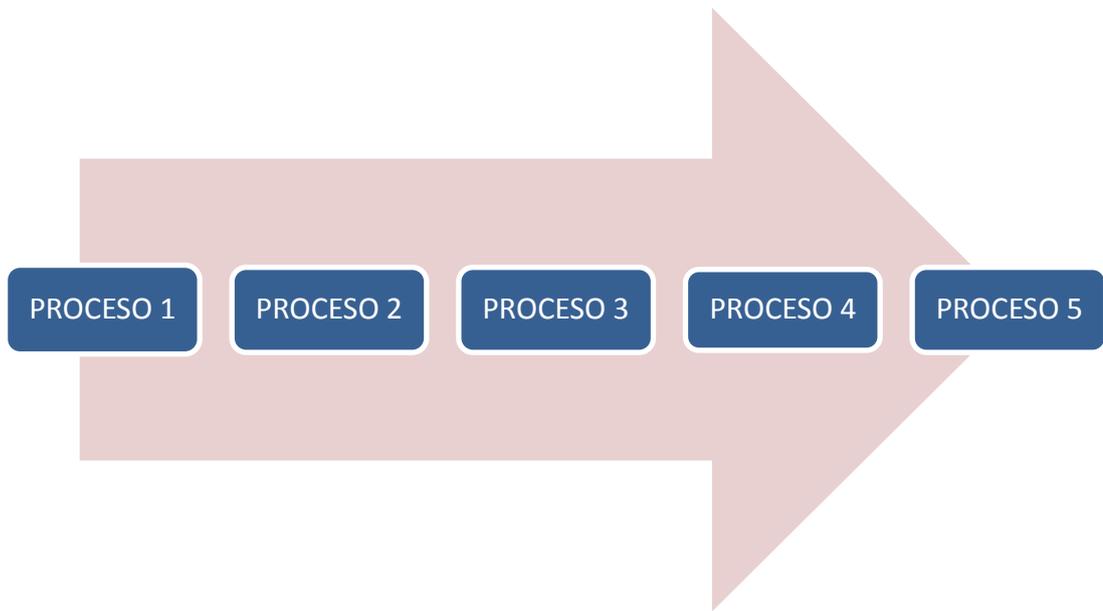
- Recursos Críticos
- Recursos Estándares (Programables)
- Recursos de Alta Rotación.
- **Establecer estrategias especiales para combatir los factores externos.**
- **Tener todos los requisitos listos antes de empezar las tareas.**

Ilustración 6: Segundo Paso: Hacer los flujos eficientes.



USO DE PRINCIPIOS DE FÍSICA DE PRODUCCIÓN.
TREN DE ACTIVIDADES

Ilustración 7: Tercer Paso: Hacer los procesos eficientes.



**CARTAS BALANCES.
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES.**

Entonces, tanto la productividad como la producción deben ser controladas en forma adecuada para que podamos obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado para poder tomar acciones correctivas a tiempo; pero no hay que descuidar la productividad ya que podríamos estar utilizando los recursos de manera inapropiada, pudiendo alcanzar el mismo progreso, en el mismo tiempo y con menos recursos involucrados. Ese gasto de recursos innecesarios no se debe a la utilización de mala tecnología, sino que ocurre porque no se está prestando atención a aquellas actividades presentes en nuestra cadena productiva que no están agregando valor. No se debe buscar sólo hacer los subprocesos más eficientes a través de cambios tecnológicos, sino que el proceso en su conjunto debe hacerse más efectivo.

Se debe identificar la cadena productiva donde hay actividades de flujo (transporte, esperas, inspecciones) y actividades de conversión (transformaciones). El concepto de progreso se relaciona con los procesos de conversión y el concepto de productividad se asocia tanto al proceso de conversión y de flujo, y ahí radica la principal diferencia que presenta el método de planificación tradicional con los principios Lean.

Si queremos realizar una comparación de los principios Lean y las características tradicionales de la construcción debemos llevar los términos a un mismo nivel. Los principios Lean tienen su origen en la industria manufacturera, que tiene características de producción repetitiva. Entonces surge la pregunta ¿podemos comparar dos mercados que poseen tantas diferencias a primera vista? La construcción también posee carácter repetitivo, aunque en mucho menor grado. Además, la planificación tradicional tiene muchas de las características que presenta el modelo de producción tradicional, por lo que podemos realizar comparaciones entre ambos tipos de producción.

El modelo tradicional de producción se focaliza en el control del costo de las actividades con el objetivo de detectar y corregir las ineficiencias del sistema. La manera en que se disminuyen los costos asociados a las falencias detectadas es mediante la implementación de nueva tecnología. Este método es impuesto por la gerencia de la empresa y es responsabilidad del departamento de calidad. Como ya se dijo en párrafos anteriores, la producción es vista como un conjunto de conversiones y considera que todas las actividades agregan valor al producto. Por otro lado, la producción basada en los principios Lean Production se focaliza no sólo en el control, sino que también en la gestión y asesoramiento dirigido hacia la mejora del costo, tiempo y valor de los flujos

con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema. La manera de mejorar es disminuyendo las actividades de flujo y aumentando la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología. Este método no es impuesto por nadie, sino que se aplica por el convencimiento y la participación voluntaria del equipo, por lo que la responsabilidad recae sobre todos los miembros de la empresa. Además, la producción es vista como un conjunto de conversiones y flujos, asumiendo que hay actividades que agregan valor al producto y otras que no.

Tabla 1: Comparativo de Modelo Tradicional y Modelo Lean Construction.

	MODELO TRADICIONAL	LEAN CONSTRUCTION
OBJETO	Afecta a productos y servicios	Afecta a productos y servicios
ALCANCE	Actividades de Control	Gestión, asesoramiento y control
MODO DE APLICACIÓN	Impuestas por la dirección	Por convencimiento y participación
METODOLOGÍA	Detectar y corregir	Prevenir
RESPONSABILIDAD	Del departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
CLIENTES	Ajenos a la empresa.	Externos e Internos
CONCEPTO DE LA PRODUCCIÓN	Consiste actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor al producto o que no.
CONTROL	Costo de las Actividades	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos
MEJORAMIENTO	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la Eficiencia del proceso con mejoras continuas.

FUENTE PROPIA

4.5. Comentarios.

En esencia, la principal diferencia entre ambos métodos es algo vital en la industria de la construcción: la consideración de actividades que no agregan valor. Si miramos un día típico en la construcción, podremos ver que del total del tiempo en teoría trabajado hay un gran porcentaje de él que se ocupa en actividades que no contribuyen a terminar la tarea encomendada. Este aspecto es mucho más influyente que en el sector manufacturero, porque en construcción el factor humano es mucho mayor y, lamentablemente, los trabajadores son muy buenos para “evadir” el trabajo.

Entonces, este aspecto de la filosofía Lean a mi parecer es lo que mejor se puede aprovechar aplicándolo al sector constructivo.

Un punto que casi pasa inadvertido es el cliente hacia el cual esta metodología está orientada. En el modelo del Lean Production no sólo se considera como cliente al destinatario final del trabajo, sino que introduce al cliente interno. En una cadena productiva el trabajo que hace un grupo sirve de base para el trabajo que realizará el grupo que le sigue, entonces, el grupo que le sigue es también un cliente que requiere un trabajo de calidad en el momento adecuado. Con esto no trataremos de optimizar el sistema completo para cumplir los requerimientos del cliente final, sino que dividiremos el sistema en sub-sistemas y los optimizaremos para satisfacer al cliente interno y por ende, al cliente final. Es mucho más eficiente optimizar un sistema por partes que todo de una vez.

Otro aspecto importante es el compromiso que requiere la filosofía Lean por parte de todos los integrantes del grupo de trabajo. Toda la gente trabaja mejor en la medida que esté consciente que pertenece a un equipo y que todos

trabajan por la misma causa. Las tareas impuestas no funcionan en ninguna parte, porque el efecto psicológico de hacer algo que otra persona decide juega muy en contra. La gente se tiene que sentir considerada dentro del grupo.

En la medida que todos estén más comprometidos con sacar adelante el proyecto, las cosas funcionarán mucho mejor, el proceso será más transparente y el grado de compromiso dará una mayor fiabilidad a los flujos de trabajo.

Todo esto es muy importante y no es considerado en el modelo tradicional.

La prevención es otro concepto que desarrollan los principios Lean, ya que siempre será mejor prevenir que lamentar como dice el dicho. En construcción los costos de hacer una tarea mal no son sólo monetarios, sino que también se utilizan recursos de mano de obra y tiempo en rehacer la tarea. También podemos prevenir atrasos debido a falta de materiales, herramientas o dudas de diseño. Para esto sólo basta adelantarse a los hechos ampliando el horizonte y no sólo enfocándonos en lo que haré mañana o pasado mañana. En general esto no se hace en las obras, ya que la presión en obra es tanta que los profesionales a cargo no tienen tiempo de mirar tan a futuro. En general viven el día a día solucionando los problemas que aparecen cotidianamente.

El sistema “Último Planificador” captura esta idea e intenta aplicarla en la construcción, lo cual veremos más en profundidad en el capítulo 5.

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN

“ÚLTIMO PLANIFICADOR”

5.1. Introducción

En el Perú, se aplica la filosofía de gestión de producción de obras Lean Construction desde 1998, con la que se busca maximizar el valor del cliente, minimizando todo tipo de desperdicios que puedan tener los sistemas constructivos. Por lo que resumiendo este concepto diríamos que “el Lean Construction es maximizar al cliente minimizando desperdicios”.

Para las empresas constructoras es importante adoptar esta filosofía porque permite alinear a todos los involucrados en un mismo objetivo, tanto al cliente como a los contratistas y proveedores, es decir a todos los componentes del flujo que hacen propicia la ejecución de las obras, manteniéndolos bajo el objetivo común de aumentar la productividad de los proyectos de obras civiles como de infraestructura, viales, inmobiliarios, educativos, comerciales, industriales, saneamiento, etc.

El fin del uso de esta filosofía y sus herramientas de gestión de producción es centrarnos en dar valor al cliente, minimizando los desperdicios y agregar valor, para así lograr eficiencia primero y luego llegar a la excelencia, haciendo las cosas bien desde antes de comenzar la obra.

En la actualidad, con la alza de los costos de los áreas de terrenos en los que se desarrollan las obras inmobiliarias, las exigencias municipales y de instituciones públicas (Ministerio de Trabajo, Sedapal, Edelnor, Luz del Sur, etc.), encareciendo y obstaculizando el emprendimiento de nuevos proyectos, las empresas constructoras medianas y pequeñas debemos esforzarnos por ser más competitivas, tener procesos más eficientes, para así obtener productos de calidad

que prolonguen y refuercen la actividad de las empresas inmobiliarias. A medida del gran crecimiento de las ofertas de proyectos inmobiliarios, solo quedarán las empresas que estén a la vanguardia del uso de las herramientas de gestión que les aseguren una vida útil lucrativa y productiva.

Se podría pensar que la aplicación del Lean Construction estaría disponible para obtener buenos resultados solo en empresas de gran magnitud, que manejan obras de grandes dimensiones con presupuestos altos y porcentajes de gastos generales también altos que puedan cubrir todos los puestos de trabajo entre ingenieros y técnicos que se necesitan para planificar y controlar y asegurar los resultados esperados; por tal razón se realiza este trabajo de investigación para determinar qué tan factible es desarrollarlo en un proyecto pequeño.

5.2. Lean Construction

El Lean °Lexicon define Lean production o producción ajustada como un sistema de negocio, desarrollado inicialmente por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial, para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y las relaciones con clientes y proveedores, que requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos según los deseos precisos del cliente, comparado con el sistema previo de producción en masa.

El uso del término Lean obedece al hecho de que este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de espacio en la fabricación, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, requiere mantener mucho menos de la mitad del

inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos.

Resultados esperados con la aplicación de la Nueva Tendencia de Gestión en el Proyecto:

META PRINCIPAL, Producir el Producto.

META EXTERNA, Maximizar el Valor del Producto.

META INTERNA, Minimizar el desperdicio.

^oLean Lexicon es un glosario que combina definiciones y dibujos para explicar los términos y conceptos de la filosofía Lean. Compilado por el Lean Enterprise Institute y editado por Chet Marchwinskiy John Shook.

11 PRINCIPIOS DEL LEAN CONSTRUCTION

1. Reducir la parte de actividades que no añaden valor.
2. Incrementar el valor del output a través de una consideración sistemáticas de los requerimientos del cliente.
3. Reducir la variabilidad.
4. Reducir los ciclos de producción.
5. Simplificar, minimizando el número de paso, partes y enlaces.
6. Incrementar la flexibilidad de output.
7. Incrementar la flexibilidad del proceso.
8. Focalizar el control en el proceso total.
9. Hacer que la mejora continua sea parte del proceso.
10. Balancear la mejora del flujo con la mejora de la conversión.
11. Compararse con el mejor (Benchmarking)

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DEL LEAN CONSTRUCTION

Antes de entrar en el desarrollo de la herramienta de planificación deberemos conocer algunas definiciones de la industria de la construcción que es manejada con una visión de transformación:

PRODUCCIÓN.- Proceso de transformación.

PRODUCTIVIDAD.- Es la relación de lo producido entre los recursos utilizados.

RENDIMIENTO.- Es la cantidad producida por unidad de tiempo. (Velocidad de avance).

TIPOS DE TRABAJO

Trabajo Productivo, Aporta directamente a la producción, ejemplo: vaciado de concreto.

Trabajo Contributorio, Son acciones necesarias para poder realizar el trabajo productivo, ejemplo: transporte del concreto.

Trabajo No Contributorio, Acciones realizadas que no son necesarias, ejemplo: Esperas, viajes innecesarios.

VARIABILIDAD.- Constituye la principal fuente de desperdicio en la industria de la construcción. Los sobrecostos ocasionados por la variabilidad se traducen en una pobre productividad, debido a la baja utilización de recursos, baja producción y trabajo en condiciones no óptimas. Entonces, para minimizar el desperdicio se debe controlar la variabilidad.

La variabilidad no es otra cosa que, la ocurrencia de eventos distintos a los previstos tanto por efectos internos y/o externos al sistema. Esta incertidumbre está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad y velocidad de los mismos. Es una realidad en la vida del Proyecto, sabemos que pueden ocurrir, pero no sabemos con exactitud cuándo. No considerarla en la planificación hace que se incremente significativamente y su impacto sea mayor en el sistema de producción.

ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LA VARIABILIDAD

Conocidos cuales son las principales causas de incumplimiento de las metas de los proyectos de construcción, para implementar el sistema de planificación se utilizaran los siguientes criterios:

- Manejo de la variabilidad
- Reducción de Impacto de variabilidad
- Uso de Buffers
- Sectorizar el proyecto en pequeños lotes.
- Entender mejor los procesos.
- Reducir dependencias entre procesos y actividades
- Reorganización de procesos
- Estandarizar uso de procedimientos constructivos.

5.3. Sistema Último Planificador.

El sistema del Último Planificador es una herramienta para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos y por ende, asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación dentro de la filosofía “Lean Construction”.

El Último Planificador es un sistema de control de producción en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, contratistas, entre otros actores. Con el fin de lograr compromisos en la planificación.

El concepto de planificación no debe ser entendido simplemente como la utilización de un programa computacional para organizar las actividades del proyecto. La planificación debe determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué. En este sentido, y con el fin de implementar un sistema de planificación que incorpore los puntos antes mencionados (por lo general ampliamente aceptados, pero pocas veces implementados), Glenn Ballard¹, propone el sistema del Ultimo

Planificador, basado en los principios del Lean Construction, que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Este incremento de la confiabilidad se realiza tomando acciones principalmente en dos niveles: planificación intermedia (Planificación Look ahead) y planificación semanal.

La orientación de la planificación utilizada en Lean Construction así como las técnicas de control empleadas, reducen las pérdidas principales a través de mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo. El punto de partida es incrementar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo a nivel de la producción misma. Un flujo de trabajo predecible, en cualquier punto de la producción hará posible que se reduzca la variación de los requerimientos de recursos, así disminuir el rediseño de las operaciones siguientes. Las técnicas propuestas basadas en los principios de Lean Construction han sido probadas tanto en diseño como en construcción, en proyectos pequeños y grandes, fast track y secuenciales, así como en el trabajo de subcontratistas especializados.

De acuerdo con Glen Ballard¹ y Gred Howell² (1994), en los esquemas convencionales de manejo de obra en construcción, se invierte mucho tiempo y dinero en generar presupuestos y planificaciones de obra. El esfuerzo de planificación inicial se convierte durante la ejecución de la construcción en un esfuerzo de control. Todo funcionaría bien si viviésemos en un mundo perfecto.

¹ Glen Ballard, cofundador y director de Investigación del Lean Construction Institute (LCI).

² Gred Howell, orador y educador con amplia experiencia en la enseñanza académica para el LCI,

La planificación se suele desviar de los planes originales prácticamente el primer día de la obra, causando una reacción en cadena que genera la necesidad de re-planificar gran parte del proyecto. Al ir reduciendo las holguras dentro de la planificación general, se va generando una presión mayor por terminar más rápido. Esto hace que las cosas se pongan, por lo general, aún peor. Los costos de mano de obra y equipo suben radicalmente. En estos casos se usa una gran cantidad de recursos, a una eficiencia muy baja, para lograr terminar la obra en los plazos establecidos.

Como respuesta a la costumbre de planificar y controlar los proyectos de forma global, se han desarrollado una serie de metodologías para resolver el problema de la falta de confiabilidad de las planificaciones en forma diferente. En principio, el enfoque para resolver el problema, es la planificación de horizontes de tiempo más cortos, y por tanto más predecibles, más confiables.

Para explicar con mayor propiedad el desarrollo del nuevo sistema debemos responder y analizar la siguiente pregunta: ¿Quién es el último planificador?

El Último Planificador es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción. El Último Planificador típicamente es responsable de la capacidad de las unidades de producción, de sus rendimientos y de la calidad de sus productos. El Último Planificador en la etapa de diseño puede ser el diseñador líder, en la etapa general de construcción puede ser el ingeniero residente del proyecto, y en una construcción específica puede ser el ingeniero de campo o el capataz a cargo.

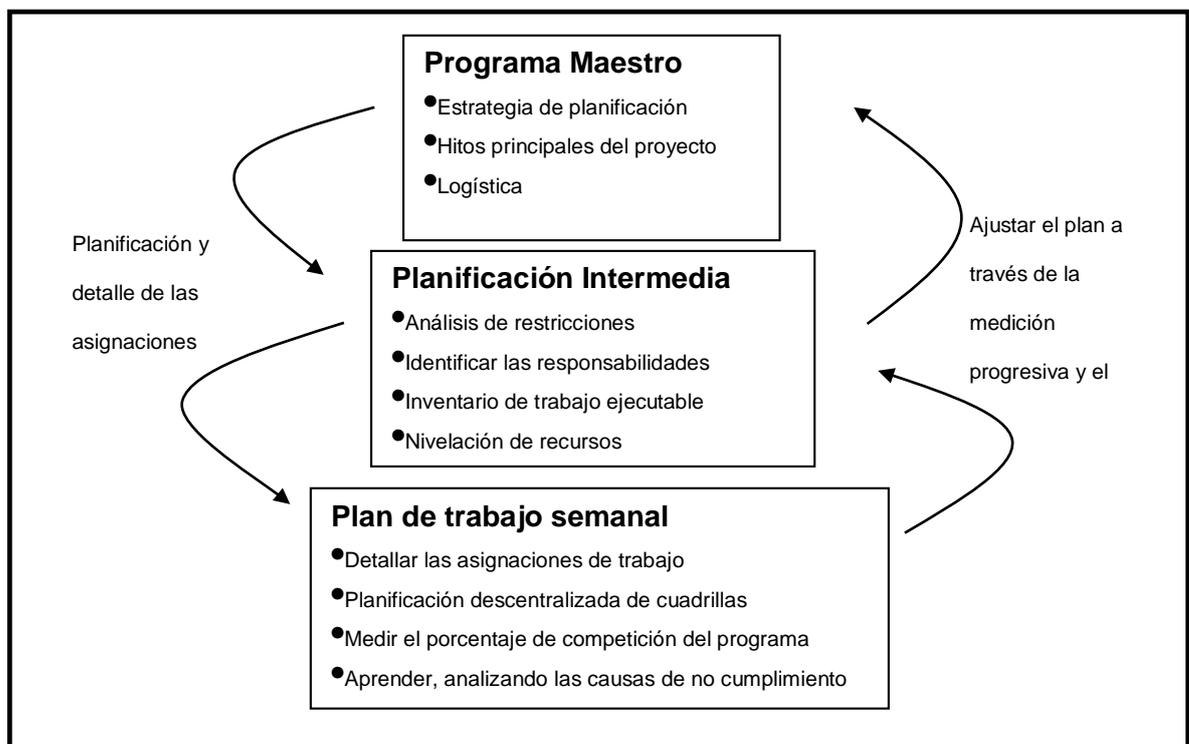
El último planificador es la segunda etapa de programación del proyecto Lean Construction. En esta etapa se realizara la planificación de las actividades que se

van a ejecutar en los diferentes procesos constructivos y con tal fin se tiene se tiene los siguientes tipos de planificación:

- Planificación a largo plazo (Plan Maestro)
- Planificación a mediano plazo (Plan Intermedio – Look Ahead)
- Planificación a corto plazo (Plan semanal).

En la Ilustración N° 8 podemos apreciar el detalle de cada uno de estos tipos de Planificación.

Ilustración 8: Flujo Sistema Ultimo Planificador.



FUENTE: LCI

5.3.1. Programa Maestro.

Este es el nivel inicial en el cual se tiene una planificación de carácter táctico, con relación a la etapa de producción. En este subproceso se definen aspectos claves de la obra, como su fecha de inicio y fecha de culminación, al igual que partes

importantes de la misma como son, excavaciones masivas, sistema de estabilidad para cimentaciones, las cimentaciones propiamente dichas, estructuras de sótanos, pisos típicos, albañilería, revoques, acabados secos, pintura, etc. Cabe mencionar que este tipo de planificación es desarrollada directamente por la empresa (Oficina técnica de Constructora), ya que el ingeniero Lean Construction gestiona únicamente planificación a mediano y corto plazo.

5.3.2. Planificación Intermedia. Uso del Look Ahead.

Corresponde al segundo nivel de jerarquía en la planificación, siguiendo a la planificación inicial de la cual se deriva el plan maestro y antecede a la planificación de compromiso que genera el plan de trabajo.

La planificación intermedia abarca intervalos de tres, cuatro o seis semanas en el futuro, que está basado en las características del proyecto, la confianza en el sistema de planeamiento y los tiempos a disposición para adquirir información, materiales, mano de obra y equipo y en relación con la fecha de planificación por que la incertidumbre sobre lo que vendrá después deja sin sentido un detalle mayor. En esta etapa de planificación, las actividades se exploran más detalladamente, lo cual permite al planificador determinar las sub-áreas necesarias para realizar la actividad a considerar; son los llamados requisitos de trabajo.

El proceso de planificación Look ahead es el segundo nivel en la jerarquía del sistema de planificación. Resalta las actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.

El Look ahead puede compararse a una ventana abierta en el Programación Maestra, con una visión al futuro cercano del desarrollo del proyecto. Antes de abrir la ventana, la Programación Maestra debe ser disgregada en un nivel de

detalle apropiado para representar las asignaciones en un formato semanal. Esto hará que cada actividad produzca múltiples asignaciones.

Sucesivamente, cada asignación viene sujeta a un Análisis de Restricciones para determinar lo que hay que hacer, de manera que esté lista para la ejecución. La regla general es incluir en la ventana Look ahead sólo aquellas actividades que puedan estar listas para ser completadas según el programa. Las asignaciones potenciales entran en la ventana de X semanas antes de la ejecución programada y se desplazan hacia adelante una semana por cada semana transcurrida.

Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo. Luego, para poder cumplir las funciones de la planificación Look ahead, existen determinados procesos específicos. A continuación se explicarán cada uno de los procesos específicos que permiten desarrollar una adecuada planificación Look ahead.

5.3.2.1. Definición del intervalo de tiempo de la Planificación Look Ahead

Recordemos que el número de semanas sobre el cual se extiende la Planificación Intermedia es escogido de acuerdo a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos. Estos períodos de respuesta deben ser identificados durante la

planificación inicial para cada actividad incluida en el programa maestro. Empresas nacionales que están implementando estos nuevos procesos de planificación, han sistematizados sus procesos de planificación Look ahead a intervalos de cuatro semanas para poder comparar de una mejor forma sus resultados.

5.3.2.2. Definición de las actividades de la Planificación Look Ahead.

Para preparar la Planificación Look ahead explotaremos las actividades del programa maestro que estén contenidas dentro del intervalo definido, siempre y cuando el nivel de detalle de programación inicial sea bajo. Lo anterior es de vital importancia, ya que obtendremos en la PL un nivel de detalle que nos permitirá clarificar de mejor forma las restricciones que nos impiden realizar una determinada tarea.

Lo que obtendremos en la planificación Look ahead es un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse. Una restricción es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción involucra requisitos previos o recursos.

Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la Planificación Look ahead, se procede a realizar el análisis de las restricciones.

5.3.2.3. Análisis de Restricciones.

Una vez que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis de restricciones. Veremos en la Ilustración 9, una simple construcción de un análisis de restricciones para el proceso Look ahead, las que pueden ser de compatibilidad de planos, consultas a proyectistas, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos y además una categoría ampliable para otras restricciones. Las cuales podrían incluir permisos municipales, inspecciones, cambios al alcance, etc., el trabajo previamente necesario (datos, evaluaciones, modelos, plantillas), y recursos técnicos para la ejecución.

Después de realizar el cuadro de Análisis de Restricciones, existen dos procesos claves para poder liberar las mismas, que son:

- a) Revisión de las restricciones y
- b) Preparación de las restricciones.

Pasamos a describirlas.

a) Revisión de las Restricciones.

Consiste en determinar el estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. El concepto de “Revisión” es la primera oportunidad que se presenta en el sistema para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento de ejecutarlas, no podrían realizarse por tener restricciones que lo impiden.

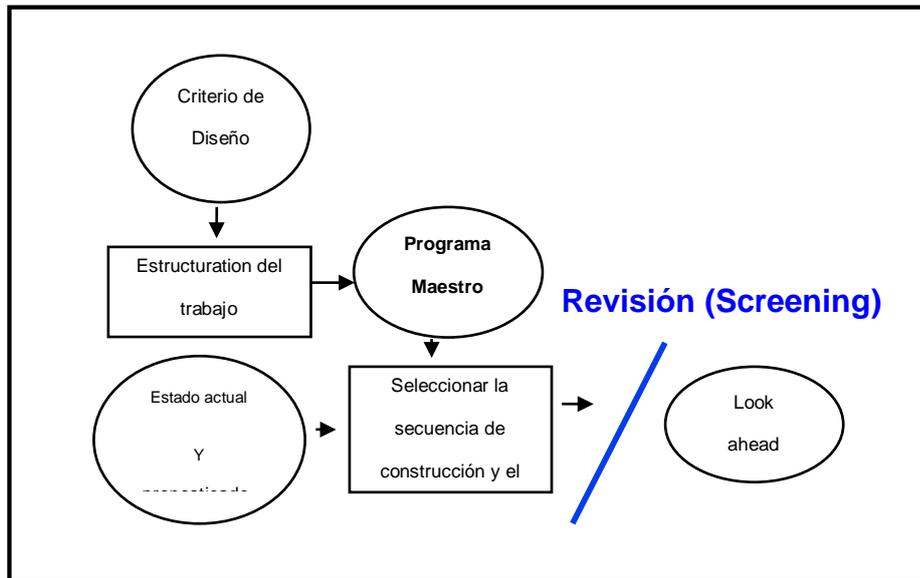
Ilustración 9: Lista de Análisis de Restricciones.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES / RECURSOS						
NOMBRE DE PROYECTO			AREA / DPTO	EDIFICACIONES		FECHA:
PLAZA LA DALMACIA						Lunes 23 de Enero de 2012
CODIGO DEL PROYECTO			PROPIETARIO	UBICACION		
15			GERENCIA Y CONSTRUCCION EDIFICA SAC	CALLE ALJOVIN 630,640 Y 650		
Cantidad	Und.	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION						
1	GLB	Seguros De Subcontratista	23-Ene-12	Solicitar a SUPERMAQ	23-Ene-12	Heriberto Crisanto
1	GLB	Cerrar El Contrato (Coordinar con Aizel)	20-Ene-12	Hacerle seguimiento al cierre con Aizel	20-Ene-12	Ing. Julio Obando
EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO						
1	GLB	Coordinar con SUPERMAQ	23-Ene-12	Flota de 5 camiones	23-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
EXCAVACION MASIVA 3ER ANILLO						
1	GLB	Coordinar con SUPERMAQ ingreso	30-Ene-12	Minimo flota de 8 camiones	01-Feb-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
EXCAVACION MASIVA 4TO ANILLO						
1	GLB	Coordinar con SUPERMAQ ingreso	10-Feb-12	Minimo flota de 8 camiones	13-Feb-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)						
1	GLB	Seguros de Subcontratistas	24-Ene-12	Solicitarlo	26-Ene-12	Heriberto Crisanto
PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA						
1	GLB	Llegada de Equipos PTP a obra (Perforadora, Compresora y Inyectora)	23-Ene-12	Coordinar con Juan PTP	27-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Seguros De Subcontratista (Febrero)	30-Ene-12	Solicitarlo	30-Ene-12	Heriberto Crisanto
1	GLB	Llegada de Grupo Electrogeno	26-Ene-12		26-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Coordinar Combustible de Grupo Electrogeno	25-Ene-12		26-Ene-12	Ing. Claudia Castro
INYECCION DE CONCRETO						
1	GLB	Verificar aumento de carga o equipo electrogeno (cables)	23-Ene-12	Coordinar con AyA	26-Ene-12	Heriberto Crisanto
EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA						
1	GLB	Coordinar sobre su combustible	23-Ene-12		23-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO						
1	GLB	Verificar Rendimientos para esta actividad	23-Ene-12	Actualizar Curvas de Productividad	23-Ene-12	Ing. Ibeth Ljarza
COLOCACION DE ACERO						
1	GLB	Cerrar contrato SC Mano de Obra Instalacion	23-Ene-12	Para enviar al ciclo de contratos	23-Ene-12	Ing. Julio Obando
1	GLB	Seguros de Subcontratistas	30-Ene-12	Solicitarlo	30-Ene-12	Heriberto Crisanto
1	GLB	Realizar Corte de Acero para los anillos restantes	27-Ene-12	Entregarselo al SC	27-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Llegada de Acero a Obra	23-Ene-12	verificar lo ya llegado a obra	23-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Realizar Proximos pedidos de acero	30-Ene-12		30-Ene-12	Ing. Claudia Castro
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO						
ENCOFRADO DE MURO						
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO						
VACIADO DE MURO						
1	GLB	Pedidos de concreto premezclado	27-Ene-12	(fc=210kg/cm2 a 3 dias) para 2 semanas	27-Ene-12	Ing. Claudia Castro
1	GLB	Pedidos de concreto premezclado Diario	23-Ene-12	(fc=210kg/cm2 a 3 dias)	27-Ene-12	Ing. Ibeth Ljarza
1	GLB	Realizar formato de desperdicio de concreto	19-Ene-12	Coordinar con HARSCO	20-Ene-12	Ing. Ibeth Ljarza
1	GLB	Verificar el rendimiento y pedido del aditivo expansivo	27-Ene-12		27-Ene-12	Ing. Claudia Castro
1	GLB	Verificar Vibradoras de concreto	27-Ene-12		27-Ene-12	Jean Carlos Mendoza
1	GLB	Realizar formato de desperdicio de concreto	23-Ene-12		23-Ene-12	Ing. Ines Castillo
DESENCOFRADO						
TENSADO DE ANCLAJES DE MUROS						
1	GLB	Coordinar llegada de equipo de tensado a obra	27-Feb-12	Coordinar con PTP	02-Feb-12	Ing. Ricardo Anyaipoma

FUENTE: REVISTA EL CONSTRUCTIVO

La ilustración 10, muestra que la labor del proceso de revisión es filtrar por última vez la información que deberá entrar en la Planificación Look Ahead.

Ilustración 10: Flujo de revisión previo al Look Ahead.



FUENTE: LCI

La revisión se hace primero cuando las actividades son consideradas para entrar a la planificación Look ahead, basados en la experiencia del planificador, de los distintos tiempos de respuesta del área logística para el abastecimiento y/o el levantamiento de cada una de las restricciones que son necesarios para visualizar una futura liberación. Esto se repite en cada ciclo de planificación, cuando el planificador actualiza la planificación Look Ahead y se adelanta para la próxima semana. Posteriormente vienen revisiones de las restricciones de las tareas que se encuentran dentro del intervalo de planificación intermedia, la cual tiene como objetivo determinar el estado en que se encuentran éstas.

b) Revisión de las Restricciones.

Este término se refiere a tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así estén dispuestas para comenzar en el momento fijado. El planificador puede remover las restricciones de una tarea para dejarla lista para ser asignada. Esta acción de preparación es un proceso que tiene 3 pasos:

Confirmar el “tiempo de respuesta”: el remover una restricción de una actividad comienza por determinar quién es el último involucrado en liberar la última restricción faltante de esa actividad y determinar cuál es el tiempo de respuesta más probable para comenzar la siguiente actividad. Este tiempo de respuesta debe ser más corto que la ventana Look ahead o la tarea no será admitida en este programa. Sin embargo, eventos imprevistos siempre pueden presentarse, por lo que las coordinaciones previas con los proveedores y subcontratistas es un elemento fundamental en el proceso de preparación. La confirmación de los tiempos de respuesta es parte del proceso de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación intermedia.

El segundo paso del proceso de preparación es conocido como el pedido de **reconfirmación** a los proveedores y subcontratistas la certeza sobre las necesidades para completar con prontitud la actividad que comienza.

Apresurar: Si el período de respuesta anticipado es demasiado largo, entonces puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlos.

La idea fundamental es liberar a la tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto estamos en condiciones de crear un listado de tareas que tiene alta probabilidad de ser cumplido, el inventario de trabajo ejecutable (**ITE**).

5.3.2.4. Inventario de trabajo ejecutable (ITE)

El inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas las tareas que poseen alta probabilidad de ejecutarse, es decir, está conformado por las tareas de la planificación Look ahead que tienen liberadas sus restricciones. De esta manera se crea un inventario de tareas que sabemos que pueden ser ejecutadas.

Dentro del Inventario de Trabajo Ejecutable puede existir el siguiente tipo de actividad:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador)

Si una actividad del Plan de Trabajo Semanal no es capaz de ser ejecutada o si se ejecutan algunas actividades antes de lo esperado, el inventario de Trabajos Ejecutables proveerá otras actividades, con lo que las cuadrillas de producción no quedarán ociosas, o lo que sería peor, no terminarán realizando tareas al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que más tarde generen trabajos más costosos o de mayor dificultad. Las actividades listas para ejecutar deben cumplir los mismos criterios de calidad que las asignaciones de la semana.

Luego de haber creado el inventario de trabajo ejecutable, estamos en condiciones de crear un Plan de Trabajo Semanal (PTS), que viene a ser el tren de actividades que no es más que seleccionar un conjunto de actividades del ITE que se realizarán en la semana siguiente.

5.3.3. Planificación Semanal

La planificación semanal del trabajo, es la planeación con un mayor nivel de detalle, antes de realizar un proceso o labor constructiva, que es ejecutada y llevada a cabo por el ingeniero de campo, ingeniero de producción, maestros de obra, capataces y/o personal operativo que supervisan directamente la ejecución del trabajo.

Este proceso consiste en definir las actividades y un programa de trabajo, antes de comenzar, de acuerdo a lo que debe hacerse. Las actividades se identifican, se calcula su duración y se organizan secuencialmente para servir de la mejor forma los objetivos del proyecto. Se asignan las cuadrillas para hacer lo que el programa dice que debe hacerse, los recursos se consideran disponibles cuando se necesiten.

5.3.3.1. Aplicación de Tren de Actividades

Una estrategia de ejecución aplicable principalmente en Proyectos en los que, la variabilidad es reducida y físicamente el trabajo es divisible en partes iguales, se llama Tren de Actividades, también conocida como Programación Rítmica.

Características:

- Es un sistema balanceado de producción constante, que al aplicarse optimiza la eficiencia del sistema y también ayuda a optimizar actividades repetitivas y secuenciales, tales como de estructuras de edificaciones (nuestro caso), montajes de LT, tendidos de tuberías, etc.
- Las actividades (procesos constructivos) son considerados como una estación de trabajo.

- Se busca que todas las estaciones estén balanceadas en capacidad y demanda, por lo que la cantidad de trabajo que se ejecuta en todas las estaciones es la misma.
- Todos los días se avanza lo mismo.
- Todos los procesos son cuello de botella, todas las actividades son ruta crítica.

Pasos a seguir para generar un Tren

- 1.- **Sectorizar** el área del trabajo. Que viene a ser la ubicación de áreas físicas que tengan cantidades equivalentes de trabajo de las diferentes actividades. Ver Ilustración N° 11.
- 2.- **Listar** actividades necesarias.
- 3.- **Secuenciar** las actividades (incluir colchones de tiempo de ser necesario).
- 4.- **Dimensionar** recursos.

Ventajas de la aplicación del Tren de Actividades

- Especialización y curva de aprendizaje.
- Avanzar la obra con un mínimo de trabajos rehechos.
- Facilidad de control.
- Mejor productividad.

Desventajas de la aplicación del Tren de Actividades.

- Como todas las actividades son críticas, el no cumplimiento de una genera inproductividad de todo el sistema y un posible incumplimiento del plazo.

Ripley: Sectorizar



FUENTE IDEAR CONSULTORES

5.3.3.2. Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)

Después de que el programa ha sido determinado y el trabajo está en progreso, se reúnen los recursos de los materiales y mano de obra, adhiriéndose estos al programa de la mejor forma posible.

Luego de este proceso de planificación se realizan las asignaciones de trabajo, que consiste en seleccionar lo que debe realizarse para completar el proyecto y decidir para un marco de tiempo lo que será cumplido efectivamente, reconociendo la raíz de las limitaciones de recursos.

De acuerdo a las asignaciones completadas, se establece criterios de evaluación denominado Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC), el cual es el número, de tareas realizadas en relación al número de tareas asignadas para una

semana dada. Este indicador se calcula con el fin de buscar viabilidad del sistema de planificación y tomar puntos de referencia para el mejoramiento de las actividades asignadas.

A continuación detallamos los criterios de evaluación del PAC³

- Un desempeño bueno está por encima del 80%
- Un desempeño regular esta entre 80% y 60%
- Un desempeño deficiente está por debajo del 60%

Esta planificación también reconoce el concepto de horizonte de las actividades. Esto significa que las cuadrillas encargadas, deben comprometerse a una asignación de tareas que ellos crean que pueden llegar a cumplir a cabalidad al plazo de una semana.

Este punto es importante para analizar el alcance que puedan llegar a generar dentro del proceso constructivo y la eficacia de su trabajo realizado.

La evolución del comportamiento del porcentaje de asignaciones completadas (PAC). En dicho formato se registran las actividades planificadas para los contratistas y se establece el cumplimiento o no de las mismas a partir del registro planificado semanal Look Ahead.

En caso no haber cumplido con algún tipo de actividad, se procede a analizar las causas del no cumplimiento de acuerdo a 10 tipos de criterios posibles: Proveedor, Herramientas y Equipos, falta de personal, mal tiempo, Prerrequisitos, Mal diseño, cambios en los diseños, mala planeación, olvidos y otros.

5.3.3.3. Reunión de Planificación Semanal.

³ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Construcción sin perdidas, análisis de procesos y filosofía Lean Construction, 2 Ed – Colombia Legis. 2006 78 p

La planificación del trabajo semanal se debe desarrollar preferentemente durante una reunión en la semana anterior. En esta reunión deben participar todos los involucrados relacionados con prerrequisitos, recursos compartidos, directrices u otras limitaciones potenciales. Los propósitos de la reunión son los siguientes:

- Revisar y aprender del PAC de la semana anterior.
- Analizar las causas de no cumplimiento.
- Tomar acciones para mitigar las causas de no cumplimiento.
- Realizar un paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto.
- Determinar las actividades que entran en la planificación Look ahead, analizando y responsabilizando las restricciones de cada tarea ingresada.
- Realizar un adecuado análisis de las restricciones (revisión y preparación).
- Determinar el ITE para la próxima semana.
- Formular el plan de trabajo para la semana siguiente.
- Determinar la preparación necesaria a desarrollar en la semana en curso.

Para cumplir los propósitos de la reunión existe información que debe llevar el coordinador del sistema de control y el último planificador, en nuestro caso en el caso de nuestra obra es el ingeniero de campo.

El último planificador debe llevar:

- Lleva a la reunión su PAC y causas de no cumplimiento, adicionalmente entrega una primera opinión de las causas de no cumplimiento.
- La información del estado del trabajo.
- Lista tentativa de las tareas para la próxima semana
- Una revisión del estado de restricciones de las tareas que se le asignaron dentro de la ventana Look ahead.

- Listado de las tareas que entrarán en el proceso Look ahead, además de la planificación Look ahead de la semana anterior.

El coordinador de planificación, que es el Ingeniero Residente, debe llevar:

- Lleva programa Maestro y la planificación Look ahead.
- Lleva una comparación entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto, con el objetivo de marcar claramente las directrices del funcionamiento de cada unidad productiva.
- Actualiza y lleva el ITE.

La reunión debe seguir una determinada estructura. Sólo de esta forma se asegurará que se cumplan los propósitos de la reunión. A continuación se señala una estructura que resume la secuencia básica a tratar en la reunión:

Estructura de la reunión

- Se parte analizando el PAC de la semana anterior, las causas de no cumplimiento, tomando acciones correctivas inmediatamente si es posible.
- Se analiza el cumplimiento de las tareas pendientes de la semana anterior.
- Se realiza el paralelo entre los objetivos alcanzados y los propuestos por el proyecto, aclarando las responsabilidades de todos los involucrados.
- Se analiza el análisis de restricciones para las tareas que entran en la semana siguiente.
- Se crea el ITE con las actividades que poseen todas sus restricciones liberadas, más las tareas remanentes de la semana anterior.

- Con la planificación Look ahead de la semana anterior y teniendo en cuenta el ITE preparado de la semana siguiente, cada último planificador entrega las tareas para la semana siguiente y se discute la que en definitiva se realizará, analizando secuencia, responsables, carga de trabajo (si son capaces de ejecutarlo) y si el trabajo seleccionado es adecuado.
- El coordinador se compromete a entregar al siguiente día el programa semanal a cada último planificador.
- Además se discute el estado de las otras actividades dentro de la planificación Look ahead en relación a sus restricciones (se discute con cada responsable), lo anterior con el objetivo de poder liberarlas en lo posible con dos semanas de anticipación o para dar soluciones que faciliten esta liberación.
- Luego, y teniendo presente las tareas que cada último planificador entrega como tentativas para ingresar a la planificación Look ahead, se verifican las que realmente entrarán a la planificación Look ahead contrastándolas con el programa Maestro.
- Posteriormente se asignan los responsables de liberar las restricciones de las nuevas tareas ingresadas a la planificación Look ahead.
- Teniendo la nueva planificación Look ahead, el coordinador la entregará a más tardar al día siguiente a cada último planificador.
- Por último se destaca el “compromiso” que asume cada “último planificador” haciendo referencia que es la instancia más importante de la reunión.

En cada reunión semanal debemos discutir abiertamente la planificación Look ahead, el inventario de trabajo ejecutable y la planificación semanal, sin

imponer órdenes por parte del coordinador, esto hará que los últimos planificadores se sientan partícipes dentro de la planificación de la obra.

5.3.3.4. Cronología de Reuniones.

La cronología de las reuniones deberá ser semana a semana y pasará a formar parte fundamental para la implementación del sistema. Es necesario que se deje establecido el día y hora de la reunión en la semana y respetar estos acuerdos como una forma de trabajo permanente.

CAPITULO VI. APLICACIÓN DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION

6.1. Introducción

El Lean Construction, viene siendo utilizado con gran auge, en países vecinos como Chile, Colombia, Brasil y México, que han alcanzado un gran nivel de desarrollo en su industria de la construcción.

Países como España, también han alcanzado altos porcentajes de productividad en su industria constructiva, aplicando esta herramienta, por lo que en el Perú, es necesario conocer y aplicar a profundidad esta herramienta que muy pronto nos pueden convertir en un país, con serias aspiraciones de alcanzar un desarrollo sostenible. Los ejemplos de estos países nos sirven para empezar a creer que podemos lograrlo.

6.2. Ejemplos Extranjeros

Lean Construction está ganando impulso a nivel global, sobre todo a partir de la crisis de 2008 en España. En cuanto a su difusión, dos organizaciones han sido pioneras y son en la actualidad dos referencias a nivel internacional: el International Group for Lean Construction (IGLC) y el Lean Construction Institute (LCI). Con respecto a la investigación, diversos centros en EE. UU., Chile, Brasil, Reino Unido y los llamados Países Nórdicos en Europa están jugando un papel muy activo. En estos países el interés por Lean Construction ha crecido rápidamente en los últimos años, especialmente en el caso de EE. UU., donde ha habido una clara implicación de diversas organizaciones empresariales y profesionales relacionados con la construcción, asociaciones de usuarios y consumidores y la propia administración pública. En España, parte del interés por

Lean Construction se agrupa en torno al Spanish Group for Lean Construction, que como grupo o red social vinculada a la Universidad Politécnica de Valencia ha organizado diversos eventos académicos y divulgativos, e informa en su página web sobre noticias relacionadas con el tema.

6.2.1. Proyectos en EEUU

Un informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EE. UU. (2012) y otro informe más reciente de McGraw Hill⁴ Construction (2013) sobre la aplicación e Lean Construction en proyectos de edificación revelan que en aquellas empresas que ya han utilizado prácticas Lean entre el 70% y el 85% han alcanzado un nivel alto o medio sobre una amplia variedad de beneficios, entre los que se incluyen como resumen los indicados en las tablas N° 2 y 3, que veremos a continuación:

Tabla 2: Informe Lean Construction en EEUU (2012).

Informe sobre el estado de <i>Lean</i> en la Construcción en EE. UU. (2012)	
-	Mejor cumplimiento del presupuesto Mayor calidad en la construcción.
-	Menor número de cambio de órdenes y pedidos.
-	Rendimiento más alto de entregas a tiempo.
-	Menor número de accidentes.
-	Menor número de demandas y reclamaciones.
-	Reducción de plazos de entrega.
-	Mayor grado de colaboración

FUENTE PONS ACHEL

⁴ McGraw Hill, Institucion Academica, que están ayudando a implementar la filosoffa Lean y Lean Construction en EE UU.

Tabla 3: Informe McGraw Hill sobre Lean Construction. EEUU (2013).

Informe de McGraw Hill Construction sobre aplicación de Lean Construction 2013)	
-	Mayor calidad en la construcción.
-	Mayor satisfacción del cliente.
-	Mayor productividad.
-	Mejora de la seguridad.
-	Reducción de plazos de entrega.
-	Mayor beneficio y reducción de costes.
-	Mejor gestión del riesgo.

FUENTE PONS ACHEL

Según el informe de McGraw Hill Construction, algunos casos de estudio también revelan beneficios específicos de la implantación de Lean Construction:

- Un estudio del flujo de valor de la empresa Rosendin Electric, costó 2.000 \$ pero ahorró a la empresa 50.000 \$ en coste de personal.
- Una coordinación activa de la empresa Boldt Construction en la instalación de paredes cabeceras prefabricadas en un Hospital redujo el número de horas/hombre por elemento instalado en más de dos tercios, de 24 a 7.

6.2.2. Proyectos en España⁵.

En el 2013, la Fundación Escuela de Organización Industrial (EOI) realizó un estudio sobre la situación de Lean Manufacturing en España. (Ilustración N° 12)

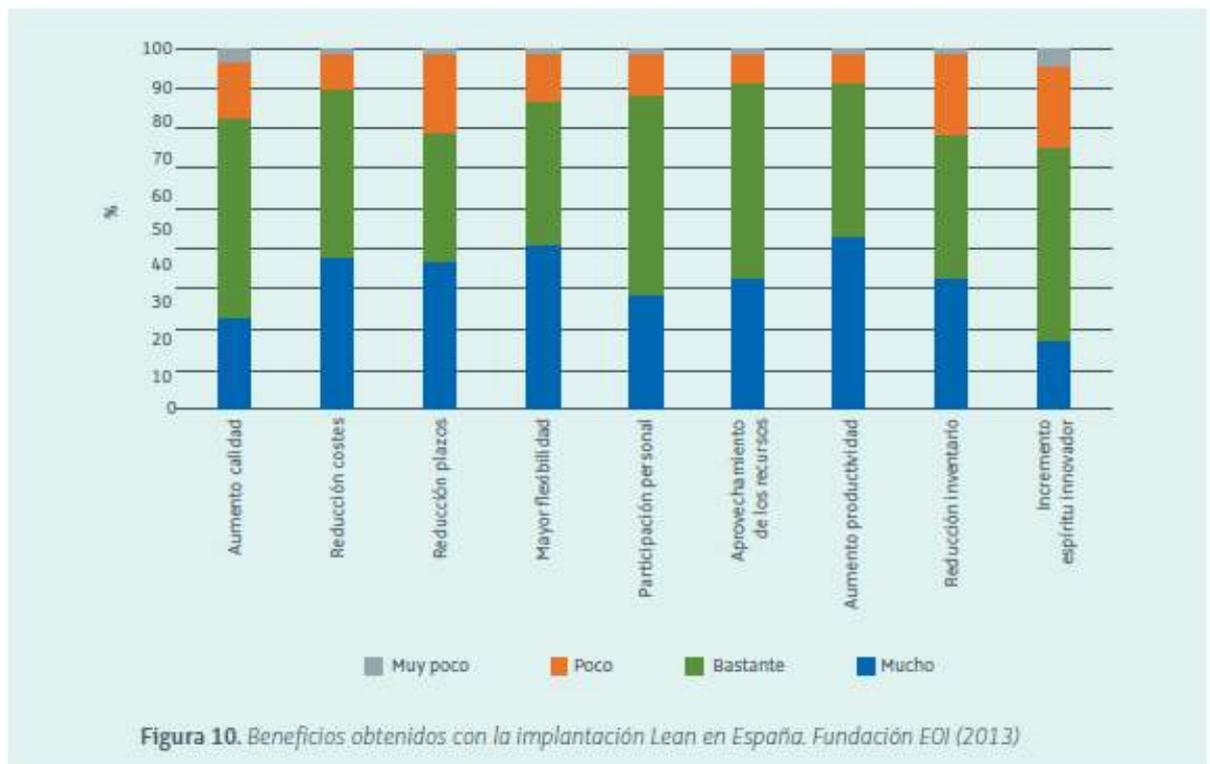
Para dicho estudio se hicieron encuestas a profesionales y directivos de empresas

⁵ PONS ACHEL, Juan Felipe. Introducción al Lean Construction. © Fundación Laboral de la Construcción, C/ Rivas, 25 - 28052 Madrid

pertenecientes a 17 sectores, incluidos la construcción, siendo los más representativos, el sector del automóvil, alimentación y bebidas, el metal-mecánico y el farmacéutico.

El estudio de la Fundación EOI confirma el hecho de que la implantación del sistema Lean proporciona numerosas mejoras y beneficios en un amplio número de aspectos de la empresa y al mismo tiempo pone de manifiesto la utilidad de Lean como apuesta clave para la competitividad de las empresas. Según este estudio, alrededor del 90% de las empresas consultadas valoraron las mejoras obtenidas relativas a reducción de costes, mayor flexibilidad, participación del personal, aprovechamiento de los recursos y aumento de la productividad, como principales beneficios de la implantación Lean.

Ilustración 12: **Beneficios obtenidos con uso Lean en España (2013).**



FUENTE PONS ACHEL

Por otro lado, entre aquellas empresas que todavía no han implantado Lean, el porcentaje que afirma que estas técnicas no se implantarán es muy reducido. Además, es significativo que casi el 80% de los encuestados que no están usando las técnicas Lean afirman que algún día se incorporarán a la empresa en la que trabajan o que incluso ya están evaluando su implantación.

CAPITULO VII. APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION Y SISTEMA ULTIMO PLANIFICADOR EN PROYECTOS INMOBILIARIOS MEDIANOS.

De acuerdo a lo descrito en la Introducción, y apoyándose en la Metodología Lean Construction y Sistema Ultimo Planificador se propone una orientación y recomendaciones generales para ayudar a llevar de la teoría a la práctica todo lo estudiado, en un Proyecto Multifamiliar mediano REAL, cualquiera de los que se vienen ejecutando en la actualidad en el país, que podrían tener como características los siguientes parámetros:

- Área de Terreno: alrededor de 1000 m².
- Área construida: alrededor de 6600.00 m²
- Nro. de Pisos: 07 + Azotea.
- Nro. de Sótanos: 02 + 01 semisótano.
- Nro. de departamentos...
- Nro. de estacionamientos...

Al método tradicional lo avalan miles de proyectos realizados durante muchas décadas y, si bien la propuesta de Gestión (“Lean”), ya no es tan nueva, su aplicación no se ha dado masivamente en el sector de la construcción, en constructoras medianas y pequeñas.

Para la filosofía de gestión Lean Contruction, los proyectos de construcción se definen como sistemas temporales de producción, los cuales son estructurados de tal manera que den un máximo valor al producto final, minimizando los “desperdicios” durante su producción, que para nuestro caso vendría a ser la ejecución de proyectos medianos de vivienda edificios multifamiliares.

7.1. Introducción a Implementación de Último Planificador.

A continuación se propone un resumen de las pautas y secuencia de uso de las herramientas que componen este sistema de mejoramiento de la productividad, el cual puede servir de base de orientación para desarrollar cualquier proyecto inmobiliario mediano de departamentos, con un enfoque de aplicación real, tratando de que su explicación sea lo más sencilla posible, ya que una de sus premisas es que todos los integrantes del equipo de dirección de la obra, tengan conocimiento de la misma y por consiguiente su aplicación en las obras se haga con la mayor profundidad posible..

Esta aplicación del sistema está basado en los conceptos teóricos y uso práctico de las herramientas propuestas originalmente por el Lean Construction, así como la experiencia práctica en la aplicación de estos conceptos por parte del equipo técnico en obras similares y también por la asistencia a las diversas conferencias y capacitaciones que sobre el sistema imparte el Lean Construction Institute Perú.

Para lograr la uniformidad de criterio en los equipos de dirección y así el compromiso de todos sus integrantes es importante conocer los principios en los que se basa el sistema, ya que por experiencia propia se puede afirmar que nadie se compromete con algo que no conoce y con algo que no siente como propio, por lo que se pasa primero a describir los Principios del Lean Construction, principios que todo el equipo de obra debe conocer:

a) Identificar y Agregar Valor al cliente.

El valor debe ser orientado hacia el cliente directo y el cliente final, y en nuestro caso puntual de los proyectos inmobiliarios de viviendas, el cliente directo es la inmobiliaria y el cliente final será el usuario, que viene a ser el comprador de la unidad inmobiliaria.

Para plasmar en la realidad este concepto de añadir valor lo debemos realizar en la etapa de generación del presupuesto.

b) Mayor Entendimiento de la Producción.

Debemos entender y conocer el Flujo de producción de los proyectos, entendiendo que las pérdidas por la paralización y/o Flujos deficientes son mayores que las pérdidas por procesos. Así mismo, que el Flujo es la interacción entre el Área de Producción y las Áreas de Soporte, y que el principal agente negativo del correcto funcionamiento y eficiencia del Flujo, es la Variabilidad.

c) Actitud Colaborativa y Transparencia.

Entender que la colaboración entre los miembros del proyecto maximiza la iteración positiva y que, de una conversación iterativa surge el planeamiento.

Al inicio del proyecto es posible que algunos de los miembros del equipo no se conozcan y surjan rivalidades, por lo tanto el líder en el inicio del proyecto implementa las interrelaciones entre los miembros basándose en la confianza y transparencia, y que los errores que pudiéramos tener, serán oportunidades de aprendizaje.

d) Confiabilidad: En el Sistema Ultimo Planificador.

Creado por Gleen Ballard, es un sistema que asegura que lo que se debería ejecutar sea muy parecido a lo que se ejecutó, con la siguiente

secuencia de premisas:

Lo que se DEBE hacer.

Lo que se PUEDE hacer.

Lo que se COMPROMETE a hacer.

7.2. Planeamiento del Sistema de Control de Producción Ultimo Planificador.

7.2.1. Introducción.

El Ultimo Planificador, es aquel individuo o grupo de individuos del equipo técnico de obra, que comprometen el término de las tareas semanales de la supervisión. El sistema tiene tres componentes:

- La planificación del Look Ahead
- El compromiso de la planificación
- El aprendizaje.

Ya que este sistema es netamente de la etapa de programación del proyecto, para desarrollarlo tenemos que tomar de la etapa de planeamiento, el Cronograma Maestro, que nos servirá como punto de inicio del sistema, del cual se toman sus actividades, para luego ingresarlas en una ventana denominada look ahead, solo si las restricciones de estas actividades se pueden quitar en el tiempo.

Una vez formalizado la entrega del terreno de la obra y encomendada su ejecución, dependiendo de la organización de la empresa que sea la beneficiada, se procede con el planeamiento del proyecto.

Según el PMI, es el Gerente de Proyectos en el cual recae dicha función, pero para nuestros proyectos, esto solo lo tomamos como una analogía, ya que unos de los principios de este manual de buenas prácticas, es que está diseñado para proyectos de gran envergadura, por lo que esta función en nuestro caso, puede ser tomada por el gerente general, gerente de obras, gerente técnico, ingeniero residente de obra, etc. pero con un requerimiento personal muy importante, tener el liderazgo suficiente para dirigir, realizar, impactar, influenciar y contribuir con la implementación del sistema de planificación, no está demás mencionar que además debe tener un sólido conocimientos en los fundamentos del Lean Construction.

7.2.2. Planeamiento del Sistema de Producción

Es en esta etapa en la que el equipo de dirección del Proyecto, diseña las estrategias del Sistema de Producción, para lo cual previo análisis determinan lo siguiente:

- Etapas y frentes del trabajo.
- Secuencia de ejecución.
- Duración de las Etapas.
- Recursos necesarios.
- Actividades Críticas, etc.

Tomando para ello todos los aspectos Organizativos y Estratégicos de la organización, definimos como se manejara la gestión contractual, el

aseguramiento y control de la calidad, los RR.HH., los temas administrativos y la logística, ayudando en la organización para el futuro desarrollo del Proyecto, sentando bases de cómo se va a controlar el mismo. Define formalmente el nivel de detalle que se necesita para el análisis del proyecto así como la composición de las principales actividades del Cronograma General, Cronogramas de mano de obra, uso de mano de obra por especialidad y uso de mano de obra por categoría.

A continuación describimos los aspectos organizativos y estratégicos ambientales a analizar y evaluar para el aprovechamiento del cumplimiento de los objetivos del proyecto:

a. Identificación de Factores Claves de Éxito.

Una de las claves para obtener éxito en nuestro planeamiento es reconocer que todos los proyectos no son iguales, y es conveniente en el inicio del proyecto reconocer estos factores que se presentan de acuerdo a las circunstancias, entorno, exigencias, metas, etc. para aprovecharlos en provecho del proyecto.

Por ejemplo un proyecto en los distritos de San Miguel, Magdalena, Callao, hasta hace un tiempo se tenía la “ventaja” de negociar un menor precio en la partida de movimiento de tierras, porque el botadero formal estaba en el acantilado del distrito de Magdalena, que en comparación a los distritos de Surco, Barranco Miraflores, Lince, etc., no tanto por las distancias que también suman, pero el mayor impacto que tiene en negociación del precio es la congestión vehicular, lo que ocasiona el incremento del precio, por razones de mayor consumo de combustible, hh y hm. Otra ventaja podría ser recurrir a los talleres de carpintería de la zona industrial de Villa Salvador para ejecutar los trabajos de carpintería y del proyecto.

Otro ejemplo de identificar los factores Claves para el éxito del proyecto, de acuerdo a las, exigencias municipales, como por ejemplo el aprovechamiento del horario extendido de horas de trabajo del distrito de Magdalena, hasta las 6:00 pm, en comparación de las 5:00 pm de Miraflores.

b. Identificación de Procesos Críticos

Dentro del proyecto existen procesos críticos que deberán ser identificados al inicio de la etapa de planeamiento, para que sean diseñados formalmente, considerando las necesidades de todos los involucrados.

Como ejemplos podemos citar la compra y suministro de los ascensores, que por tener insumos importados y fabricación en el extranjero, su suministro toma un estimado de seis (06) meses, desde la aprobación del presupuesto; también podemos poner como ejemplo la compra y suministros de los servicios básicos que abastecerán de agua potable y energía eléctrica a las viviendas, gestiones que se complican por la creciente demanda de los proyectos inmobiliarios y la capacidad rebasada de atención a las mismas por las empresas concesionarias. En la actualidad estas empresas, llámese, Sedapal, Luz del Sur, Edelnor, para poder servir a los nuevos proyectos, los están condicionando a que realicen a su costo trabajos complementarios de nuevas redes de agua, alcantarillado y subestaciones de energía, que dicen son para cumplir con la nueva capacidad de servicio requerida; y que para ser obtenidos toman un buen tiempo que deben ser considerados en el planeamiento, porque podría darse el caso que tengamos listo y terminado el proyecto inmobiliario, y que aun, por demora en el inicio de la gestión de compra, no se tengan los servicios básicos operativos.

7.3. Objetivos y Metas que se esperan alcanzar con el Sistema de Producción.

Lo que queremos alcanzar con la aplicación del Sistema de Producción en el Proyecto, es eficiencia y competitividad y que se lleguen a eliminar en lo posible aquellas actividades que no generen valor, para así adaptar nuestro desenvolvimiento a las exigencias del cliente en calidad, cantidad y tiempo. Las enmarcamos en forma general de la siguiente manera:

- a) META PRINCIPAL, Producir el Producto.- Que para nuestro caso vendría a ser un edificio residencial multifamiliar, conjunto habitacional, etc. para lo cual deberemos dividir el producto en partes, que pueden ser por áreas, disciplinas, o actividades. Definir los métodos constructivos, calcular las duraciones y calcular los recursos necesarios.
- b) META EXTERNA, Maximizar el Valor del Producto.- Deberemos entender que para tener mayor oportunidad de optimización la obtendremos mientras más temprano participemos en el proyecto. De todas maneras hay algunas acciones que pueden tomarse:
 - a. Entender, criticar y ampliar los objetivos del cliente.
 - b. Procurar alinear los intereses de todos los involucrados.
 - c. Entregar el Proyecto en el plazo establecido, para lo cual debemos analizar la posibilidad de reducir el plazo sin entrar en perjuicios propios.
 - d. Incrementar la transparencia.
- c) META INTERNA, Minimizar el Desperdicio.- Para minimizar el desperdicio es importante saber que el principal factor que lo ocasiona es la VARIABILIDAD, por lo tanto deberemos manejarla reduciéndola para así

minimizar su impacto. Pero, ¿qué es la variabilidad? Y como podemos manejarla, para cumplir el enunciado de minimizar su impacto negativo al proyecto. A continuación algunos detalles que nos ayudaran a manejarla.

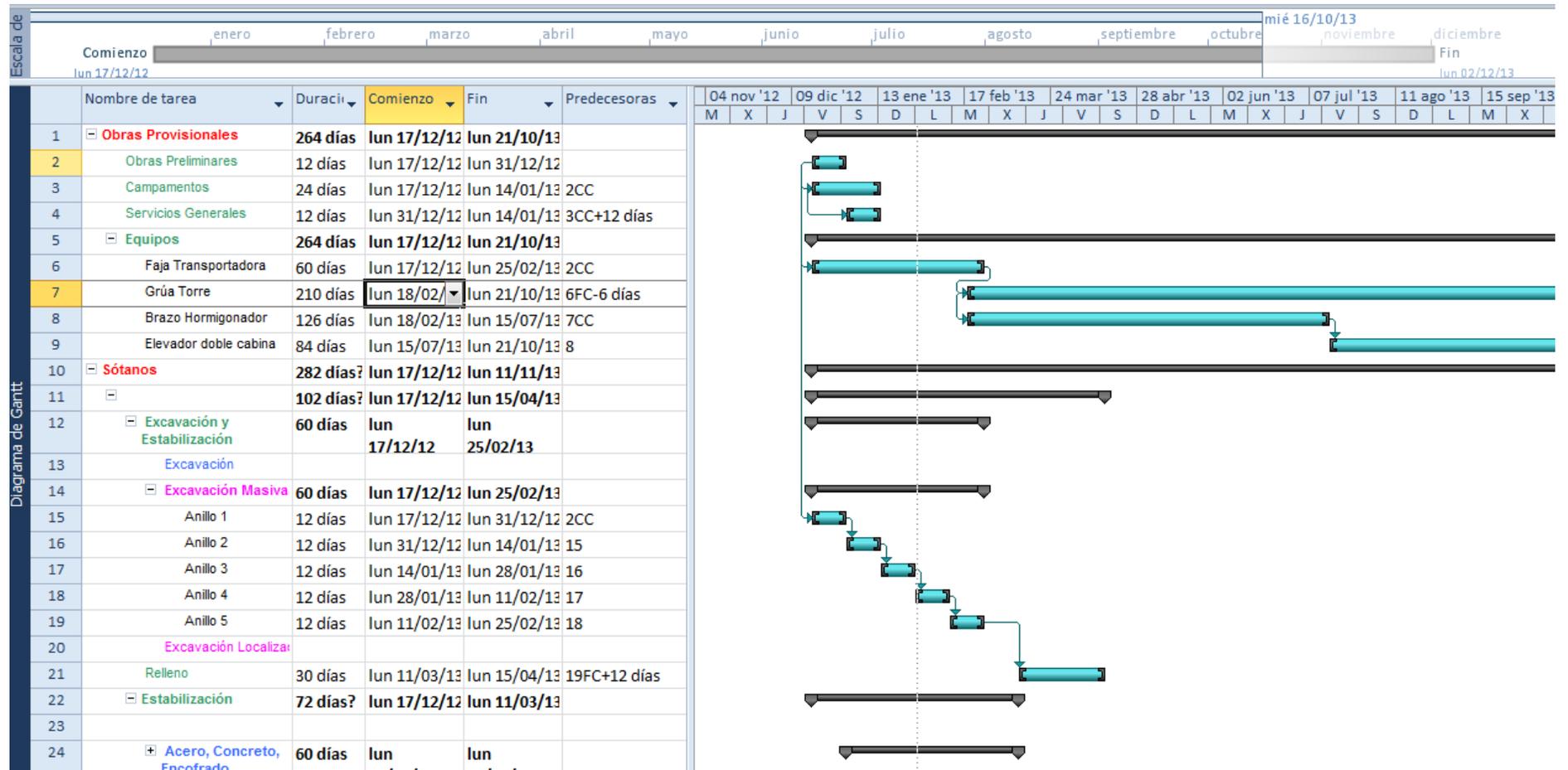
Estrategias para el Manejo de la Variabilidad en un Proyecto Inmobiliario.

La variabilidad no es otra cosa que, la ocurrencia de eventos distintos a los previstos tanto por causas internas y/o externas al sistema. Esta incertidumbre está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad y velocidad de los mismos. Es una realidad en la vida del Proyecto, sabemos que pueden ocurrir, pero no sabemos con exactitud cuándo. No considerarla en la planificación hace que se incremente significativamente y su impacto sea mayor en el sistema de producción.

7.4. Sistema del Último Planificador. Punto de partida.

Todos los planeamientos son pronósticos y todos los pronósticos están errados. Mientras más largo sea el tiempo de estimación, más lejos estaremos del acierto, mientras más detallada la predicción, mayor posibilidad de fracaso.

Ilustración 13: Imagen parcial de Cronograma inicial contractual de Obra.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Por lo tanto el Sistema Ultimo Planificador, recomienda reducir el detalle de las actividades y por lo tanto reducir las líneas de control para no desgastarse en realizar planes que se desactualizaran muy rápido y que son poco probables que cumplir. Para lograr tal fin, y específicamente para nuestro caso, implementamos un nuevo Cronograma Maestro en el cual debemos reducir el Cronograma contractual Project de largo plazo, con un gran nivel de detalle de **gran cantidad de líneas** otro Cronograma Macro de **mucho menos líneas**, mucho más sencillo en su presentación y con un análisis muy profundo en su elaboración.

Para obtener este nuevo cronograma general se realizó un planeamiento macro, agrupando y detallando las tareas conforme se acerque la fecha de ejecución con el fin de aumentar la confiabilidad y el cumplimiento.

Ilustración 14: Cronograma General de Obra contractual.

CRONOGRAMA GENERAL DE OBRA																		
Descripción de Actividades	Fecha Inicio	Fecha Términ	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
ESTRUCTURAS																		
Piacas	02-jun-14	28-jun-14																
Columnas	02-jun-14	28-jun-14																
Vigas	03-jun-14	30-jun-14																
Losa Maciza	04-jun-14	01-jul-14																
Losa Aligerada	04-jun-14	01-jul-14																
Acero Estructural	02-jul-14	22-jul-14																
ARQUITECTURA Y ACABADOS																		
Muros de ladrillo	16-jun-14	05-jul-14																
Tarrajes y Revestimientos	23-jun-14	12-jul-14																
Cielos Rasos	23-jun-14	12-jul-14																
Pisos	30-jun-14	19-jul-14																
Zócalos y Contrazócalos	30-jun-14	19-jul-14																
Cubiertas Ladrillo Pastelero	21-jul-14	26-jul-14																
Carpintería de Madera, Metálica y de Aluminio	21-jul-14	09-ago-14																
Vidrios y Cristales	04-ago-14	23-ago-14																
Pintura	25-ago-14	30-ago-14																
INSTALACIONES ELÉCTRICAS																		
Instalaciones Eléctricas	02-jun-14	30-ago-14																
Tableros Eléctricos	25-ago-14	30-ago-14																
INSTALACIONES SANITARIAS																		
Instalaciones Sanitarias	02-jun-14	30-ago-14																
EQUIPAMIENTO																		
Instalación Ascensor	25-ago-14	06-sep-14																

FUENTE: ELABORACION PROPIA

7.4.1. Nueva Planificación General de Obra (Interna de Producción):

Planificación Maestra por Hitos Ajustada.

Para pasar a controlar efectivamente el plazo de ejecución de la obra, y no quedarnos en con un Cronograma General contractual de “buenos deseos”, debemos realizar una Planificación Maestra posterior por hitos con planificaciones detalladas de corto plazo, que nos permita concentrarnos en estas últimas, por lo que será mucho más fácil corregir los recursos necesarios en función de los metrados faltantes y de la secuencialidad de los trabajos pendientes.

Los pasos necesarios para la generación de una planificación maestra por hitos que deben ser simple y relativamente rápidos de realizar son:

Primer Paso: Balancear el sistema de Producción, calculando los metrados de cada partida, considerando sus propias características, ya que las velocidades y las unidades de producción básicas de cada partida son diferentes como el concreto de placas y columnas con el concreto de losas.

Segundo paso: Determinamos la tecnología a utilizar, esto quiere decir que la velocidad de producción de cada unidad que analizamos depende de esta selección, por ejemplo el rendimiento de encofrado con madera es diferente al rendimiento de encofrado metálico. También en este paso se considera la modalidad contractual de las partidas a trabajar. Estos pueden ser por ejecución directa (por casa) o caso contrario por modalidad de subcontrato, que también tiene sus variables de subcontrato de a todo costo, de mano de obra, de materiales etc.; para nuestro caso toda la partida de estructuras esta

subcontratada con la modalidad de suministro de toda mano la obra, así como los equipos y herramientas.

Tercer Paso: Determinamos la cantidad de recursos por unidad básica, quiere decir que debemos conocer la cantidad de equipos y la composición de las cuadrillas de obreros necesarias para cada unidad básica de producción.

Cuarto Paso: Al tener ya todos los metrados, definido la tecnología a emplear y determinar la modalidad de ejecución de las partidas, se procede a calcular la duración de cada actividad en función de una cuadrilla básica o cuadrilla mínima, que debería suministrar el subcontratista, motivo por el cual en esta etapa de la planificación es importante también la participación del representante del subcontratista ganador del contrato de ejecución. Por lo tanto en conjunto con el equipo de producción de la empresa y el representante del subcontratista encargado del suministro de las cuadrillas básicas se determina la velocidad de producción de cada cuadrilla por día, ya que el enfoque de esta planificación estará guiado por la eliminación de tiempos muertos mediante la asignación de solo una actividad a cada cuadrilla. Es por esta razón que la velocidad de producción final determinada se debe realizar entre todos los involucrados en su cumplimiento.

Ilustración 15: Procedimiento para determinar la duración de actividades.

CALCULO DE DURACION DE LAS ACTIVIDADES A EJECUTARSE EN PISOS TÍPICOS								
Código	ACTIVIDAD	UND	MODALIDAD DE EJECUCION	TECNOLOGIA	METRADO	CUADRILLA	VELOCIDAD MINIMA	DURACION (d)
220	ACARREO CON EQUIPO (GRUA, PLATAFORMA ELEVADORAS, TELEHANDLER)	sem					300.000	
230	LIMPIEZA DE OBRA	sem					240.000	
280	EXCAVACION DE ZANJAS	m2						
300	RELLENO C/MATERIAL DE PRESTAMO	m3						
310	EXTERIORES	m2						
320	CONCRETO SIMPLE	m3	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	66.57	01 (01 Op + 06 Ay)	40.00	2.00
330	CONCRETO PREMEZCLADO MURO PANTALLA	m3	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	226.26	01 (01 Op + 07 Ay)	20.00	12.00
340	ENCOFRADO MURO PANTALLA	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	1282.92	08 (01 Op + 01 Ay)	42.00	31.00
350	ACERO MURO PANTALLA	kg	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	10433.42	02 (01 Op + 01 Of) + 01 (01 Op + 01 Ay)	300.00	35.00
370	VARIOS MURO PANTALLA	m2	SC	SISTEMA DE ANCLAJES	1.00	01 (01 Op + 07 Ay)	1.00	1.00
430	CONCRETO PREMEZCLADO VERTICALES	m3	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	484.81	01 (01 Op + 07 Ay)	20.00	25.00
440	ENCOFRADOS VERTICAL	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	6,314.19	09 (01 Op + 01 Ay)	80.00	79.00
450	ACERO VERTICALES	kg	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	53,313.31	03 (01 Op + 01 Of) + 01 (01 Op + 01 Ay)	800.00	67.00
460	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS		SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	246.35	01 (01 Op + 07 Ay)	30.00	9.00
470	ENCOFRADOS HORIZONTAL	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	1,630.38	08 (01 Op + 01 Ay)	40.00	41.00
480	ACERO VIGAS	kg	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	37,390.72	03 (01 Op + 01 Of) + 01 (01 Op + 01 Ay)	800.00	47.00
490	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS	m2	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	171.74	01 (01 Op + 07 Ay)	30.00	6.00
520	ENCOFRADOS LOSAS	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	673.56	08 (01 Op + 01 Ay)	50.00	14.00
640	ACERO LOSAS	m2	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	14,754.98	03 (01 Op + 01 Of) + 01 (01 Op + 01 Ay)	300.00	50.00

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Quinto Paso: En este paso se deberá ajustar el número de cuadrillas básicas de producción para que, considerando la secuencia, las relaciones de precedencia y termino de los diferentes trenes de actividades, se cumpla la programación de los plazos totales establecidos. Por lo tanto, finalmente, obtenemos un documento técnico, en el cual se identifican fácilmente las tareas planeadas, con fechas de programación de actividades mucho más confiables. Todo esto se traduce en el: **Cronograma General Maestro por Hitos Ajustado**, punto de partida del sistema en la que lo **Planeado** debe ser **igual** al **Ejecutado**, para así ayudar a mitigar el impacto de la variabilidad.

Ilustración 16: Nueva Planificación de Obra de hitos ajustada.

PLANIFICACION MAESTRA DE OBRA													
RESIDENCIAL "LA CUPULA DE MAGDALENA"			MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
Descripción de Actividades	Fecha Inicio	Fecha Término	MES 1	MES 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11
	06-may-13	14-jul-14											
01.00.00 ESTRUCTURAS	06-may-13	17-ene-14											
01.01.00 Obras Provisionales y Preliminares	06-may-13	03-jun-13											
01.02.00 Movimiento de Tierras	23-may-13	23-jul-13											
01.03.00 Muros Anclados	28-may-13	04-jun-13											
01.04.00 Cimentaciones	05-jul-13	20-jul-13											
01.05.00 Cisterna	23-jul-13	05-ago-13											
01.06.00 Sotano 2	07-ago-13	20-ago-13											
01.07.00 Sotano 1	20-ago-13	26-ago-13											
01.08.00 Semisotano	26-ago-13	02-sep-13											
01.09.00 Pisos Tipicos	02-sep-13	30-nov-13											
01.10.00 Azotea, Cuarto de Maquinas	02-dic-14	05-dic-14											
02.00.00 ARQUITECTURA Y ACABADOS	18-oct-13	24-may-14											
02.01.00 Acabados Humedos	18-oct-13	26-mar-14											
02.01.01 Cielo Raso	18-oct-13	16-ene-14											
02.01.02 Muros de Albañileria	29-oct-13	29-ene-14											
02.01.03 Tarrajeo de muros interiores	09-nov-13	04-feb-14											
02.01.04 Tarrajeo de fachadas	04-feb-14	17-feb-14											
02.01.05 Pisos de estacionamientos	04-feb-14	15-feb-14											
02.01.06 Enchapes	29-ene-14	17-mar-14											
02.01.07 Ladrillo Pastelero	17-feb-14	25-feb-14											
02.01.08 Pinturas Exteriores vecinos	17-feb-14	21-feb-14											
02.01.09 Pinturas Exteriores	21-feb-14	26-feb-14											
02.01.10 Pinturas Interiores	03-mar-14	26-mar-14											
02.02.00 Acabados Secos	26-mar-14	17-may-14											

FUENTE: ELABORACION PROPIA

7.1.1. Programación y Control de la Producción con el Sistema Último

Planificador.

Este sistema tiene 3 componentes u objetivos principales:

- La Planificación Look Ahead, que tiene como objetivo proteger el planeamiento del Proyecto
- Obtener el compromiso de la Planificación, para lo cual se necesita realizar el aseguramiento del flujo de programación. y
- El aprendizaje y mejora continua,

7.1.1.1. Proteger el Planeamiento del Proyecto.

El sistema Ultimo Planificador es un conector entre la etapa de planificación y la etapa de ejecución, funciona también como una forma de asegurar el cumplimiento de las estrategias de ejecución de esta planificación y por consiguiente mejorar la productividad, consiguiendo con esto la reducción de pérdidas de flujos. Por lo que, a partir del Cronograma General Maestro actualizado se desprenden las actividades del Look Ahead, para ser explotadas a un mayor nivel de detalle, de acuerdo a la figura propuesta.

Con esta relación de trabajo tenemos todo listo para iniciar la actividades y contamos con un horizonte de 3 semanas a futuro, y utilizamos este tiempo para eliminar restricciones y así proteger la programación.

Con este modelo de programación, a medida que pasan las semanas tendremos, un horizonte de semana anterior, para evaluar lo ejecutado, un horizonte de semana actual para ejecutar lo programado y un horizonte de 3 semanas para eliminar restricciones.

Ilustración 18: Horizonte de 3 semanas para eliminar restricciones.

LOOKAHEAD										Fecha:	Fecha:																								
										Página:	Página:																								
CODIGO DE PROYECTO 1535			AREA / DPTO PRODUC			NRO. REGISTR																													
NOMBRE DE PROYECTO VANACOCCHA 05			CLIENTE MINERA VANACOCCHA SRL			UBICACION																													
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD			UND	CANT.	FECHA DE INICIO PLANEADA	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5																					
DEL 08/07/2006 AL 04/08/06						L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D
AREA 1																																			
EXCAVACION DE TOP SOIL			M3	10,000	08-07-0																														
EXCAVACION DE UNSUITABLE			M3	20,000	08-07-0																														
RELLENO CON MATERIAL GRANULAR			M3	15,000	15-07-0																														
COLOCACION DE SOIL LI					-0-																														
COLOCACION DE GEOME					-0-																														
COLOCACION DE PL					-0-																														

Por lo tanto podemos concluir de acuerdo a lo visto en este objetivo lo siguiente:

Programación Maestra, es un documento que es parte de la etapa de Planeamiento, donde se han desarrollado con la ayuda de hitos de control, las estrategias de ejecución del Proyecto.

Look Ahead, es una herramienta que es parte de la etapa de programación con un análisis en mayor grado de detalle en el mediano y corto plazo.

Técnica de Programación utilizada para obtener el Look Ahead.

La técnica utilizada para elaborar la programación de las actividades es la de la Programación Rítmica o Lineal, también conocida como Programación a Ritmo Constante, definiendo que ritmo viene a ser el tiempo de duración común de una serie de actividades.

En todo proceso en el cual se repiten las actividades requiriéndose para cada una de ellas el mismo volumen de producción y las mismas condiciones de aplicación de los recursos, se aplica esta técnica llamada Ritmo Constante en procesos productivos seriados, caso ideal en la industrialización de la construcción y que para nuestra programación de producción llamaremos Trenes de Actividades, o de Trabajo¹

Formación de Trenes de Trabajo¹ o Trenes de Actividad

Como mencionamos, es un sistema balanceado de Producción a Ritmo Constante, o Programación Lineal, que está basada en lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla. Por lo tanto, reconociendo que nuestro proyecto inmobiliario en su etapa de construcción de casco estructural tiene las condiciones de una variabilidad reducida y que físicamente podemos dividirla en partes iguales, la aplicamos en el proceso de programación de la obra, logrando eliminar las holguras que para este sistema son pérdida.

La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad, de forma tal que la cantidad de fierro, encofrado y concreto de una porción de obra sea compatible con otras, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos.

Características de los Trenes de Actividades

- Las actividades o procesos son consideradas como estación de trabajo.
- Se busca que todas las estaciones estén balanceadas en capacidad y demanda.
- Todos los procesos son cuello de botella y todas las actividades son Ruta Crítica.
- Todos los días, cada cuadrilla produce lo mismo, y por lo tanto todos los días se tiene el mismo avance en el proyecto.
- La cantidad de recursos necesarios es constante.

Cuando se aplica, correctamente el Tren de Actividad, obtenemos eficiencia en el sistema de producción logrando optimizar los recursos. Los pasos a seguir para generar un Tren de Actividades y su optimización son:

- Sectorizar el área de Trabajo.
- Listar actividades necesarias
- Secuenciar las actividades, incluyendo colchones de ser necesario
- Dimensionar recursos (MO, Eq, Mat, SC)

Paso clave para obtener optimización en el Tren de Actividades:

Sectorización

Consiste en dividir el proyecto en áreas o sectores similares, la cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en un día y además se deberá encontrar áreas físicas (sectores) que tengan volúmenes equivalentes de trabajo de las diferentes actividades.

Para determinar los sectores de trabajo del proyecto se deben las siguientes consideraciones constructivas y estructurales:

- Las vigas se encofran totalmente.
- Las losas aligeradas se pueden encofrar por partes solo si respeta que el corte sea en el sentido de las viguetas.
- El vaciado de las vigas y los aligerados se pueden partir a los tercios.

Ilustración 19: Flujo de Sectorización.



FUENTE IDEAR CONSULTORES

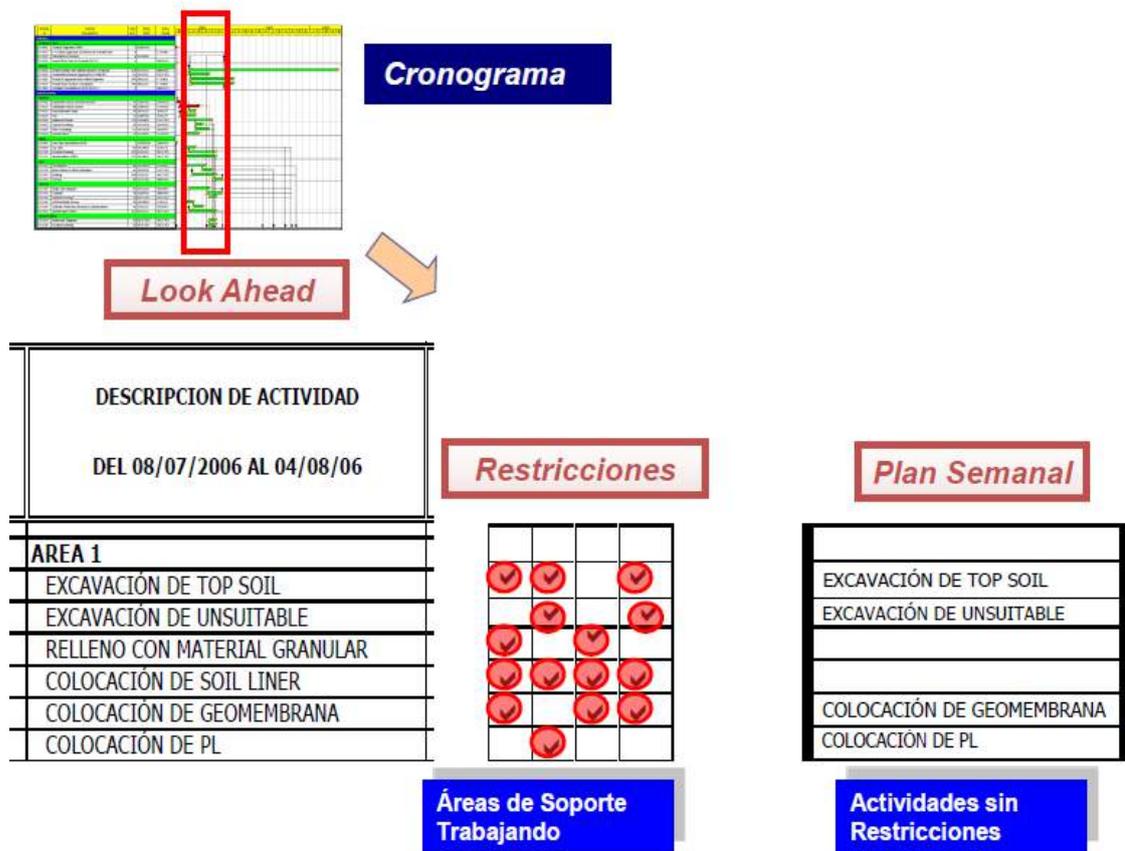
7.1.1.2. Asegurar el Flujo.

Consiste en controlar el trabajo que causa movimiento entre las unidades de producción en una secuencia y porcentaje deseados, coordinando el flujo de diseño, suministro e instalación a través de las unidades de producción. Esto que se llama flujo de trabajo se controla con el proceso del look ahead.

Pero antes de ingresar en la ventana del look ahead, las actividades del cronograma maestro aprobadas, son analizadas a un nivel de detalle apropiado en los planes semanales de trabajo, que muestra normalmente múltiples tareas para cada actividad. Entonces cada tarea es sujeta al análisis de restricciones para determinar lo que se debe hacer para llevarla y prepararla para ser ejecutada.

La regla general es permitir en la ventana del Look Ahead solo actividades que puedan quedar listas para su finalización. Si al planificar no estamos seguros que las restricciones puedan ser superadas, las tareas potenciales deberán ser retardadas a una fecha posterior.

Ilustración 20: Aseguramiento del Flujo de Programación de Producción.



FUENTE IDEAR CONSULTORES

Por lo tanto las tres herramientas que usa El Sistema Ultimo Planificador, que al ser correctamente utilizadas, ayudan a ejercer el control y aseguramiento del flujo de la programación son:

1. **Planificación del Look ahead**, teniendo como sus principales funciones:

- Establecer la secuencia y el porcentaje del flujo de trabajo
- Igualar el flujo de trabajo y la capacidad de sus unidades de producción.
- Descomponer el cronograma maestro de actividades en paquetes y operaciones de trabajo.
- Si los que planifican no están seguros de que las restricciones pueden ser superadas, las tareas potenciales deberán ser retardadas a una fecha posterior.

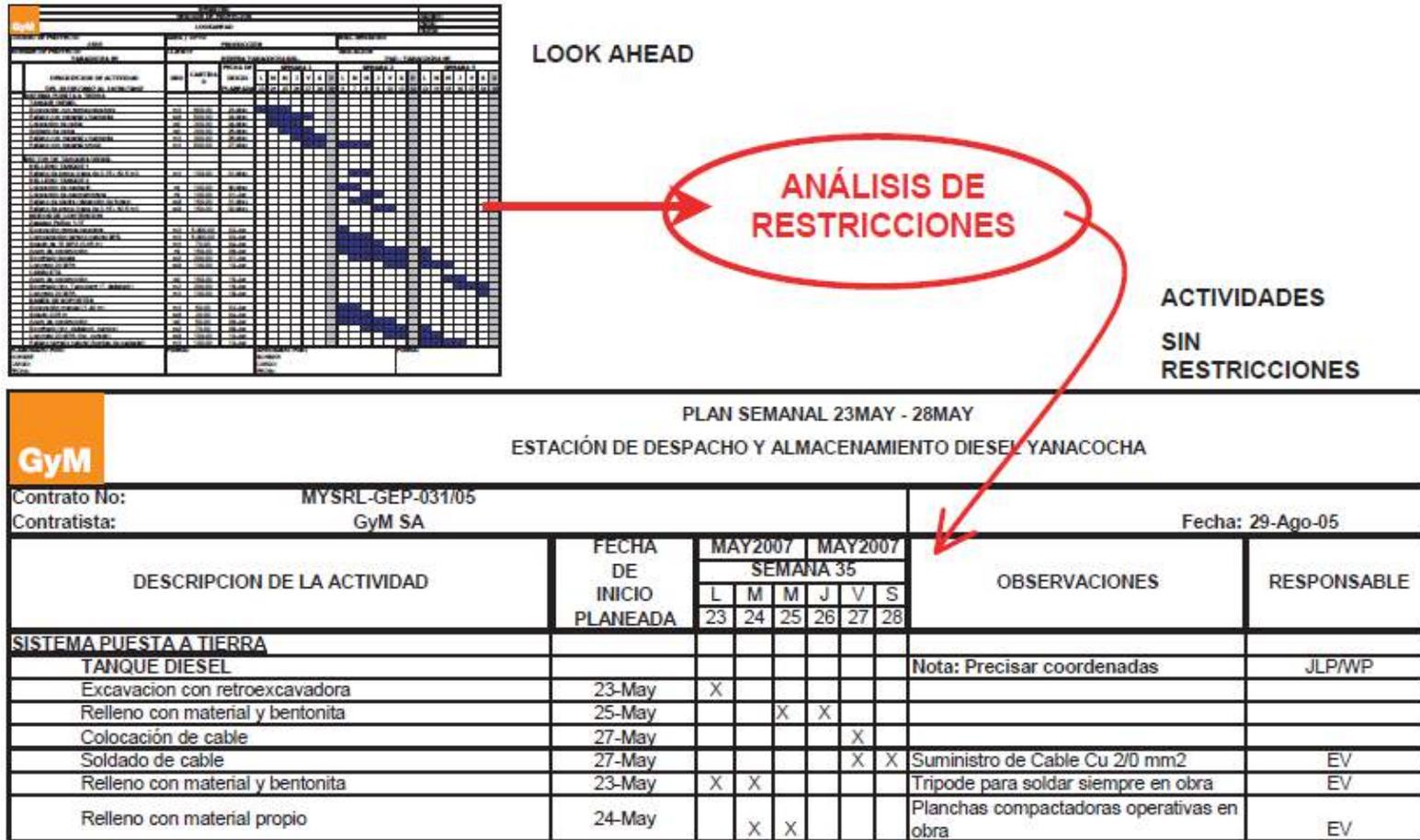
2. **Análisis de Restricciones**, es el proceso mediante el cual una vez las actividades han sido identificadas, son sujetas al análisis de restricciones. Este procedimiento se realiza examinando cada actividad que se planifica para iniciarla dentro del periodo escogido como la ventana del look ahead del proyecto. Las restricciones previenen a que la actividad se identifique como una tarea lista y se tomen las acciones para quitar estas limitaciones o restricciones. La regla que gobierna el análisis de restricciones es, que ninguna actividad permite retener su fecha programada a menos que los planificadores estén seguros que las restricciones se pueden quitar en el tiempo. Para cumplir esta regla nos aseguramos que los problemas surgirán más temprano y que los problemas que no se pueden resolver en el proceso de look ahead no se impondrán en el nivel de la producción del proyecto.

Ilustración 21: Ejemplo de Análisis de Restricciones.

ADQUISICIONES - RESTRICCIONES - OBRA "PATRIOTAS"						
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	ESTADO	OBSERVACIONES
	22/05/2015	ACABADO DE LOSAS - CONCRETO PREMEZCLADO , Programar personal (operarios albañiles)	29/04/2015	Martin / Giancarlos / Oficina	Levantado	
PISOS TIPICOS (Piso 1- Azotea)	10/06/2015	COORDINAR CON PROVEEDOR DE ENCOFRADO METALICO-VERTICALES Y HORIZONTALES (Sectores 1y2)	29/05/2015	Martin / Oficina	Pendiente	Programar Encofrados para los Sectores de techo y Verticales - Sotano 2
	10/06/2015	ACERO, ENCOFRADO Y CONCRETO DE PLACAS Y LOSAS , Completar las cuadrillas de Fierro, Carpintería y Volantes. Se recomienda al Contratista poner trabajadores de Mano de Obra Calificada.	29/05/2015	Martin / Giancarlos / Oficina	Pendiente	La cuadrilla de acero debería ser 1cap+1banco+8campo; la cuadrilla de carpintería debería ser 1Cap+7parejas; la cuadrilla de volantes deberían ser 8a10 peones. En promedio la obra debería contar con 35 trabajadores contando con el Maestro de Obra.
	10/06/2015	PROGRAMAR COMPRA DE ACERO , Generar el pedido de Acero (___tn aprox.) - Llegada de Primer Pedido ___ - ___	29/05/2015	Martin / Giancarlos / Oficina	Pendiente	Generar Requerimiento Minimo para 2 pisos Tipicos
	10/06/2015	COORDINAR CON PROVEEDOR DE VIGUETAS PREFABRICADAS	29/04/2015	Martin / Oficina	Pendiente	Esta Pendiente los Planos Modulados con Viguetas FIRTH
	10/06/2015	COORDINAR CON CONTRATISTAS DE INS. ELECTRICAS Y INST. SANITARIAS , generar pedidos de materiales, programar personal y equipos	29/04/2015	Martin / Giancarlos / Oficina	Pendiente	Generar Requerimiento para 3 pisos tipicos
	10/06/2015	CONCRETO PREMEZCLADO , Programar personal (operarios albañiles) - Coordinar con Proveedor para evitar atrasos (Ver opcion de cambiar Proveedor)	29/04/2015	Martin / Giancarlos / Oficina	Pendiente	Requerimiento de Epoxico ZPOX o Z-Universal - 2 juegos. Se recomienda al Contratista COMPRAR nuevas vibradoras electricas porque las que estan en obra ya cumplieron su tiempo de vida.

FUENTE IDEAR CONSULTORES

Ilustración 22: Obtención del Plan semanal.



FUENTE IDEAR CONSULTORES

7.1.1.3. Aprendizaje y Mejora continua.

El proceso de aprendizaje y mejora continua se logra realizando el Análisis de Confiabilidad, para lo cual se aplica el Porcentaje del Plan cumplido (PPC), índice que mide la efectividad y confiabilidad de la programación semanal. Se obtiene al dividirse las tareas completadas al 100% entre las tareas programadas. Se contabiliza el cumplimiento al 100% de lo programado en la semana.

$$PPC = \frac{\text{CANTIDAD DE TAREAS COMPLETADAS}}{\text{TOTAL TAREAS PROGRAMADAS}}$$

Por lo tanto con el Análisis de Confiabilidad lo que logramos es:

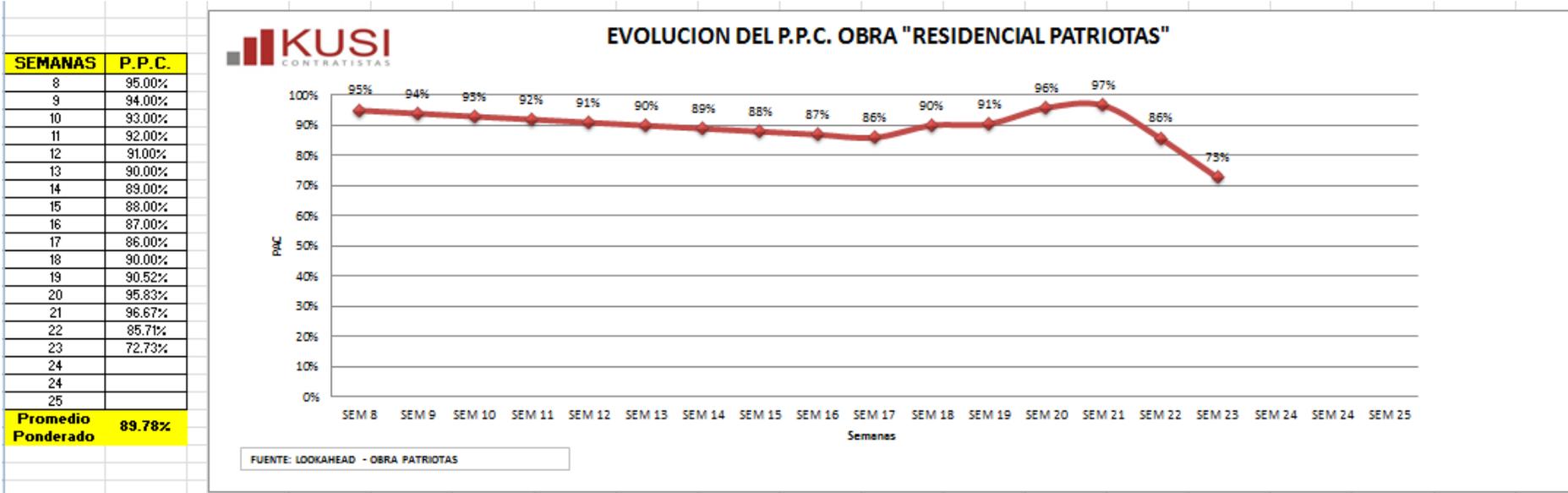
- Medir la calidad del sistema de programación.
- Identificar y tratar de eliminar las causas que no permiten alcanzar el 100% del cumplimiento del plan semanal.
- Se aprende sistemáticamente de las experiencias que se están obteniendo en la obra, con el fin de no cometer errores repetitivos.

Ilustración 23: Porcentaje de Partidas Cumplidas (PPC).

PROGRAMACION DE OBRA "PATRIOTAS" - ESTRUCTURAS														
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES DEL 01/06/2015 AL 06/06/2015	SEMANA 23										PORCENTAJE DE PARTIDAS CUMPLIDAS (PPC)	OBSERVACION		
	01/06/2015		02/06/2015		03/06/2015		04/06/2015		05/06/2015				06/06/2015	
	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T			H	T
SOTANO 2													72.73%	
SOTANO 2 - SECTOR I														
ENCOFRADO Y ACERO DE LOSA ALIGERADA													100.00%	
INSTALACIONES (I.I.E.E Y I.I.S.S)													100.00%	
VACIADO DE LOSA ALIGERADA													100.00%	
SOTANO 2 - SECTOR II														
ARMADO DE ACERO EN VIGA													100.00%	
COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS													100.00%	
ENCOFRADO Y ACERO DE LOSA ALIGERADA													100.00%	
INSTALACIONES (I.I.E.E Y I.I.S.S)													100.00%	
VACIADO DE LOSA ALIGERADA													100.00%	NO SE CUMPLIO CON LO PROGRAMADO, a causa de que el Contratista NO trajo el Equipo necesario para el Encofrado de Techo (FALTO PANELES), EL VACIADO SE REPROGRAMO PARA EL SABADO 06.06.15
SOTANO 2 - SECTOR III														
ARMADO DE ACERO PLACAS Y COLUMNAS													100.00%	
ENCOFRADO DE COLUMNAS													100.00%	
VACIADO DE CONCRETO DE COLUMNAS													100.00%	
ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS													0.00%	
ARMADO DE ACERO EN VIGA													0.00%	
COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS													0.00%	
ENCOFRADO Y ACERO DE LOSA ALIGERADA													0.00%	NO SE CUMPLIO, debido a que el Contratista NO COORDINO a tiempo con el Proveedor de Encofrado Metalico, en CONSECUENCIA UNISPAN porgramo el envio de Encofrado para el Dia Martes 09.06, reprogramando el Vaciado para el dia 13.06.15
INSTALACIONES (I.I.E.E Y I.I.S.S)													0.00%	
VACIADO DE LOSA ALIGERADA													0.00%	
SOTANO 1														
SOTANO 1 - SECTOR I														
ARMADO DE ACERO PLACAS Y COLUMNAS													100.00%	
ENCOFRADO DE COLUMNAS													100.00%	
VACIADO DE CONCRETO DE COLUMNAS													100.00%	
ENCOFRADO DE FONDOS DE VIGAS														
ARMADO DE ACERO EN VIGA														
COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS														
ENCOFRADO Y ACERO DE LOSA ALIGERADA														
INSTALACIONES (I.I.E.E Y I.I.S.S)														
VACIADO DE LOSA ALIGERADA														
SOTANO 1 - SECTOR II														
ARMADO DE ACERO P/COLUMNAS														
ENCOFRADO DE COLUMNAS														
VACIADO DE CONCRETO DE COLUMNAS														

FUENTE: OBRA PATRIOTAS KUSI CONTRATISTAS SAC

Ilustración 24: Evolución del Porcentaje de Partidas Cumplidas (PPC) x semana.



FUENTE: OBRA PATRIOTAS KUSI CONTRATISTAS SAC

A continuación en la ilustración 25, se tiene una demostración de cómo quedaría el flujo del ciclo de uso de las herramientas de programación que hemos descrito durante el proceso mismo de la programación y luego después de su aplicación.

Ilustración 25: Ciclo de Flujo Ultimo Planificador.

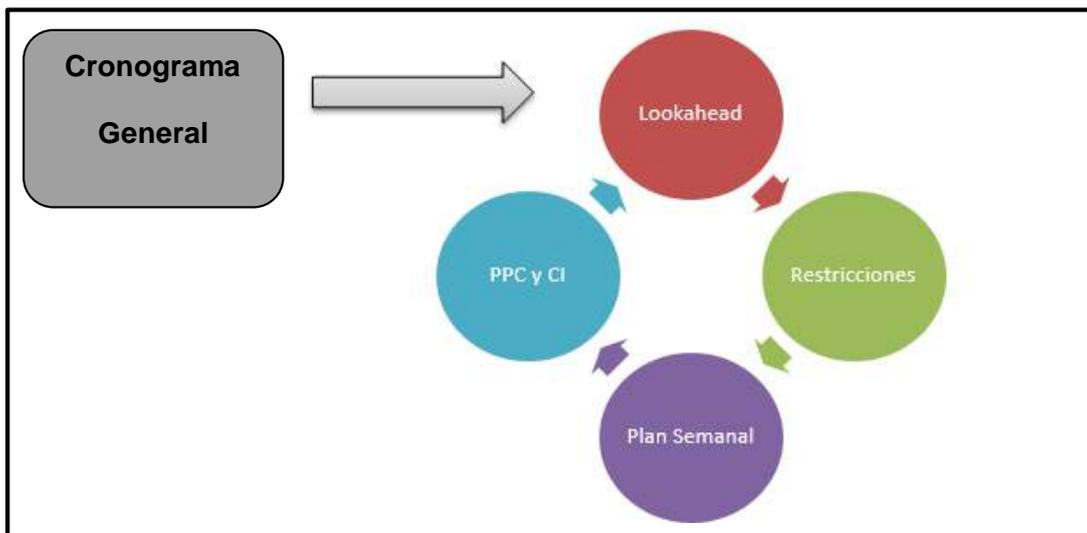


Ilustración 26: Ciclo del Sistema Ultimo Planificador durante proceso de Programación.



FUENTE IDEAR CONSULTORES

Ilustración 27: Ciclo del Sistema Ultimo Planificador después de Ejecutar la Programación.



FUENTE IDEAR CONSULTORES

CAPITULO VIII. APLICACIÓN DE SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR Y HERRAMIENTA LOOK AHEAD EN EL PROYECTO INMOBILIARIO “LA CÚPULA DE MAGDALENA”

ANTECEDENTES: Kusi Contratistas SAC, es una empresa constructora, creada por la Inmobiliaria Aurora en mayo del año 2011, para encomendarle la ejecución de los proyectos inmobiliarios que generaba. En la actualidad, la constructora Kusi Contratistas SAC tiene una experiencia de 04 años ininterrumpidos en la ejecución de dichos proyectos, en los distritos de Miraflores, Jesús María, Magdalena del Mar, San Miguel y Pueblo Libre, del departamento de Lima. En Tabla N° 4, se muestra los proyectos Inmobiliarios encargados a la constructora para su ejecución desde el año 2011, incluyendo tanto los proyectos terminados como los proyectos en ejecución y por iniciar.

En sus 03 años de actividad Kusi Contratistas SAC tiene 08 proyectos entregados, con un área de techado de 33,800.00 m², 05 proyectos, en ejecución con un área techada de 20,220.00 m², y 03 proyectos con fechas pendientes de inicio con un área de 11,661.00 m², haciendo un total de 65,683.00 m² de área.

No está demás destacar que con la ejecución de estos proyectos se participa activamente en el desarrollo económico y social del Perú, por la generación de empleo tanto directo como indirecto, comprendiendo mano de obra calificada, no calificada, así como personal técnico y profesional.

Tabla 4: Relación de Proyectos ejecutados Kusi Contratistas SAC

KUSI CONTRATISTAS - GDP								
PROYECTOS ENCARGADOS A KUSI CONTRATISTAS SAC 2011 - 2015								
ÍTEM	PROYECTO INMOBILIARIO	DISTRITO	Area Terreno M2	Area Techada M2	Sotanos	Pisos	AÑO INICIO	AÑO CULMINACION
01.00	Gran San Felipe	Jesus Maria	386.45	3,365.00	2	11 + Azotea	2011	2013
02.00	Santa Cruz	Miraflores	512.50	3,278.00	2	7 + Azotea	2011	2013
03.00	Malecon Villar	Miraflores	1000.00	6,622.54	1 + SS	7 + Azotea	2012	2013
04.00	La Mar 540	Miraflores	779.00	4,887.37	1 + SS	7 + Azotea	2012	2013
05.00	Gran Montecarlo	Miraflores	500.00	2,911.70	SS	7 + Azotea	2012	2013
06.00	La Cupula de Magdalena	Magdalena del Mar	455.00	4,301.50	2 + SS	10 + Azotea	2013	2014
07.00	Aurora 3	Miraflores	473.00	4,145.44	3 + SS	7 + Azotea	2013	2015
08.00	Piura 389	Miraflores	595.40	4,289.91	2 + SS	7 + Azotea	2104	2015
10.00	Malecon Porta	Miraflores	557.98	4,094.94	2 + SS	7 + Azotea	2014	2015
11.00	Gran Bolognesi	Miraflores	546.00	4,153.52	2 + SS	7 + Azotea	2014	2015
12.00	Malecon Berlin	Miraflores	517.51	4,146.65	2 + SS	7 + Azotea	2014	2015
13.00	Residencial Patriotas	San Miguel	425.00	2,914.34	2 + SS	7 + Azotea	2015	2016
14.00	Malecon Fanning	Miraflores	686.00	4,910.79	2 + SS	7 + Azotea	2015	2016
15.00	Residencial El Ejercito	Miraflores	403.20	3,420.00	2 + SS	7 + Azotea	2015	2016
16.00	Gran La Mar Pueblo Libre	Pueblo Libre	557.98	4,094.94	2 + semisotano	15 + Azotea	2015	2016
17.00	Residencial Grau 634	Miraflores	517.51	4,146.65	2 + semisotano	7 + Azotea	2015	2016
1800	Proyecto Huamanga	Magdalena del Mar		S/I	S/I	S/I	-	-
19.00	Proyecto Italia	Miraflores		S/I	S/I	S/I	-	-
TOTAL M2:			8912.53	65,683.29				

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Pero Kusi Contratistas SAC, en el inicio de sus actividades encontró muchas desventajas en la ejecución de las obras encomendadas, ya que por ser nueva, no tenía activos intangibles de gestión, en cuanto a experiencia en dirección de obras, presentando además un personal heterogéneo y con poca o nula “capacitación profesional”.

Todo lo descrito anteriormente y sumado a que una vez iniciado los proyectos inmobiliarios se tenía la presión del cumplimiento de los plazos de ejecución, hicieron que los proyectos se llevaran con poca planificación y sobre todo de una manera TRADICIONAL, sin importar las condiciones en las cuales deberían desarrollarse, con una política de control que se basaba en el solucionar al momento los problemas que se sucedían unos tras otros, y que por implicancias particulares terminaron por afectar la productividad de los procesos constructivos en su totalidad;

Por esta razón, como era de esperarse, los primeros proyectos encargados (05) se terminaron fuera de plazo, con baja calidad en el producto final, con compromisos de pago atrasados a proveedores y subcontratistas, con reclamos en la posventa por parte de los clientes de los departamentos vendidos, y con reclamos de parte de los inversionistas por el no cumplimiento de los presupuestos, mayores gastos ocasionados y por consiguiente una menor utilidad empresarial.

Es por esta situación que el año 2013, la Inmobiliaria da un ultimátum a la Constructora, para revertir esta situación, de lo contrario se tomarían medidas correctivas, entre las cuales se encontraba el cambio de la gerencia o el cierre de la constructora y proceder a subcontratar los Proyecto Inmobiliarios a terceros, para así cumplir con las metas y compromisos adquiridos con los inversionistas.

Con este sombrío panorama y obligada a buscar una solución a esta situación, Kusi Contratistas SAC, decide implementar una nueva gestión de obra en la construcción del proyecto inmobiliario “La Cúpula de Magdalena”, aplicando para los procesos constructivos el sistema de control, Ultimo Planificador, por la necesidad de cumplir con los compromisos con la Inmobiliaria, para así disminuir el tiempo de entrega, disminuir el costo, aumentar la productividad de los procesos y agregar mayor valor al producto final.

La Gerencia de Proyectos, incipiente en la constructora, con el apoyo del apoderado Legal de la Inmobiliaria decide implementar este plan de acción, basado en una estrategia de gestión de la productividad de la construcción aplicada en el Perú, solo en empresas llamadas grandes, conocida como “LEAN CONSTRUCTION”, o construcción sin pérdidas.

A partir de ese momento la empresa Kusi Contratistas SAC, se interesa por conocer más sobre esta filosofía y como sacarle el máximo provecho en bien de la producción de sus obras.

8.1. Descripción del Proyecto Inmobiliario Multifamiliar "La Cúpula de Magdalena".

8.1.1. Características del Proyecto Multifamiliar.

El proyecto Inmobiliario La Cúpula de Magdalena es de propiedad del **CONSORCIO MAGDALENA**, que a su vez está compuesta por los consorcios:

- CORPORACIÓN HISPANIA S.A.C. con RUC: 20543030768
- TICO CONTRATISTAS S.A.C. con RUC: 20547139080

El presupuesto (Tabla N° 5) aprobado en Soles para el proyecto es de
5'308,932.74 NS

(Cinco millones trescientos ocho mil novecientos treinta y dos/.74 NS)

Tabla 5: Presupuesto Contractual Obra "La Cúpula de Magdalena".

OBRA:	RESIDENCIAL "LA CUPULA DE MAGDALENA"	
PROPIETARIO:		
EJECUCION:	KUSI CONTRATISTAS S.A.C.	
UBICACIÓN:	MAGDALENA	
FECHA:	15/07/2013	
ITEMS	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO BASE
1.00	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINA	125,752.66
2.00	ESTRUCTURAS	1,561,080.91
3.00	ARQUITECTURA	1,368,164.69
4.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	645,881.83
5.00	INSTALACIONES SANITARIAS	445,751.75
	COSTO DIRECTO	4,146,631.84
	GG 8.5%	352,463.71
	SUB TOTAL	4,499,095.54
	IGV	809,837.20
	TOTAL	5,308,932.74

FUENTE: ÁREA DE COSTOS KUSI CONTRATISTAS SAC

El plazo de ejecución de la obra es: **14 meses, 02 semanas,**

Fecha de inicio 19 de Mayo del 2013

Fecha de fin de obras 14 de Julio del 2014.

DATOS DEL TERRENO

Ubicación: **Jr. 28 de Julio N° 394-396 – Magdalena del Mar**

Área: **455.00 mt²** Área construida: **4,301.50 mt²**

Linderos: De frente con 13.00 mt.

De fondo con 13.00 mt;

Derecha con 35.00 mt.

Izquierda con 35.00 mt.

DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en dos blocks residencial con tres niveles de estacionamientos, ubicados en dos (02) sótanos, 01 semisótano y diez (10) niveles de departamentos más azotea con un total de 43 departamentos, 32 estacionamientos y 19 depósitos, más 01 cuarto de máquinas y cisterna.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA OBRA:

El Edificio consta de 2 torres 10 pisos 43 departamentos en total. Departamentos de 1, 2 y 3 dormitorios tipo flat y dúplex desde los 40 m² hasta 128m². Pisos de madera en sala comedor, cuarto de estar y dormitorios. El precio de los departamentos incluye un estacionamiento. Las áreas comunes constan de ascensor, lobby de ingreso, y counter de recepción Jardín Interior Sala de usos múltiples.

SISTEMA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR

La construcción del edificio considera un sistema estructural dual, compuesto por pórticos y muros estructurales de concreto armado (acero y concreto premezclado), considerando las placas de la caja de ascensores o escaleras.

MATERIALES A UTILIZAR EN CASCO ESTRUCTURAL

Los principales insumos utilizados en esta etapa de la construcción del casco estructural del edificio serán materiales de construcción tradicional, tales como fierro, agregados y concretos. Para el vaciado de concreto de los elementos estructurales se contrató a una empresa proveedora de concreto premezclado, la cual usara camiones mixer y un camión bomba para la impulsión del material. La tabiquería será de albañilería tradicional, compuesta por ladrillo econoblock. Todos estos trabajos contaron con la supervisión calificada del Ing. Residente y un Ing. de Campo, además de contar con un prevencionista de riesgo en la obra el cual tomara todas las medidas de seguridad necesarias durante las operaciones de obra.

RELACIÓN DE PERSONAL TÉCNICO A CARGO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo la construcción de la etapa del casco estructural del proyecto Inmobiliario, se contó con el siguiente equipo técnico:

01 Ingeniero Civil colegiado, para residente de obra.

01 Bachiller en Ingeniería Civil para ingeniero de campo

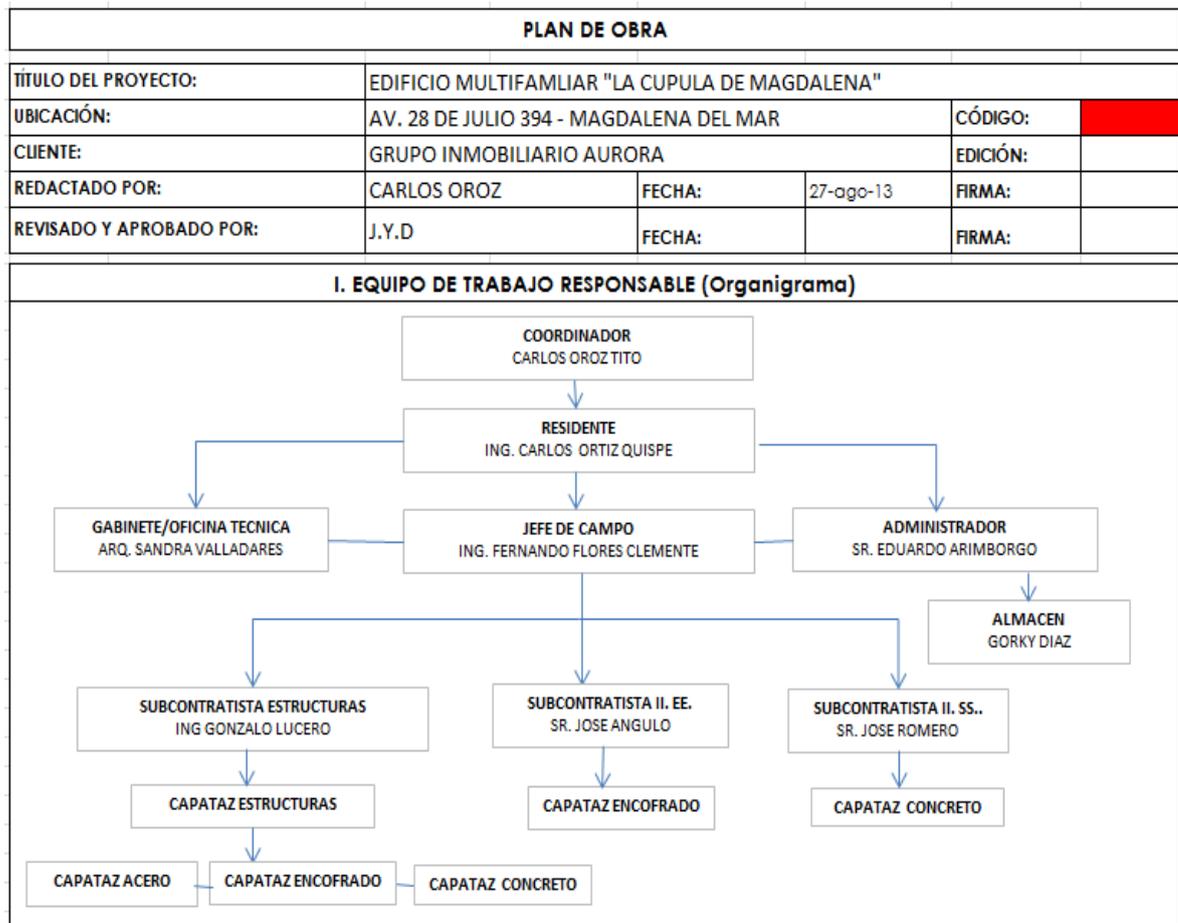
01 Arquitecta para oficina técnica.

01 Prevencionista de Seguridad y Riesgos en Obra – PDR

01 Almacenero.

01 Administrador a medio tiempo.

Ilustración 28: Organigrama de Obra "La Cúpula de Magdalena".



FUENTE: OBRA LA CÚPULA DE MAGDALENA KUSI

HORARIOS DE TRABAJO

El horario de trabajo en el cual se realizara estas actividades en forma interrumpida es:

De Lunes a Viernes de 7:30 am a 5:30 pm

Sábados de 7:30 am a 1:00 pm.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Inmobiliario está ubicado en la calle **28 de Julio N° 394-396, Urb. Orbea, distrito de Magdalena del Mar**, provincia de Lima, a una cuadra de la iglesia emblemática Inmaculado Corazón de María, más conocida como La Cúpula. Ilustración N° 29.

Ilustración 29: Ubicación de Proyecto Inmobiliario.



FUENTE: KUSI CONTRATISTAS SAC

CONCEPTOS GENERALES DE PROMOCIÓN DEL PROYECTO

Financiado y respaldado por el BBVA, con fecha de entrega: Julio del 2014, estas son las bondades y ventajas del producto con las cuales se promocionaba el proyecto inmobiliario:

- Ascensor (01)
- Centros Comerciales Cercanos
- Número de pisos (10)
- No. de edificios que conforman el proyecto (02)
- N° departamentos por piso (04)
- Cerca de Parque (a menos de 2 cdas)

8.1.2. Metodología y Sistema de control de Producción a usar en el Proyecto Multifamiliar “La Cúpula de Magdalena”.

Como mencionamos en el inicio de este capítulo, el sistema de control de Producción a utilizar en la dirección de la obra Proyecto Inmobiliario “La Cúpula de Magdalena” será el Sistema Ultimo Planificador y la herramienta para realizar este control de Producción, Look Ahead y para ayudarnos en la metodología de implementación tomaremos como referencia las orientaciones y recomendaciones del capítulo anterior, y lo aplicaremos en un Proyecto real, que en nuestro caso es Edificio Multifamiliar “La Cúpula de Magdalena”.

8.2. Implementación del Sistema Ultimo Planificador y Aplicación de Herramienta Look Ahead en Proyecto Inmobiliario "La Cúpula de Magdalena."

8.2.1. Antecedentes.

Para formalizar la ejecución de la obra, se firma contrato entre el Consorcio Magdalena y la Constructora Kusi, presentando el consorcio los siguientes documentos:

- Licencia de Edificación aprobada por municipio.
- Planos aprobados de arquitectura, estructuras, IIEE, IISS.
- Memorias descriptivas de proyecto.
- Especificaciones técnicas de Acabados de arquitectura.

Por su parte la constructora presentara lo siguiente:

- Presupuesto Base, (con costos aprobados por la Inmobiliaria)
- Programación General de Obra.

Con los documentos de entrada mencionados, contamos con un punto de partida para iniciar la implementación del sistema.

Nuestro proyecto consiste en la construcción de un producto inmobiliario; para obtenerlo conformaremos un sistema de producción que deberían utilizarse en todo su ciclo de ejecución, para así, obtener resultados diferentes a los obtenidos. Deberemos insertar en el equipo de dirección de la obra el uso de la herramienta de producción LOOK AHEAD, y todas las herramientas necesarias que son parte del sistema de control de la producción de la obra.

8.2.2. Planeamiento del Sistema en Multifamiliar “La Cúpula de Magdalena”.

La aplicación del sistema de planificación y específicamente la herramienta Look Ahead se llevara a cabo en todos los procesos de construcción del proyecto inmobiliario, “La Cúpula de Magdalena”.

Pero, para de sintetizar y enfocar puntualmente la aplicación y demostración de este trabajo de investigación, solo lo demostraremos y describiremos con detalle la etapa de **construcción del casco estructural del edificio** en su fase de ejecución de los **10 pisos típicos**, que tiene los siguientes parámetros, ver Tabla 6 adjunta.

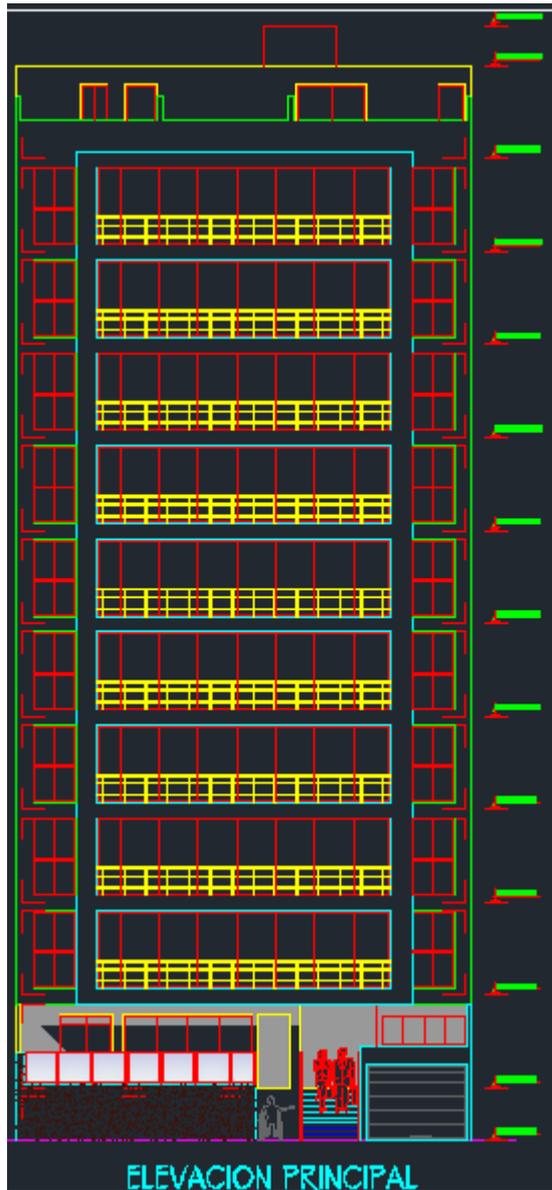
Tabla 6: Cuadro de Áreas de Proyecto Inmobiliario. "La Cúpula de Magdalena".

ÁREA DEL TERRENO M2		455.00	
ÁREA LIBRE (35.11%) M2		159.74	
CUADRO DE ÁREAS PISOS M2		N.P.T. +	N.T.T. +
CISTERNA	67.89		
SÓTANO 2	310.46		
SÓTANO 1	430.3		
SEMISÓTANO	403.43		
PRIMER PISO	295.26	1.50	4.15
SEGUNDO PISO	294.72	4.15	6.80
TERCER PISO	294.72	6.80	9.45
CUARTO PISO	294.72	9.45	12.10
QUINTO PISO	294.72	12.10	14.75
SEXTO PISO	294.72	14.75	17.40
SÉPTIMO PISO	294.72	17.40	20.05
OCTAVO PISO	294.72	20.05	22.70
NOVENO PISO	294.72	22.70	25.35
DECIMO PISO	294.72	25.35	28.00
AZOTEA	141.68	28.00	30.65
CTO. DE MAQUINAS			31.80
TOTAL M2	4301.50		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se inicia en el techo de semisótano, que vendría a ser el primer piso típico del edificio, con nivel +1.50 culminando en la azotea con un nivel de techo de + 31.80 m.

Ilustración 30: Nivel de Techo Max. +31.80 m.



FUENTE: KUSI CONTRATISTAS SAC

a. Identificación de Factores Claves de Éxito.

Realizando el análisis respectivo, podríamos citar los siguientes factores:

- La decisión de controlar la productividad de la obra con el Sistema Ultimo Planificador, considerando que la constructora no la había implementado en obras anteriores.

- El residente de Obra, tenía estudios de Postgrado en Dirección de Obras, por lo que estaba preparado académicamente para llevar la obra con las innovaciones solicitadas.
- Todas las partidas serían subcontratadas.
- La calle donde se ubica la obra, es una vía secundaria de doble carril, que no tiene mucho tránsito de autos, por lo que nos ofrece grandes ventajas para la maniobra de estacionamientos de camiones abastecedores de concreto y camiones de bombeo.
- El horario de trabajo en el distrito de Magdalena del Mar, era de 8:00 am hasta las 6:00 pm, lo que nos ofrecía ventajas para los vaciados de nuestros elementos de concreto.

b. Identificación de Procesos Críticos.

- Al inicio para los trabajos de excavación se consideró utilizar una retroexcavadora para ayudar en el proceso de movimiento de material excedente de obra, lo cual fue un error, por razones de capacidad de la máquina. Debíó cambiarse por una Excavadora de mayor capacidad el cual se identificó, ya en el proceso de ejecución.
- La compra y suministro del ascensor, corría a cargo del cliente, lo que era un riesgo al cumplimiento de las programaciones de trabajos que dependían de este equipo.
- Los predios colindantes de la obra estaban habitados por familias que necesitaban un trato especial por temas de seguridad. Se decidió implementar un plan de coordinaciones con ellos, para minimizar accidentes considerando que teníamos trabajos en altura.

8.2.3. Objetivos y Metas propuestos en la implementación del diseño del Sistema de Producción.

Esperamos al final de la ejecución del proyecto, cumplir con la mejora de eficiencia y competitividad, y cumplir con las exigencias del cliente en calidad, cantidad y tiempo, para lo cual nos proponemos las siguientes metas:

- a) META PRINCIPAL, Producir el Producto.- Construir y entregar el edificio residencial multifamiliar, en el plazo comprometido. 14 meses, 02 semanas con fecha de entrega 14 de julio del 2014 y así también no sobrepasar el costo de 5'308,932.74 NS, cuidando de que el producto tenga la calidad solicitada.
- b) META EXTERNA, Maximizar el Valor del Producto.- Para trazarnos esta meta, sostuvimos con el cliente reuniones en la cual le preguntamos cuales eran sus perspectivas luego de terminado el proyecto y de qué forma le serviría este para su futuro como promotor inmobiliario. Lo que nos sirvió para alinear y aclarar sobre las expectativas que manejaban nuestros clientes respecto a la ejecución del proyecto, el cual como objetivo principal era que una vez concluido el proyecto multifamiliar, este sirviera como ejemplo y referencia para promocionar futuros proyectos. Querían consolidarse como una marca confiable de proyectos inmobiliarios y para lograrlo necesitaban ofrecer ejemplos de clientes satisfechos.
- c) META INTERNA, Minimizar el Desperdicio.- Para minimizar el desperdicio deberíamos optimizar los costos manejar la variabilidad, por lo

que en la Tabla 7, mostramos estrategias de manejo de la variabilidad en Proyecto La Cúpula de Magdalena en la fase de construcción de casco estructural de pisos típicos:

Tabla 7: Estrategias para minimizar la Variabilidad.

ACCIÓN	ESTRATEGIA
Diseño del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Concreto: Uso de concreto premezclado y servicio de bomba “Mixercon”. - Encofrado: Metálico prediseñado “Unispan”. - Mano de Obra: Concreto, encofrado, acero Subcontratado a contratista. <p>Sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas “Alitec”.</p> <p>Las especialidades de, IIEE, IISS, con suministro de manos obra, subcontratadas.</p> <p>Las especialidades de albañilería y revoques, subcontratados.</p>
Control de Producción.	<p>Uso del Look Ahead y los componentes derivados de este sistema de programación intermedia, como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de Restricciones. - Trenes de Actividades. - Programación semanal. - Programación Diaria. - PAC
Mejora del Sistema de Producción.	<p>PAC, Porcentaje de Actividades completadas.</p> <p>Comenzar el ciclo otra vez aplicando acciones correctivas y monitoreando la efectividad de dichas acciones.</p>

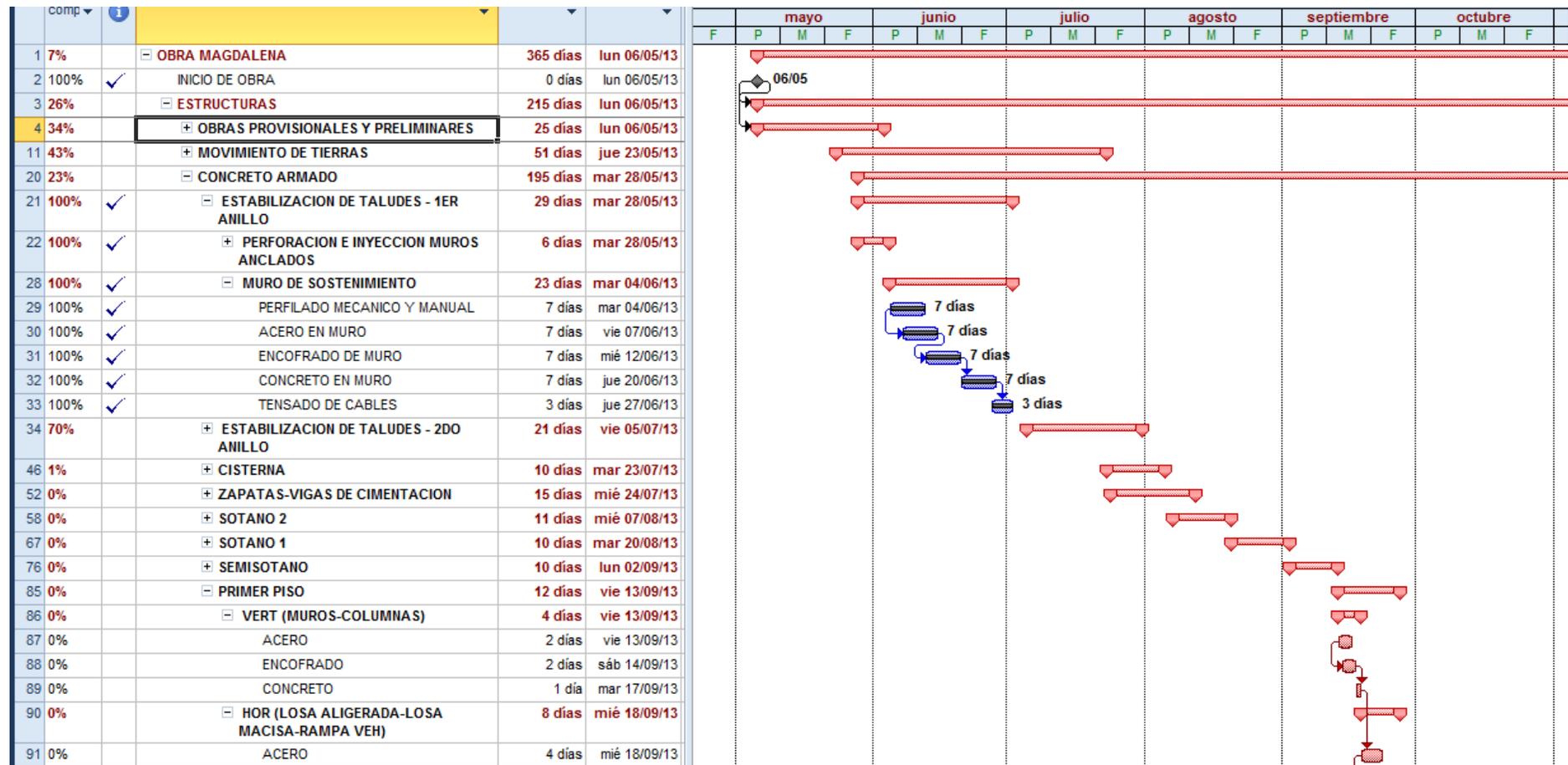
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las estrategias se orientan para minimizar el impacto negativo de la variabilidad, para así poder cumplir los objetivos y metas trazados en el proyecto.

8.3. Implementación de Programación Maestra en obra “La Cúpula de Magdalena”. Punto de partida.

Para la ejecución de nuestro nuevo sistema de gestión de obra, tomamos la Programación de Obra, aprobada por el consorcio y la Inmobiliaria, documento técnico que ha sido trabajada por la gerencia de proyectos, con el programa Microsoft Project, en el cual existe un gran nivel de detalle. Ilustración 31.

Ilustración 31: Imagen parcial de Cronograma inicial contractual de Obra.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Ilustración 32: Nuevo Cronograma General de Obra.

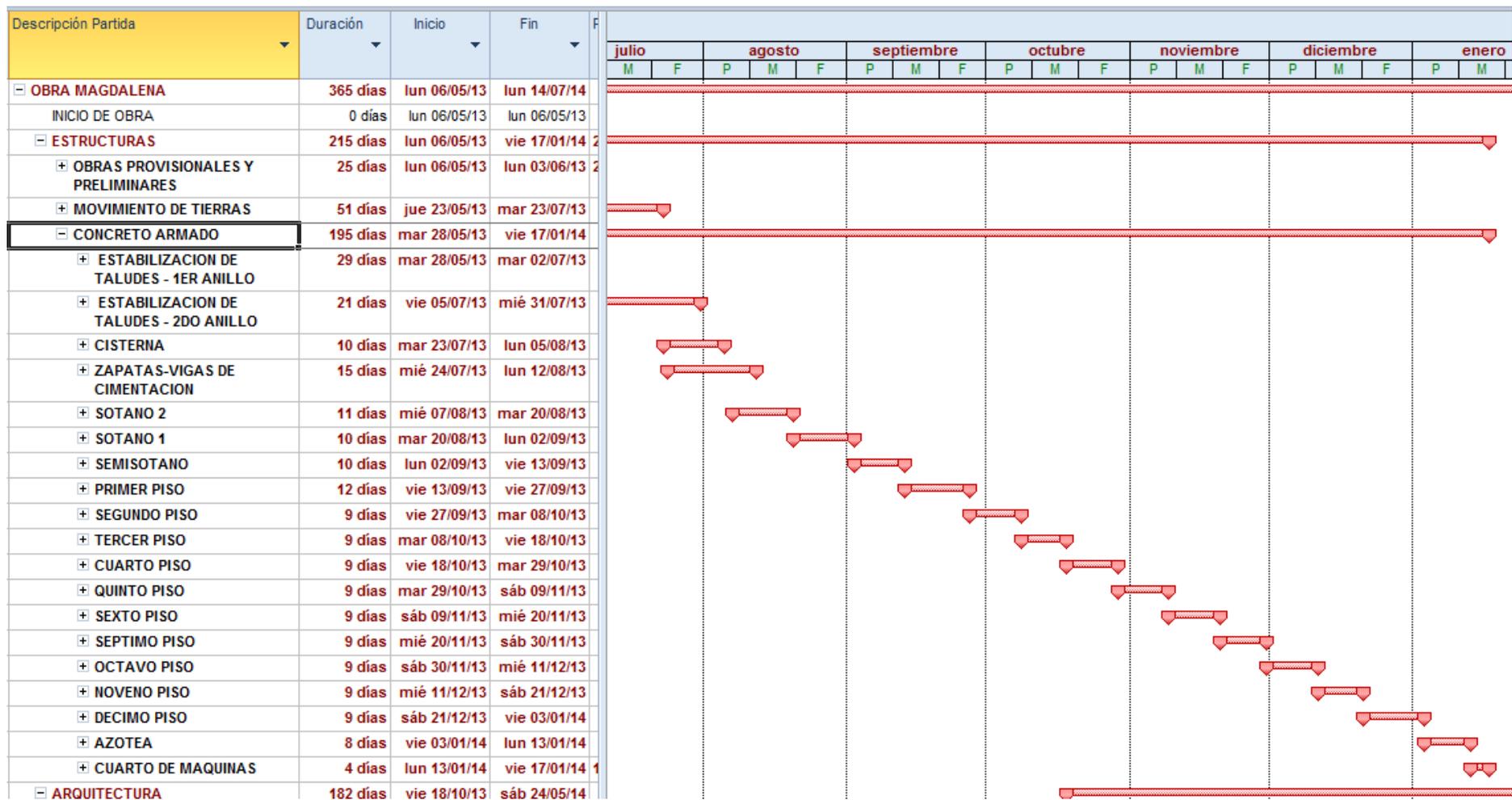
PLANIFICACION MAESTRA DE OBRA																		
RESIDENCIAL "LA CUPULA DE MAGDALENA"				MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Descripción de Actividades	Fecha Inicid	Fecha Términ		MES 1	MES 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15
01.00.0	ESTRUCTURAS	06-may-13	14-jul-14															
01.01.00	Obras Provisionales y Preliminares	06-may-13	03-jun-13															
01.02.00	Movimiento de Tierras	23-may-13	23-jul-13															
01.03.00	Muros Anclados	28-may-13	04-jun-13															
01.05.00	Cisterna	23-jul-13	05-ago-13															
01.06.00	Sotano 2	07-ago-13	20-ago-13															
01.07.00	Sotano 1	20-ago-13	02-sep-13															
01.08.00	Semisotano	02-sep-13	13-sep-13															
01.09.00	Pisos Típicos	13-sep-13	13-ene-14															
01.10.00	Azotea, Cuarto de Maquinas	13-ene-14	17-ene-14															
02.00.0	ARQUITECTURA Y ACABADOS	18-oct-13	24-may-14															
02.01.0	Acabados Húmedos	18-oct-13	26-mar-14															
02.01.01	Cielo Raso	18-oct-13	16-ene-14															
02.01.02	Muros de Albañilería	29-oct-13	29-ene-14															
02.01.03	Tarrajeo de muros interiores	09-nov-13	04-feb-14															
02.01.04	Tarrajeo de fachadas	04-feb-14	17-feb-14															
02.01.05	Pisos de estacionamientos	04-feb-14	15-feb-14															
02.01.06	Enchapes	29-ene-14	17-mar-14															
02.01.07	Ladrillo Pastelero	17-feb-14	25-feb-14															
02.01.08	Pinturas Exteriores vecinos	17-feb-14	21-feb-14															
02.01.09	Pinturas Exteriores	21-feb-14	26-feb-14															
02.01.10	Pinturas Interiores	03-mar-14	26-mar-14															
02.02.0	Acabados Secos	26-mar-14	17-may-14															
03.00.0	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	19-sep-13	30-jun-14															
03.01.0	Tendido de Tuberías en Losa (Centros, t...	19-sep-13	11-ene-14															
03.02.0	Cableado	17-mar-14	26-jun-14															
03.03.0	Instalación de Placas (Tomacorrientes, l...	12-jun-14	30-jun-14															
03.04.0	Instalación de Tableros de Energía de De...	12-jun-14	20-jun-14															
04.00.0	INSTALACIONES SANITARIAS	19-sep-13	14-jul-14															
05.00.0	SISTEMAS VARIOS	03-feb-14	14-jul-14															
05.01.0	Sistema A.C.I.	03-feb-14	26-mar-14															
05.02.0	Sistema de Gas	07-abr-14	12-may-14															
05.03.0	Puertas corta fuego	01-abr-14	07-abr-14															
05.04.0	Ascensor	01-abr-14	06-may-14															
05.05.0	Instalación de Plataforma para discapacitado	01-abr-14	02-abr-14															
05.06.0	Instalación de Sistemas de Extracción de Mor...	01-abr-14	23-abr-14															
05.07.0	Puertas levadizas para ingreso a Estacionam...	27-jun-14	01-jul-14															
05.08.0	Limpieza de Departamentos	01-jul-14	08-jul-14															
05.09.0	Protocolos de entrega de diferentes Especiali...	08-jul-14	14-jul-14															

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

En la ilustración 32 se puede ver que la implementación del nuevo Cronograma Maestro ha reducido un Cronograma Project de largo plazo, con un gran nivel de detalle de **309 líneas** a otro Cronograma Macro de tan solo **54 líneas**, mucho más sencillo en su presentación y con un análisis muy profundo para su elaboración.

En el cronograma general de obra Project, el tiempo que se ha considerado para la ejecución de la etapa de “construcción de estructuras de 10 pisos típicos, azotea y cuarto de máquinas”, es de 18 semanas comprendidas entre el **13 de setiembre del 2013 al 17 de enero del 2014**, tal como aparece en imagen adjunta.

Ilustración 33: Tiempo estimado inicialmente en Programación Project.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Trasladados estos tiempos estimados iniciales de programación inicial a nuestra Programación Maestra de hitos con las fechas consideradas se ven de la siguiente manera:

Ilustración 34: Programación Maestra de Hitos.

				PLANIFICACION MAESTRA DE OBRA											
RESIDENCIAL "LA CUPULA DE MAGDALENA"				MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FE		
Descripción de Actividades		Fecha Inicio	Fecha Término	MES 1	MES 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	S		
		06-may-13	14-jul-14												
01.00.00	ESTRUCTURAS	06-may-13	17-ene-14												
01.01.00	Obras Provisionales y Preliminares	06-may-13	03-jun-13												
01.02.00	Movimiento de Tierras	23-may-13	23-jul-13												
01.03.00	Muros Anclados	28-may-13	04-jun-13												
01.05.00	Cisterna	23-jul-13	05-ago-13												
01.06.00	Sotano 2	07-ago-13	20-ago-13												
01.07.00	Sotano 1	20-ago-13	02-sep-13												
01.08.00	Semisotano	02-sep-13	13-sep-13												
01.09.00	Pisos Típicos	13-sep-13	13-ene-14												
01.10.00	Azotea, Cuarto de Maquinas	13-ene-14	17-ene-14										01S		
02.00.00	ARQUITECTURA Y ACABADOS	18-oct-13	24-may-14												
02.01.00	Acabados Húmedos	18-oct-13	26-mar-14												
02.01.01	Cielo Raso	18-oct-13	16-ene-14												
02.01.02	Muros de Albañilería	29-oct-13	29-ene-14												
02.01.03	Tarrajeo de muros interiores	09-nov-13	04-feb-14												

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Para cumplir con las fechas establecidas en este cronograma se utilizaran 17 semanas, tiempo en el podremos ejecutar el casco estructural de los 10 pisos típicos y 01 semana para la azotea y cuarto de máquinas, haciendo un total de **18 semanas**.

8.3.1. Nueva Planificación General de Obra (Uso Interno de Obra):

Planificación Maestra por Hitos.

Generamos una nueva planificación por hitos, para uso exclusivo del equipo técnico de obra, y así el equipo de producción se concentre en cumplir con los objetivos parciales, y por consiguiente los plazos totales.

De acuerdo a guía propuesta en capítulo anterior, pasamos a cumplir con los pasos propuestos:

Primer Paso: Balancear sistema de Producción, calculando los metrados de cada partida, considerando sus propias características, ya que las velocidades y las unidades de producción básicas de cada partida son diferentes como el concreto de placas y columnas con el concreto de losas.

Segundo paso: Determinamos la tecnología a utilizar, esto quiere decir que la velocidad de producción de cada unidad que analizamos depende de esta selección, por ejemplo el rendimiento de encofrado con madera es diferente al rendimiento de encofrado metálico. También en este paso se considera la modalidad contractual de las partidas a trabajar. Estos pueden ser por ejecución directa (por casa) o caso contrario por modalidad de subcontrato, que también tiene sus variables de subcontrato de a todo costo, de mano de obra, de materiales etc.; para nuestro caso toda la partida de estructuras esta subcontratada con la

modalidad de suministro de toda mano la obra, así como los equipos y herramientas.

Tercer Paso: Determinamos la cantidad de recursos por unidad básica, quiere decir que debemos conocer la cantidad de equipos y la composición de las cuadrillas de obreros necesarias para cada unidad básica de producción.

Cuarto Paso: Al tener ya todos los metrados, definido la tecnología a emplear y determinar la modalidad de ejecución de las partidas, se procede a calcular la duración de cada actividad en función de una cuadrilla básica o cuadrilla mínima, que debería suministrar el subcontratista, motivo por el cual en esta etapa de la planificación es importante también la participación del representante del subcontratista ganador del contrato de ejecución. Por lo tanto en conjunto con el equipo de producción de la empresa y el representante del subcontratista encargado del suministro de las cuadrillas básicas se determina la velocidad de producción de cada cuadrilla por día, ya que el enfoque de esta planificación estará guiado por la eliminación de tiempos muertos mediante la asignación de solo una actividad a cada cuadrilla. Es por esta razón que la velocidad de producción final determinada se debe realizar entre todos los involucrados en su cumplimiento.

Ilustración 35: Procedimiento para determinar la duración de actividades.

CALCULO DE DURACION DE LAS ACTIVIDADES A EJECUTARSE EN PISOS TIPICOS "La Cupula MG"								
Código	ACTIVIDAD	UND	MODALIDAD DE EJECUCION	TECNOLOGIA	METRADO	CUADRILLA	VELOCIDAD MINIMA	DURACION (d)
330	CONCRETO PREMEZCLADO MURO PANTALLA	m3	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	226.26	01(01Op + 07 Ay)	20.00	12.00
340	ENCOFRADO MURO PANTALLA	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	1282.92	08 (01Op + 01 Ay)	42.00	31.00
350	ACERO MURO PANTALLA	kg	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	10439.42	02 (01Op + 01Of) + 01(01Op + 01 Ay)	300.00	35.00
370	VARIOS MURO PANTALLA	m2	SC	SISTEMA DE ANCLAJES	1.00	01(01Op + 07 Ay)	1.00	1.00
430	CONCRETO PREMEZCLADO VERTICALES	m3	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	484.81	01(01Op + 07 Ay)	20.00	25.00
440	ENCOFRADOS VERTICAL	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	6,314.19	09 (01Op + 01 Ay)	80.00	79.00
450	ACERO VERTICALES	kg	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	53,313.31	03 (01Op + 01Of) + 01(01Op + 01 Ay)	800.00	67.00
460	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS		SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	246.35	01(01Op + 07 Ay)	30.00	9.00
470	ENCOFRADOS HORIZONTAL	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	1,630.38	08 (01Op + 01 Ay)	40.00	41.00
480	ACERO VIGAS	kg	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	37,390.72	03 (01Op + 01Of) + 01(01Op + 01 Ay)	800.00	47.00
490	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS	m2	SC	CONCRETO PREMEZCLADO CON BOMBA	171.74	01(01Op + 07 Ay)	30.00	6.00
520	ENCOFRADOS LOSAS	m2	SC	ENCOFRADO METALICO UNISPAN	673.56	08 (01Op + 01 Ay)	50.00	14.00
640	ACERO LOSAS	m2	SC	TRABAJADO EN OBRA PRODAC	14,754.98	03 (01Op + 01Of) + 01(01Op + 01 Ay)	300.00	50.00

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Quinto Paso: En este paso debemos ajustar el número de cuadrillas básicas de producción para que, considerando la secuencia, las relaciones de precedencia y termino de los diferentes trenes de actividades, se cumpla la programación de los plazos totales establecidos, con lo cual obtenemos una nueva programación mucho más ajustada con una optimización de tiempo de 05 semanas.

En conclusión, este nuevo Cronograma Maestro de Hitos tendrá **14 semanas de duración**, iniciando sus actividades el **02 de Setiembre** en la **semana 36**, con la actividad Acero en verticales. Terminan con las actividades concreto en losa y escaleras de cuarto de máquinas de azotea el **05 de diciembre** de la **semana 49**.

Ilustración 36: Nueva Planificación de Obra de Hitos Ajustada.

PLANIFICACION MAESTRA DE OBRA												
RESIDENCIAL "LA CUPULA DE MAGDALENA"				MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Descripción de Actividades	Fecha Inicio	Fecha Término	MES 1	MES 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	
	06-may-13	14-jul-14										
01.00.00	ESTRUCTURAS	06-may-13	17-ene-14									
01.01.00	Obras Provisionales y Preliminares	06-may-13	03-jun-13									
01.02.00	Movimiento de Tierras	23-may-13	23-jul-13									
01.03.00	Muros Anclados	28-may-13	04-jun-13									
01.04.00	Cimentaciones	05-jul-13	20-jul-13									
01.05.00	Cisterna	23-jul-13	05-ago-13									
01.06.00	Sotano 2	07-ago-13	20-ago-13									
01.07.00	Sotano 1	20-ago-13	02-sep-13									
01.08.00	Semisotano	02-sep-13	13-sep-13									
01.09.00	Pisos Típicos	13-sep-13	13-ene-14					TIEMPO ESTIMADO EN PROGRAMACION PROJECT (18 SEMANAS)				
01.10.00	Azotea, Cuarto de Maquinas	13-ene-14	17-ene-14									01S
02.00.00	ARQUITECTURA Y ACABADOS	18-oct-13	24-may-14									
02.01.00	Acabados Humedos	18-oct-13	26-mar-14									
02.01.01	Cielo Raso	18-oct-13	16-ene-14									
02.01.02	Muros de Albañilería	29-oct-13	29-ene-14									
02.01.03	Tarrajeo de muros interiores	09-nov-13	04-feb-14									
02.01.04	Tarrajeo de fachadas	04-feb-14	17-feb-14									

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

8.3.2. Programación y Control de la Producción con el Sistema Último

Planificador.

De acuerdo a la guía de introducción cumplimos con los objetivos de la

Programación, que son:

- Proteger el Plan
- Asegurar el flujo
- Aprendizaje y mejora continua.

8.3.2.1. Proteger el Planeamiento del Proyecto con el Look Ahead.

Esta programación previene los recursos con 3 semanas de anticipación, y se actualiza todas las semanas, generando así, todas las semanas un nuevo Look Ahead planning. Con esta herramienta logramos dinamizar la previsión de materiales, insumos, mano de obra y demás recursos con anticipación generando confiabilidad entre el área de los equipos de logística de la empresa con el área de producción de obra.

A continuación los pasos que se siguieron para elaborar el Look Ahead:

Gráfico 1: Flujo para generar Look Ahead.



A continuación la descripción detallada de los pasos seguidos:

8.3.2.1.1. Tomar de la Programacion Maestra, Actividades por Hitos.

Ilustración 37: Programación Maestra de Obra de Hitos Ajustada.

PLANIFICACION MAESTRA DE OBRA - HITOS AJUSTADA												
RESIDENCIAL "LA CUPULA DE MAGDALENA"			MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
Descripción de Actividades	Fecha Inicio	Fecha Término	MES 1	MES 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM	SEM 8	SEM 9	SEM 10
	06-may-13	14-jul-14										
01.00.00	ESTRUCTURAS	06-may-13	17-ene-14									
01.01.00	Obras Provisionales y Preliminares	06-may-13	03-jun-13									
01.02.00	Movimiento de Tierras	23-may-13	23-jul-13									
01.03.00	Muros Anclados	28-may-13	04-jun-13									
01.04.00	Cimentaciones	05-jul-13	20-jul-13									
01.05.00	Cisterna	23-jul-13	05-ago-13									
01.06.00	Sotano 2	07-ago-13	20-ago-13									
01.07.00	Sotano 1	20-ago-13	26-ago-13									
01.08.00	Semisotano	26-ago-13	02-sep-13									
01.09.00	Pisos Típicos	02-sep-13	30-nov-13									
01.10.00	Azotea, Cuarto de Maquinas	02-dic-14	05-dic-14									
02.00.00	ARQUITECTURA Y ACABADOS	18-oct-13	24-may-14									
02.01.00	Acabados Humedos	18-oct-13	26-mar-14									
02.01.01	Cielo Raso	18-oct-13	16-ene-14									
02.01.02	Muros de Albañilería	29-oct-13	29-ene-14									
02.01.03	Tarrajeo de muros interiores	09-nov-13	04-feb-14									
02.01.04	Tarrajeo de fachadas	04-feb-14	17-feb-14									
02.01.05	Pisos de estacionamientos	04-feb-14	15-feb-14									
02.01.06	Enchapes	29-ene-14	17-mar-14									
02.01.07	Ladrillo Pastelero	17-feb-14	25-feb-14									
02.01.08	Pinturas Exteriores vecinos	17-feb-14	21-feb-14									
02.01.09	Pinturas Exteriores	21-feb-14	26-feb-14									

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Del documento de Planeamiento, Programacion Maestra de Hitos ajustada, tomamos la ventana de actividades “**Pisos Tipicos y Azotea, cuarto de Maquinas**”, que tienen los hitos de cumplimiento en un rango de 14 semanas para su ejecucion.

8.3.2.1.2. Formacion de Trenes de Trabajo.

Reconociendo, que nuestro proyecto inmobiliario en su etapa de contruccion de casco estructural tiene las condiciones de una variabilidad reducida y que fisicamente podemos dividirla en partes iguales, la aplicamos en el proceso de programacion de la obra.

8.3.2.1.3. Sectorizacion.

Seleccionamos las actividades al detalle que seran parte del tren de trabajo, logrando dividir el proyecto en areas y sectores lo mas parecidos posibles, para ser realizados en un (01) dia.

Tabla 8: Actividades y número de semanas tentativas de Programación.

TREN DE ACTIVIDADES TENTATIVO																					
	02/09/2013	03/09/2013	04/09/2013	05/09/2013	06/09/2013	07/09/2013	08/09/2013	09/09/2013	10/09/2013	11/09/2013	12/09/2013	13/09/2013	14/09/2013	15/09/2013	16/09/2013	17/09/2013	18/09/2013	19/09/2013	20/09/2013	21/09/2013	22/09/2013
Tren de actividades por SECTOR	Semana 1					Semana 2					Semana 3										
ESTRUCTURAS																					
VERTICALES ENCOFRADO	S1		S2		S3			S1		S2		S3			S1		S2		S3		
PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO		S1		S2		S3			S1		S2		S3			S1		S2		S3	
VERTICALES CONCRETO		S1		S2		S3			S1		S2		S3			S1		S2		S3	
ENCOFRADO LOSAS Y VIGAS			S1		S2			S3		S1		S2			S3		S1		S2		
ACERO LOSAS Y VIGAS				S1		S2			S3		S1		S2			S3		S1		S2	
INSTALACION DE VIGUETAS Y LADRILLOS				S1		S2			S3		S1		S2			S3		S1		S2	
IISS y IIEE				S1		S2			S3		S1		S2			S3		S1		S2	
PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO					S1			S2		S3		S1			S2		S3		S1		
CONCRETO LOSAS					S1			S2		S3		S1			S2		S3		S1		
ACABADOS																					
Solaqueo																					
Albañilería																					
Enchape																					
Puertas																					
Pisos																					

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Luego de realizar varios tanteos, en los cuales se consideraban diferentes restricciones tales como la disponibilidad de mano de obra, turnos de trabajo para el abastecimiento del concreto y el objetivo de sacar un techo por semana el cual era nuestro principal objetivo, llegamos a la siguiente sectorización:

Tabla 9: Actividades Estratégicas para Sectorización.

II. ACTIVIDADES ESTRATEGICAS							
ITEM	DESCRIPCION						
1.00.00	ESTRUCTURAS			SECTORIZACION			
	PISO TIPICO (1 AL 10 PISO)		SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3		
1.01.00	VERTICALES ACERO						
1.02.00	VERTICALES ENCOFRADO		25.54	22.88	19.80		
1.03.00	PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN PARA VACIADO DE VERTICALES		1,540.58	1,822.70	1,259.42		
1.04.00	VERTICALES CONCRETO		12.77	11.44	9.90		
1.05.00	ENCOFRADO LOSAS Y VIGAS		109.62	27.50	137.31		
1.06.00	ACERO LOSAS Y VIGAS						
1.07.00	INSTALACION DE VIGUETAS Y LADRILLO		458.00	112.00	518.00		
1.08.00	II.SS. Y II.EE.						
1.09.00	PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN PARA VACIADO DE VIGAS Y LOSAS		1,838.22	1,105.71	1,643.43		
1.10.00	CONCRETO LOSAS		14.72	7.05	17.95		

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Teniendo en cuenta el enunciado de la sectorización y las restricciones constructivas y estructurales, para los **elementos verticales**, se determinó que para lograr objetivos deberíamos considerar 3 sectores, tanto para el acero, encofrado y concreto, el cual pasamos a describir:

Sector 1

Parte posterior de la obra entre los ejes 1 y 3, en los que se consideran muros de concreto armado M1, M2 y columnas C4, C6, C6A, C7, C8

Sector 2

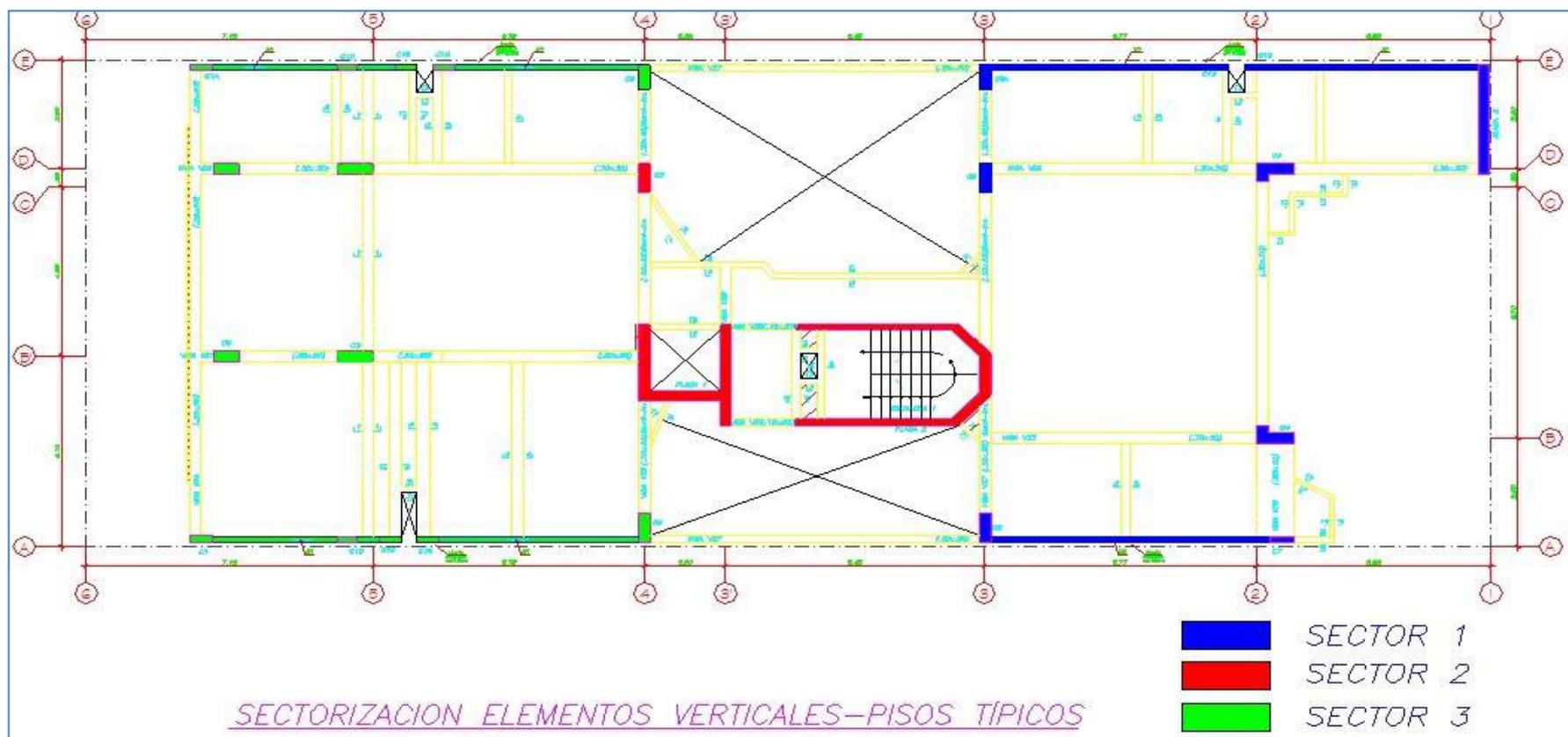
Parte intermedia de la obra entre los ejes 3 y 4, en los que se encuentran las Placa 1 de la caja del ascensor y Placa 2 de escalera de servicio.

Sector 3

Parte inicial de obra entre los ejes 4 y 6, en los que se consideran muros de concreto armado M1, y columnas C1, C2, C3, C5, C6, C1A, C9, C10, C15

A continuación detallamos gráficamente en ilustración 38 y foto N° 1 lo que se obtuvo como sectorización:

Ilustración 38: Sectorización de elementos verticales, p/acero, encofrado y concreto.



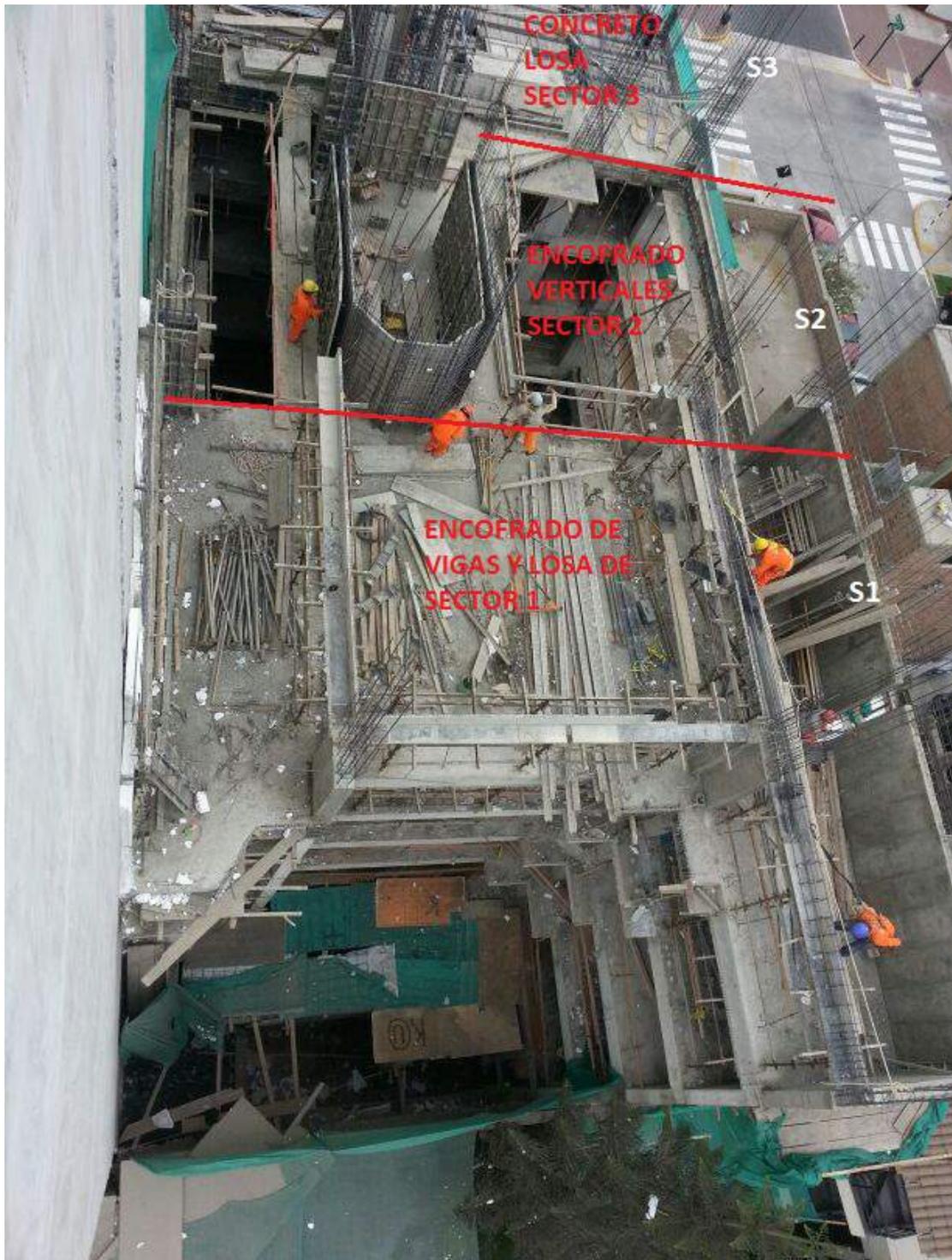
FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Foto 1: Trabajo de Encofrado de verticales en Sector 2



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Foto 2: Diferentes actividades en sectores definidos.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Para los **elementos horizontales como vigas y losas** del proyecto, considerando el enunciado de la sectorización y las restricciones constructivas y estructurales, se determinó la siguiente sectorización:

Sector 1

Parte posterior de la obra entre los ejes 1 y 3, realizando el corte del vaciado del concreto a los 2/3 de la losa entre los ejes 2 y 3, así como las vigas V29 y V33.

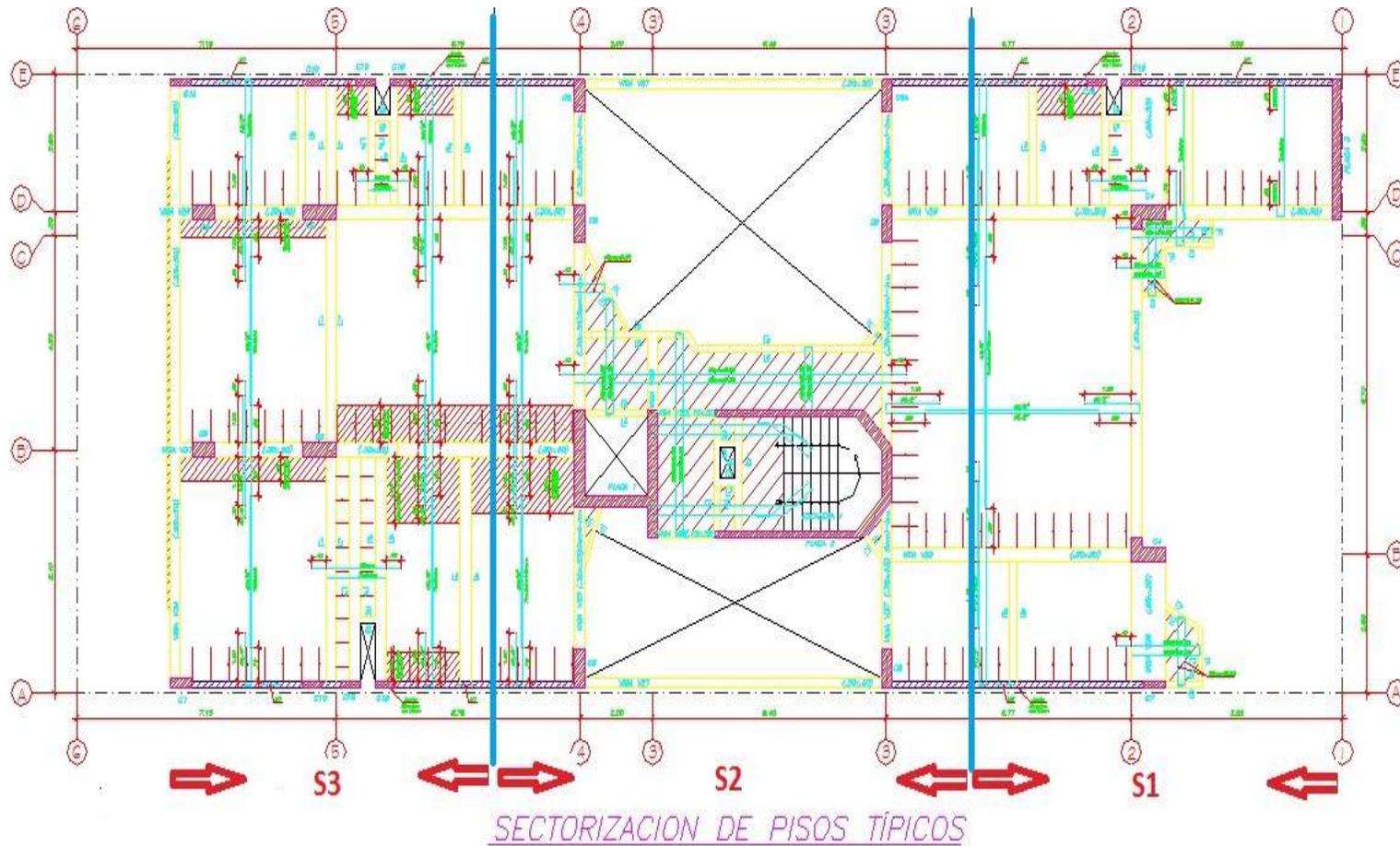
Sector 2

Parte intermedia de la obra que abarca 1/3 de la losa que se ubica entre los ejes 2 y 3; además en este sector se encuentra una losa maciza entre los ejes 3 y 4 y 1/3 de la losa ubicada entre los ejes 4 y 5.

Sector 3

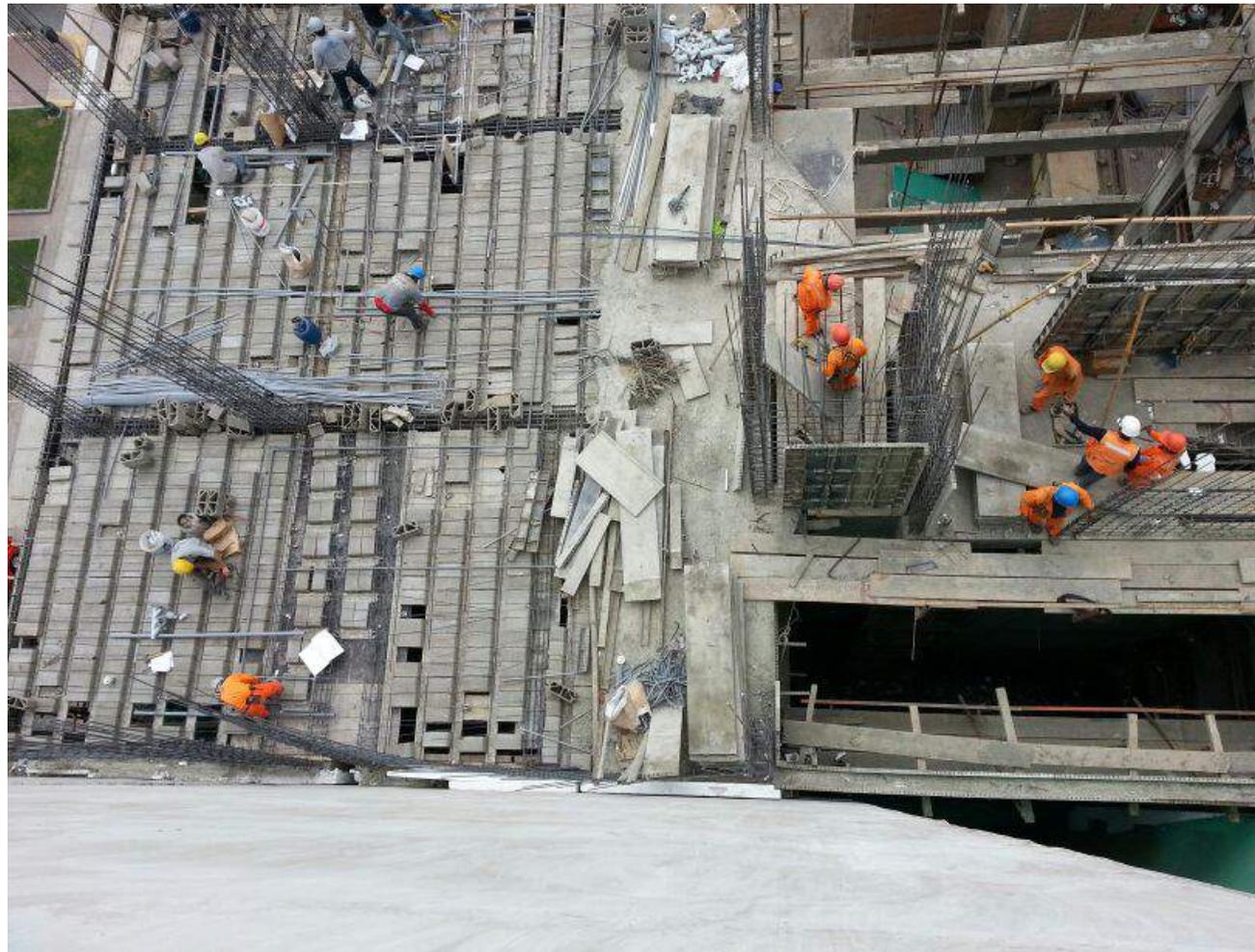
Parte inicial de obra entre los ejes 4 y 6, en los que se encuentran los 2/3 de la losa y las vigas V28 y V31.

Ilustración 39: Sectorización de elementos horizontales (vigas y losas) para vaciado del concreto.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Foto 3: Trabajos de IIEE y IISS en losa de Sector 1 y verticales en sector 2.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Como se puede apreciar en la figura N° 4, al dividir las áreas del proyecto, se tuvo en consideración que las áreas físicas a trabajar sean lo más similares posibles, tratando también de que sus volúmenes sean lo más equivalentes y que la cantidad de tarea por sector tenga que ser realizada en un (01) solo día.

Foto 4: Vaciado de losa maciza en sector 2.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Al existir el riesgo de atraso por imprevistos y al no contar con holguras, cada atraso de una actividad, generara atraso al resto de actividades, por lo que una forma de proteger la programacion semanal es considerar la semana de trabajo con tan solo 5 dias utiles laborables. De lunes a viernes. Asi teniamos una holgura, uqe era el dia sabado para enemendar cualquier imprevisto a nuestra programacion.

Ventajas obtenidas en la Sectorización del área de trabajo.

Se pueden nombrar algunas:

Especialización y mejora en la curva de los trabajos.

Avance de la obra con un mínimo de trabajos rehechos.

Fácil control de la programación en el terreno y mejora de la productividad.

Foto 5: Trabajos programados de encofrado en Sector 2, de techo 3.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

8.3.2.1.4. Generar Look ahead.

De los pasos previos, en base a la elaboracion de metrados y conceptos constructivos, definimos el nuevo plazo de ejecucion de las actividades **“Pisos Tipicos y Azotea, cuarto de Maquinas”**, que vendra a ser 13 semanas, con fecha de inicio 02 de setiembre y fecha de culminacion 30 de noviembre del año 2013.

El siguiente documento de planificacion intermedia Look Ahead, elaborado por el residente de Obra y el ingeniero de campo, nos servira como herramienta de control y aseguramiento para el cumplimiento de las nuevas metas propuestas.

Una vez que conocemos LO QUE DEBEMOS HACER, realizamos una programacion al detalle con 3 semanas de horizonte (Ilustracion N° 40) para eliminar restricciones, protegiendo las actividades programadas con altas probabilidades que inicien y terminen en la fecha indicadas.

Ilustración 40: Look Ahead definitivo, determinado por el equipo de Obra.

		PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES A TRES SEMANAS																											
		SEMANA 36						SEMANA 37						SEMANA 38															
OBRA : EDIFICIO LA CUPULA DE MAGDALENA PARTIDA : ESTRUCTURAS FECHA : 31 DE AGOSTO DEL 2013 RESPONSABLE : ING. CARLOS ORTIZ		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES											
		02/09/2013	03/09/2013	04/09/2013	05/09/2013	06/09/2013	07/09/2013	09/09/2013	10/09/2013	11/09/2013	12/09/2013	13/09/2013	14/09/2013	16/09/2013	17/09/2013	18/09/2013	19/09/2013	20/09/2013											
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM										
CONCRETO ARMADO																													
VERTICALES ACERO	V1S1	V1S1	V1S2	V1S2	V1S2	V1S2	V1S3	V1S3	V2S1	V2S1	V2S2	V2S2	V2S3	V2S3	V3S1	V3S1	V3S2	V3S2											
VERTICALES ENCOFRADO	V1S1	V1S1	V1S1	V1S1	V1S2	V1S2	V1S2	V1S2	V1S3	V1S3	V2S1	V2S1	V2S1	V2S1	V2S2	V2S2	V2S2	V2S2	V2S3	V2S3	V3S1	V3S1	V3S1	V3S1	V3S2	V3S2	V3S2	V3S2	
PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO			V1S1		V1S2		V1S2		V1S3		V2S1		V2S2		V2S3		V2S3		V3S1		V3S1		V3S2		V3S2				
VERTICALES CONCRETO			V1S1		V1S2		V1S2		V1S3		V2S1		V2S2		V2S3		V3S1		V3S1		V3S2		V3S2						
ENCOFRADO LOSAS Y VIGAS	TSSS3	TSSS3	TSSS4	TSSS4	T1S1	T1S1	T1S1	T1S1	T1S2	T1S2	T1S2	T1S2	T1S3	T1S3	T1S3	T1S3	T2S1	T2S1	T2S1	T2S1	T2S2	T2S2	T2S2	T2S2	T2S3	T2S3	T2S3	T2S3	
ACERO LOSAS Y VIGAS	TSSS3	TSSS3	TSSS4	TSSS4	T1S1	T1S1	T1S1	T1S1	T1S2	T1S2	T1S2	T1S2	T1S3	T1S3	T2S1	T2S1	T2S1	T2S1	T2S2	T2S2	T2S2	T2S2	T2S3	T2S3	T2S3	T2S3			
INSTALACION DE VIGUETAS Y LADRILLOS		TSSS3	TSSS4	TSSS4	T1S1	T1S1	T1S1	T1S1	T1S2	T1S2	T1S2	T1S2	T1S3	T1S3	T2S1	T2S1	T2S1	T2S1	T2S2	T2S2	T2S2	T2S2	T2S3	T2S3	T2S3	T2S3			
IISS y IIEE		TSSS3	TSSS4	TSSS4	T1S1	T1S1	T1S1	T1S1	T1S2	T1S2	T1S2	T1S2	T1S3	T1S3	T2S1	T2S1	T2S1	T2S1	T2S2	T2S2	T2S2	T2S2	T2S3	T2S3	T2S3	T2S3			
PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO		TSSS3	TSSS4	TSSS4	T1S1	T1S1	T1S1	T1S1	T1S2	T1S2	T1S2	T1S2	T1S3	T1S3	T2S1	T2S1	T2S1	T2S1	T2S2	T2S2	T2S2	T2S2	T2S3	T2S3	T2S3	T2S3			
CONCRETO LOSAS			TSSS3		TSSS4		TSSS4		T1S1		T1S2		T1S3		T2S1		T2S2		T2S3		T2S3								
ARQUITECTURA																													
LIMPIEZA EN SÓTANO 2																													
RELLENO, NIVELACION Y COMPACTACION CON MATERIAL																													

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Esta programación que cuenta con 3 semanas de anticipación, cada semana es actualizada y por consiguiente, cada semana se genera un nuevo Look Ahead, dando por resultado que esta programación intermedia se vuelve una **rutina de trabajo** mucho más dinámica, comprometiendo con la obtención de sus resultados a todos los integrantes del equipo técnico de obra, pudiendo prever con adecuada anticipación, los requerimientos de materiales, mano de Obra y Equipos, generando un escudo de protección de la producción.

Comentarios de nuestra experiencia con herramienta Look Ahead.

Reconocer que la mayor parte de los problemas que pueden generar atrasos e incumplimiento en la planificación de nuestra obra son nuestra responsabilidad, y que estamos a cargo del éxito o fracaso de la obra. Por lo que para ayudarnos en esta responsabilidad y superar los diferentes problemas que enfrentamos en la vida del proyecto, el Look Ahead nos permite mediante una serie de listas de verificaciones, adelantar todos nuestros requerimientos, de forma que el uso de esta potente herramienta del Sistema Lean Construction, protege la producción de la obra de los efectos externos a ella. Con esta planificación de anticipación a los factores que podrían afectar a nuestra obra logramos tomar el control en forma anticipada, del impacto generado en nuestra producción, ya sea por la mano de obra, los materiales, los equipos, la información, el dinero, etc. lo que quiere decir que debemos planificar la disponibilidad de los recursos para cuando realmente lo necesitamos, ya que de acuerdo a la experiencia de otras obras, nos dice que al no contar con los recursos necesarios en el momento que se requiere, son factores causantes y determinantes para afectar en forma negativa la eficiencia y productividad de la obra.

Esto nos lleva a la conclusion, de que las actividades que no cumplan con todos los requerimientos previstos no deberian ser planificados para las siguientes semanas. Planificar actividades para las que no se cuentan con requerimientos es ir en contra de nosotros mismos y de los objetivos de la obra. Al no considerar estas actividades lo que logramos es reducir la variabilidad en el cumplimiento de la planificacion, por lo cual nos evitamos incurrir en perdidas y gastos mayores. Por lo tanto para asegurar la eficiencia de lo planificado el Look Ahead, mide la veracidad del avance real, informacion recogida en campo, mediante porcentajes de cumplimiento semanales. Por lo tanto el Look ahead aumenta considerablemente su confiabilidad y nuestra tranquilidad.

Considerando que el suministro de mano de obra para ejecutar esta etapa de la obra estaba subcontratado, se realizo la sectorizacion en base a la cantidad de carga de trabajo de las partidas a ejecutar. Como se muestra en el ejemplo.

8.3.2.2. Aseguramiento del Flujo y Mejora Continua.

8.3.2.2.1. Análisis de Restricciones.

Una vez que las actividades han sido identificadas, son sujetas al análisis de restricciones, examinando cada actividad que se planifica para iniciarla dentro del periodo escogido dentro de la ventana del look ahead del proyecto. Las restricciones previenen a que la actividad se identifique como una tarea lista y se tomen las acciones para quitar estas limitaciones o restricciones.

Por ejemplo, estamos en la semana 40 y para tener el concreto en obra de acuerdo a la necesidad del tren de actividades, en cantidades suficientes y en los horarios indicados, en la semana 43, existe la restricción que dice:

“Enviar Programación de concreto a Mixercon semana 43” y “Enviar control económico de concreto a oficina Kusi, semana 43”.

La primera restricción a levantar era para que la empresa que nos suministraba el concreto, tenga conocimiento de los volúmenes y tiempos en los que necesitamos el concreto, la cual se complementaba en importancia con la segunda restricción, para asegurarnos el suministro del concreto, ya que, de nada serviría que la empresa concretara, conozca nuestra programación, si es que no se realizaba el respectivo abono por dicho concepto, ya que una las condiciones que nos impuso a su atención era el pago por adelantado del material.

Los materiales a suministrar para efectuar sin contratiempos la etapa de los pisos típicos en la especialidad de estructuras son:

- Acero
- Concreto
- Viguetas prefabricadas
- Bovedillas.

Ilustración 41: Análisis de Restricciones estructuras pisos típicos - semana 40.

ANALISIS DE RESTRICCIONES - OBRA "LA CUPULA DE MAGDALENA" - semana 40						
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	ESTADO	OBSERVACIONES
CONCRETO ARMADO						
CONCRETO EN OBRA	07/10/2013	ENVIAR CONTROL ECONÓMICO DE CONCRETO DE SEMAN 41 A OFICINA	02/10/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	07/10/2013	ENVIAR PROGRAMACION DE CONCRETO A MIXERCON SEMANA 41	04/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	07/10/2013	PAGO DE CONCRETO A MIXERCON SEMANA 41	05/10/2013	KUSI	Pendiente	
	14/10/2013	ENVIAR CONTROL ECONÓMICO DE CONCRETO DE SEMAN 42 A OFICINA	09/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	14/10/2013	ENVIAR PROGRAMACION DE CONCRETO A MIXERCON SEMANA 42	11/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	14/10/2013	PAGO DE CONCRETO A MIXERCON SEMANA 42	12/10/2013	KUSI	Pendiente	
	21/10/2013	ENVIAR CONTROL ECONÓMICO DE CONCRETO DE SEMAN 43 A OFICINA	16/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	21/10/2013	ENVIAR PROGRAMACION DE CONCRETO A MIXERCON SEMANA 43	18/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
ACERO	23/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE ACERO PARA ÚLTIMOS NIVELES	16/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	23/10/2013	LLEGADA DE ACERO A OBRA	23/10/2013	KUSI	Pendiente	
VIGUETAS ALITEC	27/09/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 4 - SECTOR 1	21/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	28/09/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE BOVEDILLAS DE PISO 4 - SECTOR 1	21/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	01/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 4 - SECTOR 2	21/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	02/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE BOVEDILLAS DE PISO 4 - SECTOR 2	21/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	04/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 5 - SECTOR 1	27/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	05/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE BOVEDILLAS DE PISO 5 - SECTOR 1	27/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	09/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 5 - SECTOR 2	04/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	10/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE BOVEDILLAS DE PISO 5 - SECTOR 2	04/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	14/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 6 - SECTOR 1	04/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	15/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE BOVEDILLAS DE PISO 6 - SECTOR 1	04/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	16/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 6 - SECTOR 2	11/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	17/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE BOVEDILLAS DE PISO 6 - SECTOR 2	11/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	21/10/2013	MANDAR REQUERIMIENTO DE VIGUETAS DE PISO 7 - SECTOR 1	11/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

De la misma forma, se tenían que levantar las restricciones para el aprovisionamiento de las viguetas, bovedillas y derivados e insumos del encofrado metálico.

A medida que íbamos avanzando con el uso de esta herramienta, nos dimos cuenta que a un mayor detalle del requerimiento de las restricciones nos permitió tener un look ahead más sincerado y con un porcentaje de tareas cumplidas bastante óptimo.

A continuación en la Ilustración N° 42, como un ejemplo de estandarización del proceso, mostramos el análisis de restricciones de la semana 40 en la cual se analizaban ya las ventanas de look ahead de albañilería y acabados húmedos, con las tres semanas de previsión.

Ilustración 42: Análisis de Restricciones de acabados húmedos semana 48

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES - OBRA "LA CUPULA DE MAGDALENA"						
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	DESCRIPCION DE LA RESTRICCION	FECHA DE LEVANTAMIENTO	RESPONSABLE	ESTADO	OBSERVACIONES
ALBAÑILERIA						
CIELO RASO, VIGAS Y PLACAS	09/10/2013	Contar con Personal de casa para el inicio de la actividad	04/10/2013	KUSI	Pendiente	
	09/10/2013	Coordinar con KUSI la llegada de todos los implementos de trabajo	04/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	07/10/2013	Tener en Obra los SCTR's	04/10/2013	KUSI	Pendiente	
	04/10/2013	Revisar el buen estado de las tuberías Electricas (winchar) - Mandar requerimiento	25/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	07/10/2013	Mandar requerimiento de las herramientas e implementos a usar	16/09/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
	07/10/2013	Contar con los implementos y herramientas para inicio de actividad	06/10/2013	KUSI	Pendiente	
	11/10/2013	Mandar requerimiento de arena fina	07/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	11/10/2013	Mandar requerimiento de cemento	02/10/2013	Ing. Ortiz	Levantado	
TABICQUERIA						
	22/10/2013	Contar con Personal de casa para el inicio de la actividad	14/10/2013	KUSI	Pendiente	
	18/10/2013	Coordinar con KUSI la llegada de todos los implementos de trabajo	10/10/2013	KUSI	Pendiente	
	21/10/2013	Tener en Obra los SCTR's	21/10/2013	KUSI	Pendiente	
	09/10/2013	Metrar cantidad de Ladrillos ECONOBLOCK	09/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	09/10/2013	Metrar cantidad de Agregados a usar	09/10/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	18/10/2013	Tener trazados los ambientes para el inicio del asentado de ladrillo y trabajos electricos, sanitarios	18/10/2013	Ing. Fernando Flores	Pendiente	
	21/10/2013	Contar con instalaciones SANITARIAS Y ELECTRICAS antes del inicio del asentado de ladrillo	21/10/2013	Ing. Fernando Flores	Pendiente	
ENCHAPADO						
	18/11/2013	Contar con contratista/ Personal de casa para el inicio de esta actividad	15/11/2013	KUSI	Pendiente	
	18/11/2013	Enviar requerimiento de pegamento a oficina KUSI	05/11/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	
	18/11/2013	Contar con el cerámico/ Porcelanato para el inicio de la actividad	15/11/2013	KUSI	Pendiente	
	18/11/2013	Contar con el pegamento para el inicio de la actividad	14/11/2013	KUSI	Pendiente	
TRABAJOS DE GAS NATURAL						
	25/11/2013	Contar con contratista para el inicio de la actividad	12/11/2013	KUSI	Pendiente	
	25/11/2013	coordinar con contratista los trabajos a realizar en obra	12/11/2013	Ing. Ortiz	Pendiente	

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

8.3.2.2.2. Plan Semanal.

La planificación semanal nos sirve como marco de referencia para la generación de planificaciones diarias horarias. Para generar la programación semanal utilizamos el día sábado que precedía a la semana a planificar en la que verificábamos en el look ahead el avance real de la obra.

Ilustración 43: Programación Semanal - semana 40.

PROGRAMACION DE SEMANA EN CURSO													
T1S1	Techo 1er Piso Sector 1 (ver pestaña "Sectorización)	SEMANA 40											
		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO	
		30/09/2013		01/10/2013		02/10/2013		03/10/2013		04/10/2013		05/10/2013	
T1S2	Techo 1er Piso Sector 2 (ver pestaña "Sectorización)	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
T1S2	Techo 1er Piso Sector 3 (ver pestaña "Sectorización)												
CONCRETO ARMADO													
	VERTICALES ACERO			V5S1	V5S1			V5S2	V5S2			V5S3	V5S3
	VERTICALES ENCOFRADO			V4S3	V4S3		V5S1	V5S1	V5S1	V5S2	V5S2	V5S2	
	PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO				V4S3				V5S1			V5S2	
	VERTICALES CONCRETO	V4S2				V4S3				V5S1			
	ENCOFRADO LOSAS Y VIGAS			T4S2	T4S2			T4S3	T4S3			V5S1	
	ACERO LOSAS Y VIGAS				T4S2	T4S2			T4S3	T4S3			
	INSTALACION DE VIGUETAS Y LADRILLOS	T4S1	T4S1			T4S2	T4S2			T4S3	T4S3		
	IISS y IIEE			T4S1	T4S1			T4S2	T4S2		T4S3	T4S3	
	PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO				T4S1				T4S2			T4S3	
	CONCRETO LOSAS	T3S3				T4S1				T4S2			
	ENCOFRADO EN VIGAS DE CONEXION						VC4	VC4					
	ACERO EN VIGAS DE CONEXION							VC4	VC4				
	CONCRETO EN VIGAS DE CONEXION									VC4			
	ENCOFRADO EN ESCALERA					E4	E4						
	ACERO EN ESCALERA							E4	E4				
	CONCRETO EN ESCALERA									E4			
	DEENCOFRADO DE LOSAS Y VIGAS	DT1S3	DT1S3	DT2S1	DT2S1			DT2S2	DT2S2			DT2S3	
	LIMPIEZA POR PISO POR PARTE DE CONTRATISTA JGL			LIP	LIP	LIP	LIP					L2P	

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

La ventana de Look Ahead de Pisos Típicos y Azotea, cuarto de máquinas, constaba de 14 semanas, las cuales nombramos en orden cronológico, en los cuales e cumplieron todo lo programado, son:

- Semana 36 Del lunes 02 de setiembre al sábado 07 de setiembre.
- Semana 37 Del lunes 09 de setiembre al sábado 14 de setiembre.
- Semana 38 Del lunes 16 de setiembre al sábado 21 de setiembre.
- Semana 39 Del lunes 23 de setiembre al sábado 28 de setiembre.
- Semana 40 Del lunes 30 de setiembre al sábado 05 de octubre.
- Semana 41 Del lunes 07 de octubre al sábado 12 de octubre.
- Semana 42 Del lunes 14 de octubre al sábado 19 de octubre.
- Semana 43 Del lunes 21 de octubre al sábado 26 de octubre.
- Semana 44 Del lunes 28 de octubre al sábado 02 de noviembre.
- Semana 45 Del lunes 04 de noviembre al sábado 09 de noviembre.
- Semana 46 Del lunes 11 de noviembre al sábado 16 de noviembre.
- Semana 47 Del lunes 18 de noviembre al sábado 23 de noviembre.
- Semana 48 Del lunes 25 de noviembre al sábado 30 de noviembre.
- Semana 49 Del lunes 02 de diciembre al sábado 07 de diciembre.

Cumpliendo la programación inicial de la ventana look ahead, se cumplieron las 14 semanas ni más ni menos.

8.3.2.3. Aprendizaje y Mejora Continua.

8.3.2.3.1. Porcentaje del Plan Completado (PPC)

Con esta herramienta analizamos el listado de tareas programadas que no se han cumplido, y las razones por que cada una con su causa de incumplimiento.

Ilustración 44: Porcentaje de Actividades cumplidas - Semana 48.

PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS (P.A.C)																	
		SEMANA 48															
		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		Porcentaje de Actividades Cumplidas	Causas	Medidas Correctivas	
		25/11/2013		26/11/2013		27/11/2013		28/11/2013		29/11/2013		30/11/2013					
		AM	PM	AM	PM	PAC											
CONCRETO ARMADO																	
TIS1	Techo 1er Piso Sector 1 (ver pestaña "Sectorización")			V11S3	V11S3	V11S3											
TIS2	Techo 1er Piso Sector 2 (ver pestaña "Sectorización")		V11S2	V11S2	V11S2			V11S3	V11S3					100%			
TIS2	Techo 1er Piso Sector 3 (ver pestaña "Sectorización")				V11S2			V11S3						100%			
	VERTICALES ACERO			V11S3	V11S3	V11S3								100%			
	VERTICALES ENCOFRADO		V11S2	V11S2	V11S2			V11S3	V11S3					100%			
	PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO				V11S2			V11S3						100%			
	VERTICALES CONCRETO	V11S1				V11S2				V11S3				100%			
	ENCOFRADO LOSAS Y VIGAS		T11S1	T11S1	T11S1					T11S3	T11S3			100%			
	ACERO LOSAS Y VIGAS		T10S3	T10S3	T10S3	T10S3								100%			
	INSTALACION DE VIGUETAS Y LADRILLOS	T10S3	T10S3	T10S3		T11S1	T11S1							100%			
	ISS y IIEE			T10S3	T10S3		T11S1	T11S1	T11S1					100%			
	PROTOCOLOS Y LIBERACIÓN DE VACIADO				T10S3			T11S1						100%			
	CONCRETO LOSAS	T10S2				T10S3				T11S1				100%			
	ENCOFRADO EN VIGAS DE CONEXION																
	ACERO EN VIGAS DE CONEXION																
	CONCRETO EN VIGAS DE CONEXION	VC9								VC10				100%			
	ENCOFRADO EN ESCALERA																
	ACERO EN ESCALERA																
	CONCRETO EN ESCALERA									E1-E2				0%	FALTÒ PERSONAL DE CONTRATISTA	COORDINAR CON CONTRATISTA	
	CUARTO DE MAQUINA									V-CM				100%			
	DESENCOFRADO DE LOSAS Y VIGAS	DT8S2	DT8S2	DT8S3	DT8S3			DT9S1	DT9S1					100%			
	LIMPIEZA POR PISO POR PARTE DE CONTRATISTA JGL	L8P	L8P	L8P	L8P							L9P		80%	FALTÒ PERSONAL DE CONTRATISTA	COORDINAR CON CONTRATISTA	
ARQUITECTURA																	

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Ilustración 45: Actividades que no llegaron a cumplir con la Programación-semana 48

PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS (P.A.C)																
		SEMANA 48														
TIS1	Techo 1er Piso Sector 1 (ver pestaña "Sectorización)	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		Porcentaje de	Causas	Medidas Correctivas
TIS2	Techo 1er Piso Sector 2 (ver pestaña "Sectorización)	25/11/2013		26/11/2013		27/11/2013		28/11/2013		29/11/2013		30/11/2013		Actividades		
TIS2	Techo 1er Piso Sector 3 (ver pestaña "Sectorización)	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	Cumplidas		
PAC																
	ACERO EN ESCALERA															
	CONCRETO EN ESCALERA									E1-E2				0%	FALTÒ PERSONAL DE CONTRATISTA	COORDINAR CON CONTRATISTA
	CUARTO DE MAQUINA									V-CM				100%		
	DESENCOFRADO DE LOSAS Y VIGAS	DT8S2	DT8S2	DT8S3	DT8S3			DT9S1	DT9S1				100%			
	LIMPIEZA POR PISO POR PARTE DE CONTRATISTA JGL	L8P	L8P	L8P	L8P							L8P	80%	FALTÒ PERSONAL DE CONTRATISTA	COORDINAR CON CONTRATISTA	

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

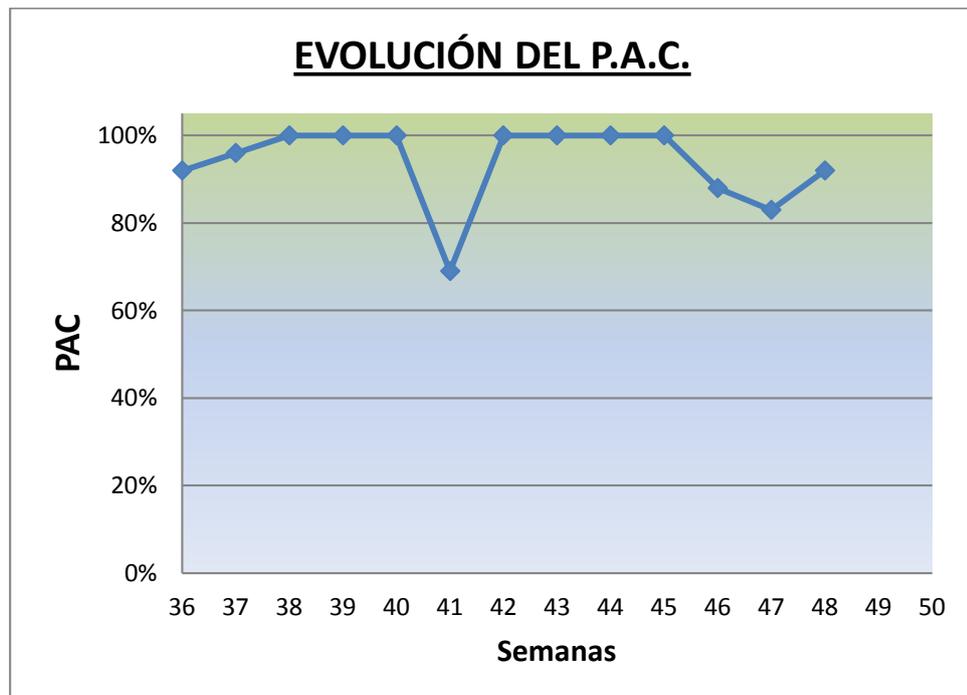
8.3.2.3.2. Oportunidades de Mejoramiento del Sistema Dentro de Obra

Implementada.

Aprendimos que cualquiera sea la causa de incumplimiento de las tareas programadas están deberán ser comunicadas para así monitorear las razones del fracaso y el plan que medirá la eficacia de las acciones correctivas.

En el caso de nuestro proyecto no tuvimos necesidad de ajustar los tiempos de la ventana “**construcción de estructuras de pisos típicos y azotea, cuarto de máquinas**” que cumplió sus 14 semanas, pese a tener algunas tareas sin llegar a tener el 100% de cumplimiento como vemos en la Tabla N° 10, porque aprendimos a corregir nuestras fallas, que en su mayoría se presentaron por fallas de coordinación, utilizamos esta experiencia en el mismo proceso, no se esperó culminar la actividad, para evaluar él porque del incumplimiento, sino que en las mismas semanas de duración de las actividades, se tomaron los correctivos.

Tabla 10: Evolución del PAC en 14 semanas de Programación.



FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

Se puede apreciar en Tabla N° 11, que nuestra evolución del PAC, nos dice que la semana 41 y semana 47, fueron las semanas en que tuvimos los más bajos porcentajes de cumplimiento, con 69% y 83% respectivamente.

Por otra parte de las 14 semanas de duración de la actividad, se obtuvieron el 100 % de cumplimiento en 7 semanas, lo que ayudo considerablemente en conseguir cumplir con las metas plazos de ejecución.

Tabla 11: Causas de Incumplimiento del PAC - Promedio Total.

SEMANAS	P.A.C.	OBSERVACIONES
36	92.00%	Falta de personal exclusivo para trabajos en encofrados verticales
37	96.00%	No hubo luz en obra
38	100.00%	
39	100.00%	
40	100.00%	
41	69.00%	Personal de JGL paralizó trabajos por falta de uniformes
42	100.00%	
43	100.00%	
44	100.00%	
45	100.00%	
46	88.00%	Problemas con MIXERCON, falta de personal de contratistas
47	83.00%	Personal de actividad de losas apoyó a trasladar materiales a obra
48	92.00%	Coordinar mejor con JGL y Sanitario
49	96.00%	Falta de personal de JGL
50		
Promedio	94.00%	

FUENTE OBRA LA CUPULA DE MG

El promedio del PAC en toda la duración de la ventana de actividades del Look Ahead “construcción de casco estructural de pisos típicos, y azotea” fue del orden del 94%, razón por la cual se cumplieron los objetivos impuestos.

El proceso de mejora continua tiene que ver mucho con la actitud competitiva que debemos poner todos los integrantes de la empresa, por lo que las herramientas utilizadas nos sirvieron mucho para enfocarnos como grupo hacia una forma de mejorar primero los estándares del Proyecto.

CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

1. A través del uso de la herramienta Look Ahead, es posible rebajar apreciablemente el plazo inicial establecido para los trabajos en una obra. En el caso en estudio, para el casco estructural se logró rebajar de 18 semanas (estimadas en programación contractual) a solo 14 semanas.
2. En el proceso de aplicación de la herramienta look ahead es posible lograr altos niveles de desempeño. En la obra estudiada se logró un nivel de implementación medido por el PAC de un 94%, el cual es un porcentaje muy **por encima del 80%”**.
3. En el campo existe mucha dificultad en implementar el sistema de control de productividad, por la gran cantidad de frentes de trabajo en el campo, por lo que para lograr éxito en la implementación, es necesario que exista un Gerente de Obra, Superintendente, o Coordinador General que dé soporte y se encargue de liderar al grupo al equipo técnico de obra.
4. Al aplicar el Tren de Actividades, se ha encontrado que en las programaciones contractuales existen demasiadas “holguras”, dando una falsa sensación de tener suficiente tiempo para terminar la obra.
5. Se determinó que las demoras y atrasos en la entrega del producto final, generaban sobrecostos, por mayores gastos generales, pese a tener precios unitarios de los procesos constructivos competitivos; por lo que concluimos que los mayores sobrecostos se dan en la deficiencia de estos flujos de procesos.

RECOMENDACIONES

1. La aplicación de la herramienta Look Ahead, del sistema ultimo planificador, en la construcción de proyectos medianos, como el edificio multifamiliar materia de investigación, son muy positivos para lograr mejores resultados en costo y tiempo, ya que disminuir el plazo inicial en 04 semanas, determina un ahorro de los Gastos Generales de obra.
2. Para lograr altos niveles de desempeño, y este se vea reflejado en el PAC, se deberá ajustar la planificación con un cálculo detallado de metrados de los trabajos faltantes y de los recursos necesarios para terminarlos. El no hacerlo de esta manera, toda nuestra la planificación será tan solo “buenos deseos”.
3. los profesionales que quieran liderar un cambio positivo en las organizaciones donde prestan servicio, deberán tener sólidos conocimientos formativos en la disciplina a implementar, ya que el típico profesional que aprendía lo que necesitaba a través de su esperada experiencia “en el campo” actualmente va en gran desventaja en relación a los profesionales que profundizan y en toman en serio la adquisición de sus conocimientos profesionales.
4. En la planificación de los tiempos de ejecución de la obra, debemos poner la protección de holgura de tiempo al final de la Ruta Crítica.
5. También, ya pensando en un sistema organizacional, es importante saber que para consolidar la implementación de los nuevos sistemas de control, es importante contar con el apoyo de los altos directivos de la empresa, ya que si

la alta gerencia reconoce la necesidad de un cambio para mejorar las utilidades de los proyectos, y no se involucra con el cambio, y por el contrario quiere que evolucionen todos, menos el, la responsabilidad del cambio recae en funcionarios de segundo nivel, por lo que es muy probable, que la iniciativa de cambio fracase.

FUENTES DE INFORMACIÓN - BIBLIOGRÁFICA

- “Gerencia de control de costos en obras civiles y montaje”
Carlos Enrique Moran Tello – CAPECO.

- “Costos y Presupuestos en Edificación”
Ing. Jesús Ramos Salazar – CAPECO

- “Gestión y Dirección de Empresas Constructoras”
Ing. Rodolfo M. Duran Querol – Instituto de la Construcción y Gerencia

- “Residente de Obras Privadas”
Ing. Rodolfo M. Duran Querol – Instituto de la Construcción y Gerencia

- “Control de Obra con MS Project”
Ing. Rodolfo M. Duran Querol – Instituto de la Construcción y Gerencia

- “Proyectos de Inversión”
Ing. Arturo Velásquez Jara

- The Last Planner, Lean Construction Institute,
Herman Glenn Ballard Monterrey 1994, México

- Last Planner, un Avance en la Planificación y control de Proyectos de
Construcción, estudio de la Universidad del Norte

Luis Fernando Botero Botero, y María Álvarez Villa, 2005, Colombia.

- Proyecto inmobiliario “La Cúpula de Magdalena”
- Oficina Técnica de Empresa constructora Kusi Contratistas SAC
- Departamento de Proyectos de Empresa Inmobiliaria Aurora SAC.
- Curso: Taller Aplicativo de Productividad en la Construcción - 2015
Expositor: Ing. Jorge Luis Izquierdo – IDEAR Consultores SAC
- Curso: Conceptos y Fundamentos Teóricos. Productividad en la Construcción - 2013
Expositor: Ing. Jorge Luis Izquierdo – IDEAR Consultores SAC.
- °Lean Lexicon es un glosario que combina definiciones y dibujos para explicar los términos y conceptos de la filosofía Lean. Compilado por el Lean Enterprise Institute y editado por Chet Marchwinskiy John Shook.

REFERENCIAS DE AUTORES

- *2David J. Sumanth, es un pionero de la administración para la productividad, ya que publicó Productivity Engineering and Management, el primer libro sobre el tema, en 1984.