

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PLANIFICACIÓN DE OBRA BAJO EL ENFOQUE LAST
PLANNER EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS ANCLADOS DEL
EDIFICIO VITRA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

AYALA FLORES, YONG FREDDY

Lima- Perú

2014

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, Rosa flores, Fulgencio Ayala a mis abuelos Donatila Lara, Teodomiro Flores y a todas las personas que me acompañaron y dieron fuerza durante la realización de este Proyecto personal, su apoyo y aliento han sido el pilar para poder realizar todos los proyectos emprendidos.

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE FIGURAS	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: CONTEXTO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ	7
1.1 Introducción	8
1.2 Panorama actual del sector	9
1.3 Evolución del PBI construcción	12
1.4 Demanda y oferta de oficinas prime en Lima	14
CAPÍTULO II: SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN TRADICIONALES EMPLEADOS	15
2.1 Origen de la planificación	16
2.2 Planificación tradicional en la industria de la construcción.	17
2.3 Evolución de los Sistemas de Planificación en la industria de la construcción.	19
2.4 Planificación bajo el enfoque de la teoría de restricciones	26
2.3 Evolución de los Sistemas de Planificación.	33
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER.	35
3.1 Introducción	36
3.2 Lean Production	37
3.3 Lean Construcction	42
3.4 Descripción del sistema de planificación Last Planner	45
3.4.1 Programa maestro	47
3.4.2 Planificación intermedia	47
3.4.3 Inventario de trabajos ejecutables	53
3.4.4 Planificación semanal	54

CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACION LAST PLANNER EN LA ETAPA DE MUROS ANCLADOS.		
4.1	Introducción	60
4.2	Desarrollo del Plan Maestro	60
4.3	Desarrollo de la Planificación Intermedia	63
4.4	Ejecución de la Planificación Semanal	73
4.5	Reunión de Planificación Semanal	75
4.6	Análisis de Datos	76
4.6.1	Porcentaje de Actividades Completadas	76
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		80
5.1	Conclusiones	81
5.2	Recomendaciones	83
BIBLIOGRAFÍA		84
ANEXOS.		85

RESUMEN

El objetivo principal de este informe es evaluar el sistema de planificación “Last Planner”, mediante su implementación en la construcción de los muros anclados del edificio para oficinas Vitra ubicado en el distrito de Surco. Buscando mediante este sistema potenciar el sistema de planificación anterior con este nuevo sistema de planificación empleado.

En el primer capítulo se hace una explicación del contexto económico en el que se está desarrollando la construcción en el Perú en sus diversas áreas, y se pone especial énfasis la construcción de edificios para oficina con sótanos de gran profundidad los cuales se construyen para optimizar área y aprovecharlas como estacionamientos, como es que es el caso del proyecto Vitra en el cual se está implementando El sistema “Last Planner”.

En el segundo capítulo se hace una reseña de los sistemas de planificación tradicionales empleados en los proyectos de construcción y de cómo han evolucionado hasta llegar ser sistemas de planificación sofisticados y eficientes como lo es el sistema “Last Planner”.

En el tercer capítulo se describe el marco teórico de los principios Lean Production y Lean Construcción, así como de su propuesta para la planificación de construcción denominado Last Planner.

En el cuarto capítulo se procede implementar el sistema de planificación Last Planner para la etapa de muros anclados del edificio Vitra obteniéndose resultados satisfactorios en su implementación.

LISTA DE FIGURAS

1.01	Evolución del Producto Bruto Interno del sector construcción.	12
1.02	Datos del producto bruto interno por sectores.	13
2.01	Comparativo del enfoque occidental y el enfoque justo a tiempo.	26
2.02	Analogía de vasos comunicantes.	28
2.03	Identificación de restricciones.	29
2.04	Explotar las restricciones del sistema.	30
2.05	Subordinar todos los procesos a la restricción.	31
2.06	Elevar las limitaciones del sistema	32
2.07	Esquema de la evolución de los sistemas de planificación.	34
3.01	Tipo de actividades según Lean.	38
3.02	Esquema de la teoría de flujo según lean Production.	39
3.03	Se hará VS Puede VS Debería.	46
3.04	Formato de análisis de restricciones.	51
3.05	Concepto de revisión.	52
3.06	Esquema del concepto protección	55
3.07	Modelo de medición de PAC.	57
4.01	Programa maestro para la construcción de muros anclados.	61
4.02	Evolución de la eficiencia en los procesos	62
4.03	Cronograma maestro para la etapa de muros anclados.	63
4.04	Proceso crítico.	64
4.05	Procesos constructivos de muros pantalla.	65
4.06	Excavación del quinto nivel.	66
4.07	Perfilado y pañeteo de muros	67
4.08	Colocación de armadura de acero en muros pantalla.	68

4.09	Sistemas de encofrado para muros pantalla.	69
4.10	Vaceado de muros pantalla	70
4.11	Eliminación de material con intercambio de cucharas.	71
4.12	Eliminación con faja transportadora	72
4.13	Eliminación con grúa y balde.	73
4.14	Organigrama de del equipo de últimos planificadores del edificio Vitra.	73
4.15	Planificación intermedia del proyecto edificio Vitra en la semana 6.	72
4.16	Formato de planificación semanal del proyecto edificio Vitra.	74
4.17	Resultados PAC semana 1 a 6.	77
4.18	Análisis de causas de no cumplimiento.	78

INTRODUCCIÓN.

La construcción en el Perú en los últimos años ha sido el motor que ha dinamizado la economía nacional generando puestos de trabajo y atrayendo inversionistas privados nacionales y extranjeros en sus diversas áreas de desarrollo, en el sector de edificaciones en Lima se vive un boom de la construcción tanto inmobiliario como la construcción de edificios para alquiler de oficinas y tiendas esto ha generado que el valor por m² área de terreno se haya incrementado en estos últimos años ante esto los inversionistas buscan minimizar costos optimizando área de terreno construida y minimizando los tiempos para la construcción de las edificaciones.

Ante esto se buscan sistemas constructivos que ayuden optimizar el área utilizable de los terrenos, procedimientos de control y planificación modernos y eficientes, ante esto el sistema del muro anclado permite la construcción a grandes profundidades del nivel de la superficie lo cual puede ser aprovechado como áreas para estacionamiento de vehículos o almacenes.

El sistema de producción Lean Construction ha demostrado eficiente y muy útil en este tipo de proyectos ya que minimiza las actividades que no generan valor y da énfasis en las que generan valor para el cliente en todo el proceso, el sistema de planificación que propone lean construction ayuda a minimizar tiempos muertos que generalmente se notan en la mayor parte de proyectos que no cuentan con un sistema de planificación adecuado, además que deja registros y ordena el control del proyecto con los procedimientos que propone permitiendo así la mejora constante a lo largo del proyecto y en el inicio de nuevos proyectos similares.

Un sistema de planificación eficiente en conjunto con procedimientos constructivos adecuados permitirán proyectos menos costos y de mejor calidad que serán de beneficio para la población peruana y para la economía en general.

CAPITULO I
CONTEXTO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

CAPITULO I: CONTEXTO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

1.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es dar a conocer el contexto económico que atraviesa la construcción en el Perú, en base a indicadores macroeconómicos y estadísticas referidas a la evolución de la construcción ya que esta industria es una de las principales fuentes de empleo y cuyo desarrollo sostenido dinamiza la economía nacional, y esto se puede justificar por las siguientes razones.

El sector de la construcción en Perú es una de las actividades económicas más importantes del país y lo largo de los años ha sido una unidad de medición del bienestar económico nacional.

El sector de la construcción tiene un efecto multiplicador: se generan cuatro puestos de trabajo en otros sectores por cada puesto en la construcción y se pagan tres dólares en sueldos en otros sectores por cada dólar gastado en remuneraciones para la construcción.

Además de su capacidad de generar empleo por ser intensivo en mano de obra, la evolución de este sector está estrechamente ligada al desempeño de diversas industrias. A ello se debe su relevancia en la evolución de otros sectores y de las principales variables macroeconómicas.

El crecimiento en este sector se ve impulsado por los programas gubernamentales de vivienda, la reactivación de la autoconstrucción motivada por mayores facilidades de financiación, un entorno de tipos de interés competitivos y la mejora en las expectativas económicas.

También en este capítulo se hará una descripción de la evolución del boom inmobiliario, centros comerciales y centros empresariales en la ciudad de Lima, ciudad en la cual el crecimiento en los últimos años en este sector ha sido notorio.

1.2 PANORAMA ACTUAL DEL SECTOR.

A pesar de los estragos de la crisis internacional, Perú se constituye en un país modelo de cómo seguir creciendo y a pesar de las dificultades económicas que se generó en el entorno de la economía mundial en los últimos meses la economía del Perú creció 4.3% al mes de agosto del 2013 y se proyecta un cierre con un 5.5% al cierre del año.

Siendo uno de los pocos países con una tasa de crecimiento positiva en la región. En este ámbito el sector de la construcción fue, entre otros, uno de los impulsores de este crecimiento, con una tasa de anual del 14.8% en el 2012. Según los principales analistas, el sector construcción cuenta con un elevado potencial de crecimiento tanto en la actividad residencial como en la obra civil.

En el segmento inmueble el déficit habitacional se sitúa en torno a los 2.000.000 de viviendas, cifra con un crecimiento medio de 100.000 unidades anuales. De este déficit, aproximadamente el 20% es déficit cuantitativo, por lo que se puede hablar de una carencia de cerca de 400.000 viviendas, la mitad de las cuales se sitúa en Lima. En este sentido, la mayor parte de la demanda de vivienda se concentra en los segmentos de poder adquisitivo bajo y medio bajo, por lo que el mayor potencial de este mercado se encuentra en la construcción de viviendas Sociales.

Aunque el principal mercado es Lima, hay que seguir la evolución de nuevos focos de actividad edificadora en ciudades como Arequipa, Trujillo, Chiclayo o Piura.

El segmento de viviendas de lujo empieza a mostrar ciertos síntomas de agotamiento pero es previsible que a medio plazo la demanda de las familias con poder adquisitivo medio y medio alto crezca de forma continuada.

En cuanto al mercado de oficinas, según fuentes consultadas, el potencial de crecimiento de este segmento se orienta al tipo de oficinas B. Además, es importante observar que el mercado de oficinas se encuentra saturado en los distritos tradicionales de negocios (San Isidro, Miraflores) en términos de oferta y falta de terrenos para construcción de nuevos edificios corporativos.

Sin embargo aparecen en la capital peruana nuevos centros de negocios, como Surco, donde hay mucha más disponibilidad de terreno y se encuentra en una ubicación estratégica en cuanto a las zonas residenciales de la ciudad. A medio y largo plazo se prevé el desarrollo de otros focos de demanda en el mercado limeño, como la zona de Los Olivos. A nivel de provincias, no hay un mercado ni una demanda desarrollada, por lo que el foco en este segmento se reduce a la capital del país.

En lo referente a locales y centros comerciales, la distribución en Perú se encuentra todavía muy atomizada. Sin embargo, cada vez hay más inversión en la construcción de grandes superficies y centros comerciales, sobre todo en Lima, aunque estos últimos años el avance del sector también en provincias ha sido elevado.

Hay que dar también importancia a la figura de los strip center, centros comerciales de superficie reducida que se construyen en núcleos urbanos, y que están penetrando con mucha fuerza en el mercado limeño.

En obra civil e infraestructuras hay una brecha de inversión estimada en el país de más de 37.000 millones de dólares. La mayor parte de recursos se están destinando a la construcción de redes viales, también son relevantes los planes de mejora del sistema portuario, tanto marítimo como fluvial, Con la adjudicación de los Terminales Portuarios de San Martín, Ilo, Iquitos o Yurimaguas, así como el proyecto del Muelle Norte en el Terminal Portuario del Callao.

También se están adjudicando concesiones de lotes de aeropuertos nacionales, para su modernización y gestión, y se pretende construir un Aeropuerto Internacional en Cuzco, cuya licitación se publicó en el 2011.

En cuanto a agua y saneamiento, hay una gran carencia de infraestructura, y un gran potencial de crecimiento y desarrollo de este sector. Un 30% de viviendas a nivel nacional no tiene acceso a agua potable, mientras que el 15% no tienen ningún tipo de acceso a instalaciones sanitarias y de saneamiento. Estas cifras se acentúan a nivel rural, por lo que el Programa Agua Para Todos, a través del que se canaliza toda la inversión del sector, ha desarrollado ya proyectos en los

últimos cuatro años por un valor de más de más de 4.000 millones nuevos soles en salud, la brecha existente se estima en los 8.000 millones de dólares, y tras más de 20 años sin inversiones en el sector, se está impulsando la construcción y modernización de hospitales en todo el país a través, principalmente, del Ministerio de Salud por un lado, y de Essalud por el otro. En este sentido, Essalud se encuentra en una fase de promoción de las asociaciones público privadas como modelo de evolución en el sector.

En el sector de energía, alrededor del 26% de las viviendas en Perú carecen de acceso a la energía eléctrica, por lo que se están desarrollando programas como el Programa Luz Para Todos, o la subasta pública de energías renovables con el fin de cerrar la brecha de inversión en el sector, que supera los 8.000 millones de dólares entre generación, transmisión y cobertura eléctrica.

Los resultados obtenidos para la brecha de inversión en infraestructura muestran que a pesar de los avances que se han presentado, el total de capital en infraestructura y el acceso a los servicios son aún insuficientes. Por ello es necesario diseñar políticas y mecanismos que estimulen la inversión pública y privada en esta área.

Dado que el papel del sector privado ha sido importante para la inversión en infraestructura en Perú y considerando la limitación de los recursos públicos en relación a las necesidades de inversión identificadas, resulta necesario crear las condiciones que permitan una mayor participación del sector privado en la provisión de infraestructura básica. En infraestructura. Es necesario un impulso a la ejecución de obra pública para cerrar la brecha de inversión existente en todos los campos de obra civil. En este sentido, se está ejecutando un Programa de Inversión Pública y además se está promoviendo la inversión privada a través de concesiones y de los estudios y aprobaciones de diversos proyectos que han Surgido a raíz de iniciativas privadas.

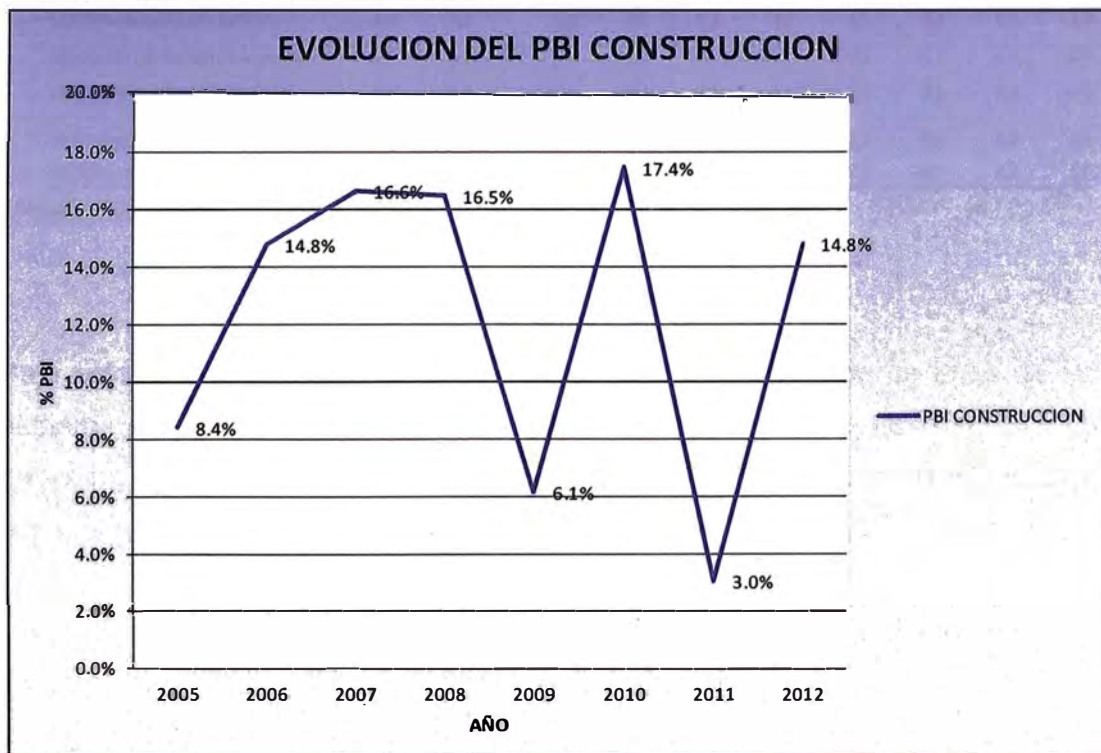
1.3 EVOLUCIÓN DEL PBI CONSTRUCCIÓN.

El PBI (Producto Bruto Interno) es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado. Producto se refiere a valor agregado; interno se define a la producción dentro de las fronteras de una economía; y bruto significa que se contabiliza el total del inventario producido.

Para analizar la evolución del PBI se calcula el IVF (Índice de Volumen Físico), siendo un indicador estadístico que mide el progreso mensual de los bienes físicos elaborados por un país.

La crisis financiera afectó al Sector Construcción el 2011 por lo cual el PBI ese año cayó a un 3% el más bajo desde el 2005 esto producto de la crisis financiera internacional y la paralización de inversión en el sector construcción por el cambio de gobierno, se ilustra esto en la siguiente figura.

Figura 01-01: Evolución del Producto del Sector Construcción.



Fuente: ELABORACION PROPIA

Para el 2012 el PBI construcción tuvo una notable recuperación elevándose a 14.8% esto gracias a las políticas de gasto público en construcción, pero en mayor porcentaje al incremento de la inversión privada en el país en esta industria.

Para el 2013 se espera cerrar con un 11.5% de variación y una baja al 8% promedio entre el 2014 al 2016, como se muestra en el siguiente cuadro.

Producto Bruto Interno por Sectores (Variación porcentual real)

	Prom.		MMM 2014-2016				MMM Revisado			
	2002-2012	2012	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
Agropecuario	4,5	5,8	5,0	4,1	4,2	4,2	2,5	3,8	4,2	4,2
Pesca	4,1	-11,7	-1,7	5,0	3,5	4,0	2,4	5,7	3,5	4,0
Minería e hidrocarburos	4,1	2,2	4,7	9,0	11,7	9,1	2,9	10,1	12,6	10,5
Minería metálica	3,1	2,2	3,5	9,2	12,7	9,5	1,6	9,4	13,7	10,9
Hidrocarburos	10,6	2,3	10,6	8,3	7,7	7,8	8,8	10,2	8,0	8,8
Manufactura	6,0	2,0	3,4	5,2	5,4	5,4	2,6	4,1	4,4	4,3
Procesadora de recursos primarios	3,1	-6,4	2,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,8	3,7	3,5
Industria no primaria	6,6	2,8	3,5	5,5	5,8	5,8	2,6	4,0	4,5	4,5
Electricidad y agua	5,8	5,2	6,5	6,4	6,4	6,4	6,0	6,0	6,0	6,0
Construcción	10,4	14,8	11,0	9,2	9,0	9,0	11,5	8,1	8,0	8,0
Comercio	7,0	6,7	6,3	6,0	6,0	6,0	6,2	6,0	5,9	5,9
Servicios	6,5	7,1	6,7	6,3	6,2	6,2	6,4	6,0	5,9	5,9
VALOR AGREGADO BRUTO	6,4	6,3	6,2	6,3	6,4	6,3	5,7	5,9	6,0	6,0
Impuestos y derechos de importación	6,2	6,6	6,8	6,2	6,0	6,0	5,5	6,1	6,0	6,0
PRODUCTO BRUTO INTERNO	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	5,7	6,0	6,0	6,0
VAB primario	4,1	2,0	4,4	5,6	6,5	5,9	2,7	5,9	6,9	6,3
VAB no primario	6,9	7,0	6,5	6,4	6,3	6,4	6,3	5,9	5,9	5,9

Fuente: BCRP, MEF.

Figura 1.02: datos de producto bruto interno por sectores.

Bajo esta premisas podemos notar que el sector construcción es uno de los sectores que más está aportando al crecimiento del país, en tanto se justifica hacer un análisis de las inversiones que se están proyectando en este rubro en el país en el presente año y los siguientes.

Uno de los principales sectores en crecimiento es el inmobiliario, Centros comerciales y oficinas Prime, estos últimos son estructuras de gran altura ya que se requiere aprovechar al máximo el área construida por m², por lo cual no solo estos edificios son muy elevadas sino que también se hacen construcciones

profundas que son aprovechados como estacionamientos para los usuarios de estos centros empresariales.

1.4 DEMANDA Y OFERTA DE OFICINAS PRIME EN LIMA.

En los distritos de Lima, la venta y alquiler de oficinas se eleva año tras año por el crecimiento económico del país. Sin embargo, en la actualidad, la oferta no cubre la demanda, puesto que se cuenta con 40 mil metros cuadrados disponibles por año y la demanda es superior a los 100 mil metros cuadrados por año.

Aunque exista una gran diferencia entre la oferta y la demanda de espacios para oficinas, aún es posible encontrar áreas para la construcción en zonas como Santiago de Surco.

Por otro lado, San Isidro es uno de los distritos de la capital que cuenta con menos espacios para la edificación, ya que es una zona donde solo se pueden construir edificios de baja altura, por lo que no es significativo su aporte en materia de construcción de oficinas.

Para el 2014 se espera la construcción de más de 15 edificios prime en Lima, parte de ellos ya está en construcción y se entregarán durante este año y entrarán en la oferta de oficinas corporativas en Lima.

Estos proyectos se encuentran en sectores como San Isidro Financiero (también conocido como Sanhattan), San Isidro Golf, Miraflores y zona Este (San Borja, Surco).

Aproximadamente 350 mil metros cuadrados suman estos proyectos en lista, que se encuentran en comercialización y con demanda. En lo que resta del año se prevé el ingreso de tres edificios corporativos, dos en San Isidro y el restante en la zona Este.

En los siguientes años se contempla el ingreso de edificios como Onyx, San Borja Plaza, Torre Begonias, Víctor A. Belaunde, Salaverry, Pardo y Aliaga, y Paso 28 de Julio, entre otros proyectos.

CAPITULO II
SISTEMAS DE PLANIFICACION TRADICIONALES EMPLEADOS.

CAPITULO II: SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN TRADICIONALES EMPLEADOS.

2.1 ORIGEN DE LA PLANIFICACIÓN.

La planificación es la primera función administrativa porque sirve de base para las demás funciones. Esta función determina por anticipado cuáles son los objetivos que deben cumplirse y que debe hacerse para alcanzarlos; por tanto, es un modelo teórico para actuar en el futuro.

La planificación comienza por establecer los objetivos y detallar los planes necesarios para alcanzarlos de la mejor manera posible.

La planificación determina donde se pretende llegar, que debe hacerse, como, cuando y en qué orden debe hacerse.

La planificación debe ser entendida como un proceso participativo, que no va a resolver todas las incertidumbres, pero que permitirá trazar una línea de propósitos para actuar en consecuencia. La convicción en torno a que el futuro deseado es posible, permite la construcción de una comunidad de intereses entre todos los involucrados en el proceso de cambio, lo que resulta ser un requisito básico para alcanzar las metas propuestas.

Esta se origina en el momento en que un hombre se planteó como alcanzar un objetivo, fuese este construir, conquistar un adversario, desarrollar una política, etc. Algunos autores opinan que la planificación tiene su origen en el año 1918 en la antigua Unión Soviética. Dicen que Surge la Planificación, basada en la Ley de Justas Proporciones, como necesaria para intentar organizar y hacer funcionar la sociedad.

Otras personas creen que la planificación tiene su origen cuando en el Siglo XVI el Economista Francés François du Noyer promueve, bajo la base de la planificación organizada y sistemática, la creación de una empresa comercial bajo el nombre de "Real Compañía Francesa del Santo Sepulcro de Jerusalén".

Desde épocas antes de Cristo hasta la II Guerra Mundial, la planificación ha determinado los resultados de una campaña. Por ejemplo, el Tercer Reich no incluyó dentro de su planificación logística una variable que junto con el invierno ruso forjaron el resultado de dicha campaña, el estándar de rieles empleados por el sistema rodoviario ruso no era compatible con el alemán, por lo que los trenes alemanes no pudieron llevar suministros al frente ruso lo cual dejó a la ofensiva sin pertrechos con los cuales mantener su iniciativa.

En la época moderna, al finalizar la segunda guerra mundial, las empresas comenzaron a darse cuenta de algunos aspectos que no eran controlables: la incertidumbre, el riesgo, la inestabilidad y un ambiente cambiante.

Surgió, entonces, la necesidad de tener control relativo sobre los cambios rápidos. Como respuesta a tales circunstancias los gerentes comienzan a utilizar la planificación (planeación) estratégica. Ya en el Siglo XX se le dio otra concepción, siempre en la búsqueda de planificar las acciones futuras y alcanzar lo deseado.

En los últimos años la planificación ha pasado por varias fases, específicamente hablando, con respecto a la planificación estratégica en los 90 se habla de crecimiento rentable, privatización y mercados mundiales.

2.2 PLANIFICACIÓN TRADICIONAL EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Los proyectos de edificaciones de pequeña envergadura están caracterizados por un tipo de planificación tradicional que presenta desventajas respecto a sistemas de planificación más elaborados, presentado en general las siguientes características:

- La planificación, en general, se realiza basándose en la experiencia del profesional encargado con poco apoyo del maestro de obra, y es una actividad complicada, ya que es hecha bajo condiciones inciertas y sin la cantidad de información necesaria como para ser una aproximación cercana a lo que realmente se va ejecutar.

- La comunicación y distribución de la información e indicaciones, comúnmente se realizan en forma oral y abarca aspectos de corto plazo, descuidando el largo plazo, no quedan registros de los acuerdos establecidos para después, tomar en cuenta por qué no se cumplió lo planificado.
- Por lo general los controles se enfocan en las actividades, sin considerar a las unidades productivas que las ejecutan. Hay ocasiones en que el origen de los problemas de una actividad proviene de las cuadrillas y si no se realiza un seguimiento y control al desempeño de estas, difícilmente se tomarán las acciones correctivas adecuadas y a tiempo.
- Se hace una planificación muy detallada de largo plazo, sin considerar la gran variabilidad que pueda suceder en ese lapso. Se pierde tiempo y recursos intentando reprogramar el cronograma en su totalidad y cuando esto se hace, queda casi inmediatamente desactualizado.

Un proyecto de construcción, como cualquier otra actividad que hay que organizar, es muy difícil de ejecutar sin un adecuado método de planificación. Este aspecto está muy descuidado en las empresas constructoras pequeñas y si a esto se le suma el alto grado de presión de trabajo para poder cumplir metas y plazos límites, el resultado será que los profesionales y el personal de obra están trabajando en función de lo inmediato.

Otro aspecto no muy considerado en la planificación es el de la capacitación y entrenamiento de los trabajadores. Si una actividad queda mal realizada por errores constructivos, se debe rehacer generando retrasos, sobrecostos y afectando lo planificado. Se podría evitar el rehacer trabajos invirtiendo en la capacitación y entrenamiento 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 evaluando los múltiples beneficios que esto podría traer.

Por último, existe poco interés en implementar nuevas técnicas de planificación. En general se piensa que con la experiencia basta y es difícil implementar los

cambios, a menos de que los resultados obtenidos por el nuevo sistema le demuestren directamente una mejoría. Ya que si el nuevo sistema le da resultados y facilita el trabajo, difícilmente regresara a la anterior forma de trabajar.

2.3 EVOLUCIÓN A LOS SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

La industria de la construcción ha evolucionado en la forma de planificar sus proyectos y ha tomado como base a los sistemas aplicados en la industria manufacturera y automotriz,

Este cambio de la producción artesanal a la producción en masa se inicia a principio de 1890, cuando la empresa fabricante de herramientas P&L (Panhard y Levassor) se reunió con Gottfried Daimler (Fundador de la compañía que fabrica actualmente el Mercedes Benz) para diseñar el nuevo sistema de Panhard, el que consistía en un automóvil de gasolina con el motor adelante, los pasajeros atrás y tracción en las ruedas traseras.

Los trabajadores de P&L eran artesanos calificados que construían coches a mano en pequeña cantidad. Estos trabajadores conocían perfectamente los principios del diseño mecánico y las propiedades de los materiales que utilizaban.

Los coches producidos no eran nunca similares ya que los sistemas de medición no estaban estandarizados y maquinas empleadas eran artesanales, por lo cual se tenían que limar las piezas para que puedan encajar en el ensamblaje final del vehículo.

Haciendo la comparación con la industria de la construcción cada producto es único y de volumen reducido que utiliza herramientas para realizar operaciones en metal, madera y concreto con una fuerza laboral capacitada en el diseño, las operaciones y el ensamblaje, siendo la secuencia de la carrera profesional el

iniciarse como aprendiz, pasar a oficial y ser operario cuando tenga todas las capacidades artesanales.

La producción artesanal comienza a tener inconvenientes cuando el volumen de producción aumenta y se tiene que realizar un prototipo para cada producto, invitando a los artesanos a innovar e investigar de forma sistemática debido que se les exige velocidad en la producción.

Ante esta necesidad es que surge organización industrial de producción en masa, también denominada Taylorismo o Fordismo en recuerdo a las personas que la desarrollaron, F.W. Taylor y H. Ford, los que implementaron las nuevas técnicas de producción que permitían la reducción de los costos junto con el aumento continuo de la productividad.

Taylor se dio cuenta a través de sus observaciones que en la industria el rendimiento era bajísimo y se incurría en pérdidas en los procesos de fabricación más significativos teniendo como filosofía que no era necesario un trabajo excesivo y de gran fatiga para lograr la mayor producción esto se lograba cuando el operario tenía buenas condiciones de trabajo y era dirigido correctamente por un superior en la dirección deseada, minimizando los movimientos innecesarios y estandarizando muchos procesos.

Taylor insistía en la importancia de atenerse en tres principios básicos del trabajo, enunciando los siguientes:

- Desarrollar una verdadera ciencia de la administración del trabajo.
- Separación de tareas: mentales, de dirección, planificación y ejecución.
- Estrecha y amistosa cooperación entre la dirección y el personal.

Desarrollando el estudio científico basado en conocimientos analíticos del trabajo dándonos como consecuencia el cambio en la manera de planificar primaria que se guiaba por recetas empíricas sin una base sólida, esta nueva forma de planificar llegaba a elaborar reglas, fórmulas y leyes que sustituyan la variable intuición e improvisación. Para ello se exigían tablas y estadísticas que documenten y ordenen datos empíricos sobre los procesos de trabajo que deben

ser estudiados por la dirección y no por el operario que abandonará la actividad antigua del artesano.

En 1903 Ford Motor Company fabricaba unos pocos coches en su taller de Detroit, trabajando con grupos de dos o tres personas ocupadas en el ensamblaje de componentes fabricados por otros talleres independientes.

Henry Ford sentó muchas de las bases del futuro del automóvil cuando decidió aplicar las teorías de Taylor y realizó su sueño de producir un automóvil a precio razonable, fiable y eficiente con la introducción del famoso Modelo T teniendo las características de ser fácil de conducir, mantener y maniobrar en las carreteras de la época, iniciando una nueva era en el transporte de personas.

La clave de producción no fue la cadena de montaje móvil, sino la total y coherente intercambiabilidad de las partes combinadas con la sencillez de su ensamblaje, implementando la utilización del mismo sistema de medición para todas las partes a lo largo del proceso de fabricación, logrando enormes ventajas sobre sus competidores al eliminar a los ensambladores calificados que siempre habían constituido el grueso de toda su fuerza laboral.

El primer paso que dio Ford fue especializar el trabajo y no solo dejar a un operario especializado realizar todas las fases de la fabricación del automóvil.

El montador del taller artesanal habría realizado todas las operaciones de montaje y ensamblaje del vehículo mientras que el ensamblador de la cadena de producción tendría una sola tarea, despreocupándose de solicitar piezas, herramientas, preparación de equipos, inspeccionar la calidad y tampoco sabría lo que realizaban el resto de trabajadores en los demás puestos de trabajo.

Este tipo de trabajo ayudo a aumentar la producción ya que al delegar el trabajo se podía producir vehículos en serie y no estar sujeto a que una sola persona participe de todo el proceso.

Este sistema de trabajo incremento la producción pero el trabajo se hizo muy individualizado lo cual generaba poco compromiso por parte de los trabajadores en cumplir los objetivos planeados, ya que estos no conocían el producto final del cual eran parte.

Una mejora a este sistema de trabajo la introdujo Alfred Sloan quien ingresó a la General Motors como vicepresidente en 1919, estandarizando muchos elementos y componentes mecánicos como bombas y generadores, al mismo tiempo que alteró anualmente el aspecto externo de los coches e introdujo una serie de accesorios que se podían instalar en los diseños existentes para mantener el interés del consumidor.

Las innovaciones de Sloan constituyeron una revolución en marketing y gestión de la industria automovilística pero no hizo nada por cambiar la cadena de montaje con operarios poco calificados, fáciles de intercambiar y ocupados de un número mínimo de tareas que institucionalizó Ford.

Si tomamos las prácticas de Ford añadiéndole técnicas de marketing y gestión de Sloan tendremos una producción en masa muy elaborada que funcionó durante décadas tanto en la industria automovilística como en todas las industrias en general.

Antes las desventajas que presentaba esta filosofía de trabajo es que en Japón surge un nuevo sistema denominado “La producción Ajustada” o “Sistema de Producción Toyota” el cual fue desarrollada en sus orígenes por Eiji Toyoda ex-presidente de Toyota Motor Company.

En los años 1930 el fundador de Toyota Motor Company Kiichiro Toyoda articuló su filosofía preguntándose qué ocurriría si se planteara el objetivo de producir con cero defectos inspirando a sus empleados quienes tomaron este reto como un desarrollo personal. En los años cincuenta su hijo Eiji Toyoda estudió cuidadosamente el sistema de producción de Ford y después de visitar sus instalaciones en Rouge escribió a Taiichi Ohno ingeniero de Toyota diciéndole que pensaba que se podía mejorar el sistema de producción.

Concluyeron que la producción en masa no podía funcionar en Japón por los siguientes motivos:

- La economía Japonesa estaba en una situación crítica al carecer de capital por causa de la Guerra.
- El mercado local era pequeño y la demanda muy amplia en cuanto a la variada gama de vehículos solicitados.
- La mano de obra local no estaba dispuesta a que se la tratara como coste variable o pieza intercambiable.
- Los gobiernos estaban dispuestos a defender su mercado nacional frente a exportaciones japonesas.

Ohno y Toyoda concluyeron que el sistema de producción en masa generaba mucho despilfarro, concepto fundamental de sus técnicas de producción que significa “cualquier cantidad de equipo, materiales, componentes, espacios y tiempo de operación más allá del mínimo que sea absolutamente esencial para añadir valor al producto tienen que ser eliminado” de modo que cualquier esfuerzo que no añadía valor al producto era descartado y el sistema de producción resultante debería ajustar los recursos a las necesidades de producción para no generar despilfarros o esfuerzos innecesarios.

Para comprender cómo entender cómo se llega a este sistema de producción debemos dar una retrospectiva de como desarrollaron los sistemas productivos en el transcurso del tiempo, observamos que en la producción artesanal el automóvil tuvo como materia prima al acero que se forjaba y moldeaba a mano sobre una matriz hasta darle la forma definitiva.

En el caso de la producción en masa cada parte pasaba a través de una prensa de acuñación automatizada que producía piezas semejantes, pasando después por una prensa forjadora, siendo este procedimiento el principal problema del sistema porque las prensas eran máquinas muy caras que debían ser amortizadas mediante el uso intensivo que se iniciaba con el dimensionamiento de la prensa para producir una gran cantidad de piezas a lo largo de intervalos de tiempo prolongado (24 horas al día ininterrumpidas), además las matrices de las prensas eran muy pesadas dificultando su cambio, dándonos como resultado grandes cantidades de una sola clase de piezas con un mínimo número de cambios de la matriz. Para evitar estos problemas Ford y General Motors encargaban el cambio de matrices a especialistas, pero dichos cambios se

realzaban metódicamente en un proceso que duraba un día completo que paralizaba la producción de la planta.

Para Ohno este sistema no servía porque la producción en masa requería una gran cantidad de prensas que hacían una sola operación de forma constante y producían enormes cantidades de piezas idénticas.

La metodología de Ohno le obligaba a hacer todas las piezas con unas pocas prensas y en pequeñas series, desarrollando técnicas sencillas para cambiar las matrices que tuvieran un procedimiento de fabricación más rápido y que pudieran realizarlo los mismos operadores, consiguiendo disminuir el cambio de matrices de un día a tres minutos.

Ohno descubrió que le resultaba más económico hacer series cortas que fabricar en grandes lotes, produciéndose este fenómeno por dos razones:

- El fabricar en pequeños lotes elimina el coste de transporte, almacenaje y pérdida
- Fabricar pequeñas cantidades de piezas permitía que los errores se detectaran inmediatamente, disminuyéndolas piezas defectuosas.

Las consecuencias de estos descubrimientos fueron enormes porque los trabajadores se preocupaban más por la calidad anticipándose a los problemas antes que aparecieran en la planta.

El sistema Ford asumía que los operarios de la cadena de montaje sólo debían realizar una o dos tareas sencillas y repetitivas en donde el capataz no realizaba tareas de montaje, asegurándose que los trabajadores cumplieran las órdenes.

La propuesta de Ohno consistía en agrupar a los trabajadores por equipos con un líder en lugar de un capataz asignándole un conjunto de operaciones para que en conjunto hallen la mejor forma de trabajar. El líder del equipo también realizaba tareas de montaje al mismo tiempo que coordinaba con el grupo y reemplazaba a cualquier trabajador ausente. Y finalmente cuando las

operaciones se ejecutaban sin novedades el grupo se reunía para sugerir la mejora del proceso.

Ohno pensaba que no resultaba lógico detectar los errores al final del proceso cuando todos los elementos ya estaban montados, resultando muy costosa una pieza defectuosa mal montada, teniendo como idea que los trabajadores subsanasen el defecto en el momento que sea detectado.

Otorgó a los operarios la responsabilidad de paralizar toda la cadena cuando se detecte un error y como acto seguido todo el equipo se pondría a trabajar para solucionar el problema.

Ohno llegó a institucionalizar una técnica de corrección de errores denominados “los cinco por qué” para que los trabajadores encontraran las causas fundamentales de los errores, tal como se menciona a continuación:

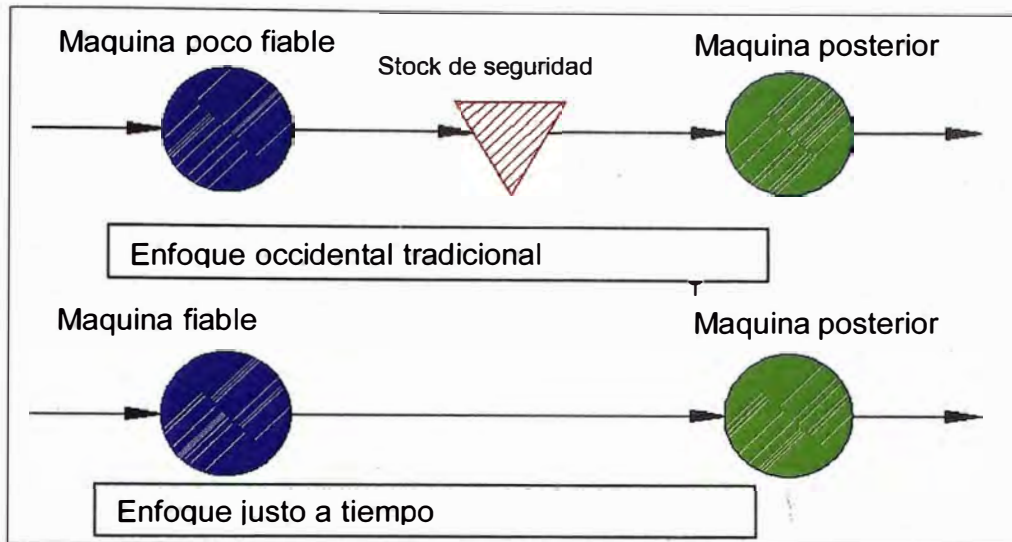
Se genera el problema siguiente:

- La máquina vibradora no enciende.
- 1.) ¿Por qué no enciende? Porque la batería no responde.
- 2.) ¿Por qué la batería no responde? Porque el alternador no funciona.
- 3.) ¿Por qué el alternador no funciona? Porque se rompió la cinta.
- 4.) ¿Por qué se rompió la cinta? Porque la cinta venció su tiempo útil de vida y no fue reemplazada.
- 5.) ¿Por qué no fue reemplazada? Porque no se está manteniendo la máquina vibradora de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Finalmente Ohno desarrolló un nuevo modo de coordinar el flujo diario de las piezas dentro del sistema de suministro llamado sistema “Justo a Tiempo” que consiste en no empezar a producir hasta que el pedido no se ha solicitado.

En la Figura 2.01: se esquematiza un comparativo entre el enfoque occidental tradicional y el enfoque justo a tiempo.

Figura 02-01: Comparativo enfoque occidental y enfoque Justo a tiempo.



Fuente: Elaboración propia

2.4 PLANIFICACIÓN BAJO EL ENFOQUE DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES

La teoría de restricciones es desarrollada recientemente (entre 1985 y 1990) basándose en la filosofía de mejora continua aplicada al sistema productivo para resolver problemas de diseño relacionados con la capacidad productiva, programación de actividades y la reducción de inventarios.

Su autor el Dr. Eliyahu M. Goldratt lo califica como un modo sistemático de mejorar alternativamente la producción ajustada que es excesivamente compleja y difícil de replicar debido que su problema principal es la necesidad de un cambio de mentalidad en todos los niveles de la empresa, proceso que no resulta fácil de dirigir e implantar en todas las organizaciones, como es la industria de la construcción, la teoría de restricciones ha servido como una alternativa viable para aumentar la eficiencia en forma sencilla.

La idea básica de la teoría de las restricciones es que las organizaciones existen para alcanzar una meta fundamental que es tener un margen de ganancia ahora y en el futuro. Cualquier factor que limite la habilidad de la compañía alcanzar su

meta es definido como restricción, siendo la restricción la que impide ganar dinero infinitamente.

El método definido por la teoría de restricciones consiste en identificar y gestionar las limitaciones mediante el proceso de mejora continua.

Goldratt utiliza la analogía de la cadena para ilustrar las restricciones del sistema productivo definiendo que no existen elementos independientes, sino que todos están íntimamente relacionados como si cada etapa del proceso constructivo fuera un eslabón de una cadena que está ligado a etapas posteriores.

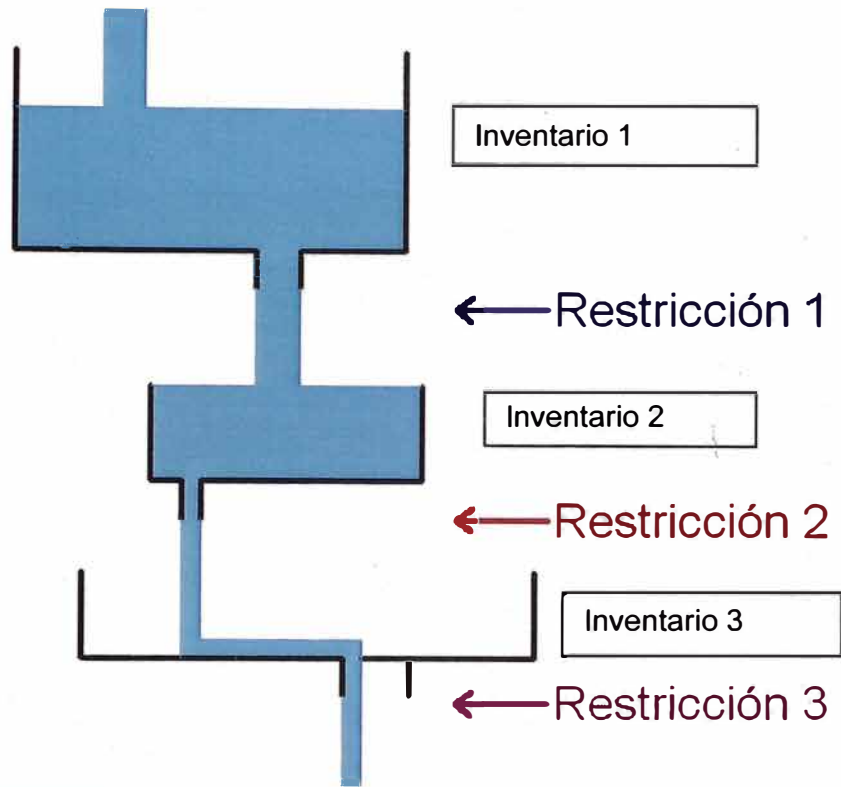
En el sistema de producción en masa se intentaba optimizar el proceso productivo aumentando la eficiencia de las actividades en forma focalizada, siendo contraproducente porque sobrecarga algunas actividades del sistema aumentando el inventario en las actividades que no se encuentran sobrecargadas.

Goldratt propone analizar la capacidad productiva de los eslabones de la cadena debido a que la restricción total de la cadena no es la suma de las restricciones de todos los eslabones sino la restricción del eslabón más débil porque si se este se rompe paralizaría el proceso productivo.

Como consecuencia, el análisis comienza cuando centramos todos los esfuerzos en detectar la ubicación del eslabón más débil y minimizar la limitación para aumentar la capacidad de toda la cadena.

Figura 02-02: Analogía de los vasos comunicantes

La restricción es representada por la salida de los vasos y la acumulación en los vasos representa el inventario



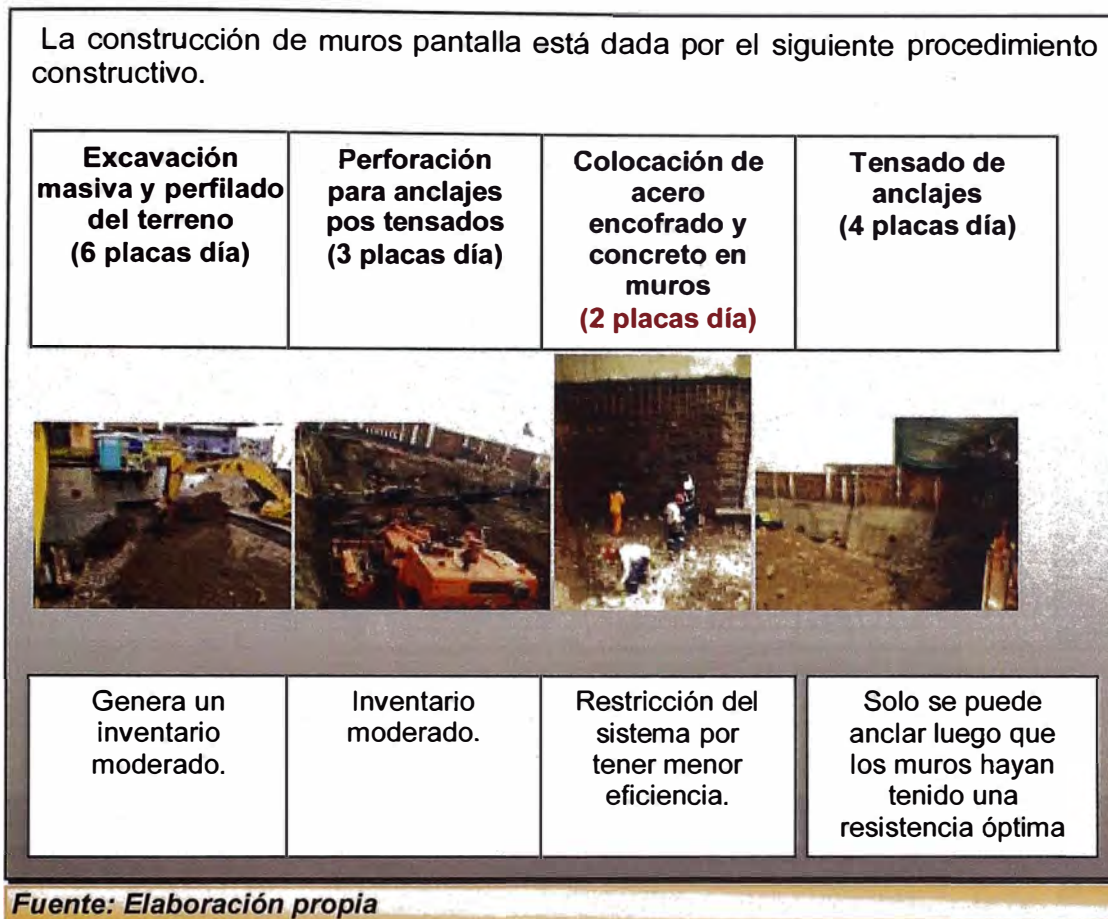
El procedimiento propuesto por la teoría de restricciones consta de cinco pasos sencillos que también son llamados procesos de mejora continua:

1. Identificar las restricciones del sistema

Para gestionar una restricción es necesario identificarla. Previamente se acumula inventario detrás de las restricciones facilitando su búsqueda, habiendo también el caso en que la restricción es externa.

En la Figura 2.03 representamos los procesos constructivos de manera secuencial para la construcción de muros anclados, con el objetivo de identificar la restricción del sistema que en este caso es el proceso de colocación de acero encofrado y concreto por tener menor eficiencia y estar sujeto a mucha variabilidad.

Figura 02-03: Identificación de restricciones



2. Explotar las restricciones del sistema

Consiste en centrarse en cómo aumentar la producción de las restricciones existentes y explotar los recursos limitados con la finalidad evitar malgastar las unidades de producción en actividades que generan poco valor.

En la Figura 2.04 aumentamos la eficiencia de la restricción evitando tiempos muertos para la máquina de perforación y tiempo de espera para el tensado de anclajes.

Figura 02-04: Explotar las restricciones del sistema

Tenemos habilitado el acero con anticipación, aseguramos la provisión de concreto, y empleamos un sistema de encofrado más versátil ya que es la actividad que más demora y empleamos concreto de resistencia temprana para poder tensar lo anclajes en el menor tiempo.



Excavación masiva y perfilado del terreno (6 placas día)	Perforación para anclajes pos tensados (3 placas día)	Colocación de acero encofrado y concreto en muros (3 placas día)	Tensado de anclajes (4 placas día)
			
Se sigue con el mismo ritmo de excavación.	Se sigue perforando 3 placas al día	Sigue siendo la restricción del sistema pero se nivela con la actividad de perforación	La actividad de tensado tiene que esperar hasta que se tenga 4 placas con concreto

Fuente: Elaboración propia

3. Subordinar todo lo demás a la decisión anterior

La subordinación define el rol de las operaciones que no están limitadas, centrándose en la maximización en la producción y no en la minimización del costo.

La restricción deberá marcar el ritmo de todo el sistema y funcionar ininterrumpidamente mientras que el resto de los procesos pueden ejecutarse con menos eficiencia de la que pueden producir. De no ser así los procesos que no son restricción podrían generar horas muertas y costos innecesarios.

Figura 02-05: Subordinar todos los procesos a la restricción

Ya que la actividad restrictiva son los muros pantalla Disminuimos el trabajo a los demás procesos para que tengan la misma eficiencia de la Base y de esa manera evitar inventarios:

Excavación masiva y perfilado del terreno (3 placas día)	Perforación para anclajes pos tensados (3 placas día)	Colocación de acero encofrado y concreto en muros (3 placas día)	Tensado de anclajes (3 placas día)
Ya no produce inventario	Ya no produce inventario	Trabaja a su máxima eficiencia	Comienza inmediatamente se termina el primer grupo de muros pantalla

Fuente: Elaboración propia

4. Elevar las limitaciones del sistema

Si después de haber explotado la restricción todavía no produce suficiente como para alcanzar la demanda del mercado se deberá aumentar su capacidad utilizando diferentes métodos, por ejemplo aumentando la maquinaria, horas extras o un turno adicional de trabajo e incluso el cambio del diseño del producto por otro que consuma menos recursos de la restricción.

Si incrementamos la eficiencia del proceso restrictivo entonces automáticamente otro proceso del sistema pasará a ser la nueva restricción.

En la Figura 2.06 se demuestra que al adquirir maquinaria aumenta la eficiencia del proceso restrictivo y como consecuencia otro proceso será la nueva restricción.



5. Volver al paso 1

Luego de completar un ciclo vemos que ahora la actividad restrictiva es la perforación, y no se debe permitir que esta nueva actividad sea la nueva limitación del sistema debido que este proceso detiene el progreso o incluso se producirán retrocesos debidos al desaliento con el sistema de producción propuesto.

Entonces debemos repetir el ciclo como se hizo anteriormente identificamos la nueva restricción del sistema y el proceso se repite nuevamente.

Aplicación de la teoría de restricciones en las cadenas de producción de los proyectos

Un proyecto puede estar conformado por una o más cadenas de producción independientes, conteniendo procesos restrictivos que afectan el plazo de la obra debido a que no son identificados en la planificación.

La restricción del sistema está ubicada en una de las cadenas de producción, la cual podemos identificar debido a que es la cadena con mayor plazo y fija la duración total del proyecto.

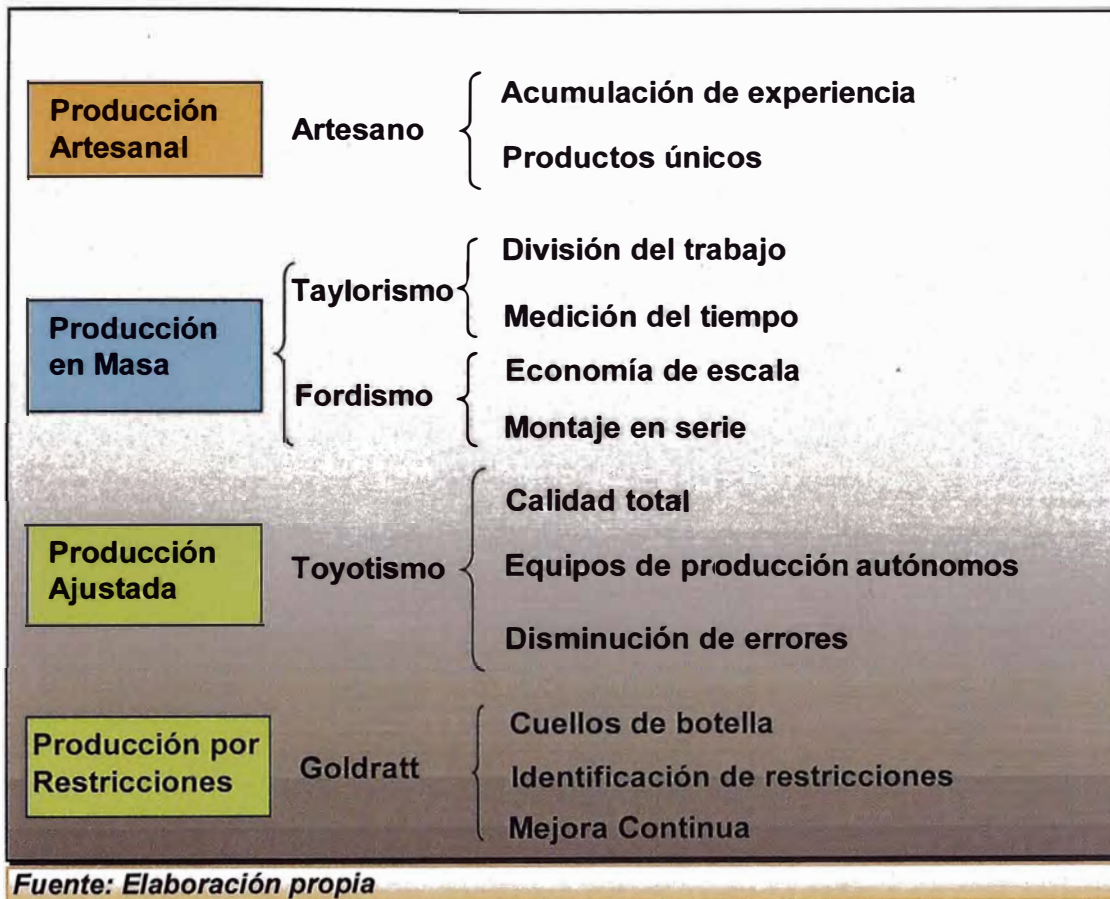
En el caso de la construcción de un edificio de gran altura y cimentación profunda la actividad que generalmente tiene mayor duración es la de muros pantalla ya que está sujeta a mucha variabilidad generándose mucha restricciones para esta etapa tanto internas como son mano de obra calificada, stock suficiente de materiales y equipos y externos como son los permisos Municipales y disponibilidad de maquinaria de perforación y anclaje ya que son escasos en el medio.

Ante esto se hace aún más importante identificar las actividades con mayores números de restricciones y administrar de manera óptima las limitaciones que tengan con el objetivo de no generar pérdidas en costo ni en tiempo.

2.5 Evolución de los Sistemas de Planificación

En el transcurso del tiempo los sistemas de planificación fueron mejorando debido al cambio en la filosofía de producción analizada en este capítulo, el cual nos provee de lecciones aprendidas que nos enseñarán a realizar una mejor planificación. En la figura 2.07 realizamos un resumen de la evolución de los sistemas de planificación.

Figura 02-07 Esquema de la evolución de los sistemas de planificación



CAPITULO III
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo haremos la descripción de los fundamentos en que se basa este sistema de planificación que tiene como origen *Lean Production Management*, el cual produjo una revolución en el diseño y producción industrial en el siglo XX. Cuyo enfoque busca maximizar el valor y minimizar las pérdidas de los proyectos, mediante la aplicación de técnicas conducentes al incremento de la productividad de los procesos de construcción. Y producto de su aplicación se pueden obtener los siguientes resultados:

- El proceso de construcción y de operación del proyecto es diseñado conjuntamente para satisfacer las necesidades de los clientes.
- El trabajo del proyecto se estructura sobre los procesos, con el objetivo de maximizar el valor y reducir las pérdidas en el desarrollo de actividades de construcción.
- El desempeño de la planeación y el sistema de control son medidos y mejorados.

Tomando estos principios se establece LEAN CONSTRUCTION el cual busca aplicar esta metodología al sector construcción, a pesar de que existen diferencias entre la industria manufacturera y el sector construcción debido a la gran variabilidad en el proceso de este último.

Todo sistema para ser implementado requiere de un eficaz modo de planeación Lean Construction propone como su sistema de planificación el Last Planner o su traducción en español el último planificador el cual toma en cuenta la variabilidad y las restricciones que tienen los proyectos de construcción.

Para entender a detalle este sistema en este capítulo se hará la descripción de los principios en que se basa este sistema de planificación.

3.2 LEAN PRODUCTION.

El Lean Production o producción sin pérdidas es un sistema de producción que se desarrolló en Japón luego de la difícil situación que atravesaba este país luego de la segunda guerra mundial. Y se inició en las empresas manufactureras principalmente del sector automovilístico.

El Lean Production o Sistema Toyota buscó producir a bajos costos pequeñas cantidades de productos variados bajo la teoría del desperdicio cero y mejora continua.

Esta metodología de mejora de la eficiencia en manufacturas fue concebida en Japón por Taiichi Ohno, director y consultor de la empresa Toyota. Ingresado en 1937, Ohno observó que antes de la guerra, la productividad japonesa era muy inferior a la estadounidense. Después de la guerra, Ohno visitó Estados Unidos, donde estudió los principales pioneros de productividad y reducción de desperdicio del país como Frederick Taylor y Henry Ford. Ohno se mostró impresionado por el énfasis excesivo que los estadounidenses ponían en la producción en masa de grandes volúmenes en perjuicio de la variedad, y el nivel de desperdicio que generaban las industrias en el país más rico de la posguerra. Cuando visitó los supermercados tuvo un efecto inspirador inmediato; Ohno encontró en ellos un ejemplo perfecto de su idea de manejar inventarios reducidos, eliminar pasos innecesarios y controlar las actividades primarias y dar control al que hace el trabajo (en este caso el cliente) como apoyo a la cadena de valor. La palabra japonesa muda significa 'desperdicio' y se refiere en específico, a cualquier actividad humana que consume recursos y no crea valor.

En general la metodología Lean, separa las actividades en dos tipos: las que agregan valor al producto y las que no agregan valor al producto. Ambas consumen recursos, tiempo y espacio; pero se diferencian en que las que agregan valor al producto convierten material o información hacia lo que es requerido por el cliente y las que no agregan valor consumen recursos pero no

satisfacen los requerimientos del cliente, este ejemplo se puede notar más claramente en la ilustración siguiente (Ver Figura 3.01)

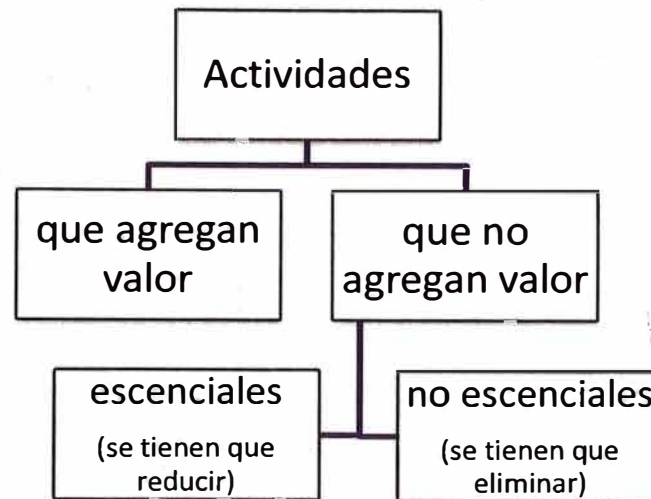


Figura 3.01: Tipo de actividades según Lean

Este esquema explica en el fondo, la esencia del sistema es eliminar o reducir al máximo cualquier elemento que no utilice lo mínimo absolutamente necesario de recursos, tiempo, espacio y esfuerzos para agregar valor al producto. La teoría de flujos nos aclara por qué no necesariamente se tienen que eliminar todas las actividades que no agregan valor y algunas solo tenemos que reducirlas.

La teoría de flujos considera la producción como un flujo de materiales y/o información desde que obtenemos las materias primas hasta que entregamos el producto final al cliente. Esta cadena de producción está compuesta de conversiones y flujos. Como se observa en la figura 3.2, las actividades de conversión son los procesos y las de flujos son la inspección, transporte y espera. (Ver figura 3.02).

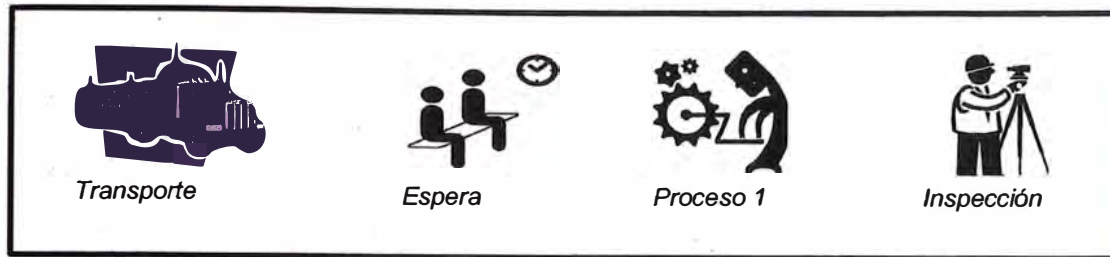


Figura 3.02: Esquema de la teoría de flujo según Lean Production

De esta figura podemos notar que tenemos actividades que no agregan valor como son:

- Las esperas que son tiempos ociosos que se generan entre o durante las actividades, debido a la falta de algún tipo de requisito necesario para continuar o empezar una actividad, como puede ser espera de personal, materiales, mediciones, información, etc. Las esperas no agregan valor al producto y, aunque son necesarias, hay que tratar de reducirlas al máximo.
- Transporte que es necesario para trasladar los materiales desde el lugar en donde éstos se encuentren, que puede ser desde donde se almacenan o desde un proceso anterior, idealmente hasta el mismo lugar en donde se realizará la actividad de conversión, lo cual no siempre puede ser así y deben ser trasladados hasta un lugar próximo a donde se realice la conversión. Al igual que las esperas, el transporte no agrega valor al producto; pero es una actividad necesaria que hay que tratar de reducir, por lo que se debería buscar que no se transporte el material por distancias mayores a las estrictamente necesarias.

Conociendo los fundamentos de Lean Production podemos citar los principios básicos de este sistema de producción.

1. Identificar las actividades que no agregan valor. Se identifican las actividades que no agregan valor a la línea de producción para reducirlas o si es posible eliminar, esto es fundamental para poder lograr mejoras en el sistema, ya que con esto se logra establecer un flujo de trabajo continuo y es un gran potencial de desarrollo en la producción.

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

3. Reducir la variabilidad. Este principio se refiere básicamente a que desde la perspectiva del cliente, un producto uniforme le brinda mayor satisfacción y desde el punto de vista de la producción, la variabilidad genera mayores actividades que no agregan valor, lo cual genera mayores interrupciones en el flujo de trabajo y, por ende, mayores tiempos de ciclo.

4. Reducción del tiempo de ciclo. Se denomina tiempo de ciclo a la suma de los tiempos de flujo y conversión que son necesarios para producir un lote de cualquier producto. De esto podemos deducir que la mejor manera de reducir el tiempo del ciclo es minimizando los tiempos en las actividades que no agregan valor en la línea de producción.

5. Simplificación de procesos. Podemos entender la simplificación de procesos, como una reducción de los componentes o números de pasos para realizar un producto. Principalmente, simplificar los procesos es mejorar el flujo. Los procesos más simples incurren en menos gastos, son más confiables (menos variables) y poseen menores tiempos de ciclo. Este principio, se relaciona directamente con otro principio que es incrementar la transparencia de los procesos. Procesos más simples son más transparentes, lo cual facilita el control y el mejoramiento.

6. Introducir el mejoramiento continuo. Principio basado en el Kaisen, filosofía japonesa de mejoramiento continuo. La base está en la creación de una metodología de identificación de las causas de no cumplimiento. Para esto, se requiere crear una cultura de mejora continua que permita su implementación,

necesitando que el trabajo en equipo el compromiso y la gestión participativa se constituyan como un requisito esencial para la introducción de mejoras continuas.

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

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

En resumen Lean Production apuntan a una mejora en todo el proceso de producción y logra este principalmente al eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto con el objetivo de lograr una cadena simple, con bajo tiempo de ciclo y uniforme y comparando sus procesos con los líderes del mercado y practicando la mejora continua.

Un ejemplo de la aplicación de los principios Lean en la actualidad, es el llamado "Método Pull". El origen de este método, surgió en la detección de un gran problema que afecta a la producción en masa: la sobreproducción o el inventario excesivo. Entenderemos por sobreproducción a cualquier producto que no se vaya a usar o vender inmediatamente. Hacer más o antes de lo requerido por el proceso siguiente también se puede considerar como sobreproducción. Como podemos ver, la sobreproducción no agrega valor al producto final y genera sobrecostos por almacenaje y por ocupar espacios innecesarios, entonces según el principio Lean puede ser perfectamente eliminada de la cadena de producción. La metodología utilizada en el mercado es el "Método Push", el cual se basa en estudios de la demanda cuyos resultados arrojan la cantidad de productos que se deben incorporar al mercado. Ya que en muchas ocasiones la producción es "empujada" hacia el mercado (de ahí su nombre), creyendo que la oferta igualará a la demanda, pero esto mayormente no ocurre, ya que el

cliente no siempre siente que sus intereses son tomados en cuenta y, el único resultado, es una gran cantidad de producción que queda almacenada. Para mejorar esto, surgió el "Método Pull", que se basa en demandas reales del producto. Incluso, dependiendo del producto que se fabrique, se puede conocer quién será el consumidor final, produciendo solamente lo necesario. Así se pueden disminuir los tiempos de entrega, almacenar una menor cantidad de mercancía y reducir costos.

Lean Construcción ha sido aplicado en diversos ámbitos de la industria de la construcción con éxito, tomando muchos principios es que surge Lean Production.

3.3 LEAN CONSTRUCTION.

Lean Construcción es una nueva forma de producción, cuyo objetivo es eliminar y/o minimizar las pérdidas de los recursos que usamos para construir un proyecto, a fin de generar el máximo valor posible para los clientes. El enfoque hacia la eliminación de las pérdidas es muy importante, porque los niveles de desperdicio en la construcción, en todo el mundo, son muy altos.

Por otro lado, debemos recordar, que la mayoría de las actividades que no agregan valor corresponden a actividades de flujo y existe la tendencia a pensar que la construcción es sólo una industria de conversión y no de flujo, descuidándose inmediatamente este aspecto y, por ende, no controlando las actividades que no agregan valor. Lean construcción, considera a la producción ya no sólo como una transformación, sino que, como un flujo de materias primas para la obtención de bienes.

La variabilidad que existe en la industria de la construcción también juega en contra para aplicar los principios del Lean Production. Cada proyecto de construcción es diferente y se desarrolla en un ambiente incierto. La incertidumbre es un factor inherente a la construcción ya que, debido a la complejidad que posee, hay muchos agentes que intervienen en las diversas etapas. Hoy en día prácticamente en todas las construcciones se trabaja con

subcontratos, los cuales tienen sus propios sistemas de trabajo y no siempre están dispuestos a depurar su forma de trabajo en pro de una mejora general.

Si bien las pérdidas en la construcción y en la industria tienen orígenes distintos, se había tratado de evitarlas en ambos lados usando el mismo principio: mantener una intensa presión en cada actividad, porque la reducción del costo y de la duración de cada etapa, es la llave de la mejora.

Pero Ohno se dio cuenta que esta no era la mejor forma de diseñar y realizar las cosas. Pero ¿en qué se basaba Ohno para asegurar esto? Bueno, partamos de la base de que la administración de proyectos de construcción deriva del mismo concepto de actividad encontrado en la producción en masa. Así, podemos optimizar el proyecto actividad por actividad, dividiéndolo en partes y, posteriormente, ordenando los componentes de cada parte en una secuencia lógica, estimando el tiempo y recursos requeridos para completar cada actividad y, por ende, el proyecto total; pero se descuida lo que ocurre entre actividades. El efecto combinado de dependencia y variación, es el primer concepto del lean Production que tomaremos. Para esto, Tommelein ilustró estos efectos haciendo un paralelo con una carretera altamente congestionada. Si todos los vehículos fueran conducidos exactamente a la misma velocidad la separación entre ellos sería limitada, al igual que la capacidad de la autopista y, cada vehículo, dependería del que le antecede. Bajo la presión de llegar pronto a casa o al trabajo, la separación entre los vehículos comenzaría a disminuir y, cualquier variación de velocidad experimentada por un vehículo, repercutiría inmediatamente en los vehículos que le siguen. Esto se propagaría como una onda a todos los vehículos a lo largo de la pista. Recuperar la situación inicial es difícil, porque es imposible conseguir que cada vehículo vuelva suavemente a su velocidad inicial.

Lo que podemos ver en esta paradoja, es que la velocidad no asegura un tiempo mínimo de recorrido, bajo los efectos de la dependencia y la variación, ya que mientras mayor es la dependencia la variación es mayor. Los principios lean tratan de aislar al equipo de la dependencia, proporcionando una reserva adecuada de recursos para que así puedan acelerar o retardarse mientras que las condiciones lo requieren. Lamentablemente, ni recursos ni capacidad

adecuados reducen la variación, lo cual marca la diferencia entre la construcción y la industria manufacturera. La variabilidad sólo la podemos controlar teniendo funcionamientos fiables y usando procedimientos simples y estándares para poder pronosticar fácilmente el desempeño. En circunstancias estables, se puede predecir el contenido de trabajo en cada estación y ajustarlo con el objetivo de obtener los mínimos desequilibrios. El problema es que en la construcción solamente tenemos cierta idea del contenido de trabajo de las actividades basándonos en proyectos anteriores, lo que hace que la variabilidad sea algo inherente al proyecto de construcción. No se podrá eliminar; pero sí se debe tratar de atenuar lo más posible.

La construcción aún se basa en el trabajo realizado por un grupo de personas, es decir, es un trabajo artesanal. Sin embargo, esto es algo favorable bajo los conceptos de esta nueva filosofía, ya que las actuales tendencias privilegian el trabajo en equipo por sobre el trabajo individual. Pero se hace difícil su implementación ya que en la construcción este trabajo no es riguroso y sistemático, por lo cual no rinde verdaderos frutos. Por otro lado, el trabajo que realiza el grupo se basa en los resultados de un acto administrativo como es la planificación. Es por esto que en este caso, medir y mejorar el funcionamiento del sistema de planificación es la clave para mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo, el cual es nuestro principal objetivo. Este paso es necesario para cambiar la organización y rediseñar el sistema.

Entonces si es que se toma como un pilar el trabajo en equipo en la construcción se hará más fácil implementar los principios Lean. Si se logra instruir a los involucrados acerca de estos principios conseguiremos un real convencimiento de que el trabajo que realizan y los esfuerzos de mejora continua rendirán frutos. El grupo debe saber para qué está trabajando y en qué consiste el método, pues es imposible que se sientan involucrados y convencidos de participar en algo que desconocen.

Hay un punto en que la industria y la construcción coinciden: ambas consideran como un aspecto de mejoramiento de producción la utilización de tecnología; pero no sólo la implementación de nuevas tecnologías es importante para el Lean, pues esto va íntimamente ligado al concepto de producción. Si

implementamos nuevas tecnologías sin haber previamente detectado y disminuido las actividades que no agregan valor, no se podrá sacar provecho cabalmente a la tecnología implementada, ya que la inversión hecha será mayor y no se tendrá un buen control de la producción. Es recomendable analizar la línea de producción y posteriormente evaluar adquirir nuevas tecnologías.

Basándose en las características antes mencionadas la teoría Lean Construction ayuda a mejorar el flujo de trabajo, reduciendo la variabilidad y la dependencia entre actividades. Es una nueva forma de administración de producción aplicada a la construcción, cuyas características esenciales son tener un sistema claro de objetivos para maximizar la satisfacción del cliente, usando un sistema de control desde el diseño hasta la entrega del producto.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER.

El sistema de planificación Last Planner fue desarrollado Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell Basándose en la teoría Lean Production, cuya traducción en español quiere decir "Último Planificador"

Según los autores, los principales obstáculos que se presentan en los proyectos de construcción son:

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

La planificación inicial de un proyecto de construcción se realiza por un grupo de profesionales con cierta experiencia en ese tipo de proyectos. Al planificar el proyecto, se focalizan los objetivos generales, las metas y se los cuales toman

como hitos a cumplir los cuales deben ser alcanzables. Ya en la fase de ejecución del proyecto un el profesional a cargo y su equipo decide qué es lo que debería hacer para cumplir las metas estipuladas en la fase de planificación, desarrollando el programa marco. El ejecutor debe decidir qué se hará mañana o la semana siguiente. El trabajo o actividades que son posibles de realizar se denominan asignaciones y, la persona que determina qué asignaciones serán realizadas, cuándo y por quién, se llama último Planificador; para saber qué actividades podrán ser realizadas el ultimo planificador tiene que hacer un análisis de restricciones ya si se logra liberar todas las restricciones que posee una actividad podrá ejecutarla. Entonces, lo que debe ser hecho se debe contrastar con lo que puede ser hecho.

Para mayor ilustrar mejor estos conceptos emplearemos la teoría de conjuntos donde lo que se hará es subconjunto de lo que puede ser hecho y a su vez lo que puede ser hecho es subconjunto de lo que debería ser hecho, entonces se va tener una mayor probabilidad de que lo que se planifica va tener éxito (Ver figura 3.03)

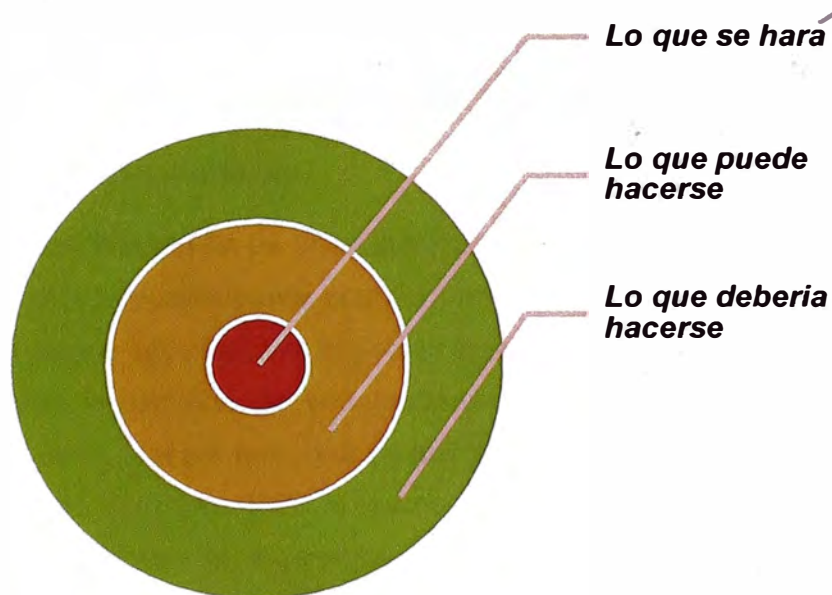


Figura 3.03: Se hará VS Puede VS Debería.

Si lo que puede ser hecho es subconjunto de lo que se hará, la probabilidad de éxito será menor o no se cumplirá la programación. Como vemos, para programar las actividades a corto plazo, no basta con ver el programa marco, hay que ver también los factores externos que influyen en una obra y el estado

real de ella es decir hacer un análisis de restricciones y no presionar las unidades de producción sin hacer considerar las restricciones que puedan tener, ya que finalmente podría generar un derroche de recursos en tratar de finalizar una actividad que no puede ser realizada, o si lo es, no será hecha de la forma en que corresponde. Una errada forma de control a la unidad de producción incrementa la incertidumbre y priva a los trabajadores de comprender que la planificación es una poderosa herramienta para enfrentar el futuro de una mejor manera.

A continuación detallaremos cada uno de los elementos que conforman el sistema “Último Planificador”.

3.4.1. Programa Maestro.

En el programa maestro se desarrolla en función a los objetivos generales que hayan sido planteados en el programa inicial. Este programa le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas del proyecto.

Debemos recordar que las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos. Si un acontecimiento es especialmente importante se denominará hito. Entonces, el programa maestro nos sirve para identificar los hitos de control de nuestro proyecto.

3.4.2 Planificación Intermedia.

La planificación intermedia ha sido desarrollada para focalizar la atención en las actividades que supuestamente ocurrirán en algún tiempo futuro. Podremos de esta forma tomar acciones en el presente que causen el futuro deseado. En otras palabras, la planificación intermedia es un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una primera idea de qué actividades serán programadas, para lo cual se debe coordinar todo lo necesario para que una actividad se pueda realizar, como lo son la ingeniería, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos. Algunas funciones de la planificación intermedia son:

- **Equilibrar carga de trabajo y capacidad.** Lo primero es definir los conceptos involucrados. Entenderemos como carga a la cantidad de salidas esperadas para una unidad de producción en un tiempo dado. Por

otro lado, capacidad se refiere a la cantidad de trabajo que una unidad de producción puede lograr en un tiempo dado. Lo ideal es que la carga de trabajo que se asigna a una unidad de producción se equilibre con la capacidad que tiene dicha unidad. Este equilibrio se comienza a realizar en la planificación intermedia; pero aquí el planificador sólo tiene una noción de qué tipo de unidad de producción requiere para realizar el trabajo y no qué unidad específica lo hará. Esto lo sabrá el ejecutor recién en la etapa de programación semanal. Así, este punto es necesario evaluarlo en ambas etapas del proyecto.

- **Revisar la secuencia de las actividades.** Pese a que en la realización del programa maestro se considera este punto, nunca está de más verificarlo. Esta es una etapa propicia para esta revisión, ya que no debemos olvidar que la planificación intermedia posee mayor grado de detalle que el programa maestro.
- **Desarrollar detalladamente los métodos de ejecución.** En la medida que detallemos mayormente la forma en que materializaremos las actividades que hemos programado, podremos ver qué inconvenientes encontraremos en terreno al momento de realizar la actividad. Así lograremos que la actividad no deba ser reprogramada por imposibilidad de ejecución.
- **Mantener un listado de actividades listas para ejecutar.** Como ya se vio anteriormente, el producto de la revisión de restricciones de cada actividad que se realiza en la planificación intermedia, da como resultado un inventario de trabajo ejecutable (ITE). Así en caso de que una actividad programada no pueda ser ejecutada, independientemente del motivo, la unidad de producción no quedará ociosa ya que siempre habrá una actividad no incluida en la programación semanal que puede ser ejecutada, ya que tiene una holgura que permite distribuirla en el tiempo. Así logramos estabilizar el flujo de trabajo.

En esta etapa se mezcla lo que denominaríamos programa madre, programa marco y programa a mediano plazo. Sin embargo, lo fundamental es que al

momento en que se desarrolle el programa marco se considere la verdadera capacidad que presente la empresa en obra, ya que de no ser así, el plan no representaría la forma en que trabaja el equipo y la implementación del sistema “Último Planificador” no tendría sentido.

Sin duda, la función principal que tiene la planificación intermedia es otra. Como podemos suponer, uno de los principios fundamentales del sistema “Último Planificador” es el control del flujo de trabajo. La idea principal es que el trabajo tenga una mejor secuencia, y podamos evitar así los tiempos ociosos de las unidades de producción. Así como el control de la unidad de producción controla la unidad productiva en sí, el control del flujo de trabajo controla el traspaso de los trabajos desde una unidad de producción a otra. La responsabilidad de este control recae sobre esta etapa de planificación intermedia.

Lo primero, es determinar el intervalo de tiempo que abarcará la planificación intermedia, el cual en general abarca de 4 a 12 semanas. Para ver cuántas semanas abarca mi intervalo debo evaluar las condiciones del proyecto. Por ejemplo, si estoy ubicada en una zona aislada, en la cual los proveedores tienen un tiempo de respuesta de 5 semanas, mi intervalo de planificación intermedia no debe ser menor a 5 semanas. Para una obra normal, el intervalo de tiempo recomendado son de 5 a 6 semanas. Por ejemplo, en un horizonte de 5 semanas, las semanas se enumerarán desde la 1 a la 5, desde el presente hacia el futuro.

Esto es, la semana 1 será la más cercana y la 5 la lejana. Independiente del número de semanas que se consideren en el horizonte de análisis, lo importante es mantener siempre esa cantidad de semanas, es decir, transcurrida una semana debe entrar otra semana al final de nuestra planificación intermedia.

Una vez que tengo identificado mi horizonte de trabajo, debo desglosar el programa marco y determinar qué actividades se deben realizar durante este tiempo. En cada una de las actividades, debo identificar qué factores impiden que mi actividad pueda ser realizada. A estos factores le llamaremos restricciones. Las restricciones más comunes en la construcción son:

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

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

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

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

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

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

Para actividades especiales, puede haber otro tipo de restricciones aparte de las recién mencionadas, como por ejemplo, inspecciones, permisos, etc. En estos casos, también habría que incluirlas en el listado de restricciones y realizar su debido seguimiento para liberarlas.

Además a cada actividad se le asigna un responsable de ejecución y un responsable de seguimiento. Ambos deben liberar las restricciones de la actividad para que pueda ser ejecutada según lo programado. También es recomendable poner las fechas tentativas de inicio y término de cada actividad.

SEMANA	ACTIVIDADES	FECHAS		RESTRICCIONES						RESPONSABLE		
		INICIO	FINAL	ACTIVIDADES PRECEDENTES	MANO DE OBRA	MATERIALES	DISEÑO	PROTOCCOLOS	EQUIPOS HERRAMIENTAS	EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO	
1	Excavacion madva y eliminacion	21/11/13	7/12/13	si	si	si	si	si	si	si	TR	FM
	Perfilado de banquetas	2/12/13	14/12/13	si	si	si	si	si	si	si	CYJ	FM
	Perforacion para andajes y inyeccion	10/12/13	17/12/13	si	si	si	si	si	si	si	PT	Y.A
	Acero en muros	10/12/13	18/12/13	si	si	si	si	si	si	si	LP	Y.A
	Encofrado de muros	11/12/13	19/12/13	si	si	si	si	si	si	si	LP	Y.A
	Vaceado de muros	12/12/13	20/12/13	no	si	si	si	si	si	si	LP	Y.A
	Desencofrado y Curado de muros	12/12/13	21/12/13	no	si	si	si	si	si	si	LP	Y.A
	Tensado de Muro	16/12/13	21/12/13	no	si	si	si	si	si	si	PT	Y.A

Figura 3.04: Formato de análisis de restricciones

En la figura 3.04 se muestra el formato que posee la planilla de control de restricciones de la planificación intermedia. Como podemos ver, es una tabla con filas que listan las potenciales asignaciones y columnas que listan las restricciones. En el ejemplo, en la primera columna se indica la semana de estudio. En este caso es la semana 1 de mi horizonte de planificación intermedia. En la segunda columna se indica la actividad que se está analizando. Luego, vienen las columnas de fechas de inicio y término programadas de la actividad. Posteriormente, se detallan las restricciones que se deben liberar para las actividades y finalmente, los responsables tanto de ejecución como de seguimiento. A cada restricción se le pone un visto si se encuentra liberada o una "x" si no. Todo esto ayuda a una identificación y rastreo sistemático del estado de las restricciones en las asignaciones.

En la planificación intermedia un concepto fundamental es el de revisión, el cual consiste en determinar el estado de las tareas en relación a sus restricciones y a la posibilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual se puede elegir adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. Lo importante, es que se pueden detectar los problemas anticipadamente, contándose así con suficiente tiempo para resolverlos y no atrasar el inicio programado de la actividad. Si no existiera la revisión de las restricciones para cada actividad, se asumiría que todos los requisitos para ejecutar la actividad estarán disponibles al momento de querer iniciarla, lo cual casi nunca ocurre en obra. Darse cuenta de esto al momento de iniciar la actividad provoca inevitablemente un retraso en el inicio de ella, con su consecuente reprogramación.

La revisión (o “screening”) que se produce en esta etapa, se hace cuando la actividad es considerada para entrar a la planificación intermedia. La teoría dice que sólo deben ingresar a la planificación intermedia aquellas actividades que, según el planificador, tengan una alta probabilidad de ser ejecutadas en la fecha programada. Si el planificador no está seguro de que las restricciones pueden ser removidas, las potenciales asignaciones serán retardadas. La revisión, es la primera oportunidad que se presenta para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento, no podrán ejecutarse por no tener sus restricciones liberadas (Ver figura 3.05).

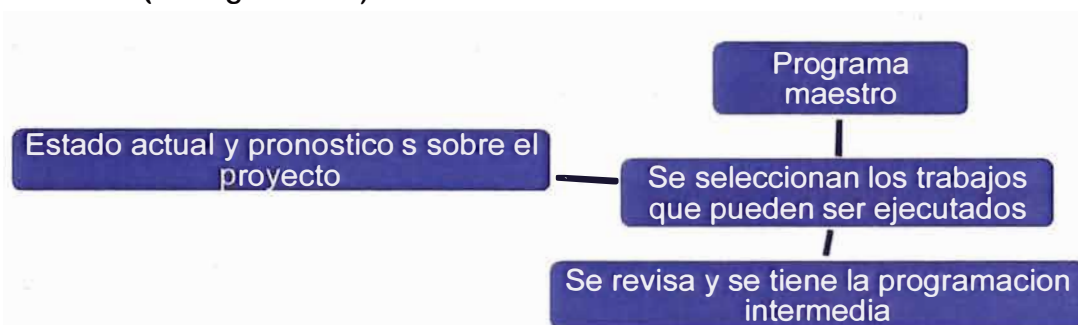


Figura 3.05: Concepto de revisión.

El último párrafo nos recuerda los conceptos “Pull” y “Push” tratados en el punto 3.2. Si consideramos que “Pull” es permitir que el material o la información entre al proceso de producción sólo si el sistema es capaz de ejecutar el trabajo vemos claramente esta idea en el concepto de revisión de la planificación intermedia. Acá lo análogo es incorporar las actividades al horizonte de análisis sólo si es probable que pueda liberar las restricciones, en otras palabras, ingresará a nuestro proceso de producción sólo si creemos que somos capaces de ejecutar la actividad. Por el contrario, el no realizar el proceso de revisión hace que todas las actividades entren a la planificación intermedia, lo cual supone implícitamente que todas serán realizadas. En esta otra arista vemos el concepto antagónico, es decir, el concepto “Push”.

Finalmente, aparece la preparación de las restricciones. Acá, el planificador debe tomar las acciones necesarias para remover las restricciones de las actividades, para que puedan comenzar en la fecha programada. El liberar restricciones, está íntimamente relacionado con los tiempos de respuesta que tengan nuestros proveedores. Es por esto que debemos conocer el tiempo de respuesta más

probable que nos brinda el proveedor, el cual como ya se dijo, debe ser más corto que la ventana de planificación intermedia. Luego se debe “tirar” el material hacia la obra, es decir, pedirle certeza al proveedor acerca de cuándo contará con las entradas provenientes de él para completar el proceso en el cual deben entrar (nuevamente aparece el concepto “Pull”). Finalmente hay que apresurar, aunque este paso no es siempre necesario. Esto implica introducir recursos adicionales para acortar los tiempos de respuesta, en caso de ser necesario.

Si vemos el ejemplo ilustrado en la figura 3.4, hay actividades que ya tienen sus Restricciones liberadas como son el excavación masiva y eliminación, “perfilado de banquetas de los muros “perforación anclaje e inyectado. A todo el resto de las actividades, les falta a lo menos una restricción por liberar. Cuando una actividad ya ha sido liberada de todas sus restricciones, está en condiciones de ser ejecutada. Así es como pasamos al siguiente nivel del sistema: el inventario de trabajo ejecutable (ITE).

3.4.3 Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE).

Cuando liberamos las restricciones de alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que podemos ejecutar. Esta lista es el llamado inventario de trabajos ejecutables. En esta etapa, estamos pasando desde las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer. En el inventario de trabajo ejecutable no sólo pueden haber tareas de las semanas futuras, sino que también puede haber tareas que se debían o podían haber ejecutado en la semana en curso; pero que no lo hicieron al no ser consideradas en las asignaciones semanales. Esto es muy común ya que la idea es mantener un ITE que asegure un trabajo realizable por unidades con el doble de capacidad que las que se tienen efectivamente en obra, esto con el objetivo de no tener nunca unidades ociosas por el motivo de no tener potenciales trabajos para ejecutar en caso que falle la realización de alguna actividad considerada en el programa semanal. No hay que ser siempre tan negativos y podemos ponernos en el caso que las actividades programadas se cumplan antes de lo esperado. Esto también puede ser un foco de tiempo ocioso para la unidad si es que no hubiera trabajo listo para ejecutar. Entonces, teniendo un inventario de tareas potencialmente realizables, puedo elegir qué haré desde un universo de lo que puedo hacer.

3.4.4 Planificación Semanal.

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, lo cual tiene como objetivo, lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. El control de la unidad de producción, depende de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:

1. Actividades bien definidas para que pueda ser ejecutado sin ambigüedades, para lo cual las asignaciones deben ser lo suficientemente específicas en su descripción.
2. La secuencia de trabajo de las actividades planteadas debe ser lógica. Las asignaciones se deben hacer a partir de aquellas consideradas legítimas en orden de prioridad y ejecución.
3. La cantidad de trabajo seleccionada debe ser directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción. Además se debe tener claro si los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal antes de comenzar el periodo de ejecución.
4. Prerrequisitos que tenga la actividad ya deben haber finalizado. En el fondo es que la unidad de producción tenga lo que necesita de otros.

Asignación de calidad es escoger qué trabajo será realizado en la próxima semana desde lo que se sabe puede ser hecho (ITE). Así estamos protegiendo de incertidumbres a nuestro flujo de producción y apuntamos a crear un flujo confiable de trabajo tanto para la unidad que ejecutará el plan de trabajo semanal como para los que trabajarán en actividades posteriores en la misma línea de trabajo. Acá estamos protegiendo al flujo de incertidumbres (“shielding”), como podemos ver en la figura 3.06.



Figura 3.06: Esquema del concepto protección.

El formato utilizado para realizar la programación semanal se puede observar en la figura 3.7. Es un formato simple, en donde las filas representan las actividades y las columnas los días de la semana que se programan. Como vemos en el ejemplo, la programación semanal no tiene por qué comenzar un lunes. Esto dependerá del calendario de trabajo que se tenga en la obra y del día en que se realice la reunión de planificación. En el ejemplo 3.7, la semana considerada es De lunes a sábado, ya que es común este tipo de calendario en la mayoría de las obras.

La retroalimentación es una parte fundamental en todo esto. En la medida en que sepamos los motivos por los cuales no completamos la programación de cada semana podremos mejorar, es decir hay que anotar en la programación semanal las causas de no incumplimiento.

Para ello, la medición del porcentaje de actividades completadas (PAC) es un buen indicador de la calidad de nuestras asignaciones. El PAC es el número de actividades completadas que fueron programadas dividido por el total de actividades programadas para la misma semana, todo esto expresado como porcentaje. La actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado, según lo que se programó a inicio de nuestra semana de control.

Es decir, si tengo hecho menos de un 100% de lo que había programado hacer de la actividad durante la semana, la actividad se considera como no realizada. Si la actividad se encuentra realizada completamente se le asigna un 1 y si la actividad no se encuentra terminada según lo programado se le asigna un 0.

Una vez que sé qué actividades programadas no fueron ejecutadas, debo proceder a identificar las causas de no cumplimiento. Podemos ver que el PAC es una poderosa herramienta para identificar los focos que pueden servir como mejoras al sistema e implementar soluciones, ya que los orígenes de los no cumplimientos no sólo pueden ser fallas en la mano de obra, materiales o causas externas, sino que también, el origen de las fallas en la ejecución del trabajo programado, pueden provenir de deficiencias a nivel organizacional, procesos o funciones. Sólo así podré generar un flujo de trabajo continuo.

En la figura 3.07 vemos un ejemplo de medición del PAC.

PROGRAMACION SEMANAL													
NOMBRE DE PROYECTO			AREA / DPTO						FECHA				
EDIFICIO VITRA			EDIFICACIONES						sábado, 0 de enero de 1900				
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO						UBICACION				
			INMOBILIARIA VITRA						CALLE BOULEVARD 180 - SURCO				
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	SEMANA 27						PPC	PNC	ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO	
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO
Excavacion masiva y eliminación	m3	1,350.00	350.00	100.00	350.00	100.00	350.00	100.00	100.00		1.00	EQ	
	m3		270.00					270.00					
Perforacion de anclaje y colocacion del cable	pto	12.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00			1.00	FRE	
	pto		3.00	2.00	1.00								
Perfilado de banquetas con maquina	m2	210.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00		1.00	FRE	
			140.00	35.00	35.00	35.00	35.00						
Acero en muros		3,000.00	1000.00		1000.00		1000.00	1000.00		1.00			
			3,400.00	1200.00		1200.00		1000.00					
Encofrado de muros		105.00	35.00		35.00		35.00				1.00	FRE	
			49.50	32.00		17.50							
Vaceado de muros pantalla		91.00		19.00	18.00	16.00	26.00	12.00			1.00	FRE	
			47.00		19.00		28.00						
Desencofrado y Curado de muros		70.00			35.00		35.00				1.00		
			70.00			35.00		35.00					
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)										2	5		
										2	71%		% AVANCE

Figura 3.07: Modelo de medición de porcentaje de actividades completadas

Entre las causas de no cumplimiento de la programación semanal podemos encontrar las siguientes razones:

1. Falla en sistemas de información. Por ejemplo, considerar actividades prerequisite como finalizadas, siendo que no es así.
2. Falla en aplicar los criterios de calidad mencionados. Por ejemplo, tal vez la actividad no cumplió el avance programado para la semana porque se superestimó la capacidad de la cuadrilla.
3. Cambio en las prioridades de la obra, destinando recursos a actividades urgentes. Cualquiera sea el motivo de no cumplimiento, lo importante es aprender de él para no volver a repetirlo en el futuro.

Hay un punto muy importante que se puede observar en este nivel de planificación y que es el nivel de compromiso que tiene el grupo de trabajo con la implementación del sistema "Último Planificador". En la medida que no haya un compromiso real de parte del equipo, no tiene sentido intentar implementar este sistema, ya que él se basa en este fundamento. En general nunca se verifica si es que el encargado de realizar la actividad tiene las capacidades para realizar el trabajo. A él se le impone la actividad sin saber si él la puede realizar o no. Esto no le hace bien al grupo ya que no se sienten parte del equipo y, al no sentirse tomados en cuenta, su predisposición al trabajo será diferente. La idea de este sistema es que la persona que efectivamente será el responsable de ejecutar el trabajo se comprometa a realizarlo y, si considera que no podrá hacerlo por cualquier motivo, lo diga. El compromiso que él asume cuando afirma que es capaz de realizar una actividad, no es con el fin de reprocharlo en caso que no cumpla la actividad al final de la semana, sino que es con el objetivo de generar un mayor compromiso grupal, ya que él sabrá que sus acciones no sólo le afectan a él, sino que a toda la línea de trabajo que viene posterior a él y que requiere como prerequisite la actividad que él se está comprometiendo a hacer. Si sabemos de antemano que ese trabajo no será realizado, debemos decir claramente que no podemos realizarlo y así no lo pondremos como que puede ser ejecutado y estaremos protegiendo nuestro flujo de trabajo. Con esto logramos que el compromiso adquirido se vea reflejado en el PAC.

CAPITULO IV
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER EN
LA ETAPA DE MUROS ANCLADOS

CAPITULO IV: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PLANIFICACION LAST PLANNER EN LA ETAPA DE MUROS ANCLADOS.

4.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del capítulo es la implementación del sistema Último Planificador en el proyecto de construcción de oficinas del edificio Vitra, ubicado en el distrito de Santiago de Surco – Lima a cargo de C&J Constructores.

C&J CONSTRUCTORES construye obras propias, administra y gerencia obras de terceros, garantizando a los clientes el cumplimiento de la planificación y calidad de la obra.

Por esa razón se realizó la aplicación del sistema Último Planificador con el objetivo de encontrar un sistema flexible y de fácil entendimiento para todos los involucrados en este proyecto.

4.2 DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO

El plan maestro para este proyecto se desarrolla con un diagrama Gantt general para el proyecto, definiendo los procesos para ser ejecutados en un tiempo estimado.

El programa maestro comprende la construcción de un edificio para oficinas de 7 sótanos y 11 pisos del cual se hará seguimiento la etapa de muros anclados y excavación que es la partida con mayor periodo de duración y en el cual se presentan los mayores inconvenientes con el cumplimiento de la programación inicial.

Esta programación de obra se realizó de una manera tradicional usando los diagramas de barra gantt y la estimación de tiempos de acuerdo a la experiencia en proyectos anteriores de similar envergadura.

En la figura 4.01 presentamos los hitos para el cronograma maestro así como el detalle de diagramas para la etapa de construcción de muros anclados.

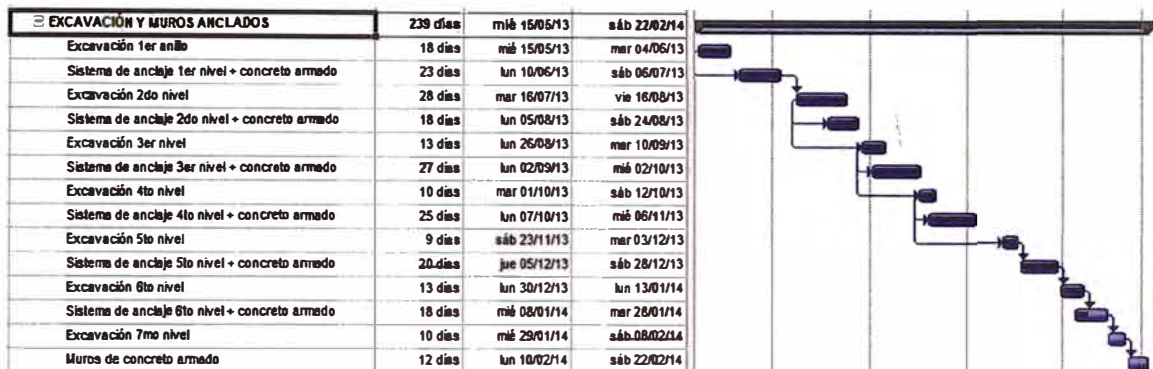


Figura 4.01: programa maestro para la construcción de muros anclados

En el desarrollo del Plan Maestro definimos los plazos de entrega para el proyecto así como la secuencia tentativa en la que realizaremos el mismo.

Para la etapa de muros anclados tenemos un plazo de 9 meses, esta etapa se divide en las partidas de excavación, sistema de anclaje y perforación para cada nivel de excavación.

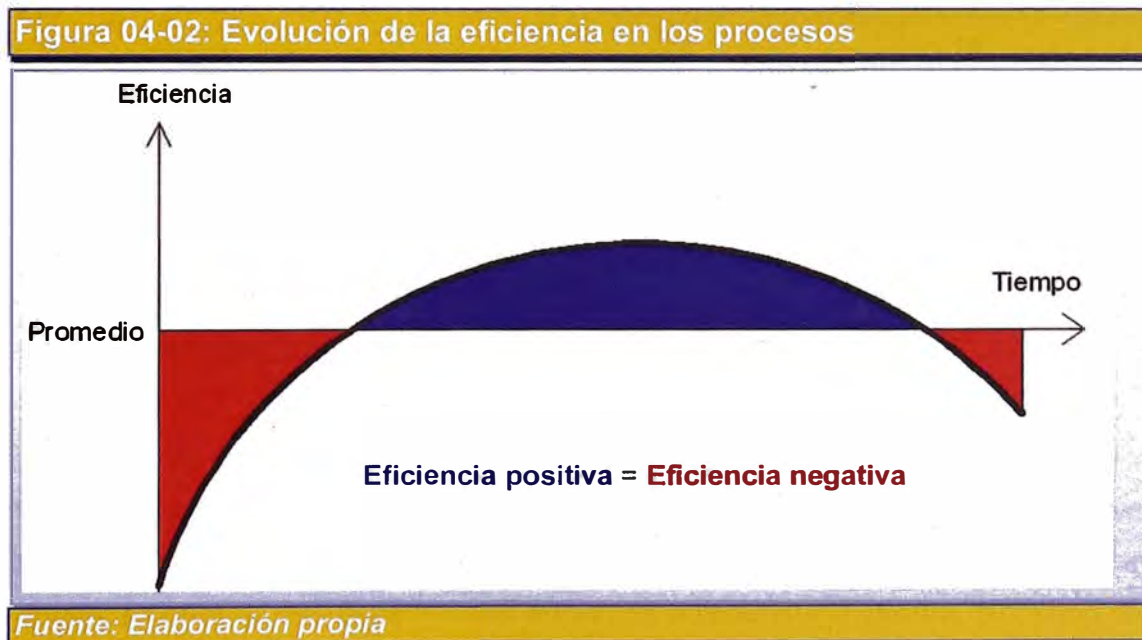
Para tener mayor detalle de nuestro programa maestro sobre el cual haremos el control de la programación tendremos que tener las cantidades de metrado de las actividades de excavación, sistema de anclaje y obras de concreto armado en muros pantalla, esto lo dividiremos en un porcentaje de avance mensual sobre el cual haremos el control de cumplimiento de la programación de obra.

Para programar los recursos en el transcurso del tiempo, tenemos que comprender previamente el ciclo de vida de un proceso, el que describimos a continuación:

- Al inicio de cada proceso los rendimientos son menores debido que se están familiarizando con el trabajo ya que cada proyecto es diferente.
- Después que se asimilan las técnicas a emplear para la conversión de un proceso la eficiencia aumenta al máximo por la similitud de los trabajos que ejecutan en el transcurso de duración del proyecto.
- Cuando el proceso está por terminar disminuye la eficiencia porque se está ejecutando actividades de acabados.

El desempeño del personal sigue el comportamiento de una curva catenaria porque en el transcurso del tiempo aumenta la eficiencia hasta llegar a un punto álgido para ir disminuyendo al final del proceso.

En la figura 4.02 mostramos cómo evoluciona la eficiencia del personal en cada proceso.



Al comprender el ciclo de vida de un proceso nos damos cuenta que la necesidad de recursos va aumentando en el transcurso del tiempo y disminuyendo paulatinamente al final del proceso.

Entonces proyectamos los recursos en forma de porcentaje y calculamos el monto financiero que se requiere en el transcurso del tiempo, con el objetivo de planificar el flujo de caja, evitando que la obra se quede sin recursos.

A continuación se presenta el desarrollo del cronograma maestro que se realizó para la construcción de proyecto de oficina Vitra en la etapa que se implementó la planificación bajo el enfoque last planner.

PROGRAMACION DE MUROS PANTALLA			2013						2014		
Item	Descripción	Montal (\$/.)	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 1,218,324.28									
03.01	Excavacion y Eliminacion Masiva c/equipo	S/ 644,368.65	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	
03.07	Anclajes postensados temporales	S/ 465,000.00		#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	
03.08	Alquiler Grúa - Traslado vertical Equipos de Anclaje postensados	S/ 31,200.00			S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	
05.05	MUROS ARMADOS ANCLADOS C/CIMENTOS REFORZADOS	S/ 970,578.21									
05.05.01	Concreto f _c =350 kg/cm ² para muros anclados	S/ 477,976.47	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
05.05.02	Encofrado y desencofrado de muros a una sola cara	S/ 128,948.58	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
05.05.03	Acero corrugado muros anclados f _y =4200 kg/cm ²	S/ 352,213.25	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
05.05.04	Perfilado de muros y pañeteo	S/ 5,794.91	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68	S/ 643.68
05.05.05	Curado de elementos de concreto armado con membrana	S/ 5,644.00	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11	S/ 627.11







Figura 4.03: cronograma maestro para la etapa de muros anclados

4.3 DESARROLLO DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA

El encargado de la planificación toma el proceso más crítico del Plan Maestro e identifica la secuencia de trabajo de manera gráfica para establecer la sucesión de los procesos e identificar el flujo del trabajo. El proceso más crítico se identifica como el que tiene menos eficiencia o recursos limitados, sirviendo de guía en la planificación.

El proceso crítico se identifica como la capacidad de producción entre la capacidad requerida, tal como se muestra en la Figura 4.04

Figura 04-04: Proceso Crítico

Capacidad Requerida	Capacidad de Producción	Proceso
90m ³ 	6x15m ³ =90m ³ 	Proceso Crítico Capacidad Requerida = Capacidad de Producción
90m ³ 	3x15m ³ =60m ³ 	Proceso Restrictivo Capacidad Requerida > Capacidad de Producción
90m ³ 	9x15m ³ =120m ³ 	Proceso en exceso Capacidad Requerida < Capacidad de Producción

En resumen:

Proceso Crítico (PC) es el menor valor de la relación = $\frac{\text{Capacidad de Producción}}{\text{Capacidad Requerida}}$

El Plan maestro define lo que se tiene que hacer y la Planificación Intermedia define lo que podemos hacer teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Para realizar la planificación intermedia debemos conocer los procesos del cual está compuesto nuestro proyecto así podremos hacer un análisis adecuado de las restricciones, recursos, secuenciación y tiempos que estos requieren y como consecuencia lo que se planifique tendrá mayores posibilidades de éxito.

En la figura 4.05 se ilustra los procesos para la construcción de muros pantalla del proyecto Edificio de oficinas Vitra, el proyecto consta de 7 sótanos y para esta etapa de excavación y sostenimiento con muros anclados se ha estimado la ejecución en 9 meses según el cronograma inicial y el proyectista recomienda seguir el siguiente procedimiento constructivo.

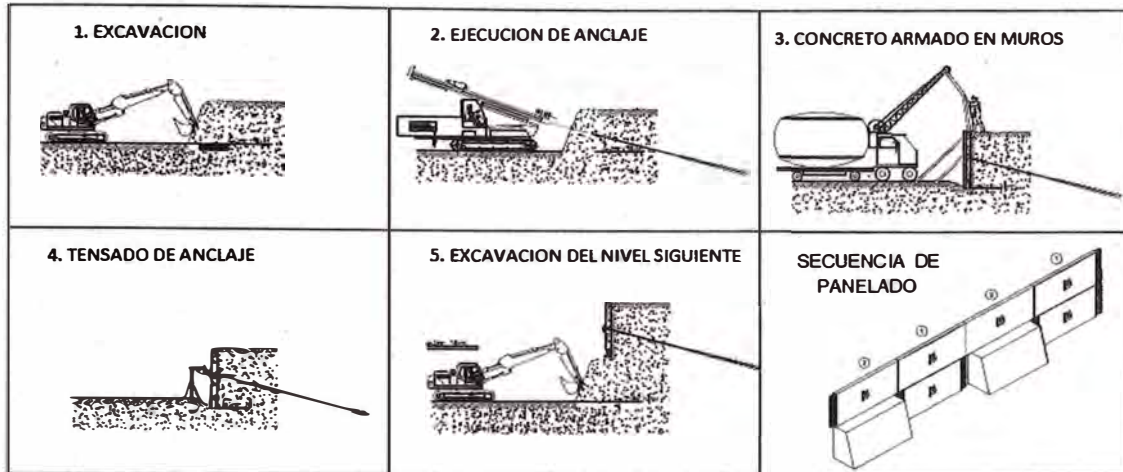


Figura 4.05: Proceso constructivo muros pantalla

En el primer nivel se deberá ejecutar inicialmente los paneles N° 1 y una vez tensados se procederá la ejecución de los paneles N° 2, a partir del segundo nivel se podrá ejecutar los paneles N° 2, sin haber tensado los paneles primarios.

Para iniciar la excavación del siguiente nivel deberán estar tensados todos los paneles del nivel anterior.



Figura 4.06: excavación del quinto nivel

En la figura 4.06, notamos que para la excavación del quinto nivel el nivel superior se encuentra totalmente tensado.

Luego de la actividad de excavación se procede con el perfilado del talud inicialmente con maquinaria y luego manualmente para luego estabilizarla pañetando el talud con vertical con una mezcla de cemento y agua en la figura 4.07 se ilustra este proceso.



Figura 4.07: perfilado y pañeteo de muros.

Una vez que se tiene estabilizado el talud vertical, la cuadrilla ingresa a colocar el acero previamente tiene que haber habilitado el acero según las medidas del muro y respetando los traslapes de diseño, así como tener el material a pie de donde se realizar la actividad ya que el traslado es más complicado a medida que se va bajando de nivel por lo cual tomar en cuenta el acarreo es de suma importancia, en la figura 4.08 se ilustra el proceso de la colocación de armadura de acero en muros pantalla.



Figura 4.08: Colocación de armadura de acero en muros pantalla.

Una vez colocado la armadura de acero se procede con el encofrado del muro respetando las medidas del proyectista de muros anclados, para este proceso inicialmente se realizaba con el encofrado metálico con puntales el cual hacia que el proceso demorara más ya que se tenían que instalar los puntales y a un segundo panel de encofrado el cual se sostenía con material de corte, finalmente se optó el sistema del muro enterrado el cual consiste en cubrir el encofrado metálico con paneles de madera y luego enterrar el encofrado con material de corte así se evita el uso de puntales metálicos disminuyendo el tiempo que anteriormente se tomaba para este proceso se mantuvo la calidad de verticalidad del muro, como desventaja de este sistema es que el encofrado metálico sufría mayo desgaste y se incrementaban los costos de mantenimiento pero era compensado por la producción y avance que se lograba con este nuevo sistema en la figura 4.09 se ilustra estos dos tipo sistemas de encofrado para muros pantalla.



Figura 4.09: sistemas de encofrado para muros pantalla.

Una vez instalado el encofrado se procede con el vaciado de concreto premezclado de resistencia 350 kg/cm^2 , slump 6"; con bomba, previamente el equipo de oficina técnica en conjunto con logística hacia una programación quincenal del pedido de concreto considerando parámetros como volumen, frecuencia y días de vaciado el cual se enviaba al proveedor para ingresarlo a su programación de pedidos de esta manera se evitaba el riesgo de quedarse sin suministro de concreto ya que la demanda es alta en la ciudad de Lima. También los días de vaciado se tenía que hacer una zonificación de los muros a vaciar ya que había días en que se tenían actividades de perforación para anclaje y perfilado de muros en conjunto por lo cual en la programación de vaciado de concreto se tomó en cuenta las actividades que estaban programadas para el mismo día con la finalidad de no haber interferencia entre ellas, en la figura 4.10 se ilustra el la actividad de vaciado de concreto en muros pantalla.



Figura 4.10: Vaciado de muros pantalla

Con los muros vaciados se tiene que esperar en promedio tres días para realizar el tensado del cable de anclaje, por recomendación del proyectista el concreto tiene que alcanzar una resistencia mayor a 210kg/cm^2 , motivo por el cual para esta etapa se emplea concreto de resistencia 350kg/cm^2 , también hay que programar con anticipación el tensado de muros ya el contratista de anclaje tiene el equipo asignado a varios proyectos.

Una vez tensados los muros de un nivel se prosigue con la excavación del siguiente nivel empleando maquinaria pesada, para la eliminación de corte se emplearon tres sistemas de eliminación, el cual dependía del nivel que se estaba excavando, inicialmente se empleó un sistema de intercambio de cucharas con dos excavadoras una ubicada en el nivel superior de la vía la cual realizaba el carguío de volquetes y la otra en el nivel inferior la cual realizaba la excavación y alimentaba con material a la excavadora ubicada en la parte superior, este sistema de eliminación de empleo hasta el cuarto nivel ya que a un nivel más bajo el brazo de la excavadora alimentadora no tenía alcance para abastecer de material a la excavadora ubicada en el nivel superior, en la figura 4.11 se ilustra esta sistema de eliminación de material de excavación.



Figura 4.11: Eliminación de material con intercambio de cucharas.

A partir del cuarto nivel la eliminación se realiza con faja transportadora para lo debemos tener definido previamente el Angulo de inclinación de la estructura, la capacidad de transporte de la faja por minuto, de esta forma podremos asignar una cantidad de volquetes para el carguío de material, ya que es de suma importancia minimizar tiempos para este sistema ya que el volumen eliminado es menor comparado con el primer sistema de eliminación, en la figura 4.12 se ilustra este sistema de eliminación.



Figura 4.12: Eliminación de material con faja transportadora

Para el séptimo nivel se implementó la eliminación con grúa y balde ya que se comenzó tener complicaciones con la faja transportadora a ese nivel y la eliminación con este sistema ofrecía mayor regularidad y garantía, previamente se tuvo que tramitar los permisos de uso de media vía y los certificados de operatividad de la grúa, control de soldadura de balde, certificados del cable de izaje para posteriormente no tener problemas por falta de aseguramiento de calidad como paso en el caso de la faja transportadora, en la figura 4.13 se ilustra la eliminación de material con grúa y balde.



Figura 4.13: Eliminación de material con grúa y balde

Conociendo los procesos a detalle y las restricciones que presentan se procedió a elaborar la planificación intermedia con todo el equipo de trabajo involucrado en la parte operativa del proyecto a cual se denominó últimos planificadores el cual se detalla a continuación por cargos ocupados en el proyecto.

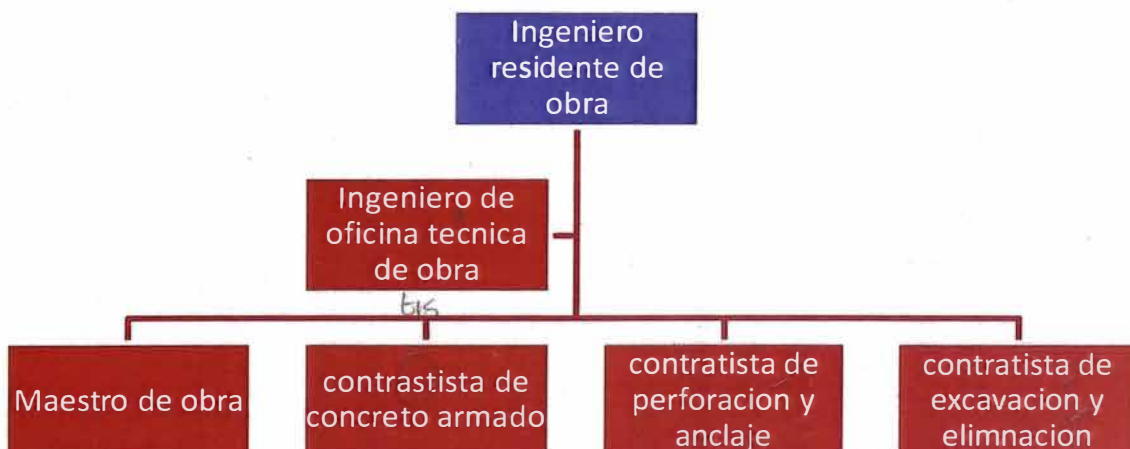


Figura 4.14: Organigrama del equipo de últimos planificadores del proyecto Edificio Vitra

A continuación se presenta el formato de planificación intermedia implementado con el equipo de últimos planificadores del proyecto edificio Vitra.

Item	Descripción de la actividad	Plazo (días)	Fecha Inicio	Fecha Fin	Semana anterior							Semana actual							Semana 7							Semana 8											
					29-dic	30-dic	31-dic	01-ene	02-ene	03-ene	04-ene	05-ene	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	15-ene	16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene					
					Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa					
5TO ANILLO																																					
3	Perfilado de banquetas con maquina	26	10/12/13	04/01/14																																	
4	Acero en muros	23	13/12/13	04/01/14																																	
5	Encofrado de muros	20	16/12/13	04/01/14																																	
6	Vaceado de muros pantalla	19	17/12/13	04/01/14																																	
	MP: 5.14 - 5.17 - 5.20																																				
	MP: 5.06, 5.13, 5.15																																				
	MP: 5.18, 5.19, 5.22																																				
	MP: 5.09, 5.12, 5.16																																				
	MP: 5.07, 5.08, 5.10, 5.11																																				
7	Desencofrado y Curado de muros	19	18/12/13	05/01/14																																	
8	Tensado	6	30/12/13	04/01/14																																	
1	Excavacion masiva y eliminación	13	06/01/14	18/01/14																																	
2	Perforacion de anclaje y colocacion del cable	6	25/01/14	01/02/14																																	
3	Perfilado de banquetas con maquina	12	13/01/14	24/01/14																																	
4	Acero en muros	12	13/01/14	24/01/14																																	
5	Encofrado de muros	11	14/01/14	24/01/14																																	
6	Vaceado de muros pantalla	14	15/01/14	28/01/14																																	
7	Desencofrado y Curado de muros	12	16/01/14	27/01/14																																	

Figura 4.15: Planificación intermedia del proyecto edificio Vitra en la semana 6.

En la figura 4.15 se muestra la planificación intermedia en la semana 6 de la implementación del sistema de planificación last planner en la etapa de muros anclados, para la semana anterior se había planificado como fin de las actividades el día 04 de enero y se cumplió lo programado al 100%. Para la semana 6 solo se programó una actividad y se cumplió con el metrado asignado para la semana 7 se están programando 7 actividades de las cuales ya están en el inventario de trabajos ejecutables y para la semana 8 se están programando 6 actividades.

4.4 EJECUCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN SEMANAL

En la planificación semanal definimos lo que HAREMOS en base a lo que PODEMOS HACER, estando este último definido en la Planificación Intermedia y en el Inventario de Trabajo Ejecutable.

Para poder tener la planificación semanal Se informa a todos los involucrados del equipo sobre el día y hora de la semana en que se efectuará la reunión de planificación (en este caso es los días lunes a las 10: am), designándose a los responsables para que presenten sus requerimientos y necesidades para la semana, con el objetivo de incorporar algún recurso que no fue considerado en el Inventario de Trabajo Ejecutable.

El día miércoles en la tarde se vuelve a reprogramar para actualizar los eventos ocurridos en los tres primeros días y se programa las actividades del día sábado, informándose el jueves en la mañana a todos los involucrados cuáles son las acciones a seguir los tres días siguientes.

Esta reprogramación realizada a mitad de semana fue implementada porque se observó que mientras se va alejando el tiempo de la fecha en que fue desarrollada la programación existen desviaciones que se deben corregir.

En la figura 4.16 mostramos la programación semanal al detalle con los metrados programados y los metrados reales que se han ejecutado para la semana, así como también se indica el porcentaje de actividades cumplidas.

En la figura 4.16 tenemos la planificación semanal correspondiente a la semana 6 de la implementación del sistema last planner, solo se ingresó la actividad de excavación masiva y eliminación que era la única actividad con todas sus restricciones liberadas, se planteó inicialmente un metrado de 1200m³ para la semana y realmente se ejecutó 1328m³ obteniendo un PAC para esa semana de 100%.

4.5 REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN SEMANAL

La reunión semanal será dirigida por el encargado de la planificación en este caso el ingeniero de oficina técnica, quien debe prepararla con anticipación de modo que la duración de la reunión sea la menor posible. Y las cuales se tocan temas como:

- El formato de Planificación Semanal de la semana anterior
- El formato de Producción de la Semana anterior.
- El formato de Inventario de Trabajos Ejecutables propuesto para esta semana
- El formato de la Planificación Semanal propuesto para esta semana (**Figura 4.16**).
- El formato de la Planificación Intermedia modificado (**Figura 4.15**).

Por lo tanto, la reunión debe contemplar en su temario al menos lo siguiente:

- Comparación entre los formatos de Planificación Semanal y la Producción de la semana pasada.
- Causas de cumplimientos y no cumplimientos de la Planificación Semanal de la semana anterior.
- Discusión y modificación de las actividades de Inventario Ejecutable de Trabajo y Planificación Semanal propuestos para esta semana
- Análisis del Impacto de la nueva Planificación Semana sobre la Planificación Intermedia.

4.6 ANÁLISIS DE DATOS

Se realiza el análisis de datos con el objetivo de saber el estado actual en que se encuentra el proyecto y en base a esta información poder tomar decisiones para mejorar el sistema.

4.6.1 PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS (PAC)

Al comparar la planificación semanal con la producción de la semana podemos calcular el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) con el objetivo de saber cuan eficiente fue nuestra planificación.

En la Figura 4.17 tenemos el PAC acumulado que se está obteniendo a la semana 6 observar que al inicio el PAC es bajo en porcentaje 50% y a medida que se implementó el sistema de planificación llegamos a un pico del 100%, se podría interpretar que se obtienen estos resultados de 100% ya que las actividades programadas son pocas pero son un estímulo que el sistema de planificación tiene ciertas ventajas.

PPC ACUMULADO				
Semanas	Actividades Realizadas	Actividades No Cumplidas	PPC	PPC ACUM.
Semana 1	2	2	50%	50%
Semana 2	4	2	67%	60%
Semana 3	7	5.00	58%	59%
Semana 4	5	1	83%	64%
Semana 5	5		100%	70%
Semana 6	1		100%	71%

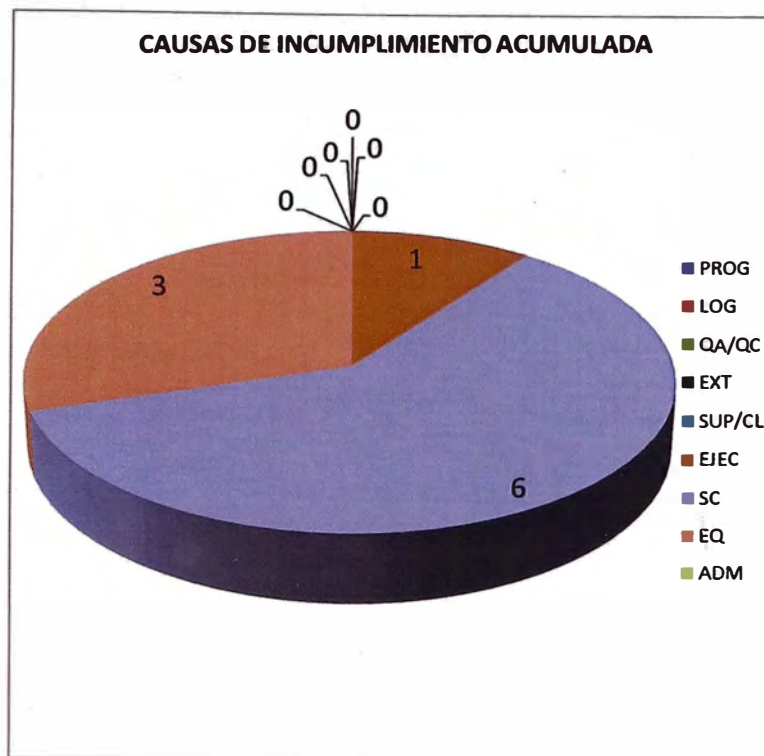


Figura 4.18: Análisis de causas de no cumplimiento acumulada

De la figura 4.18 podemos notar que el mayor número de causas de no cumplimiento está asociado a la de los subcontratistas de obra, por lo cual se debe involucrar más a estos en la planificación que se realiza y tomar en cuenta las deficiencias que tengan y por lo cual no están cumpliendo lo planificado, en segundo lugar tenemos Causas de no cumplimiento por equipos este se debió a que estos tuvieron falla mecánicas constantemente, en menor porcentaje se tuvo causas de no cumplimiento por ejecución del cual se podría deducir que proceso constructivo empleado aún no ha sido asimilado al 100% por el personal.

El PAC también puede ser afectado por la Variabilidad o la Incertidumbre, definiéndose al primero como los acontecimientos que dependen de la planificación del proyecto (Rendimientos, mano de obra, insumos, equipos, etc.) y el segundo como los sucesos que no pueden ser previstos en la planificación (Huelgas, catástrofes, variación de precios, acontecimiento climático, etc.)

Según nuestras investigaciones el 85% de las actividades de no cumplimiento tienen su origen en la Variabilidad, por esa razón tienen nuestra principal atención al realizar el análisis.

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El sistema del Last Planner es una herramienta para medir y monitorear la relación que existe entre procesos, y busca reducir la variabilidad entre éstos, asegurando así el mayor cumplimiento de las actividades ya que solo se programa actividades con restricciones levantadas, lo cual evita tiempos muertos que se puedan presentar por actividades que se programaron sin tener recursos o frente suficiente.

Con la experiencia de la implementación de este sistema de planificación en la etapa de muros anclados, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Una de las principales ventajas de implementar el sistema de planificación bajo el enfoque Last Planner es que la hacer el análisis de restricciones para tener nuestro inventario de actividades ejecutables se pudo mejorar algunos procedimientos constructivos y realizarlos en menor tiempo comparado con el procedimiento empleado inicialmente.
- El intervalo de tiempo que va a abarcar la planificación está en función a las condiciones en que se realiza el proyecto, la capacidad de respuesta que tiene la empresa con proveedores y la capacidad de respuesta de los subcontratistas que están involucrados en el proyecto. Para el caso del proyecto Vitra se estimó un tiempo de 4 semanas que es el tiempo de respuesta que se podía manejar con los subcontratistas y proveedores.
- La programación semanal es una herramienta muy eficiente de programación ya que ingresan a esta programación solo actividades que han logrado liberar todas sus restricciones, permitiendo así tener altos porcentajes de éxito de cumplir con lo programado y motivando al equipo de planificación que el trabajo realizado es un aporte al proyecto.

- Unas de las principales “causas de no cumplimiento” que se tuvo en el proyecto fue a causa de la baja respuesta de los subcontratistas a cumplir con lo programado, debido principalmente al bajo nivel de organización logístico y administrativo que estas empresas poseen.
- Otro factor de “causas de no cumplimiento” que se tuvo en esta etapa de ejecución de muros anclados fueron los desperfectos mecánicos de los equipos, debido principalmente a la falta de aseguramiento de calidad antes del ingreso a obra de los equipos con los que se iba a trabajar y en algunos casos al sobreesfuerzo mecánico.
- El sistema Last Planner permite una mayor cohesión con el equipo de trabajo tanto técnico como operativo de la empresa y los subcontratistas ya que al estar involucrados la mayoría en la planificación semanal, comprenden lo que se va ejecutar y aumenta el compromiso de todo el personal involucrado con cumplir lo planificado.
- Una desventaja que se identificó en el sistema Last Planner es que al tener que programar actividades con el total de restricciones liberadas son pocas las que se podían programar en la semana, generando así un ligero alejamiento respecto al plan maestro inicial.

5.2 RECOMENDACIONES

- En esta etapa se debe tener liberada con anticipación la restricción de calidad de equipos con el cual se va a trabajar, estos deben cumplir con estándares de operatividad adecuados antes de su ingreso a obra, de esta manera evitara que estos presenten fallas en pleno proceso constructivo.
- Se debe tener un registro de “causas de no cumplimiento” ya que permite mejorar la gestión de la planificación, tomando como lecciones aprendidas las principales factores por las cuales no se cumplió lo planificado, tomando en cuenta esto a futuro está cerrando contrato con subcontratistas que tengan mayor nivel de organización y se está llevando un mejor control de calidad de equipos, materiales y herramientas.
- La implementación de este sistema de planificación se debe dar en forma gradual hasta que todo el personal involucrado en la planificación asimile la filosofía de trabajo de Lean Construcción, de esta manera se va tener mejores resultados ya que las metas que se programen también serán de menor a mayor grado.
- Las reuniones semanales deben ser amenas y puntuales, con la finalidad de no cansar al personal operativo, ya que ante reuniones de larga duración los capataces y subcontratistas asisten pero con cierto grado de molestia.

BIBLIOGRAFÍA

Altamirano Macedo C. (2010). *Aplicación del Sistema de Planificación Ultimo Planificador en proyectos de construcción*. (Tesis título profesional) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Castillejo Rodríguez W. (2012) *Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construcción, Trenchless, Cyclone, Ectrope, BIM*. Perú: Editorial Culturabierta.

Díaz Montesino Daniela A. (2007). *Aplicación del Sistema de Planificación 'Last Planner' a la Construcción de un Edificio Habitacional De Mediana Altura*. (Tesis título profesional). Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Glenn Ballard H. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. (Tesis doctoral). University of Birmingham, California,

Maldonado Villalva G. (2008). *Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad*. (Tesis maestría). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

ANEXO I

PROCESOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN (EJEMPLO DE APLICACIÓN)

I. Generalidades

Consiste en la construcción de edificio multifamiliar y de oficinas denominado "Edificio Arica", y que contará con un área techada de 4,219.31 m².

El proyecto está conformado por un edificio de 7 pisos, de los cuales serán 3 pisos para 10 departamentos y 4 pisos para 14 oficinas, contando con 40 estacionamientos en tres sótanos.



II. Plan Maestro

II.1. Desarrollo de la planificación por partidas.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
01.00.00	ESTRUCTURAS										
01.01.00	Obras provisionales										
01.02.00	Trabajos Preliminares										
01.03.00	Movimiento de Tierras										
01.04.00	Obras de Concreto Simple										
01.05.00	Obras de Concreto Armado										
	Muro Pantalla										
	Cisterna										
	Zapata										
	Columnas										
	Vigas										
	Placas										
	Escaleras										
	Losa Macisa										
	Losa Aligerada										
02.00.00	ARQUITECTURA										
02.01.00	TABICUERIA										
02.02.00	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS										
02.03.00	PISOS Y PAVIMENTOS										
02.04.00	CONTRAZOCALOS										
02.05.00	ZOCALO										
02.06.00	PINTURA										
02.07.00	CARPINTERIA DE MADERA										
02.10.00	BISAGRAS										
02.11.00	CERRADURAS										
02.08.00	CARPINTERIA METALICA										
02.09.00	VENTANA DE ALUMINIO										
03.00.00	II.SS.										
04.00.00	INSTALACIONES ELECTRICAS										
05.00.00	AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN DE AIRE										
06.00.00	INSTALACIONES DE GAS										
07.00.00	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN										
08.00.00	SISTEMA DE ASCENSORES										

II.2. Desarrollo de avance porcentual por partidas

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	PARCIAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10			
01.00.00	ESTRUCTURAS	1,567,695.93													
01.01.00	Obras provisionales	15,800.00	100%												
01.02.00	Trabajos Preliminares	44,190.00	100%												
01.03.00	Movimiento de Tierras	129,147.67	20%	40%	40%										
01.04.00	Obras de Concreto Simple	8,915.40			100%										
01.05.00	Obras de Concreto Armado	1,370,442.86													
	Muro Pantalla	222,548.00	20%	70%											
	Cisterna	39,317.45			100%										
	Zapata	13,898.68			100%										
	Columnas	100,716.90			10%	20%	20%	20%	20%	10%					
	Vigas	198,594.79			10%	20%	20%	20%	20%	10%					
	Placas	388,899.79	25%	25%	5%	10%	10%	10%	10%	5%					
	Escaleras	18,302.51				20%	20%	20%	20%	20%					
	Losa Macisa	131,493.64			10%	60%	20%								
	Losa Aligerada	259,871.10				15%	20%	20%	20%	25%					
02.00.00	ARQUITECTURA	707,120.41													
02.01.00	TABICUERIA	83,796.28					15%	20%	25%	20%	20%				
02.02.00	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS	288,770.21						15%	30%	30%	25%				
02.03.00	PISOS Y PAVIMENTOS	178,061.48							15%	30%	40%	15%			
02.04.00	CONTRAZOCALOS	9,099.54								35%	50%	15%			
02.05.00	ZOCALO	20,768.08									35%	50%	15%		
02.06.00	PINTURA	80,217.18										80%	20%		
02.07.00	CARPINTERIA DE MADERA	17,190.00											40%	40%	20%
02.10.00	BISAGRAS	2,052.00											40%	40%	20%
02.11.00	CERRADURAS	4,445.00											40%	40%	20%
02.08.00	CARPINTERIA METALICA	29,014.68											40%	40%	20%
02.09.00	VENTANA DE ALUMINIO	23,871.80											80%	20%	
02.12.00	OTROS (Muro Cortina)	80,817.20											40%	80%	
02.13.00	VARIOS (Limpieza y resanes)	11,000.00				5%	12%	12%	12%	12%	12%	25%	10%		
03.00.00	II.SS.	353,024.52													
04.00.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	431,508.00													
05.00.00	AIRE ACONDICIONADO Y EXTRA	157,785.75								15%	30%	50%	5%		
06.00.00	INSTALACIONES DE GAS	43,139.40								15%	20%	25%	20%		
07.00.00	SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN	28,080.00											25%	40%	35%
08.00.00	SISTEMA DE ASCENSORES	80,000.00											55%	40%	5%

II.3. Desarrollo de la valorización por partidas

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	PARCIAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
01.00.00	ESTRUCTURAS	1,587,895.93										
01.01.00	Obras provisionales	15,800.00	15,800.00									
01.02.00	Trabajos Profundizantes	44,198.88	44,198.88									
01.03.00	Movimiento de Tierras	129,147.87	25,830	51,659	51,659							
01.04.00	Obras de Concreto Simple	8,915.40			8,915							
01.05.00	Obras de Concreto Armado	1,370,442.60										
	Muro Pantalla	222,548.00	88,764	155,784								
	Sistema	30,317.45			30,317							
	Zapata	13,098.88			13,099							
	Cotumenes	108,718.90			10,072	20,143	20,143	20,143	20,143	10,072		
	Migas	198,594.78			19,859	39,719	39,719	39,719	39,719	19,859		
	Placas	308,899.70	97,175	97,175	32,392	32,392	32,392	32,392	32,392	32,392		
	Escaleras	16,302.51			3,261	3,261	3,261	3,261	3,261	3,261		
	Losas Macizas	131,493.84			13,149	78,894	39,448					
	Losas Aligerada	258,671.10					38,951	77,901	77,901	64,918		
02.00.00	ARQUITECTURA	712,223.82										
02.01.00	TABICUERIA	83,796.28					8,589	12,759	15,940	12,759	12,759	
02.02.00	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURA	208,770.21					31,318	82,831	82,831	82,831	52,193	
02.03.00	PISOS Y PAVIMENTOS	178,001.48							26,409	52,818	70,425	26,409
02.04.00	CONTRAZOCALOS	14,183.15								4,068	7,097	2,120
02.05.00	ZOCALO	20,788.80								7,275	10,393	3,118
02.06.00	PINTURA	88,217.16									48,174	12,843
02.07.00	CARPINTERIA DE MADERA	17,188.80								6,879	6,879	3,440
02.10.00	BISAGRAS	2,052.80								821	821	410
02.11.00	CERRADURAS	4,445.00								1,778	1,778	889
02.08.00	CARPINTERIA METALICA	29,814.88								11,806	11,806	5,803
02.09.00	VENTANA DE ALUMINIO	23,871.88									19,097	4,774
02.12.00	OTROS (Muro Cortina)	80,817.20								32,327	48,490	
02.13.00	VARIOS (Limpiacristales y reanimes)	11,000.80			550	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	2,750	1,100
03.00.00	IL.SS.	353,024.52										
04.00.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	431,508.00										
05.00.00	AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN	157,785.75							23,668	47,336	76,803	7,889
06.00.00	INSTALACIONES DE GAS	43,139.40						6,471	8,628	10,785	8,828	8,828
07.00.00	SEGURIDAD Y SENALIZACIÓN	26,880.00								8,528	10,432	8,128
08.00.00	SISTEMA DE ASCENSORES	80,800.00								44,000	32,000	4,800
	COSTO DIRECTO	3,371,456.62	248,958.88	304,617.62	194,611.49	189,167.57	203,745.89	280,934.47	422,649.24	557,823.95	708,762.38	280,386.01
	GASTOS GENERALES	487,000.00	34,484.74	42,194.35	26,956.77	26,292.70	28,221.91	38,913.86	58,543.68	77,239.73	98,174.78	36,867.58
	GASTO TOTAL	3,858,456.62	283,443.62	346,811.97	221,568.25	215,370.27	231,967.80	319,848.33	481,192.84	634,863.67	806,937.08	296,453.59
	IGV	729,308.76	53,854.29	65,894.27	42,897.97	49,920.35	44,873.73	60,771.18	91,428.84	120,624.10	153,318.05	58,328.18
	TOTAL INC. IGV	4,587,765.37	337,297.91	412,706.24	264,466.22	265,290.62	276,841.53	380,619.51	572,621.67	755,487.77	960,255.12	354,781.77
	PORCENTAJE PROGRAMADO	100.00%	7.38%	9.04%	5.77%	5.81%	6.04%	8.33%	12.54%	16.54%	21.02%	7.72%
	PORCENTAJE ACUMULADO		7.38%	16.42%	22.19%	27.80%	33.85%	42.18%	54.71%	71.25%	92.28%	100.00%

II.4. Definimos los procesos en base a las partidas y desarrollamos el cronograma de procesos, colocando el metrado en el transcurso del tiempo.

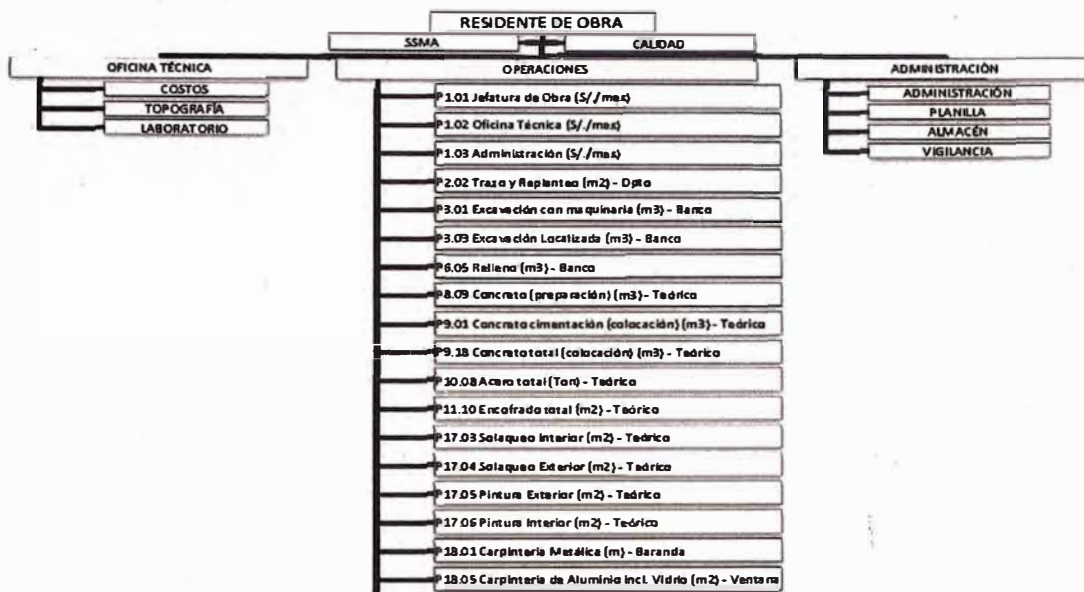
PROCESO	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
01.00 OBRAS PROVISIONALES	GLB	1.00	28,000.00	28,000.00	0.40				0.03	0.07	0.07	0.07	0.15	0.06
02.00 TIRAZO Y REPLANTEO	M2	4,219.00	10.00	42,190.00	4,219.00									
03.00 CORTE DE TERRENO	M3	4,899.97	5.57	24,507.83	879.99	1,759.99	1,759.99							
04.00 ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE	M3	6,100.25	14.25	86,928.56	1,220.05	2,440.10	2,440.10							
05.00 EXCAVACIÓN, RELLENO Y COMPACTAC	M3	832.96	26.44	22,556.13	129.90	259.80	266.97	27.11	27.11	27.11	27.11	27.11	56.48	22.59
06.00 CONCRETO	M3	1,498.03	288.16	431,676.23	112.99	112.99	182.98	223.23	216.05	208.86	208.86	163.48		
07.00 ANCLAJE MURO PANTALLA	M2	943.00	236.00	222,548.00	282.90	660.10								
08.00 ENCOFRADO	M2	9,638.95	35.04	337,720.92	676.50	676.50	1,614.73	1,267.85	1,361.56	1,455.24	1,455.24	1,131.35		
09.00 ACERO	KG	97,592.00	3.75	365,970.00	9,576.91	9,576.91	136,806.59	76,080.72	75,218.45	74,356.17	134,545.36			
10.00 LADRILLOS DE TECHO	UND	10,211.00	2.10	21,443.10					1,531.65	3,063.30	3,063.30	2,552.75		
11.00 MURO DE SOGA	M2	1,306.42	39.06	51,028.46					195.24	260.32	325.41	262.00	262.72	0.72
12.00 MURO DE DRYWALL	M2	220.50	59.00	13,033.10					33.14	44.18	55.23	44.18	44.18	
13.00 TARRAJEO Y DERRAMES	M2	9,555.23	21.85	208,770.21						1,433.28	2,866.57	2,866.57	2,388.81	
14.00 PISO PORCELANATO	M2	1,123.42	105.00	117,959.10							168.51	337.03	449.37	168.51
15.00 PISOS Y ZOCALOS DE CERÁMICO Y CEM	M2	2,208.78	42.02	92,816.31							233.52	695.23	948.71	331.32
16.00 EMPASTADO, UJADO Y PINTURA	M2	10,365.34	5.81	60,217.16										
17.00 PUERTAS DE MADERA	UND	73.00	315.93	23,095.00								30.00	30.00	15.00
18.00 PUERTAS METÁLICAS	M2	129.42	224.19	29,014.68								15.60	15.60	7.80
19.00 VENTANA Y PUERTAS DE ALUMINIO Y V	M2	780.86	134.07	104,689.00								181.60	593.89	65.37
20.00 APARATOS SANITARIOS	PZA	148.00	431.65	63,884.55										148.00
21.00 SALIDAS DE DESAGUE Y VENTILACIÓN	PTO	316.00	149.38	47,205.64			15.80	37.92	37.92	37.92	37.92	37.92	79.00	31.60
22.00 SALIDA DE AGUA FRIA Y CALIENTE	PTO	176.00	340.48	59,923.69			8.80	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	44.00	17.60
23.00 SALIDA DE AGUA CONTRAINCENDIOS	PTO	13.00	13,628.14	177,165.79								3.25	3.90	4.55
24.00 CONEXIONES ELECTRICAS EXTERIORES	M	7,031.00	25.32	178,018.00								1,065.65	1,428.20	1,422.70
25.00 AIRE ACONDICIONADO	GLB	1.00	28,000.00	28,000.00								0.15	0.30	0.50
25.00 PUNTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS	UND	1,569.00	86.18	135,210.00								76.80	230.40	307.20
26.00 ARTEFACTOS ELECTRICOS	UND	603.00	196.15	118,280.00										603.00
26.00 SALIDAS DE GAS	PTO	30.00	1,437.98	43,139.40								4.50	6.00	7.50
27.00 EQUIPOS DE EMERGENCIA	UND	165.00	642.91	106,080.00									41.25	66.00
28.00 GASTOS GENERALES	MES	10.00	46,700.00	467,000.00	1.15	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.64

II.5. Desarrollamos el cronograma valorizado de los procesos.

PROCESO	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
01.00 OBRAS PROVISIONALES	GLB	1.00	28,000.00	28,000.00	17,000.00		550.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	2,750.00	1,100.00
02.00 TRAZO Y REPLANTEO	M2	4,219.00	10.00	42,190.00	42,190.00									
03.00 CORTE DE TERRENO	M3	4,399.97	5.57	24,507.83	4,901.57	9,803.13	9,803.13							
04.00 ELIMINACIÓN MATERIAL EXC	M3	6,100.25	14.25	86,928.54	17,385.71	34,771.42	34,771.42							
05.00 EXCAVACIÓN, RELLENO Y CO	M3	852.96	26.44	22,556.13	3,542.26	7,084.51	7,326.73	581.38	581.38	581.38	581.38	581.38	1,211.21	484.48
06.00 CONCRETO	M3	1,498.03	288.16	431,676.23	34,201.43	34,201.43	60,233.93	66,659.92	64,199.38	61,738.84	61,738.84	48,702.47		
07.00 ANCLAJE MURO PANTALLA	M2	943.00	236.00	222,548.00	66,764.40	155,783.60								
08.00 ENCOFRADO	M2	9,638.95	35.04	337,720.92	27,060.10	27,060.10	32,772.01	49,852.02	51,932.20	53,912.38	53,912.38	41,119.71		
09.00 ACERO	KG	97,592.00	3.75	365,970.01	35,913.42	35,913.42	43,797.76	57,798.73	54,565.20	51,331.67	51,331.67	35,318.14		
10.00 LADRILLOS DE TECHO	UND	10,211.00	2.10	21,443.10				3,216.47	6,432.93	6,432.93	5,360.78			
11.00 MURO DE SOGA	M2	1,306.42	39.06	51,028.46				7,614.48	10,152.64	12,690.80	10,245.48	10,285.28		39.79
12.00 MURO DE DRYWALL	M2	220.90	59.00	13,033.10				1,954.97	2,606.62	3,258.28	2,606.62	2,606.62		
13.00 TARRAJEO Y DERRAMES	M2	9,555.23	21.85	208,770.21					31,315.53	62,631.06	62,631.06	52,192.55		
14.00 PISO PORCELANATO	M2	1,123.42	105.00	117,959.10						17,693.87	35,387.73	47,183.64	17,693.87	
15.00 PISOS Y ZOCALOS DE CERÁMI	M2	2,208.78	42.02	92,816.31						8,715.38	29,580.59	40,597.92	13,922.45	
16.00 EMPASTADO, LIJADO Y PINTU	M2	10,365.24	5.81	60,217.16									48,173.73	12,043.43
17.00 PUERTAS DE MADERA	UND	75.00	315.93	23,695.00									9,478.00	9,478.00
18.00 PUERTAS METÁLICAS	M2	129.42	224.19	29,014.68									11,605.87	11,605.87
19.00 VENTANA Y PUERTAS DE ALU	M2	780.86	134.07	104,689.00									32,326.88	67,587.76
20.00 APARATOS SANITARIOS	PZA	148.00	431.65	63,884.55										63,884.55
21.00 SALIDAS DE DESAGUE Y VENT	PTO	316.00	149.38	47,203.64		2,360.28	5,064.68	5,064.68	5,064.68	5,064.68	5,064.68	11,801.41	4,720.56	
22.00 SALIDA DE AGUA FRIA Y CALI	PTO	176.00	340.48	59,923.69		2,996.18	7,190.84	7,190.84	7,190.84	7,190.84	7,190.84	14,980.92	5,992.37	
23.00 SALIDA DE AGUA CONTRAINC	PTO	13.00	13,628.14	177,165.79									40,227.87	53,149.74
24.00 CONEXIONES ELECTRICAS EXT	M	7,031.00	25.32	178,018.00						25,699.55	34,941.55	34,691.40	63,553.90	19,149.60
25.00 AIRE ACONDICIONADO	GLB	1.00	157,785.75	157,785.75									23,667.86	47,335.73
25.00 PUNTOS DE INSTALACIONES	UND	1,569.00	86.18	135,210.00					5,505.50	16,516.50	22,022.00	22,022.00	40,218.50	28,925.50
26.00 ARTEFACTOS ELECTRICOS	UND	603.00	196.15	118,280.00									94,624.00	23,656.00
26.00 SAUDAS DE GAS	PTO	30.00	1,437.98	43,139.40						6,470.91	8,627.88	10,784.85	8,627.88	8,627.88
27.00 EQUIPOS DE EMERGENCIA	UND	165.00	642.91	106,080.00									50,520.00	42,432.00
28.00 GASTOS GENERALES	MES	10.00	46,700.00	467,000.00	56,363.64	42,863.64	42,863.64	42,863.64	42,863.64	42,863.64	42,863.64	42,863.64	42,863.64	67,727.27

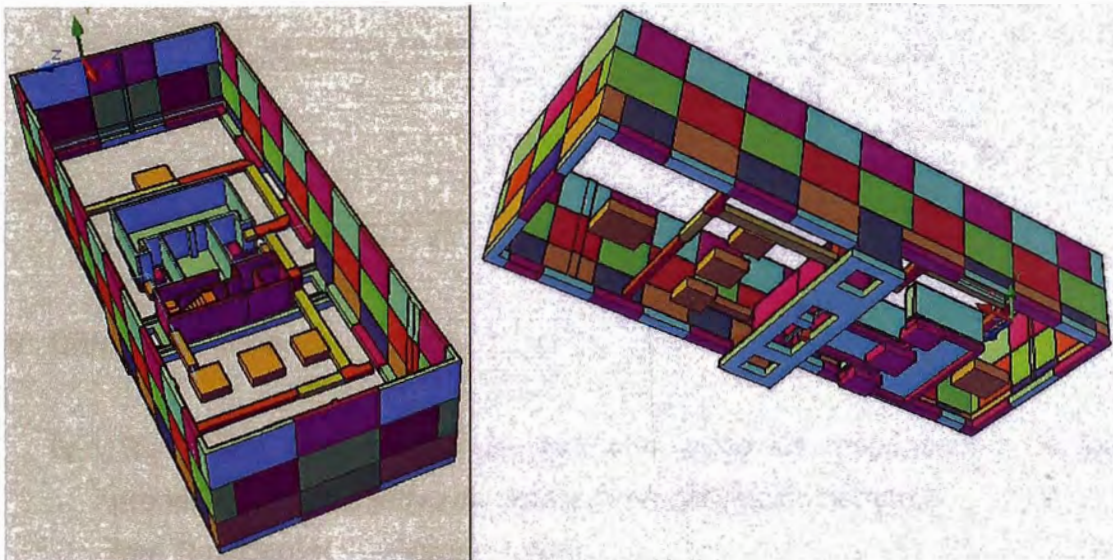
II.6. Nombramiento de los responsables por proceso y desarrollo de organigrama por procesos.

PROCESO	RESPONSABLES	CARGO
01.00 OBRAS PROVISIONALES	Alberto Clebes	Logistica
02.00 TRAZO Y REPLANTEO	José Palomino	Topógrafo
03.00 CORTE DE TERRENO	Mario Chirinos	Contra. Mov. Tierra
04.00 ELIMINACIÓN MATERIAL EXC	Mario Chirinos	Contra. Mov. Tierra
05.00 EXCAVACIÓN, RELLENO Y CO	Mario Chirinos	Contra. Mov. Tierra
06.00 CONCRETO	Mario Rodriguez	Contra. UNICON
07.00 ANCLAJE MURO PANTALLA	Fernando Estrada	Contra. Geotecnica
08.00 ENCOFRADO	Carlos Oliva	Contra. Peri
09.00 ACERO	Roberto Chiullari	Contra. Incaferro
10.00 LADRILLOS DE TECHO	Antonio Vargas	Contra, General
11.00 MURO DE SOGA	Antonio Vargas	Contra, General
12.00 MURO DE DRYWALL	Antonio Vargas	Contra, General
13.00 TARRAJEO Y DERRAMES	Antonio Vargas	Contra, General
14.00 PISO PORCELANATO	Virgilio Lima	Contra,. Mayolicas
15.00 PISOS Y ZOCALOS DE CERÁMI	Virgilio Lima	Contra,. Mayolicas
16.00 EMPASTADO, LIJADO Y PINTU	Virgilio Lima	Contra,. Mayolicas
17.00 PUERTAS DE MADERA	Pedro Baez	Carpintero
18.00 PUERTAS METÁLICAS	Pedro Baez	Carpintero
19.00 VENTANA Y PUERTAS DE ALU	Wilder Chavez	Contra. Metallxo
20.00 APARATOS SANITARIOS	Roy Dianderas	Contra. Sanitario
21.00 SALIDAS DE DESAGUE Y VENT	Roy Dianderas	Contra. Sanitario
22.00 SALIDA DE AGUA FRIA Y CALI	Roy Dianderas	Contra. Sanitario
23.00 SALIDA DE AGUA CONTRAINC	Roy Dianderas	Contra. Sanitario
24.00 CONEXIONES ELECTRICAS EXT	Roy Dianderas	Contra. Sanitario
25.00 AIRE ACONDICIONADO	Alberto Andrade	Contra. Electrico
25.00 PUNTOS DE INSTALACIONES	Alberto Andrade	Contra. Electrico
26.00 ARTEFACTOS ELECTRICOS	Alberto Andrade	Contra. Electrico
26.00 SAUDAS DE GAS	Alberto Andrade	Contra. Electrico
27.00 EQUIPOS DE EMERGENCIA	Alberto Andrade	Contra. Electrico
28.00 GASTOS GENERALES	José Mujica	Administrador



III. Planificación Intermedia

III.1. Realizamos un diagrama en tres dimensiones para identificar la secuencia de los procesos.

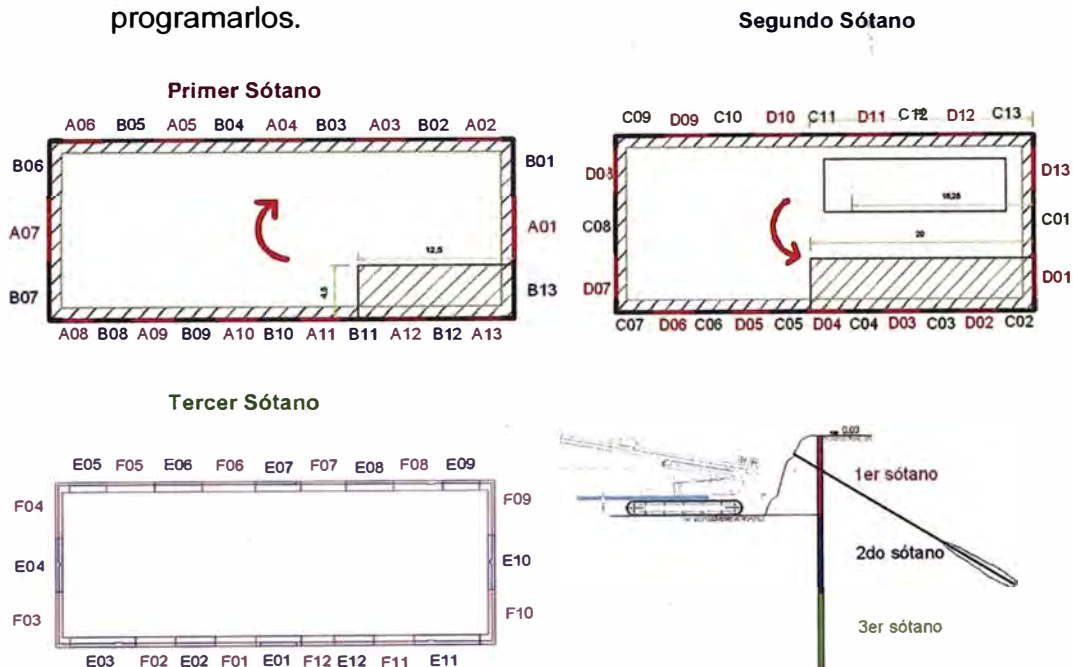


III.2. Desarrollamos una programación tentativa por las primeras semanas.

PROGRAMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS PANTALLA							
	Semana1 12/04-18/04	Semana2 19/04-25/04	Semana3 26/04-02/05	Semana4 03/05-09/05	Semana5 10/05-16/05	Semana6 17/05-23/05	Semana7 24/05-30/05
Primer Nivel	C	C					
Segundo Nivel			A B	C	C		
Tercer Nivel					A	A C	C

A	Escavación Masiva
B	Anclaje de Muros
C	Construcción de Muros

III.3. Dividimos la estructura por lotes para poder identificarlos y programarlos.

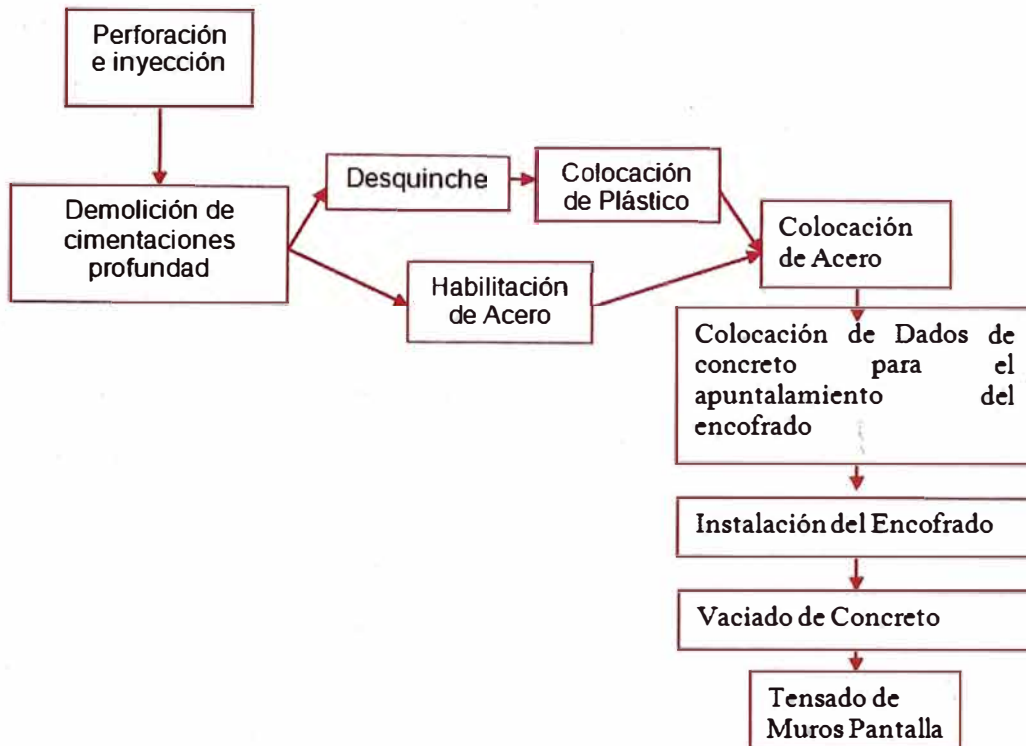


IV. Último Planificador

IV.1. Se realiza una reunión de obra con todos los responsables de los procesos con el objetivo de definir la programación semanal.

Ing. Residente: Virgilio Vitteri
Ing. Producción: Christian Altamirano
Ing. Seguridad: Kinyi Lima
Maestro Obra: Roberto Urquiza
Administrador: Pedro Vargas
Almacenero: Bejar Moreno

IV.2. Definimos la secuencia de procesos que involucra cada lote de trabajo, en este caso es la construcción de un paño del muro pantalla.



IV.3. Definimos el metrado y el tiempo de los procesos de cada lote de trabajo.

Proceso	Metrado	Tiempo
Perforación e Inyección	01.0 uni	3.5 horas
Demolición de cimentación profunda	03.0 m3	3.0 horas
Desquinche de talud	17.0 m3	1.0 horas
Colocación de plástico en talud	11.2 m2	0.5 horas
Habilitación de Acero	270.0 kg	1.0 horas
Colocación de Acero	270.0 kg	1.0 horas
Colocación de Dados	5 uni	0.3 horas
Instalación de Encofrado	11.2 m2	2.5 horas
Vaciado de concreto	4.5 m3	1.0 hora

IV.4. Revisamos lo que finalmente se ejecutó para solucionar la causa de no cumplimiento de la semana antepasada.

SEMANA:01 INICIO: 12/04/2010 FINAL: 17/04/2010

Causa de no cumplimiento	Solución Propuesta	Solución Ejecutada	Responsable
Luz del Sur demoró tres días en realizar el aumento de carga	Mandar carta de queja de servicio a la empresa eléctrica	Igual a lo propuesto	Administrador Pedro Vargas
No se puede desquincar un día antes por tener interferencia de desmontes	Realizar la eliminación de material en las primeras horas de la mañana	Se empleó dos días completos para la eliminación de material.	Contratista de maquinarias Alberto Chirinos
La máquina perforadora tubo una avería en obra, paralizando los trabajos por dos días	Pedir el cambio de perforadora por una que tenga como mínimo dos años de antigüedad	Se realizó un mantenimiento general para la perforadora con el objetivo de evitar averías.	Contratista de perforación Carlos Arrollo

IV.5. Hacemos la comparación de lo planificado y ejecutado de la semana anterior.

SEMANA: 02 INICIO: 19/04/2010 FINAL: 24/04/2010

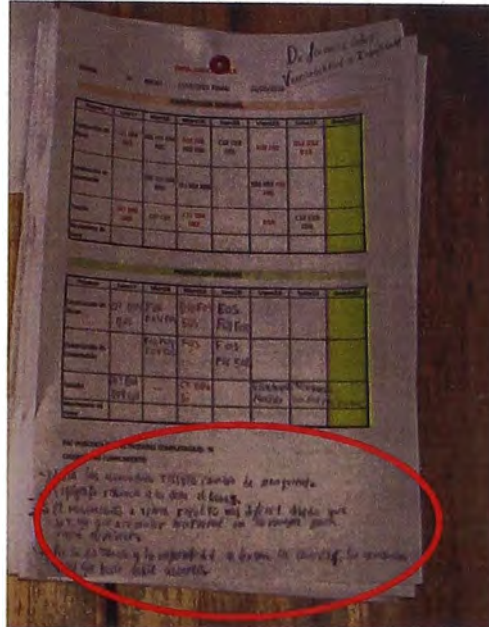
PLANIFICACIÓN SEMANAL

Procesos	Lune19	Mart20	Mierc21	Juev22	Viern23	Saba24	Domin25
Anclaje e inyección							
Desquinche y Acero	B08 B05 B07 B09	B12 B13 A10	B06	A11 A12 A13	A06 B04		
Encofrado y Concreto	B01 B08	B05 B07 B09	B12 B13 A10	B06	A11 A12 A13	A06 B04	
Tensión	A07 B03 B02		B01 B08	B05 B07 B09	B12 B13 A10	B06	
Movimiento de tierra							


PRODUCCIÓN SEMANAL

Procesos	Lune19	Mart20	Mierc21	Juev22	Viern23	Saba24	Domin25
Anclaje e inyección							
Desquinche y Acero	B08 B05 B07 B09	B07 B10	B13 B12 A13	B06 A06	A12 A10		
Encofrado y Concreto	B01 B08	B05 B04	B07 B09 B10	B13 B12 A13	B06 A06	A12 A10	
Tensión	A07 B03 B02		B01 B08	B05 B04	B07 B09 B10		
Movimiento de tierra							

IV.6. La planificación semanal se coloca en un lugar visible para que los involucrados puedan ver su desarrollo en el transcurso de la semana y puedan colocar las causas de no cumplimiento que suceden diariamente.



IV.7. Definimos los procedimientos de cada proceso con el objetivo de identificar las causas de no cumplimiento y poder mejorar los trabajos.

Antecedente: Previamente se realiza el P01 Proceso de desquinche	
P02A Construimos andamios para colocar el acero dimensionado en forma ordenada.	P02B Identificamos las piezas de acero según la cartilla del proveedor, tenemos que asegurar que los operarios entiendan las nomenclaturas.
	

P02C Una vez realizada la excavación de un paño se prepara la lechada de concreto para evitar el desmoronamiento del talud.



P02D Se procede en colocar plástico para impermeabilizar el terreno para evitar que tenga contacto con el muro de concreto.



P02E Se preparan las mallas de acero dimensionado paralelamente al desquinche del talud.



P02F Después de colocar la primera malla acoplamos refuerzos más pequeños en medio del paño para contrarrestar el punzonamiento producido por la tensión de los anclajes.



P02G Si fuera el caso colocamos las columnas para después adicionarle varillas de acero con el propósito de estabilizar la malla.



P02H Colocamos la segunda malla teniendo cuidado en dejar espacio para el anclaje que se encuentra en el centro del muro pantalla.



IV.8. Al final de la semana enumeramos las causas de no cumplimiento y calculamos el porcentaje de actividades cumplidas, con el objetivo de tomar acciones correctivas, estas acciones son expuestas en la reunión de obra de la semana siguiente y se pide la opinión de los involucrados para realizar su pronta ejecución.

PAC= Actividades Completadas/ Actividades Programadas=37/39=95%

IV.9. Determinamos el origen de las causas de no cumplimiento y proponemos una solución.

Causas de no cumplimiento	Origen	Solución Propuesta
Los operarios invierten una hora diaria en escoger el acero para armaduras.	El acero dimensionado llega a obra en paquetes y los operarios tienen que alzar cada paquete para escogerlos	Preparar andamios con distintos niveles para que el acero pueda encogerse cuando sea requerido
Dificultad en colocar acero por las cimentaciones profundas	Se descubrió cimentaciones profundas de la antigua edificación.	Contratar a tres especialistas en demolición para evitar interferencias

IV.10. Definimos todas las tareas que podemos realizar la siguiente semana.

Procesos	Lotes de trabajo disponibles	Restricción
Anclaje	26 und	Tiene que haber espacio para la correcta ubicación de la perforadora.
Inyección	26 und	Depende del anclaje y del oportuno aprovisionamiento de aditivo para la inyección.
Desquinche	20 und	La excavadora tiene que estar disponible para evitar demoras en el desquinche
Habilitación de Acero	20 und	El acero dimensionado tiene que estar oportunamente en obra.
Colocación de Acero	15 und	Depende del desquinche y la habilitación de acero
Encofrado y Concreto	15 und	Depende de la colocación de acero y del tiempo oportuno para no pasarse del Horario de trabajo
Tensión	12 und	Tiene que haber pasado tres días para poder tensar los muros

IV.11. Desarrollamos el cronograma de la semana siguiente.

SEMANA: 03 INICIO: 03/05/2010 FINAL: 08/05/2010

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Procesos	Lune03	Mart04	Mierc05	Juev06	Viern07	Saba08
Anclaje	C07 D06 C06 D05	C08 D07 C04 D04	C03 D03 C02 D02	C01 C09 D09 C10	C11 D11 C12 D12	C13 D13
Inyección			C05 C06 C07 C08	C04 C03 C02 C01	C09 C10 C11	D06 D05 D04 D03
Construcción de Muros			C05 C06 C07 C08	C04 C03 C02 C01	C09 C10 C11	D06 D05 D04 D03
Tensión					C05 C06 C07 C08	C04 C03 C02 C11

ANEXO II

Planificación Vs Producción Semanal

SEMANA: 02 INICIO: 19/04/2010 FINAL: 24/04/2010

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Procesos	Lune19	Mart20	Mierc21	Juev22	Viern23	Saba24
Anclaje e inyección						
Desquinche y Acero	B08 B05 B07 B09	B12 B13 A10	B06	A11 A12 A13	A06 B04	
Encofrado y Concreto	B01 B08	B05 B07 B09	B12 B13 A10	B06	A11 A12 A13	A06 B04
Tensión	A07 B03 B02		B01 B08	B05 B07 B09	B12 B13 A10	B06
Movimiento de tierra						

PRODUCCIÓN SEMANAL

Procesos	Lune19	Mart20	Mierc21	Juev22	Viern23	Saba24
Anclaje e inyección						
Desquinche y Acero	B08 B05 B07 B09	B07 B10	B13 B12 A13	B06 A06	A12 A10	
Encofrado y Concreto	B01 B08	B05 B04	B07 B09 B10	B13 B12 A13	B06 A06	A12 A10
Tensión	A07 B03 B02		B01 B08	B05 B04	B07 B09 B10	
Movimiento de tierra						

PAC (PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS): 95 %

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

- Las columnas interiores reducen la eficiencia de los fierros
- Los fierros restringen las operaciones porque tienen que escoger el acero dimensionado

SEMANA: 03 INICIO: 26/04/2010 FINAL: 30/04/2010

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Procesos	Lune26	Mart27	Mierc28	Juev29	Viern30	Saba01
Demolición de cimentaciones	50%	50%				
Solaqueo de Muros	A01 B01 A02 B02 A03 B03	A04 B04 A05 B05 A06 B06	A07 B07 A08 B08 A09 B09	A10 B10 A11 B11 A12 B12	A13 B13	
Anclaje e inyección			Traslado de maquinas	C01 D01 C02 D02 C03 D03	C04 D04 C05 D05 C06 D06	
Movimiento de tierra	50%	50%				

PRODUCCIÓN SEMANAL

Procesos	Lune26	Mart27	Mierc28	Juev29	Viern30	Saba01
Demolición de cimentaciones	50%	50%				
Solaqueo de Muros	A01 B01 A02 B02 A03 B03 A04 B04 A05 B05	A06 B06 A07 B07 A08 B08 A09 B09 A10 B10	A11 B11 A12 B12 A13 B13			
Anclaje e inyección				Traslado de maquinas		
Movimiento de tierra		10%	25%	25%	25%	

PAC (PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS): 44%

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

- Contratista de Movimiento de Tierra no transportó su maquinaria a obra el lunes 26
- El día 27 en la mañana se malogró la excavadora
- La perforadora de Geotécnica llegó el jueves 29 y se malogró todo el día
- Nueva resolución municipal que limita el tránsito de camiones desde las 9:00am

hasta las 5:00pm

Geotécnica no trajo todos los materiales para el día viernes 30 y no realizó ninguna perforación

SEMANA: 04 **INICIO:** 03/05/2010 **FINAL:** 08/05/2010

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Procesos	Lune03	Mart04	Mierc05	Juev06	Viern07	Saba08
Anclaje	C07 D06 C06 D05	C08 D07 C04 D04	C03 D03 C02 D02	C01 C09 D09 C10	C11 D11 C12 D12	C13 D13
Inyección			C05 C06 C07 C08	C04 C03 C02 C01	C09 C10 C11	D06 D05 D04 D03
Construcción de Muros			C05 C06 C07 C08	C04 C03 C02 C01	C09 C10 C11	D06 D05 D04 D03
Tensión					C05 C06 C07 C08	C04 C03 C02 C11

PRODUCCIÓN SEMANAL

Procesos	Lune03	Mart04	Mierc05	Juev06	Viern07	Saba08
Anclaje	C07 D06 C06 D05	D04 C04 D03	C03 C02 C01	D01 C05	C09 D09 D08	C10
Inyección				C08 C06 C05	C07 D07 C04	D05 D04 D03 C03
Construcción de Muros			C08 C06 C05	C07 C04	C02 C03	C09 D08

PAC (PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS): 60 %

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

- Luz del Sur demoró hasta el Miércoles para colocar el aumento de carga
- Recién se desquincha en la mañana porque no hay espacio para avanzar un día antes
- -- No hay suficiente espacio y los procesos se restringen entre sí.

- El Jueves de malogró la perforadora de geotécnica
- El viernes se rompió una se las mangueras de la perforadora de geotécnica

SEMANA: 05 **INICIO:** 10/05/2010 **FINAL:** 15/05/2010

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Procesos	Lune10	Mart11	Mierc12	Juev13	Viern14	Saba15
Anclaje	D04 C11		D11 C12 D12 C13 D13			
Inyección		D02 C02 D01 D08 C09 C10		D11 C12 D12 C13 D13		
Construcción de Muros		C10 D07 D06 D05	D04 D03 D02 D01	D09 C11 D10	C01 D11 D12	D13 C13 C12
Tensión	C06 C05 C08			D02 C02 D01 D08 C09 C10		

PRODUCCIÓN SEMANAL

Procesos	Lune10	Mart11	Mierc12	Juev13	Viern14	Saba15
Anclaje	D04 C11		D11 C12	D12 C13	D13	
Inyección		D04 C11		D11 C12	D12 C13	D13
Construcción de Muros		D10 D07 D06 D05	D02 D01	D04 D03		
Tensión	C06 C05 C08			D02 C02 D01 D08	C09 C10	

PAC (PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS): 70%

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

- El volumen de material impide el movimiento de maquinarias

- No se puede desquincar un día antes debido que la excavadora no tiene Espacio para realizar sus operaciones.
- El miércoles en la tarde se malogró la excavadora restringiendo los trabajos
- Se estuvo trabajando con la excavadora de manera parcial
- El viernes en la mañana recién se arregló la excavadora
- Devuelta se malogró la excavadora el viernes en la tarde
- Se tuvo que cancelar los vaciados de concreto del Viernes y el sábado por no tener excavadora disponible