

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



**METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
SISTEMA LAST PLANNER EN UN PROYECTO
INMOBILIARIO DE HABILITACIÓN URBANA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JAVIER EDELPINO ROJAS ANAYA

Lima- Perú

2015

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: DEFINICIONES Y CONCEPTOS	8
1.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO INMOBILIARIO DE HABILITACIÓN URBANA	8
1.2 NORMATIVA QUE SE DEBE DE TOMAR EN CUENTA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO	10
1.3 MIEMBROS DEL EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO INVOLUCRADO EN EL PROYECTO	11
1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	12
1.5 ALCANCES Y PARTICULARIDADES DEL PROYECTO.....	14
1.6 LICENCIA SOCIAL Y ENTORNO CULTURAL.....	18
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER – LINEAMIENTOS DEL LEAN CONSTRUCCIÓN	19
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL LEAN PRODUCCIÓN.....	19
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL LEAN CONSTRUCCIÓN.....	20
2.3 COMPARACIÓN DEL MODELO TRADICIONAL DE PLANIFICACIÓN Y EL MODELO LEAN.....	20
2.4 SISTEMA DE ENTREGA DE PROYECTOS “LEAN”	22
2.5 SISTEMA DEL ULTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM)	24
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN EL PROYECTO	27
3.1 DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DEL PROYECTO INMOBILIARIO DE HABILITACIÓN URBANA (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN)	27
3.1.1 Deficiencias del diseño del proyecto	27
3.1.2 Deficiencias en la ejecución del proyecto.....	39
3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA ETAPA DE DISEÑO DEL PROYECTO.....	46
3.2.1 Módulos de la definición del proyecto.....	46
3.2.1.1 Necesidades y valores.....	46
3.2.1.2. Concepto y criterio de diseño	46
3.2.2. Procesos de la definición del proyecto	47
3.2.2.1 Inicio.....	47
3.2.2.2 Recopilación de información	47
3.2.2.3 Preparación para las reuniones finales de definición del proyecto.....	48
3.2.3. Módulos del diseño “Lean”	48

3.2.4. Procesos del diseño “Lean”	49
3.2.4.1. <i>Organizarse en equipos multidisciplinarios</i>	50
3.2.4.2. <i>Seguir una estrategia basada en múltiples alternativas</i>	50
3.2.4.3 <i>Estructurar el trabajo de diseño</i>	50
3.2.4.4 <i>Implementación del Sistema Last Planner en el control de producción Del diseño</i>	52
3.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA.....	57
3.3.1 Sistema tradicional de gestión empleado en el proyecto.....	57
3.3.2 Sistema participativo: Propuesta de uso de Sistema Last Planner	59
3.3.3 METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN.....	60
3.3.3.1. <i>Estandarización de procesos</i>	60
3.3.3.2 <i>Inducción</i>	61
3.3.3.3 <i>Aplicación del sistema Last Planner</i>	62
3.3.3.4 <i>Evaluación y retroalimentación</i>	63
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
4.1 CONCLUSIONES	76
4.2 RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS.....	79

RESUMEN

El presente trabajo Desarrolla un planteamiento teórico sobre la implementación del sistema last Planner en un proyecto de habilitación urbana del rubro inmobiliario, y su contribución en la racionalización del diseño, recursos y productividad en la ejecución del proyecto presentado. Ello debido a que en la actualidad en el desarrollo de los proyectos, tanto en la etapa de diseño y ejecución se generan muchas perdidas debido a la deficiente planificación y gestión de los recursos que se tiene en este proceso, razón por la cual la implementación de este sistema moderno, basado en los lineamientos del Lean Construction permite racionalizar en forma global los aspectos deficientes en el desarrollo del proyecto, para efectos de este informe se realizara el análisis para un proyecto de habilitación urbana ubicado en el distrito de carabaylo.

En primer lugar se describen las deficiencias que se han observado tanto en el diseño realizado para el proyecto como en la etapa de construcción de dicho proyecto. Con ello se ha podido elaborar cuadros representativos de los factores que han afectado con mayor incidencia en el desarrollo del proyecto en particular **(Proyecto Villa Club)**.

Luego se procede a realizar la metodología de aplicación del Sistema Last Planner en la etapa de diseño, para ello se debe aplicar el proceso de acuerdo a los lineamientos del Lean Construction **(Lean Project Delivery System)**, en el proceso de diseño del proyecto. Dicho proceso involucra la definición del proyecto en su conjunto, para luego realizar la estructuración del diseño a elaborar, finalmente en esta etapa se aplica el Sistema Last Planner, para el control de la producción del diseño mediante un procedimiento detallado en el presente trabajo.

Finalmente se realiza la implementación del sistema Last Planner en la etapa de ejecución del proyecto, tomando en cuenta para ello el procedimiento de aplicación que consiste en la estandarización de procesos, inducción y evaluación de resultados obtenidos. Por otra parte se muestran datos obtenidos del desarrollo del proyecto (implementación piloto), que a su vez han sido tomados en cuenta para la realización de los indicadores (logística, planificación y producción) demostrativos que se muestran en el presente informe, dichos datos se tomaron en el sector 01 de ejecución del sistema de redes de alcantarillado en Villa Club 05.

LISTA DE CUADROS

Cuadro1.1: Deficiencias en el diseño más reiterativas observadas y consultadas por Los contratistas.	27
Cuadro1.2: Deficiencias más reiterativas observadas en la ejecución del proyecto y consultadas por los contratistas.....	39
Cuadro1.3 : Cuadro comparativo entre el cronograma programado y el tiempo de ejecución real de algunos contratos que se ejecutaron en Villa Club.	43
Cuadro1.4 : Variaciones que ha sufrido el cronograma de ejecución planificado tanto en el inicio de obra de cada contrato como en la duración de la ejecución de los mismos.....	43
Cuadro1.5 : Resultados obtenidos del análisis semanal del indicador I.....	65
Cuadro1.6 : Resultados obtenidos del análisis semanal del indicador II.....	66
Cuadro1.7 : Resultados obtenidos del análisis semanal del indicador III.....	67
Cuadro 1.8 : Planificación semanal en la ejecución de las redes de desagüe en VC5.....	68
Cuadro 1.9 : PPC semanal y acumulado en la ejecución de redes de desagüe en VC5.....	69
Cuadro1.10 : Análisis del cumplimiento de las actividades programadas.	70
Cuadro1.11 : Ratio de productividad alcanzado en cada semana.....	73
Cuadro 1.12: Ratio de productividad acumulado en la ejecución de redes de alcantarillado en Villa Club 05.....	74
Cuadro1.13 : Grafico comparativo entre el ratio de productividad real y el esperado, para ello se emplean los datos obtenidos en los 02 cuadros anteriores.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación específica del proyecto Villa Club 05.	12
Figura 1.2: Sección del sistema de agua potable y alcantarillado empleado en el proyecto.....	14
Figura 1.3: Sección del tendido de cables proyectado en la urbanización.	15
Figura 1.4: Asfaltado de la calle 08 en Villa Club 05.....	16
Figura 1.5: Detalle de diseño de la carpeta asfáltica empleada para el proyecto.	16
Figura 1.6: Casa club en Villa Club 05.....	17
Figura 1.7: Parque N°3 en ejecución perteneciente a la urbanización Villa Club 05.	17
Figura 2.1: Esquema de desarrollo de modelo lean.	21
Figura 2.2: Cuadro comparativo de características de ambas metodologías.	21
Figura 2.3: Módulos Del Lean Project Management.	23
Figura 2.4: Esquema de ejecución del sistema last planner.	25
Figura 2.5: Esquema de la planificación semanal.	26
Figura 3.1: Martillo de vereda construida en calle que se encuentra ubicada en zona de ingreso a estacionamiento de vehicular.	28
Figura 3.2: Trazo defectuoso en la red de comunicaciones inicial en la calle 16.	30
Figura 3.3: Modificaciones realizadas en el diseño de la red de comunicaciones inicial en la calle 16, para evitar inconvenientes en el proceso de ejecución.....	30
Figura 3.4: Trazo defectuoso en la red de comunicaciones inicial en la calle 04.....	31
Figura 3.5: Modificaciones realizadas en el diseño de la red de comunicaciones inicial en la calle 04, para evitar inconvenientes en el proceso de ejecución.	31
Figura 3.6: Falta de compatibilidad en los niveles referenciales construidos en entre las veredas de la calle 04 en Villa Club 05 y el muro de contención construido.	32
Figura 3.7: Características generales del suelo que se presenta en el área perteneciente a la urbanización proyectada (Villa Club 05).	34
Figura 3.8: Presencia de terreno rocoso en el perteneciente a una de las viviendas proyectadas en la Mz. Q – lote 14 en Villa Club 05.....	34
Figura 3.9: Material inadecuado que se presente en la zona de cimentación perteneciente a uno de los lotes pertenecientes Villa Club 05 (Mz. D –02).	35
Figura 3.10: Muestra desniveles existentes no tomados en cuenta en el proyecto (entre los niveles de las calles en Villa Club 05.	37
Figura 3.11: Diseño del muro de cerramiento simple, que no contempla el desnivel existente en	38

la zona (1.80 metros).	
Figura 3.12: Diseño del muro de cerramiento simple, que no contempla el desnivel existente en la zona (1.80 metros).	38
Figura 3.13: Diseño del muro de contención proyectado en la vivienda D-26 en Villa Club 05.	39
Figura 3.14: Los accesos bloqueados por las conexiones de agua potable cuya ejecución se encuentra inconclusa.....	40
Figura 3.15: Accesos bloqueados por las conexiones de agua potable cuya ejecución se encuentra inconclusa.	41
Figura 3.16: Ejecución del asfaltado y la construcción de viviendas en una misma calle y al mismo tiempo, generando pérdidas (tiempo, costo, etc.)	41
Figura 3.17: Proceso de definición del proyecto.	47
Figura 3.18 : Modulos del diseño Lean.	48
Figura 3.19 : Proceso del diseño Lean.	49
Figura 3.20: Esquema de estructuración del trabajo de diseño.	51
Figura 3.21: Esquema del análisis de restricciones.....	53
Figura 3.22: Mapa de procesos en el sistema last planner aplicada al diseño del Proyecto.....	56
Figura 3.23 : Esquema del sistema tradicional de gestion en la ejecucion del proyecto.....	57
Figura 3.24: Esquema participativo de gestión en la ejecución del proyecto.	59
Figura3.25: Grafica de desarrollo del indicador logístico I.	65
Figura3.26: Grafica de desarrollo del indicador logístico II.	66
Figura3.27: Grafica de desarrollo del indicador logístico III.	67
Figura 3.28: Fragmento de plano de sectorización de redes de desagüe.	71
Figura 3.29: Trabajos en la red de alcantarillado de las calles 02 Norte y 11 en Villa Club 05.....	72
Figura 3.30: Gráfico del ratio semanal, luego el ratio acumulado y el ratio meta.	75

INTRODUCCIÓN

El mayor problema que presentan los proyectos de obra hoy en día es la dificultad para poder cumplir con los plazos y cronogramas de obra, que son cada vez más cortos, establecidos ya sea por la propia empresa constructora o por parte del cliente. La mayor causa de esta dificultad se debe a la variabilidad que se presenta en los proyectos de construcción, principal fuente de pérdidas en todo proyecto debido a que implica una interrupción de los flujos de producción. Los proyectos de obras de habilitación urbana son un conjunto de disciplinas interrelacionadas entre si y lograr el adecuado trabajo en conjunto, tanto entre ellas como con los factores externos, es una labor compleja. Es por eso que las empresas están en búsqueda de aplicar distintas metodologías para poder manejar y racionalizar los plazos y los recursos de las obras, destinando a ello muchas veces grandes esfuerzos y usando muchos recursos sin lograr los objetivos deseados. Este problema es aun mayor cuando se trata principalmente de una empresa constructora pequeña debido a la forma en que estas administran sus obras, donde la planificación y programación, que son muy generales, se hacen de manera muy artesanal y casi nunca se actualizan por lo que la variabilidad no solo no es posible identificarla y combatirla, sino que se presenta con mas continuidad e incluso magnificada.

En los últimos años se han incorporado varias herramientas al proceso de hacer la planificación y programación de una obra de construcción para intentar eliminar y/o reducir el impacto de la variabilidad, siendo la mas conocida el Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System), basado en la filosofía de Lean Construcción. En consecuencia el presente trabajo plantea la aplicación del sistema last planner en un proyecto de habilitación urbana, este enfoque abarca el diseño y ejecución del proyecto, todo ello con el fin de disminuir y mitigar las pérdidas generadas para el contratista ejecutor por la variabilidad del proyecto en su desarrollo.

CAPÍTULO I: DEFINICIONES Y CONCEPTOS

1.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO INMOBILIARIO DE HABILITACIÓN URBANA

Al hablar de una habilitación urbana, previamente debemos conceptualizar un desarrollo urbano como un proyecto global, el cual consta de diferentes etapas en las cuales primero se idealiza la urbanización, se diseña y elabora los proyectos de especialidad (estudio de suelos, arquitectura de la urbanización y viviendas, los proyectos sanitario y eléctrico) se tramita las licencias y permisos ante las autoridades respectivas, continuando con los trabajos preliminares (denominada pre-construcción en el caso específico de la inmobiliaria en estudio) seguido de la venta de las viviendas, para finalmente llegar a la construcción y la posterior entrega de la urbanización a la municipalidad a la que pertenece, luego del cual se tiene aún un período de Post-construcción (Postventa) donde se atiende a los clientes para su completa satisfacción.

Perspectiva General :

En este escenario visualizamos las etapas en las que se divide el proyecto desde su concepción hasta la entrega del producto final que vienen a ser las viviendas construidas. Algunos de los conceptos utilizados se detallan a continuación:

- **Proyecto de Habilitación Urbana:** Dentro del área de Habilitaciones Urbanas, un proyecto inmobiliario es el conjunto de diseños, trámites, flujos de caja y gestiones que llevan a construir una nueva urbanización la cual tiene como finalidad las viviendas de lotes comerciales o unifamiliares.
- **Proyectos de especialidades:** Estos son todos los proyectos necesarios para la ejecución de la nueva urbanización, tales como saneamiento, electrificación, planos de lotización, estudio de suelos, planos de viviendas, etc.
- **Trámites Municipales:** Son los trámites que se deben realizar previo al inicio de las ventas de un proyecto inmobiliario, los cuales son: cambio de zonificación y vías, resolución de habilitación urbana (licencia de construcción), etc.

- **Trámite de licencias:** Consiste en la obtención de licencias ante las entidades prestadoras de servicios básicos previo a la construcción de la urbanización. Las principales licencias son: factibilidad de servicio de agua potable y alcantarillado, factibilidad de suministro eléctrico, Certificado de Inexistencias de Restos Arqueológicos (CIRA), etc.
- **Trabajos preliminares:** Son las obras que se ejecutan para la venta de los lotes a los clientes, construyendo vías de acceso provisionales, cercado del terreno, etc. Esta etapa puede ser omitida en el flujo ya que depende del modo de venta que tenga la empresa inmobiliaria. En el caso particular de la empresa en estudio, a esta etapa se denomina Pre-Construcción, ya que es previo a la construcción de la habilitación urbana propiamente dicha.
- **Construcción:** Es la etapa del flujo en el cuál se ejecutan las obras civiles, movimiento de tierras, saneamiento, electrificación, construcción de viviendas y otras obras complementarias (muros de cerramiento y parques.)
- **Post-Construcción:** En esta etapa interviene otra área de la empresa inmobiliaria (Atención al cliente), que se encarga de recepcionar la urbanización culminada, con la finalidad de realizar un “**check list**” para que luego el staff de obra proceda a corregirlas para la posterior entrega de las viviendas a los clientes.

1.2 NORMATIVA QUE SE DEBE DE TOMAR EN CUENTA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto inmobiliario de Habilitación Urbana se deben de tener en cuenta la documentación concerniente a la normativa vigente en nuestro país, a continuación se mencionan las más relevantes.

- **Reglamento Técnico de proyecto de Sedapal – Habilitaciones Urbanas**

Las redes de agua potable y desagüe fueron diseñadas de acuerdo al “**reglamento técnico de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas en Lima y Callao**” empleado por Sedapal.

- **Reglamento Nacional de Edificaciones.**

En el nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) podemos encontrar la información normativa concerniente a un proyecto de habilitación urbana.

- **Normas técnicas de edificación.**

Las normas técnicas son otra fuente de información necesaria para definir de manera eficiente el proyecto. Por ejemplo las normas técnicas de estructuras, de suelos, y de albañilería confinada, incluso tenemos normas de seguridad en la obra, las cuales si se conociesen antes de iniciar la ejecución del proyecto se evitarían multas por parte del Ministerio de Trabajo por incumplimientos en este tema.

- **Sobre las Municipalidades.**

Los requerimientos municipales juegan un papel importante a la hora de Definir el proyecto, por ello consideramos que el equipo del proyecto debe detenerse en estudiar los diferentes requisitos, parámetros, trámites, ordenanzas municipales, etc., necesarios para la aprobación del proyecto.

- **Sobre INDECI.**

Una de las distintas funciones que cumple el INDECI es velar por la seguridad de las instalaciones de un edificio así como el control de siniestros, y tiene la potestad de rechazar un proyecto cuando éste no está cumpliendo con ciertas normas. Por ello es necesario conocer los requisitos que esta identidad obliga para un proyecto de edificación.

1.3 MIEMBROS DEL EQUIPO PROFESIONAL MULTIDISCIPLINARIO INVOLUCRADO EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El equipo de profesionales empleados en la ejecución del proyecto en mención en este informe (Habilitación Urbana- Villa Club) no utilizan una jerarquía piramidal y por lo general son autónomos. Las especialidades son diversas y debido a la magnitud de la obra se tomaron los servicios de varios de equipos de trabajo que se encontraban organizados en diversas empresas.

Las funciones de cada miembro del equipo multidisciplinario son las siguientes:

- Coordinador del proyecto: Encargado de las coordinaciones internas, este miembro del equipo toma las funciones de Last planner
- Arquitecto:

Plantear la arquitectura preliminar de la urbanización y de los modelos de las viviendas en proyección de la villa.

- Inversionista:

Plantear las principales metas y objetivos económicos del proyecto.

- Ing. Estructural:

Aportar sus conocimientos y su experiencia para la mejor toma de decisiones sobre las estructuras más adecuadas por cercos perimetrales, muros de contención pertenecientes a la urbanización.

- Ing. Sanitario:

Dar a conocer los requerimientos de dotaciones de agua necesarios para el proyecto, ubicación preliminar de las montantes, de la cisterna, del tanque elevado, etc.

- Ing. Electricista:

Dar a conocer los requerimientos de la red de eléctrica para el proyecto, así como ubicación de los medidores de luz en las viviendas, las características de la sub-estación, etc.

- Ing. Geotécnico:

Dar a conocer las características del suelo sobre el cual se construirán las diversas construcciones pertenecientes al proyecto, así como las recomendaciones y el diseño de la cimentación de dichas estructuras.

- Representante de ventas:

Dar a conocer claramente al equipo, las necesidades de los demandantes y qué valora más el cliente final.

- Proveedores:

Proporcionar las características de sus productos y que influyen en el desarrollo de cualquiera de las especialidades del proyecto, tanto en el diseño como en la ejecución del proyecto.

1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO :

El proyecto Villa Club 05, forma parte de un mego proyecto que involucra la construcción de 05 etapas de un modelo de urbanización que cuenta con parques, zonas comerciales y áreas recreativas. Dicho proyecto esta ubicado en la Provincia de Lima específicamente en el distrito de Carabayllo, y cuenta con un área total de 06 hectáreas, cuenta con aproximadamente 600 viviendas proyectadas de modelos distintos (20 modelos de vivienda de uno a tres pisos como máximo). La ejecución del proyecto fue progresiva he involucro inicialmente la realización de trabajos en el casco urbano, para luego iniciar la construcción de las viviendas en la urbanización, dicho proceso se describe a continuación:



Figura 1.1: Ubicación específica del proyecto Villa Club 05.(Fuente propia)

Primero: Ejecución del diseño del proyecto en su conjunto, a través del uso de diversos contratistas encargados de realizar la ingeniería de detalle en las diversas estructuras que involucra la construcción tanto de la urbanización como de las viviendas, aunque sin coordinación permanente entre las contratistas encargadas de dichos trabajos, la inmobiliaria se encarga de realizar la compatibilización de los planos y especificaciones técnicas de detalle. Luego de la aprobación final del proyecto se procedió a realizar las designaciones de los contratistas que ejecutarían el proyecto, a través de contratos independientes y con plazos de ejecución simultáneos en algunos casos.

Segundo: Ingresó en todo el área a habilitar el contratista de Movimiento de Tierras para ejecutar el corte masivo de terreno, llegando así al nivel de sub-rasante del pavimento diseñado, con lo cual se procede a continuar con la construcción proyectada de los muros de contención (desnivel entre calle y calle).

Tercero: Ingresó la contratista encargada de ejecutar las redes de agua y desagüe, la cual se encarga de tender las matrices de agua potable y alcantarillado, así como las conexiones domiciliarias para cada lote.

Cuarto: Ingresó la contratista de obras de electrificación y comunicaciones, que contempla la instalación subterránea de conductores eléctricos de media y baja tensión en toda la urbanización, la cimentación e izaje de postes de alumbrado público y finalmente el equipamiento de las Subestaciones eléctricas de media tensión.

Quinto: Retorno de la contratista de Movimiento de tierras, para finalizar la habilitación urbana con la conformación de la sub-rasante, preparándolo para el asfaltado posterior.

Sexto: Se realiza la preparación del terreno para la ejecución de las vías de asfalto y las veredas en las calles de la urbanización.

Séptimo: Construcción de viviendas en base de concursos que están conformados por un número variable de viviendas ubicados en diversas manzanas y de diferentes modelos y pisos, estos concursos estaban designados a diferentes contratistas (06 contratistas), cuyos plazos de ejecución se superponían con los plazos de ejecución de las obras pertenecientes a la habilitación urbana (agua y desagüe, electrificación, etc.), generando desorden en la etapa de construcción.

1.5 ALCANCES Y PARTICULARIDADES DEL PROYECTO

El proyecto Villa Club 05 cuenta con un área total de 6 Hectáreas, que involucra diversos espacios urbanísticos comunes así como viviendas construidas de diversos modelos.

Habilitación urbana :

Sistema de desagua y agua potable

Las redes de agua potable y desague fueron diseñadas de acuerdo al “**reglamento técnico de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas en Lima y Callao**” tal como se ha indicado anteriormente, dicho sistema se encuentra alimentado por un reservorio elevado ubicado en la parte alta, y a la vez se encuentra alimentado por una tubería de impulsión, dicho sistema cuenta con redes de agua potable empleando tuberías de PVC de diámetro variable(DN 110 mm – DN 160 mm) y en el caso del sistema de alcantarillado se empleo tuberías de PVC de DN 200mm.

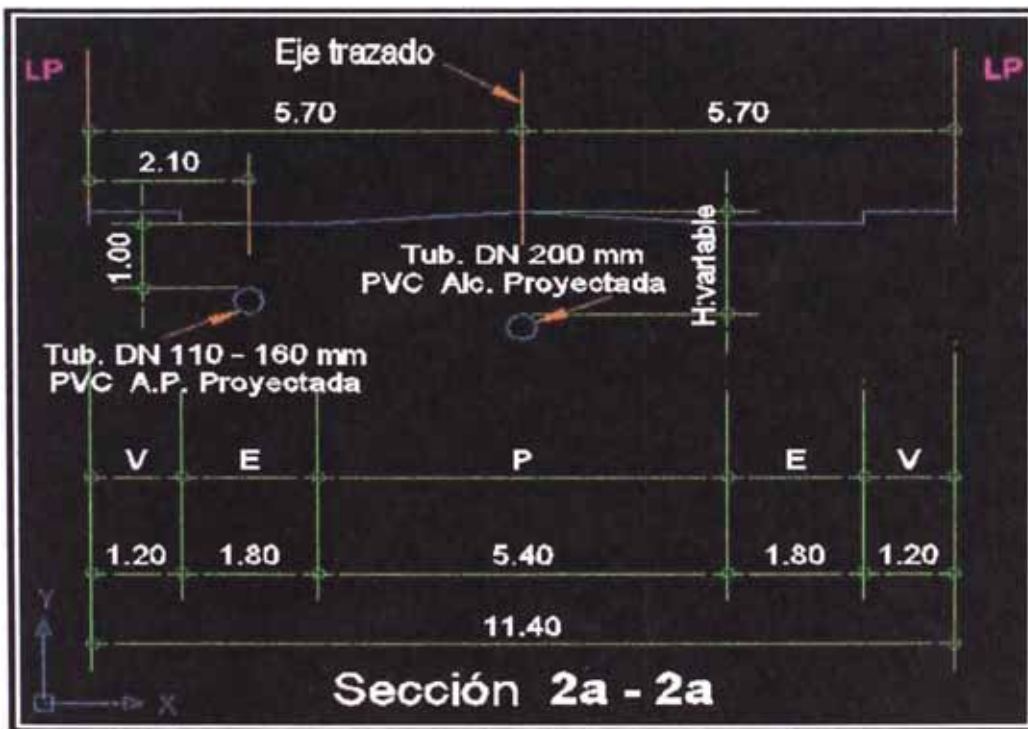


Figura 1.2: Sección del sistema de agua potable y alcantarillado empleado en el proyecto (Fuente: Proyecto Villa Club 05).

Sistema de electrificación y comunicaciones

El sistema de electrificación del proyecto Villa Club cuenta con un diseño realizado con los parámetros establecidos por el código nacional de electricidad. Las redes empleadas cuentan con paquetes de cables agrupados y debidamente colocados en tubos de PVC rígido de 160 mm de diámetro, los detalles se observan en la figura mostrada a continuación.

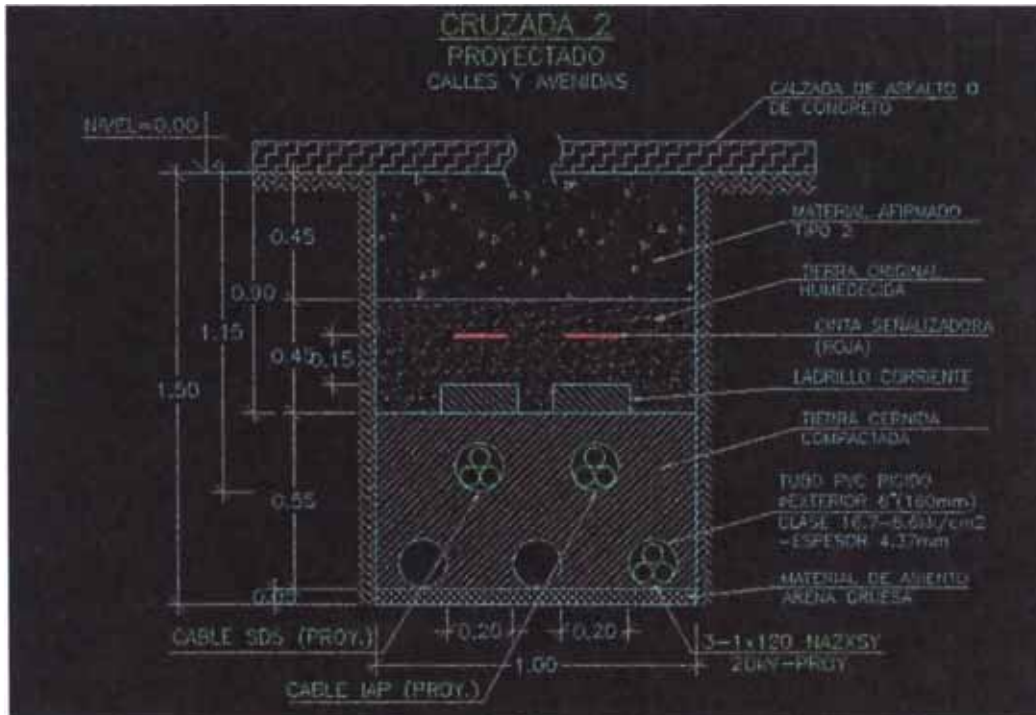


Figura 1.3: Sección del tendido de cables proyectado en la urbanización. (Fuente: Proyecto Villa club 05)

Sistema de vías y accesos

El sistema de vías esta compuesto por pistas y veredas en toda la urbanización, el tipo de pavimento empleado en las vías de acceso en el proyecto viene a ser el pavimento flexible, las características son las siguientes.



Figura 1.4: Asfaltado de la calle 08 en Villa Club 05.(Fuente : Proyecto Villa Club 05).

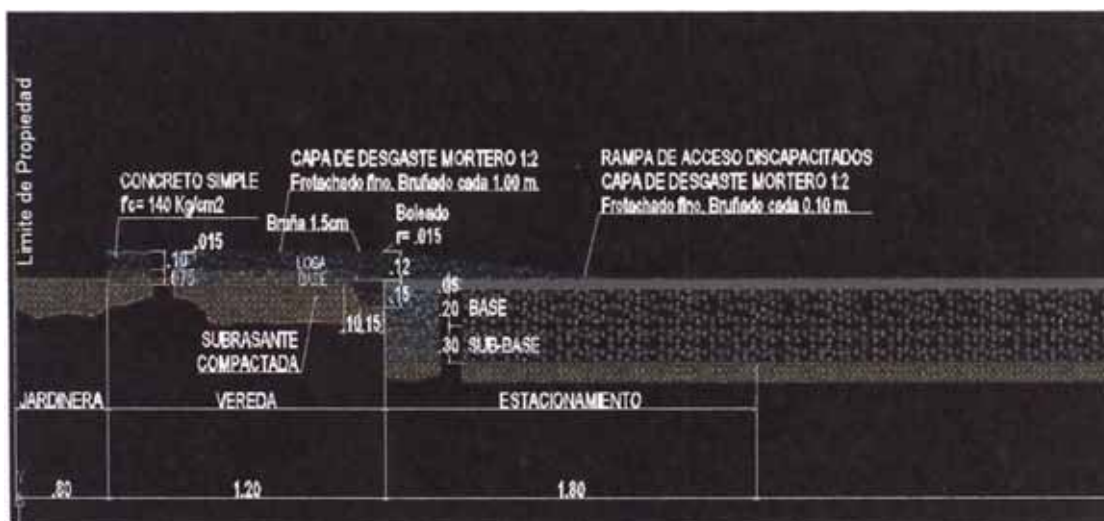


Figura 1.5: Detalle de diseño de la carpeta asfáltica empleada para el proyecto.

Casa Club y áreas comerciales

La urbanización cuenta con una Casa club con múltiples servicios y estructuras de recreación en sus alrededores, entre ellas se encuentran las tiendas comerciales, sala de eventos o recepción, piscina para niños y adultos además de una cancha de futbol.

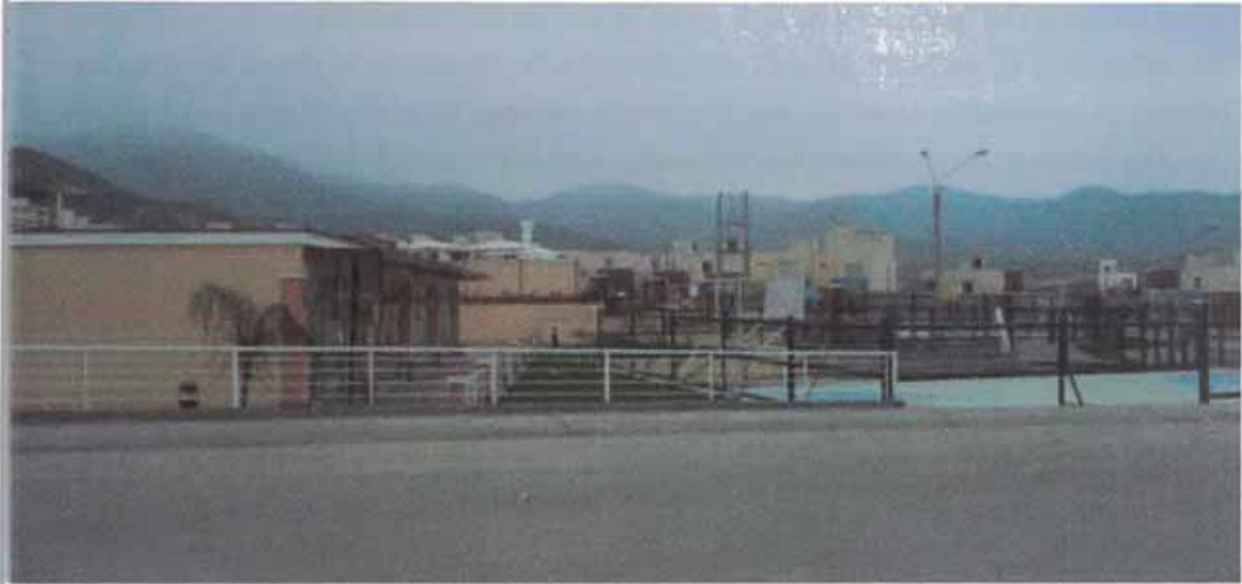


Figura 1.6: Casa club en Villa Club 05. (Fuente: Proyecto Villa Club 05)

Parques

En la urbanización existen 04 parques proyectados que ocupan un área de 8000 m² en total, distribuida en toda el área de la urbanización, dichos parques cuentan con bancas de concreto y vías peatonales realizadas con el sistema de pavimento adoquinado de color rojo.

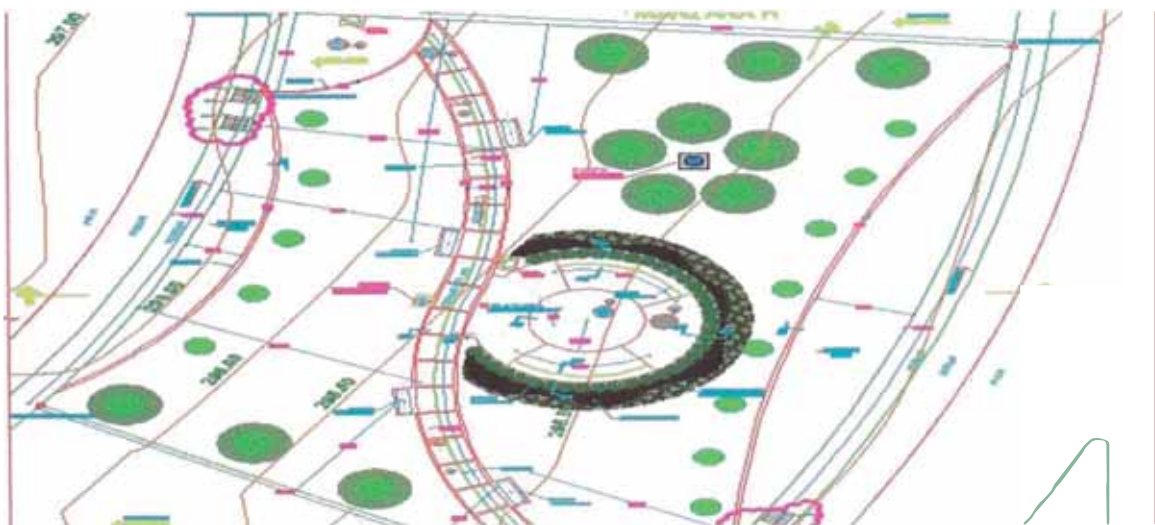


Figura 1.7: Parque N°3 en ejecución perteneciente a la urbanización Villa Club 05. (Fuente: Proyecto Villa Club 05)

1.6 LICENCIA SOCIAL Y ENTORNO CULTURAL

El proyecto Villa Club 05 forma parte de un proyecto de mayor envergadura que involucra la ejecución de 05 urbanizaciones, de las cuales 04 de ellas se encuentran en un mismo sector ubicado en el distrito de Carabaylo (Villa Club 02, Villa Club 03, Villa Club 04 y Villa Club 05). Este proyecto inmobiliario se ha generado debido a la gran demanda existente en el mercado por la obtención de una vivienda en el área metropolitana y alrededores de la ciudad de Lima. Aunque el área donde se está ejecutando dicho proyecto, no cuenta aún con la totalidad de los servicios básicos, ha recibido bastante acogida por el mercado demandante, a ello se le suma el respaldo por parte de las autoridades locales del distrito, así como el de la población de la zona debido a la generación de puestos de trabajo, debido a la construcción en curso de las diversas etapas del proyecto (mayor demanda de personal obrero en la zona).

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER - LINEAMIENTOS DEL LEAN CONSTRUCCIÓN

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL LEAN PRODUCCIÓN:

El Lean Production es un sistema de producción que se desarrolló en Japón, como consecuencia de la difícil situación que se vivía en ese país luego de la Segunda Guerra Mundial. El Lean Production o Sistema Toyota, se desarrolló principalmente para empresas manufactureras y seriales, buscando producir a bajos costos pequeñas cantidades de productos variados bajo la teoría del desperdicio cero y mejora continua. Taiichi Ohno (1912-1990), creador del sistema Toyota, afirmaba que “en su empresa estudiaban la línea de tiempo desde que el cliente hacía el pedido hasta que la empresa recibía el dinero e iban reduciendo esa línea por medio de la eliminación de los desperdicios que no agregaban “valor.

a) Identificar las actividades que no agregan valor: Reducir, o si es posible eliminar, las actividades que no agregan valor en una línea de producción, es fundamental para poder lograr mejoras en el sistema.

b) Incrementar el valor del producto: No es suficiente con eliminar las actividades que no agregan valor, si es que las actividades que si agregan valor no lo están haciendo eficientemente. Algo que hay que tener en cuenta, es que una actividad de transformación no necesariamente agrega valor al producto.

c) Reducir la variabilidad: La variabilidad afecta directamente a muchos ámbitos de la producción. Desde el punto de vista del cliente, un producto ejecutado sin interrupciones le brinda mayor satisfacción y desde el punto de vista de la producción, la variabilidad genera más actividades que no agregan valor.

d) Reducción del tiempo de ciclo: El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos del flujo y la transformación que son necesarios para concluir una determinada producción. Si reducimos las actividades que no agregan valor presentes en una línea de producción, estaremos directamente reduciendo el tiempo de ciclo de la producción.

e) Simplificación de procesos: Se puede entender la simplificación de procesos, como una reducción de los elementos o números de pasos necesarios para realizar un producto. Principalmente, simplificar los procesos es mejorar el flujo. Los procesos más simples tienen en menos gastos, son más confiables (menos variables) y consiguen menores tiempos de los ciclos.

f) Introducir el mejoramiento continuo: Esta basado en el Kaisen, filosofía japonesa que busca el mejoramiento continuo. Lo fundamental es la creación de una metodología de identificación de las Causas de no Cumplimiento.

g) Mejorar tanto de la transformación como del flujo: La mejora del flujo implica mayor tiempo para lograrla pero menor costo, en comparación con la mejora de la transformación, ya que esta última está relacionada con la actualización de tecnologías.

h) Benchmarking: Hay que comparar continuamente los procesos propios con los del líder en el área, e incorporar lo mejor de esa otra empresa en la propia, basándose en los potenciales detectados en la competencia. Todos estos principios apuntan a una mejora en todo el proceso de producción.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL LEAN CONSTRUCCIÓN:

El Lean Construction se basa en muchos de los principios del Lean Production, que fueron desarrollados para la industria manufacturera, no existiendo muchas similitudes entre ella y el de la construcción. Además, el principio fundamental del Lean Production es la mejora continua, que fue desarrollada por la cultura japonesa basándose en la mentalidad oriental, muy diferente al pensamiento occidental, ya que es más estructurada y continuamente están en proceso de mejoramiento. Es por esto que para lograr implementar los principios Lean a la construcción, se requiere un gran cambio, sobre todo en la actitud de los trabajadores y profesionales de la construcción. Por otro lado, la mayoría de las actividades que no agregan valor corresponden a las actividades de flujo y existe la tendencia de pensar que la construcción es sólo una industria de transformación, por lo que no se controlan las actividades que no agregan valor.

2.3 COMPARACIÓN DEL MODELO TRADICIONAL DE PLANIFICACION Y EL MODELO LEAN:

En general, el modelo de planificación tradicional utilizado, se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre actividades de transformación. La idea se resume en que a lo planificado (Debería) se le asignan recursos y la actividad se ejecuta según el programa realizado.

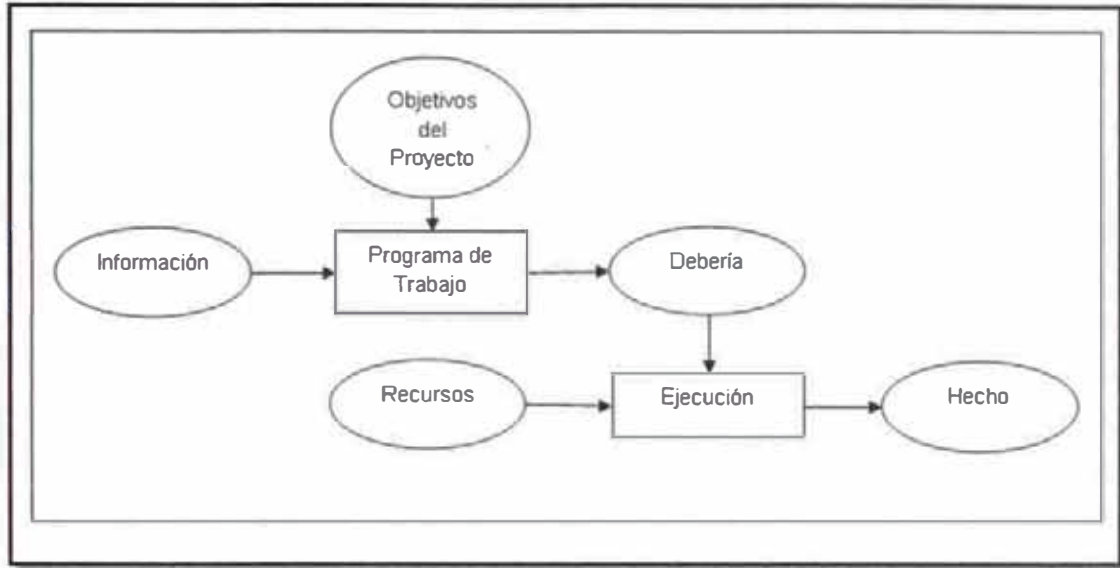


Figura 2.1 : Esquema de desarrollo de modelo lean

Como se ve en el esquema, los recursos se asignan a las actividades programadas (debería), pero no se considera que hay actividades que no podrán ser realizadas aunque estén programadas. Esto debido a que puede faltar algún requisito previo que impida su ejecución en la fecha de inicio programada. Ahí empieza el problema, ya que al considerar en el programa semanal actividades que no podrán ser ejecutadas, además de tener gente parada sin aportar a la producción. El siguiente cuadro resume las características de ambos métodos:

	Modelo Tradicional	Método Lean
Objeto	Afecta a productos y a servicios	Afecta todas las actividades
Alcance	Actividades de control	Gestión, asesoramiento y control
Modo de aplicación	Impuestas por la dirección	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Del Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Externos e internos
Conceptualización de la producción	Consiste actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor al producto o que no
Control	Costo de las actividades	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

Figura 2.2: Cuadro comparativo de características de ambas metodologías

2.4 SISTEMA DE ENTREGA DE PROYECTOS “LEAN”

El Lean Construction Institute desarrolló el Sistema de entrega de proyectos “lean” (**LPDS**) que aplica los principios de la manufactura a la construcción con herramientas que facilitan la planificación y el control, maximizando el valor y minimizando las pérdidas a lo largo del proceso de construcción. En general, los proyectos se dividen en fases, lo mismo sucede en este modelo LPDS, sin embargo lo que diferencia a este modelo con otros es la definición de cada una de las fases, la relación entre cada fase y los participantes que actúan en ellas. LPDS es visto como una filosofía, un grupo de funciones interdependientes, reglas para tomar decisiones, procedimientos para la ejecución de funciones, y como una implementación de herramientas. Algunas de las principales características del LPDS son las siguientes:

- El proyecto es estructurado y gerenciado como un proceso de generación de Valor.
- Los participantes o involucrados en el proyecto están involucrados desde la Planificación y diseño a través de los equipos multidisciplinarios.
- Los esfuerzos optimizados están centrados en hacer el trabajo de flujo más confiable para mejorar la productividad.
- Las técnicas para “jalar” la producción son usadas para gobernar el flujo de Materiales e información a través de los grupos de trabajo de los especialistas.
- Los lazos de retroalimentación son incorporados en todos los niveles, con el fin de ajustar el sistema de manera rápida.

El LPDS consta de 14 módulos, 11 de los cuales están agrupados en 5 triadas o fases, otros 2 módulos se extienden a lo largo de todas las fases del proyecto y uno más es el nexo entre el proyecto terminado y otro nuevo, tal como se aprecia.

Lean Project Management (LPM)

Lean Project Delivery System (LPDS)

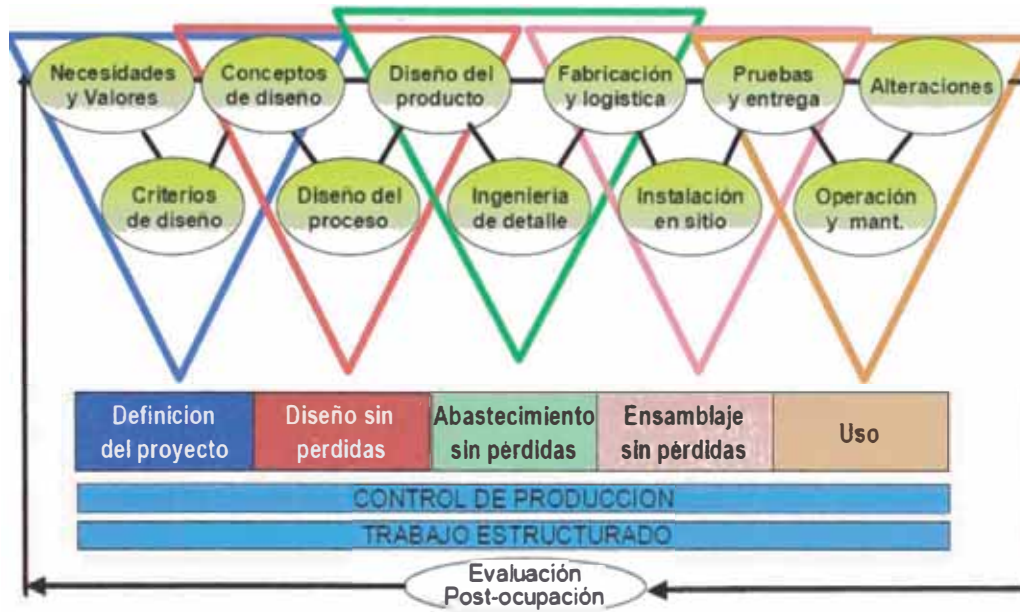


Figura 2.3 : Módulos del Lean Project Management

a) Definición del Proyecto

Se representa a través de una serie de fases en triángulos traslapados (figura anterior), el primero de los cuales es la "Definición del proyecto", la cual incluye los requerimientos y valores del cliente e involucrados, conceptos y criterios de diseño.

b) Diseño "lean"

La puerta entre la Definición del proyecto y el Diseño "lean" es el alineamiento de los valores, conceptos y criterios. El Diseño "lean" también utiliza las reuniones, esta vez dedicado a desarrollar y alinear el diseño del producto y del proceso a nivel de sistemas funcionales.

c) Abastecimiento "lean"

El Abastecimiento "lean" consta de una ingeniería de detalle, de una fabricación y entrega; la cual requiere como pre-requisito el diseño del producto y del proceso, solo así el sistema sabe qué detallar y fabricar y cuándo entregar estos componentes. El Abastecimiento "lean" también incluye algunas iniciativas tales como reducir el tiempo de producción de información y materiales.

d) Ensamblaje "lean"

El Ensamblaje “lean” comienza con la entrega de los materiales y la información relevante para su instalación. El ensamblaje se completa cuando el cliente hace uso del producto o servicio.

e) Uso

El uso es el módulo que consiste en la entrega del producto o servicio al cliente final, después de pasar varias pruebas para certificar su calidad. También involucran acciones de mantenimiento y modificaciones que pudiesen ocurrir en el servicio.

2.5 SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM):

2.5.1 Fundamentos Teóricos del Sistema del Último Planificador (Last Planner System).

Basándose en la teoría Lean Construction, Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell desarrollaron un sistema de planificación llamado “Last Planner System”, que en español significa “Sistema del Último Planificador”. Este sistema incorpora la filosofía del Lean a la construcción, concibiéndola no solo como un proceso de transformación, sino como un flujo de materiales e información que busca generar valor para el cliente, lo que permitirá optimizar la productividad al mejorar la confianza en la secuencia del flujo de trabajo, resultando en una reducción de los desperdicios y las pérdidas. Según los creadores del sistema, los principales obstáculos presentes en la construcción son:

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



Figura 2.4: Esquema de ejecución del sistema last planner

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

2.5.2 Elementos del Sistema del Último Planificador (Last Planner System).

2.5.2.1 Programa Maestro.

El Programa Maestro es la planificación inicial, que proporciona las directrices de coordinación de todas las actividades que conforman el proyecto. Este programa le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas del proyecto y sirve para identificar los hitos de control del proyecto.

2.5.2.2 Planificación Intermedia (Lookahead).

La Planificación Intermedia (Lookahead) 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 estas se puedan realizar: el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos, preparando las actividades que pueden ser desarrolladas en un periodo de tiempo, que normalmente va desde cuatro hasta seis semanas. Esta actividad permitirá liberar las restricciones que afectan al desarrollo de las tareas de las semanas próximas.

2.5.2.3 Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal).

La Planificación Semanal (Plan de Trabajo Semanal), es la planificación que presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de las actividades. Es realizada por el personal llamado Último Planificador, que son las personas que participan directamente en la ejecución del trabajo.

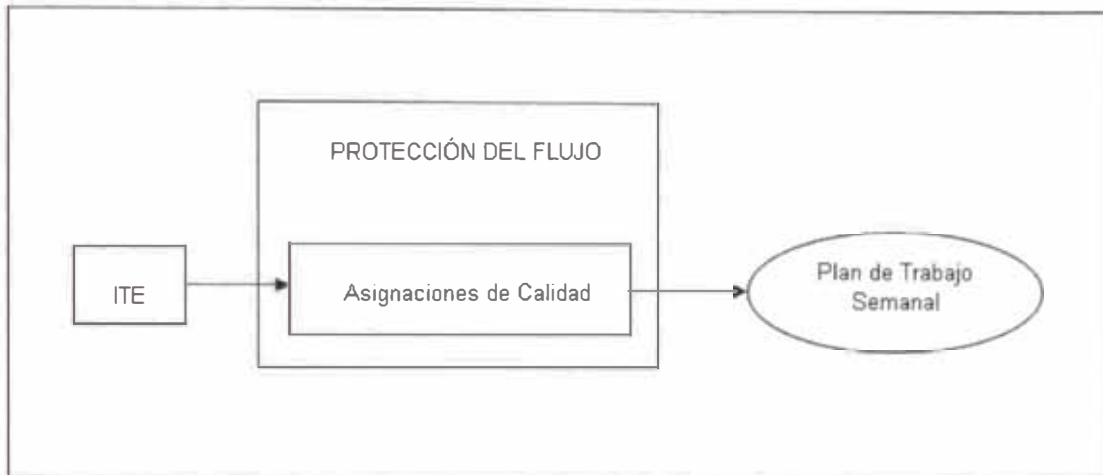


Figura 2.5: Esquema de la planificación semanal

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, logrando progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas.

- **Análisis de la Confiabilidad de la Planificación.**

La retroalimentación es parte fundamental del sistema. El saber los motivos por los cuales no se completa la programación de cada semana permite mejorar el sistema. Para ello, la medición del Porcentaje del Plan Cumplido (PPC) es un buen indicador de la calidad de las asignaciones. El PPC es el número de actividades completadas que fueron programadas divididas por el total de actividades programadas para la misma semana.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER EN EL PROYECTO:

En el presente CAPÍTULO se desarrollara una metodología de implementación del Sistema Last Planner en un proyecto inmobiliario de habilitación urbana, el proceso involucra el análisis de los mecanismos y procedimientos planteados por el “ **Lean Construction**”, dicho planteamiento abarca las 02 etapas fundamentales en el desarrollo del proyecto, el diseño y la ejecución del proyecto en su conjunto, dicha implementación es descrita a continuación en forma detallada describiendo las etapas, y los módulos necesarios para su aplicación. En primer lugar se hará referencia a las deficiencias percibidas en las etapas anteriores del proyecto.

3.1 DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DEL PROYECTO INMOBILIARIO DE HABILITACIÓN URBANA (DISEÑO Y CONSTRUCCION)

3.1.1 DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO DEL PROYECTO

En las anteriores cuatro etapas ejecutadas del proyecto Villa Club, existieron deficiencias en el diseño que generaron muchas perdidas en tiempo y costo, dichas deficiencias fueron reiterativas en cada etapa en ejecución del proyecto. Debido al registro que se tiene de las consultas realizadas a la supervisión en su momento por los diversos contratistas involucrados en el proyecto, se puede realizar una presentación porcentual de las observaciones realizadas a los documentos contractuales relacionados con el diseño del proyecto. A Continuación se muestra un cuadro que muestra las observaciones más reiterativas, presentadas como consulta a la supervisión a cargo, en el desarrollo de la ejecución del proyecto.

Cuadro 1.1: Deficiencias en el diseño más reiterativas observadas y consultadas por los contratistas

Incompatibilidad entre los planos de las redes de comunicaciones y eléctricas con la urbanización y proyección de las ubicaciones de las viviendas	15%
Incompatibilidad entre los planos de pavimentación y muros de contención en el área urbana (desniveles no tomados en cuenta)	35%
Inconsistencias entre los niveles referenciados de las calles proyectadas y la proyección de las ubicaciones de las viviendas	25%
Falta de detalle en el estudio de suelos realizado para el proyecto (diferenciación de terrenos por zonas)	25%

Fuente: Proyecto Villa Club

Dichas deficiencias observadas generaron a la larga múltiples problemas que afectaron al desarrollo del proyecto en cada etapa de construcción, a continuación se ilustra de mejor manera estas deficiencias:

- **Incompatibilidad entre los planos de las redes de comunicaciones y eléctricas con la urbanización y proyección de las ubicaciones de las viviendas**

Problemática:

Debido a la falta de coordinación entre los proyectistas encargados del diseño de las veredas y las viviendas respectivamente se tuvieron inconvenientes en la ubicación de los martillos de vereda ubicados cada cierta distancia en cada calle, ya que en algunos casos se ubicaban al frente del estacionamiento de alguna vivienda, generándose inconvenientes que tenían que ser corregidos luego de su construcción.



Figura 3.1: Martillo de vereda construida en calle que se encuentra ubicada en zona de ingreso a estacionamiento vehicular.

Solución:

Aunque este problema no fue resuelto en el momento en que se realizó el diseño, fue necesario realizar el replanteo de los planos referentes (sistema eléctrico y de comunicaciones) en la urbanización al momento de la ejecución, en los sectores cuya reubicación de algunos de los elementos de estos sistemas era necesario, así mismo se debió realizar la compatibilidad de los planos de ubicación de viviendas y los correspondientes al sistema eléctrico y de comunicaciones en la urbanización. A pesar de ello existieron bancos de concreto que se llegaron a construir. El procedimiento aplicado es el siguiente:

Verificación por parte del contratista ejecutor de los planos de diseño elaborados para la construcción del sistema de comunicaciones y red eléctrica.

Compatibilización por parte de la supervisión de los planos existentes para cada caso.

Requerimiento por parte de la supervisión de las modificaciones específicas en el diseño del sistema de comunicaciones y red eléctrica.

Realización del plano de modificación, del plano correspondiente al sistema de comunicaciones y red eléctrica.

Supervisión en la ejecución de las modificaciones realizadas al plano de diseño del sistema de comunicaciones y red eléctrica.

(*) Observación: El último planificador en el caso presentado fue el supervisor de obra, quien se encargó de realizar las coordinaciones necesarias con los contratistas involucrados, tanto de la parte del diseño como de la parte de la ejecución. La supervisión y compatibilización de los planos modificados también la realizó el supervisor de obra de la inmobiliaria.

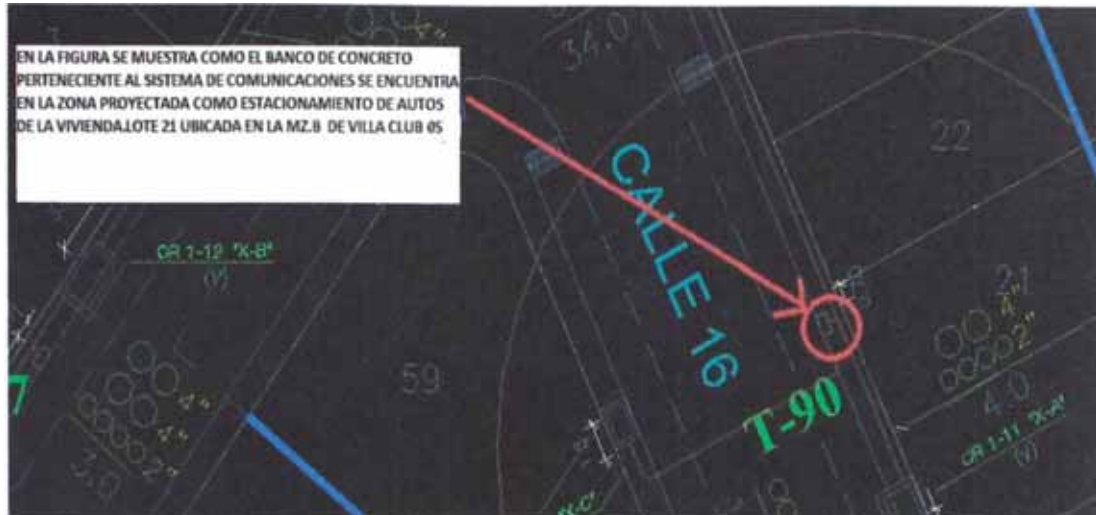


Figura3.2: Trazo defectuoso en la red de comunicaciones inicial en la calle 16



Figura3.3: Modificaciones realizadas en el diseño de la red de comunicaciones inicial en la calle 16, para evitar inconvenientes en el proceso de ejecución.

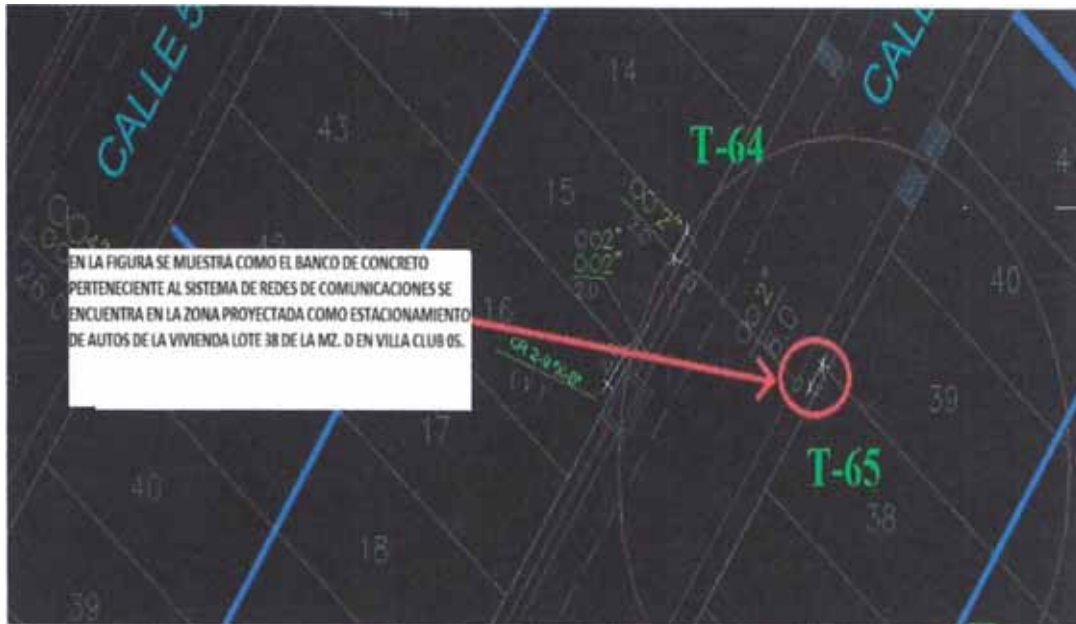


Figura3.4: Trazo defectuoso en la red de comunicaciones inicial en la calle 04



Figura3.5: Modificaciones realizadas en el diseño de la red de comunicaciones inicial en la calle 04, para evitar inconvenientes en el proceso de ejecución.

- **Incompatibilidad entre los planos de pavimentación y muros de contención en el área urbana (desniveles no tomados en cuenta)**

Problemática:

Debido a la falta de coordinación entre los ejecutores del diseño en los muros de contención y los diseñadores de las vías de acceso (pistas y veredas), el muro de contención de una de las manzanas no cumplía con la altura requerida por las vías ejecutadas (pista y vereda en la calle), por lo cual se hizo necesario la ampliación en altura del muro de contención a lo largo de toda la calle (Mz. D), estos trabajos requirieron de procedimientos constructivos que tenían que ser recomendados por el proyectista del muro en mención, lo cual involucraba incurrir en retrasos en la ejecución de las viviendas.



Figura 3.6: Falta de compatibilidad en los niveles referenciales construidos entre las veredas de la calle 04 en Villa Club 05 y el muro de contención construido. (Fuente propia)

Solución:

Aunque este problema no se detecto hasta el momento en que se estaba ejecutando las pistas y veredas en la urbanización, fue necesario hacer un replanteo con las diferencias en cotas existentes en cada manzana (D, E, F, G), con esta información se realizo el diseño de la ampliación de los muros de contención, cuya altura era insuficiente hasta alcanzar el nivel de la pista y veredas, en las manzanas indicadas la ampliación en altura tuvo una variación entre los 0.90– 1.45 mts. El procedimiento fue el siguiente:

- Verificación por parte del contratista ejecutor de los planos de diseño elaborados para la construcción de los muros de contención**
- Verificación por parte del contratista ejecutor de los planos de diseño elaborados para la construcción de las pistas y veredas**
- Compatibilización por parte de la supervisión de los planos existentes para cada caso**
- Requerimiento por parte de la supervisión de la modificación en el diseño del muro de contención**
- Realización del plano de modificación del plano correspondiente al muro de contención (Se adjunta en los anexos uno de ellos).**
- Supervisión del trabajo de ampliación del muro de contención en las manzanas donde se produjo el error de diseño.**
- Realización del replanto de los planos iniciales de diseño, en el caso del muro de contención, y pistas y veredas.**

(*) Observación: El último planificador en el caso presentado fue el supervisor de obra, quien se encargo de realizar las coordinaciones necesarias con los contratistas involucrados, tanto de la parte del diseño como de la parte de la ejecución. La supervisión y compatibilización de los planos modificados también la realizo el supervisor de obra.

- **Falta de detalle en el estudio de suelos realizado para el proyecto (diferenciación del terreno por zonas)**

Problemática:

El estudio de suelos elaborado para la ejecución del proyecto Villa Club 05, no contaba con los suficientes detalles que describan las características del suelo por vivienda proyectada en la urbanización, ya que si bien es cierto contaba con el análisis del suelo realizado a través de calicatas de acuerdo a la normativa vigente, al realizarse las excavaciones del proyecto se podía observar la presencia de suelo no correspondiente a determinadas zonas, al menos no debidamente descrito ya que existían lotes en los cuales se indicaba que la cimentación seria sobre terreno natural cuando en la realidad se realizaría la cimentación sobre suelo rocoso, lo cual demandaba realizar adicionales de excavación en el área perteneciente al lote, además existieron casos donde se tuvo que realizar la excavación a mas de 2 metros de profundidad debido a la presencia de material orgánico en el terreno, el cual tuvo que ser retirado y posteriormente rellenado con material seleccionado, todo ello generaron adicionales de obra por deficiencias en el estudio de suelos realizado para el proyecto.

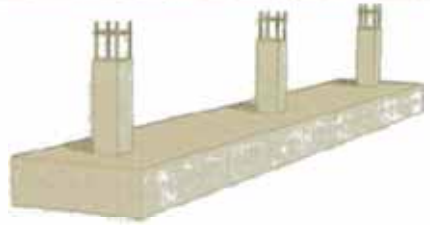
CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS				
Proyecto	Estudio de suelos con fines de cimentación			Elaborado : ALZ
Ubicación	Villa Club V			Fecha : Feb. 2012
Solicitado	PAZ CENTENARIO GLOBAL S.A			
		CIMENTACION		CORRIDOS
Cohesión	C	=	0.0	Kg/cm ²
Angulo de fricción	φ	=	34.5	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ _{so}	=	1.97	g/cm ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ _{so}	=	1.98	g/cm ³
Ancho de la cimentación	B	=	0.5	m
Largo de la cimentación	L	=	1.0	m
Profundidad de la cimentación	D _f	=	0.4	m
Factor de seguridad	FS	=	3.0	
Capacidad última de carga	q _{ult}	=	11.5	Kg/cm ²
Capacidad admisible de carga	q _{adm}	=	3.845	Kg/cm ²
				
ASENTAMIENTO (%)				
Presión por carga admisible	q _{adm}	=	3.845	Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ	=	0.3	
Módulo de Elasticidad	E _s	=	1123	Kg/cm ²
Asentamiento permisible	S _i (mm)	=	2.8	cm
Ancho de la cimentación	B	=	0.5	m
Factor de forma	ψ	=	1.27	m/m
Asentamiento	S _i	=	0.006	m
Asentamiento	S _i	=	0.60	cm
Presión por carga	q _{adm}	=	3.845	Kg/cm ²
Presión de carga asumida asentamiento	q _{adm}	=	5.9	Kg/cm ²
$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$ $I_f = \frac{L}{\beta}$				
S _i = 0.39 cm OK! S _i = 0.60 cm OK!				

Figura 3.7: Características generales del suelo que se presenta en el área perteneciente a la urbanización proyectada (Villa Club 05).



Figura 3.8: Presencia de terreno rocoso en el perteneciente a una de la viviendas proyectadas en la Mz. Q – lote 14 en Villa Club 05.



Figura 3.9: Material inadecuado que se presente en la zona de cimentación perteneciente a uno de los lotes pertenecientes Villa Club 05 (Mz. D –02).

Solución:

La necesidad de realizar un estudio de suelos mas detallado surgió luego de evidenciarse la presencia de sectores de terreno cuya conformación era diferente a la señalada en el estudio de suelos realizado antes de la ejecución, por el cual se tuvo que realizar un estudio más detallado para precisar la variación en el presupuesto inicial adjudicado a los contratistas (material rocoso y material de relleno),ello soluciono en parte el problema, aunque no se pudo evitar las ampliaciones de plazo solicitadas por los contratistas, para la culminación de los trabajos en desarrollo de los diversos frentes de construcción (pavimentación, redes de agua, redes de alcantarillado, etc.). El procedimiento fue el siguiente:

Verificación y comparación con el terreno real por parte del contratista ejecutor, de los planos de diseño donde se indicaba el tipo de suelo correspondiente a cada zona de trabajo.

Compatibilización por parte de la supervisión de los planos existentes para cada caso.

Requerimiento por parte de la supervisión de la realización de un estudio de suelos más detallado.

Monitoreo y apoyo de la supervisión en las visitas técnicas de los especialistas encargados del nuevo estudio detallado de suelos.

Realización del replanto de los planos iniciales de diseño, correspondientes al tipo de suelo existente en el terreno.

(*) **Observación:** El último planificador en el caso presentado fue el supervisor de obra, quien se encargo de realizar las coordinaciones necesarias con los contratistas involucrados, tanto de la parte del diseño como de la parte de la ejecución. La supervisión y el monitoreo de la realización de los planos replanteados (a cargo de contratistas) fue realizado por la supervisión de la inmobiliaria.

- **Inconsistencias en los niveles referenciados de los muros referenciados de las calles proyectadas y la proyección de las ubicaciones de las viviendas**

Problemática:

Debido a la falta de coordinación entre los proyectistas encargados de la planificación y los encargados del diseño de los muros de contención, no se tomaron en cuenta desniveles existentes en el cerramiento de algunas viviendas, por lo cual se hacia necesario la construcción de muros de contención en sectores específicos de la urbanización (esquinas y áreas en desnivel), ya que el desnivel existente entre una calle y otra era considerable, la construcción de dichos muros de contención se encontraba fuera del presupuesto inicial, por lo cual se tuvo que solicitar un adicional de obra al contrato del contratista ejecutor, ello genero retrasos en el tiempo de entrega de la habilitación urbana, ya que se requería del trámite correspondiente y un plazo adicional de ejecución.



Figura 3.10: Muestra desniveles existentes no tomados en cuenta en el proyecto (entre los niveles de las calles en Villa Club 05).

Solución:

El problema se evidencio al culminar con el corte masivo de terreno en las diversas manzanas de la urbanización, entonces se tuvo la necesidad de añadir la proyección de nuevos muros de contención en las zonas especificas donde existía mayor desnivel, por el cual se paralizó el trabajo de pavimentación y electrificación en algunos sectores de la urbanización Villa Club 05, ello genero que los plazos se extendieran por la falta previsión en el proceso de diseño del proyecto. El procedimiento fue el siguiente:

- **Verificación por parte del contratista ejecutor de los planos de diseño elaborados para la construcción de los muros de contención.**
- **Verificación por parte del área de topografía correspondiente a la supervisión.**
- **Compatibilización por parte de la supervisión de los planos existentes para cada caso.**
- **Requerimiento por parte de la supervisión de la modificación en el diseño de los muros de cerramiento simples a muros de contención de mayor altura.**
- **Realización del plano de modificación, del plano correspondiente al muro de cerramiento simple (Se adjunta en el informe uno de ellos).**
- **Supervisión del trabajo de construcción de muros de contención en las zonas de desnivel existente en la urbanización.**
- **Realización del replanto de los planos iniciales de diseño, en el caso de las modificaciones de los muros de cerramiento iniciales.**

(*) Observación: El último planificador en el caso presentado fue el supervisor de obra, quien se encargo de realizar las coordinaciones necesarias con los contratistas involucrados, tanto de la parte del diseño como de la parte de la ejecución. La supervisión y compatibilización de los planos modificados también la realizo el supervisor de obra.



Figura3.11: Diseño del muro de cerramiento simple, que no contempla el desnivel existente en la zona (1.80 metros).

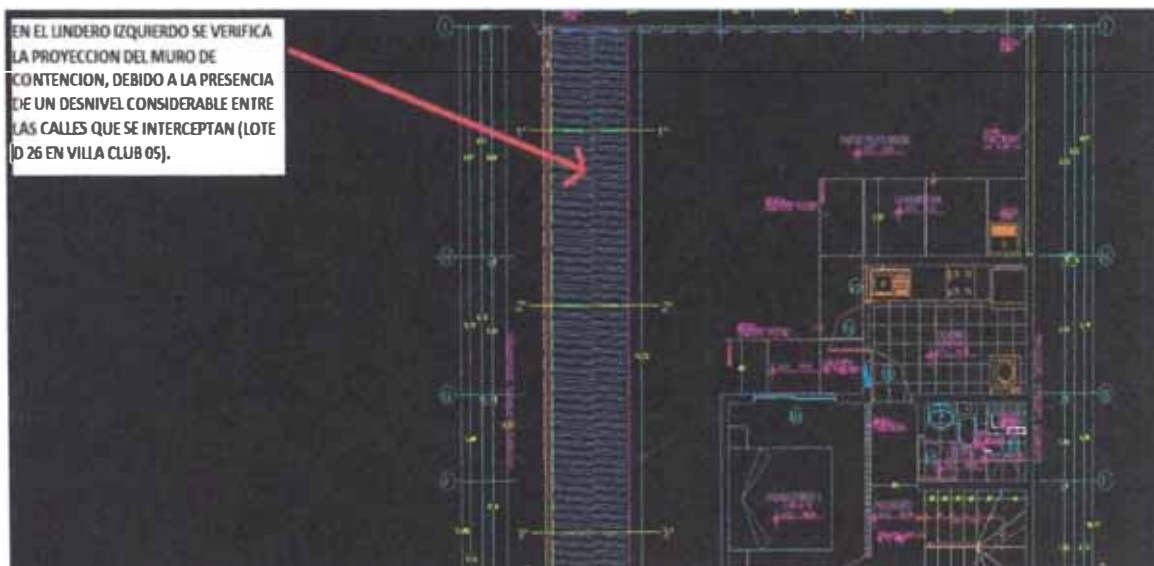


Figura3.12: Diseño del muro de cerramiento simple, que no contempla el desnivel existente en la zona (1.80 metros).

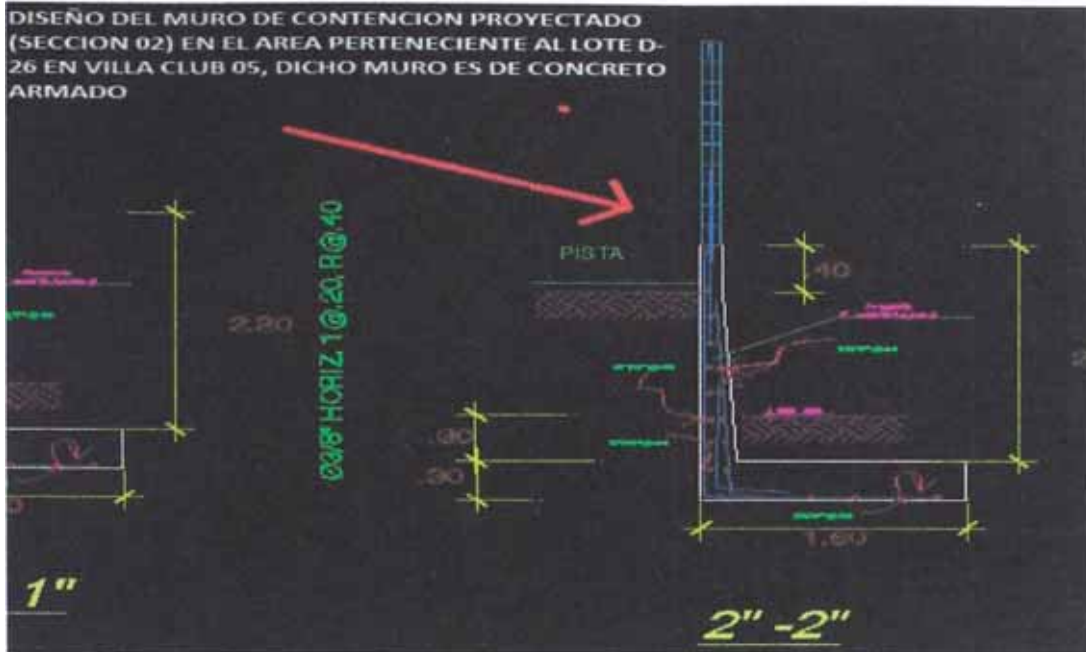


Figura 3.13: Diseño del muro de contención proyectado en la vivienda D-26 en Villa Club 05.

3.1.2 DEFICIENCIAS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En la ejecución del proyecto Villa Club existieron diferentes deficiencias en la ejecución generados por una inadecuada gestión de los recursos y programación en la ejecución de las labores en distintos sectores de desarrollo del proyecto, estas deficiencias generaron pérdidas económicas y retrasos en la culminación de los trabajos a desarrollar. Los principales factores que generaron esta situación son los siguientes:

Cuadro 1.2: Deficiencias más reiterativas observadas en la ejecución del proyecto y consultadas por los contratistas.

Planificación de ejecución de obra de forma independiente por cada contratista sin tomar en cuenta sectorización		25%
Continuas reprogramaciones del cronograma de cada contratista debido a retrasos		20%
Falta de analisis de restricciones en todas las etapas de ejecucion del proyecto		30%
falta de mejora continua ante situaciones repetitivas.		25%

Fuente: Proyecto Villa Club

- **Planificación de ejecución de obra de forma independiente por cada contratista sin emplear sectorización.**

Problemática:

La planificación en la ejecución de obra de cada contratista se ha manejado independientemente en el desarrollo del proyecto, ello ha generado que la construcción en todos los frentes sea desordenada y caótica debido a que cada contratista debía de cumplir con los plazos estipulados en su contrato, dichos plazos no tomaban en cuenta las programaciones de construcción aledañas como redes eléctricas y las redes de agua y desagüe en ejecución. Lo cual a la larga generaban retrasos y condiciones inapropiadas para el desarrollo en la ejecución del proyecto. Dichas condiciones se observan de una mejor manera en las figuras presentadas en las fotografías.

La falta de coordinación entre los contratistas cuyo trabajo estaba secuencialmente relacionado no permitió que se realicen oportunamente las consideraciones técnicas que habían que añadirse en el desarrollo del proyecto, es decir la compatibilización de planos en el proceso de ejecución del proyecto, mas aun si es que estos contratistas no habían formado parte en el diseño del proyecto, ello genero que se concreten los problemas o falencias anteriormente indicados en las deficiencias



Figura 3.14: Los accesos bloqueados por las conexiones de agua potable cuya ejecución se encuentra inconclusa. (Fuente propia).



Figura 3.15: Accesos bloqueados por las conexiones de agua potable cuya ejecución se encuentra inconclusa.(Fuente propia).



Figura 3.16: Ejecución del asfaltado y la construcción de viviendas en una misma calle y al mismo tiempo, generando pérdidas (tiempo, costo, etc.).(Fuente propia).

Solución:

Se realizó la planificación de los trabajos a ejecutar de manera secuencial en una misma área designada para cada contratista, de esta manera se empezó a evitar pérdidas en tiempo y costo para cada involucrado en la ejecución, ello es viable a través del cumplimiento de la programación maestra y de la utilización del Lookahead para el respectivo seguimiento en el proceso de ejecución.

- **Continuas reprogramaciones del cronograma de cada contratista debido a retrasos**

Problemática:

Debido a la falta de coordinación conjunta para la realización de una sectorización adecuada de los trabajos a ejecutarse en el proyecto Villa Club, se realizaron reprogramaciones constantes de cada concurso en ejecución del proyecto, ya que debido al tipo de organización que se estaba empleando en la ejecución de la obra, los plazos establecidos no se estaban cumpliendo de acuerdo a lo estipulado por los contratos de construcción de cada contratista, debido a ello todos los contratistas solicitaban ampliación de plazo en cada uno de los contratos a su cargo, argumentado básicamente la falta de condiciones apropiadas para el desarrollo de las partidas contractuales pactadas, esto generó una situación desfavorable para la determinación del tiempo de culminación de los trabajos, para la posterior entrega de las viviendas a los clientes directos de la inmobiliaria (propietarios). De acuerdo al orden secuencial de los trabajos a ejecutar en el proyecto, los trabajos del casco urbano debían realizarse primero antes de la iniciación de la ejecución de las viviendas que se encontraban en las zonas aledañas, de lo contrario se iban a generar inconvenientes y contratiempos en la ejecución de las viviendas debido a la falta de disposición de materiales para colocar los insumos y recursos necesarios para la construcción de las viviendas proyectadas, así como también la necesidad de accesos adecuados. A continuación se muestra un comparativo entre las fechas de culminación de los contratos según lo programado y la fecha de culminación real debido a los imprevistos mencionados.

Cuadro 1.3: Cuadro comparativo entre el cronograma programado y el tiempo de ejecución real de algunos contratos que se ejecutaron en Villa Club.

CONTRATO	INICIO PROGRAMADO DE LA OBRA	FINAL PROGRAMADO DE LA OBRA	PLAZO	INICIO REAL DE OBRA	FINAL REAL DE OBRA	DURACION REAL
CONSTRUCCION DE CASA CLUB	21/05/2013	02/11/2013	165	17/06/2013	04/02/2014	232
CONSTRUCCION DE PISCINA EN CASA CLUB	05/06/2013	18/10/2013	135	01/07/2013	02/03/2014	244
CONSTRUCCION DE REDES DE DESAGUE EN URBANIZACION	25/04/2013	24/09/2014	152	27/05/2013	10/01/2014	228

Fuente: Proyecto Villa Club

Del cuadro anterior se puede verificar 02 características principales, las cuales hacen referencia al tiempo de retraso en el inicio en la ejecución de cada contrato y al tiempo de duración en la ejecución del contrato, las causales de dichos retrasos son básicamente los problemas indicados anteriormente, he involucran deficiencias presentadas desde el diseño hasta la organización en la forma de trabajo en obra.

Cuadro 1.4: Variaciones que ha sufrido el cronograma de ejecución planificado tanto en el inicio de obra de cada contrato como en la duración de la ejecución de los mismos.

CONTRATO	INICIO PROGRAMADO DE LA OBRA	INICIO REAL DE OBRA	VARIACION EN EL TIEMPO DE INICIO DE EJECUCIÓN	PLAZO	DURACION REAL	VARIACION EN EL TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO
CONCURSO 005- CONSTRUCCION DE CASA CLUB	21/05/2013	17/06/2013	27	165	232	67
CONCURSO 008- CONSTRUCCION DE PISCINA EN CASA CLUB	05/06/2013	01/07/2013	26	135	244	109

CONCURSO 015 – CONSTRUCCION DE REDES DE DESAGUE EN URBANIZACION	25/04/2013	27/05/ 2013	32	152	228	76
--	------------	----------------	----	-----	-----	----

Fuente: Proyecto Villa Club

Solución:

Una solución práctica, propuesta por el sistema Last planner es enfocarse permanentemente en lo que se puede hacer y no en lo que se debe hacer, ya que de lo contrario no se podrán cumplir con los plazos propuestos por los contratistas a la supervisión, para ello es fundamental el empleo del plan maestro, lookahead y específicamente el plan semanal para el seguimiento continuo y control en el tiempo. Para el caso específico se garantizó que la ampliación de plazo otorgada por la supervisión sea la necesario para concluir con las actividades pendientes.

- **Falta de análisis de restricciones en todas las etapas de ejecución del proyecto.**

Problemática:

En el proyecto en estudio no se realizó el análisis de restricciones de manera adecuada tal como lo propone los lineamientos del Lean Construction, solo se tenía como guía la programación de obra generada por cada contrato en particular, los contratistas no realizaban el análisis continuo de las restricciones que se presentaban en la ejecución de las partidas mencionadas, razón por la cual, la falta de atención a estas restricciones generaban retrasos en la ejecución de cada contrato del proyecto, además cabe indicar que la supervisión tampoco priorizaba la necesidad de realizar dicho análisis en cada contrato para evitar retrasos en el plazo de ejecución.

En el transcurso de la ejecución del proyecto existieron restricciones a los cuales no se le había dado la atención debida o simplemente no se había tomado en cuenta en la programación de ejecución de los trabajos a realizar, tales como la realización de las aprobaciones de las entidades que reciben las redes eléctricas y las redes de alcantarillado y agua potable en la urbanización, dichas revisiones debían ser programadas con antelación y dependían de la disposición de las entidades responsables en cada sector.

Solución:

A pesar de la falta de análisis de las restricciones en todo el proceso previo, en la última etapa se empezó a realizar el análisis correspondiente de las restricciones existentes, tomando en cuenta las posibles restricciones externas como las internas, generando para ello un cuadro de control general en donde el Last Planner indica el responsable de coordinar cada restricción de acuerdo al área de trabajo o actividad.

- **Falta de mejora continua ante situaciones repetitivas.**

Problemática:

Los problemas anteriormente mencionados se han repetido en el transcurso de la construcción de las 04 etapas anteriores en ejecución desde el año 2009, aunque el grado de afectación en cada etapa del proyecto ha variado de acuerdo a la demanda que se tenía por las viviendas en construcción, aparte de ello no existió una política preventiva con respecto a estos factores mencionados al momento de iniciarse la construcción de la quinta etapa de este proyecto, por lo cual estos factores seguirán produciendo consecuencias negativas en el desarrollo de la ejecución del proyecto.

Solución:

A pesar que no se aplicó el Sistema Last planner en la ejecución de las anteriores etapas de Villa Club, es importante considerar el registro que se tiene del tiempo de ejecución y los inconvenientes que se suscitaron en el proceso de construcción de las redes eléctricas, agua potable, desagüe, comunicaciones y pavimentación en la habilitación urbana. El sistema Last planner permite sintetizar dicha información a través de los indicadores empleados en la logística, planificación y productividad del proyecto, ello se implemento de manera piloto en la última etapa del proyecto.

3.2 IMPLEMENTACION EN LA ETAPA DE DISEÑO DEL PROYECTO

La implementación del sistema Last Planner en el diseño del proyecto se da en la fase de producción del diseño a elaborar

3.2.1 MÓDULOS DE LA DEFINICIÓN DEL PROYECTO

En primer lugar se debe tomar en cuenta la definición general del proyecto, el cual se va a elaborar, en el caso del proyecto de Habilitación Urbana presentado con anterioridad se deben tomar en cuenta 03 fases específicas:

- Necesidades y valores.
- Conceptos de diseño.
- Criterio de diseño.

3.2.1.1 NECESIDADES Y VALORES.

El primer módulo en la Definición del proyecto es la de identificar las necesidades y valores. Hoy en día, el mercado inmobiliario muestra un gran dinamismo, debido a los programas de vivienda que se vienen desarrollando, lo que demanda que los constructores conozcan más de cerca lo que su cliente espera encontrar en una vivienda, es decir muchas veces se desconoce las necesidades y valores del cliente final.

3.2.1.2 CONCEPTO Y CRITERIO DE DISEÑO.

Estos dos módulos son fundamentales durante la fase de la definición de este proyecto, pues, una vez determinadas, en conjunto con las necesidades y valores, lleguen a un punto de concordancia se podrá entonces pasar al diseño del proyecto.

El concepto de diseño:

Es la idea de un lugar o cosa expresada en palabras, dibujos o esquemas con la finalidad de definirla. Mientras que el **criterio de diseño** es el conjunto de normas o pautas que se toman en cuenta para la concepción de una idea o concepto. Es el producto del conocimiento o experiencia de uno o varios temas. Siguiendo la filosofía "lean" ambos términos deben ir de la mano.

Criterios de diseño:

Los criterios de diseño en la fase de la Definición del proyecto provienen de las necesidades y valores del cliente. Por ejemplo un criterio de diseño para nuestro proyecto en análisis sería un diseño de urbanización que cuente con zona de recreación (piscina, parques, miradores, etc.)

3.2.2. PROCESOS DE LA DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El LPDS (Lean Project Delivery System) propone que la definición de un proyecto viene dada por los siguientes procesos:

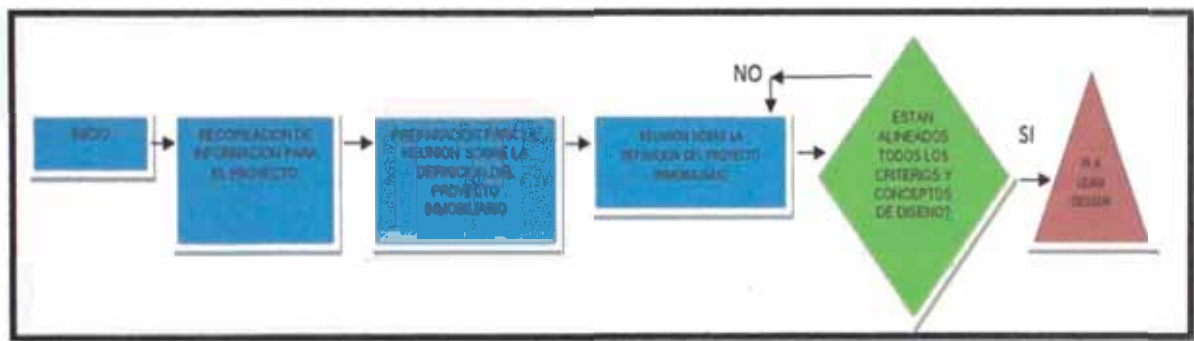


Figura 3.17: Proceso de definición del proyecto

3.2.2.1 INICIO

Es el primer proceso a través del cual se define el equipo del proyecto y las necesidades y valores del cliente. Para ello se requiere un equipo de profesionales el cual tenga muy en claro los lineamientos de la filosofía Lean Construction.

3.2.2.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En esta parte de la definición del proyecto se rescatan las enseñanzas anteriores a través de las Evaluaciones realizadas a los proyectos anteriores o como es el caso en particular del proyecto.

3.2.2.3. PREPARACIÓN PARA LAS REUNIONES FINALES DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Para llevar unas reuniones de definición de un proyecto efectivas es necesario prepararla a través de un **plan de trabajo**. Este plan de trabajo debe ser diseñado por el Coordinador del proyecto en conjunto con el resto del equipo desde las primeras reuniones preliminares de manera de planificar la fase de Definición del proyecto a lo largo del tiempo sobre todo marcando los hitos más importantes para esta fase, fijar los plazos correspondientes, trazar los objetivos del proyecto, etc. Finalmente si es necesario se debe hacer un presupuesto preliminar del proyecto.

3.2.3. MÓDULOS DEL DISEÑO “LEAN”

Luego de la Definición del proyecto, el Diseño “lean” es el segundo paso para continuar con el desarrollo de un proyecto. El LPDS propone 3 módulos para esta fase y se representa a través de la siguiente figura:

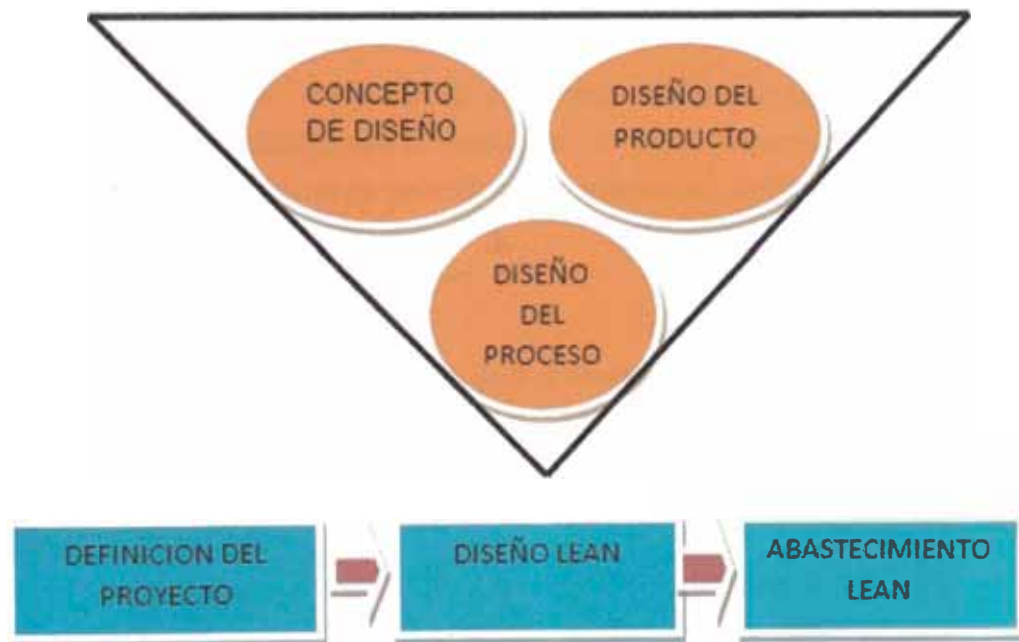


Figura 3.18 : Módulos del diseño Lean

Al igual que en la fase anterior de la Definición del proyecto, los módulos de esta fase no tienen una secuencia definida pero se sabe que los conceptos de diseño son el punto de partida.

CONCEPTO(S) DE DISEÑO.

Este módulo fue descrito con anterioridad y es el nexa con esta fase de diseño, pues una vez definido el concepto se procede al diseño iterativo entre proceso y producto, existiendo la posibilidad de regresar a la fase de la Definición del proyecto solo si el tiempo lo permite y si se agrega valor al producto final.

- **DISEÑO DEL PROCESO**

Viene a ser definir la secuencia de pasos y los medios concretos para llevar a cabo las diferentes actividades del proyecto como por ejemplo desde hacer un diagrama de flujo de los trámites para conseguir una licencia municipal hasta hacer un bosquejo preliminar de la secuencia de elaboración del proceso de diseño del proyecto.

- **DISEÑO DEL PRODUCTO**

Es estructurar las partes, componentes o actividades que dan un valor específico a un producto, es un pre-requisito para la producción. Y en un proyecto de habilitación urbana significa el diseño de los planos de las distintas especialidades, debidamente compatibilizados.

3.2.4. PROCESOS DEL DISEÑO “LEAN”

El LPDS presenta los siguientes procesos para el Diseño “lean”.



Figura 3.19 : Proceso del diseño Lean

3.2.4.1. ORGANIZARSE EN EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS

Para esta fase de diseño el equipo multidisciplinario tiene que ser los encargados, a través de su trabajo, de diseñar de manera simultánea el proceso y el producto.

3.2.4.2. SEGUIR UNA ESTRATEGIA BASADA EN MÚLTIPLES ALTERNATIVAS

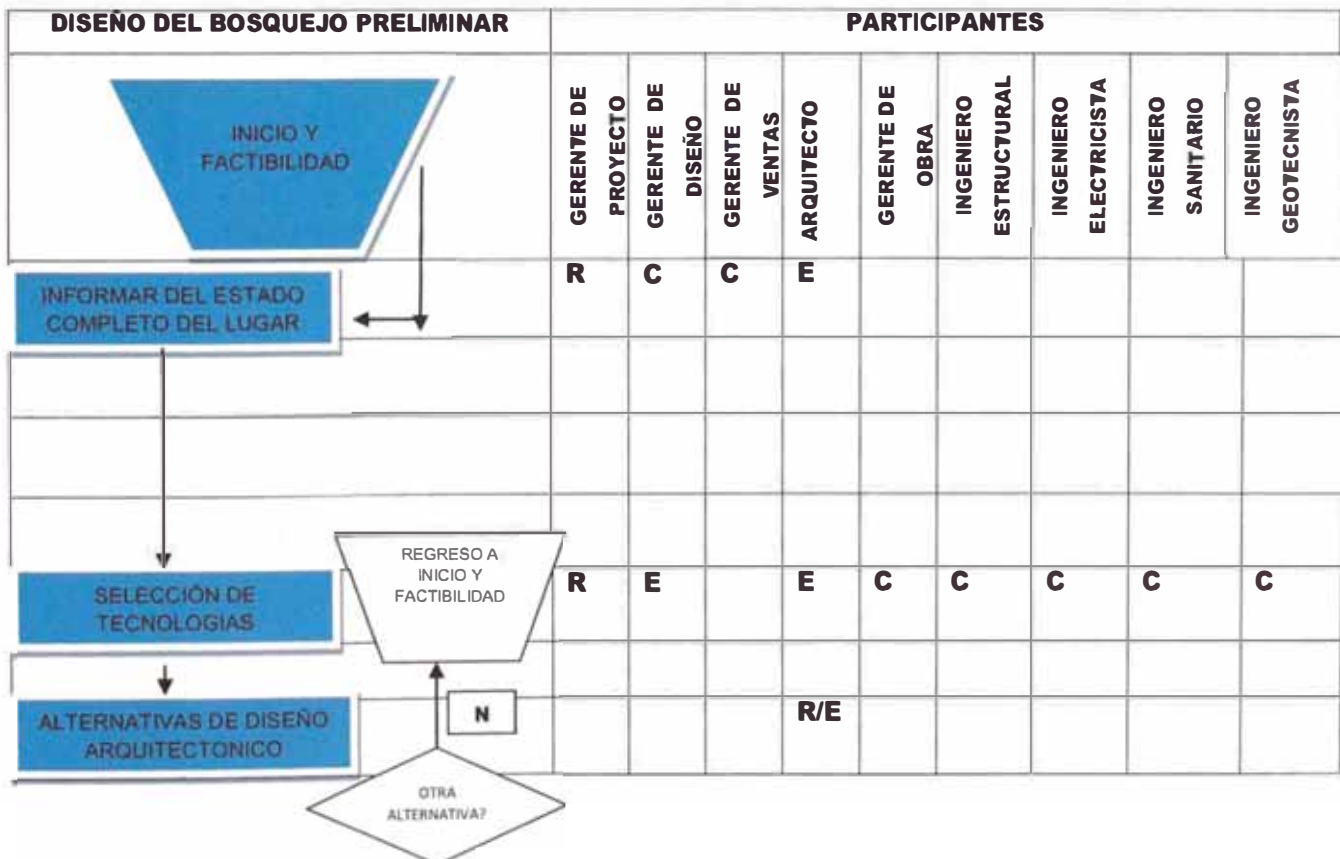
Es necesario tomar en consideración múltiples alternativas, debido a los beneficios que se pueden obtener en costos y disminución de tiempo en la ejecución del proyecto.

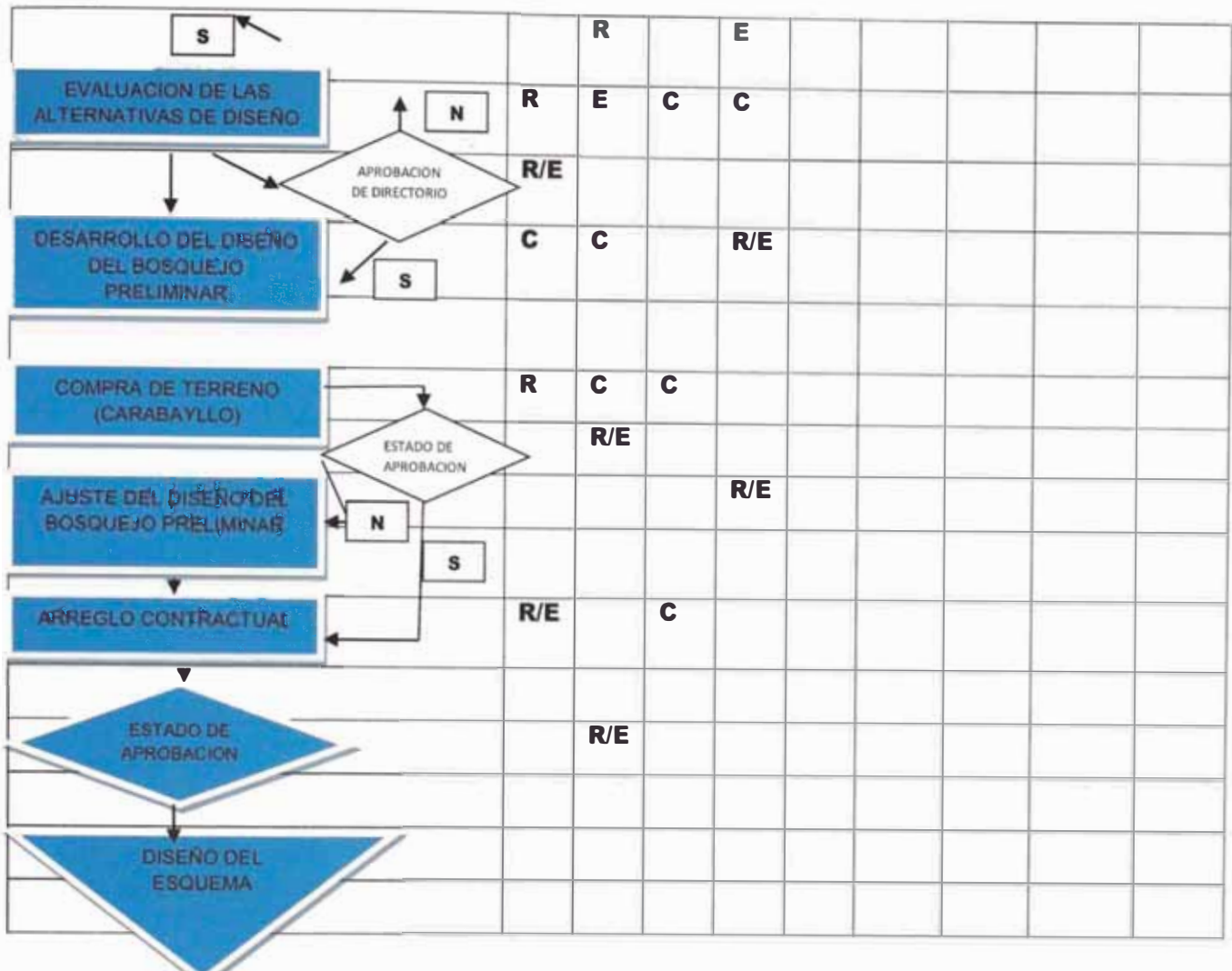
En la mayoría de los casos, el diseño basado en múltiples alternativas produce el mejor diseño en un menor tiempo y con poca comunicación.

- a) Delimitar las posibles soluciones
- b) Encontrar puntos en común.
- c) Procurar mantener consistencia con los diseños pre-establecidos.

3.2.4.3 ESTRUCTURAR EL TRABAJO DE DISEÑO

En primer lugar se muestra un diagrama de flujo de colabora con la estructuración del diseño que se requiere para el proyecto.





R: Responsable
E: Ejecutor
C: Cooperador

Figura 3.20: Esquema de estructuración del trabajo de diseño. (Fuente propia)

Estructurar el trabajo de diseño, es básicamente enfocar la metodología de diseño determinada hacia la ejecución de un procedimiento de diseño determinado que simplifique la elaboración del diseño, una herramienta a emplear vienen a ser los diagramas de flujo, así como el mostrado en la figura anterior que distribuye las responsabilidades de acuerdo a la secuencia de procesos en el diseño correspondiente.

En el cuadro anterior se presenta un esquema que muestra un procedimiento planteado para realizar un adecuado diseño preliminar de un proyecto, en nuestro caso sería el de la habilitación urbana ubicada en el distrito de carabayllo,

3.2.4.4 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LAST PLANNER EN EL CONTROL DE PRODUCCIÓN DEL DISEÑO.

A través del sistema last planner se conceptualiza el proceso de diseño y construcción como un flujo de información y materiales minimizando tiempos de espera, tiempos de inspección para la conformidad de requerimientos, tiempos en trabajos rehechos, y tiempos en movimientos.

Consideraciones específicas para su aplicación en el proyecto

- Presentar al Sistema del Último Planificador como una herramienta de control de la producción.
- La medida clave del Sistema del Último Planificador es el porcentaje de asignaciones completadas, o porcentaje de plan completado (PPC).
- El sistema aplicado para la etapa de diseño del proyecto tiene dos componentes: **el control de la unidad de producción y el control del flujo de trabajo.**

EL CONTROL DE LA UNIDAD DE PRODUCCION

La calidad de los planes producidos por el Último Planificador se expresa en la calidad del producto de la unidad de producción generada (trabajador directo). Las asignaciones deben tener las siguientes características.

- La asignación debe estar bien definida..
- Se debe seleccionar la correcta secuencia de trabajo. La secuencia es consistente con la lógica interna del trabajo, los objetivos del proyecto, y las estrategias de ejecución.
- Se debe seleccionar la correcta cantidad de trabajo.

EL CONTROL DEL FLUJO DEL TRABAJO

. El control de la unidad de producción coordina la ejecución del trabajo dentro de las unidades de producción. El control del flujo de trabajo coordina el flujo de diseño, suministro, e instalación a través de las unidades de producción.

El control del flujo de trabajo está asociado a un **planeamiento preventivo**, para 3 a 12 semanas, que en el sistema del Último Planificador cumple las siguientes funciones.

- Conformar la secuencia del flujo de trabajo y su velocidad.
- Concordar el flujo de trabajo y la capacidad.
- Descomponer las actividades de programación en paquetes y operaciones de trabajo.
- Mantener lista una reserva de trabajo.
- Actualizar y revisar según se necesite los mayores niveles de programación. Cada asignación es sometida a un **análisis de restricciones**.

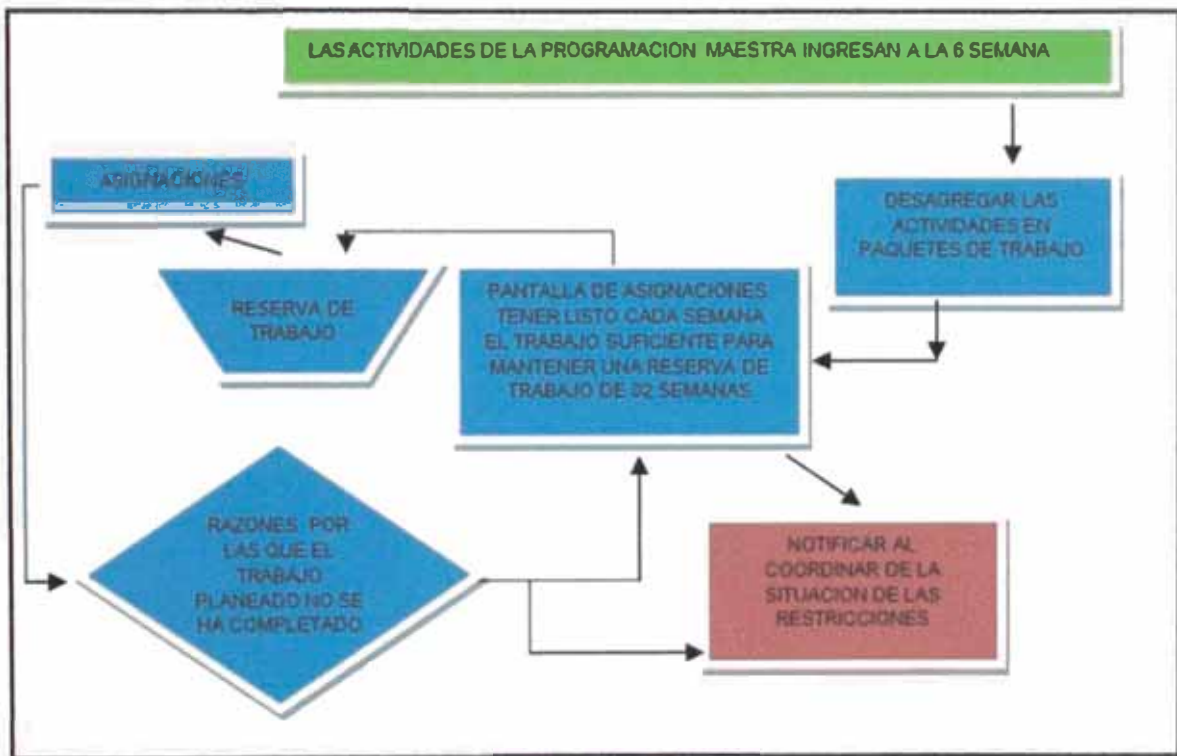


Figura 3.21: Esquema del análisis de restricciones

- **Análisis de restricciones**

Al identificar cada asignación, se le debe someter al análisis de restricciones. Diferentes tipos de asignaciones tienen distintas restricciones. Por ejemplo: la relación de contratos, el diseño, materiales, prerrequisito de trabajo, espacio, equipo, trabajo, y una categoría para otras restricciones (permisos, inspecciones, o aprobaciones, etc).

- Conformar la secuencia del flujo de trabajo y su velocidad.
- Concordar el flujo de trabajo y la capacidad.
- Descomponer las actividades de programación en paquetes y operaciones de trabajo.
- Mantener lista una reserva de trabajo.
- Actualizar y revisar según se necesite los mayores niveles de programación. Cada asignación es sometida a un **análisis de restricciones**.

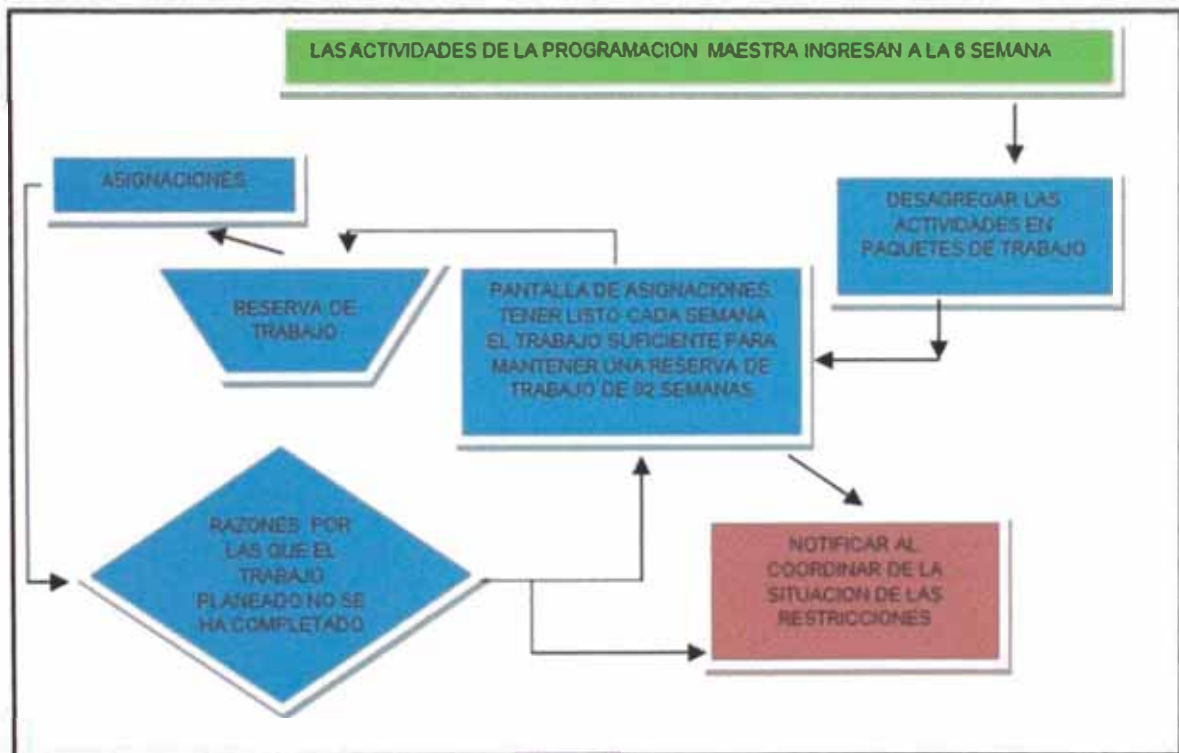


Figura 3.21: Esquema del análisis de restricciones

- **Análisis de restricciones**

Al identificar cada asignación, se le debe someter al análisis de restricciones. Diferentes tipos de asignaciones tienen distintas restricciones. Por ejemplo: la relación de contratos, el diseño, materiales, prerrequisito de trabajo, espacio, equipo, trabajo, y una categoría para otras restricciones (permisos, inspecciones, o aprobaciones, etc).

- **Carga y capacidad**

Compatibilizar la carga a la capacidad es crítico para la productividad de las unidades de producción a través de las cuales fluye el trabajo en el sistema, así como para cumplir el ciclo de trabajo.

- **Mapa de procesos**

El equipo multidisciplinario debe levantar un mapa de procesos para delinear las metas, pasos, y responsabilidades del proceso de planificación. El paso del alineamiento de los hitos involucra a todos los participantes del proyecto, y tiene como propósito unificar las expectativas del equipo. Al tener claro los entregables y los hitos, el equipo puede trabajar en la siguiente etapa de programación por fase. Estas etapas deben ser supervisadas directamente por el Último planificador a cargo del proceso, en este caso específico viene a ser el coordinar del proyecto al cual se menciona

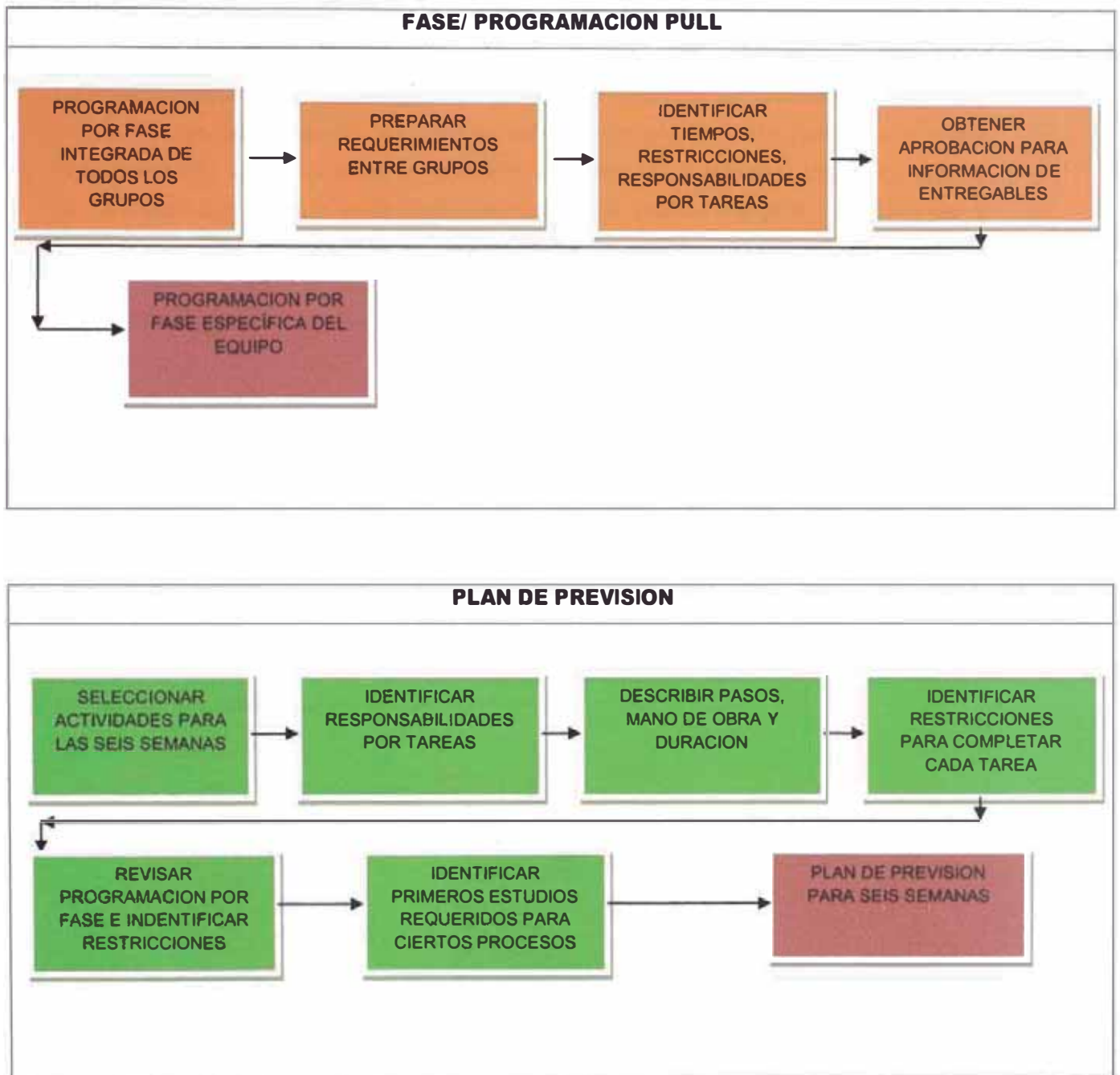


Figura 3.22: Mapa de procesos en el sistema last planner aplicada al diseño del proyecto

3.3. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA

La implementación del “**Sistema Last Planner**” en la ejecución del proyecto de habilitación urbana ubicado en Carabayllo de la cual es materia este informe, debe realizarse en primer lugar analizando la forma tradicional de gestión realizada por la empresa inmobiliaria (modelo de ejecución empleado). A continuación se describe el proceso de gestión utilizado por la empresa en la ejecución del proyecto.

3.3.1 SISTEMA TRADICIONAL DE GESTION EMPLEADO EN EL PROYECTO

El sistema de gestión empleado en este proyecto en particular consta de un gerenciamiento realizado por la empresa inmobiliaria (**gerente de obra y supervisores de obra en urbanismo y en construcción de casas**) y los contratistas distribuidos en la ejecución tanto de las viviendas como en la del casco urbano proyectado, por el cual no existía coordinación entre los cronogramas de ejecución de los frentes de trabajos entre los contratistas que tenían áreas de trabajo comunes en la ejecución del proyecto, ello generaba retrasos en algunos frentes, debido a la presencia de excavaciones y la programación de vaciados de concreto en veredas a lo largo de toda la urbanización. A continuación se describe la organización empleada en la ejecución del proyecto de habilitación urbana en estudio.

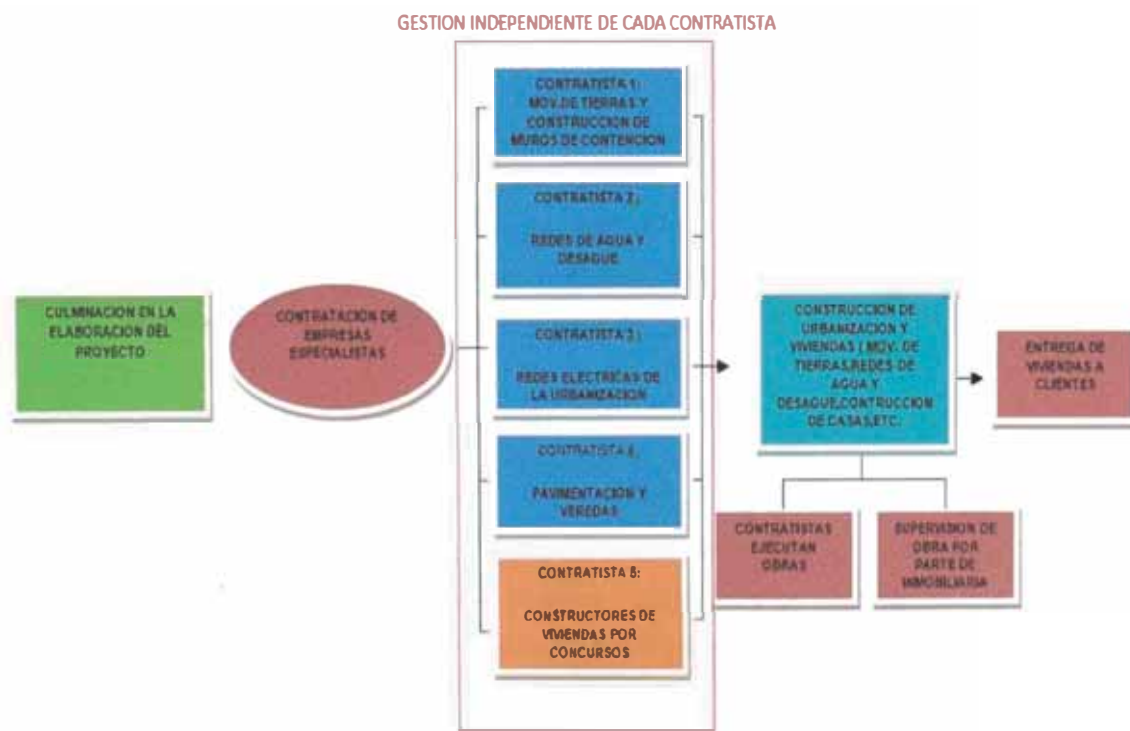


Figura 3.23 : Esquema del sistema tradicional de gestión en la ejecución del proyecto.(fuente propia)

Lo que se ha querido representar en el diagrama de flujo, es el hecho de que cada empresa contratista coordina sus trabajos directamente con la supervisión de la empresa inmobiliaria y no interactúa entre sí, y la coordinación es mínima al no tener un sistema que los integre y comprometa. Para la construcción de la habilitación Urbana se tienen 4 contratistas de la parte urbana y 7 contratistas para la construcción de viviendas principales los cuales son:

- Contratista de Movimiento de Tierras y construcción de muros de contención
- Contratista de Obras de redes de agua potable y desagüe
- Contratista de Obras de Electrificación y comunicaciones
- Contratista de obras de pavimentación y veredas
- Construcción de viviendas (Cordillera, Merck, GyG, Andromeda, Asociados en concreto, J&A y SK Constructores)

La manera como se ha realizado la gestión en la ejecución del proyecto tiene las siguientes características negativas que han generado pérdidas en tiempo y costos:

- Poca o ninguna coordinación entre contratistas.
- Coordinaciones individuales de parte de la supervisión con cada contratista, en cuanto a plazos, problemáticas en el proyecto (redes preexistentes de desagüe e interferencias con las redes eléctricas existentes, etc.)
- Plazos del proyecto que no se cumplen debido a la ejecución de proyectos a cargo de contratistas que trabajan en áreas cercanas.
- La inmobiliaria queda prácticamente atada a esperar el cumplimiento del plazo de los contratistas, a la logística de ellos, al manejo del personal obrero, al rendimiento de su personal, a la confiabilidad de sus programaciones.

Por otra parte los supervisores de obra se encuentran distribuidos entre dos áreas, una que se encarga de la supervisión de las obras urbanas y la otra que se encarga de la supervisión de las viviendas, las cuales tampoco realizan coordinaciones de trabajo en la ejecución del proyecto.

Para poder lograr esta visión participativa y de compromisos, como indica que debe ser según el Sistema Last Planner, se propone complementar el organigrama del equipo de obra para un proyecto de habilitación urbana, ya que no solamente se debe considerar al staff de la inmobiliaria como parte del equipo, sino también a los responsables de cada contratista involucrado en el proyecto, de tal modo que se pueda trabajar en un equipo multidisciplinario, con la visión de llevar adelante no solo la especialidad por la que fueron contratados sino por el proyecto en su conjunto, con los compromisos de los residentes de obra y que finalmente sea dirigido por el Jefe de Proyecto y Supervisores de obras. De esta manera la empresa inmobiliaria podrá tener el control real de lo que sucede en obra, y poder tomar acciones ante las restricciones que se puedan ir identificando y sobre todo poder tener la herramienta de retroalimentación mediante las Razones de No Cumplimiento.

3.3.3 METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN.

La metodología de implementación se basa en la capacitación previa del equipo de obra, pero además coinciden en implementar cada herramienta del Last Planner System como una fase independiente, de tal modo que se aplique el uso de las herramientas para luego evaluar sus resultados en cuanto al rendimiento del equipo. En forma general las herramientas que se consideran como fases de implementación independientes son:

- Plan maestro
- Lookahead Planning
- PPC
- Análisis de resultados

Pero como vemos esta implementación se inicia con enseñar y aplicar directamente el LPS (Last Planner System). En nuestro caso, no se tenía mapeado en forma escrita los procesos para la construcción de una Habilidad Urbana, así mismo el esquema del organigrama del personal en obra y sus funciones no estaban claramente definidas como para poder asignar responsabilidades dentro del esquema del LPS. Por ello es que para la implementación en esta inmobiliaria fue necesario realizar unos pasos previos que los podemos resumir en estandarizar procesos y responsabilidades.

3.3.3.1. ESTANDARIZACION DE PROCESOS

Para poder implementar el LPS, es necesario primero el tener claro todos los procesos que conllevan la ejecución de una Habilidad Urbana, así como las responsabilidades del equipo de obra. De igual forma se deben estandarizar los formatos a emplear para realizar un seguimiento efectivo de la ejecución de cada actividad.

3.3.3.2 INDUCCION

Para poder proceder con la implementación del Sistema Last Planner en el proyecto de habilitación urbana, es necesario dar algunos fundamentos básicos respecto a este sistema y nociones respecto a lo que es el Lean Construction.

Objetivos:

- Mostrar la forma en que se llevaba el seguimiento del proyecto previo a la Implementación del Last Planner System.
- Cambiar el pensamiento de un sistema de planificación “push” a uno “pull” en donde se jalen las actividades para su ejecución..

Flujo para planificación y seguimiento:

Se debe plantear al equipo la nueva forma en que se lograría implementar esta nueva filosofía de “jalar actividades” para que se logren su ejecución disminuyendo la variabilidad en nuestras planificaciones. Se plantea el flujo para el planeamiento en cuatro etapas, las cuales se describieron al equipo de la siguiente manera:

- **Cronograma Maestro (Master Schedule):** Viene a ser el cronograma general de obra desde el inicio de la obra hasta la fecha de entrega final, con las actividades principales para poder marcar los hitos importantes en la ejecución de la obra.
- **Planificación Intermedia (Lookahead Planning):** Visualización de la programación general con una ventana de 4 semanas (lookahead), en donde se desglosa las actividades del cronograma maestro en sub-partidas, a un nivel de detalle de ejecución por cada unidad de producción.
- **Reunión semanal :** Reunión que se lleva a cabo semanalmente y donde se analiza el Análisis de restricciones de la ventana del lookahead, se calcula el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) de la semana anterior, se obtiene las Causas de No Cumplimiento de las actividades programadas y finalmente se obtiene el Plan de Trabajo Semanal de la siguiente semana.
- **Plan de Trabajo Semanal:** Es la planificación obtenida de la reunión semanal y que cada contratista deberá hacer seguimiento con su maestro de obra.

3.3.3.3 APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER

En base a la inducción brindada al equipo de obra y teniendo en claro el flujo de planificación propuesto, se procede con la aplicación del sistema que consiste inicialmente en:

- La elaboración del Cronograma Maestro (Master Schedule), de preferencia en el Ms Project u otro programa similar.
- De forma conjunta con el equipo se define el período de la ventana de lookahead (lookahead window).

Una vez que se tenga los hitos del cronograma maestro y el período de tiempo para la ventana de lookahead, se procede a llevar a cabo la primera reunión semanal para lo cual se convoca a todos los miembros del equipo (Jefe de Proyecto, Supervisores de obra, Residentes de contratistas, Maestros de obras, Prevencionista de riesgos, etc.) y se realiza lo siguiente:

-Desglose de actividades del cronograma maestro para dar forma al lookahead de las 4 primeras semanas. Este desglose da como resultado las asignaciones o partidas que ejecutarán las unidades de producción (cantidad de equipos, personal, etc.) .

-Se procede con el análisis de restricciones de las asignaciones que se identificaron para todo el período de lookahead. (Se muestra un modelo del análisis de restricciones en el anexo I).

-Se planifica la primera semana del período de lookahead, en donde tenemos que tener claro el metrado de cada asignación a ejecutar. A continuación damos algunos criterios para llevar las reuniones semanales:

- Obtener el PPC de la semana anterior y analizarlo.
- Recopilar las causas de no cumplimiento de la semana anterior y elaborar un histórico.
- Tomar acciones para evitar que se repita las causas de no cumplimiento y de igual manera elaborar un histórico.
- Al aumentar una semana a la ventada lookahead, desglosar las actividades del cronograma maestro y realizar el análisis de restricciones indicando responsables dentro del equipo.
- Realizar un adecuado análisis de las restricciones
- Determinar el inventario de trabajo ejecutable para la siguiente semana.

-Desarrollar el plan de trabajo para la semana siguiente.

Para la implementación del Sistema Last Planner es necesario que se identifique a un **coordinador** y al **último planificador o Last Planner**, para el caso específico del proyecto es claro que el último planificador viene a ser el maestro de obra de cada contratista, ya que es el que mejor conoce de las actividades que se van a ejecutar en el campo.

-Llevar el cronograma maestro (Master Schedule).

-Llevar la el cronograma lookahead (Lookahead Schedule).

-Actualizar el inventario de trabajo ejecutable (Workable Backlog). **Last Planner** (ingeniero residente de cada contratista).

-Llevar a la reunión semanal el PPC y las causas de no cumplimiento.

-Levantar las restricciones que están bajo su responsabilidad.

-Tener conocimiento del cronograma lookahead (lookahead Schedule) de la semana anterior y de la semana que se incluirá en la ventana lookahead. Para el caso del presente informe, el coordinador debe de ser el Jefe de Supervisión de la inmobiliaria, y los Last Planner son los ingenieros residentes de cada contratista.

3.3.3.4 EVALUACIÓN Y RETROALIMENTACIÓN

Con la finalidad de identificar cuáles fueron los aciertos y dificultades al momento de implementar el sistema Last Planner, en base a estas evaluaciones se puede obtener una retroalimentación para la mejora continua de la implementación propuesta

A continuación se muestran algunos indicadores de los diferentes aspectos del desarrollo del proyecto (Logístico, planificación y productividad) aplicados a una implementación piloto en uno de los sectores de ejecución de la instalación de redes de alcantarillado en Villa Club 05.

INDICADORES PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA LAST PLANNER (IMPLEMENTACION PILOTO)

Es muy importante el emplear indicadores de medición como los expuestos a continuación, que ayudaran a analizar objetivamente los progresos que se tengan en el desarrollo del proyecto luego de la implementación del sistema last planner, a continuación se emplean los indicadores cuya descripción y aplicación se realizan con datos reales obtenidos en la ejecución del proyecto Villa Club, específicamente de un contrato de construcción que consiste en la ejecución de redes de alcantarillado en Villa Club 05, el análisis forma parte de la implementación piloto del sistema Last Planner en el proyecto.

- **INDICADORES EMPLEADOS EN EL ANALISIS DE LA LOGISTICA DE MATERIALES Y EQUIPOS :**

Hasta el momento se ha mostrado cómo ayuda la implementación del sistema Last Planner en la logística de la obra. Pero cómo es que podemos medir realmente el impacto que tiene esta metodología en la obra es a través de indicadores de gestión como los descritos a continuación:

POR PROCESOS

PROCESOS	PARAMETROS	UNIDADES
ABASTECIMIENTO	Atrasos	Nº de pedidos atrasados/Nº total de pedidos
		Nº de actividades en espera / Nº de actividades en el periodo
	Conformidad con especificaciones	Nº de pedidos con errores /Nº total de pedidos

A) EL PRIMER INDICADOR

Nº de pedidos atrasados/Nº total de pedidos:

Lo primero que debe fijarse el tiempo de medición de este indicador, así por ejemplo cada 02 semanas se irá midiendo este indicador comparándola con el del periodo pasado para contrastar la mejora que nos pueda dar el uso del sistema Last Planner.

Así por ejemplo, con la ayuda del lookahead y el análisis de restricciones, tendremos como dato cuál es la fecha en la que se necesitan que estén, ya sea los materiales o equipos en

obra. Al final del periodo se cuenta con el total de pedido atrasados dividido entre el número de total de pedidos.

Cuadro 1.5: Resultados obtenidos del análisis semanal del indicador I.

DESCRIPCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	ACUMULADO
Nº de pedidos atrasados	18	16	13	16	13	76
Nº total de pedidos del periodo	46	49	52	54	60	261
Indicador	39%	33%	25%	30%	22%	29%

Fuente: Propia

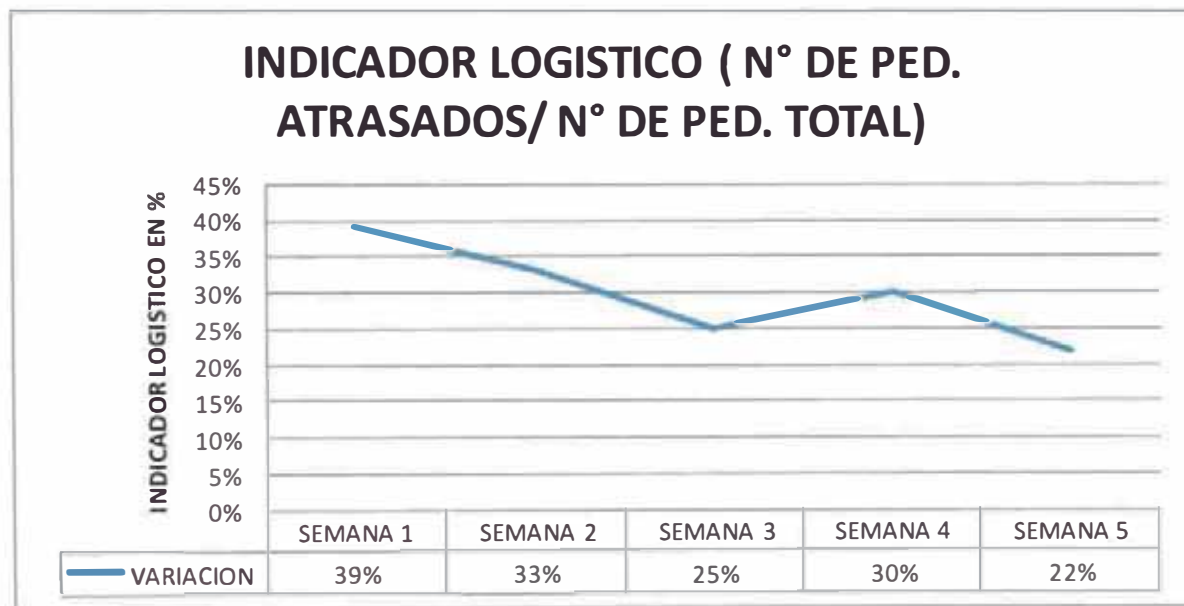


Figura3.25: Grafica de desarrollo del indicador logístico I.

B) EL SEGUNDO INDICADOR

Nº de actividades en espera/Nº de actividades en el periodo:

Es en este tipo de indicador en donde se refleja claramente las paradas en el flujo debido a la llegada tardía de materiales o equipos.

La medición de este indicador se realiza, a través de las actividades que han dejado de hacerse por falta de abastecimiento así que debe identificarse en la programación semanal aquellas actividades que han dejado de cumplirse por algún requerimiento no atendido. Ciertamente, cuando solamente se tienen actividades realizables en la programación semanal (pues además, la teoría del sistema Last Planner indica que así debe hacerse).

Cuadro 1.6: Resultados obtenidos del análisis semanal del indicador II.(fuente propia)

DESCRIPCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	ACUMULADO
Nº de actividades en espera	7	6	5	7	6	5
Nº total de actividades del periodo	14	17	19	24	20	18
Indicador	50%	35%	26%	29%	30%	33%

Fuente: Propia

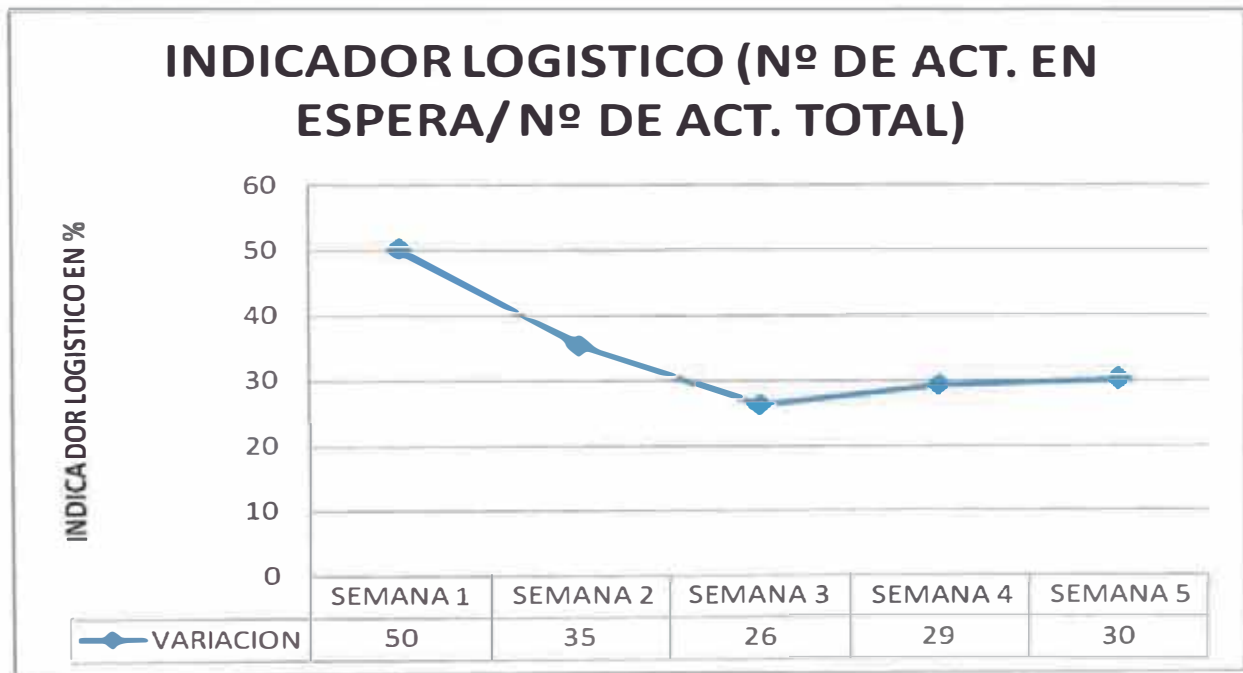


Figura3.26: Grafica de desarrollo del indicador logístico II.

C) EL TERCER INDICADOR:

Nº de total de pedidos con errores/Nº de pedidos en total:

Si bien es cierto, el área de logística se ocupa de que el requerimiento solicitado llegue a obra en el momento que sea necesario. Es también muy importante que llegue con las especificaciones y consideraciones necesarias. Por tanto lo que nos ayuda a visualizar este indicador es de qué manera el área de logística trabaja conjuntamente con las demás áreas (oficina técnica). Para la medición en este caso se tomaran periodos de una semana.

Cuadro 1.7: Resultados obtenidos del análisis semanal del indicador III.

DESCRIPCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	ACUMULADO
Nº total de pedidos con errores	5	5	4	4	2	20
Nº total de pedidos	30	34	37	44	38	183
Indicador	17%	15%	11%	9%	5%	11%

Fuente: Propia

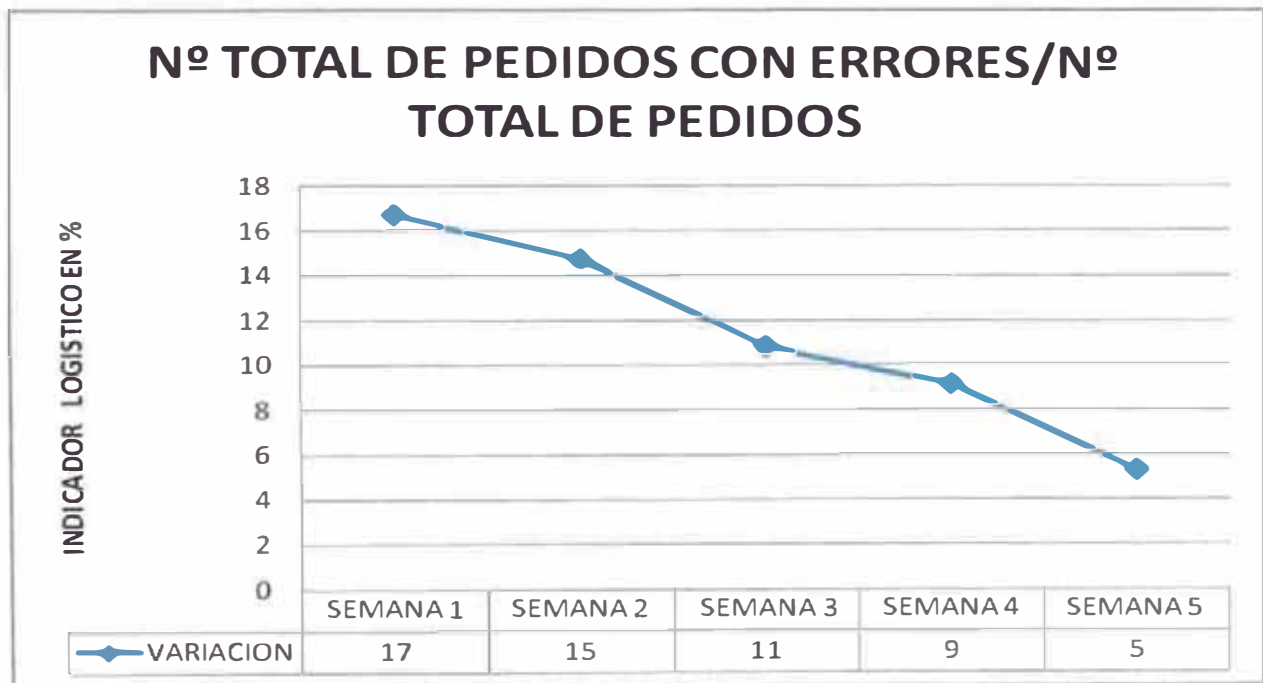


Figura3.27: Grafica de desarrollo del indicador logístico III.

• INDICADORES EMPLEADOS EN EL ANALISIS DE LA PLANIFICACION

El sistema Last Planner busca mantener la continuidad en los flujos, identificando y realizando las acciones necesarias para lograr la ejecución del plan de trabajo diseñado durante la etapa de planificación con base en su desarrollo a un mayor detalle. A continuación se muestra en la siguiente tabla el Plan Semanal donde se enumeran las actividades programadas, de las cuales se espera un cumplimiento del 100%.

Cuadro 1.8: Planificación semanal en la ejecución de las redes de desagüe en VC5.

SEMANA :				SEMANA 01							
INGENIERO :				AGOSTO							
PROYECTO :				L	M	M	J	V	S	D	
	DESCRIPCIÓN	und	Metrado programado	07	08	09	10	11	12	13	
1.	REDES DE DESAGUE EN VILLA CLUB OS (SECTOR I)										
1.1	Trazo y replanteo	ML									
1.2	Excavación de zanja p/tub. Terreno normal (1.20 mts a 1.50 mts)	ML	250	42	42	42	42	42	40		
1.3	Refine y cama de apoyo en terreno normal p/tub.	M2	200		40	40	40	40	40		
1.4	Instalación de tubería en terreno normal p/tub.	ML	250			65	65	65	55		
1.5	Prueba hidráulica a zanja abierta	ML	100					50	50		
1.6	Prueba hidráulica a zanja tapada	ML	50						50		

Fuente: propia

Culminada la semana se realiza un análisis de confiabilidad cuyos objetivos son:

- Medir la confiabilidad del sistema de programación, es decir, la precisión con la que podemos predecir lo que se hará en la semana.
- Identificar y eliminar las causas que no permiten obtener el 100% del cumplimiento del plan semanal.
- Aprender sistemáticamente de las experiencias que se estén obteniendo en el proyecto, con el fin de no cometer errores repetitivos.

Para conseguir estos objetivos se utilizan las siguientes herramientas:

PPC (Porcentaje de Plan Completado)

El cálculo del PPC se realiza en base al Plan Semanal y se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se obtiene de dividir el número de tareas completadas durante la semana entre el número total de tareas que ingresaron al Plan Semanal.
- Sólo se consideran las tareas 100% completadas, no se toma en cuenta el porcentaje parcial de avance de las mismas.

Es por ello que se tiene lo siguiente:

PROCESOS	PARAMETROS	UNIDADES
Planificación	Efectividad de la planificación	% de actividades completadas= N° de actividades totalmente completadas / N° de actividades planificadas

El PPC semanal y acumulado se calcula en una tabla como la que se muestra a continuación.

Cuadro 1.9: PPC semanal y acumulado en la ejecución de redes de desagüe en VC5

MES	SEMANA	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC	
		SEMANA L	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO
	Semana 1	20	20	16	16	80	80
	Semana 2	21	41	14	30	67	73
	Semana 3	25	66	19	49	76	74
	Semana 4	22	88	13	62	59	70

Fuente : Propia

A partir del cuadro se realiza el análisis de causas de incumplimiento. Este análisis consiste en identificar las razones o causas de incumplimiento de las actividades del Plan Semanal que no se completen al final de la semana.

LOG (ausencia o insuficiencia de materiales en el proyecto)	LOGISTICA
EQ (averías o fallas en los equipos)	EQUIPOS
ACT- PREV (retrasos en actividades previas)	ACTIVIDADES PREVIAS
DOC-TEC (Cambios en la ingeniera durante el desarrollo del plan semanal, incongruencias de los planos con la realidad del campo)	DOCUMENTACION - TECNICA
SUBCONT (incumplimiento en la entrega de algún servicio o recurso subcontratado)	SUBCONTRATISTAS
EXT (eventos extraordinarios como huelgas sindicales,etc.	FACTOR EXTERNO
QA/QC (fallas o atrasos del área de control de calidad del proyecto)	CONTROL DE CALIDAD

Para cada una de las actividades se realiza un análisis de cumplimiento encontrando la causa raíz de no completar al 100% la actividad. Con este tipo de análisis se ayuda áreas de soporte a encontrar oportunidades de mejora en sus procesos y procedimientos internos, en el caso particular se realiza dicho análisis para el caso del Plan de Porcentaje cumplido que se tiene en el cuadro anterior.

Cuadro 1.10: Análisis del cumplimiento de las actividades programadas.

SEMANA : INGENIERO: PROYECTO:								ANALISIS DE CUMPLIMIENTO					
								L	M	M	J	V	S
ITEM	DESCRIPCIÓN												
1.1	INSTALACION DE TUBERIAS DESAGUE												
1.1.1	Trazo y replanteo	x	x	x	x			1					
1.1.2	Excavación de zanja p/tub.Terreno normal		x	x	x	x	x	1					
1.1.3	Refine y cama de apoyo en terreno normal p/tub.			x	x	x	x	1					
1.1.4	Instalación de tubería en terreno normal p/tub.				x	x	x		1	LOG	Demora en el suministro de tubería en el área de trabajo		
1.1.5	Prueba hidráulica a zanja abierta					x	x		1	ACT- PRE V	El retraso en la culminación de la actividad anterior		
1.1.6	Prueba hidráulica a zanja tapada						x		1	SUB CON T	Falta de personal		
								3	3				
								50%					

Fuente: Propia

Del cuadro anterior se puede visualizar el porcentaje de cumplimiento que se tiene en la ejecución de la partida de instalación de tuberías de redes de alcantarillado en Villa Club 05. El cuadro representa el análisis hecho en una de las actividades en las cuales se tuvo incumplimiento de la programación semanal.

• INDICADORES PARA EL ANALISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

El impacto del sistema Last Planner en la productividad debe reflejarse de manera directa con el control, programación y seguimiento de las actividades, pues se tiene como objetivo que el personal esté destinado a alguna tarea programada, con lo que los tiempos muertos y las paras en los flujos deben ser mínimos. Esto debe reflejarse en los indicadores de rendimiento o productividad para cada una de las partidas. Es por ello, que para medir el impacto de la implementación del sistema Last Planner en la obra, se debe hacer un análisis de la evolución de los indicadores. El sistema Last Planner permite obtener un informe de productividad a partir del control que se tiene de las actividades programadas en cada semana. Estos informes de productividad son indicadores con los cuales se monitorea el progreso o la mejora en cada una de las actividades denominadas partidas de control.

Para el análisis de la productividad en obra, se toman como muestra los datos obtenidos de la implementación piloto en el proyecto Villa Club 05, específicamente en lo relacionado a la construcción de las redes de alcantarillado de uno de los sectores de trabajo definidos para el proceso de ejecución.



Figura 3.28: Fragmento de plano de sectorización de redes de desagüe (Fuente : proyecto villa club).



Figura 3.29: Trabajos en la red de alcantarillado de las calles 02 Norte y 11 en Villa Club 05(Fuente : proyecto villa club).

Se está considerando el metrado de la partida de control denominada instalación de tuberías en la red de alcantarillado, en el área urbana de Villa Club 05, el metrado de esta actividad ha sido sectorizada para su ejecución en toda el área urbana que comprende la urbanización proyectada. En esta ocasión se describirá el desarrollo de la productividad a lo largo de las primeras 05 semanas en el sector 01 de Villa Club 05, la cual está siendo ejecutada por una cuadrilla compuesta de la siguiente manera.

CARACTERISTICAS DE LO PROGRAMADO – REDES DE ALCANTARILLADO – VILLA CLUB 05 – SECTOR I	
AVANCE NECESARIO POR DIA	60 METROS LINEALES (8 HORAS POR DIA)
CUADRILLA	0.5 CAPATAZ + 2 OPERARIO + 2 OFICIAL + 6 PEON
HORAS HOMBRE EMPLEADAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIDO	420 HH POR SEMANA

Los cuadros que se muestran a continuación contienen datos obtenidos del avance semanal obtenido en obra, a través de estos datos se busca realizar el análisis comparativo de los ratios de productividad esperados o presupuestados y los ratios de productividad reales, estos ratios que resultan de el cociente (llámese indicador) entre las horas hombre y el avance, ello nos brinda el ratio de productividad.

PROCESOS	PARAMETROS	UNIDADES	
		REAL vs PRESUPUESTADA	
CONSTRUCCION	PRODUCTIVIDAD	HH/ m3	\$/m3
	RENDIMIENTO	HH/ ml	\$/ml

Cuadro 1.11 : Ratio de productividad alcanzado en la ejecución de cada semana

SEMANA	INSTALACION DE TUBERIAS DE DESAGUE	HORAS HOMBRE EMPLEADAS	RATIO DE PRODUCTIVIDAD SEMANAL	(A) METROS LINEALES DE TUBERIA INSTALADOS	(B) HORAS HOMBRE EMPLEADAS (ESPERADA)	RATIO DE PRODUCTIVIDAD ESPERADO(B/A)
SEM 1	125	470	3.76	300	420	1.40
SEM 2	165	475	2.88	300	420	1.40
SEM 3	158	490	3.10	300	420	1.40
SEM 4	205	460	2.24	300	420	1.40
SEM 5	220	478	2.17	300	420	1.40

Fuente : Propia

Cuadro 1.12: Ratio de productividad acumulado en la ejecución de redes de alcantarillado en Villa Club 05.

SEMANA	METROS LINEALES DE TUBERIA INSTALADOS	METROS DE TUBERIA INSTALADO ACUMULADO	HORAS HOMBRE EMPLEADAS	HORAS HOMBRE EMPLEADAS ACUMULADO	RATIO DE PRODUCTIVIDAD ACUMULADO
SEM 1	125	125	470	470	3.76
SEM 2	165	290	475	945	3.26
SEM 3	158	448	490	1435	3.20
SEM 4	205	653	460	1895	2.90
SEM 5	220	873	478	2373	2.72

Fuente : Propia

Cuadro1.13: Grafico comparativo entre el ratio de productividad real y el esperado, para ello se emplean los datos obtenidos en los 02 cuadros anteriores.

SEMANA	RATIO DE PRODUCTIVIDAD ESPERADO (RATIO-META)	RATIO DE PRODUCTIVIDAD SEMANAL(RATIO-REAL)	RATIO DE PRODUCTIVIDAD SEMANAL ACUMULADO (RATIO – REAL ACUM.)
SEM 1	1.40	3.76	3.76
SEM 2	1.40	2.88	3.26
SEM 3	1.40	3.10	3.20
SEM 4	1.40	2.24	2.90
SEM 5	1.40	2.17	2.72

Fuente : Propia

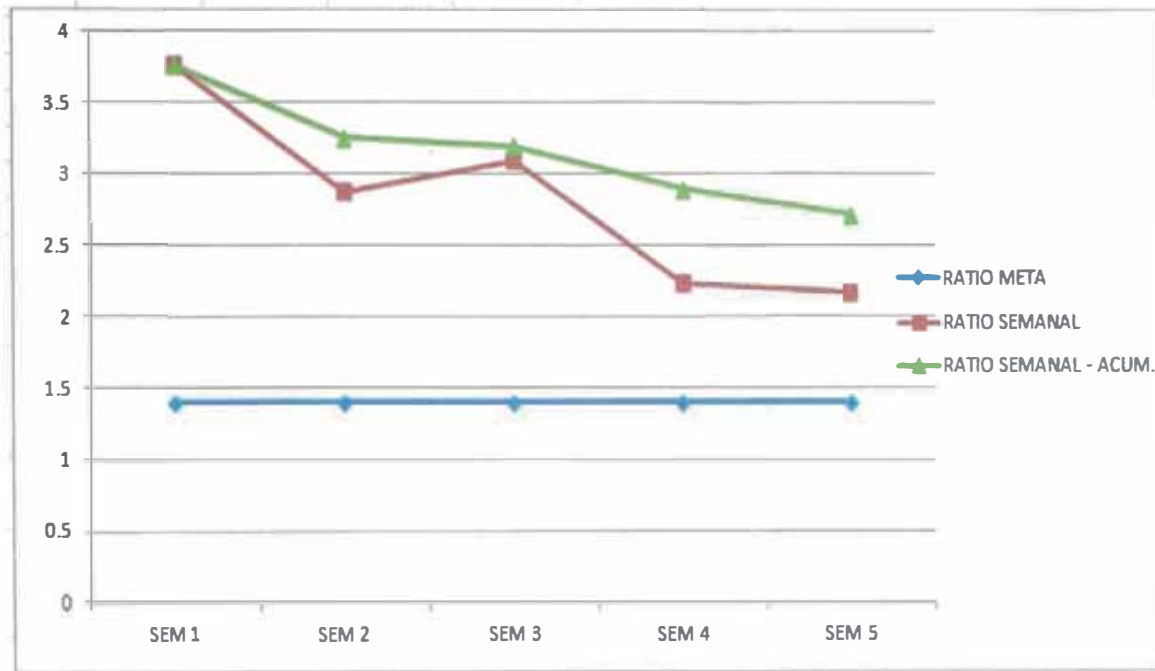


Figura 3.30: Gráfico del ratio semanal, luego el ratio acumulado y el ratio meta

Debe señalarse que el ratio meta tiene un valor menor al ratio acumulado con lo cual se puede indicar que se están perdiendo horas hombre en esta partida de control.

Los ratios de productividad obtenidos en este análisis, pueden emplearse para referenciar los niveles de productividad en futuros proyectos similares, ya que muestra el desempeño real de lo producido en cada partida control en específico, permitiendo conocer su evolución histórica en todo el desarrollo del proyecto, para de acuerdo a ello realizar las modificaciones o mejoras del caso.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Los especialistas durante el diseño deben presentar avances de su trabajo, en coordinación estrecha con las demás especialidades, para evitar incompatibilidades, resolver dudas y discutir opiniones contrarias.

El análisis de restricciones es muy importante en todas las etapas de desarrollo del proyecto, tanto en el diseño como en el desarrollo en la ejecución del proyecto inmobiliario, un claro ejemplo de ello lo ofrece el proyecto al cual se referencia en este informe, debido a que no se realizó el adecuado análisis de restricciones del proyecto se ha tenido múltiples retrasos debido a la falta de identificación de restricciones propios del desarrollo del proyecto.

La importancia de los indicadores generados para el control y evaluación de los resultados obtenidos por la implementación del Sistema Last Planner, son fundamentales debido a la necesidad de verificar y realizar el adecuado seguimiento a los resultados obtenidos por dicha implementación sobre todo en aquellos aspectos indispensables para el desarrollo del proyecto en su etapa de ejecución. En nuestro caso se hizo notar una disminución considerable en la variabilidad del proyecto (implementación piloto en el sector I) a través de los indicadores aplicados en los diversos aspectos de desarrollo del proyecto (planificación, logística y producción).

El Último Planificador hace hincapié en la participación de todos los involucrados en un proyecto de construcción, y que tengan relación con la planificación y la producción, en un proceso de trabajo de equipo (trabajo colaborativo). Se debe hacer notar que este esquema de trabajo y participación hace sentir más propio el trabajo realizado, luego la resistencia al cambio en la organización que se producen por la implementación del Sistema Last Planner, se ve fuertemente reducida, por la significativa relevancia que le da la participación de los involucrados.

4.2 RECOMENDACIONES

Del trabajo presente, se recomienda en primer lugar la necesidad de emplear una organización adecuada para la administración de un proyecto inmobiliario, ello debe de realizarse desde la concepción del proyecto hasta la etapa de ejecución y finalización del proyecto. En nuestro caso en particular se ha tomado como guía los lineamientos del Lean Construction aplicados a un proyecto inmobiliario de Habilitación Urbana, de tal forma que se puedan mejorar de manera sostenida el diseño y ejecución del proyecto indicado.

Es necesario que en la empresa que desea implementar el Sistema Last Planner, tenga la disponibilidad y la apertura a cambios y/o mejoras a nivel organizativo y de procesos. Ya que es beneficioso que se tenga identificado y mapeado los procesos del proyecto. Es decir estandarizar procesos y ubicarlos en un diagrama de flujo para que cualquier miembro de la empresa entienda y vea de forma rápida en qué consiste el proyecto y la forma de trabajo.

Es importante al iniciarse la definición del proyecto tomar en cuenta las diversas alternativas tecnológicas con las cuales se cuenta, ya que los beneficios en lo referente al uso de una determinada tecnología no solamente son apreciables en cuanto a lo económico sino también puede involucrar un beneficio en tiempo de ejecución, facilidad en el procedimiento constructivo, entre otras cosas.

Es muy importante tomar en cuenta, que si bien es cierto la aplicación del Sistema Last Planner en la etapa de diseño abarca básicamente la etapa de producción del mismo, es indispensable tomar en cuenta que su aplicación en esta etapa no serviría de mucho, si es que no se toman en cuenta los lineamientos del Lean Construction desde la forma como se define y diseña el proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- Ballard Herman Glenn. “ **The Last planner System of Production Control**” (Inglaterra,2000).
- Botero Botero, Luis Fernando “ **Lean Construction como nueva estrategia de Gestión en la construcción**”. (Colombia, 2006).
- Guio Castillo, Virgilio. “**Productividad en obras de construcción. Diagnostico, critica y propuesta**”.(Perú, 2003).
- Rojas Vera, Raúl (Chile,2005) “ **La construcción: Estudio e implementación de una Nueva Filosofía de Planificación de proyectos (Lean Construction)**”.
- Alfredo Sepell (Chile 1993) “ **Administración de obras de construcción**”.