



Facultad de Ingeniería  
Y Ciencias Agrarias

---

*“ Implementación de Lean  
Construction en la  
construcción argentina “*

---

Trabajo final de la carrera Ingeniería Civil

Alumno: Guillermo Mariano Perez

Director de Carrera: Ing. José Ante

Tutor: Ing. Bruno Agosta

Registro: 151022270

# Índice

---

<b>Índice</b>	<b>2</b>
<b>1 Resumen ejecutivo</b>	<b>3</b>
<b>2 Introducción</b>	<b>5</b>
<b>3 Origen de Lean Construction</b>	<b>6</b>
3.1 Origen de Lean Production	6
3.2 Ideas Principales de Lean Production	7
3.2.1 Eliminación de desperdicio	7
3.2.2 Pilares de Lean Production	8
<b>4 Caso de estudio: Edificio de Oficinas</b>	<b>11</b>
4.1 Introducción	11
4.2 Bases de Lean Construction	11
4.3 Desarrollo del proyecto	13
4.4 Inicio del proyecto	15
4.5 Planificación	16
4.5.1 Valor	16
4.5.2 Value Stream Mapping del Proyecto	17
4.6 Pre-diseño	21
4.6.1 Visita a Obra y estudio de prefactibilidad	21
4.7 Elaboración del Layout y Presupuesto	24
4.8 Gestión de documentación	37
4.9 Control	44
4.9.1 Sistema Last Planner	44
<b>5 Análisis de resultados: Dificultades de aplicación de Lean Construction en Argentina</b>	<b>52</b>
5.1 Efecto de la economía en la construcción argentina.	52
5.2 Inconvenientes específicos de la construcción argentina	55
5.3 Resultados de aplicación de Lean Construction en el caso de estudio	57
<b>6 Conclusión</b>	<b>62</b>
<b>7 Anexos</b>	<b>64</b>
Anexo A	64
Anexo B	65
Anexo C	73
<b>8 Bibliografía</b>	<b>75</b>

# 1 Resumen ejecutivo

---

La industria de la construcción se caracteriza por ser una de las más ineficientes en cuanto a producción. Uno de los motivos de porque sucede esto es que cada proyecto es único en sí mismo. Siempre que se construye se tiene un objetivo en particular con infinitas variables, tales como tiempos de entrega pactados, documentación específica, adecuaciones legales, factores climáticos, materiales y tecnología disponible y hasta intereses políticos. Las interacciones entre estos factores producen que los proyectos terminen fuera de tiempo, costos y calidad prevista.

Este es un problema que termina impactando negativamente en las empresas, tanto económicamente, como a la imagen de las mismas. Un estudio de COMARCO afirma que el porcentaje de obras terminadas fuera de plazo es mayor al 70% y que las desviaciones en el costo están por encima del 50%<sup>1</sup>, con datos estadísticos recopilados para Argentina. Entonces, como es lógico suponer hay lugar para la mejora de productividad. De ahí surge la pregunta ¿De qué manera se puede mejorar la productividad en la construcción argentina?

Por otra parte, si analizamos a la industria manufacturera vemos que aumentó su productividad en las últimas décadas. Un estudio comparativo sobre la productividad en la industria de la construcción, revela que durante 1964 y 2003 el índice de productividad de la construcción descendió casi un 25%, mientras que la productividad en el resto de la industria no agrícola se incrementó casi 200%. Frente a estos datos estadísticos uno puede ver que hay una gran diferencia, por lo que me hace pensar que se podría incorporar cosas de una industria a otra. Esta idea la tuvo Lauri Koskela hace ya más de 20 años, y así desarrolló de manera teórica lo que se conoce como Lean Construction, el cual se lo puede definir como:

***“una filosofía que cambia el pensamiento tradicional de trabajo en el sector construcción por medio de sistemas de gestión innovadores fundamentados en análisis de pérdidas, planificando las actividades con el objetivo de mejorar***

---

<sup>1</sup> Gestión y Productividad en Obras - COMARCO P6 Bruno Badano, Rómulo Bertoya y Alejandro Cantú

***la productividad en la construcción, eliminando actividades que no aportan para el resultado de la obra”<sup>2</sup>***

Esta nueva forma de trabajar se está aplicando en Estados Unidos desde aproximadamente el 2007, donde estudios y análisis realizados hasta ahora revelan que las empresas que ya aplican esta filosofía de producción han obtenido altos niveles de productividad.

Con esta información surge una segunda pregunta, ¿Se puede aplicar Lean Construction en Argentina para mejorar la productividad en el sector de la construcción?

Para ver su efectividad se aplicó Lean Construction a un caso de estudio el cual es un edificio de oficinas. En el mismo se analiza tanto una parte de planificación y diseño como de construcción. En la implementación se utilizaron diferentes herramientas, siendo ellas: Value Stream Mapping, para hacer una planificación inicial incorporando a todas las áreas y viendo la dirección a seguir del proyecto. Target Value Design, para obtener un costo del proyecto previo a la realización de documentación. Softwares de diseño (Revit, BIM 360, Fieldlens y Bluebeam), para facilitar la creación de documentación, informar tanto a agentes externos como internos de información pertinente y almacenar documentación de una forma que todos tengan acceso. Last Planner System, para tener una mejor planificación y control mejorando la comunicación con los contratistas y aumentando el nivel de porcentaje de plan completado (PPC).

Estas herramientas se pueden aplicar sin inconvenientes en la industria de la construcción argentina siempre y cuando haya compromiso de las partes involucradas. En el caso de estudio Lean Construction ayuda a contrarrestar los efectos de la economía, la falta de comunicación y la mala planificación. Permite mantenernos en los tiempos pactados y dentro de los costos presupuestados, mejorando la productividad del proyecto. Su costo de implementación es reducido en comparación con las ventajas que nos trae y se puede amortizar con reducciones de costo brindadas.

---

<sup>2</sup> Lean construction LC bajo pensamiento Lean - Miguel David Rojas - Mariana Henao María Elena Valencia

# 2 Introducción

---

Este trabajo final está enfocado en los orígenes de Lean Construction, cuales son sus herramientas y cómo se las puede aplicar a un caso de estudio en el contexto de la construcción argentina.

En el capítulo 2 se podrán ver una introducción al tema a analizar mencionando brevemente de donde surge la idea de este trabajo y porque se eligió el tema a desarrollar.

El capítulo 3 está enfocado en los orígenes de Lean Construction, que antes de ser aplicado a la industria de la construcción fue creado en la industria automotriz. Aquí se analiza cómo fue que hicieron para competir con industrias ya desarrolladas en Estados Unidos y Europa, aplicando la filosofía Lean y más específicamente un análisis de los dos pilares que son Total Quality Control y Just in Time.

El Capítulo 4 es donde se podrá ver en un comienzo los fundamentos de la filosofía de Lean Construction y luego la aplicación de un caso de estudio en particular, aplicando diferentes herramientas. Estas herramientas son, Value Stream Mapping, Target Value Design, Softwares para mejorar constructibilidad y comunicación (Fieldlens, Revit y Bluebeam) y por último Last Planner System. En cada uno de los casos se desarrollan los temas de una forma teórica y luego como fueron pensados su adaptación a este caso en concreto.

En el capítulo 5 se realiza un análisis de las dificultades de la aplicación de Lean Construction en Argentina y que resultados se obtienen de la aplicación de Lean Construction en el caso de estudio. Para las dificultades de aplicarlo en argentina, se consideró por un lado la situación económica del país y como afecta esto a la productividad de las empresas. Por otro lado se vio cuáles son las causas principales de retrasos y sobrecostos en obras argentinas. Finalmente, con esta información se demuestra como lo aplicado en el caso de estudio contrarrestar estas dificultades mejorando la productividad.

En el capítulo 6 es la conclusión del trabajo, en la cual con todos los puntos analizados se llega a un veredicto de si Lean Construction sirve para aplicarlo en la construcción argentina.

# 3 Origen de Lean Construction

## 3.1 Origen de Lean Production

El origen de Lean Construction no es el de la industria de la construcción, sino que comenzó en la industria automotriz en la línea de producción de Toyota. En 1950, Toyota elaboró este sistema para lograr ser más productivo y así poder competir con industrias ya establecidas en Europa y Estados Unidos.

El mundo comenzó a percatarse de esto los años posteriores a la crisis del petróleo de 1973, en donde otras empresas fallaban, Toyota continuaba presentando ganancias, como podemos ver en la figura 3.1:

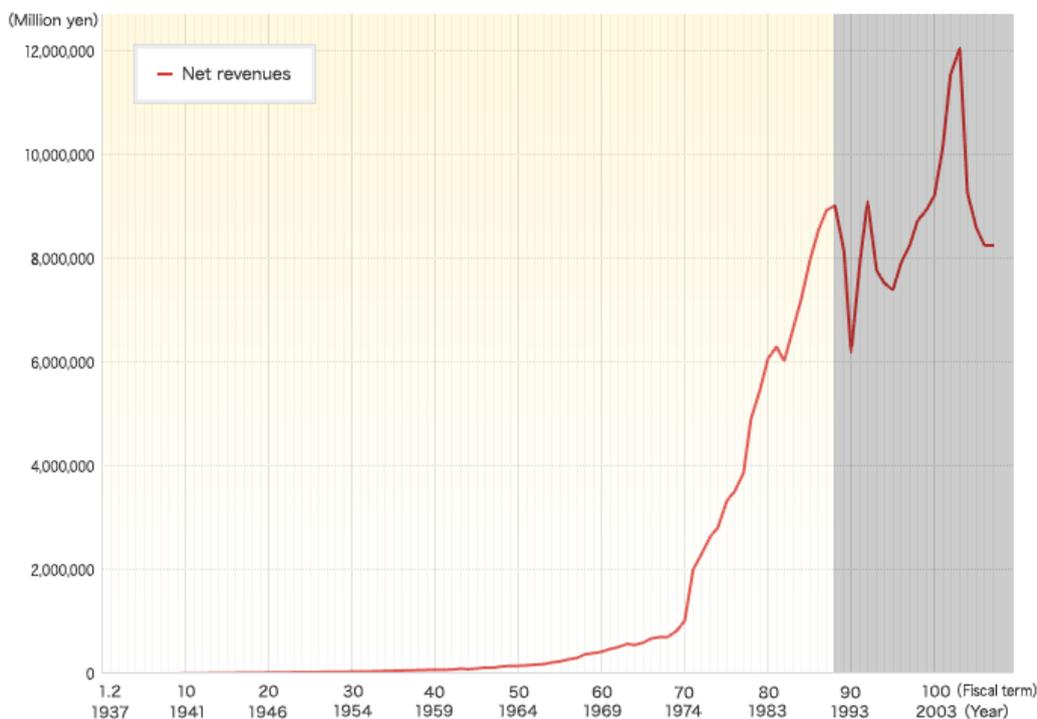


Figura 3.1. Ganancias de Toyota en yenes<sup>3</sup>

<sup>3</sup> "Changes in Income - Toyota Motor."

[https://www.toyota-global.com/company/history\\_of\\_toyota/75years/data/company\\_information/management\\_and\\_finances/finances/income/1960.html](https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/company_information/management_and_finances/finances/income/1960.html). Se consultó el 8 may.. 2020.

En la década de los 80 se publicaron varios libros sobre esta nueva filosofía (Monden 1983, Ohno 1988, Shingo 1984, entre otros) lo cual provocó que se empiece a aplicar en otras industrias, y así permitió el desarrollo de nuevas ideas y formas de trabajar.

Actualmente esta metodología se conoce como Lean Production y se practican principios de la misma en un 69.7% de empresas Estadounidenses<sup>4</sup>.

## 3.2. Ideas Principales de Lean Production

### 3.2.1 Eliminación de desperdicio

Se puede atribuir el mérito de la creación de Lean Production tanto a Taiichi Ohno, como a Shigeo Shingo, ambos trabajaron en la optimización de la línea de producción de Toyota, desarrollando ideas innovadoras para la época. Taiichi Ohno resume de manera muy sencilla el concepto detrás de Lean Production en su libro *“Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”*:

***“Lo que estamos haciendo es ver la línea de tiempo desde el momento en que el cliente nos da una orden hasta el punto en el que recogemos su dinero. Estamos reduciendo esa línea de tiempo removiendo los desperdicios” (Figura 2.2)***

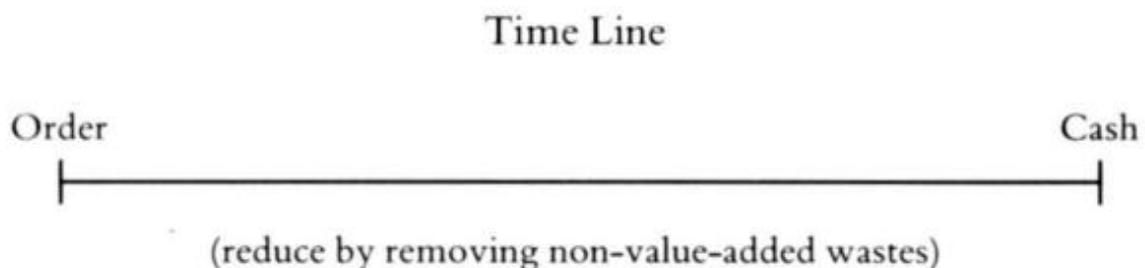


Figura 2.2. Línea de tiempo de orden a dinero<sup>5</sup>

Muchas compañías determinan el precio de sus productos usando este principio básico de costos:

<sup>4</sup> "How Lean is Transforming Companies - The Role of Kaizen ...." 24 jun.. 2019, <https://reverscore.com/lean-transforming-companies/>. Se consultó el 9 may.. 2020.

<sup>5</sup> Taiichi Ohno - Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production - Introduction P1

$$\text{Costo} + \text{Beneficio} = \text{Precio de Venta}$$

Esto quiere decir que si por ejemplo el costo del combustible aumenta, esto debería aumentar el costo final del producto. En Toyota estos argumentos no son válidos, ya que creen que el precio de venta lo decide únicamente el comprador y se basan en el siguiente principio:

$$\text{Precio de Venta} - \text{Costo} = \text{Beneficio}$$

Entonces el beneficio es lo que obtenemos después de sacarle el costo al precio de venta. Como el precio de venta lo decide el consumidor, lo único que se puede hacer es reducir el costo. Por ende, la reducción de costos tiene que ser prioritaria y se tiene que obtener no solo mejorando los desperdicios, sino haciendo cambios fundamentales que los eliminen.

Shigeo Shingo los procesos consisten de cuatro componentes, proceso, inspección, transporte y demoras<sup>6</sup>. De estos cuatro elementos sólo se obtiene valor en el proceso de elaboración, por ejemplo en Toyota sería ensamblado de partes para un auto, los otros tres elementos se pueden considerar como desperdicios. Estos cambios fundamentales se pueden ver explicados en Just in time (JIT) y Total Quality Control (TQC)

### 3.2.2 Pilares de Lean Production

Lo que comenzó como un sistema de producción se transformó en una filosofía de gerenciamiento, a pesar de que hoy en día hay un abanico de herramientas diferentes para cada industria, se puede decir que existen dos conceptos que se los considera como los pilares de Lean Production.

Estas dos bases serían el JIT ( Just in Time) y TQC (Total Quality Control).

***JIT (Just-in-time): “ Just in time o justo a tiempo significa que, en un flujo de procesos, los materiales necesarios en la línea de producción llegan en el momento exacto en el que se los necesitan y solo en las cantidades necesarias. Las compañías realizan esto para no disponer de espacio para almacenaje”***

La idea de Just-in-time es que en un proceso las partes deben llegar en el tiempo necesario y en la cantidad necesaria con el objetivo de no tener que requerir de espacio para almacenamiento.

No tener un espacio destinado al almacenamiento trae ciertas ventajas. Las fábricas necesitan menos espacio para la producción, por ende se tiene fábricas más pequeñas.

---

<sup>6</sup> Shigeo Shingo - A Study of the Toyota Production System - C3 P77

Se reconfiguran los layouts de las líneas de producción para que un trabajador pueda operar varias máquinas y así se reducen los costos de mano de obra. También la configuración de layout tiene en cuenta la reducción de tiempos de traslado de materiales.

Respecto a la producción cantidades y tiempos necesarios, Shigeo Shingo dice que puede haber dos tipos de sobreproducción, de cantidad y de tiempo. Si las cantidades producidas no son exactamente las que necesitamos hay sobreproducción por cantidad, lo que implica un sobrecosto por las piezas adicionales. Esto se soluciona reduciendo los lotes de producción, teniendo más control sobre posibles excesos de producción. Pudieron competir con otras empresas en gran medida debido a la producción de lotes más pequeños y esto fue únicamente posible debido a la eliminación de tiempo que previamente estaba siendo utilizado en desperdicios, sin este tiempo desperdiciado se puede producir más en menos tiempo como se ve en la figura 3.3:

	Toyota Takaoka Plant	Plant A (America)	Plant B (Sweden)	Plant C (West Germany)
1 Number of employees	4,300	3,800	4,700	9,200
2 Number of cars produced (daily)	2,700	1,000	1,000	3,400
3 Time per car (number of people)	1.6	3.8	4.7	2.7
4 Ratio	1.0	2.4	2.9	1.7

**TABLE 5. Assembly Time per Vehicle by Country \***

*Figura 3.3. Línea de tiempo de orden a dinero - Study of the toyota production system (Shigeo Shingo)<sup>7</sup>*

Se compara la cantidad de trabajadores, cantidad de autos producidos y tiempo utilizado en la fabricación entre Toyota y plantas de producción Americanas, Suecia y Alemania. Se observa que las demás fábricas gastan entre 1,7 a 2,9 más tiempo para producir la misma cantidad que Toyota.

Si las cantidades producidas se realizan antes del tiempo necesario, entonces necesitamos de un espacio adicional para almacenarlas, hay una sobreproducción de tiempo. Por lo que se requiere de un espacio mayor para almacenar esas piezas y tiempo perdido almacenando.

La aplicación de JIT en una línea de producción no es fácil de lograr, por un lado tiene que haber gran cooperación con proveedores para garantizar la disposición de

<sup>7</sup> Shigeo Shingo - A Study of the Toyota Production System - C5 P77

materiales cuando sean necesarios. También se requiere de compromiso por parte de los trabajadores, y estar pensando en un estado de mejora continua. Cada vez que se cometan errores reportarlos para poder prevenirlos a futuro.

Total Quality Control (TQC) empieza con la inspección de materiales y productos usando métodos estadísticos. El control de calidad pasó de una simple inspección de los productos al TQC. El término total se refiere a estos tres términos, expandir TQC a todos los departamentos, expandir TQC de los trabajadores a la gerencia y expandir TQC para cubrir todas las operaciones de la compañía.

Las metodologías de calidad fueron evolucionando con el concepto de calidad. El foco cambio de una inspección de una muestra a control de procesos, y por ultimo paso a diseñar calidad dentro del producto y proceso (Poka-yoke)<sup>8</sup>. Esto quiere decir que siempre hay que anticiparse al error, se diseñan máquinas de tal forma que puedan detectar el error y apagarse o emitir una señal indicando el mismo.

Sabiendo que piezas están mal, o si una máquina está a punto de fallar permite anticiparse al error y así evitar retrabajos y tiempos innecesarios.

---

<sup>8</sup> Shigeo Shingo - A Study of the Toyota Production System - C1 P23

# 4 Caso de estudio: Edificio de Oficinas

---

## 4.1 Introducción

Para poder entender de una manera mejor los beneficios de implementar Lean Construction en un proyecto, en el siguiente capítulo se verá la aplicación del mismo a la construcción de un edificio de oficinas, abarcando la planificación del proyecto, el diseño, y etapa constructiva.

También habrá una descripción de los actores involucrados en la creación del proyecto y especificaciones del mismo, para poder entender mejor el contexto en el que se aplica. Se analizará cuales son los objetivos de Lean Construction y en cada caso se aplicará diferentes herramientas para lograr el objetivo de una construcción esbelta.

## 4.2 Bases de Lean Construction

Lean Construction es una filosofía que nace de los principios de Lean Production aplicados a la construcción. Se puede definir sus ideas principales como las siguientes<sup>9</sup>:

- *“Establecer objetivos claros en el proceso”*: Se crea un proceso con tareas e hitos a cumplir con tiempos especificados. El proceso de construcción se puede dividir en subprocesos para detallar las actividades de cada uno.
- *“Maximizar lo que el cliente quiere”*: Todo el proceso se debe analizar en conjunto, y ver qué actividades son fundamentales para entregar un producto que represente los valores del cliente.
- *“Diseñar de manera conjunta los procesos y el producto”*: desde el inicio del proyecto se debe planificar y diseñar en conjunto para optimizar el proceso y los diseños. Esto llevaría a un proceso proactivo en lugar de un proceso reactivo (se reacciona a los problemas que ocurren y, por lo tanto, superar los problemas en el último minuto que podrían conducir a retrasos).

---

<sup>9</sup> Construcción Moderna - Lean Project Delivery and Integrated Practices - Forbes & Ahmed C3 P61

- “*Aplicar control en la vida del proyecto*”: Cualquier variación con respecto al diseño o cualquier alteración en los tiempos y costos se debe controlar e intentar prever.
- “*Mejora Continua*”: Ver cuales son los errores durante el proyecto, como surgen y solucionarlos para que no vuelvan a ocurrir.

El enfoque final de Lean Construction tiene en cuenta el tiempo total del proyecto y sus costos. Se centra en los flujos de trabajo y en la dependencia de las actividades y sus variaciones.

La planificación define el camino a seguir con hitos y actividades mientras que el control apunta a seguir lo planeado y aprender de los errores replanteando actividades. La estructura de los trabajos debe diseñarse en una etapa temprana teniendo una buena definición del plan del proyecto en su totalidad.<sup>10</sup>

Lean Construction se centra en dos aspectos principales, el flujo de trabajo y la dependencia entre actividades dentro del proyecto. El flujo de trabajo sería la ejecución en un proceso donde las tareas se pasan de un participante a otro, de acuerdo a una serie de procedimientos que se deben llevar a cabo. Lean Construction se esfuerza por alcanzar un flujo de trabajo de alto rendimiento al reducir todas las actividades que generan desperdicio. Esas formas de desperdicio en la construcción se pueden resumir en las siguientes:<sup>11</sup>

- **Sobreproducción:** producir más de lo que una actividad requiere, gastando así más recursos y así perder tiempo y retrasar actividades posteriores.
- **Inventario:** se suele dejar material en acopio para futuros trabajos. Cuando los materiales llegan antes de tiempo pueden llegar a interferir con el trabajo de otros contratistas y así ser contraproducente.
- **Pasos extra en proceso:** Actividades que generen pasos extra.
- **Errores:** Los errores ocurren cuando el control no se realiza durante el proceso, y cuando el diseño no se analiza teniendo en cuenta las actividades que le siguen para así asegurar los recursos que necesitamos en el futuro. También se pueden obtener defectos cuando una actividad se realiza antes de tiempo.
- **Espera:** Tiempo perdido esperando materiales, documentación, un error siendo arreglado, o un equipo esperando que otro equipo termine su trabajo.

---

<sup>10</sup> What is Lean Construction - Gregory A. Howell

<sup>11</sup> Construcción Moderna - Lean Project Delivery and Integrated Practices - Forbes & Ahmed C3 P64

- Transporte: los recursos y tiempo gastado en transportar material no incrementan su valor y es por eso que se deben reducir al máximo. Pueden ser materiales en acopio.
- Recursos Humanos: cualquier sugerencia de los actores que no se tenga en cuenta. los operarios que trabajan día a día pueden llegar a tener ideas para mejorar el proceso o los trabajos.

Generalmente se puede aumentar la cantidad de trabajo producido aumentando la cantidad de trabajadores, pero si trabajamos en eliminar los desperdicios podemos mejorar la productividad sin añadir mayor cantidad de mano de obra.

### 4.3 Desarrollo del proyecto

Entre los actores involucrados tenemos al **Propietario**, que es una empresa inmobiliaria estadounidense que proporciona espacios de trabajo compartidos para empresas emergentes y ya establecidas. Una de sus unidades de negocio (“Product & Delivery”) es la que se dedica específicamente al gerenciamiento de la construcción de los espacios de trabajo. Para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, estarán involucrados los sectores de la figura 5.1.

Del equipo de Delivery & Product tenemos las siguientes áreas:

- **Project Manager:** se encargará de coordinar los plazos e hitos del proyecto y verificará que cada área cumpla con su trabajo de manera correcta.
- **Diseñadores y Arquitectos:** se encargan de la elaboración de los layouts y del diseño interior. La documentación requerida para la construcción será subcontratada y realizada por un **AOR**.
- **Construction Management:** compuesta de supervisores de obra, Ingenieros MEP y ICT. Se encargan de dirigir la obra, teniendo contacto permanente con proveedores y contratistas para la ejecución de trabajos y entrega de materiales. También verifican que los planos sean de acuerdo a las bases de diseño y normas vigentes.
- **Compras y Contrataciones:** Comparan proveedores y contratistas, teniendo en cuenta precios, plazos y calidad, para así seleccionar a los que mejor se adecuen al proyecto.
- **Cost Management:** se encarga de la realización del presupuesto, encontrar alternativas que impacten en los costos teniendo en cuenta las bases de diseño vigentes y del control de costos a lo largo de la obra.

Otra de las unidades de negocio que estará involucrada en la creación del proyecto es Real Estate, el cual identifica el edificio a customizar de acuerdo a su plan de necesidades, rentabilidad buscada, y estudios de mercado.

Los **Subcontratistas y Trabajadores** estarán divididos en:

- Contratista Principal
- AOR (Architect of Record)
- Instalación Eléctrica
- Instalación Aire Acondicionado
- Instalacion Contra Incendio
- Carpinterías de Aluminio
- Corrientes Débiles
- Proveedores de Mobiliario y electrodomésticos.

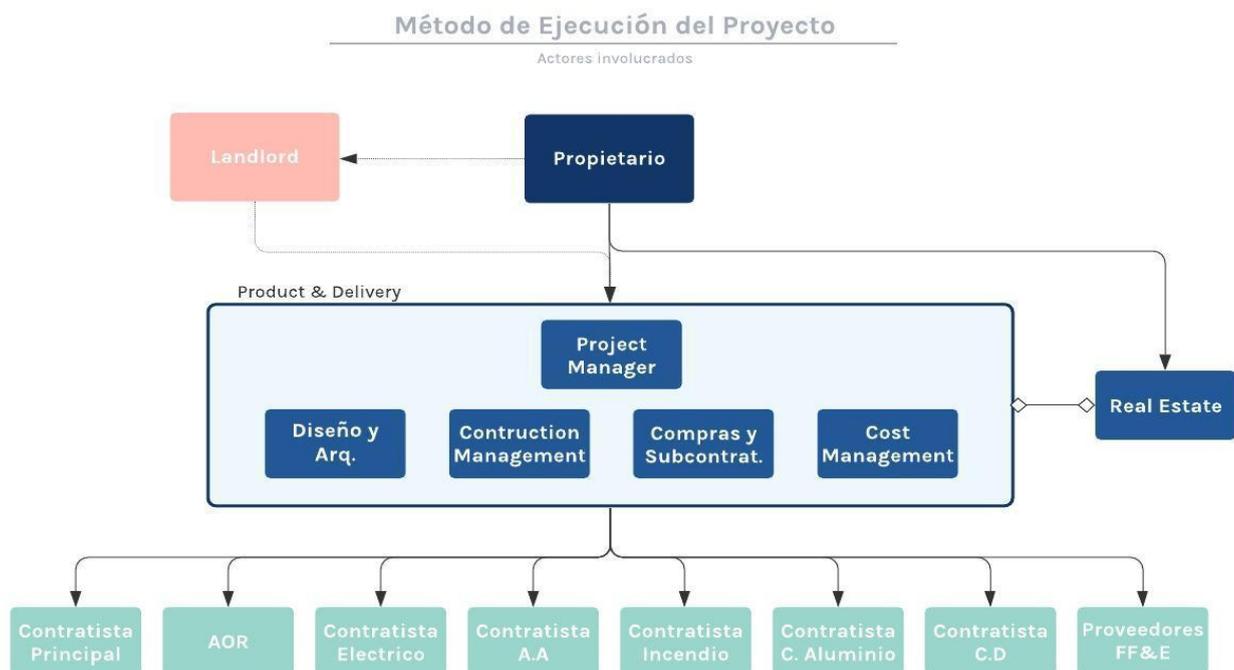


Figura 4.1. Metodo de ejecucion del proyecto

El Propietario a su vez tiene un acuerdo con el dueño del edificio (**Landlord**), el cual lo alquila por un periodo de 15 años, entregando el edificio bajo ciertas condiciones necesarias para el inicio de obra, y en caso de no estarlo los trabajos se agregaran al presupuesto y serán pagados por el Landlord.

## 4.4 Inicio del proyecto

El proyecto comienza cuando el equipo de Real Estate comunica a Product & Delivery de un potencial edificio a ocupar para realizar el negocio del propietario. El edificio a analizar está ubicado en Av Corrientes , San Nicolás, Capital Federal (figura 4.2). Posee una muy buena ubicación, con subtes y metrobús a pocas cuadras del mismo, sumado a que se encuentra relativamente cerca de la estación de Retiro. Su ubicación, capacidad y diseño lo hacen un edificio con un gran potencial para ser adquirido a la cadena de negocio del propietario.



Figura 4.2. Ubicación del edificio

Posee 38 pisos con una superficie de 21443 m<sup>2</sup>. Las plantas son de 581.72 m<sup>2</sup> mientras que entre los pisos 31 a 34 tiene 543 m<sup>2</sup> debido a un cambio arquitectónico (figura 4.3).



*Figura 4.3. Representación arquitectónica del proyecto*

Los códigos aplicables para su construcción son:

- CODIGO DE EDIFICACION – C.A.B.A.
- Ley N°962: (05/12/2002) - "ACCESIBILIDAD FÍSICA PARA TODOS".
- Ley 2936/08 – Cartelería Exterior- 20.11.2008.

La ocupación del mismo es de tipo comercial y se busca diseñarlo para disponer de 4052 puestos de trabajo.

## 4.5 Planificación

### 4.5.1 Valor

Uno de los objetivos de Lean es crear valor para el propietario, por lo que es esencial entender las necesidades del mismo. En este caso el equipo de Product & Delivery forma parte del propietario, por lo que conoce muy bien sus necesidades.

El inicio de la planificación comienza con el Project Manager, que deberá reunirse con un representante de cada área para discutir detalles del proyecto, y así comenzar a remarcar que cosas le representan valor al propietario, las cuales se pueden resumir en:

- Optimizar al máximo la cantidad de puestos de trabajo. En este caso se busca abastecer el edificio de 4052 puestos de trabajo. El equipo de Real Estate presenta una estrategia de disposición del espacio para cada uno de los pisos la cual se verá si se ajusta al target del país.
- Cumplimiento de las fechas pactadas. Las fechas son inamovibles ya que se realizan acuerdos para la ocupación de las oficinas con diferentes empresas y miembros. El plazo de prefactibilidad, desarrollo de diseño y compras lleva un tiempo de 126 días (18 semanas). Mientras que el de construcción llevará 486 días (69 semanas)
- Importancia en la calidad de la construcción, factor que hace que se diferencie de sus competidores. El cliente posee bases de diseño que se deben cumplir en la construcción.
- Que los costos se mantengan dentro de lo presupuestado. Para Argentina hay un valor "Target" del presupuesto que es de 69.5 usd/sf (749.1 usd/m<sup>2</sup>), el presupuesto deberá ser menor o igual a este valor.



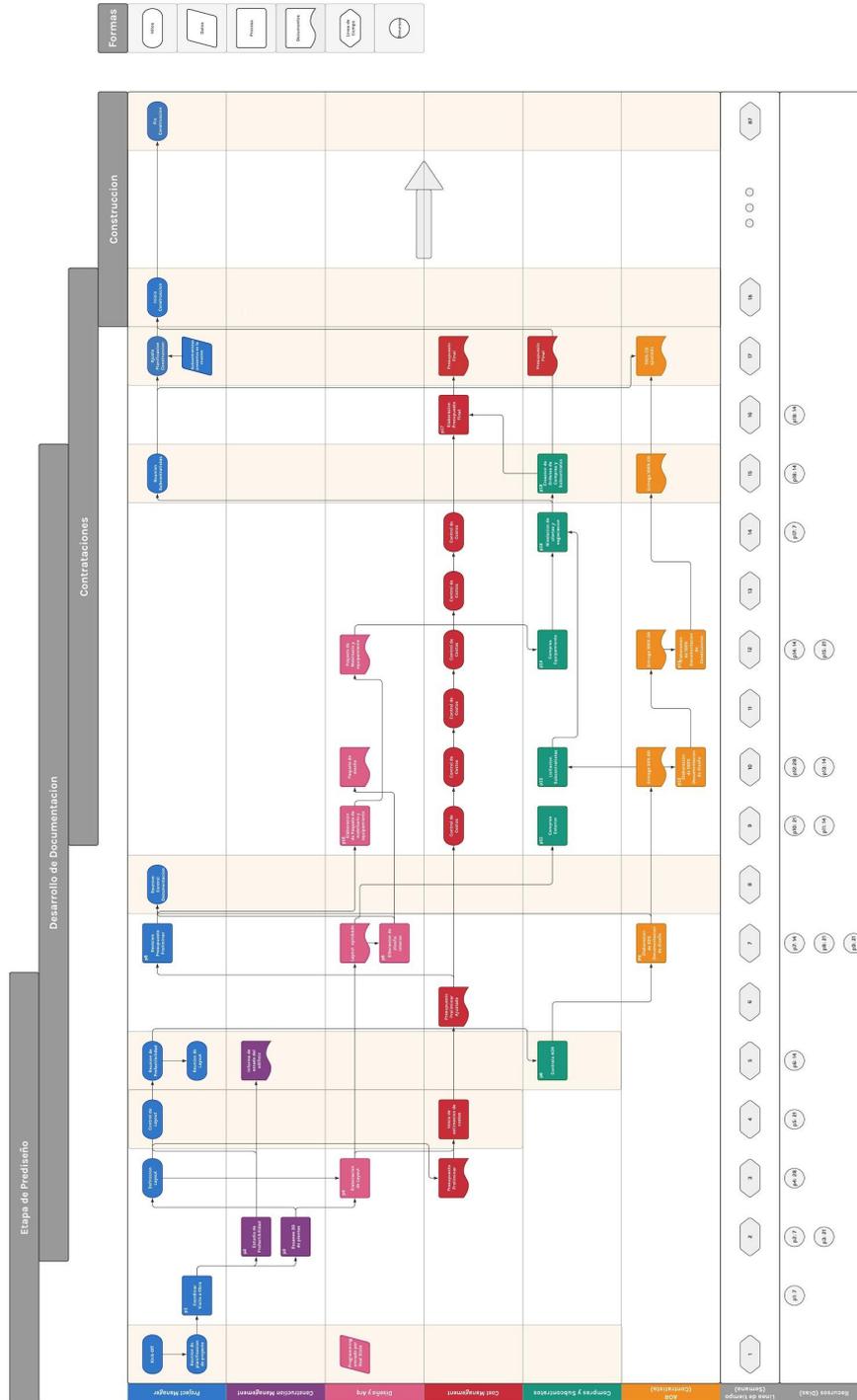


Figura 4.5. Value Stream Mapping

En el encabezado del diagrama de flujos se ve que las diferentes etapas están sobrelapadas, esto indica que cada etapa del proyecto influencia a la siguiente, se

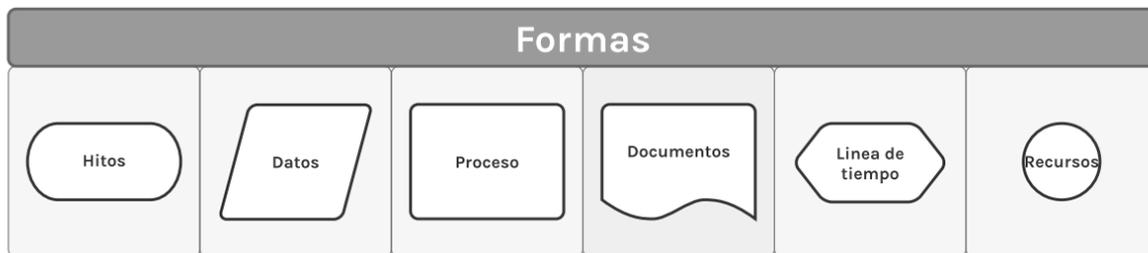
requiere constante conversación entre las áreas. La idea de este diagrama es la de promover un flujo de trabajo organizado y así ir cumpliendo con este proceso para desarrollar el proyecto de manera correcta. El Project Manager será el encargado de la organización y cumplimiento de este flujo y en caso de que no se cumpla el flujo replanteará e informará a las áreas de los cambios en el proceso.

Para identificar más fácilmente cada una de los sectores de la empresa en el mapeo se utilizaron los siguientes colores respectivamente:



*Fig 4.6 Identificación de Sectores*

Se optó por utilizar las siguientes formas en cada actividad según si eran hitos, datos, proceso, documentos, línea de tiempo o recurso.



*Fig 4.7 Formas de actividades*

Teniendo en cuenta estas consideraciones ahora queda explicar el desarrollo del proceso y como se fue optando por cada una de estas actividades con sus tiempos respectivos.

En la tabla 4.1 se puede ver los hitos de mayor importancia en el proyecto, con sus respectivas actividades y áreas que participan

Fase	Resumen	Áreas
<b>Reunion Planificacion Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Planificación del proyecto y línea de tiempo</li> <li>● Responsabilidades primarias</li> <li>● Software/equipamientos necesarios</li> <li>● Condiciones existentes del edificio</li> <li>● Nivel de detalle de BIM</li> </ul>	Real Estate Product & Delivery AOR
<b>Reunión de Prefactibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condiciones existentes del edificio</li> <li>● Posibles sobrecostos para llevar al edificio a condiciones estándar</li> <li>● Logística para ingresar materiales, maquinaria y personal al edificio</li> </ul>	Product & Delivery AOR
<b>Definición de Layout</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estrategia de plantas según clientes de ventas</li> <li>● Análisis de la distribución de espacios en cada piso</li> <li>● Generación de presupuesto con herramienta de costos</li> </ul>	Cost Management Real Estate Arq. y Dis. Project Manager
<b>Reunión Control de Documentación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proceso de modelado 3D</li> <li>● Adecuación de modelos a las bases de diseño</li> <li>● Coordinacion 3D y análisis de constructibilidad</li> </ul>	Arq. y Dis. Project Manager AOR
<b>Reunión Subcontratistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Armado de proceso de construcción (Gantt)</li> <li>● Higiene y seguridad en obra</li> <li>● Calidad necesaria de obra</li> <li>● Revisión de tiempos de ejecución</li> </ul>	Product & Delivery Subcontratistas
<b>Construcción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Control de obra usando sistema Last Planner</li> <li>● Control de costos</li> <li>● Rastreo de recursos para apertura</li> <li>● Punchlist</li> </ul>	Const. Management Cost Management Subcontratistas Project Manager
<b>Cierre de Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conforme a obras</li> <li>● Cierres financiero de proyecto</li> </ul>	Cost Management Project Manager

Tabla 4.1 Resumen de planificación de proyecto

## 4.6 Pre-diseño

En la definición del proyecto involucra el desarrollo de las alternativas a nivel conceptual, analizando cuales son los riesgos que presenta el edificio, y cómo estos pueden afectar en el costo del mismo.

El comienzo del proyecto se da con la reunión inicial mencionada más arriba para establecer lo que representa valor para el cliente y realizar el proceso a seguir.

### 4.6.1 Visita a Obra y estudio de prefactibilidad

Cada una de las áreas involucradas tiene un tiempo de 7 días para visitar la obra. Los objetivos son poder tomar fotos de cada piso, identificar posibles problemas y familiarizarse con el entorno. En este caso el edificio está ubicado en pleno centro

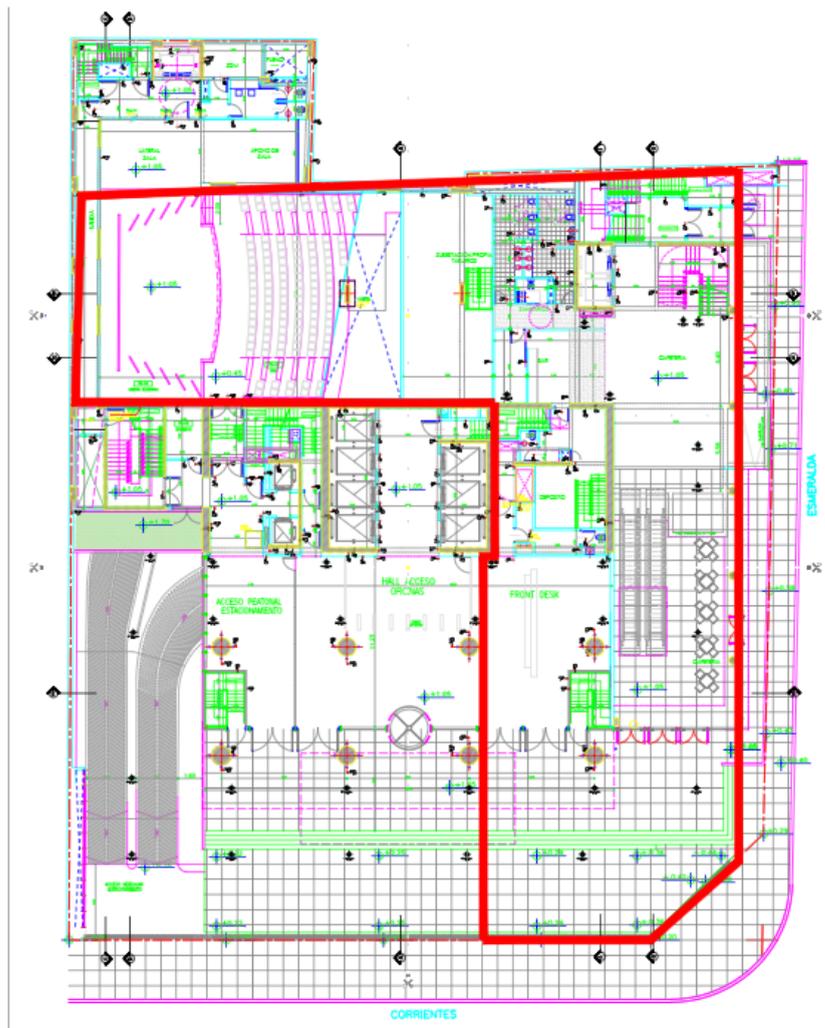


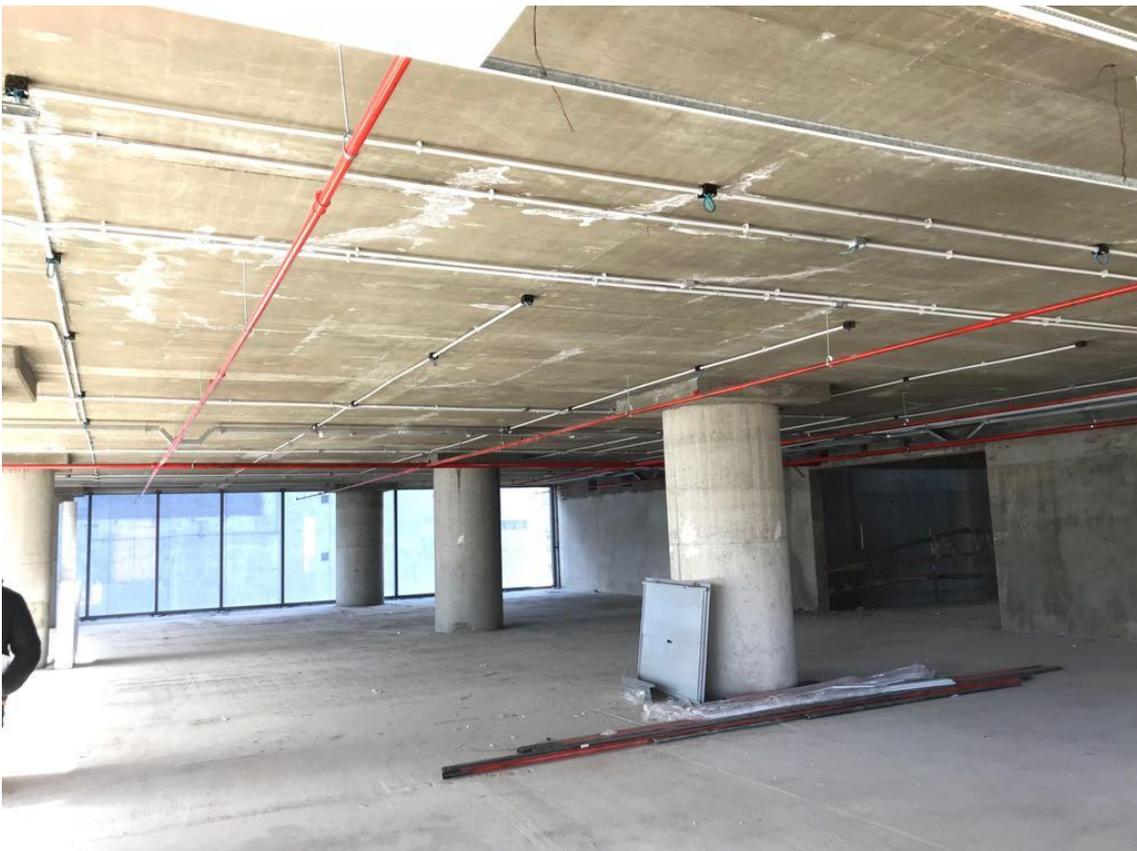
Fig 4.8 Croquis PB

con lo que puede llegar a traer complicaciones logísticas. Por avenida corriente el edificio cuenta con un acceso al sector de cocheras que actualmente se encuentra en uso ubicado en los subsuelos del mismo.

Por esta razón, esta zona del acceso sobre corrientes no puede ser utilizada durante la obra. El resto de la zona de acceso sobre planta baja se utilizará para carga y descarga de materiales y control de personal. Además, dado la amplitud del espacio también se puede utilizar para acopio de materiales que pueden mantenerse a la intemperie.

En cuanto al ingreso por Esmeralda, la carga y descarga de materiales es prácticamente imposible de realizar durante el día debido a la falta de espacio.

La única posibilidad sería retirar los bolardos de GCBA sobre la vereda, y se debería remover una pared interior para posibilitar el traslado de los materiales. Esta zona se utilizara para materiales de acopio que necesitan estar a la intemperie.



*Figura 4.9 Interior edificio antes de inicio de obra*

Luego de la visita de obra el equipo de Construction Management realiza el estudio del estado del edificio que lleva 21 días, para así poder ver en qué condiciones son entregadas por el Landlord, y así poder minimizar al máximo posibles riesgos. Se

proveerá de un archivo Point Cloud, es un set de puntos en un espacio 3d que se obtienen mediante un escaneo del edificio. Estos puntos crean una representación dimensional precisa de superficies sólidas en la línea de visión del instrumento. Este escaneo nos permite obtener un modelo de las condiciones existentes el cual provee a los arquitectos y diseñadores con una base más concisa con la cual pueden ahorrarse futuros errores en la etapa constructiva.

También sirve para ver que tan plana es la superficie de la losa en la cual no se puede apreciar en un modelo 2D, y esto permite una estimación de costos más precisa.

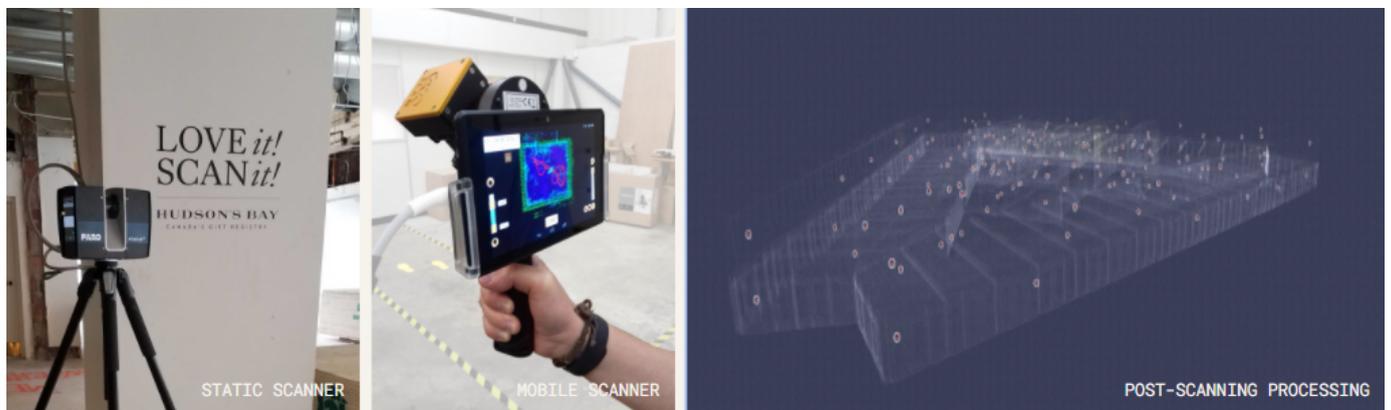


Figura 4.10 Point Cloud

En un principio se hará un modelo basado en la documentación actual del edificio (PDFs, archivos de CAD, observaciones). Luego el modelo se complementará con el point cloud.

Por otro lado, del estudio de las condiciones del edificio se obtuvieron las siguientes consideraciones que afectan en la construcción y presupuesto:

- En cuanto a las instalaciones de aire acondicionado el Landlord provee al edificio con sistema VRF. Las condensadoras, cañerías, sistema de drenaje y panel de control serán provistos por el mismo, mientras que las unidades interiores serán provistas por el propietario.
- En cuanto a instalaciones eléctricas, el edificio cuenta con una instalación completa para el inicio de obra, la misma será complementada para cumplir con los estándares del cliente.
- Se requiere de nivelación del piso para que quede a la altura necesaria. (Se evaluó la posibilidad de colocar rampas para salvar los desniveles, pero finalmente se optó por elevar la superficie por un tema estético.

- Se requiere instalar nuevas puertas y marcos cortafuego en todas las escaleras de salida en todos los pisos de las instalaciones.
- Todas las paredes de yeso deben ser parcheadas y entregadas en condiciones razonablemente lisas para recibir acabados. Mismo con nivel inferior de losas.
- La construcción e instalaciones de los baños es entregada por parte del Landlord.
- Landlord proporciona un eje vertical para acomodar dos soportes de fibra óptica.

Estas consideraciones hay que tenerlas en cuenta como costos de “Base Building”, qué son los costos necesarios para dejar el edificio en los estándares del cliente para el inicio de la construcción.

## 4.7 Elaboración del Layout y Presupuesto

En la tercer semana del proyecto se lleva a cabo la reunión de “Definición de Layout”, en la que participan Real Estate y Delivery & Product con el objetivo de definir si la estrategia del producto a desarrollar en cada piso se ajusta al target del país. Entonces, entre la gente de ventas, los arquitectos que desarrollan el layout y el equipo de costos deberán verificar que el esquema planteado sea de acuerdo a las necesidades de ventas pero siempre teniendo en cuenta de que el presupuesto debe ser menor al presupuesto target del país. Los target de cada país se calculan teniendo referencia de proyectos pasados, según la cantidad de USF (pies cuadrados utilizables) y la cantidad de pisos de cada edificio. El parámetro sería que cuanto mayor sean los USF del edificio, menos será el costo por superficie (USD/USF).

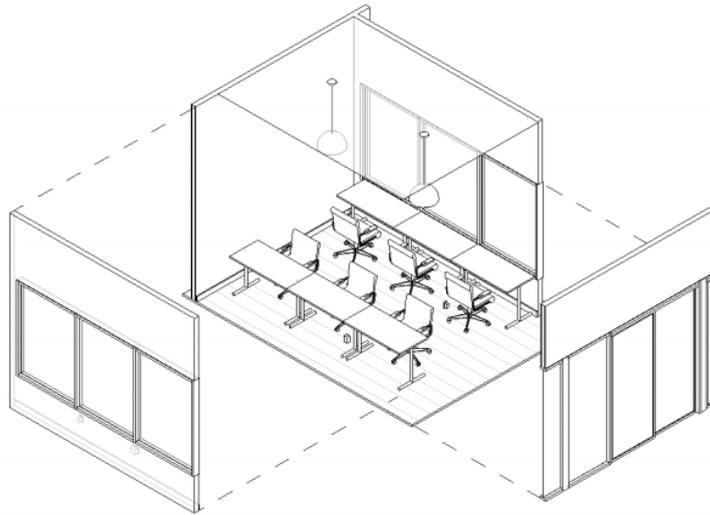
Este es uno de los cambios en el proceso respecto a proyectos pasados debido a que se observaron sobrecostos por ejecución de layouts no acorde a las bases de diseño.

Las bases de diseño nos sirven para establecer un criterio de diseño para la definición de espacios, instalaciones y terminaciones a utilizar. A la hora de la elaboración de la documentación es un factor clave a tener en cuenta y los profesionales de la empresa deben aprenderlo en su totalidad para que los espacios cumplan los estándares. En el caso del propietario constan de un manual dividido en los distintos rubros, con especificaciones de medidas, materiales y método de construcción a aplicar. Por ejemplo, para una oficina estándar se tiene una tabla con las dimensiones que debe tener una oficina respecto a cantidad de ocupantes, que tipo de particiones tiene y como son los revestimientos de la misma. Al estar cada espacio estandarizado les permite a los arquitectos realizar los layouts en poco

tiempo y además permite obtener un presupuesto aproximado solo con saber que tipo de espacio se colocará en cada planta (Programming).

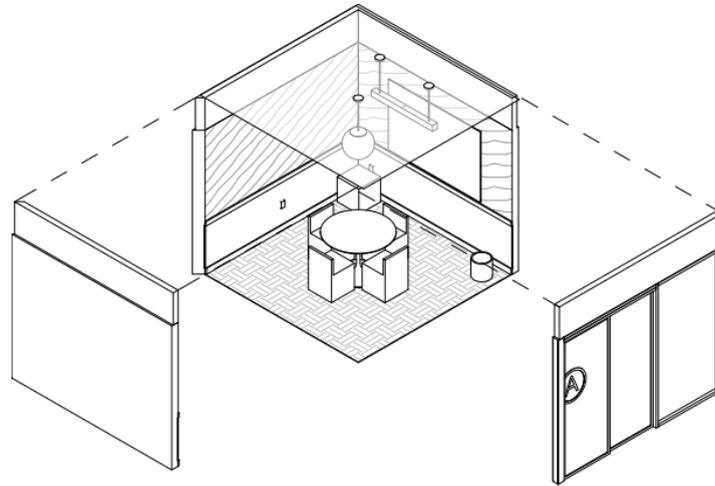
Entrando en detalle, se puede clasificar los espacios e instalaciones en las siguientes:

- **Oficinas:** Es el espacio principal el cual será utilizado como área de trabajo. Está compuesto por:
  - Acceso mediante carpintería de aluminio completa (piso a dintel), en:
    1. (Puerta corrediza + paños fijos), para oficinas con menos de 10 escritorios. Cerradura con llave.
    2. (Puerta batiente + paños fijos), para oficinas con más de 10 escritorios. Cerradura con tarjeta electrónica
  - Divisiones entre oficinas mediante tabique de durlock a (0,75m) + paño fijo de carpintería de aluminio
  - Señalética de vinilo en vidrios (“dots”)
  - Piso de Madera
  - Cortinas roller blackout en ventanas
  - Estaciones de trabajo compuestas por módulo (escritorio + silla + tacho basura)
  - Artefactos de iluminación colgante tipo campana o artefacto lineal
  - Pintura completa en tabiques de durlock
  - Pintura hasta 0,75 mts (“datum”) en columnas y muros de H°A° existentes.
  - Cielorraso en losa de hormigón expuesta, sin pintar
  - Zócalos de madera pintada en muros de durlock
  - Canalización y cableado de bocas de iluminación, tomacorrientes.
  - Distribución en planta de sistema de AA, mediante de ductos de chapa, cañerías incluyendo la provisión e instalación de unidades evaporadoras interiores.
  - Sistema de WIFI en todo el edificio y puertos de datos



*Figura 4.11. Esquema de Oficina*

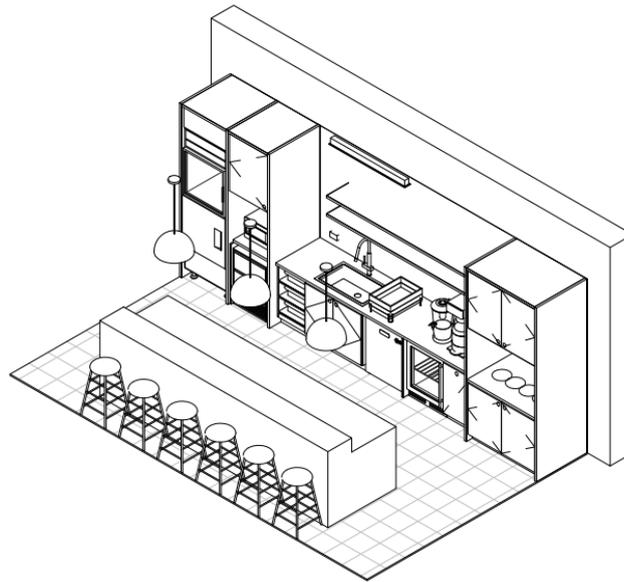
- **Salas de Reuniones:** Las salas de reuniones pueden ser de 4, 6, 10 o 20 personas y sus medidas ya vienen definidas.
  - Piso de alfombra
  - Muros de durlock
  - Cielorraso suspendido de durlock, pintado
  - Revestimiento en muros de empapelado
  - Artefacto de iluminación lineal en cielorraso
  - Artefacto de iluminación lineal en pizarrón.
  - 1 Pizarron formica (tamaño según dimensiones sala)
  - 1 Mesa de reuniones (tamaño según dimensiones sala)
  - 4-10 Sillas (cant. según dimensiones sala)
  - 1 Mueble de apoyo (“credenza table”)
  - Equipamiento Audio-visual
  - Distribución en planta de sistema de AA, mediante de ductos de chapa, cañerías incluyendo la provisión e instalación de unidades evaporadoras interiores.



*Figura 4.12 Esquema de Sala de Reuniones*

- **Espacios compartidos:** En **este** caso los espacios comunes van a estar compuestos por la cocina, lounge y cabinas de teléfono
  - **Cocina:** las cocinas pueden ser chicas, medianas o grandes y están compuestas por :
    - Mueble principal de cocina en madera laminada. Alacena superior e inferior, colores y texturas según diseño
    - Mueble de Isla de cocina, material y terminaciones según diseño
    - Mesada de mueble principal e isla, en marmolería según diseño
    - Estantes en carpintería de madera
    - Muros de durlock, con revestimientos cerámico según diseño
    - Piso cerámico, según diseño
    - Cielorraso de H°A° expuesto sin pintar, en sector cocina/lounge
    - Artefactos de iluminación lineal, sobre mesada en mueble principal
    - Artefactos de iluminación colgantes sobre isla, según diseño
    - 1 Heladera grande
    - 1 Heladera chica, bajo mesada
    - 1 Lavavajillas

- 1 Máquina de hielo
- 1 Bacha doble de A°I°, grifería según diseño
- 1 Filtro de Agua
- 1 Dispenser de agua fría/caliente
- 2 Microondas
- Instalacion sanitaria



*Figura 4.13. Esquema de Cocina*

- **Lounge:** el tamaño del lounge varía de acuerdo a la planta del edificio.
  - Puerta automática corrediza de vidrio, en acceso desde lobby de ascensores
  - Muros de durlock, con terminación según diseño (pintura, wallpaper, arte, etc)
  - Piso de Madera
  - Zocalos de madera pintada en muros de durlock
  - Sillones, sillas, mesas, muebles, accesorios y plantas según diseño y layout particular.
  - Artefactos de iluminación colgantes tipo campana ó spotlight
  - Cielorraso en losa de hormigón expuesta, sin pintar.

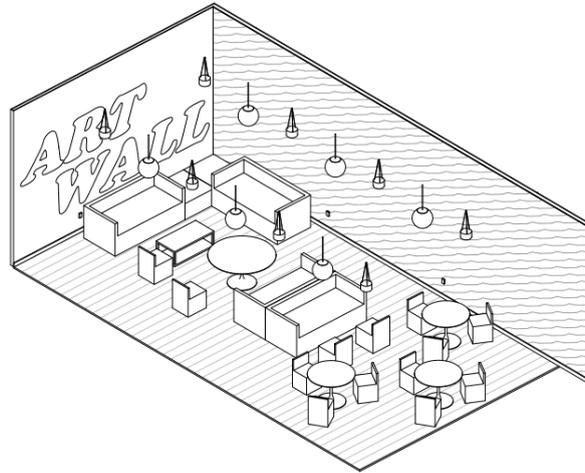


Figura 4.14. Esquema de Lounge

○ **Cabinas de teléfono:**

- Piso de Madera
- Mesa de apoyo en madera y sillón tapizado en tela
- Muros de Durlock
- Cielorraso de Durlock
- Revestimiento acústico en muros (fieltro) + empapelado
- Puerta de aluminio plegable
- Artefacto de iluminación interior
- Artefacto de iluminación exterior, "Occupancy-Light"



Figura 4.15 Esquema de Cabina

● **Espacios de Circulación:**

○ **Pasillos:**

- Artefactos de iluminación colgantes tipo campana o spotlight, cada 3 metros

- **Lobby ascensores:**
  - Piso de madera, u otro material según diseño (\*)
  - Terminaciones de muros en empapelado, pintura, arte, marmolería u otro material según diseño (\*)
  - Cielorraso en losa de hormigón expuesta, sin pintar
  - Artefactos de iluminación en cielorraso, según diseño
- **Instalaciones:**
  - **Instalación Eléctrica:**
    - Canalización y cableado de bocas de iluminación, tomacorrientes. Tableros. Incluye la canalización de corrientes débiles.
  - **Instalación Aire Acondicionado:**
    - Distribución en planta de sistema de AA, mediante de ductos de chapa, cañerías incluyendo la provisión e instalación de unidades evaporadoras interiores. Sistema de control centralizado (según requerimiento) y extracción. Las unidades condensadoras en azotea y montantes de AA, están a cargo del propietario del edificio. En su defecto, deberán ejecutarse los trabajos y los costos están alocados dentro de los “Base Building Costs”. Ver Guía de Imputaciones.
  - **Instalación Contra Incendio:**
    - Relocalización de los hidrantes del edificio existente conforme nuevo layout de oficinas, e incorporación de nuevos de ser necesario.
  - **Corrientes Débiles (AVITSEC):**
    - Sistema de CCTV en pasillos y áreas comunes (lounges, pantries, ascensores, lobby PB), control de accesos en oficinas y accesos a áreas privadas, sistema de WIFI en todo el edificio y puertos de datos en oficinas y salas de reuniones conforme requerimientos de proyecto. Sistema audiovisual en salas de reuniones (TV o proyector) parlantes para audio funcional en sector de lounges, zonas comunes y baños, y equipamiento audio visual en piso común (amplificadores, parlantes, proyector). Se incluye la provisión e instalación de todo el equipamiento central para servir a cada uno de estos sistemas, dentro de las salas de

IT indicadas en cada piso. Estos son servidores, switches, sistemas operativos, etc.

- **Instalacion Sanitaria**
  - Instalación sanitaria completa en pantries y sanitarios.  
 Agua fría,
  - caliente y descargas.

El edificio dispone de 213,530 USF ( 19,837 m<sup>2</sup> ) de las cuales las plantas del 1 al 30 6,450 USF, del 31 al 33 6,050 USF, del 34 al 35 6,140 y del 36 al 37 4,460 USF. Se puede observar en la figura 4.16 Las plantas de los edificios vacíos en las cuales se hará la programación de espacios. En la tabla 4.2 se puede ver la disposición de espacios para cada una de las plantas.



Figura 4.16

Al contar tanto con oficinas pequeñas como grandes (25+), este edificio permite variar el tipo de cliente, dando así lugar empresas chicas y grandes. Se dispuso que los pisos 17 y 35 están destinados como lounges principales para la realización de eventos, tales como reuniones, exposiciones etc.

Programa	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
<b>Pisos</b>	2-4-6-8-10-1 2-14-16-19-2 1-23-25-27-2 9	1-3-5-7-9-11- 13-15-18-20- 22-24-26-28- 30	17-35	34	36-37
<b>Oficinas</b>					
2 Escritorios	1	1		1	1
3 Escritorios				3	
4 Escritorios	3	3		5	1
6 Escritorios					2
7 Escritorios				1	1
8 Escritorios	3	3		1	2
10 Escritorios	1	1			
13 Escritorios				1	
15 Escritorios					1
22 Escritorios					1
25 Escritorios	1	1			
30 Escritorios				1	
<b>Salas de Reuniones</b>					
Chica	3	3			

Mediana					
Grande					
<b>Cocina</b>					
Chicas					
Mediana					
Grande	1	1	1	1	
<b>Otros espacios</b>					
Sala de Máquinas	2	2	2	2	
Sala de IT	1	1	1	1	
Impresora	1	1	1	1	
Cabina de teléfono	2	2	2	2	
Sala de limpieza	1	1	1	1	
Lounge		1	1		
Lounge Principal			1		
Mesas comedor	10	6		10	
Escritorios libres			18		

Tabla 4.2 Programa de edificio de oficinas

Una de las herramientas de Lean Construction es el **“Target Value Design”**, el cual es un método que tiene como objetivo diseñar con un costo en mente en vez de estimar costos con documentación detallada. Diseñar sin tener un costo presente puede llevar a dos errores. El primero es realizar un diseño que sea por encima de las expectativas del cliente, si ese diseño se construye pasa a ser un sobrecosto a la obra, y si no se construye requiere de la alteración de documentación, lo cual impacta en los tiempos de ejecución del proyecto. Es por esto que es mejor realizar los diseños entre todas las disciplinas, de manera tal que se promueve la

constructibilidad y permite ver la mejor alternativa que se adecua a los valores del cliente. También se requiere de una forma de estimar costos de una manera rápida y con poca información, e ir mejorando la precisión de ese valor a medida que se avance con la documentación.

El equipo de Cost Management desarrolló una herramienta la cual les permite calcular de manera aproximada el presupuesto de un edificio tomando como datos los espacios (programming) que habrá en cada planta del edificio. Esto es posible debido a la similitud que hay entre cada proyecto y también al tener un base de diseño bien definida. Esta herramienta permite tener un número de forma rápida, el cual se puede modificar relativamente fácil y así se puede ajustar el presupuesto al target del país haciendo algunos cambios. Sin esta herramienta se debería esperar a tener un layout terminado para una aproximación del presupuesto lo que alargaría el tiempo y definición del proyecto. Es por esto que la herramienta implica una mejora sustancial en el proceso.

Ya está definida la composición de espacios, ahora para obtener un presupuesto se necesitan las cantidades de cada artículo y los correspondientes precios unitarios. Las cantidades se obtienen tanto de las bases de diseño como de estimaciones de proyectos anteriores, y los precios unitarios de contrataciones anteriores.

La estimación de las cantidades se puede ver en el Anexo B.

Una vez establecidas las cantidades necesarias sólo faltarían los precios de cada artículo, que se obtendrán de una planilla de "Price Tracker". Esta planilla se encarga de llenarla Compras y Contrataciones y dispone de los precios de cada artículos de proyectos anteriores, por lo que el equipo de Cost Management podrá estimar los costos de una manera más certera.

Con las cantidades y los precios obtenidos solo resta volcar esta información en una planilla que colocando las fórmulas correspondientes nos arroje un presupuesto aproximado. Esta planilla dispone de una pestaña llamada "Data Express" en la cual se ingresarán los inputs del proyectos (División de espacios, datos propios del edificio)

DATA EXPRESS		
Project Data		
Project Data		
Project	Torre Odeon	
Date	5/5/2019	
Project Manager	-	
Cost Manager	Guillermo Perez	
Project duration (months)		

General Data		
General Data	Qty	Unit
Floors	0.00	un
Desks	4052.00	un
Area (USF)	0	usf
Area (M²)	0	m²
Ratio per Desk	0.00	m²/ desk
Building Width	50.00	m
Building Length	50.00	m
City	Buenos Aires	City
WC (Inodoros)	203.00	un
ADA WC (Inodoros)	0.00	un

Heights		
Heights	Height (m)	Unit
H. Parapeto	0.75	m
H. Paño Fijo Aluminio	1.76	m
H. Dintel	1.69	m
H. Total	4.20	m
H. CR GYP	3.90	m
H. Window Blinds	4.20	m
H. Revestimiento Tiling Baños	1.00	m
H. Revestimiento Madera Nooks	0.90	m
H. Revestimiento Madera Meeting rooms	0.90	m
H. Revestimiento Madera Elevator Lobby	1.00	m
H. Wallpaper Lounges	1.00	m

Figura 4.17 Pestaña Data Express

Luego de completar estos datos en esta pestaña, se elabora automáticamente un detalle de las cantidades necesarias para cada elemento en una pestaña aparte (figura 4.17).

La división de centros de costos agrupa los costos por cada actividad a realizar y facilita así el control de costos. La división utilizada en este caso sería:

- **Soft Costs:** todos los costos relacionados a la creación de documentación para realizar el proyecto
- **Hard Costs:** corresponde a todos los costos de materiales y mano de obra. Por lo general esto incluye al contratista principal, de aire acondicionado, incendio, eléctrico y carpinterías de aluminio.
- **Base Building:** son los costos para llevar al edificio a los estándares mínimos del cliente para el inicio de obra. Las tareas a tener en cuenta para este caso fueron detalladas
- **General Costs:** Incluye los sueldos de los trabajadores y seguros
- **Direct Costs:** Son los costos relacionados con la compra de equipamiento para la obra, por ejemplo mobiliario de oficina.

Una vez que el presupuesto satisfaga las necesidades del cliente, tanto en costo como en el producto final que quiere obtener se comienza con la creación de los planos de las plantas.

Space Q	Space	WO Code Name	Description	un	QTY (estimated)	un	QTY (measured)	un	QTY	Unit. Price	Tot. Price (USD)	Cod. T
<b>SOFT COSTS - Consultants &amp; Permits</b>											\$ -	
Architecture											\$ -	
1	General	Architecture	Proyecto de Architecture	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 9.00	\$ -	AF
<b>MEP Engineering</b>											\$ -	
1	General	MEP Engineering	Proyecto de MEP Engineering	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 9.50	\$ -	EM
<b>Scanning/Measuring</b>											\$ -	
1	General	Scanning/Measuring	Proyecto de Scanning/Measuring	usf	0.00	usf		usf	0.00	\$ 0.05	\$ -	SC
<b>HARD COSTS - WW Typical Fit-Out</b>											\$ 315,066.47	
Temporary Utilities											\$ -	
1	General	Temporary Utilities	Provisión e Instal. de Temporary Utilities	usf	0.00	usf		usf	0.00	\$ 0.80	\$ -	TF
1	General	Temporary Utilities	Servicio seguridad / vigilancia (2 vigiladores x 24hs)	meses		meses		meses		\$ 9,000.00	\$ -	TF
<b>Concrete</b>											\$ -	
0	Pantry - Typical	Concrete	Impermeabilizaciones horizontales en Pantry - Typical	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - Typical	Concrete	Impermeabilizaciones verticales en Pantry - Typical	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - High Capacity	Concrete	Impermeabilizaciones horizontales en Pantry - High Capacity	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - High Capacity	Concrete	Impermeabilizaciones verticales en Pantry - High Capacity	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - Mini	Concrete	Impermeabilizaciones horizontales en Pantry - Mini	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - Mini	Concrete	Impermeabilizaciones verticales en Pantry - Mini	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - Tea Coffee Point	Concrete	Impermeabilizaciones horizontales en Pantry - Tea Coffee Point	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Pantry - Tea Coffee Point	Concrete	Impermeabilizaciones verticales en Pantry - Tea Coffee Point	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC
0	Trash Room	Concrete	Impermeabilizaciones horizontales en Trash Room	m²	0.00	m²	0.00	m²	0.00	\$ 24.00	\$ -	CC

Figura 4.18 Detalle de presupuesto

Para el caso del edificio en cuestión se ingresó la información general en conjunto de la distribución de los espacios y se obtuvo el presupuesto. (Anexo C)

## 4.8 Gestión de documentación

**“Los nuevos enfoques de Construction Management como lean design y construction son creados en base a la integración de las diferentes áreas involucradas y compartiendo la información de manera que sea accesible a todos. Information and Communication Technology (ICT) and building Information Modeling (BIM) son mecanismos que resultan efectivos para proveer dicha información a los participantes del proyectos”**

En cuanto a ICT se refiere a hardware y software que permiten compartir y acceder a información de una manera fácil y conveniente. Para este fin se utilizará Fieldlens y Bluebeam. BIM (Building Information Modeling) se refiere al proceso en el cual mediante la aplicación de un software se crean modelos inteligentes que son una representación de soluciones deseadas. Para la aplicación de BIM se utilizará Autodesk Revit y BIM360 Design.

Para el desarrollo de la documentación de obra participarán en mayor medida el equipo de Diseñadores y Arquitectos en conjunto con el Project Manager con el AOR (Estudio de arquitectura). Project Manager serán responsables de definir las metas, coordinar las fechas de entrega y conducir el análisis de constructibilidad. También realizará reuniones para revisar el progreso hacia los hitos a cumplir.

El AOR será el responsable de la creación de los modelos BIM y de la resolución de problemas que surjan durante el análisis de constructibilidad para coordinar la documentación del proyecto necesaria para realizar el proyecto.

En caso de que haya dudas o consultas acerca del proceso siempre se debe comunicar al Project Manager para así asegurarnos que el alcance del proyecto esté bien asignado y que en caso de que haya cambios se deberá informar a las áreas correspondientes.

Para facilitar la correcta entrega de documentación y evitar las dudas, es conveniente brindar una matriz de responsabilidad que indica de qué documentos es responsable cada sector para su correspondiente entrega.

Tareas	Arquitectos / Diseñadores	AOR	PM	Construction Management	Cost Management
Scan 3d	x		x	x	
BIM - Point Cloud	x	x	x		
BIM - Condiciones existentes	x		x		
BIM - Modelos estándares y documentos	x	x	x	x	
Cronograma de entregas y especificaciones	x	x	x		
Modelos para construccion			x	x	
Análisis de Constructibilidad	x	x	x	x	x
Cronograma de obra (Gantt)			x	x	
Higiene y Seguridad			x	x	
360 Tour ( fotos de obra )			x	x	
Conforme a obra	x		x	x	
Cierre de obra			x		x
Presupuestos			x		x

*Tabla 4.3 Matriz de responsabilidad*

Para la realización de este proyecto se utilizaran los siguientes programas, los cuales cada uno tiene una función específica:

- Autodesk Revit
- BIM360 Design
- Bluebeam Revu
- Fieldlens

Programas	Resumen	Áreas
<b>BIM Software Revit BIM360</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM - Revit</li> <li>● BIM - Publicación de modelos</li> <li>● Detalles constructivos</li> </ul>	Arqs. y Dis. AOR Const. Management
<b>Fieldlens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Compartir documentación</li> <li>● Asignación de tareas</li> <li>● Seguimientos de problemas de constructibilidad</li> <li>● Seguimiento de calidad de archivos BIM</li> <li>● Dudas y consultas</li> <li>● Seguridad y calidad</li> <li>● Reportes de progreso</li> <li>● Punch list</li> <li>● Documentos conforme a obra</li> <li>● Seguimiento de materiales de obra</li> <li>● Planeamiento</li> </ul>	Arqs. y Dis. AOR Const. Management Project Manager Cost Management Compras y Sub.
<b>Bluebeam</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisión de documentación</li> <li>● Correcciones de documentación</li> <li>● Revisión de constructibilidad</li> </ul>	Arqs. y Dis. AOR Const. Management Project Manager

*Tabla 4.4 Programas utilizados*

Fieldlens como herramienta será utilizada para el gerenciamiento del proyecto y comunicación durante toda la vida del proyecto. Se utilizará para análisis de constructibilidad (incluyendo calidad de modelos BIM, consultas, cronogramas, correcciones, transmisión de información).

Se realizan posteos por los miembros del proyecto, los cuales pueden incluir fotos, videos, documentos, etc. Una vez realizado el posteo se verá disponible en la pantalla principal, la cual podrá ser vista y comentada por el resto de los participantes. También es posible asignar los posteos para que sean visto por las personas indicadas.

Los posteos realizados pueden tener tres estados:

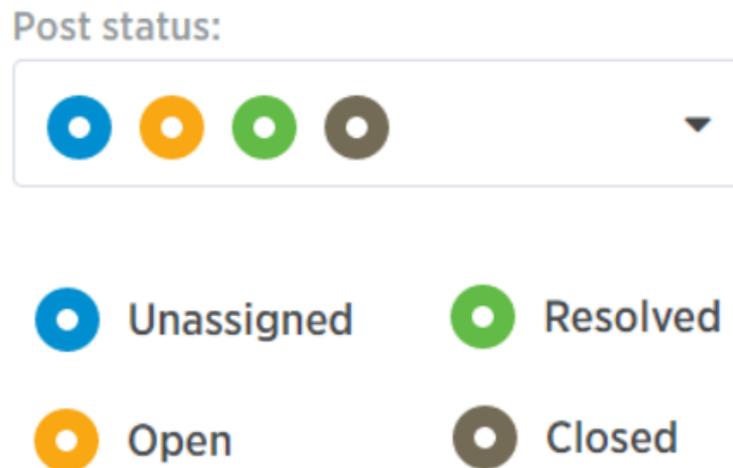


Figura 4.19 Estados Fieldlens

- Open (Abiertos): trabajo asignado que no ha sido completado
- Resolved (Resolvido): La persona responsable por el trabajo da el trabajo como terminado
- Closed (Cerrado): Se confirmó el trabajo como terminado.
- Unassigned (Sin asignar)

Por lo general se deben realizar los posteos por alguna de estas razones:

- Se tiene que realizar una tarea, se puede asignar un posteo para uno mismo, otros usuarios o compañías.
- Hay un error, se debe documentar, asignar y arreglarlo. Se debe agregar fechas límites.
- Para compartir información y que quede como reporte diario.

Se crea un historial de actividades que permite la comunicación entre las distintas áreas y que todos los participantes estén enterados con la información necesaria. Los posteos contienen fecha de publicación y no pueden editarse o borrarse.

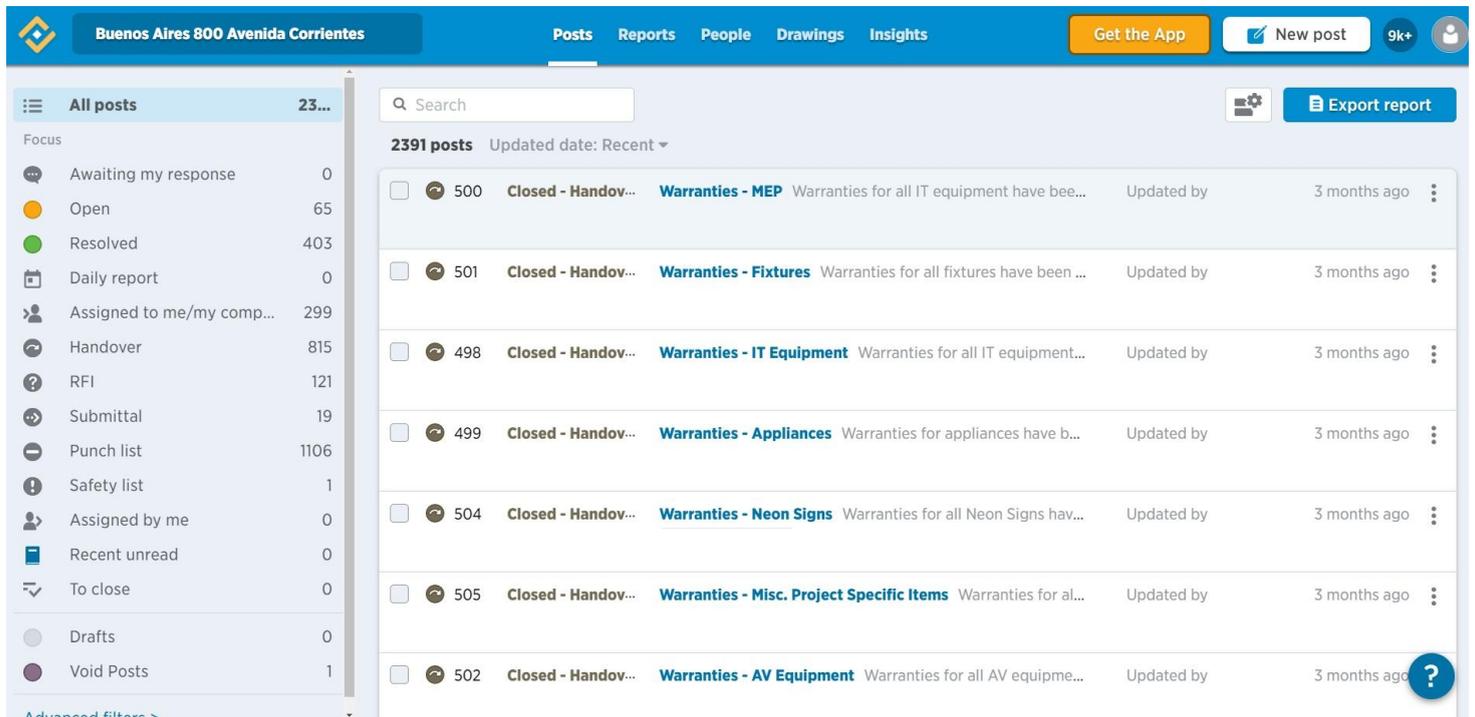


Figura 4.20 Pantalla Principal Fieldlens



Figura 4.21 Ejemplo post Fieldlens

Un ejemplo de la utilización de Fieldlens es el de la Figura 4.21, en donde se realiza un posteo para informar a los participantes del proyecto que ya se encuentra disponible la documentación del paquete de arquitectura, y que la documentación referida a MEP y Tecnología será subida posteriormente.

Esta información es visible para todos y queda en el historial de posteos del proyecto.

La documentación de obra se cargará como drawings y se podrán ver en la pestaña de Drawings. Este programa también puede ser bajado a teléfonos como una app, lo cual permite que si se tiene que revisar un plano en obra se lo pueda hacer de una manera sencilla.

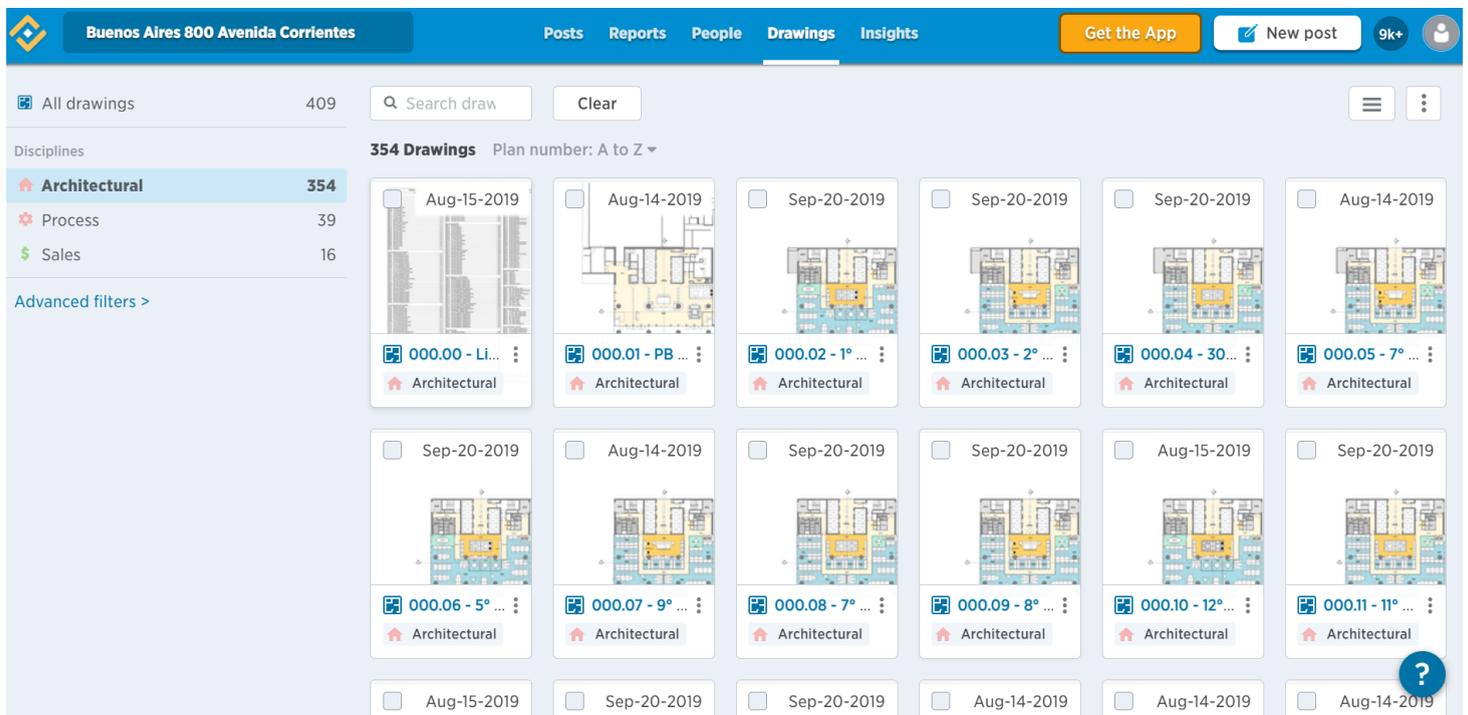


Figura 4.22 Drawings Fieldlens

Para la revisión de documentación se utilizará el programa Bluebeam. El Project Manager será el encargado de crear las sesiones de Bluebeam, que luego serán cargadas en Fieldlens. El AOR es el encargado de crear un posteo en Fieldlens por cada hito con los archivos adjuntos. En caso de que la documentación se encuentre incompleta el Project Manager / Arquitecto no realizará la corrección de los mismos y no se considerará como una entrega completa. Luego si la documentación está completa, el Project Manager cargará los archivos a la sesión de Bluebeam.

La convención que se utilizara para nombrar archivos es la siguiente:

Hito-disciplina-ubicación-Proyecto-YYYYMMDD, ejemplo: 50%DD-Arch-Corrientes 800-Project1-20191009.

Después de cada entrega cada una de las áreas tendrá entre 3 a 5 días hábiles para realizar comentarios en la sesión y pasados estos días los comentarios deberán ser realizados en Fieldlens y serán actualizados en los próximos hitos de entrega.

Para tener claro quienes crearon los comentarios en cada sesión se utilizarán los colores especificados en el Value Stream Mapping.

Bluebeam tendrá una toolbox como se muestra en la figura 4.23 con la cual se podrá realizar las correcciones.

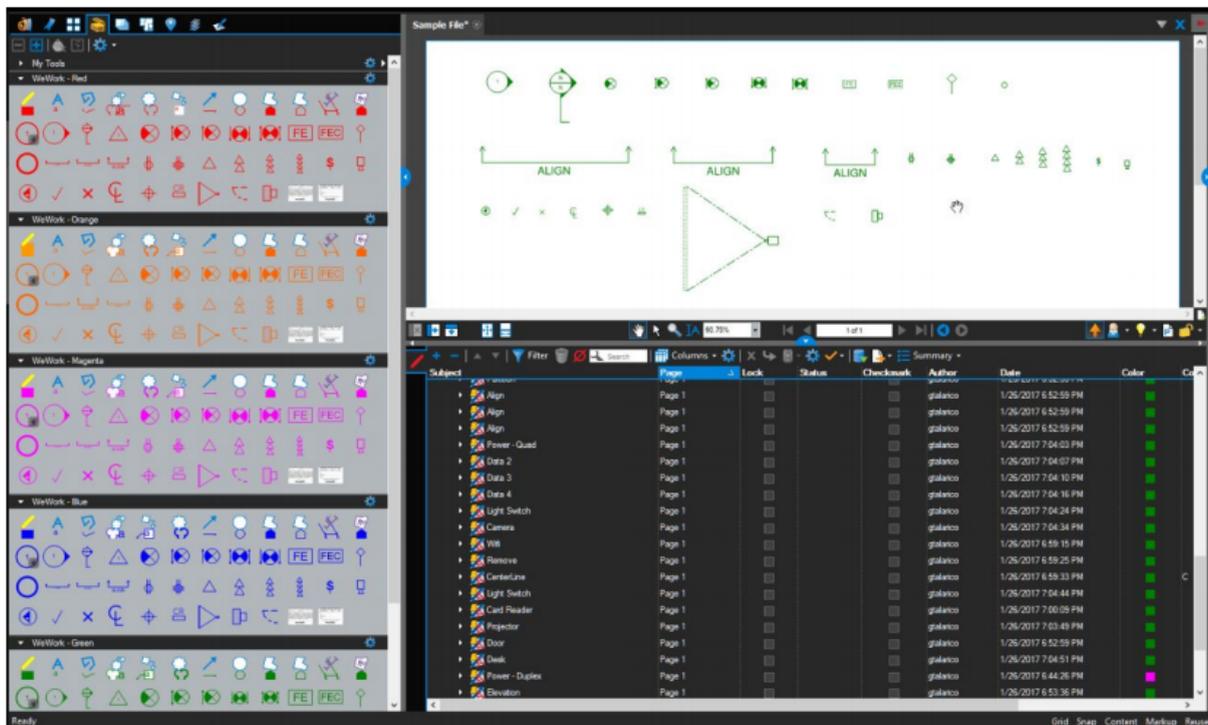


Figura 4.23 Bluebeam

## 4.9 Control

### 4.9.1 Sistema Last Planner

Los estudios y trabajos de Ballard en este sistema empezaron con el objetivo de mejorar los planes semanales, después agregando el “lookahead” (mirar lo que viene a futuro) para tener más control sobre el flujo de trabajo.

Si bien comenzó como una herramienta para mejorar la productividad en el sector de la construcción, Ballard cambió el enfoque a que los flujos de trabajo sean más confiables para que sean más acorde a la ideología lean. La idea es aumentar el porcentaje a completar de actividades planificadas.

Al ser una herramienta creada por propósitos de productividad, uno de los aspectos que se consideró durante su creación fue el control de producción. Si bien la producción está muy asociada a la industria manufacturera, con un producto siendo elaborado en una línea de producción, pasando por distintas maquinarias y personal, se puede considerar a la construcción como una “manufactura en una posición fija”. Como el producto es muy grande para ir moviéndolo, los equipos de trabajo deben ir moviéndose a través del producto hasta completarlo.

El control de producción se realiza tradicionalmente para rastrear e identificar qué sector tiene la culpa en la ejecución del proceso en vez de actuar en el proceso de producción como en la industria manufacturera. Como fue dicho en el capítulo 4.2 , la falta de información e incertidumbre es un tipo de desperdicio.

Generalmente para controlar proyectos de construcción se utilizan modelos que tienden a enfocarse en tiempos y recursos (materiales, horas hombre). El proyecto se divide en diferentes partes utilizando WBS (Work Breakdown Structure). WBS incluye la planificación de tiempos y costos pero tiende a dejar de lado la parte de calidad.

Para controlar proyectos de construcción lo que se suele hacer es enfocarse en los tiempos y recursos (materiales, horas de trabajo). Se divide la planificación en actividades menores utilizando WBS (Work Breakdown Structure). Estas WBS incluyen tiempos y costos que se pueden utilizar para el seguimiento y control del proyecto. Estas WBS son paquetes de trabajo y por lo general pertenecen a contratos, y son definidos como las unidades más pequeñas de trabajo. Este método sirve para controlar los tiempos, pero no tienen en cuenta la calidad y mejora continua. Se puede tener que un proyecto o paquete le esté yendo bien en cuanto a tiempos y costos, y que la parte de calidad no lo esté. Este método de control que no considera los trabajos que se están realizando, los próximos trabajos o los requerimientos del cliente, y tampoco los trabajos previos realizados pertenecen a un sistema “Push”, en los que se fuerza a que las actividades se cumplan de la manera más rápida posible, y así estar preparados para retrasos

imprevistos de otro paquete de trabajo, en vez de hacer los trabajos cuando realmente se los necesite. Last Planner apunta a un sistema "Pull" que sería realizar los trabajos cuando son requeridos y estén los requisitos previos listos, también incluyendo aspectos de calidad y mejora continua, que eventualmente impactarán en la productividad. El nombre Last Planner proviene de "persona o grupo que produce tareas". Estas tareas, son trabajos más pequeños y específicos en los que se puede dividir teniendo en cuenta should-can-will-did ( Trabajo que debería hacer - Trabajo que puedo hacer - Trabajo que voy a hacer- Trabajo que hice) (figura 4.24)

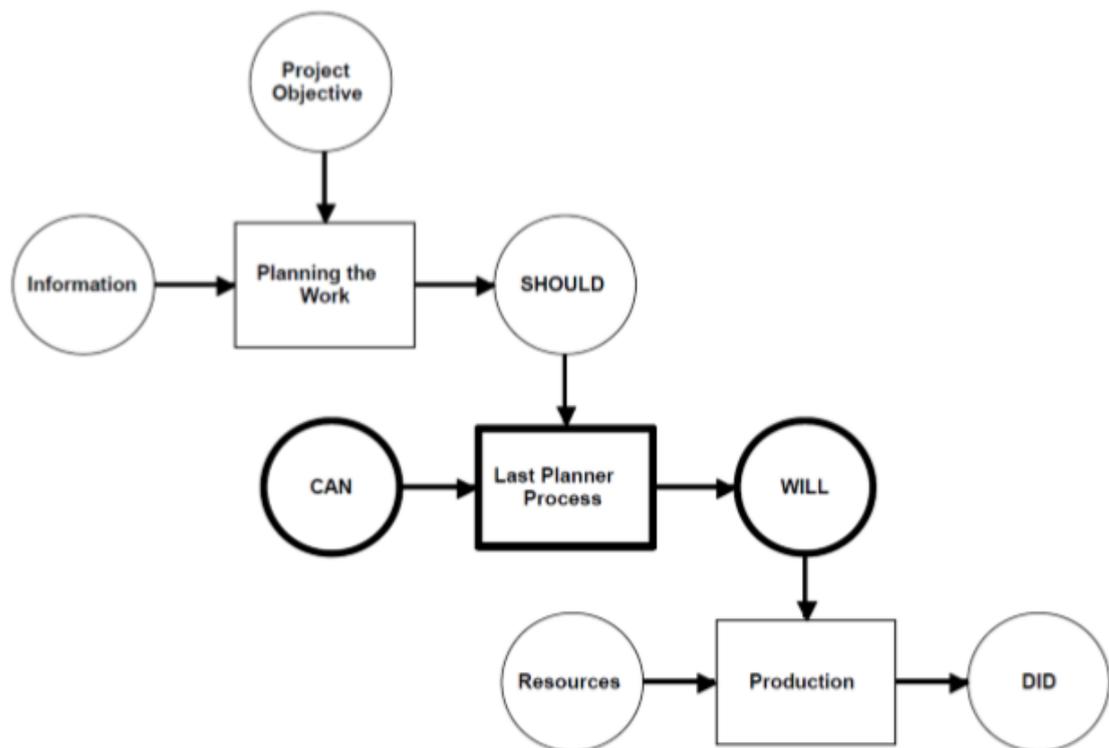


Figura 4.24 Esquema Last Planner<sup>12</sup>

- Should: Esto sería realizar lo que está planeado en un tiempo  $t$  del cronograma.
- Can: Esta es la serie de tareas que se pueden realizar con los requisitos previos completos en un tiempo  $t$ .
- Will: Estas son las tareas que realmente se realizarán en los siguientes días .
- Did: Estos son los trabajos realizados los días anteriores  $t-1$  que están sujetos a control.

<sup>12</sup> The Last Planner System of Production Control - Herman Glenn Ballard 3-15

Un cronograma de obra sirve para planificar el proyecto de una manera general, permite ver hitos y es útil para el Project Manager en etapas tempranas del proyecto, Last planner ve el día a día de las tareas que hay que realizar en obra. Ayuda a transformar lo que se puede y debe realizar con lo que fue planeado en una ventana de tiempo, con un plan de trabajo semanal el cual estará conformado de tareas, las cuales son las porciones más pequeñas y detalladas de trabajo.

La filosofía Lean busca utilizar los recursos de una manera eficiente y eliminar desperdicios. Last Planner traduce esta filosofía en Percent Plan Complete - PPC ósea el porcentaje de tareas completadas con respecto a lo planificado. Mientras más alto sea este porcentaje el proyecto va a ser más Lean y la construcción será más fluida. Mientras que lo planificado se cumpla según lo previsto, va a haber menor incertidumbre y por ende menor cantidad de contingencias.

Ahora bien, para implementar Last Planner se puede comenzar realizando el cronograma de obra. Para ello de acuerdo a la filosofía Lean, es bueno involucrar a los que van a estar realizando la obra para hacer la planificación. Esto sería incluir a un representante de cada uno de los contratistas, sumado al equipo de Product & Delivery. Se debe realizar una reunión similar a la de la planificación inicial del proyecto, en donde se pondrán las tareas a realizar con sus tiempos de ejecución correspondientes, que van a ser definidos de acuerdo a los tiempos requeridos y los recursos disponibles. El responsable de coordinar esta reunión es el Project Manager, y su misión será darle agilidad y orden a la reunión. Una vez terminada se realiza un cronograma de la obra. Por lo general no se suele ver todo en la primera reunión, por lo que en una segunda reunión se solaparon tareas, se reducirán tiempos y recursos, se establecerá el camino crítico y se moverá tareas que están fuera de él. Además de obtener el cronograma, obtenemos la ventaja de preparar a los participantes a una acción en conjunto, se anticipan detalles constructivos y vemos diferentes alternativas

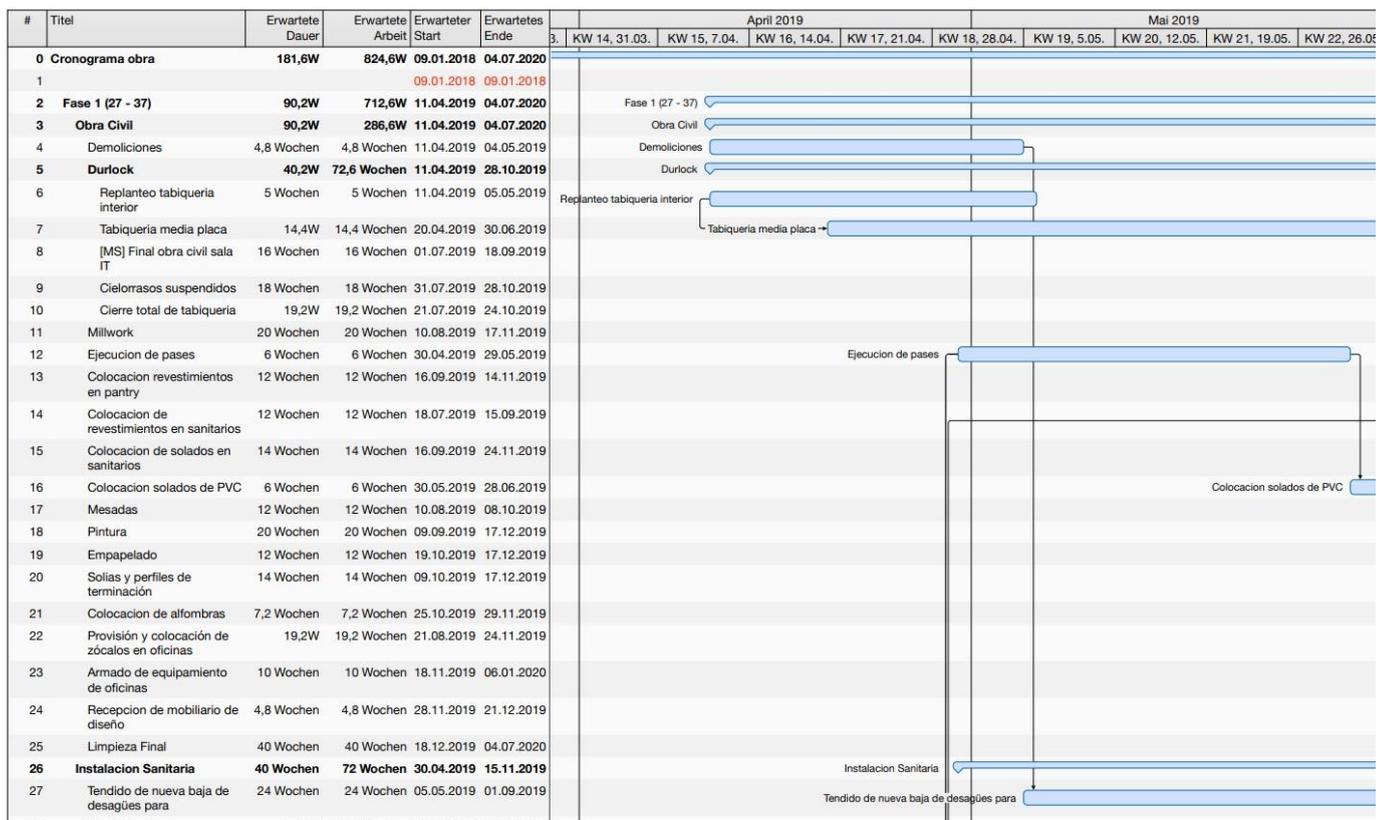


Figura 4.25 Cronograma de obra

Ahora que tenemos que actividades tenemos que realizar y en qué tiempos, podemos ir aperturando las actividades en tareas más específicas las cuales nos van a servir para realizar el Last Planner. Una forma de ver esto de una manera sencilla es el caso de la instalación de pisos de madera. En el cronograma de obra para la instalación de pisos de madera solo hay una línea para una cierta etapa de obra se deben realizar la instalación en una fecha determinada, pero esta actividad no contiene un nivel de detalle que nos permite realizar un control semanal sobre la misma. Si hacemos la apertura de la instalación de piso de madera tenemos que debemos realizar primero la nivelación del piso, la aplicación del adhesivo, el montaje y luego colocar protección para el piso terminado teniendo en cuenta que cada una de estas tareas se va a estar desarrollando en pisos diferentes con otras tareas a la par.

Entonces la forma que encontré para implementar Last Planner es armar una planilla en Google Sheets en este caso, en la cual estará formada por una serie de filas que representan las tareas a realizar, con el contratista responsable, un Código de tarea el cual nos sirva de guía para cuando las actividades pasan a semanas posteriores, la cantidad planeada versus la real que se planea realizar en el periodo de tiempo indicado y el PPC.

En la figura 4.26 se puede observar una de las cualidades del sistema que diferencia lo que sería un sistema Push de uno Pull. Un sistema Push buscaría realizar las actividades en los tiempos que fueron planificados sin tener en cuenta sus requisitos, en cambio al ser un sistema Pull, se tiene una serie de requisitos previos que deben ser marcados para que la tarea esté lista para llevarse a cabo. Estos requisitos son:

- Diseño terminado
- Materiales pedidos
- Confirmación de fecha de entrega de materiales
- Materiales disponibles en obra
- Maquinaria disponible en obra
- Mano de obra disponible
- Área preparada para realizar el trabajo

UCA		Semana actual					20							
Fecha: 1/4/2019		Semana: 19		PM: Guillermo Perez										
Codigo Act	Contratista	Descipcion de Actividad	Pisos	Unidad	Planif	Real	PPC	Diseño terminado	Materiales pedidos	Confirmación de fecha de entrega de materiales	Materiales disponibles en obra	Maquinaria disponible en obra	Mano de obra disponible en obra	Area preparada para obra
CP-01	C. Principal	Demoliciones de cielorraso en baños	27-37	m2	258.5	133	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-02	C. Principal	Demoliciones de pisos ceramicos en baños	27-37	m2	131.4	65.3	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-03	C. Principal	Demolicion de revestimientos ceramicos en baños	27-37	m2	514	238.5	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-04	C. Principal	Replanteo de carpinterias interiores	27-37	gl	-	-	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-05	C. Principal	Tabiqueria media placa	27-37	gl	-	-	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-06	C. Principal	Ejecucion de pases en losas	27-37	gl	-	-	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-07	C. Principal	Ejecucion de pases en vigas	27-37	gl	-	-	90%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-08	C. Principal	Colocacion de pileta y griferia en Cocina	27-37	un	10	10	100%	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-09	C. Principal	Colocacion de Desagues en cocina	27-37	un	10	10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CP-10	C. Principal	Instalacion Sanitaria en baños ADA	27-37	un	10	10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

figura 4.26 Last Planner requisitos previos

Más a la derecha de la planilla se puede ver el programa de 4 semanas en este caso. Se pueden realizar programas de 4, 6 y hasta 8 semanas dependiendo el grado que se quiere tener de previsión al futuro y de la complejidad de la obra. En este caso al ser una construcción de interiorismo e instalaciones un periodo de 4 semanas es suficiente. En la parte superior de la figura 4.27 se observa en qué semana se encuentra la construcción, que en este caso sería la semana 20. Las tareas se ven como fila, y se tiene cuanto se tiene planificado realizar de esas actividades en cada uno de los días, lo cual esto se va a ir completando con lo que realmente se realizó en el día y con este vamos a ir calculando el PPC (porcentaje planificado completado). Va a haber tareas que le correspondan unidades, como las demoliciones, instalaciones de pisos etc, mientras que otras tareas que no se puedan cuantificar de esta forma irán colocadas con la unidad global y su realización se hará llenando de colores los casilleros. Esta parte de la planilla es la que nos va a permitir realizar el control de las tareas a realizar en el día a día de la obra, viendo tanto el pasado de las tareas que realizamos como el presente y el futuro, y así ir logrando que lo planificado se cumpla de acuerdo a lo pactado.

UCA		Semana actual <b>20</b>					Programa de 4 Semanas Obra edificio de oficinas																											
Fecha:	1/4/2019							19			20			21			22																	
Semana:	19							8-Abr-2019			15-Abr-2019			22-Abr-2020			29-Abr-2020																	
PM:	Guillermo Perez							lun	mar	mie	jue	vie	sab	lun	mar	mie	jue	vie	sab	lun	apr	mie	jue	vie	sab	lun	apr	mie	jue	vie	sab			
Codigo Act	Contratista	Descipcion de Actividad	Pisos	Unidad	Planif Real	PPC																												
CP-01	C. Principal	Demoliciones de cielorraso en baños	27-37	m2	258.5 133	100%							12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
CP-02	C. Principal	Demoliciones de pisos ceramicos en baños	27-37	m2	131.4 65.3	100%							6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
CP-03	C. Principal	Demolicion de revestimientos ceramicos en baños	27-37	m2	514 238.5	100%							24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
CP-04	C. Principal	Replanteo de carpinterias interiores	27-37	gl	-	100%																												
CP-05	C. Principal	Tabiqueria media placa	27-37	gl	-	100%																												
CP-06	C. Principal	Ejecucion de pases en losas	27-37	gl	-	100%																												
CP-07	C. Principal	Ejecucion de pases en vigas	27-37	gl	-	90%																												
CP-08	C. Principal	Colocacion de pileta y griferia en Cocina	27-37	un	10 10	100%							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
CP-09	C. Principal	Colocacion de Desagues en cocina	27-37	un	10 10								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
CP-10	C. Principal	Instalacion Sanitaria en baños ADA	27-37	un	10 10																		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 4.27 Last Planner - programa de 4 semanas

Por último en la figura 4.28 a la derecha de todo tenemos una tabla en el que nos indica si la tarea se pudo realizar de acuerdo a la planificado marcando por “si” o por “no”. Al lado de eso se encuentra un listado que va de A a K con razones de no cumplimiento de la actividad. En este caso los motivos de no cumplimiento son:

- A - Materiales tardes o defectuosos
- B - Trabajo previo no completado
- C - Planos tarde o incompletos
- D - Obra, equipamiento no disponible
- E - Cambios de prioridad
- F - Falta de mano de obra
- G - Plan demasiado optimista
- H - Errores que requieren retrabajos
- I - Conflicto con proveedores
- J - Influencia externa
- K - Otros

 <h1>UCA</h1>							<b>Semana actual</b> <b>20</b>		Codigo		Razon de retraso	
									S/N	A-K		
Fecha: 1/4/2019 Semana: 19 PM: Guillermo Perez							A	Materiales tardes o defectuosos				
							B	Trabajo previo no completado				
							C	Planos tarde o incompletos				
							D	Obra, equipamiento etc. no disponible				
							E	Cambios de prioridad				
							F	Falta de Mano de Obra				
							G	Plan demasiado optimista				
							H	Errores que requieren retrabajos				
							I	Conflicto con proveedores				
							J	Influencia externa				
							K	Otro				
Codigo Act	Contratista	Descipcion de Actividad	Pisos	Unidad	Planif Real	PPC	Revision					
							S/N	A-K	Comentarios			
CP-01	C. Principal	Demoliciones de ciellorraso en baños	27-37	m2	258.5 133	100%	▼	▼				
CP-02	C. Principal	Demoliciones de pisos ceramicos en baños	27-37	m2	131.4 65.3	100%	▼	▼				
CP-03	C. Principal	Demolicion de revestimientos ceramicos en baños	27-37	m2	514 238.5	100%	▼	▼				
CP-04	C. Principal	Replanteo de carpinterias interiores	27-37	gl	- -	100%	▼	▼				
CP-05	C. Principal	Tabiqueria media placa	27-37	gl	- -	100%	▼	▼				
CP-06	C. Principal	Ejecucion de pases en losas	27-37	gl	- -	100%	▼	▼				
CP-07	C. Principal	Ejecucion de pases en vigas	27-37	gl	- -	90%	N	▼	C			
CP-08	C. Principal	Colocacion de pileta y griferia en Cocina	27-37	un	10 10	100%	▼	▼				
CP-09	C. Principal	Colocacion de Desagues en cocina	27-37	un	10 10		▼	▼				
CP-10	C. Principal	Instalacion Sanitaria en baños ADA	27-37	un	10 10		▼	▼				

Figura 4.28 Last Planner - Razones de retraso

Con esta información podemos sacar estadísticas de cuáles son los mayores motivos de no cumplimiento de actividad, y trabajar sobre ellos para mejorarlos. Entonces esta sería la parte en la que se ve la calidad y la mejora continua en el proyecto.

# 5

## Análisis de resultados:

### Dificultades de aplicación de Lean Construction en Argentina

---

En este capítulo se verán qué dificultades existen para su aplicación en la construcción argentina y los resultados de la implementación de Lean Construction en el caso de estudio.

#### 5.1 Efecto de la economía en la construcción argentina.

Uno de los aspectos a tener en cuenta, el cual afectan a la productividad de las empresas constructoras, es el entorno económico en el que se encuentran.

Para saber en donde nos encontramos ubicados hay que ver la incidencia de la industria de la construcción en el país y como la incertidumbre y variabilidad de la economía le afecta.

La construcción es uno de los sectores que más aportan al PBI, tanto de una manera directa como indirecta. Los agentes directos están compuestos por los que intervienen en la construcción propiamente dicha, ósea empresas constructoras, profesionales y trabajadores. También afecta a la economía de una forma indirecta ya que para la creación de los diferentes proyectos de construcción se requieren materiales y productos de los cuales intervienen varias industrias. También genera trabajos en el sector de los servicios, como a las inmobiliarias, sector crediticio, etc. Analizando más en detalle, según información disponible actualmente por el INDEC se tiene que el porcentaje de incidencia del sector de la construcción con respecto a las demás industrias representó un 4,49% en el año 2019 (Figura 1).

El promedio de la incidencia tomado desde el año 2004 al 2019 es de 5,36%, el cual se puede ver en la figura 5.2. Esto representa una caída del mismo que se ve a partir del año 2016 (Figura 5.2) con respecto a los años anteriores.

Además la información de 2020 según estimaciones preliminares (Figura 3), se experimentó en el tercer trimestre una disminución de 10,3% respecto del mismo período del año anterior. Esta caída se debió al crecimiento de 15,2% de la inversión en construcciones, el descenso de 33,5% de otras construcciones, a la disminución de 7,5% en maquinaria y equipo y al crecimiento de 22,5% en equipo de transporte.

Dentro de maquinaria y equipo, el componente nacional aumentó un 12,2% y el componente importado se contrajo un 18,7%. En equipo de transporte el componente nacional se incrementó 14,7% y el importado creció 43,1%.<sup>13</sup>

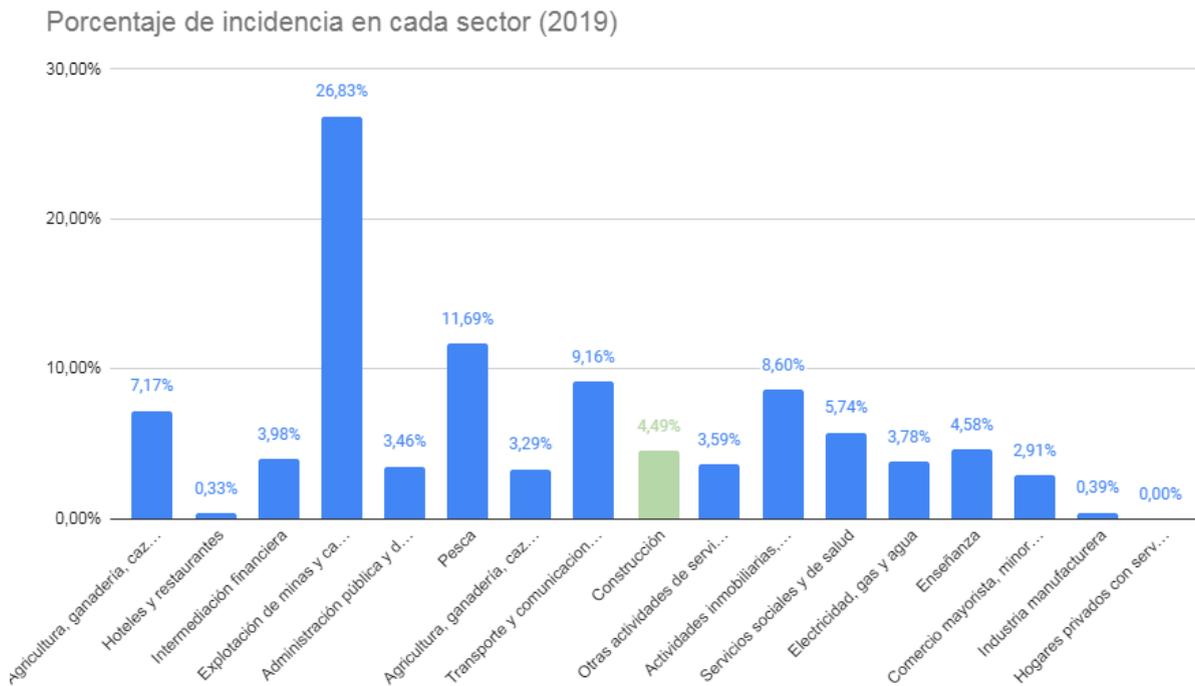


Figura 5.1 Incidencia de industria de construcción en 2019



Figura 5.2 Porcentaje de incidencia de la construcción entre los años 2004 a 2019

<sup>13</sup> Cuentas nacionales Vol. 4, n° 22 - Informe de avance del nivel de actividad - INDEC

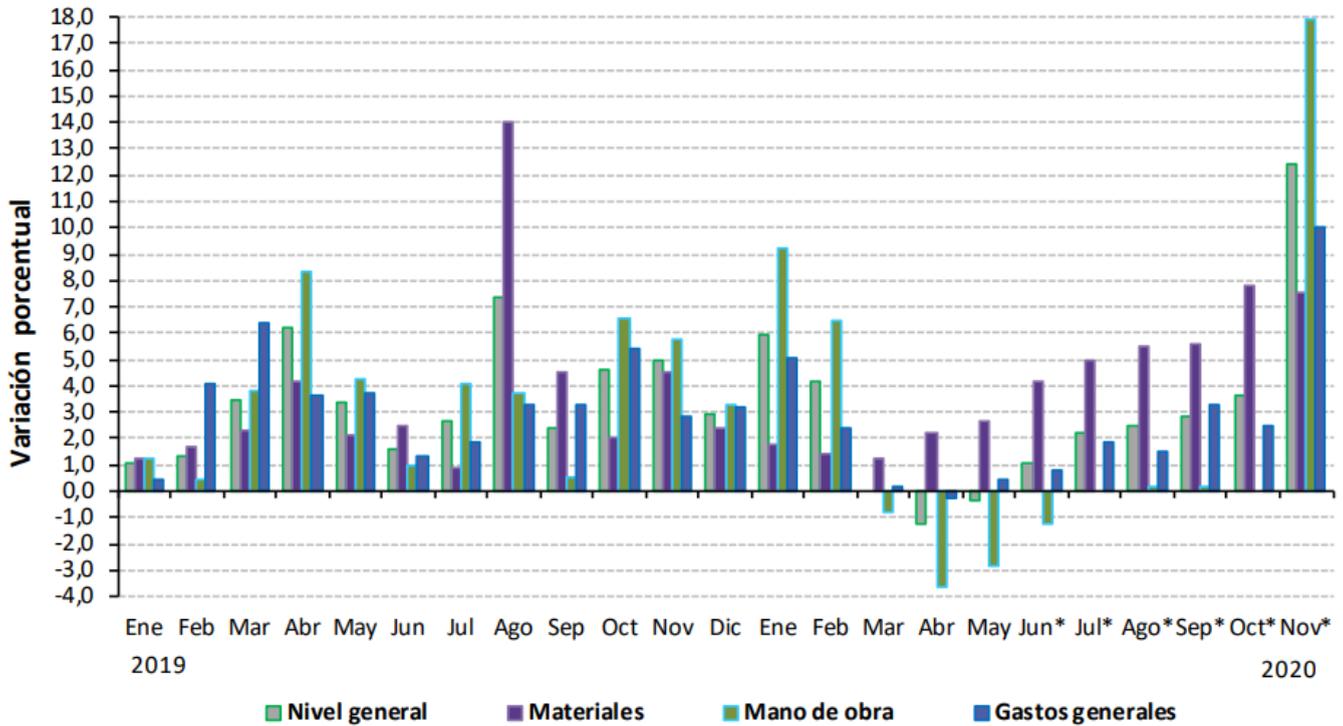
**Variaciones del nivel general y capítulos. Noviembre de 2020\***


Figura 5.3 Variación del costo de construcción año 2020 <sup>14</sup>

Esta información demuestra que la variabilidad del sector de la construcción está sujeta a como cambian otros sectores, afectando así tanto a sus recursos humanos y materiales, y generando inconvenientes por aumentos de costos que abarcan tanto a proveedores y a los servicios que lo atienden.

<sup>14</sup> Informes técnicos / Vol. 4, n° 232 - Índice del costo de la construcción en el Gran Buenos Aires (ICC) - INDEC

## 5.2 Inconvenientes específicos de la construcción argentina

La productividad es la relación entre lo que producimos con respecto a lo que gastamos. Medimos el grado de eficiencia con el cual utilizamos los recursos disponibles para transformarlos en un producto final mediante un proceso en particular.

Para el caso de la productividad en el sector de la construcción argentina se tiene la siguiente estadística con respecto a plazos y costos (figura 5.4):

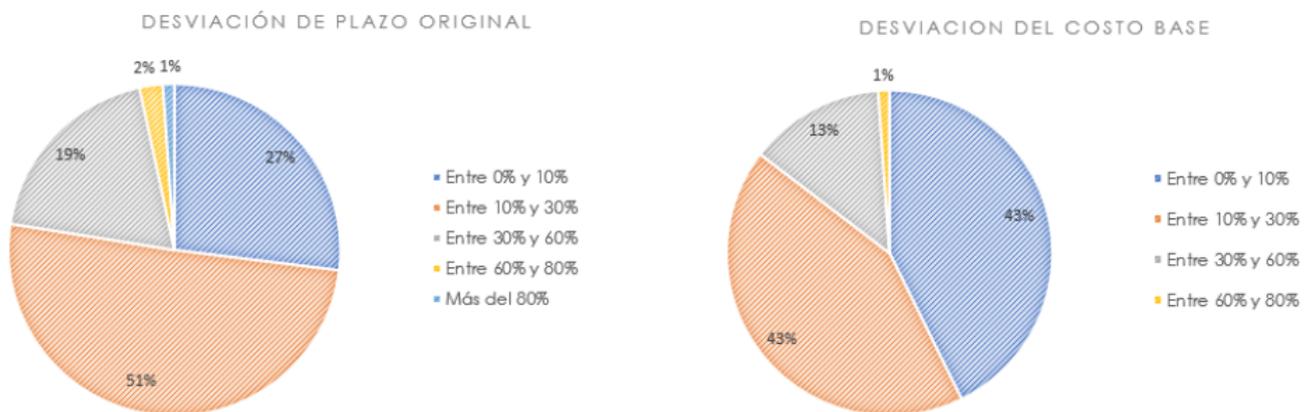


Figura 5.4 Desviaciones en plazos y costos en construcciones argentinas<sup>15</sup>

Por un lado tenemos que el 27% de las obras terminan con desviaciones entre 0% a 10%, lo cual se podría considerar aceptable y es a lo que deberíamos apuntar. Por otra parte tenemos que el otro 73% de las obras terminan con desvíos mayores a 10%, y más específicamente un 51% termina con atrasos entre 10% a 30%, con lo cual para proyectos en los que los tiempos son muy ajustados, es inadmisibles tener este tipo de atrasos.

Para el caso de los costos sucede algo similar, el 43% de los casos las obras terminan con desviaciones de costos de entre 0% a 10%, mientras que el 57% restante termina con sobrecostos mayores a 10% y más específicamente un 43% termine con costos entre 10% y 30%.

Esta información nos indica que en la mayoría de los casos en la producción de obras hay fallas en los procesos y planificación la cual terminan impactando negativamente como mayores tiempos y de costos.

<sup>15</sup> Gestión y Productividad en Obras - COMARCO P6

Indagando más en este aspecto vemos que las causas y las razones por las cuales se producen estos imprevistos. Por un lado tenemos que las principales causas de pérdidas en obras son:

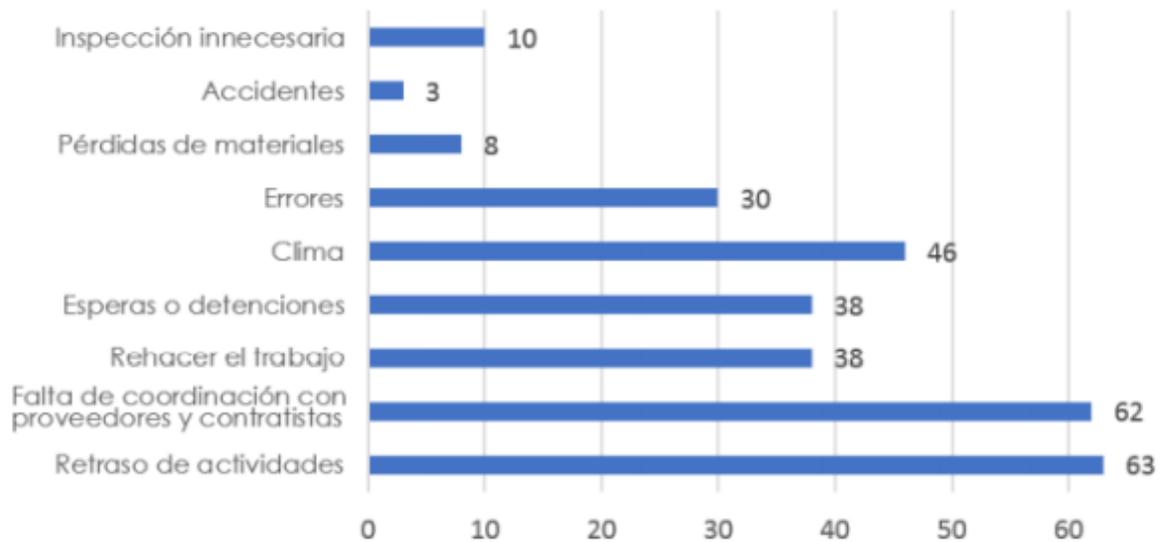


Figura 5.5 Causas de pérdidas en obra<sup>16</sup>

El clima al ser un factor que no podemos controlar se puede descartar del análisis, así que los dos factores que más afectan son el retraso en actividades y la falta de coordinación con proveedores y contratistas.

El retraso en actividades se puede deber a que los requisitos previos para realizar esa actividad no están dados, ya sea trabajos previos, documentación, falta de materiales o mano de obra. También se puede deber a que la actividad misma no aporta valor alguno o simplemente una mala planificación de la misma.

La falta de coordinación con proveedores y contratistas se da por una mala coordinación por haber poca comunicación entre ambas partes. Esto lleva a retrasos no deseados, trabajos mal hechos y rehacer trabajos.

Generalizando, se podría decir que la falta de planificación y de comunicación son las causas que más afectan al proceso constructivo.

<sup>16</sup> Gestión y Productividad en Obra - COMARCO P9

## 5.3 Resultados de aplicación de Lean Construction en el caso de estudio

En el caso de estudio se han aplicado diferentes herramientas las cuales fueron utilizadas por diferentes actores con las que se obtuvieron diversos resultados. Por lo general la implementación de nuevos procesos siempre lleva a conflictos de intereses debido a que siempre está la resistencia al cambio. Es común querer hacer las cosas de la forma en las cuales ya conocemos, y más aún en el sector de la construcción en el cual se ha desarrollado la costumbre de realizar actividades de acuerdo a como siempre se hicieron sin preguntar el porqué.

Como se analizó en los capítulos 5.1 y 5.2 se puede ver que las principales causas de que las obras se atrasen son el no cumplimiento de actividades, la falta de comunicación tanto entre áreas de empresa como con proveedores y contratistas, las cuales provocan esperas, rehacer trabajos y sobrecostos. Lean Construction busca solucionar estos problemas con su metodología y herramientas.

En el caso de estudio se comenzó por aplicar Value Stream Mapping. Esta es la primera barrera que hay que pasar ya que se introducen los conceptos de la metodología que se va a aplicar, y se requiere de la participación de todos los equipos de trabajo.

Al participar todos los sectores se busca realizar una mejor planificación, se ven quienes son los responsables de cada tarea, se mejora la comunicación entre sectores y se orienta a los equipos a que trabajen a la misma dirección. Todo esto es con el fin de realizar un proceso más sólido, el cual cuando se lleve a cabo se cumplan las actividades de acuerdo a lo planeado y requiera de la menor cantidad de cambios posibles.

Luego para evitar iteraciones de documentación que no se ajustan a los targets de presupuesto, se aplicó la metodología de Target Value Design, la cual nos permite tener en instancias iniciales un presupuesto de acorde a lo que se requería para la ejecución de este proyecto. Evitamos tener que cambiar documentación que implique sobrecostos al proyecto y así tener que perder más tiempo, o continuar con la ejecución del proyecto con documentación que sobrepase lo pretendido y tener un proyecto con sobrecostos.

Para fomentar la constructibilidad en la creación de documentación y tener un mejor control tanto en la etapa de diseño como en la de obra se optó por la implementación del programa Fieldlens. Con su sistema de posteos permite aumentar la comunicación con todos los sectores y que todos estén al tanto de la información pertinente del proyecto. Es una herramienta que intenta contrarrestar

una de las mayores causas de atrasos en obras que es la poca coordinación tanto con las diferentes áreas de las empresas como con los proveedores y contratistas. Además en conjunto con el programa Bluebeam, es posible que se realicen las observaciones de la documentación para que la documentación se entregue en tiempo y forma.

Las dudas, falta de información, coordinación de obra son respondidas y realizadas con este sistema de posteos y permite la resolución de problemas de una manera mas rapida y facil.

Por último se tiene la implementación del sistema Last Planner, que sirve como herramienta para la planificación y control de las actividades y tareas en la etapa de construcción. Para fomentar la comunicación con los contratistas y proveedores se realizan reuniones de proyectos todas las semanas, las cuales tienen un gran potencial para realizar mejoras. En estas reuniones se ven los prerrequisitos para realizar las actividades y la planificación en una ventana de 4 semanas. Como se describió en el capítulo 4.9, las PPC (percent plan complete) es un indicador de cómo se está realizando lo planificado. Para el caso de este proyecto se pueden realizar los siguientes gráficos como indicadores:

Actividad Semanal de Fase 1

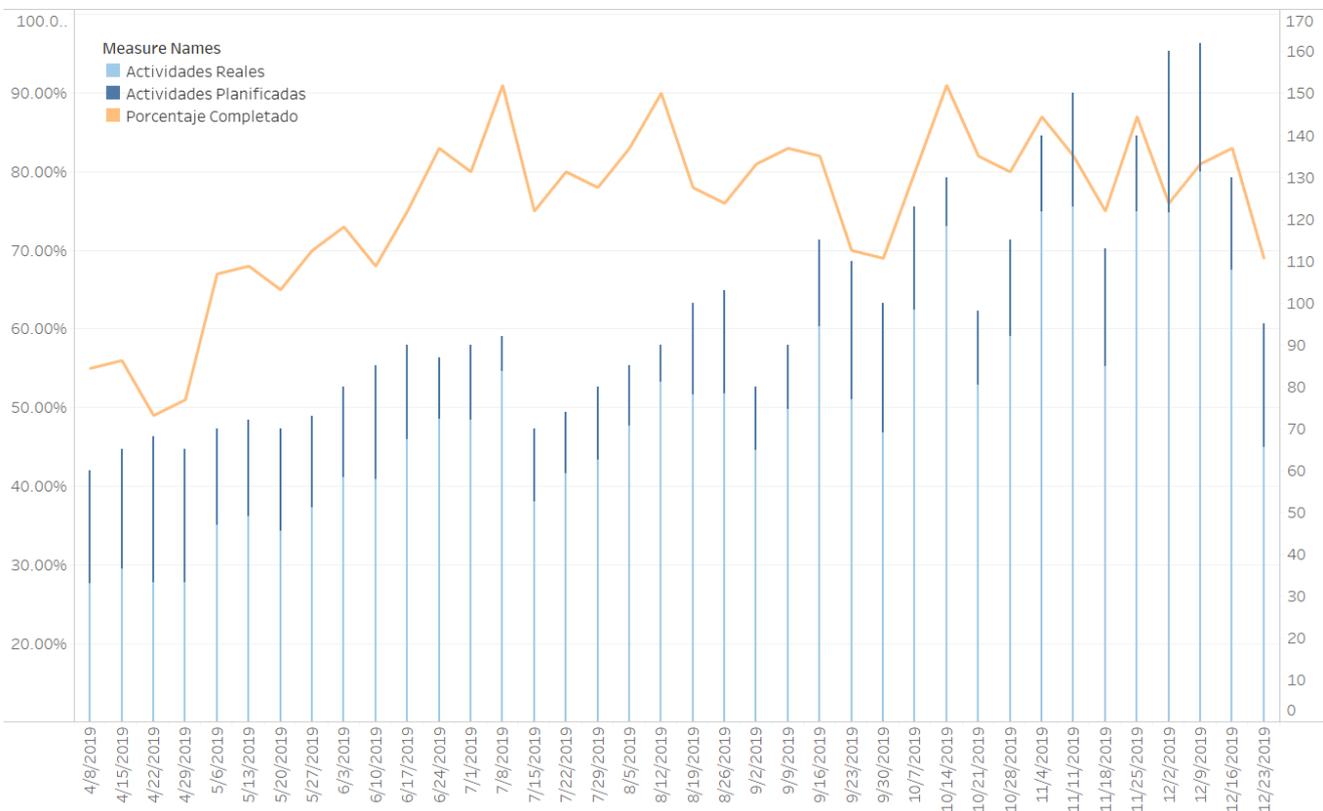


Figura 5.6 Gráfico de actividad semanal fase 1

En la figura 5.6 se puede observar un gráfico en el cual se va viendo en una línea de tiempo las actividades planificadas versus las actividades reales como una diagrama de barras superpuestas. En la parte superior vemos el porcentaje de actividades completadas semana a semana.

Según Herman G. Ballard en The Last Planner System of Production Control, si las PPC están por encima del 70% es un buen porcentaje de compleción de actividades para proyectos de construcción.

Además las actividades que no se cumplieron se les otorga un motivo de no cumplimiento el cual también se puede exhibir con gráficos de manera tal que identificar los problemas de la obra sea más sencillo.

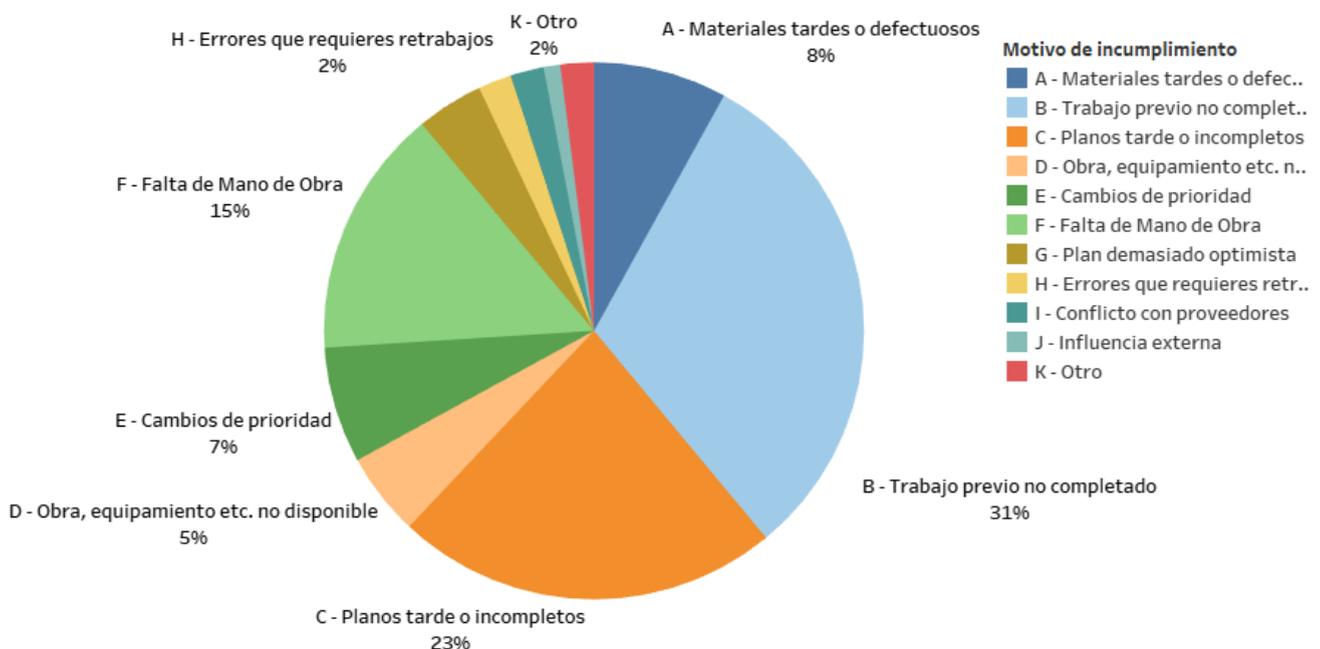


Figura 5.7 Porcentaje de incumplimiento de trabajo

De esta forma es más sencillo encontrar la raíz de los problemas, y siempre se busca la mejora continua.

Para el motivo B, se puede mejorar con un mejor conocimiento de las actividades del proyecto y mejorando su planificación. Para el motivo C cuando los planos llegan tarde o incompletos se tiene que contemplar con los prerrequisitos para realizar la actividad que se colocaron en la tabla de Last Planner. Para el motivo F y A se debe hablar con proveedores y anticiparse a los trabajos de la semana.

De esta forma se tiene que ir buscando soluciones para los motivos de incumplimiento de tareas de la obra.

En cuanto al costo de implementación para el caso de estudio analizado es el siguiente (tabla 5.1) :

Objeto	Cantidad	Precio un. (usd)	Costo fijo mensual (usd)	Costo fijo anual (usd)	Costo duración de proyecto
Scan 3D ( Point Cloud)	1	\$15,000.00	\$750.00	\$9,000.00	\$15,000.00
Licencia BIM 360 Design	5	\$40.00	\$200.00	\$2,400.00	\$4,000.00
Diferencia licencias Revit y Autocad	5	\$95.00	\$475.00	\$5,700.00	\$9,500.00
Licencias Fieldlens	40	\$15.00	\$600.00	\$7,200.00	\$12,000.00
Licencias Bluebeam	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Sueldo Project Manager Assistant	1	\$1,000.00	\$1,000.00	\$12,000.00	\$20,000.00
<b>Total</b>			<b>\$3,025.00</b>	<b>\$36,300.00</b>	<b>\$60,500.00</b>

*Tabla 5.1 Costos de implementar Lean Construction en el caso de estudio*

Para comenzar hay que incluir el costo por el Scan 3d para realizar el Point Cloud, el cual se toma 0.69 usd/m<sup>2</sup> , y teniendo una construcción de 21,760 m<sup>2</sup> nos da un costo final de 15,000 usd.

Luego se buscó el costo mensual para las licencias de BIM 360 Design y Revit se incluyeron 5 usuario, los cuales serían un diseñador, un arquitecto, un usuario para construction management, un usuario para cost management y uno para project manager.

En el caso de Revit se consideró la diferencia entre utilizar Revit (305 usd mensuales) frente a Autocad (210 usd mensuales), con lo que se obtuvo un costo mensual de 95 usd y un costo final del proyecto de 9,500 usd.

Para Fieldlens se consideraron licencias para todos los involucrados en el proyecto tanto agentes internos como externos, con el precio mensual por licencia siendo de 15 usd y teniendo 40 usuarios el costo final es de 12,000 usd.

En el caso de Bluebeam, con la versión gratuita ya es suficiente así que su costo es de 0. Por último se consideró el sueldo de un project manager assistant el cual

ayude en la implementación del proceso, realice capacitaciones de los programas y responda dudas y consultas.

# 6 Conclusión

---

La metodología que presenta Lean Construction tiene una parte ideológica que nace de darle un nuevo planteo al sentido común. Busca siempre que los participantes se junten, hablen, discutan y lleguen a una conclusión la cual todos estén de acuerdo y permita que todos sepan el alcance final de los proyectos.

La implementación de Lean Construction en Argentina es posible. También es posible aplicarlo en cualquier otro lugar del mundo, ya que su funcionamiento para que brinde mejoras en las empresas no depende del país en el cual se aplique, sino del compromiso de las partes involucradas.

La primera barrera con la que nos topamos al implementar Lean Construction es el factor humano. Para que las herramientas aplicadas funcionen de manera correcta es necesario el compromiso de todas las áreas involucradas, tanto como los que forman parte de la empresa como de los agentes externos (proveedores y contratistas). Es fundamental que la dirección se comunique con los representantes de cada una de las áreas y les transmita que para que funcionen los cambios de aplicar la metodología Lean Construction deben comprometerse con ella, mejorar la comunicación, e intentar siempre que funcione.

En el caso de estudio se tiene que el presupuesto de la obra es de 12.914.911 USD, y sabiendo que el 57% de las obras terminan con desvíos mayores al 10%, serían sobrecostos como mínimo de 1,291,491 USD. Por lo que sí Lean nos permite estar dentro de los márgenes de los presupuestado, el costo de 60,500 usd para su implementación en comparación con los sobrecostos mencionados es pequeño.

Si se lo quiere aplicar sin involucrar a agentes externos como proveedores y contratistas, va a ser posible pero no ideal. Las únicas herramientas aplicadas que no dependen de factores externos son Value Stream Mapping para la etapa de diseño y Target Value Design. Para el caso de Fieldlens, el programa se podría utilizar únicamente para la parte interna de la empresa (RFI, comunicación, almacenamiento de documentación) y comunicarse de manera convencional con agentes externos, pero perdería el propósito final de que todos tengan la última información disponible.

Por último, la comunicación con agentes externos para el control de la obra se da siempre. En el día a día de obra se mantiene un diálogo con los contratistas que a veces se puede llegar a tornar desordenado. Las reuniones propuestas por Last Planner serían una forma de mitigar este desorden y mejorar el control de esa comunicación siempre dada.

Si bien mencione que el funcionamiento de Lean no depende del país, para el caso de Argentina sirve para contrarrestar en cierta medida los problemas que le brindan al sector de la construcción la variabilidad e incertidumbre de la economía.

Nuestra economía afecta a las empresas de una forma que se les dificulta ser económicamente rentables. Por un lado esto provoca en la demanda un incremento de precios en la ejecución de obras, demoras y baja calidad de las mismas. Mientras que en la oferta se tiene una baja de precios, con lo cual la competencia por precios más bajos se vuelve insostenible y puede llevar a paralizaciones de obras y disolución de las empresas.

Se dificulta mucho la inversión en maquinaria nueva y se depende del alquiler de la misma lo cual conlleva costos diarios que pueden llegar a ser muy elevados.

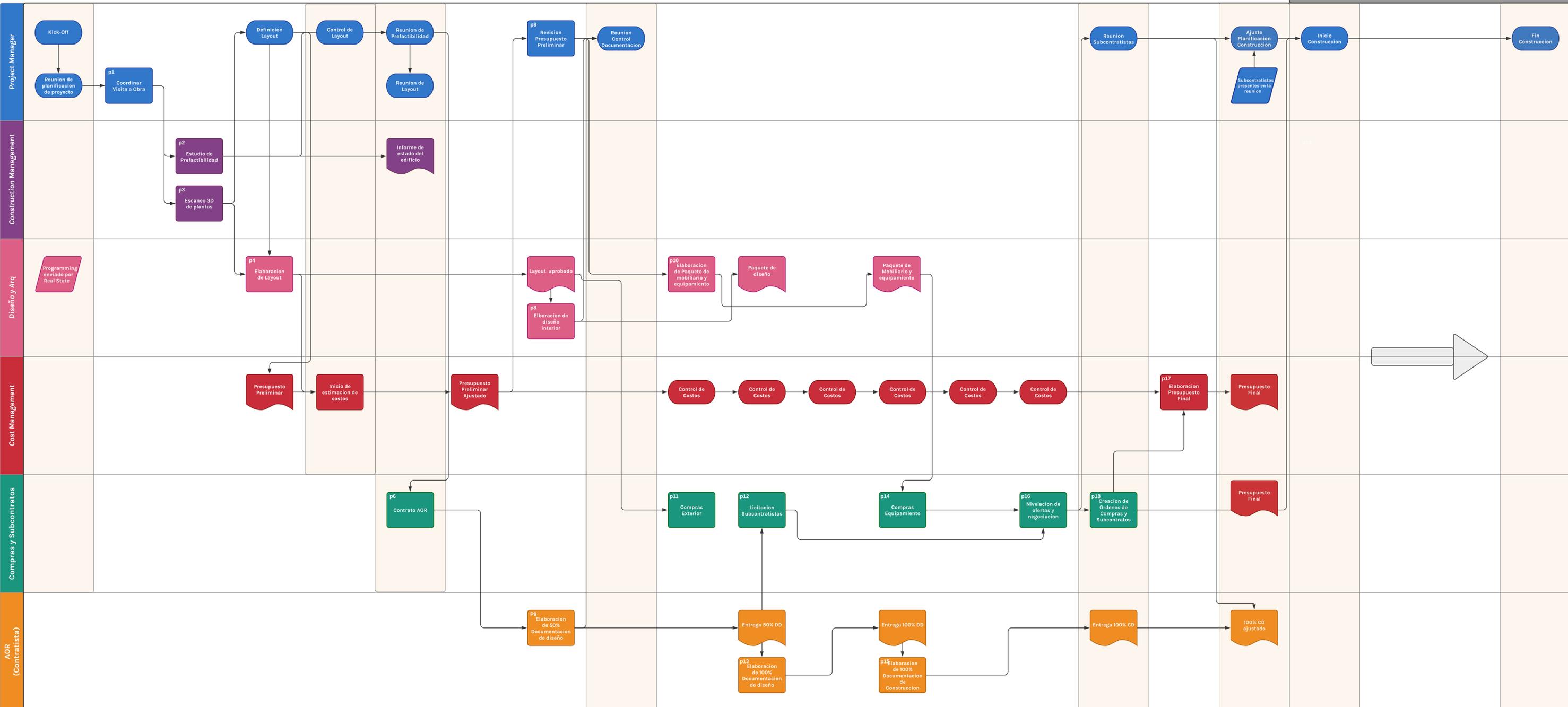
Las empresas buscan hacer frente a la situación económica participando en la mayor cantidad de obras incorporando equipamiento y personal, y atendiendo a los problemas técnicos con recursos propios o consultores. Ahí es cuando, al depender de factores externos, que se generan problemas que pueden llevar a mayores tiempos, costos y pérdida en calidad de la construcción. Es por estos motivos que la implementación de Lean, brindando una mejor planificación y control en las empresas, ayuda a contrarrestar el efecto de la economía argentina.

De acuerdo a lo analizado concluyó que el núcleo del pensamiento de Lean Construction no puede ser errado nunca. Es el orden lógico por el cual debemos actuar al gerenciar a las empresas y sus proyectos. Intentar siempre ser lo más eficiente posible disminuyendo al máximo los desperdicios, aumentando la comunicación. Obviamente que en el transcurso ocurrirán imprevistos, y más en un entorno de gran incertidumbre como es Argentina, pero con el aporte de Lean siempre si la planificación y el control son adecuados la facilidad con la que se resuelvan va a ser mayor y será posible que los proyectos terminen en un tiempo, costo y calidad adecuados.

# 7 Anexos

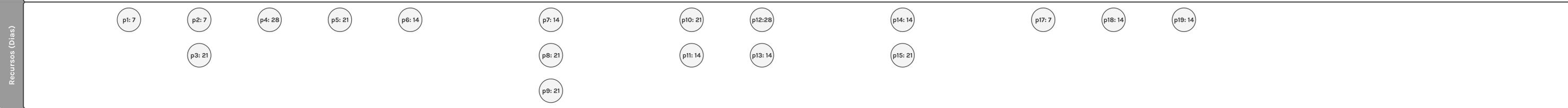
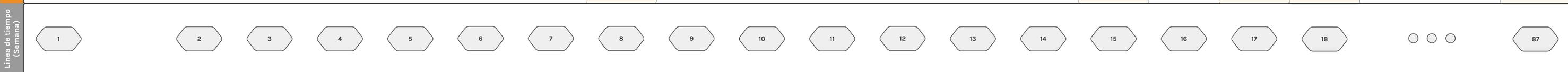
---

## Anexo A



Formas

- Hitos
- Datos
- Proceso
- Documentos
- Línea de tiempo
- Recursos



## Anexo B

Oficinas	Unidad	Cálculo
Superficie	m <sup>2</sup>	La superficie de cada oficina se obtiene con la cantidad de escritorios que va a llevar. La medida de superficie sobre los escritorios debe rondar entre los 2,2 m <sup>2</sup> /esc y 2,8 m <sup>2</sup> /esc. Entonces con estos datos, tomamos un ancho y largo específico para cada oficina según su cantidad de escritorios.
Acceso	UN.	Para el caso de oficinas mayores a 10 escritorios se tomará acceso con puerta batiente, la cual se ingresará con lector de tarjeta. En caso de que las oficinas sean menores a 10 escritorios habrá puertas corredizas y tendrán llave.
Divisiones	m <sup>2</sup>	Por lo general las oficinas con menores a 6 escritorios ( oficinas chicas ) están ubicados en la parte interior respecto al pasillo, con lo cual para este caso consideramos que estarán compuestas por dos muros de parapeto de yeso a 0.75m + paño fijo de aluminio 1.76m + tabique de yeso, un muro de yeso de piso a techo y un paño fijo de aluminio de piso a techo. En el caso de las oficinas grandes. mayores a 6 escritorios vamos a suponer que se encuentran pegadas contra las ventanas, por lo cual se supondrá un muro de piso a techo y 2 muros de parapeto de yeso a 0.75m + paño fijo de aluminio 1.76m.
Piso de Madera	m <sup>2</sup>	Es igual a la superficie de la oficina.
Cortinas Roller	m <sup>2</sup>	80% * (Perímetro * Cantidad de pisos * altura de cada piso)
Estación de Trabajo	UN.	Una silla y un escritorio por persona. Un tacho de basura cada dos escritorios
Campanas de iluminación	UN.	Se aproxima que la cantidad de campanas es el 90% cantidad de escritorios dividido 2,5

Pintura	m <sup>2</sup>	Igual a m <sup>2</sup> de tabiques + zócalos
Zócalos	ml	Igual a ml de muros

<b>Salas de Reuniones</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Superficie	m <sup>2</sup>	Los metros cuadrados de cada una de las salas está estandarizado en las bases de diseño.
Piso de alfombra	m <sup>2</sup>	Igual a la superficie
Divisiones	m <sup>2</sup>	Suponemos que estarán compuestas por dos paredes de piso a techo de yeso y 2 divisiones de aluminio de piso a techo con puerta corrediza)
Empapelado	m <sup>2</sup>	igual a m <sup>2</sup> de divisiones de yeso.
Iluminación	UN.	Un artefacto de iluminación en cielorraso + un artefacto de iluminación en pizarrón
Mobiliario	UN.	Un pizarrón, una mesa(según sala), sillas (según sala, de 4 a 10), rack

<b>Espacios compartido</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Cocinas	-	Varía el tamaño según tipo. Los objetos y cantidades son los mencionados en la página 19.
Lounge	m <sup>2</sup>	La superficie del lounge es aproximadamente 20% de la planta. Se deberá ver en cada caso particular

Piso de Madera	m <sup>2</sup>	Igual a superficie
Tabiques de yeso	m <sup>2</sup>	50% del perímetro por la altura
Zócalos	ml	Metros lineales de tabique de yeso
Mobiliario	m <sup>2</sup>	3 usd / USF de muebles
Campanas de iluminación	UN.	30% * ( m <sup>2</sup> de lounge)

<b>Cabinas de teléfono</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Divisiones	m <sup>2</sup>	Muros de yeso de 1.2m x 1.2m. Puerta de aluminio plegable
Revestimientos	m <sup>2</sup>	Empapelado en muros de yeso
Mobiliario	UN.	Una mesa de apoyo y un sillón
Iluminación	UN.	Artefacto de iluminación interior

<b>Espacios de Circulación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Pasillos	-	La superficie se obtendrá de restar el área de planta menos el área de los espacios programados para la planta. El ancho del pasillo es de 1.2m así que podemos obtener el largo del mismo. Se deberá considerar piso de madera para esta área y campanas de iluminación cada 3 metros.

<b>Instalación Eléctrica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Instalación Eléctrica	Gl.	Debido a que en etapas tempranas del proyecto no se tiene la suficiente información para calcular cuánto será la instalación eléctrica se opta por tomar un valor de 6.68 USD/USF

<b>Instalación A.A.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Instalación Aire Acondicionado	Gl.	En este caso se obtienen las toneladas de refrigeración necesarias para cada ciudad. En Buenos Aires utilizamos un valor de 270 sf/RefTon, este valor multiplicado por los USF del proyecto se obtiene las toneladas de refrigeración. Se tiene un valor aproximado por RefTon que nos permite estimar un costo

<b>Instalación Contra Incendio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Instalación Contra Incendio	Gl.	Debido a que en etapas tempranas del proyecto no se tiene la suficiente información para calcular cuánto será la instalación eléctrica se opta por tomar un valor de 1.46 USD/USF

<b>Control de acceso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Lector de Tarjetas	UN.	Cantidad de oficinas mayores a 10 + Sala de IT + Molinetes de entrada + Puertas de escalera
S2-NN-E2R-WM	UN.	Panel que controla la distribución de lectores de tarjetas. Soporta 14 lectores de tarjeta.

S2- Blades	UN.	Dentro de los paneles de distribución se encuentran los blades. Cada 2 lectores de tarjeta hay 1 blade
Cerradura magnética	UN.	Uno por cada control de accesos que no están en aluminio (puerta IT/escaleras/etc)
Electric Strike	UN.	Uno por cada control de accesos que está en puerta de aluminio
Botón de salida	UN.	Uno por cada control de accesos que está en puerta de aluminio
CABLE 22 AWG 6 Conductor Shielded Stranded Wire (Reader)	m	S2 al lector- 40mts por lector
CABLE 18 AWG 6	m	S2 al push boton - 30 mts por cada botón de salida
CABLE 18 AWG 4	m	S2 al Electric Strike - 40 mts por lector

<b>CCTV</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Cámaras	UN.	1 cada 16m de pasillo, 1 por lobby asc, 1 por pantry, 1 sala de IT, 1 entrada al edificio, 2 por molinetes.
VMS (Video monitoring system)	UN.	1 por proyecto

<b>Sala de IT</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Equipamiento para sala de IT principal	GI	1 por proyecto

Equipamiento para salas de T intermedias	Gl.	Igual a cantidad de pisos menos 1
WAPs	UN.	0,00085 WAPs / USF

<b>Cableado estructurado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
Rack	UN.	1 por sala de IT principal y 2 por sala de IT intermedias
Patch Panel modular	UN.	Sirva para conectar circuitos de manera ordenada. es igual a (cantidad de puestos datos desks + cant cámaras + cant access points + 2 x S2 + 6 por IT room para uplinks + 1 por TV + 2 x proyector)/48
JACK RJ45 Cat.6	UN.	Igual a cantidad de puestos datos desks + cant TV + 2 por proyector
Cable UTP Cat.6	m	Igual a 70 mts x Jack CAT6
Cable UTP Cat6A	m	Igual a 70 mts x Jack CAT6A
Certificacion UTP Cat6	Gl.	Igual a Jack CAT6
Certificacion UTP Cat6A	Gl.	Igual a Jack CAT6A

<b>Sistema AV</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cálculo</b>
EMPLUG	UN.	Elevator Lobby

Solstice Pod	UN.	1 por TV
TV 43" Monitor Professional	UN.	1 por elevator lobby
TV 49" Smart TV	UN.	1 por sala de reuniones pequeña
TV 55" Smart TV	UN.	1 por sala de reuniones mediana
TV 65" Monitor Professional	UN.	1 por sala de reuniones grande
Parlantes pasillo	UN.	1 parlante cada 6m2 de Lounge y elevator lobby
Proyector 3500 lumens	UN.	1 por event Lounge
Equipamient o AV para Event lounge	UN.	1 por event Lounge

## Anexo C

SOFT COSTS - Consultants		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
33_21_11_00	Architecture	1.27	\$ 1.27	67.91	297,040.72	297,040.72
33_21_31_17	MEP Engineering	0.39	\$ 0.39	20.80	90,998.15	90,998.15
33_21_31_23	IT Consulting	-	\$ -	-	-	-
33_21_99_28	Lighting Design	-	\$ -	-	-	-
22_14_20_00	Elevators	0.10	\$ 0.10	5.20	22,749.54	22,749.54
33_25_51_00	Commissioning	0.17	\$ 0.17	9.29	40,631.43	40,631.43
33_21_31_14	Structural Engineering	-	\$ -	-	-	-
33_23_11_20	Scanning/Measuring	0.06	\$ 0.06	3.47	15,166.36	15,166.36
33_81_11_11	Codes Consultation / Expediting	0.03	\$ 0.03	1.50	6,554.22	6,554.22
33_21_31_52	Audio / Visual Consulting	-	\$ -	-	-	-
<a href="#">Add Line</a>		<b>2.02</b>	<b>2.02</b>	<b>108.17</b>	<b>473,140.42</b>	<b>473,140.42</b>
HARD COSTS - Typical Fit-out		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
22_01_51_00	Temporary Utilities	1.07	\$ 1.07	57.51	251,541.64	251,541.64
22_02_41_00	Demolition	0.16	\$ 0.16	8.67	37,915.90	37,915.90
22_03_00_00	Concrete	0.29	\$ 0.29	15.60	68,248.61	68,248.61
22_05_12_10	Structural Steel Framing	-	\$ -	-	-	-
22_06_22_00	Millwork	3.49	\$ 3.49	186.71	816,665.50	816,665.50
22_08_10_00	Metal Doors and Frames	1.25	\$ 1.25	66.74	291,904.06	291,904.06
22_08_32_00	Sliding Glass Doors	1.99	\$ 1.99	106.36	465,240.49	465,240.49
22_08_43_00	Aluminum-Framed Storefronts	6.48	\$ 6.48	346.74	1,516,635.88	1,516,635.88
22_08_71_00	Door Hardware	0.09	\$ 0.09	4.95	21,650.07	21,650.07
22_09_20_00	Plaster and Gypsum Board	3.79	\$ 3.79	202.79	886,996.72	886,996.72
22_09_30_00	Tiling	1.10	\$ 1.10	58.98	257,989.73	257,989.73
22_09_64_00	Wood Flooring	4.15	\$ 4.15	222.22	972,005.53	972,005.53
22_09_68_00	Carpeting	0.31	\$ 0.31	16.84	73,653.40	73,653.40
22_09_90_00	Painting and Coating	2.72	\$ 2.72	145.75	637,524.75	637,524.75
22_10_14_10	Interior Signage	0.23	\$ 0.23	12.05	52,692.02	52,692.02
22_10_28_00	Toilet, Bath, and Laundry Accessories	0.33	\$ 0.33	17.80	77,856.40	77,856.40
22_11_20_00	Commercial Equipment	1.49	\$ 1.49	79.64	348,349.80	348,349.80
22_12_21_00	Window Blinds	1.26	\$ 1.26	67.67	295,986.06	295,986.06
22_21_00_00	Fire Suppression	0.34	\$ 0.34	18.33	80,171.17	80,171.17
22_10_44_00	Fire Extinguishers	0.17	\$ 0.17	9.19	40,187.26	40,187.26
22_22_00_00	Plumbing	0.55	\$ 0.55	29.57	129,321.01	129,321.01
22_22_40_00	Plumbing Fixtures	0.66	\$ 0.66	35.26	154,206.24	154,206.24
22_23_00_00	Heating, Ventilating, and Air Conditioning (HVAC)	7.77	\$ 7.77	416.09	1,819,963.05	1,819,963.05
22_26_00_00	Electrical	7.77	\$ 7.77	416.09	1,819,963.05	1,819,963.05
22_27_13_00	Communications Backbone Cabling	3.40	\$ 3.40	182.04	796,233.84	796,233.84
22_11_52_00	Audio-Visual Equipment	1.50	\$ 1.50	80.39	351,614.89	351,614.89
22_28_00_00	Electronic Safety and Security	3.37	\$ 3.37	180.30	788,650.66	788,650.66
22_28_31_00	Fire Detection and Alarm	1.50	\$ 1.50	80.17	350,650.60	350,650.60
<a href="#">Add Line</a>	<b>Section Total</b>	<b>57.25</b>	<b>57.25</b>	<b>3,064.43</b>	<b>13,403,818.34</b>	<b>13,403,818.34</b>
BASE BUILDING COSTS - Pre Fit-out expenses		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
22_23_00_00	Heating, Ventilating, and Air Conditioning (HVAC)	3.56	\$ 3.56	190.71	834,149.73	834,149.73
22_26_00_00	Electrical	3.56	\$ 3.56	190.71	834,149.73	834,149.73
<a href="#">Add Line</a>	<b>Section Total</b>	<b>7.13</b>	<b>7.13</b>	<b>381.41</b>	<b>1,668,299.47</b>	<b>1,668,299.47</b>
UNIQUE BUILDING COSTS		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
00_00_00_00	Unique Building Costs	-	\$ -	-	-	-
00_00_00_00		-	\$ -	-	-	-
<a href="#">Add Line</a>	<b>Section Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
REGULATION & COMPLIANCE COSTS		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
22_00_32_00	Building Permits	0.42	\$ 0.42	22.54	98,581.33	98,581.33
22_00_33_00	Special Permits	0.10	\$ 0.10	5.20	22,749.54	22,749.54
33_25_51_12	Special inspection	0.10	\$ 0.10	5.20	22,749.54	22,749.54
<a href="#">Add Line</a>	<b>Section Total</b>	<b>0.62</b>	<b>0.62</b>	<b>32.94</b>	<b>144,080.41</b>	<b>144,080.41</b>
GENERAL COSTS		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
22_00_72_00	General Conditions	5.51	\$ 5.51	294.73	1,289,140.50	1,289,140.50
22_00_73_16	Insurance Requirements	0.55	\$ 0.55	29.47	128,914.05	128,914.05
22_01_41_00	Fees	5.51	\$ 5.51	294.73	1,289,140.50	1,289,140.50
22_01_74_20	Final Cleaning	1.23	\$ 1.23	65.88	288,160.82	288,160.82
22_50_10_00	Miscellaneous Reimbursements	-	\$ -	-	-	-
<a href="#">Add Line</a>	<b>Section Total</b>	<b>12.79</b>	<b>12.79</b>	<b>684.81</b>	<b>2,995,355.86</b>	<b>2,995,355.86</b>

<b>DIRECT COSTS - Furnished</b>		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
22_12_40_00	Furnishings and Accessories	3.14	\$ 3.14	168.17	735,568.40	735,568.40
22_12_51_00	Office Furniture	2.53	\$ 2.53	135.23	591,487.99	591,487.99
22_26_51_00	Interior Lighting	1.70	\$ 1.70	90.74	396,913.77	396,913.77
22_27_21_00	Data Communications Network Equipment	2.49	\$ 2.49	133.49	583,904.81	583,904.81
22_27_30_00	Voice Communications	0.43	\$ 0.43	23.22	101,578.58	101,578.58
22_27_31_00	Cellular Service Upgrades	0.43	\$ 0.43	23.22	101,578.58	101,578.58
22_10_14_20	Exterior Signage	0.13	\$ 0.13	6.93	30,332.72	30,332.72
22_12_10_00	Art	0.55	\$ 0.55	29.68	129,838.27	129,838.27
22_12_40_10	Ops assets - LHI	0.16	\$ 0.16	8.77	38,358.56	38,358.56
22_01_66_00	Product Storage and Handling Requirements	1.05	\$ 1.05	56.12	245,455.41	245,455.41
<a href="#">Add Line</a>	<b>Section Total</b>	<b>12.62</b>	<b>12.62</b>	<b>675.59</b>	<b>2,955,017.10</b>	<b>2,955,017.10</b>

<b>PROJECT SUMMARY</b>		USF/SQF	TARGET/USF (USD)	\$/Desk	Cost (USD)	Cost (LOCAL)
<b>PROJECT TOTAL</b>		<b>92.43</b>	<b>92.43</b>	<b>4,947.35</b>	<b>21,639,711.60</b>	<b>21,639,711.60</b>
Tenant Improvement Allowance		37.27	45.00		8,724,800.00	\$8,724,800
Cash Requirement		55.16	47.43	4,947.35	12,914,911.60	12,914,911.60
<b>Net cost to WeWork</b>		<b>55.16</b>	<b>47.43</b>	<b>4,947.35</b>	<b>12,914,911.60</b>	<b>12,914,911.60</b>

# 8 Bibliografía

---

1. Gestión y Productividad en Obras - COMARCO Bruno Badano, Rómulo Bertoya y Alejandro Cantú.
2. Lean Construction LC bajo pensamiento Lean - Miguel David Rojas - Mariana Henao María Elena Valencia
3. Changes in Income - Toyota Motor ([www.toyota-global.com](http://www.toyota-global.com))
4. How Lean is Transforming Companies – The Role of Kaizen
5. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production - Taiichi Ohno
6. A Study of the Toyota Production System - Shigeo Shingo
7. Construcción Moderna - Lean Project Delivery and Integrated Practices - Forbes & Ahmed
8. What is Lean Construction - Gregory A. Howell
9. The Last Planner System of Production Control - Herman Glenn Ballard
10. Cuentas nacionales Vol. 4, n° 22 - Informe de avance del nivel de actividad - INDEC
11. Informes técnicos / Vol. 4, n° 232 - Índice del costo de la construcción en el Gran Buenos Aires (ICC) - INDEC
12. Lean Construction - Luis Alarcon
13. Estudio de las capacidades y problemas en la industria de la construcción de infraestructuras - COMARCO
14. This is Lean - Resolving the efficiency paradox - Niklas Modig & Par Ahlstrom