



II CONGRESO INTERNACIONAL VIRTUAL DESIGN CONSTRUCTION (CIVDC)

VDC EN MEGAPROYECTOS

IMPLEMENTACIÓN **DE VDC**

EN LA CONSTRUCCIÓN
DE **63 TORRES** DE CONCRETO
EN EL **CABLEBUS**LÍNEA 1 EN **MÉXICO**

Arq. Enrique A. Santiago García
Gerente de Proyectos en Casa Lean

CV ARQ. ENRIQUE SANTIAGO GARCÍA

Gerente de Proyectos

Casa Lean



- Arquitecto por la **Universidad La Salle Campus Ciudad de México**.
- **Coordinador de Proyectos** en una empresa inmobiliaria donde desarrollo una carpeta de más de una docena de **edificios residenciales**.
- **Diplomado en Desarrollo de Proyectos de Inversión Inmobiliario** por la Universidad Iberoamericana.
- **Diplomado en BIM Management, Arquitectura Digital, Ahorros en la Construcción** por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.
- **Socio fundador de Casa Lean**, una consultora mexicana que agrega valor a las empresas con la implementación de metodologías.

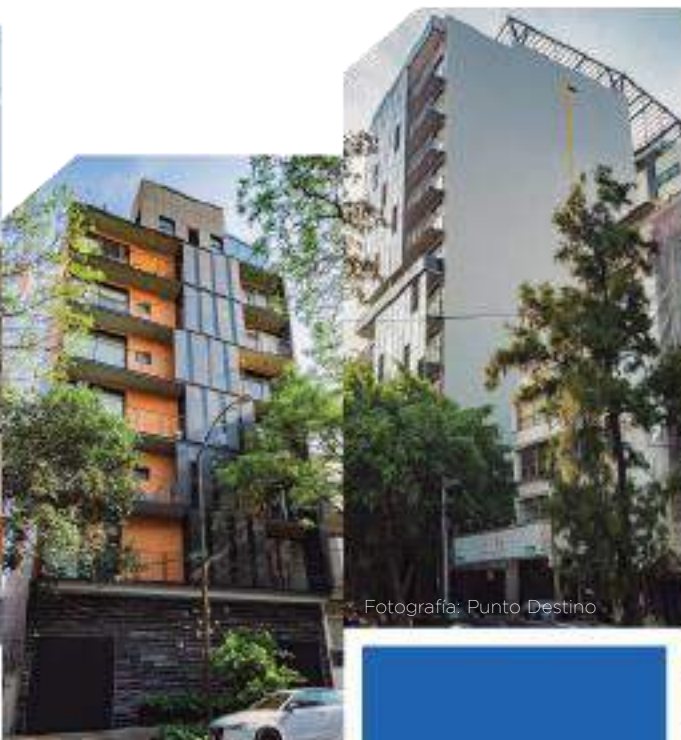




CASA LEAN



Fotografía: Punto Destino



Fotografía: Punto Destino

Fotografía: Punto Destino



Fotografía: Punto Destino



Fotografía: Punto Destino



Fotografía: Punto Destino



Fotografía: Punto Destino

EXPERIENCIA INMOBILIARIA EN LA CIUDAD DE MÉXICO



UNIVERSIDAD
DE LIMA



LEAN CONSTRUCTION EN CÁRCELES DE LA PERPETUA



CASA LEAN



SEMANA INTRODUCTORIA DE VDC EN LA U. DE LIMA



UNIVERSIDAD
DE LIMA



CASA LEAN

INFORMACIÓN DEL PROYECTO CABLEBÚS LÍNEA 1



UNIVERSIDAD
DE LIMA

¿PORQUE EL CABLEBÚS? ANTECEDENTES

La **Alcaldía Gustavo A. Madero** cuenta con **1.18 millones de habitantes***. El proyecto del Cablebús impactará a un **26%** de la población de la Alcaldía.

El nivel de ingreso del 75% de la población de la zona de estudio es bajo a muy bajo. Las **condiciones actuales de la movilidad urbana** dentro de la Alcaldía de Gustavo A. Madero, en concreto en la zona de Cuautepec son las siguientes:

- Transporte público de baja calidad.
- Alto costo de traslado.
- Vialidades mal planeadas y saturadas.
- Tiempos de traslado altos.
- Traza urbana irregular.
- Infraestructura urbana deficiente.
- Topografía irregular
- Alta densidad poblacional.



Mapa Ubicación Alcaldía Gustavo A. Madero



* Datos obtenidos por el INEGI en el ultimo censo poblacional nacional en el año del 2020.

DATOS GENERALES DEL SISTEMA CABLEBÚS

-  **UBICACIÓN**
Alc. Gustavo A. Madero,
Ciudad de México
-  **TOTAL DE CABINAS**
377
-  **CABINAS (Pax)**
10 personas sentadas
-  **LONGITUD TRAZO**
7.54 km Troncal
1.66 km Antena
-  **TIEMPO RECORRIDO**
33 minutos
-  **TORRES**
63
-  **CONEXIÓN CON SISTEMAS MASIVOS DE TRANSPORTE**
Metro Línea 3
-  **VELOCIDAD**
21.6 km/h (6.0 m/s)
-  **CAPACIDAD MÁXIMA**
4,000 pax/sentido E1-E5
1,000 pax/sentido E4-Antena

TRAZO GENERAL



TORRES Y MÁSTILES

- Troncal  **54 TORRES**
- Antena  **9 TORRES**



CASA LEAN

IMPLEMENTACIÓN DE VDC EN EL **CABLEBÚS** LÍNEA 1 EN **MÉXICO**

REDUCIR EN UN 10%
EL PROCESO CONSTRUCTIVO
DE LA **SUBESTRUCTURA**
DE CONCRETO DE
63 TORRES



UNIVERSIDAD
DE LIMA



Fotografía: Casa Lean

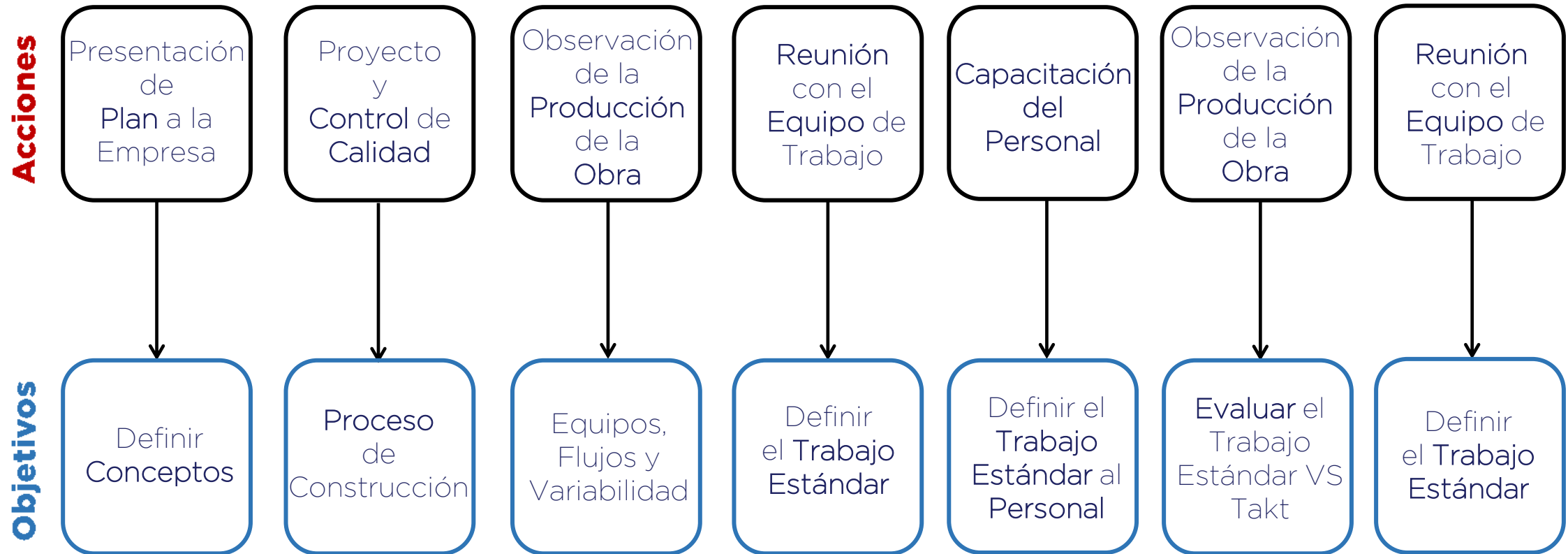


Fotografía: Casa Lean



Fotografía: Casa Lean

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN



ANTECEDENTES DE IMPLEMENTACIÓN



Los constructores desconocían de Lean Construction

Los constructores tenían muy arraigada la costumbre de utilizar el **Diagrama de Gantt** como escenario ideal, los involucramos con **Lean Construction** por medio de:

- Dinámica con un **simulador**, con el fin de **balancear actividades** en capacidad, demanda con **flujo continuo**, una actividad a la vez, sistema Pull y reducción de variabilidad.
- Definir el **valor** de cada producto. (el valor es aquello que satisface las **necesidades del cliente final**).
- **Identificar el flujo** de valor del proceso.
- Eliminar el **Muda**.



ANTECEDENTES DE IMPLEMENTACIÓN

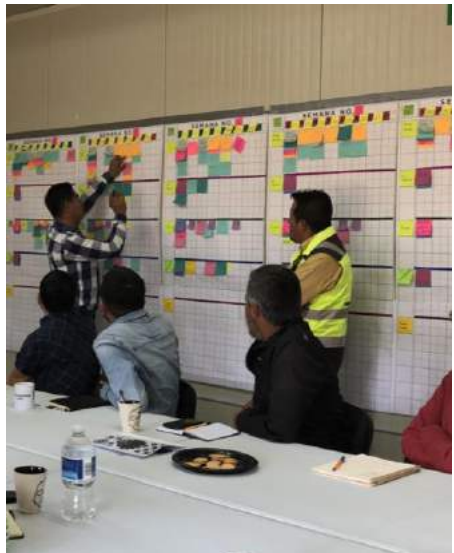


Primer acercamiento con LPS

Implementación de **Last Planner System**, tener un plazo contractual respaldado por un calendario que especifica la duración de los principales procesos. Por lo tanto, cada proceso toma un **Takt-Time** específico.

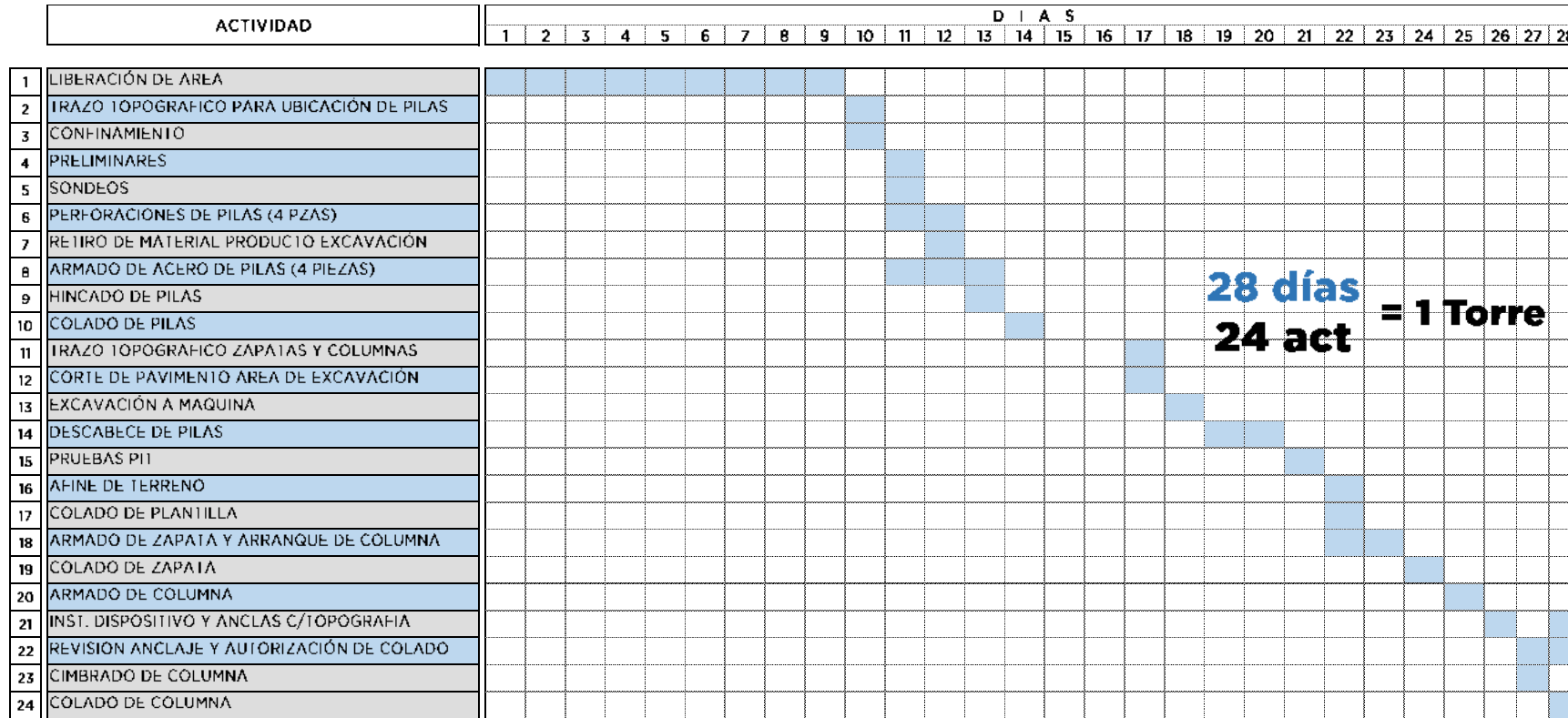
Principios Colaborativos

- Hacer fluir el valor sin interrupciones.
- Dejar que el cliente tire del valor.
- Equilibrar el trabajo.
- Mejorar continuamente.



ANTECEDENTES DE IMPLEMENTACIÓN

Diagrama Gantt
Construcción 1 Torre Tipo



Análisis de Planteamiento Original.

Una de mejores maneras de conocer nuestro proceso es mediante el análisis de tiempos involucrados.

Diagrama de Gantt

Construcción 1 Torre Tipo (24 act / 28 días)

OBJETIVO DEL CLIENTE

CABLEBÚS LÍNEA 1

Entregar un servicio de transporte público cumpliendo con la problemática social en Enero del 2021 a la población de GAM*.

El principal objetivo del cliente es:

- Mejorar la movilidad urbana de la zona norte de la CDMX**.
- Brindando un transporte ágil, eficiente, seguro y amigable con el medio ambiente.

Cablebús Línea 1 es el primer teleférico en la Ciudad de México, consta de **9.2 km** de trazo distribuidos en **5 secciones** y cuenta con **63 torres**.

* G.A.M. - Gustavo A. Madero (Alcaldía en la Ciudad de México)

** CDMX - Ciudad de México



OBJETIVO DEL PROYECTO

CABLEBÚS LÍNEA 1



Cumplir al 100% con lo contratado y reducir en un 10% el proceso constructivo de la subestructura de las torres de concreto.

Para lograr el objetivo del proyecto, analizamos el cambiar de una **planificación tradicional** (Diagrama de Gantt) a una planificación **mas dinámica** (Takt Planning) para implementar **trenes de actividades** y generar **un flujo continuo** de actividades.

RESUMEN DE IMPLEMENTACIÓN VDC

BRECHA PROYECTO SIMILAR

- La empresa constructora del teleférico que se encuentra aledaño al Cablebús, manejaban un promedio de **40-35 días por torre.**

Entregar un servicio de transporte publico cumpliendo la problemática social en Enero del 2021 a la población aledaña al Cablebus.

Cumplir al 100% con lo contratado y reducir en un 10% el proceso de construcción de la subestructura de las torres.

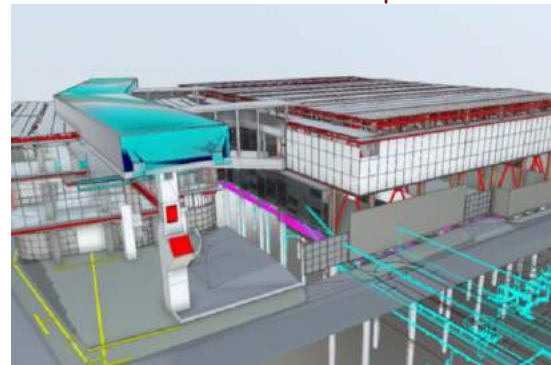


ICE

A partir de las 3 acciones (proyecto, liberación terreno y obras inducidas) se analizara con el D.R.O. (experto en construcción) el proceso de la construcción y generara ingeniería de valor que ayude a reducir el tiempo de construcción en 10%.

BIM

Identificar por medio del modelo BIM los conflictos e incompatibilidades entre las obras inducida reduciendo el tiempo de construcción en un 10%.



PPM

Controlar los procesos que se llevan en obra para desarrollar un nuevo programa de procesos y asegurar el cumplimiento del hito de la torre.

- D.R.O. – Director Responsable de Obra. Persona experta en construcción con el aval del Gobierno de Mexico, que se encarga de supervisar que se cumpla la obra con respecto al reglamento de construcción de la Ciudad de México.

PROCESO EXISTENTE CONSTRUCCIÓN TORRE

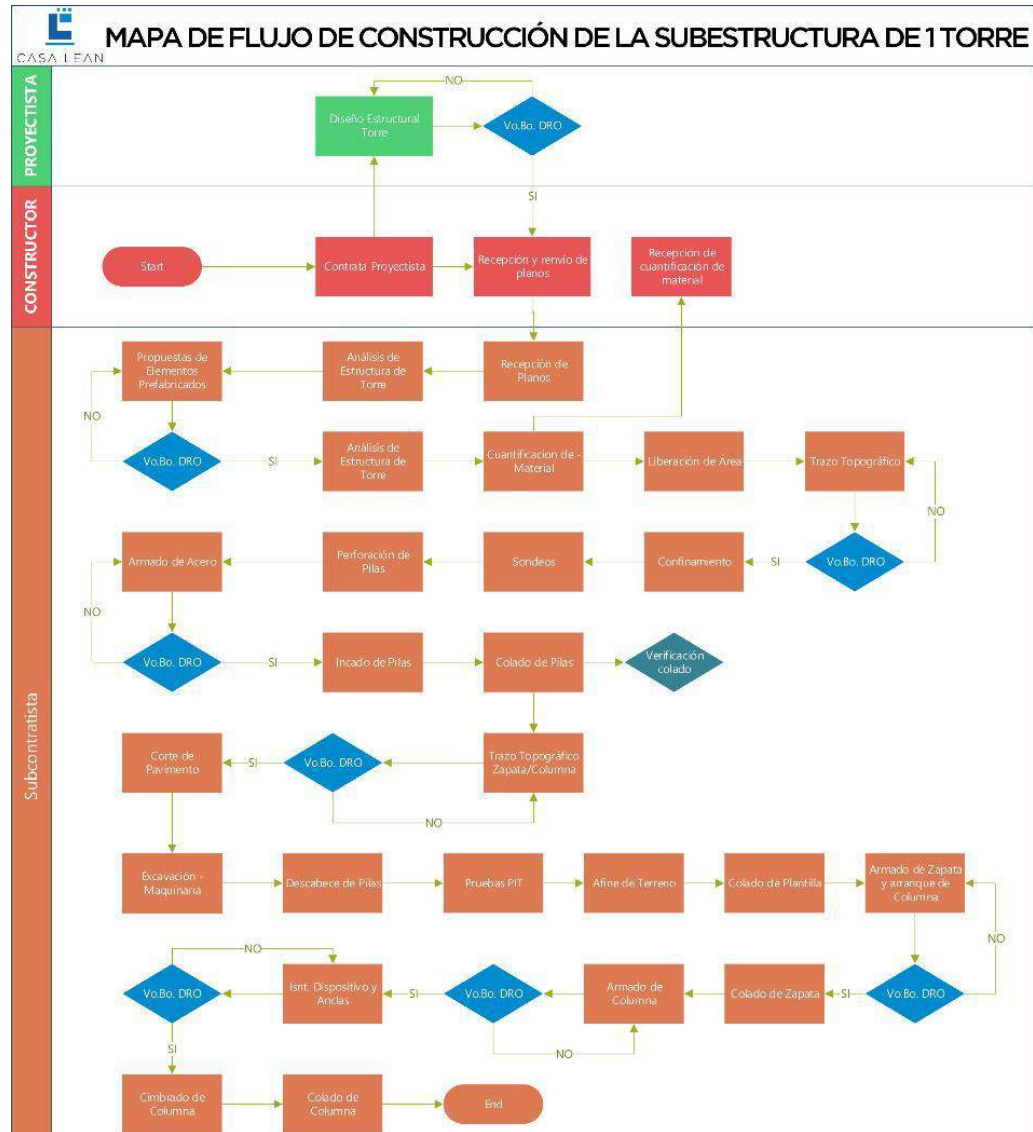
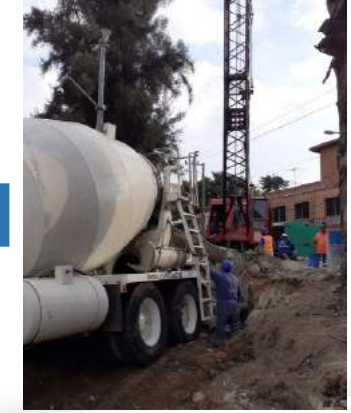
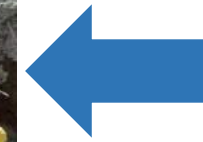
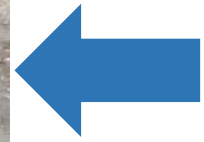
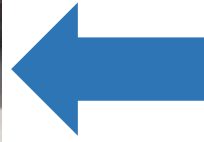
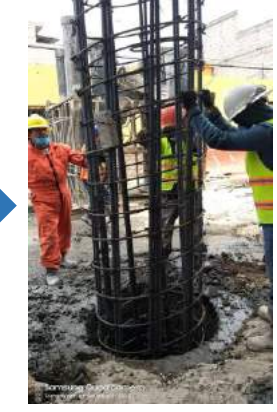
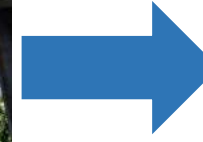
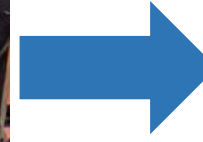
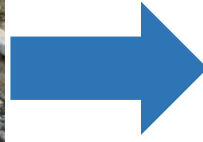
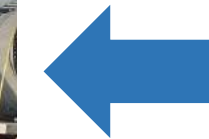
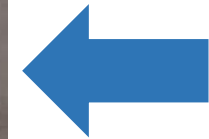
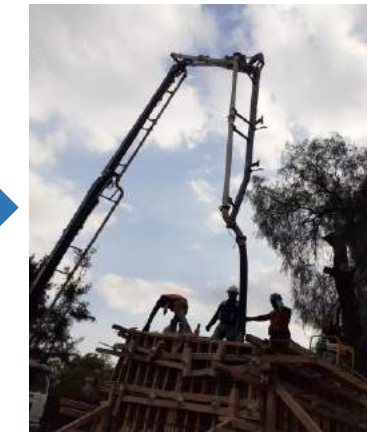
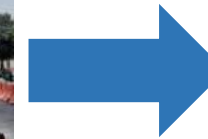
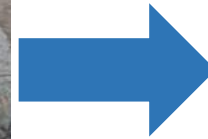
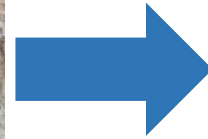


Diagrama de Flujo Original

MAPEO DE PRODUCCIÓN TORRES

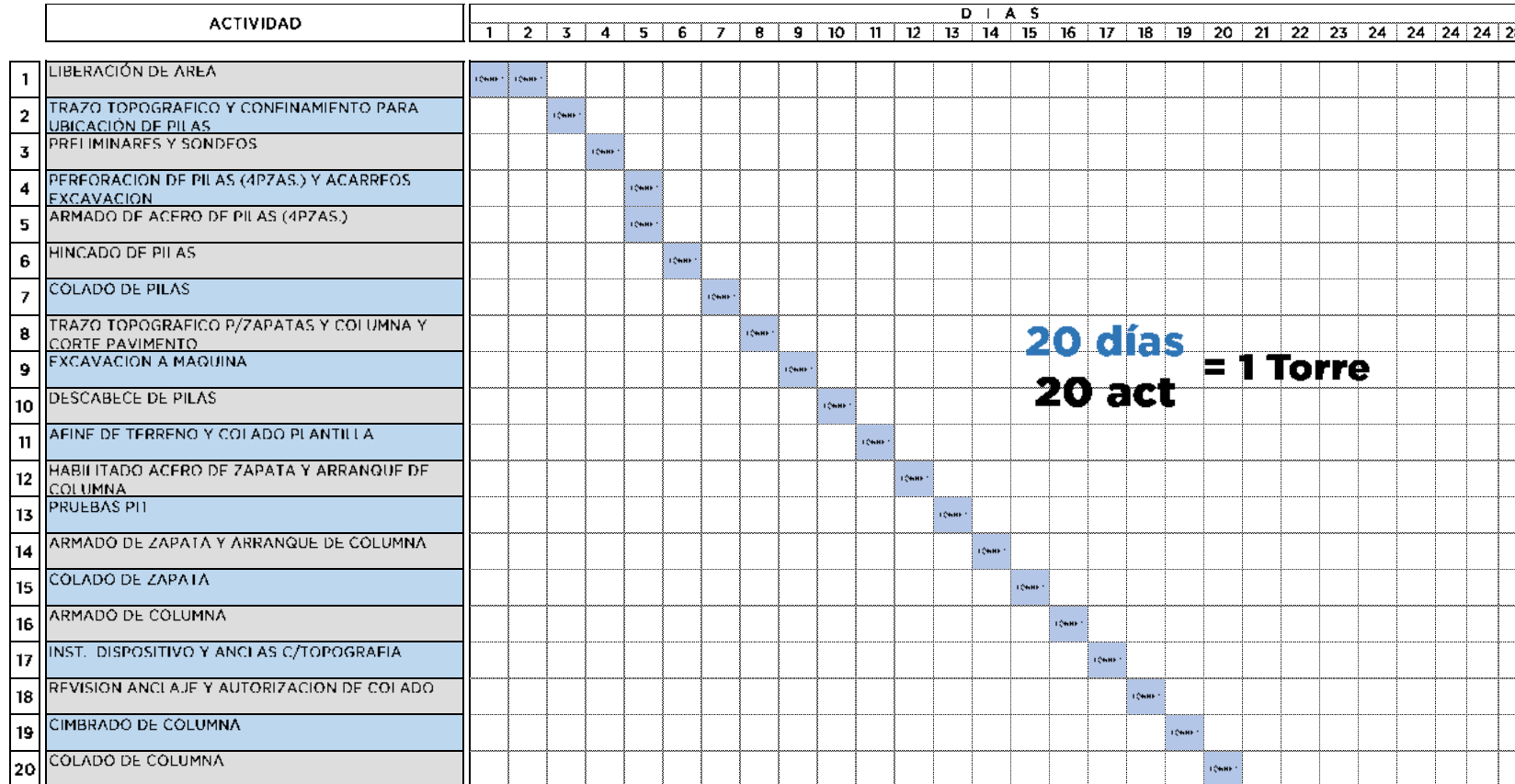


MAPEO DE PRODUCCIÓN TORRES



PROPUESTA DE TAKT PLANNING 1 TORRE

Takt Planning
Construcción 1 Torre Tipo



20 días = 1 Torre
20 act

Propuesta Inicial atacando 1 torre.

Diagrama de Gantt

Construcción 1 Torre Tipo (24 act / 28 días)

Optimizar Actividades

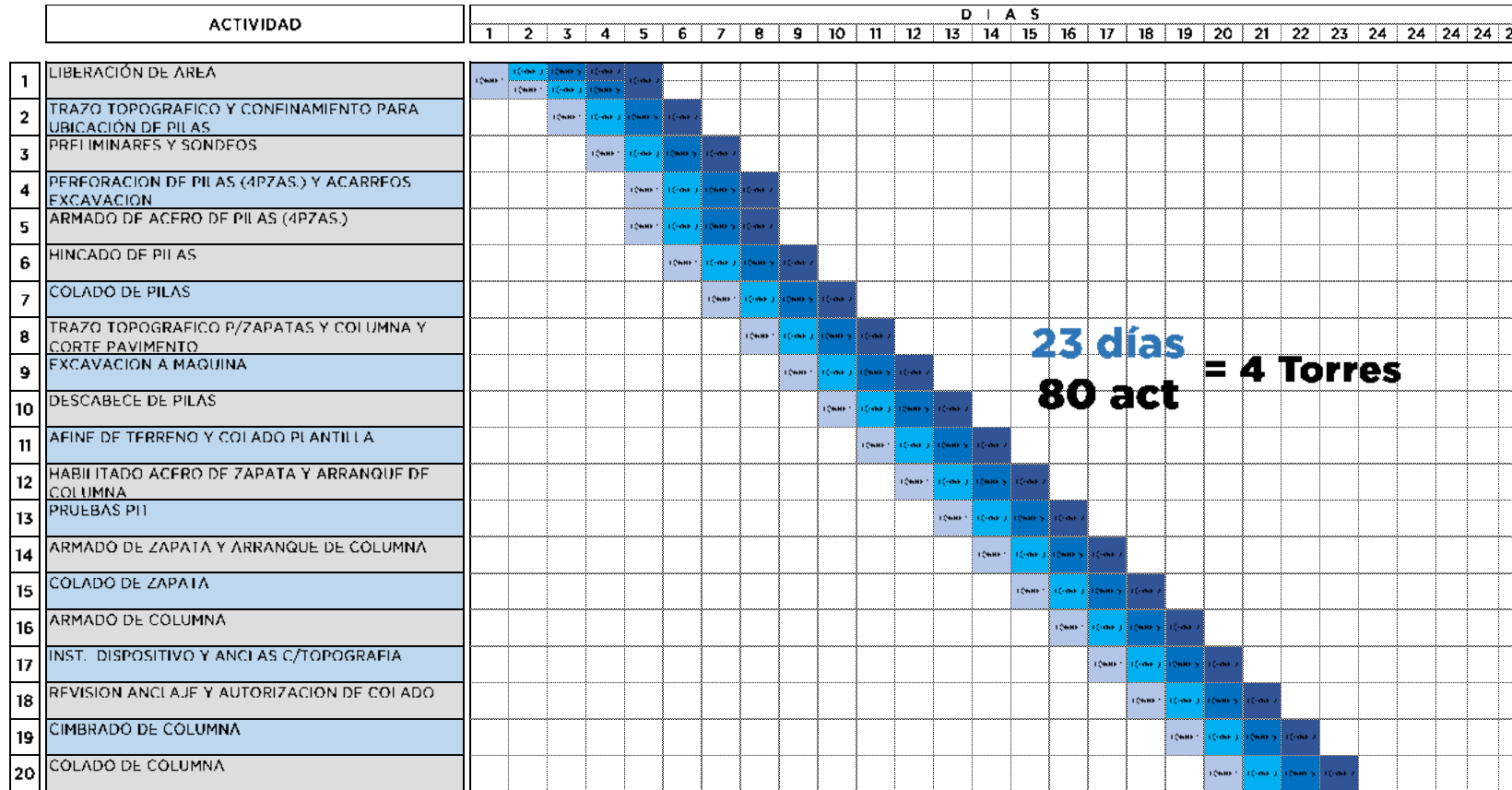
Mapeo de Procesos (20 act - 20 días)

Takt Planning

Construcción 1 Torre Tipo

PROPUESTA DE TAKT PLANNING 4 TORRES

Takt Planning
Construcción 4 Torres



Propuesta Mejorada 4 Torres

23 días
80 act = 4 Torres

Diagrama de Gantt

Construcción 1 Torre Tipo (24 act / 28 días)



Optimizar Actividades

Mapeo de Procesos (20 act - 20 días)



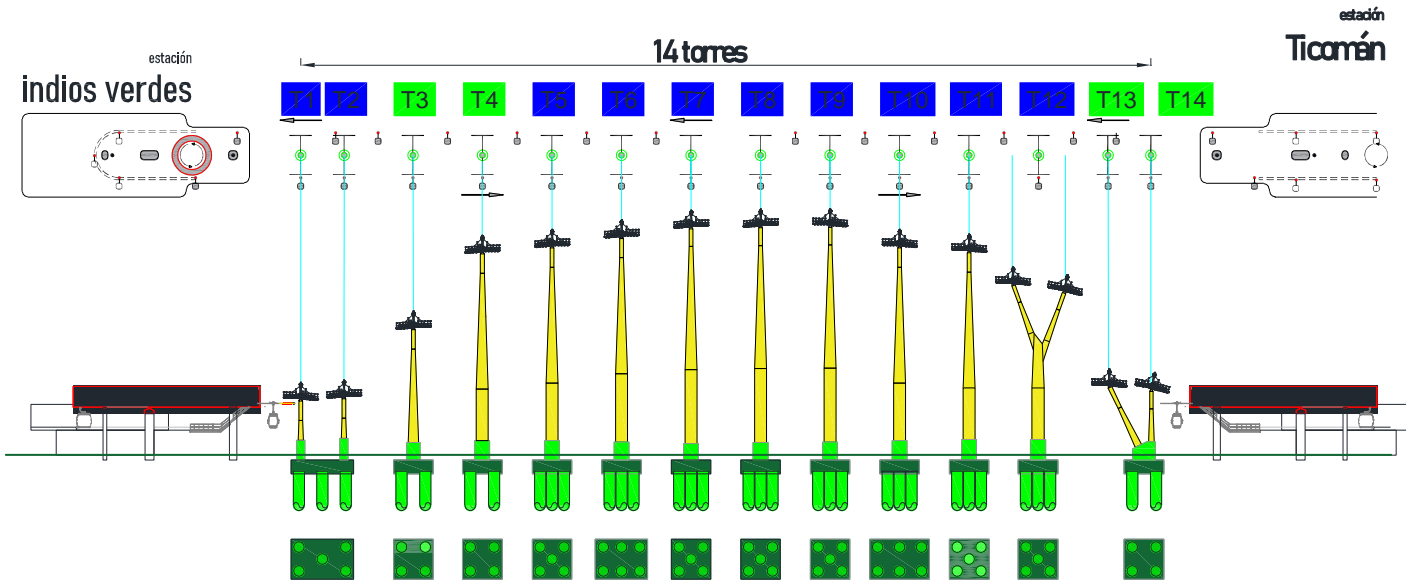
Takt Planning

Construcción 1 Torre Tipo

Takt Planning

Construcción 4 Torres Tipo

TAKT PLANNING 63 TORRES



ANÁLISIS DE SECCIONES

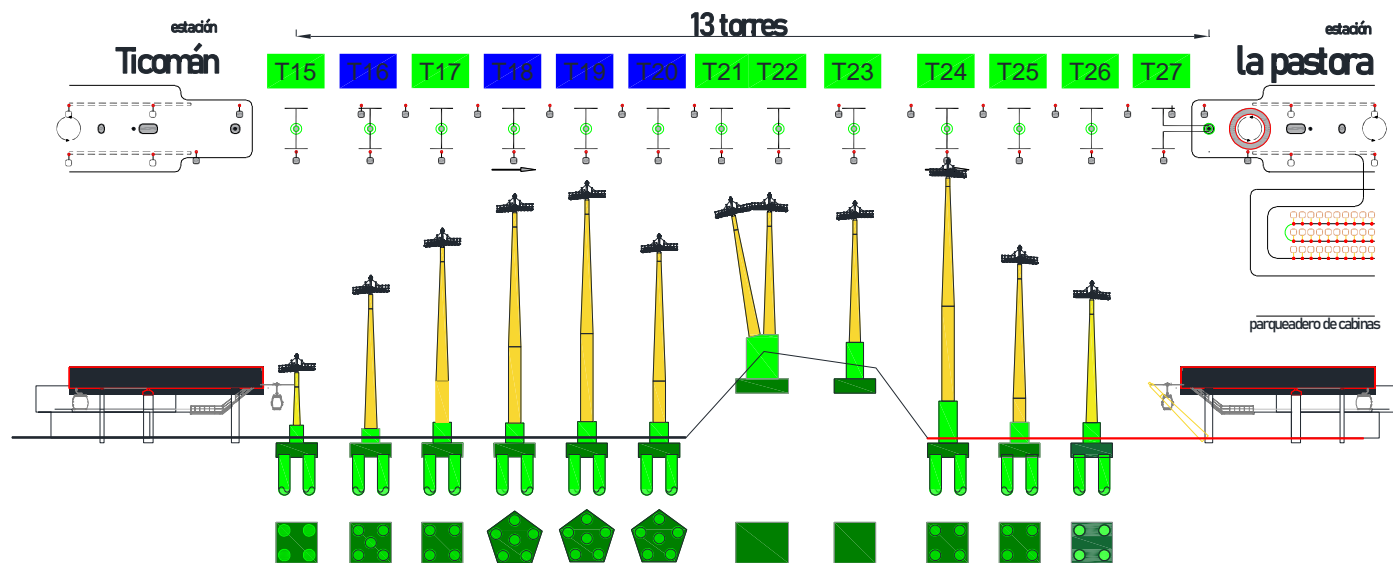
Integración de dos equipos de trabajo asociado al tipo de pilotes, estandarizando elementos.

EQUIPO 1 4 Pilotes o Zapata Aislada

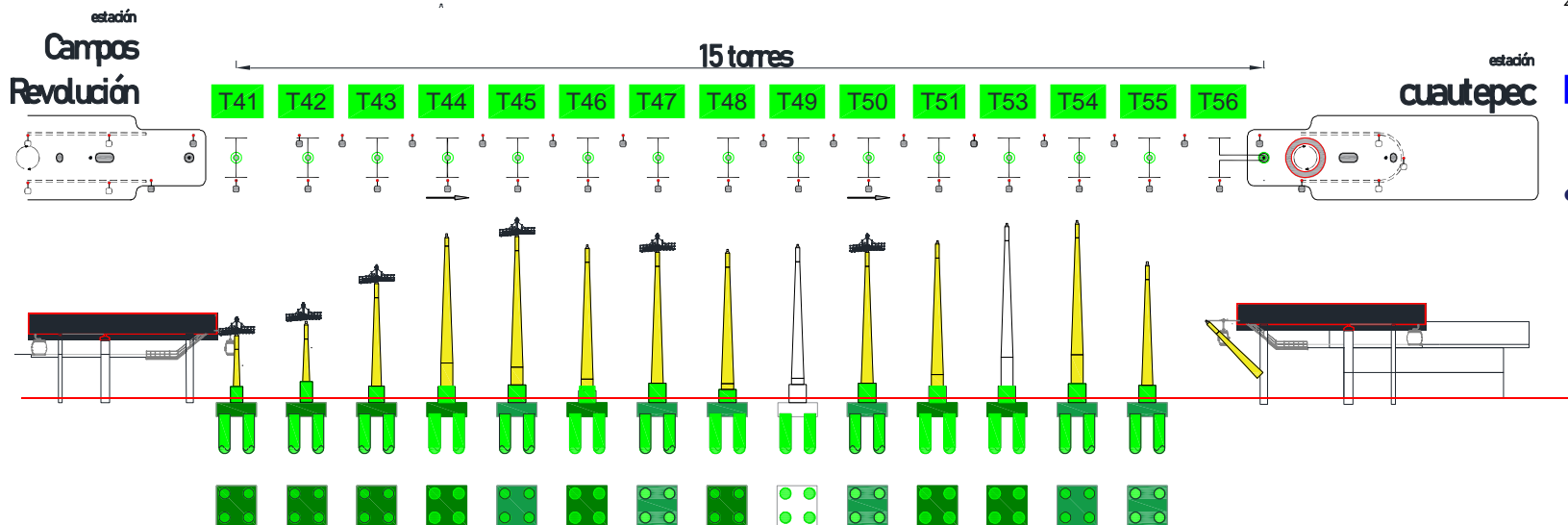
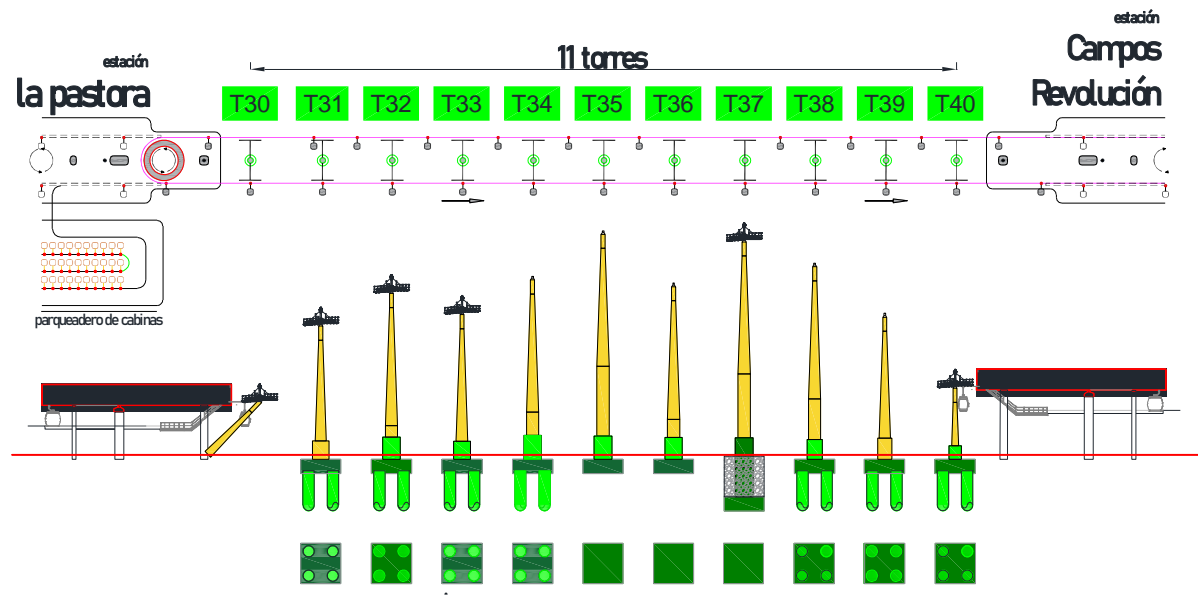
- Diámetro de excavación
- Regularidad en armados y cimbra.

EQUIPO 2 5 pilotes o más.

- Distribución de 5ta pila al centro.



TAKT PLANNING 63 TORRES



ANÁLISIS DE SECCIONES

Se tipifican las cimentaciones de las torres por su cantidad de pilas, estandarizando las actividades, ajustando tiempos de acuerdo a rendimientos y cantidad de personal obrero.

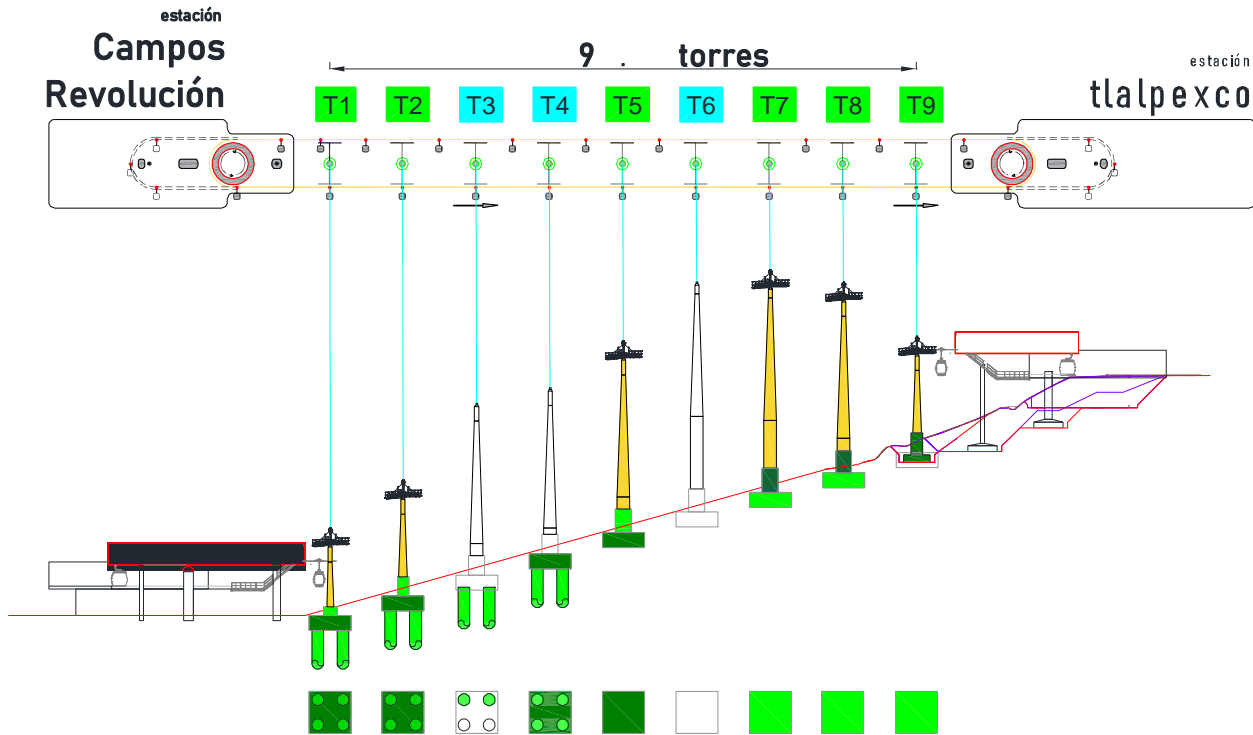
EQUIPO 1 4 Pilotes o Zapata Aislada

- Estribos en espiral
- Prefabricación de armados de zapata

EQUIPO 2 5 pilotes o más.

- Conectores mecánicos para varilla.

TAKT PLANNING 63 TORRES



ANÁLISIS DE SECCIONES

Se tipifican las cimentaciones de las torres por su cantidad de pilas, estandarizando la actividades, ajustando tiempos de acuerdo a rendimientos y cantidad de personal obrero.

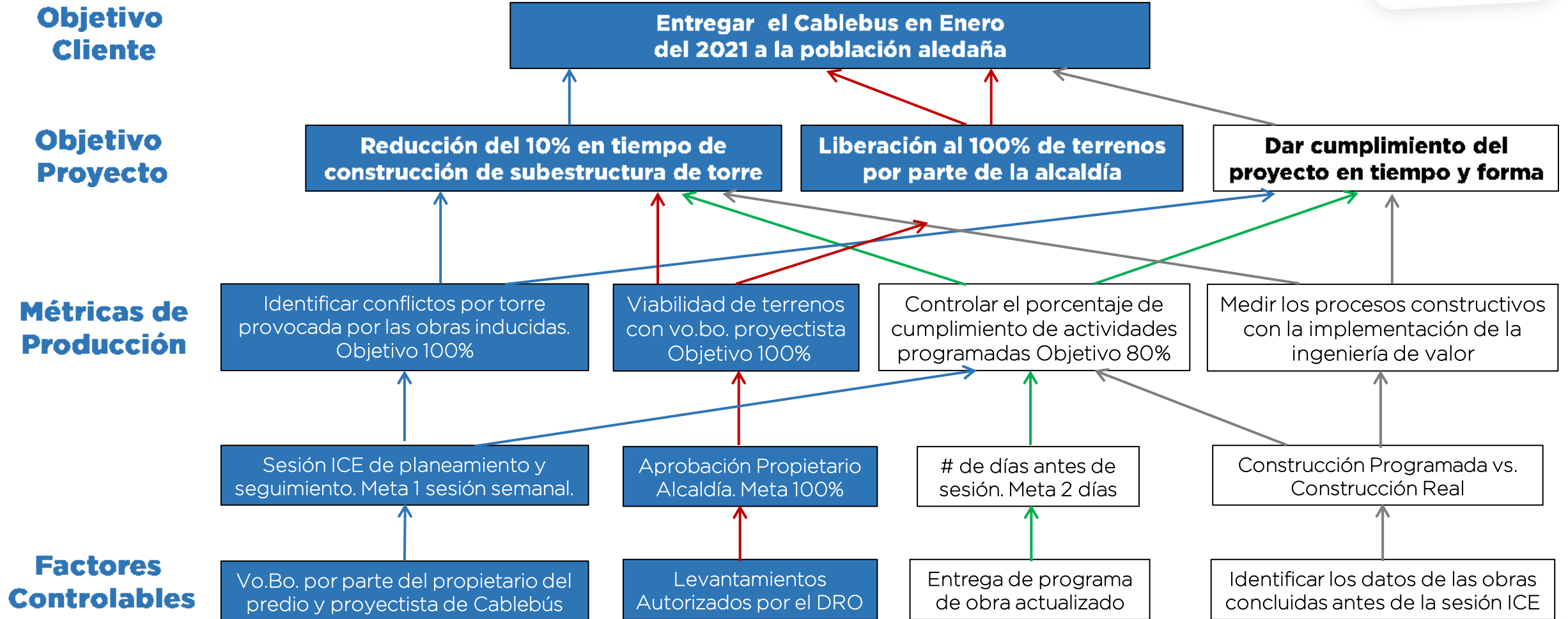
EQUIPO 1 4 Pilotes o Zapata Aislada

- Trabajo estándar; se enfocó en dividir el trabajo en equipos.
- Tareas asignadas a turnos diarios (regularidad y secuencia)

EQUIPO 2 5 pilotes o más.

- Colaboración y retroalimentación semanal.

CONECTANDO FACTORES CONTROLABLES Y MÉTRICAS



DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA APLICACIÓN DE VDC



Objetivo de la aplicación de VDC

- Reducción de tiempo en la construcción de la subestructura de las torres en un 10%

Indicador 01

| ICE | Objetivo | Métrica | Meta |
|-------------------------------|---|---|------|
| Métricas de Producción | Viabilidad de los terrenos por parte del la alcaldía y con vo.bo. proyectista | $\frac{\# \text{ levantamiento de predios}}{\# \text{ vo.bo. proyectista}}$ | 100% |
| Factores Controlables | Autorización por parte del propietario del predio y proyectista de Cablebus | $\frac{\# \text{ aprobación propietario}}{\# \text{ aprobación alcaldía}}$ | 100% |

Indicador 02

| ICE | Objetivo | Métrica | Meta |
|-------------------------------|--|---|------------|
| Métricas de Producción | Medir los procesos constructivos ya implementando la ingeniería de valor | $\frac{\text{Construcción Programada}}{\text{Construcción Real}}$ | Mínimo 10% |
| Factores Controlables | Identificar los datos de las obras concluidas antes de la Sesión ICE | Días antes de la sesión ICE | 2 días |

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA APLICACIÓN DE VDC



Objetivo de la aplicación de VDC

- Reducción de tiempo en la construcción de la subestructura de las torres en un 10%

Indicador 01

| BIM | Objetivo | Métrica | Meta |
|-------------------------------|--|---|------|
| Métricas de Producción | Identificar por medio del modelo BIM los conflictos por las obras inducidas por torre. | $\frac{\# \text{ conflictos encontrados}}{\# \text{ conflictos resueltos}}$ | 100% |
| Factores Controlables | Autorización de entidades afectadas | $\frac{\# \text{ conflictos encontrados}}{\# \text{ autorización DRO}}$ | 100% |

Indicador 02

| BIM | Objetivo | Métrica | Meta |
|-------------------------------|--|--|-----------------|
| Métricas de Producción | Entregar el diseño en tiempo necesario de acuerdo a las condiciones existentes del sitio | $\frac{\text{Tiempo necesario proyecto}}{\text{Tiempo real proyecto}}$ | = ó ± 1 día |
| Factores Controlables | Facilitar el proceso de toma de decisiones | # de días para toma de decisión | 2 días |

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA APLICACIÓN DE VDC



Objetivo de la aplicación de VDC

- Reducción de tiempo en la construcción de la subestructura de las torres en un 10%

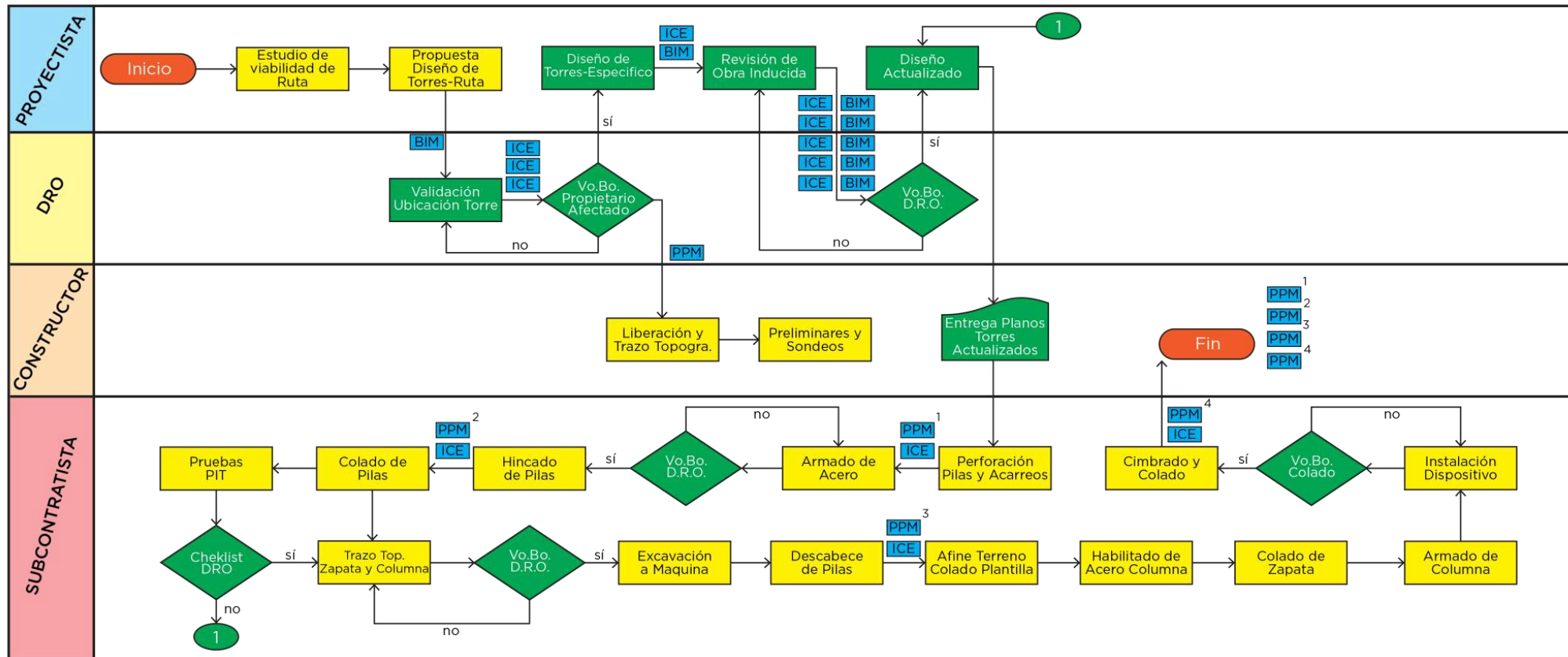
Indicador 01

| PPM | Objetivo | Métrica | Meta |
|-------------------------------|--|--|--------|
| Métricas de Producción | Controlar el porcentaje de cumplimiento de actividades programadas cada semana, creando mejoras. | $\frac{\text{Actividades Hechas}}{\text{Actividades Programadas}}$ | >70% |
| Factores Controlables | Entrega de programa de obra actualizado | Días antes de la sesión ICE | 2 días |

Indicador 02

| PPM | Objetivo | Métrica | Meta |
|-------------------------------|---|---|--------------------|
| Métricas de Producción | Cumplimiento de restricciones liberadas | % PPC = % Restricciones Resueltas | Diferencia del 10% |
| Factores Controlables | Liberación de actividades con restricciones cumplidas | $\frac{\text{Restricciones Liberadas}}{\text{Restricciones Programadas}}$ | >80% |

PROCESO APLICANDO VDC CONSTRUCCIÓN TORRE



■ Aplicación VDC
■ Componentes VDC

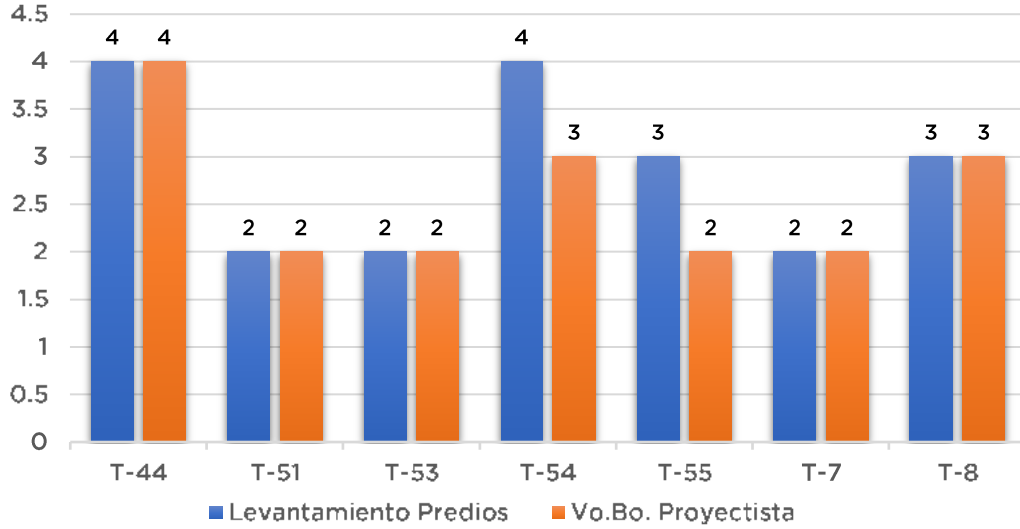
ICE - RESULTADOS

IMPLEMENTACIÓN VDC

Indicador 01

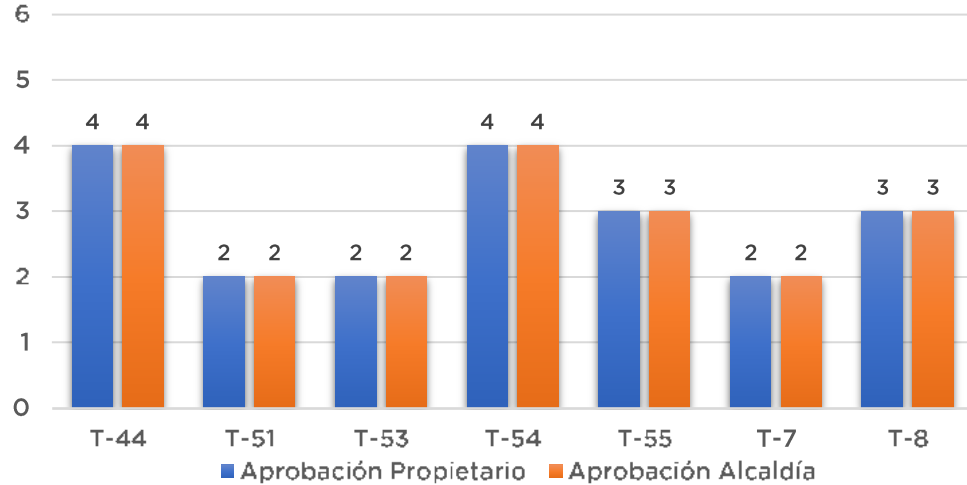
Métrica de Producción

Levantamiento Predio - Vo.Bo. Proyectista



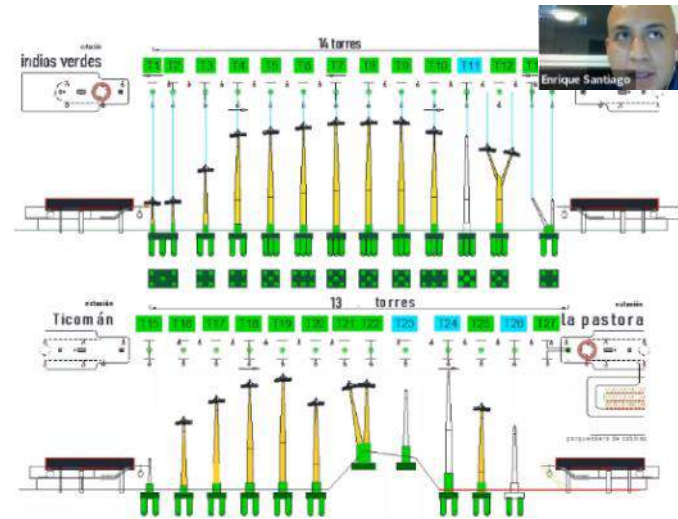
Factor Controlable

Aprobación Propietario - # Aprobación Alcaldía




ICE - IMAGENES

IMPLEMENTACIÓN VDC



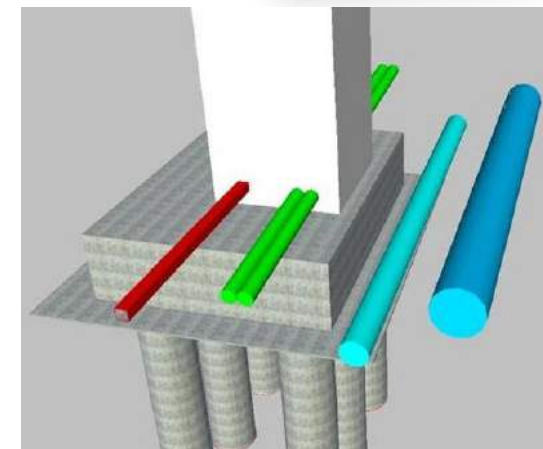
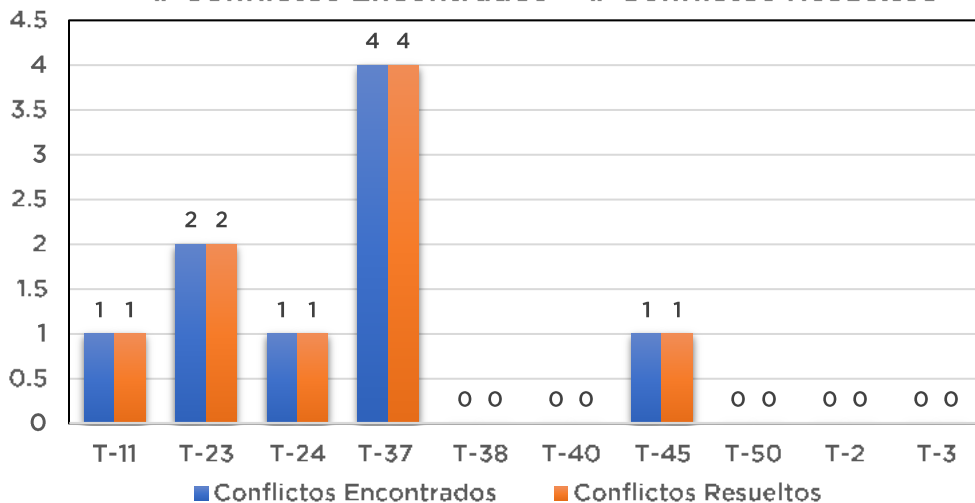
BIM - RESULTADOS

IMPLEMENTACIÓN VDC

Indicador 01

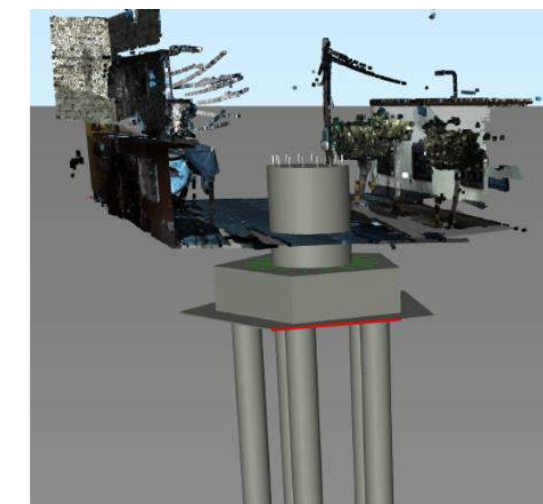
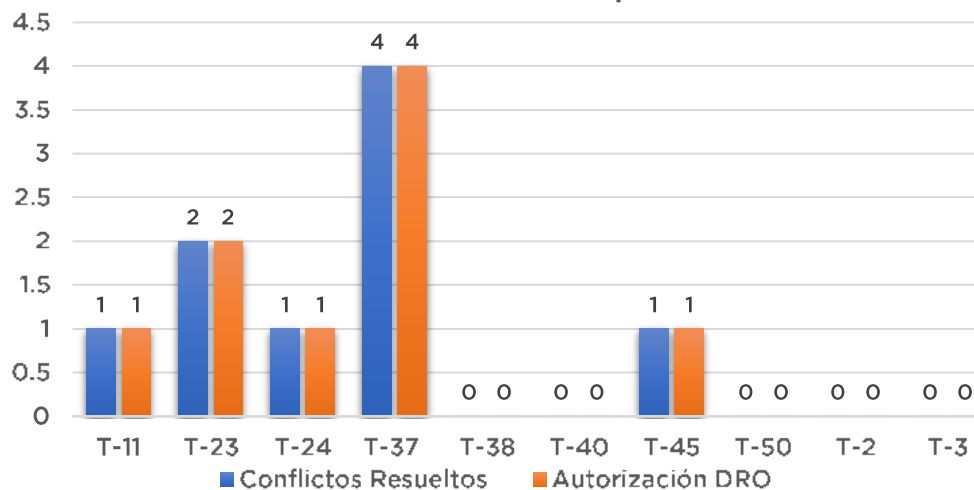
Métrica de Producción

Conflictos Encontrados - # Conflictos Resueltos



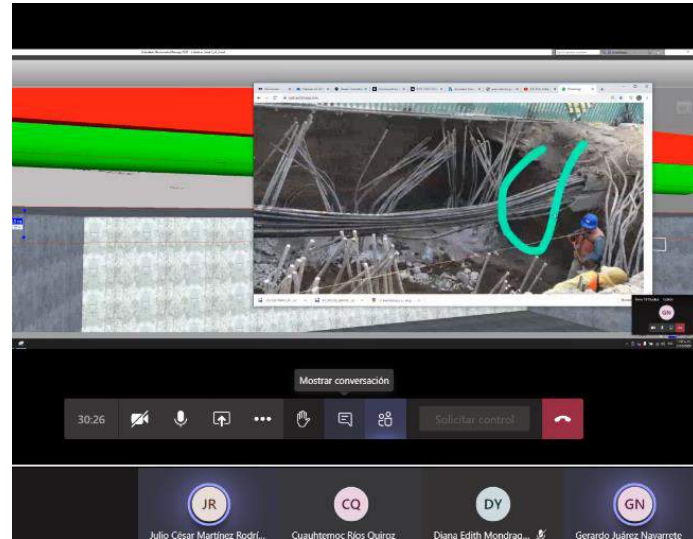
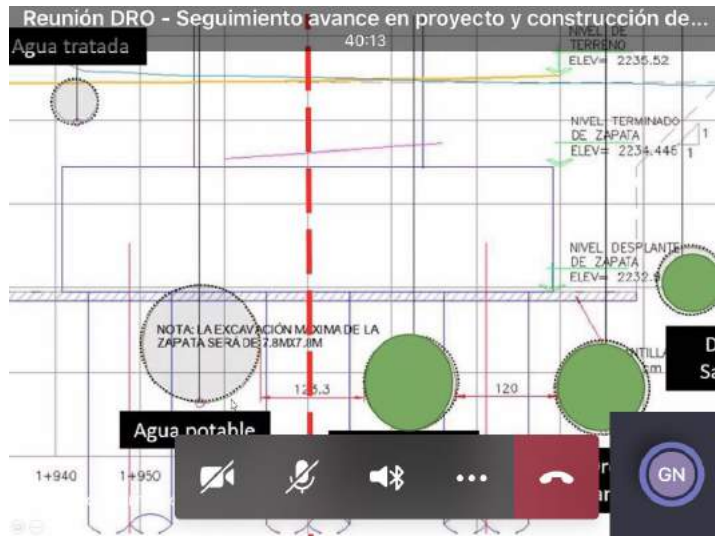
Factor Controlable

Conflictos Resueltos - # Aprobación DRO



BIM - IMAGENES

IMPLEMENTACIÓN VDC

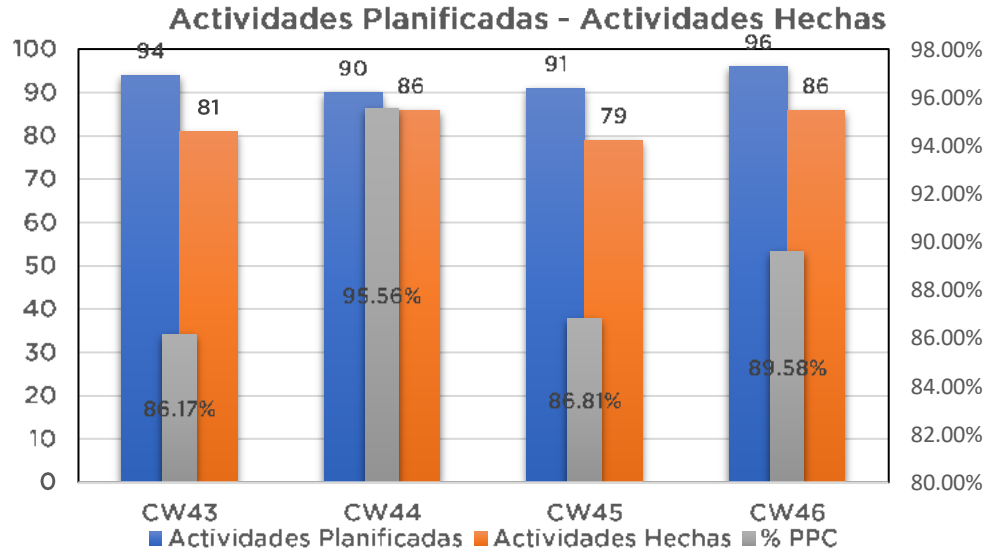


PPM - RESULTADOS

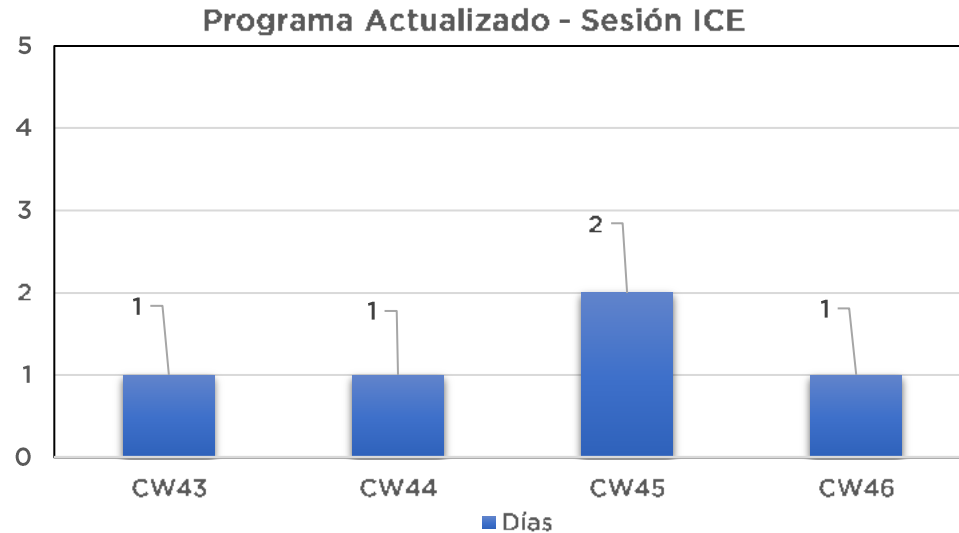
IMPLEMENTACIÓN VDC

Indicador 01

Métrica de Producción



Factor Controlable

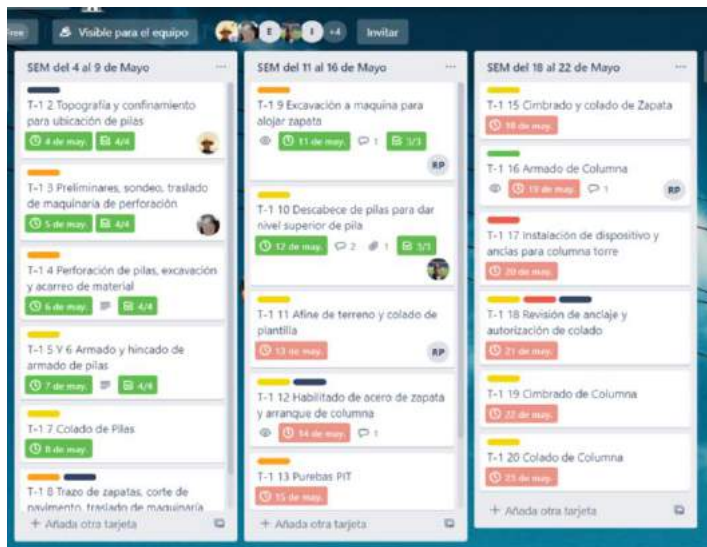
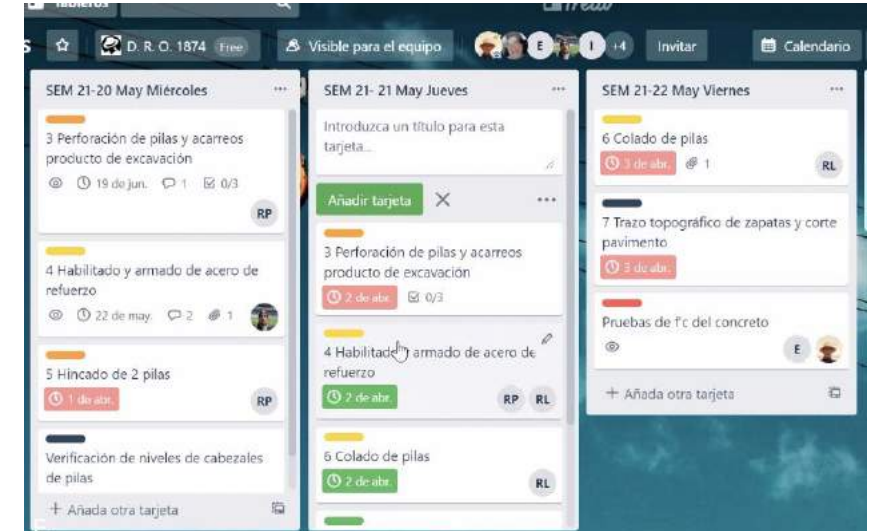


| TAKT PLANNING DE TORRE TIPO DE CABLEBUS ACTIVIDAD | CW 20 | | | | | | CW 21 | | | | | | CW 22 | | | | | | CW 23 | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|
| | L | M | X | J | V | S | L | M | X | J | V | S | L | M | X | J | V | S | L | M | X | J | V | S |
| 1 LIBERACIÓN DE AREA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 TRAZO TOPOGRAFICO Y CONFINAMIENTO PARA UBICACION DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 PERFORACION DE PILAS (4PZAS) Y ACARRFOS EXCAVACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 ARMADO DE ACERO DE PILAS (4PZAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 HINCADO DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 COLADO DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 TRAZO TOPOGRAFICO P/ZAPATAS Y COLUMNA Y CORTE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 EXCAVACION A MAQUINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 DESCABECE DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 AFINE DE TERRENO Y COLADO PLANTILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 HABILITADO ACERO DE ZAPATA Y ARRANQUE DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 PRUEBAS PII | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 ARMADO DE ZAPATA Y ARRANQUE DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 COLADO DE ZAPATA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 ARMADO DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 INST. DISPOSITIVO Y ANCLAS C/TOPOGRAFIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 REVISION ANCLAJE Y AUTORIZACION DE COLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 CIMBRADO DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 COLADO DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



PPM - IMAGENES

IMPLEMENTACIÓN VDC



| ACTIVIDAD | CW 32 | | | | | CW 33 | | | | | CW 34 | | | | | CW 35 | | | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | M | X | J | V | S | L | M | X | J | V | S | L | M | X | J | V | S | L | M | X | J | V |
| 1 LIBERACIÓN DE ÁREA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 TRAZO TOPOGRÁFICO Y CONFINAMIENTO PARA UBICACIÓN DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 PRELIMINARES Y SONDEOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 PERFORACIÓN DE PILAS (4P7A5.) Y ACARREOS EXCAVACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 ARMADO DE ACERO DE PILAS (4P7A5.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 HINCADO DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 COLADO DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 TRAZO TOPOGRÁFICO P/ZAPATAS Y COLUMNA Y CORTE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 EXCAVACIÓN A MÁQUINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 DESCABECE DE PILAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 AFINEO DE TERRENO Y COLADO PI ANTILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 HABILITADO ACERO DE ZAPATA Y ARRANQUE DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 PRUEBAS PII | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 ARMADO DE ZAPATA Y ARRANQUE DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 COLADO DE ZAPATA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 ARMADO DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 INST. DISPOSITIVO Y ANCLAS C/TOPOGRAFIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 REVISIÓN ANCLAJE Y AUTORIZACIÓN DE COI-ADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 CIMBRADO DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 COLADO DE COLUMNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

21 días
40 act = 2 Torres

RETOS PARA CUMPLIR LOS OBJETIVOS

Objetivo Cliente

Entregar el Cablebus en Enero del 2021 a la población aledaña

Aspectos que puedan Afectar el objetivo

- Modificaciones en el proyecto
- Problemas de expropiación

Partes Claves

- Gerente de Obra
- Gerente de Proyecto
- Gestor liberación predios
- DRO* (VDC)

Objetivo Proyecto

Reducción del 10% en tiempo de construcción de subestructura de torre

Aspectos que puedan Afectar el objetivo

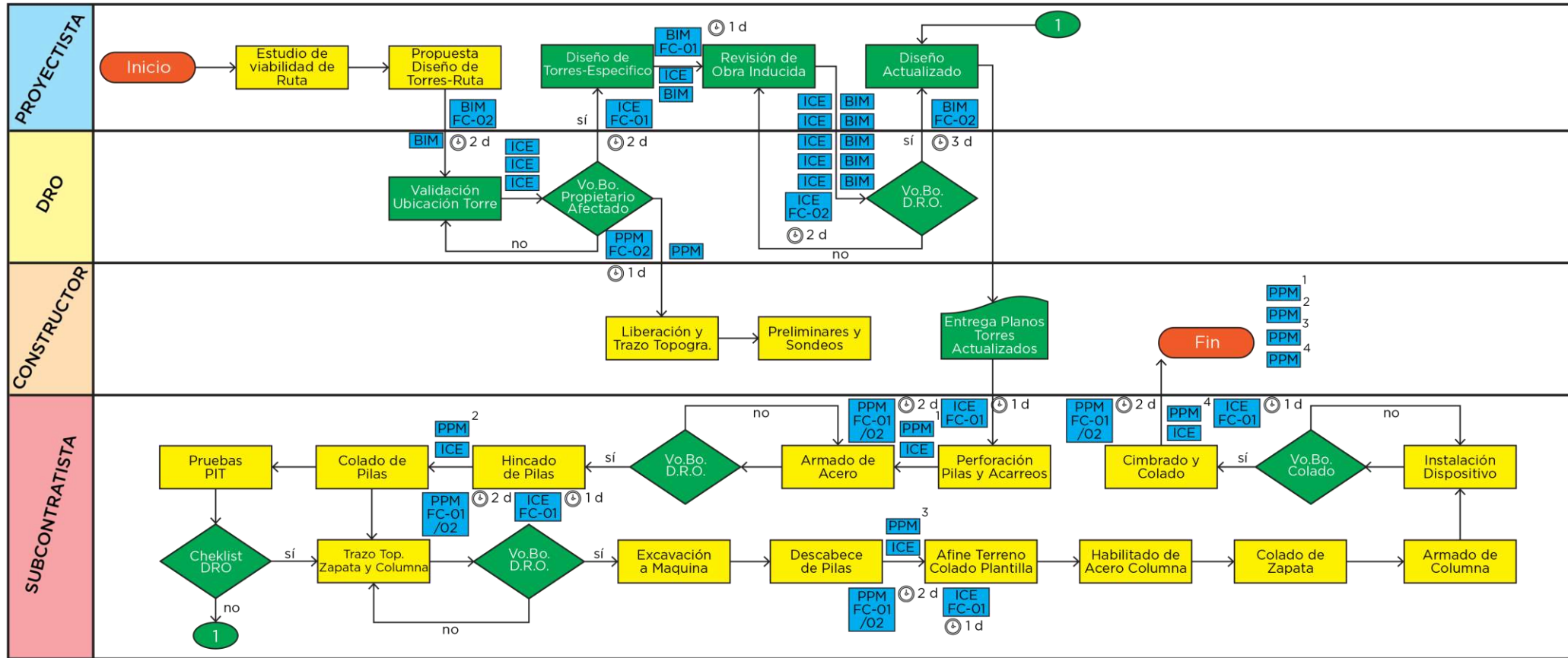
- Demora liberación predios
- Diseño actualizado de torres

Partes Claves

- Gerente de Obra
- DRO* (VDC)
- Constructor Torres
- Supervisión de Obra

• D.R.O. – Director Responsable de Obra. Persona experta en construcción con el aval del Gobierno de Mexico, que se encarga de supervisar que se cumpla la obra con respecto al reglamento de construcción de la Ciudad de México.

PROCESO FINAL BASADO VDC



Aplicación VDC
 Componentes VDC

IMÁGENES RESULTADO



CASA LEAN



CONCLUSIONES

1. Tradicionalmente se quiere tener soluciones a muy corto plazo que disminuyan costos y no la de añadir valor y un mejor aprovechamiento de los recursos.
2. Dar el salto de un método tradicional a una marco de trabajo como el VDC requiere una importante inversión de tiempo y desapego a paradigmas.
3. Disponibilidad al trabajo colaborativo y a mantener una constante voluntad de actualización.
4. Dificultad de hacer participe a las diferentes especialidades para visualizar los procesos con una relación que afecta a un conjunto y no trabajar de forma aislada.
5. Nos costo trabajo conseguir instancias de retroalimentación con los involucrados en el proyecto debido a la ubicación de las torres. Esto se traduce en tener vacíos de información sobre el trabajo de ellas. También dieron lugar a descoordinación de los trabajos.
6. Reafirme con el equipo interno de Casa Lean los resultados que se obtienen implementando VDC, ellos han visto los resultados y están mas que dispuestos a seguir en el camino de la implementación.



CASA LEAN

¡GRACIAS!



enriquejr@casalean.com.mx



www.casalean.com.mx



Casa Lean



casaleansan



UNIVERSIDAD
DE LIMA