

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



**SISTEMA DE LOSAS PREFABRICADAS (PRELOSAS) COMO
MEJORA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO
DE OFICINAS LINK TOWER**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JHONSON ASTO VILCAS

Lima- Perú

2014

	Pág.
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	9
1.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
1.2 ARQUITECTURA	10
1.3 ESTRUCTURAS	10
1.3.1 Muros Anclados	11
1.3.2 Losas Prefabricadas (prelosas)	13
1.3.3 Estructura Metálica	14
1.4 INSTALACIONES SANITARIAS	15
1.4.1 Sistemas de Agua Fría	15
1.4.2 Sistema de Desagüe	16
1.4.3 Sistema de Agua Contra Incendios	17
1.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	18
1.5.1 Sistema Eléctrico	18
1.5.2 Distribución Eléctrica General	19
1.6 SISTEMA DE VENTILACION MECÁNICA Y AIRE ACONDICIONADO	20
1.6.1 Sistema de Aire Acondicionado	20
1.6.2 Sistema de Inyección de Aire Fresco	21
1.6.3 Sistema de Extracción de Baños	22
1.6.4 Sistema de Presurización de escaleras	22
CAPITULO II: PRELOSAS Y SU APLICACIÓN EN EL PERU	25
2.1 DEFINICIÓN DE UN PREFABRICADO	25
2.2 DEFINICIÓN DE LOSAS PREFABRICADAS (PRELOSAS)	26
2.3 TIPOS DE PRELOSAS	27
2.3.1 Prelosas Macizas	27
2.3.2 Prelosas Aligeradas	28
2.4 DIMENSIONES DE LAS PRELOSAS	29

2.5	USOS EN LA CONSTRUCCIÓN	31
2.6	PROVEEDORES DE PRELOSAS EN EL PERÚ	31

CAPITULO III: HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PRELOSAS MACIZAS APLICADO EN EL EDIFICIO LINK TOWER		33
3.1	PLANIFICACIÓN	33
3.1.1	Estructura de División del Trabajo (EDT)	33
3.1.2	Layout del Proyecto	35
3.1.3	Sectorización del Proyecto	35
3.1.4	Tren de Actividades	38
3.2	PROGRAMACIÓN	40
3.2.1	Rutina de Reuniones Semanales del Proyecto	41
3.2.2	Look Ahead	43
3.2.3	Análisis de Restricciones	44
3.3	PROCESO CONSTRUCTIVO EN OBRA	47
3.4	PRODUCTIVIDAD	57
3.4.1	Informe de Productividad (IP)	57
3.4.2	Control de Tiempos en la colocación de prelosas	60

CAPITULO IV: ANALISIS COMPARATIVO DEL USO DE PRELOSAS MACIZAS CON EL SISTEMA CONVENCIONAL		61
4.1	VENTAJAS DEL USO DE PRELOSAS EN COMPARACIÓN CON EL SISTEMA CONVENCIONAL	61
4.2	ASPECTOS COMO MEJORA PARA EL SISTEMA DE PRELOSAS	65
4.3	COMPARATIVO EN EL TREN DE ACTIVIDADES DE LAS PRELOSAS MACIZAS CON EL SISTEMA CONVENCIONAL	65
4.4	APECTO ECONÓMICO	67

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
BIBLIOGRAFIA		70
ANEXOS		71

RESUMEN

El proyecto "Edificios de Oficinas Link Tower", se encuentra ubicado en Av. Manuel Olgún Mz. F Lote 93, Urb. Los Granados, distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima.

La construcción comprende en un área de terreno de 2,302.88m² y con un área techada de 35,324.43m², cuya propiedad es de N.R. Perú 2 S.R.L., subsidiaria de N.R. Investments Inc., transnacional privada norteamericana de bienes raíces, construcción, administración y desarrollo de propiedades. N.R. Investments Inc. es la primera inmobiliaria de Estados Unidos en llegar a nuestro país (2008).

La construcción del edificio de oficinas estuvo a cargo de la empresa GyM S.A. y cuenta con 17 pisos y 4 sótanos, 7 niveles serán usados para estacionamientos y depósitos, mientras que los pisos restantes serán destinados para áreas comunes y oficinas que van desde los 84 m². Hasta los 317 m²., aproximadamente.

En el capítulo II se desarrolla las definiciones de un prefabricado y cuál es su aplicación en el Perú, también se explicara las diferencias de una prelosa aligerada y una prelosa maciza.

También en este capítulo se muestra las dimensiones de la prelosa, esto ayudara a identificar mediante el cuadro resumen de cada prelosa cuanto es su peso (importante para saber si se podrá izar con la Grúa Torre), así como la cuantía de acero que se encuentra embebida. Se muestra en este capítulo cuales son los usos de las prelosas en el Perú.

En el capítulo III se muestra el uso de las herramientas para mejorar el proceso constructivo del uso de prelosas. La planificación es una herramienta bastante importante en la mejora de la productividad en el uso de las prelosas, así como la distribución en planta del proyecto (Layout), la sectorización y el tren de actividades.

Otra herramienta que se presenta en este capítulo es la programación, donde se desarrolla el look ahead, análisis de restricciones, rutina de reuniones

semanales, en general la aplicación del sistema Last Planner para mejorar la productividad en la utilización de las prelosas macizas en el proceso constructivo.

Por último en este capítulo se desarrolla el proceso constructivo en obra de la colocación de prelosas macizas así como mejorar la productividad en la colocación de las prelosas.

En el capítulo IV se muestra las ventajas de las prelosas con respecto al sistema convencional, también se muestra algunos aspectos para mejorar aún más el sistema de prelosas.

También se mostrará en este capítulo las comparaciones tanto en tiempo como económicos del sistema de prelosas con el sistema convencional.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1: Codificación de las prelosas macizas del techo de la cisterna del edificio Link Tower.	30
Cuadro 3.1: Rutina de reuniones semanales del proyecto Link Tower.	42
Cuadro 3.2: Informe de Productividad final de la obra Link Tower.	58
Cuadro 3.3: Tiempos de Duración de colocación de prelosas.	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Secuencia de ejecución de muro anclado	12
Figura 1.2: imagen para los anclajes del 2° anillo	13
Figura 1.3: Detalle de prelosa maciza de 5cm de espesor	14
Figura 1.4: imagen de la estructura metálica del edificio Link Tower	15
Figura 1.5: Detalle de losa colaborante de 0.10m de espesor	15
Figura 2.1: Estructura de una Tridilosa	25
Figura 2.2: Acabado de la parte inferior de la Prelosa	26
Figura 2.3: Detalle de la Vigueta de la Prelosa	27
Figura 2.4: Detalle de una Prelosa Maciza	28
Figura 2.5: Detalle de una Prelosa Aligerada	29
Figura 3.1: Estructura de División del Trabajo – Edificio Link Tower	34
Figura 3.2: Layout - Ubicación de zona de carguío de Prelosas.	35
Figura 3.3: Grúa Torre utilizada en el Proyecto Link Tower.	36
Figura 3.4: Sectorización desde el Sótano 4 hasta el Piso 5 del edificio Link Tower.	37
Figura 3.5: Sectorización desde el Piso 6 hasta el Piso 17 del edificio Link Tower	38
Figura 3.6: Tren de Actividades para el sector de Prelosas Macizas.	39
Figura 3.7: Programación como protección del plan.	40
Figura 3.8: Sistema Last Planner aplicado al proyecto Link Tower	41
Figura 3.9: Elaboración semanal de Look Ahead del proyecto (horizonte de 4 semanas)	43
Figura 3.10: Reunión semanal con cliente, proyectistas y contratista general	45
Figura 3.11: Corte de Prelosas que no contaba con destaje.	45
Figura 3.12: Prelosas con dimensiones incorrectas	46
Figura 3.13: Equipos de izaje para las prelosas.	47
Figura 3.14: Verificación del orden correcto de las prelosas.	47
Figura 3.15: Doblado de las mechas de las prelosas.	48
Figura 3.16: Colocación de Ganchos en los tralichos para el izaje.	48
Figura 3.17: Revisión del enganche de la prelosa.	49

Figura 3.18: Izaje de la prelosa.	50
Figura 3.19: Acero de Verticales.	50
Figura 3.20: Encofrado y Vaciado de Verticales.	51
Figura 3.21: Colocación de Fondo de Vigas.	51
Figura 3.22: Colocación de Costado de Vigas	52
Figura 3.23: Colocación de Acero de Vigas.	52
Figura 3.24: Apuntalamiento de prelosas.	53
Figura 3.25: Traslado de la prelosa.	53
Figura 3.26: Colocación de la prelosa en forma inclinada, colocando primero el lado con las mechas sin doblar	54
Figura 3.27: Prelosa colocada.	54
Figura 3.28: Colocación de Acero de Horizontales.	55
Figura 3.29: Colocación y pruebas de instalaciones Eléctricas y Sanitarias.	55
Figura 3.30: Concreto de Horizontales (núcleos, vigas y losas)	56
Figura 3.31: Evolución del ratio de colocación de prelosas por semana.	59
Figura 3.32: Cantidad de prelosas del sector 3.	60
Figura 4.1: Encofrado de fondo de losa sistema convencional.	61
Figura 4.2: Encofrado de fondo de losa sistema prelosas.	61
Figura 4.3: Apuntalamiento de fondo de losa sistema convencional.	62
Figura 4.4: Apuntalamiento de fondo de losa sistema prelosas.	62
Figura 4.5: Facilidades en la colocación de instalaciones en el techo de prelosas	63
Figura 4.6: Instalaciones en techos del sistema convencional.	63
Figura 4.7: Acabado cara vista en techo de la prelosa.	63
Figura 4.8: Almacenamiento ordenado en camión de prelosas.	64
Figura 4.9: trabajos en paralelo con el sistema de prelosas.	64
Figura 4.10: Comparativo en tren de actividades entre un sistema convencional y el sistema de prelosas.	66
Figura 4.11: comparativo económico del sistema convencional y el sistema de prelosas (fuente: Entrepisos Lima).	67

INTRODUCCIÓN

En el país existe la necesidad de contar con sistemas constructivos más eficientes y económicos, lo que requiere la utilización de nuevos conceptos en el diseño como en el proceso constructivo. El presente trabajo está referido a losas estructurales en edificaciones; sistemas de losas prefabricadas que cada vez son de uso generalizado por su versatilidad en la etapa constructiva.

Los proyectos de construcción con plazos más ajustados nos llevan a la necesidad de buscar sistemas más eficientes en los procesos constructivos.

Los proyectos de construcción en Lima y específicamente el proyecto en estudio (Edificio de Oficinas Link Tower), cuentan con espacios muy reducidos en su configuración en planta para la construcción de la edificación, esto genera la necesidad de buscar la forma de tener la menor cantidad de recursos almacenados en obra.

Los horarios de ejecución de los proyectos en San Isidro, Miraflores, Surco (ubicación del edificio Link Tower), son bastantes complicados ya que no permiten completar los trenes de trabajo con el sistema convencional cada día.

De lo anteriormente descrito se corre el riesgo de no cumplir con el plazo contractual del proyecto y una forma de contrarrestar los inconvenientes expuestos es la implementación del uso del sistema de losas prefabricadas (Prelosas) en el proyecto Link Tower.

En el desarrollo del informe se demostrará que el uso de losas prefabricadas es una buena opción tanto económica como en la reducción del tiempo de ejecución de los procesos constructivos de las edificaciones inicialmente establecidas.

CAPITULO I: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto "Edificios de Oficinas Link Tower", se encuentra ubicado en Av. Manuel Olgún Mz. F Lote 93, Urb. Los Granados, distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima.

La construcción comprende en un área de terreno de 2,302.88m² y con un área techada de 35,324.43m², cuya propiedad es de N.R. Perú 2 S.R.L., subsidiaria de N.R. Investments Inc., transnacional privada norteamericana de bienes raíces, construcción, administración y desarrollo de propiedades. N.R. Investments Inc. es la primera inmobiliaria de Estados Unidos en llegar a nuestro país (2008).

Un concepto único y diferente es el que caracteriza al primer High Value Building del país, edificio diseñado para cubrir las necesidades de profesionales y empresas que requieren estar en contacto con sus clientes e interrelacionarlas con el mundo.

El moderno y original diseño arquitectónico eco-vanguardista contempla, además, áreas verdes (jardines verticales) y grandes espacios libres para garantizar la iluminación natural desde todos los ángulos.

La construcción del edificio de oficinas estuvo a cargo de la empresa GyM S.A. y cuenta con 17 pisos y 4 sótanos, 7 niveles serán usados para estacionamientos y depósitos, mientras que los pisos restantes serán destinados para áreas comunes y oficinas que van desde los 84 m². Hasta los 317 m²., aproximadamente.

El edificio cuenta con un hall de ingreso que recibe a las personas que laboran y público en general, conectando a las áreas comunes y los pisos de oficinas, el mismo que resalta por su diseño, acabados y sobriedad. El diseño arquitectónico fue elaborado por De La Piedra Consultores SAC, a cargo del arquitecto Alfonso de la Piedra.

El edificio de oficinas Link Tower cuenta con modernas áreas comunes y equipamiento, como hall de ingreso, local comercial, sala de usos múltiples, área

de proveedores, gimnasio, cafetería, piscina, seis ascensores de última generación, sistema de aire acondicionado central, escaleras presurizadas, sistema integral contra incendios por red húmeda, sistema de CCTV y control de accesos, extracción de monóxido de carbono de los sótanos, grupo electrógeno e intercomunicadores.

1.2 ARQUITECTURA

El anteproyecto trata de la edificación de 01 edificio de oficinas de 17 pisos, con un área de planta promedio de 1,513.57 m² aproximadamente, 7 niveles de estacionamientos (4 sótanos, 2°, 3° y 4° piso) el resto de pisos oficinas. Contabilizando en total 104 Oficinas.

Se indica expresamente que el anteproyecto propone 17 pisos con base normativa en la Ordenanza 20-2008-MSS, disposiciones complementarias Item 2 que señala específicamente que cuando las bahías o refugio se habiliten al interior del lote, se permitirá incrementar la altura de la edificación en 02 pisos adicionales a lo normado en la torre, previa evaluación de la Municipalidad de Santiago de Surco.

El Proyecto se ha trabajado bajo las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones y el certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios N° 0054-2009-SGPUC-GDU-MSS, de fecha 12 de Enero del 2009 emitido por la Municipalidad de Santiago de Surco.

Cuenta con ingreso peatonal y vehicular por la Av. Manuel Olguín,

1.3 ESTRUCTURAS

La estructura portante consta de placas y pórticos formados por columnas y vigas, todos de concreto armado. También se utilizará un pórtico y tijerales metálicos para soportar algunos ambientes de oficinas.

La cimentación de este proyecto estará conformada por zapatas corridas y aisladas de concreto armado cimentadas a una profundidad de 1.50m como mínimo por debajo del nivel de piso terminado correspondiente al sótano más profundo. La capacidad resistente del terreno a esa profundidad se estimó en 7.00 kg/cm². Los muros de contención para los sótanos tendrán espesores de 0.30, 0.35 y 0.45m.

Las resistencias de diseño utilizadas para el concreto son las siguientes:

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:

- | | |
|-----------------------|---|
| ✓ Muros de contención | $f'c = 350$ y 280 kg./cm ² |
| ✓ Placas | $f'c = 350, 280$ y 210 kg./cm ² |
| ✓ Columnas | $f'c = 560, 490, 420, 350, 280$ y 210 kg./cm ² |
| ✓ Vigas y losas | $f'c = 350, 280$ y 210 kg./cm ² |

Resistencia a la fluencia del acero

- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| ✓ Varillas Acero Grado 60 | $F_y = 4200$ kg./cm ² |
|---------------------------|----------------------------------|

1.3.1 Muros Anclados

Durante la ejecución del proyecto se utilizó este método constructivo para darle la estabilidad al suelo al momento de realizar la excavación de los sótanos, la cual nos permite llegar al fondo donde se va a cimentar la edificación optimizando tiempos y costos.

La construcción de los muros anclados se va conformando desde arriba hacia abajo simultáneamente con el progreso de la excavación, la secuencia de excavación se realiza normalmente por etapas o anillos.

La secuencia constructiva es de la siguiente manera:

- ✓ Se procederá a realizar la excavación para dejar la plataforma para el equipo de perforación. La altura de la excavación depende de la altura de los pisos del edificio.
- ✓ La construcción de los muros se ejecuta por dameros, es decir abriendo paneles intercalados en el terreno, esto para realizar la perforación e inyección de la lechada.
- ✓ Luego se procede a la colocación de la armadura de acero del muro propiamente dicho, también se utilizan paneles metálicos como encofrado diseñados para resistir el empuje al momento de realizar el vaciado de concreto armado en el muro. Se incluyen las armaduras de empalme para las losas, vigas y entre tramos de muro.
- ✓ Una vez que el panel de muro está terminado, se procede al tensado de los anclajes, para esto se tiene que garantizar que el muro alcanzó la resistencia de diseño para las cargas de tensado a aplicar (Información dada por el estructural de la obra), para evitar fallas por punzonamiento.
- ✓ Una vez que los paneles se encuentran debidamente tensados, se procede con la construcción de los paneles contiguos.
- ✓ Una vez que todo un nivel de muro se encuentra completamente anclado, se procede con el siguiente nivel de excavación para conformar el nuevo anillo de muros y así sucesivamente hasta llegar al fondo de cimentación deseado.

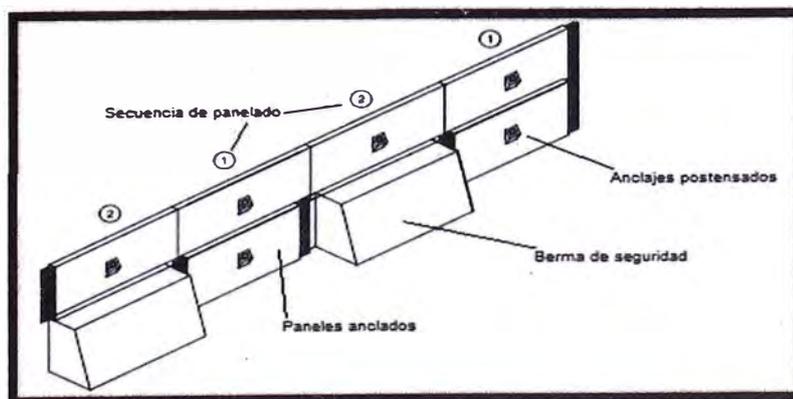


Figura 1.1: Secuencia de ejecución de muro anclado

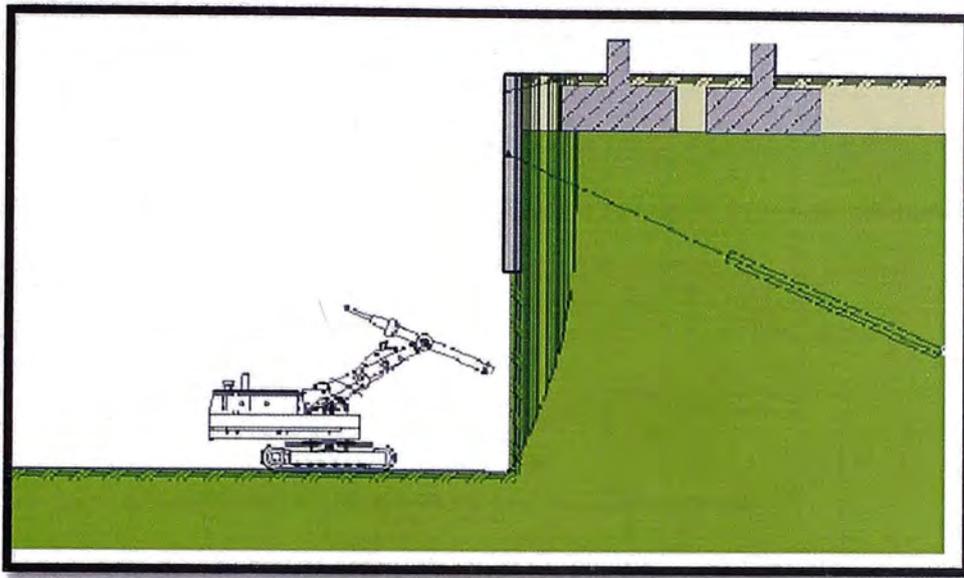


Figura 1.2: imagen para los anclajes del 2° anillo.

1.3.2 Losas Prefabricadas (prelasas)

El proyecto en su etapa inicial contaba con techos de losas macizas de 0.17m de espesor en casi todo el edificio, debido a que se tenía un plazo de ejecución del proyecto muy ajustado, también un horario de trabajo que no permitía realizar extensión de horario por el distrito (Santiago de Surco) y espacios muy reducidos para el almacenamiento de materiales, la constructora opto por un proceso más eficiente para la construcción de estos techos la cual fue el cambio de losas macizas por el uso de prelasas macizas de 5cm de espesor, este cambio se tuvo que mandar al estructural para su aprobación y así no tener inconvenientes con el cliente.

La prelosa maciza es un elemento prefabricado de concreto armado de 5 cm de espesor (como en el proyecto teníamos losas macizas de 0.17m, esto significa que el concreto vaciado en obra era de 0.12cm), diseñada y fabricada a medida (variable en forma y dimensiones). En la construcción del techo se reemplaza el encofrado completo del fondo de techo con la colocación simple de sucesivas prelasas moduladas, apoyadas en sus extremos sobre los encofrados de vigas y sobre soleras convenientemente apuntaladas y distanciadas.

La parte inferior de la prelosa queda totalmente lisa (no requiere ningún acabado posterior), y la superficie superior se deja rugosa y estriada para mejorar la unión con el concreto de obra.

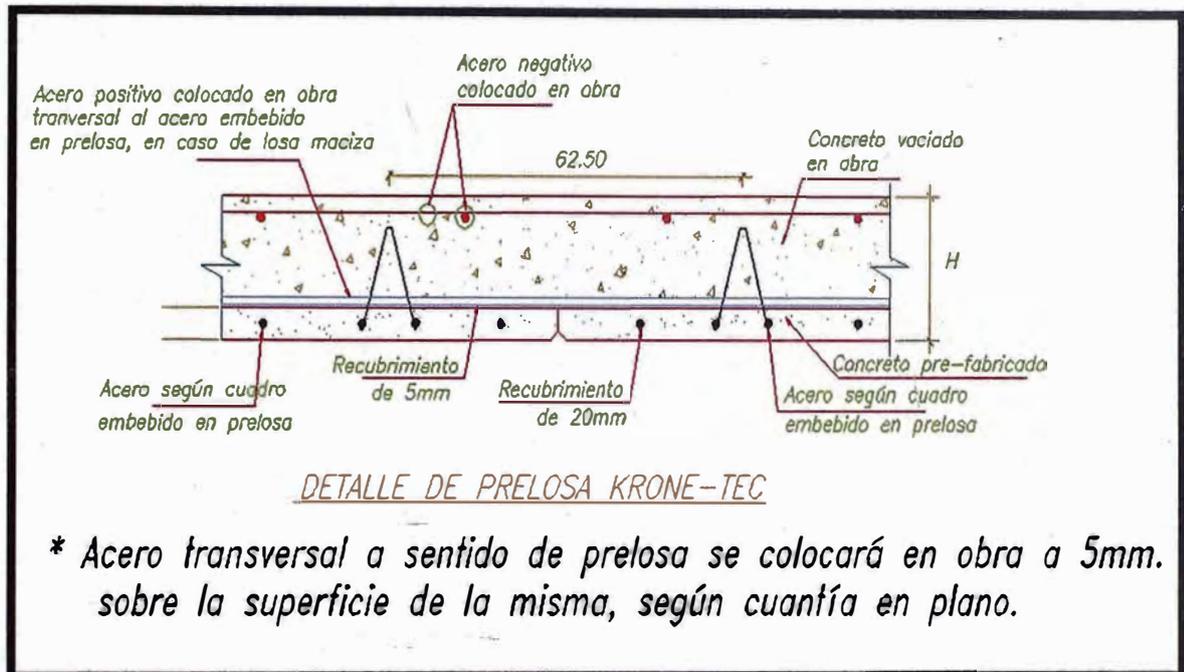


Figura 1.3: Detalle de prelosa maciza de 5cm de espesor

1.3.3 Estructura Metálica

El edificio cuenta con un muro de estructura metálica que va desde el quinto nivel hasta la azotea del edificio, este muro metálico está unido a la estructura de concreto armado mediante puentes metálicos, un total de cinco puentes colgantes en los pisos 7, 8, 11, 14 y 15, cada uno de los puentes está formado por dos tijerales, los que deben ser soldados en el muro metálico y en la estructura de concreto armado.

Además las losas tanto de las oficinas y las terrazas de cada puente metálico están formadas por losas colaborantes de 0.10m de espesor.



Figura 1.4: imagen de la estructura metálica del edificio Link Tower.

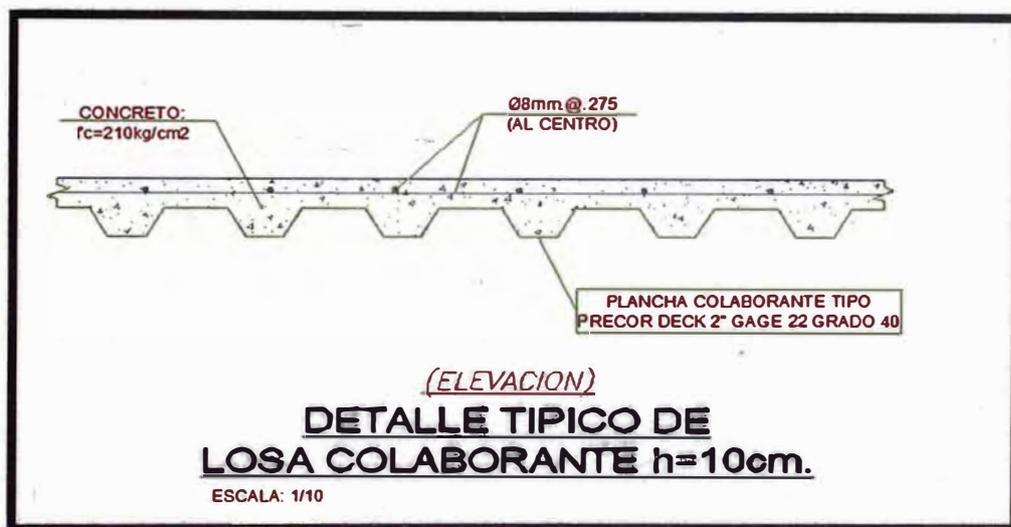


Figura 1.5: Detalle de losa colaborante de 0.10m de espesor.

1.4 INSTALACIONES SANITARIAS

1.4.1 Sistemas de Agua Fría

Para el abastecimiento de agua potable se tomará como fuente la red pública mediante una conexión domiciliaria con tubería de 1½" de diámetro que alimentará a una cisterna de almacenamiento de 135.40m³ de capacidad.

Un equipo de bombeo compuesto por 03 electro bombas centrífugas de eje horizontal, de presión constante y velocidad variable, con capacidad para $Q = 8.5$ lps. y $HDT = 108$ m. c/u, suministrará el agua a través de una red de distribución dimensionada para conducir la máxima demanda simultánea por el método de unidades de gasto, a cada uno de los servicios sanitarios del Edificio, Así mismo, se ha previsto la instalación de medidores de agua potable para cada unidad de uso, ubicados en cada uno de los pisos del edificio.

Se ha considerado una estación reductora de presión, para obtener una presión de ingreso de 100 m. y presión de salida de 50 m.

Los diámetros, dimensiones, ubicación de cada uno de los elementos del sistema, así como los demás detalles, se muestran en los planos correspondientes.

1.4.2 Sistema de Desagüe

La evacuación de las aguas servidas provenientes de cada uno de los servicios sanitarios, se hará mediante una red de colección dimensionada utilizando el método de unidades de descarga, la que trabajará por gravedad y llevará las aguas residuales a un colector y una caja principal, la que descargará al colector público mediante una conexión domiciliaria. Las aguas usadas provenientes de los sótanos será transportadas a una cámara de bombeo de 1 m³ de capacidad, equipada con dos electrobombas sumergibles para desagüe, sólidos hasta 1½" de diámetro, con capacidad para $Q = 4$ lps. y $HDT = 22$ m., las que impulsarán las aguas residuales mediante una línea de impulsión hasta el colector principal.

Un sistema de ventilación mantendrá la presión atmosférica en el sistema y evacuará los gases del colector principal, en una forma conveniente.

Las cotas, dimensiones, ubicación de los elementos del sistema, así como los demás detalles, se muestran en los planos correspondientes.

1.4.3 Sistema de Agua Contra Incendios

De acuerdo a la Norma S.200 "Instalaciones Sanitarias para Edificaciones", se ha considerado un sistema de agua contra incendio para uso de los ocupantes del edificio del tipo húmedo, mediante gabinetes contra incendio y rociadores automáticos.

La fuente de agua será la red de abastecimiento público, que mediante una conexión domiciliaria alimentará a una cisterna donde estará el volumen de reserva de agua contra incendio.

El sistema estará compuesto por:

- ✓ Volumen de reserva de agua contra incendio de 76.4 m³.
- ✓ Bomba principal de agua contra incendio, con una capacidad para Q = 31 lps. (Caudal para dos gabinetes contra incendio o una salida para bomberos de 2½" y 12 rociadores) y una HDT = 132 m., considerando una presión de salida de 45 m., debiendo llevar control de arranque y parada para funcionamiento automático, conectados a los sistemas de alarma del edificio, proveyéndose de sistemas de enfriamiento. La alimentación eléctrica deberá ser una derivación no controlada por el interruptor general del edificio.
- ✓ Bomba reforzadora o Jockey, con capacidad para Q = 1 lps. y HDT = 137 m. a fin de mantener el sistema presurizado.
- ✓ Una red de alimentación general de 4" de diámetro para gabinetes contra incendio, con los diámetros indicados en los planos, establecidos de acuerdo a la Norma. Toda la red de alimentación deberá ser instalada con tubería de acero sin costura, tipo Schedule 40
- ✓ Gabinetes contra incendio de 1½" con válvula angular de 1½", porta manguera, manguera de 1½" x 100' y boquilla; salida de 2½" para bomberos con válvula, tapón y cadena, ubicados en cada uno de los pisos del edificio, de tal manera que todos los ambientes puedan ser alcanzados por el chorro de las mangueras.

- ✓ Sistema de rociadores automáticos, en los estacionamientos techados, y oficinas, el que ha sido diseñado de acuerdo a la Norma NFPA 13, considerando el riesgo de ocupación ordinario 1 (la clasificación de riesgos por ocupación está definida por la OPERACIÓN que tiene el edificio, en donde se evalúa área por área las diferentes operaciones con la cantidad de combustibilidad que tienen sus elementos) y el funcionamiento de 12 rociadores simultáneamente. El sistema deberá contar con control de alarma de flujo, válvulas de drenaje y de purga, tubería de prueba y todos los accesorios para su correcto funcionamiento.
- ✓ Toma siamesa de 4" x 2½" x 2½", tipo pared, con rosca hembra, ubicada en la fachada del edificio, para uso de las compañías de bomberos de la ciudad e interconectada con el sistema.

Todos los materiales y equipos deberán ser de primera calidad y serán instalados siguiendo las recomendaciones de los fabricantes, debiendo probarse a una presión de 1.5 veces la presión de trabajo.

El sistema de agua contra incendio deberá llevar protección anticorrosiva y pintarse de color rojo.

Los diámetros, dimensiones, ubicación de los elementos del sistema así como los demás detalles, se muestran en los planos correspondientes.

1.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1.5.1 Sistema Eléctrico

- ✓ Para la alimentación de energía eléctrica al edificio se ha previsto una sub estación eléctrica de parte del concesionario "Luz del Sur" (la obra civil estará a cargo de la empresa contratista), desde donde se alimentarán todas las oficinas del edificio en baja tensión.

- ✓ Para la alimentación de energía eléctrica a los servicios generales, se ha previsto una sub estación eléctrica particular tipo caseta ubicada en la azotea del edificio desde donde se alimentará al edificio en media tensión.
- ✓ La alimentación en media tensión 22.9 KV, 3Ø, 60 Hz, a las celdas de llegada de la subestación propia del edificio, servirá para suministrar energía a los servicios generales, cuya alimentación de energía se realizará en una celda proyectada dentro de la subestación convencional propiedad de Luz del Sur, ubicada en el exterior del predio .
- ✓ De las celdas de media tensión ubicadas en la azotea del predio, se alimentarán los tableros generales de servicios generales. Y de esta mediante bandejas metálicas colgadas del techo hacia los sub tableros. Los servicios generales del edificio serán alimentados con 380 voltios y con acometida trifásica.
- ✓ Las oficinas serán alimentadas desde los bancos de medidores ubicados en el primer piso y se realizarán en 220 Voltios, cables trifásicos.
- ✓ Del tablero de distribución de servicios generales saldrán los circuitos de Alumbrado, tomacorrientes y fuerza a través de bandejas ranuradas y se derivarán con tuberías de PVC-P. Las tuberías que van por el piso o techo serán empotradas. Todas las tuberías adosadas en pared hasta 2.40 m npt serán metálicas del tipo conduit.
- ✓ Los circuitos monofásicos de servicios generales serán de 220 voltios.
- ✓ Del tablero general, se alimentarán a las salidas de los ascensores, electro bombas de agua, desagüe, chillers, etc.

1.5.2 Distribución Eléctrica General

- ✓ De las celdas de media tensión, a través de bandejas metálicas se alimentará a los tableros generales de distribución.
- ✓ Los tableros generales, serán del tipo auto soportado, con interruptores automáticos termo magnéticos de 25 KA de poder de ruptura. Los

tableros generales llevarán condensadores para compensar la energía reactiva del tipo automático, con las capacidades indicadas en planos.

- ✓ Alimentadores principales, que alimentan a los tableros de distribución, a través del montante de ductos de PVC-P, tendrán conductores de cobre NYY
- ✓ Los tableros de distribución, ubicados en cada piso, serán de tipo adosar y/o para empotrar, con RIEL DIN para interruptores termo magnéticos de 10kA de capacidad de ruptura mínima, conforme se muestra en los diagramas.
- ✓ Circuitos de distribución de alumbrado y tomacorrientes, con conductores de cobre tipo libres de halógeno. Estos circuitos, serán llevados hacia los puntos finales a través de bandejas y tuberías empotradas o adosadas en techo, pared y/o piso.
- ✓ Pozos de puesta a tierra
- ✓ Se proveerán de una malla a tierra en el 4° sótano. Ahí se encontrará la puesta a tierra de la Sub-Estación Eléctrica para la media tensión (MT), otra malla para la baja tensión (BT) y el sistema de fuerza con un valor máximo de 10 Ohm, otra malla para el sistema de cómputo y comunicaciones que será 3 Ohm máximo y para los ascensores.

1.6 SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA Y AIRE ACONDICIONADO

1.6.1 Sistema de Aire Acondicionado

La planta de enfriamiento de agua está conformada por 04 Unidades Enfriadoras de Agua (Chiller), con compresores tipo TORNILLO SEMIHERMETICOS y con condensadores enfriados por aire y refrigerante ecológico R-134A. La capacidad de los 04 enfriadores (chillers) será de 241 Toneladas de Refrigeración cada uno.

El sistema de agua helada propuesto es de volumen variable con retorno inverso y contará con 06 electrobombas en el sistema primario y 02 electrobombas en el

sistema secundario, así mismo, deberán usarse válvulas de 02 vías para los fan coils.

La ubicación y lugar de operación de las 04 unidades de enfriamiento será en la azotea del edificio.

El manejo de aire en cada oficina del edificio se realizará mediante equipos Fan Coils, ductos metálicos, ductos flexibles, difusores y rejillas, es importante indicar que todos los fan coils deberán contar con Filtros sintéticos de 30% de eficiencia.

El aire acondicionado de las áreas comunes deberá ser implementado por el contratista mecánico tal como se indica en los planos, el aire acondicionado de las oficinas será implementado por el futuro locatario, únicamente se les está proporcionando un punto de suministro de agua helada con la capacidad suficiente para que instalen sus propios sistemas de manejo de aire.

1.6.2 Sistema de Inyección de Aire Fresco

Con el objetivo de proveer una adecuada renovación de aire y la consiguiente oxigenación requerida por las personas y en concordancia con lo establecido por las normas de la ASHRAE, se ha considerado una inyección de aire exterior de 15 pies³/minuto-persona.

En coordinación con los arquitectos se ha previsto que el aire fresco sea tomado en cada nivel, dentro del falso techo en cada una de las oficinas del edificio. Las tomas de aire tienen comunicación con el ambiente exterior a través de una rejilla especialmente diseñada para este fin.

Cada futuro locatario deberá instalar su propio inyector de aire, ductos, filtros, y rejillas correspondientes, según su distribución de arquitectura interior. En los planos figuran los pases previstos por obra civil para la toma de aire fresco.

El inyector de aire fresco contará con pre-filtros y filtros, con la finalidad de suministrar aire fresco libre de impurezas.

1.6.3 Sistema de Extracción de Baños

La obra civil ha dejado previsto 7 montantes principales para la descarga del aire de los baños según se indican en los planos, como todos los baños descargarán a su montante principal y debido a la altura de esta montante se está colocando en la azotea 7 extractores centrales que generen una presión negativa de tal forma que ayude a la evacuación del aire viciado.

El encendido y apagado de cada equipo extractor en los baños de cada piso se realizará mediante botonera, ubicada en el mismo baño.

El encendido y apagado de cada uno de los 7 equipos extractores centrales ubicados en la azotea será mediante un temporizador que mantenga encendidos estos equipos, en horarios de oficina o en un horario determinado por la administración futura del edificio, así mismo el tablero eléctrico de estos equipos deberá contar con la opción manual-automático, en el modo automático funcionan con el temporizador.

En esta etapa del proyecto se instalarán todos los equipos y ductos de los baños de todas las oficinas y áreas comunes.

1.6.4 Sistema de Presurización de Escaleras

Con la finalidad de disponer de una vía de evacuación segura en caso de incendio, se han proyectado sistemas de presurización para las escaleras de escape del edificio.

Al producirse un incendio, éste deberá ser detectado por el sistema contra incendios implementado en el edificio, enviando una señal que pondrá en operación al ventilador del sistema de presurización de la escalera de escape, inyectando aire a los ductos de mampostería previstos en el edificio y que contarán con rejillas de descarga de aire al nivel de cada uno de los pisos, logrando así, presurizar la escalera y evitando el ingreso de humo producto del siniestro.

La diferencia de presión mínima a mantenerse en la escalera, según la norma NFPA 92 A y el Reglamento Nacional de Edificaciones, para evitar el ingreso de humos, es de 0.05" de columna de agua.

Esta presión positiva será suficiente para evitar que el humo producido por el incendio ingrese a las escaleras de escape a través de las puertas de escape de cada uno de los pisos.

Por otro lado, este valor de la presión positiva ha sido determinado, teniendo presente que no deberá representar una resistencia que dificulte la apertura rápida de las puertas de escape de cada uno de los pisos.

La norma NFPA 92 A, establece que la fuerza requerida para la apertura de puertas no deberá superar las 30 lb-f.

En cada una de las escaleras de escape, se instalarán 02 sensores / transmisores de presión diferencial (uno en el piso 2 y otro en el piso 12) que comandará al variador de frecuencia del motor del ventilador, regulando la velocidad de rotación del mismo, de tal modo que se mantenga la presión estática de 0.05" de columna de agua.

El proveedor del sistema contra incendios, instalará un detector de humos al lado de cada uno de los ventiladores de presurización, los cuales deberán ordenar la parada de éstos, en caso de detectarse humo y de este modo evitar que éste sea inyectado a las escaleras de escape.

Es responsabilidad de la obra civil, la alimentación eléctrica del motor del ventilador de presurización, el cual deberá considerar dos fuentes de suministro independientes, con recorridos diferentes y además, de transferencia automática de uno al otro en caso de que falle el primero.

Asimismo, la instalación de la alimentación eléctrica deberá ser hecha de tal forma que no sea interrumpida por el fuego y deberá ser alimentada por el suministro eléctrico normal o por el grupo electrógeno.

El encendido del ventilador será a través de un arrancador de tensión reducida, el cual se activará con el ingreso de la señal del sistema contra incendio a sus respectivas borneras.

El sistema proyectado para la escalera de escape, estará compuesto por los siguientes elementos:

- ✓ Ventilador centrífugo instalado en el lugar indicado en los planos.
- ✓ Ductos de plancha galvanizada que conectan la descarga de los ventiladores a los ductos de mampostería.
- ✓ Rejillas de descarga de aire provistas de dampers de regulación manual, para cada nivel.
- ✓ El sistema de presurización será controlado por un variador de frecuencia, que recibirá la señal de caída de presión a través de un sensor de presión diferencial (ubicado en el 2 piso en cada escalera de evacuación); este, a través del algoritmo de control, variará la frecuencia de salida de la alimentación del motor del ventilador, permitiendo que gire más rápido o más lento de acuerdo a los requerimientos de caudal y presión dentro de la escalera.
- ✓ Tablero eléctrico con arrancadores y contactos secos para recibir la señal del sistema contra incendios y detectores de humo.

CAPITULO II: PRELOSAS Y SU APLICACIÓN EN EL PERÚ

2.1 Definición de un Prefabricado

Es un elemento o pieza que ha sido fabricado en serie para facilitar el montaje o construcción en el lugar de destino.

Los prefabricados tienen como finalidad ejecutar las obras más rápidamente y aplicando el orden, limpieza y precisión de los procesos industriales en la ejecución de las obras, aportando a que estas puedan controlar de mejor forma los procesos menos controlados, tales como mano de obra, rendimiento y desperdicios.

El uso de prefabricados en el Perú se inicia con el empleo de bloquetas de concreto por los años 1950 y con plaquetas de muros y techos que utilizó la empresa Listos S.A. en la construcción de la ciudad satélite de Ventanilla, en el Callao, hacia el año 1960. Luego hacia los años 70' se registran varias empresas que presentan Sistemas Constructivos No Convencionales para su aplicación en nuestro país. En la actualidad los SCNC deben ser aprobados y autorizados por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, que asume las funciones del Instituto Nacional de Investigación y Normalización – ININVI mediante el Decreto Supremo N°08-95MTC. Dentro de estas alternativas constructivas se presentan las “Estructuras Especiales Compuestas”, por el Ing. Miguel Bozzo Chirichigno idea original del ingeniero mexicano Heberto Castillo. El autor califica a la estructura como “Tridilosa” y lo define como la unión de una estructura espacial metálica con una o dos losas de concreto armado”.



Figura 2.1: Estructura de una Tridilosa.

2.2 Definición de Losas Prefabricadas (prelosas)

Es un elemento prefabricado que trabaja como encofrado de techo, colocándose de forma modulada sobre un sistema simple de apuntalamiento y cuyos extremos descansan sobre los encofrados de las vigas del paño.

Siendo un sistema de montaje simple, tiene una gama de ventajas sobre el sistema de encofrado convencional, básicamente aprovechando la fabricación en planta y los ahorros de recursos y tiempo en obra.

La prelosa está formada por viguetas del tipo triacero (tralicho) distanciadas entre sí a 62.5cm, embebidas parcialmente en una losa de concreto de un espesor generalmente de 5 cm, reforzado con acero según los requerimientos de la estructura. El concreto que se emplea varía de acuerdo a los planos y toma los siguientes valores de $f'c=350, 280$ y 245 kg/cm^2

La parte inferior de la prelosa queda totalmente lisa (no requiere ningún acabado posterior), y la superficie superior se deja rugosa y estriada para mejorar la unión con el concreto de obra.



Figura 2.2: Acabado de la parte Inferior de la Prelosa

Las funciones de la vigueta son:

- ✓ Asegurar que los paneles de concreto soporten los esfuerzos durante su desmoldaje y curado, transporte a obra y posteriormente en los trabajos y vaciado de concreto en obra.
- ✓ Conectores entre el concreto de la prelosa y el de obra.
- ✓ Apoyo (distanciador) para la armadura de acero superior colocada en obra.
- ✓ Como puntos de fijación para el acarreo e izaje.

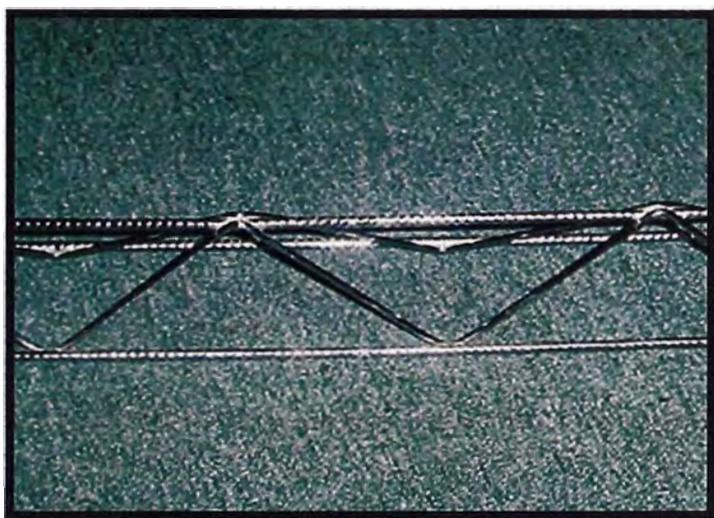


Figura 2.3: Detalle de la Vigueta de la Prelosa

2.3 Tipos de Prelosas

En el Perú entre las losas prefabricadas (prelosas) de mayor uso se tiene:

2.3.1 Prelosas Macizas

Las prelosas tienen un espesor de 5cm, al interior cuenta con una malla inferior del diseño de la losa maciza y un tralicho embebido a la prelosa que va soldada a la malla inferior. El concreto a vaciar sobre la prelosa es del espesor requerido total menos estos 5 cm.

Las prelosas macizas reúnen las ventajas de la construcción prefabricada (uniformidad, reducción de tiempos y costos) con las ventajas de la construcción convencional en el sentido de obtener estructuras monolíticas. Estructuralmente el techo terminado es equivalente al convencional.

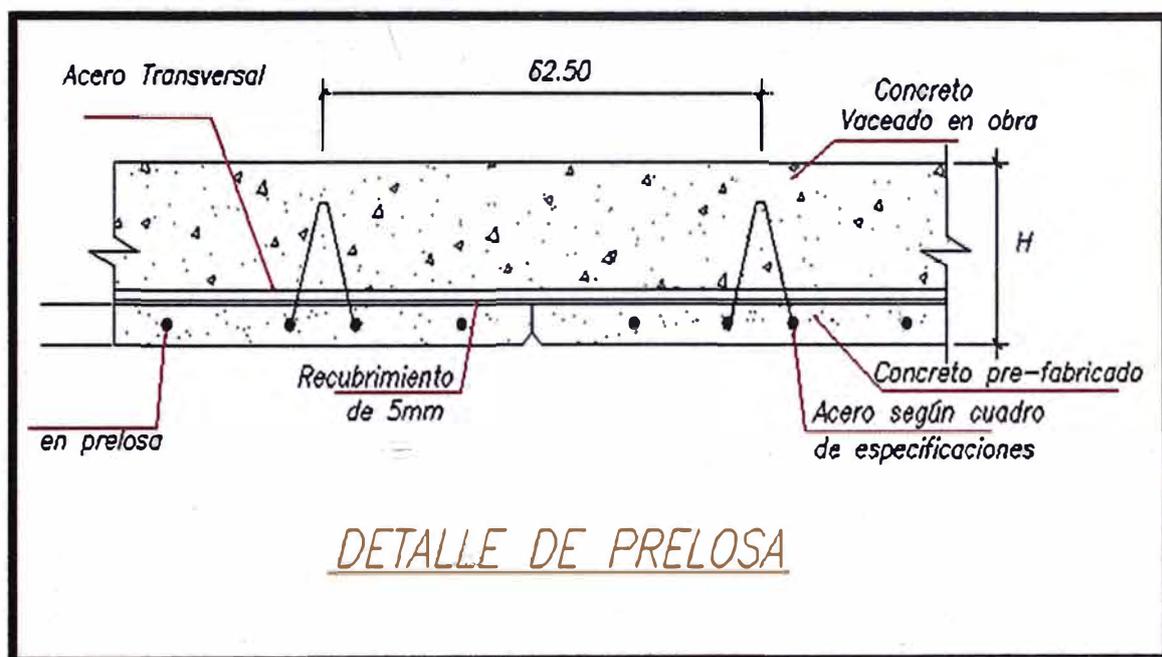


Figura 2.4: Detalle de una Prelosa Maciza

2.3.2 Prelosas Aligeradas

Las prelosas aligeradas tienen un espesor de 4.5 cm, con un casetón de poliuretano que podría ser de 16 cm colocado sobre la superficie todavía fresca de la prelosa. El concreto a vaciar sobre la prelosa es del espesor requerido. La prelosa ligera puede fabricarse en uno o doble sentido dependiendo de la necesidad de la obra.

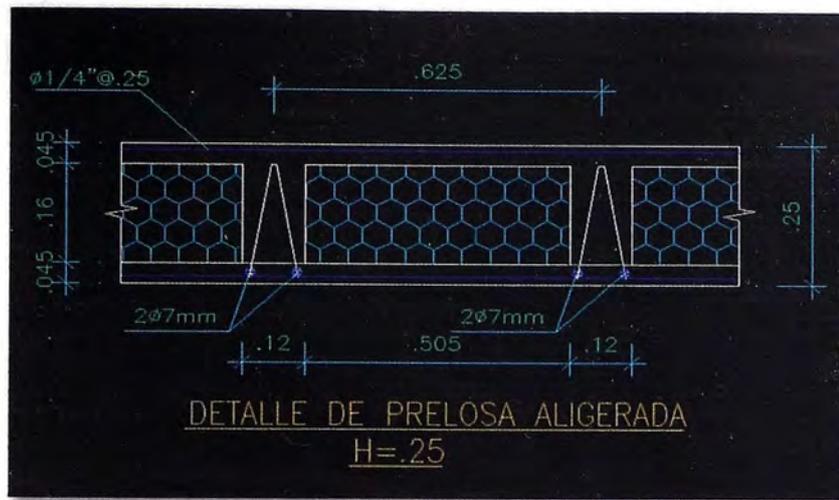


Figura 2.5: Detalle de una Prelosa Aligerada

2.4 Dimensiones de las Prelosas

Las prelosas se fabrican con anchos máximos de 2.5 m, espesores que varían desde 4.5 cm a 7.5 cm, con recubrimientos del refuerzo que varían según requerimiento desde 2 cm a 4 cm. Las prelosas son vaciadas en moldes estándares de acero al cual se le adicionan accesorios para ajustar la longitud, formas irregulares.

Los bordes longitudinales se forman con un chaflán en la parte inferior, de tal modo que colocadas las prelosas una al costado de otra (a tope) se observe una junta bien acabada.

La prelosa ha sido diseñada, dibujada y fabricada a la medida. Cada prelosa está codificada y puede ser ubicada en los planos suministrados los cuales incluyen una tabla de especificaciones técnicas, en la cual se indica para cada prelosa: código, cantidad por planta, ancho, largo, área, peso, acero de refuerzo longitudinal y transversal y cantidad de viguetas que trae. (Ver Cuadro 2.1)

2.5 Usos en la Construcción

La aplicación de las prelosas se puede realizar en cubiertas y entrepisos, apoyadas en cualquier tipo de estructura (concreto, metálica y muro de carga). Tales como:

- ✓ Obra civil
- ✓ Estacionamientos
- ✓ Hoteles
- ✓ Hospitales
- ✓ Naves industriales
- ✓ Colegios
- ✓ Túneles
- ✓ Construcción en general

2.5 Proveedores de Prelosas en el Perú

Actualmente en el Perú, solo encontramos la empresa Entrepisos Lima SAC que ofrece productos prefabricados de concreto como solución constructiva para diferentes elementos funcionales y estructurales en obras de edificación e infraestructura.

Entrepisos Lima SAC es especialista en la fabricación de prefabricados livianos de concreto, con pesos por unidad de hasta 5 toneladas. Tiene como producto principal la Prelosa, la misma que se viene usando en el Perú desde hace más de 15 años, con comprobado éxito en la construcción de techos tanto macizos como aligerados.

La empresa Entrepisos Lima SAC combina la calidad en los tipos de concreto desarrollados por UNICON y el dominio de sus aplicaciones en el ámbito de prefabricados, con soluciones tanto a medida como de usos estándar, habiendo participado en los últimos años como proveedor en las principales obras de edificación nacional, cumpliendo siempre con los altos estándares exigidos por las empresas constructoras.

En el mes de marzo del año 2010 la empresa UNICON adquirió el 50% de las acciones de la empresa Entrepisos Lima S.A.C.

CAPITULO III: HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PRELOSAS MACIZAS APLICADO EN EL EDIFICIO LINK TOWER

3.1 Planificación

Con la planificación se establece el esfuerzo necesario para poder cumplir con los objetivos del proyecto, todo esto se realiza de forma gradual.

Si bien la planificación define las acciones a seguir, durante la ejecución puede existir necesidad de cambios con respecto a lo definido originalmente, los mismos servirán de punto de partida para un nuevo análisis y una nueva planificación de ser requerido.

El Cronograma de Obra es la representación gráfica del secuenciamiento y la duración de las actividades de un Proyecto. Su elaboración contemplará cambios que el Proyecto considere necesarios, respetando los hitos y alcances contractuales como suministros, permisos, licencias, etc. Para que cumpla sus objetivos como herramienta de gestión, el cronograma deberá ser desarrollado hasta el nivel de detalle que sea:

- ✓ Necesario para identificar los recursos correspondientes, sirviendo como base para los cronogramas de recursos, y
- ✓ Suficiente para permitir la facilidad de lectura, entendimiento y actualización.

3.1.1 Estructura de División del Trabajo (EDT)

Consiste en dividir el proyecto en las actividades que lo componen. Esta división del trabajo en el proyecto Edificio de Oficinas Link Tower se realiza de manera tal, que las actividades se vean definidas en función a las necesidades del proyecto y con el detalle necesario para plasmar las estrategias de mejora a lo largo del proyecto.

La Estructura de División del Trabajo (EDT) es muy importante en un proyecto debido a que con esta división se puede tener el control de cada actividad correspondiente en cada frente, esto sirve para saber cuáles son las brechas (positivas o negativas) del proyecto, y tener la capacidad de respuesta cuando se presenten desviaciones considerables.

En el proyecto Link Tower se tiene como EDT 3 frentes de trabajo que son: frente 1: Demolición, frente 2: Excavación, Estabilización y Sótanos, frente 3: Torre. (Ver Figura 3.1)

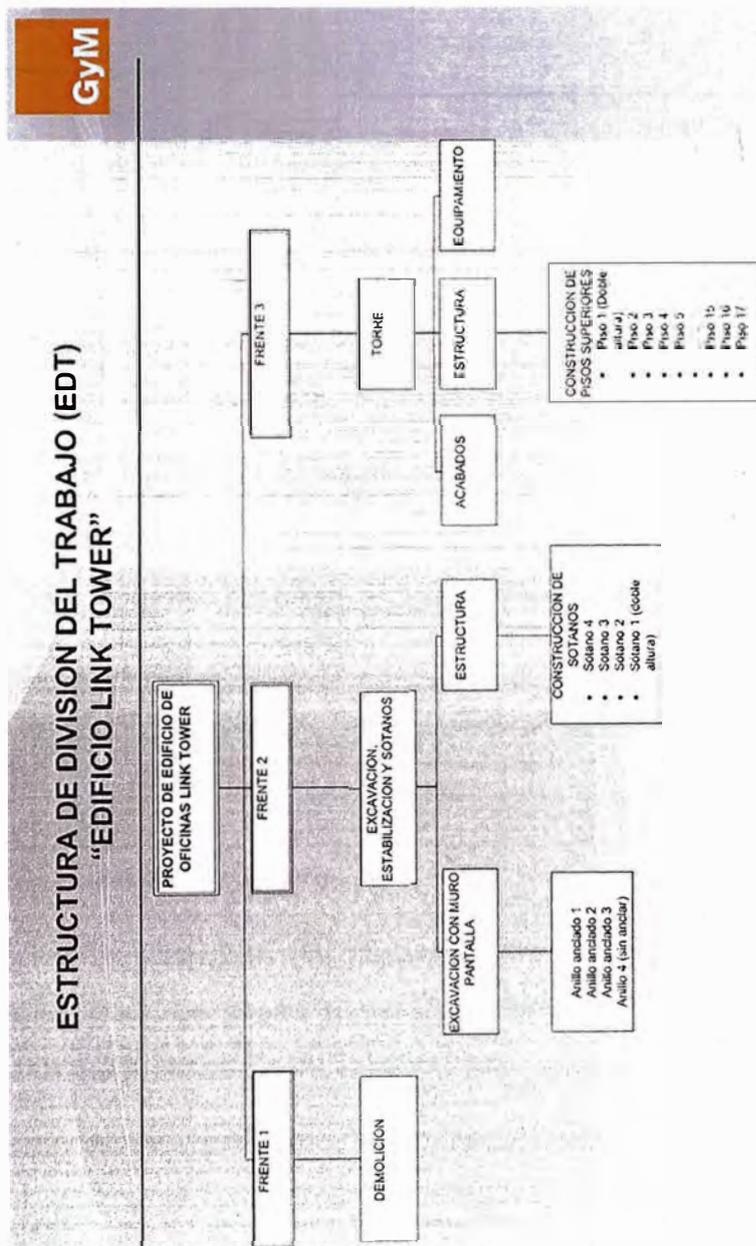


Figura 3.1: Estructura de División del Trabajo – Edificio de Oficinas Link Tower.

3.1.2 Layout del Proyecto

Este layout del proyecto es bastante importante definirlo antes de comenzar la ejecución de la obra para tener bien identificado cada espacio físico (oficinas, comedor, servicios higiénicos, carguío de prelosas, etc.) que se va a usar a largo del proyecto y utilizarlo de la forma más eficiente.

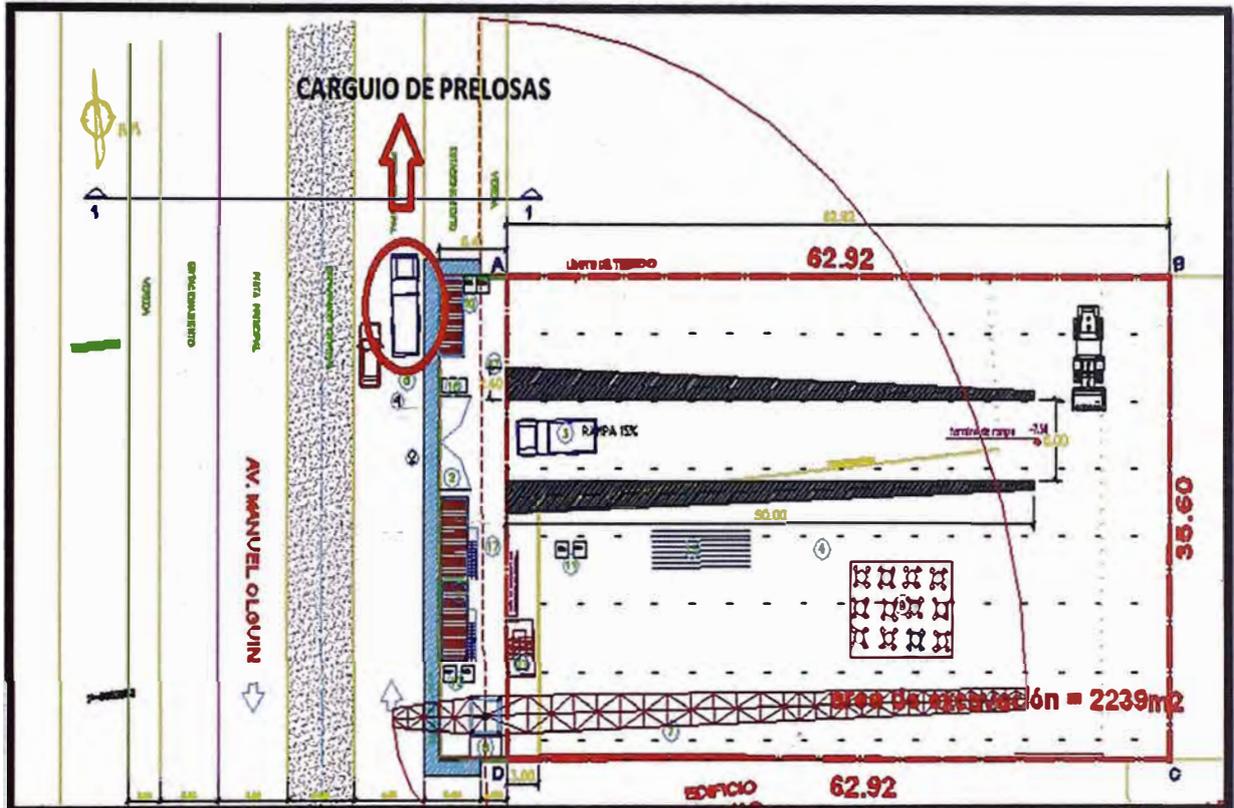


Figura 3.2: Layout del Proyecto Link Tower – Ubicación de zona de carguío de Prelosas.

3.1.3 Sectorización del Proyecto

Para realizar la sectorización del proyecto Link Tower, se divide una tarea o actividad de la obra en áreas o sectores, en cada uno de estos sectores comprende una parte pequeña de la tarea total.

Cada sector del proyecto por lo general debe de tener un metrado aproximadamente igual (volúmenes de trabajo similares), la cual deberá de realizarse en 1 día.

En el proyecto se cuenta con las siguientes sectorizaciones:

Sectorización Sótanos:

- ✓ Esta sectorización se realizó teniendo como condición de entrada la restricción del alcance de la Grúa Torre (Marca: Potain, modelo: MC115B, largo de pluma: 55m).

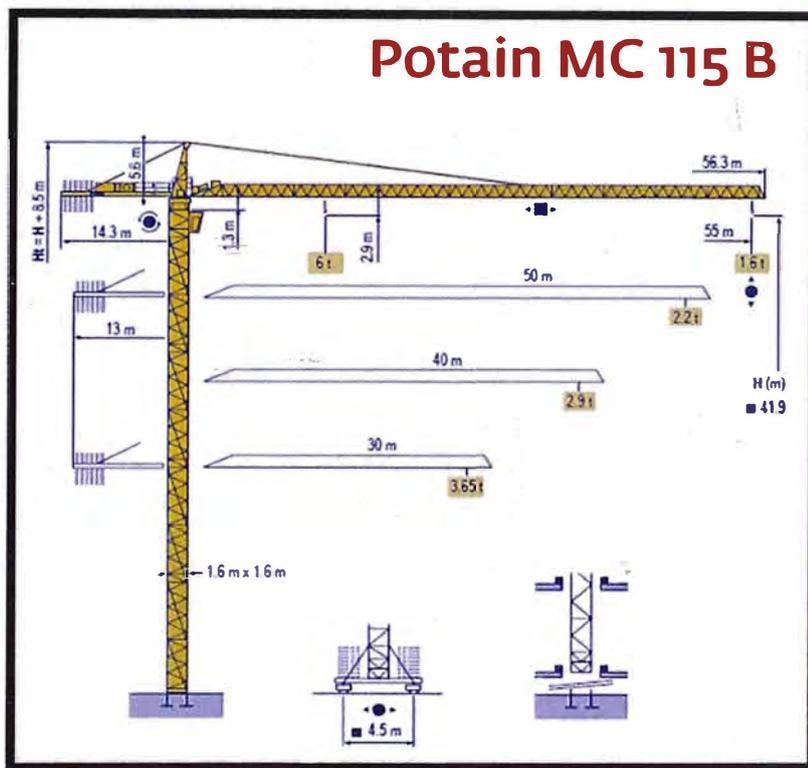


Figura 3.3: Grúa Torre utilizada en el Proyecto Link Tower.

- ✓ La utilización del sistema de prelosas se limitaba a la restricción del alcance de la Grúa Torre (55m), es por ello que se tuvo que dividir el proyecto en 2 grandes sectores: el primero contaba con la utilización de losas prefabricadas macizas (prelosas) y el segundo con encofrado de techo convencional (se utilizaron como fondo de losa planchas de fenólicos).

- ✓ El sector de prelosas a su vez contaba con 6 sub sectores enumerados del 1-6.
- ✓ El sector de encofrado convencional presentaba 3 sub sectores codificadas con las letras A, B y C.
- ✓ Esta sectorización abarca desde los sótanos 4, 3, 2,1 y los pisos 1, 2, 3, 4 y 5.

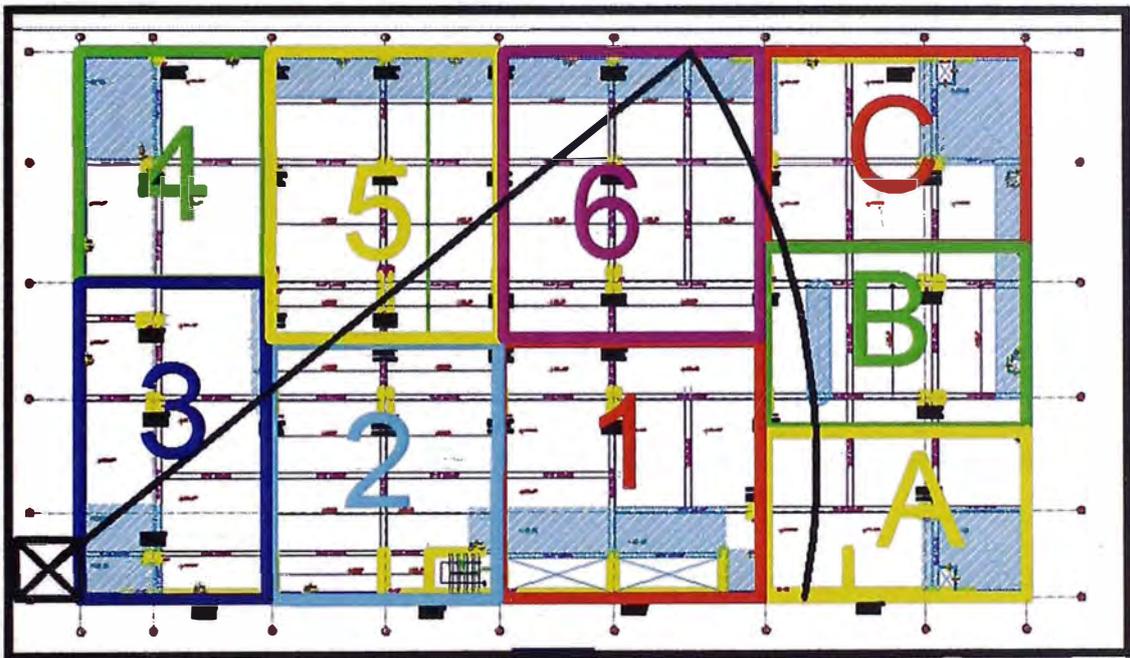


Figura 3.4: Sectorización desde el Sótano 4 hasta el Piso 5 del edificio Link Tower.

Sectorización Torre:

- ✓ Esta sectorización abarca desde el piso 6 hasta el piso 17.
- ✓ A partir del piso 6 la cantidad total de sectores se redujo de nueve a seis, esto se debe a la arquitectura del proyecto, que en el piso 5 tiene una terraza.
- ✓ En la torre los sectores 1, 2 y 3 el proceso constructivo se realizó con prelosas macizas, mientras que los sectores 4, 5 y 6 se realizaron con

encofrado convencional (planchas de fenólicos), esto también se debe a la restricción del alcance de la Grúa Torre, que era de 55m.

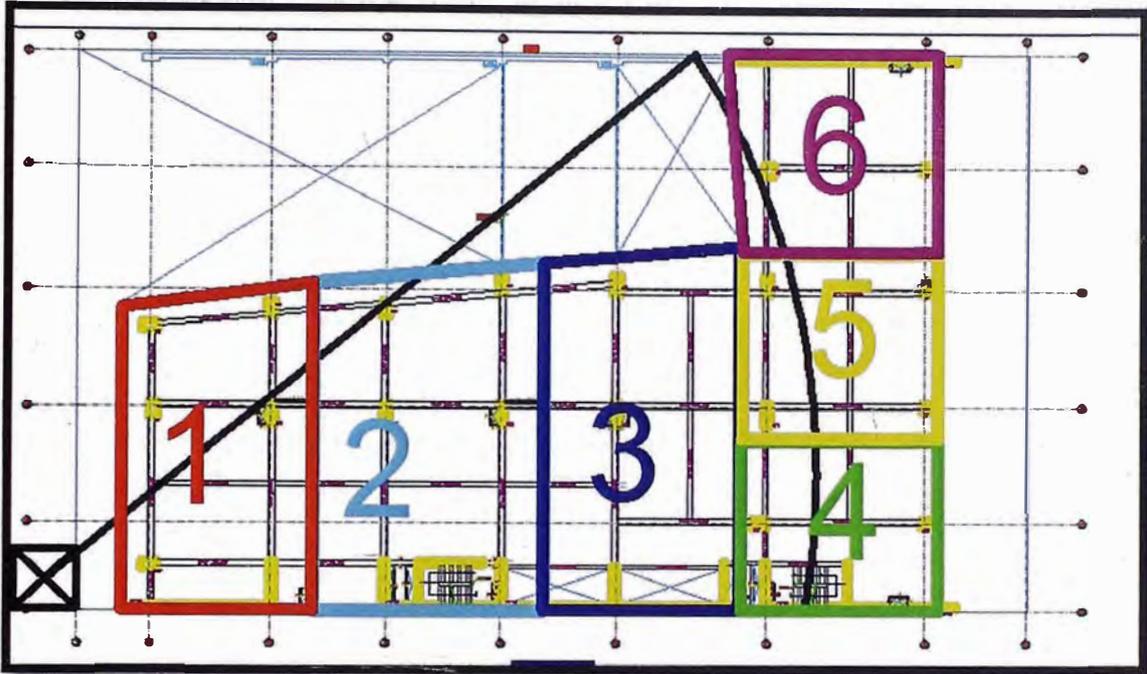


Figura 3.5: Sectorización desde el Piso 6 hasta el Piso 17 del edificio Link Tower.

3.1.4 Tren de Actividades

En función a sus características particulares, algunos Proyectos o porciones del Proyecto podrán tener sus cronogramas representados por un Tren de Actividades. Se aplica principalmente en Proyectos en los que la variabilidad es reducida y que es posible descomponer en partes equivalentes de trabajo. Esta herramienta está orientada a optimizar actividades repetitivas y secuenciales, pero la metodología también permite convertir una Actividad no repetitiva en repetitiva.

Esta metodología se basa en dividir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada

actividad, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Entre sus características tenemos las siguientes:

- ✓ Es una programación lineal basada en lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla.
- ✓ La cantidad de trabajo "Q" que se ejecuta en cada una de las estaciones debe ser aproximadamente la misma.

Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DIA									
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	Acero de Verticales	kg		S1	S2	S3	S4	S5	S6				
	Encofrado de Verticales	m ²		S1	S1	S2	S3	S4	S5				
	Concreto de Verticales	m ³		S1	S1	S2	S3	S4	S5				
	Encofrado de fondos y costado de Vigas	m ²				S1	S2	S3	S4	S5			
	Acero de Vigas	kg					S1	S2	S3	S4	S5		
	Colocación de Prelosas	m ²						S1	S2	S3	S4	S5	
	Acero de Losas	kg						S1	S2	S3	S4	S5	
	Instalaciones Eléctricas y Sanitarias	pitos						S1	S2	S3	S4	S5	
	Concreto Horizontales	m ³								S1	S2	S3	S4

Figura 3.6: Tren de Actividades para el sector de Prelosas Macizas.

3.2 Programación

La Programación es el Proceso del Proyecto a través del cual se identifican y realizan las acciones necesarias para lograr la ejecución del plan de trabajo diseñado durante el Planeamiento, con base en su desarrollo a un mayor detalle. Es decir, la Programación es el proceso mediante el cual se protege el Plan, asegurando su cumplimiento de acuerdo a lo previsto y a las metas establecidas de plazo y costo.



Figura 3.7: Programación como protección del plan.

Para realizar la programación de cómo se van a realizar las actividades de colocación de prelosas, en el proyecto se tuvo que aplicar el **Sistema Last Planner** (Sistema del Ultimo Planificador), con esta teoría se asegura que lo planificado se ejecute con mayor probabilidad de éxito. Para ello, se analiza la programación con mayor detalle en un horizonte de mediano a corto plazo, con esto se logra identificar cuáles son las restricciones que existen para que el flujo de colocación de prelosas y su izaje sea de manera oportuna, también en el proyecto se controló semana a semana el porcentaje del plan que se cumple (PPC). De esta manera, se logra mayor confiabilidad al analizar los resultados a través de la revisión de las causas de incumplimiento (CI) con el plan y la toma de decisiones, para su corrección inmediata, e ir mejorando de manera continua.

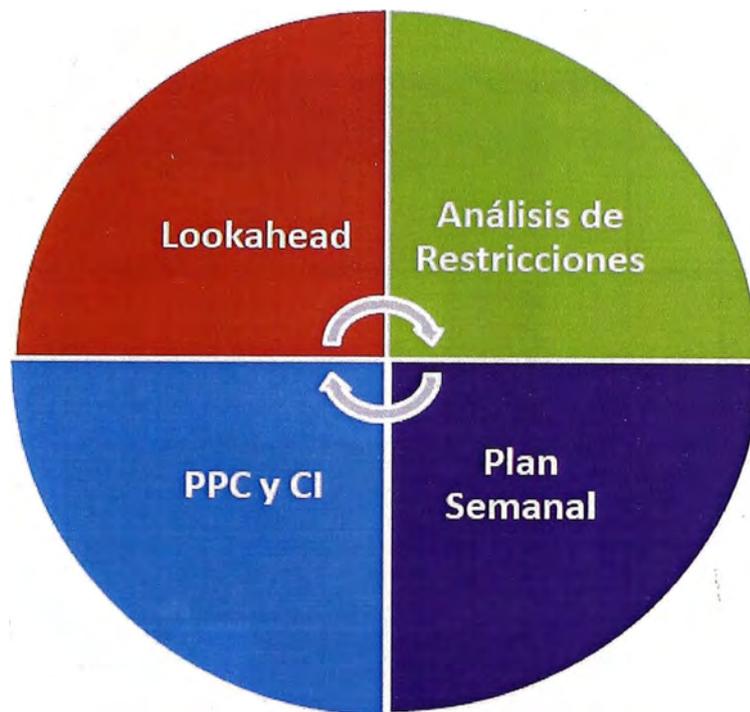


Figura 3.8: Sistema Last Planner aplicado al proyecto Link Tower

3.2.1 Rutina de Reuniones Semanales del Proyecto

Las Reuniones de Programación establecen una rutina semanal de elaboración y revisión de las Herramientas de Programación. Esta rutina semanal permite definir acciones concretas en el corto y mediano plazo, evaluar su cumplimiento y tomar acción sobre los resultados del mismo. Es decir, por medio de la Rutina de Programación se puede llevar a cabo la protección del plan.

Cuadro 3.1: Rutina de reuniones semanales del proyecto Link Tower.

HORARIO		RUTINA DE REUNIONES OBRA 1713 - EDIFICIO DE OFICINAS "LINK TOWER"						
HORARIO		DOMINGO	VIERNES	JUEVES	MIÉRCOLES	MARTES	VIERNES	DOMINGO
8:00-10:00								
9:00-10:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de la programación y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		
10:00-11:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Envío de Reportes de Estado de Avanzamiento de las prelasas, a Dirección de la Obra. RESP: Almacen		
11:00-12:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de las prelasas y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		
13:00-14:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de las prelasas y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		
14:00-15:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de las prelasas y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		
15:00-16:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de las prelasas y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		
16:00-17:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de las prelasas y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		
17:00-18:00					Revisión de la conformidad de los planos de ejecución de las prelasas. RESP: DT	Actualización de las prelasas y publicación en red del estado de las prelasas. RESP: Almacen		

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Look Ahead

La elaboración del Look Ahead se hará oportunamente para presentarlos en las reuniones semanales de obra, el área de producción del proyecto es encargado de elaborarlo con un horizonte a 4 semanas que fue definida en el proyecto (este horizonte va a depender de la ubicación, duración, plazo de abastecimiento, etc en cada proyecto).

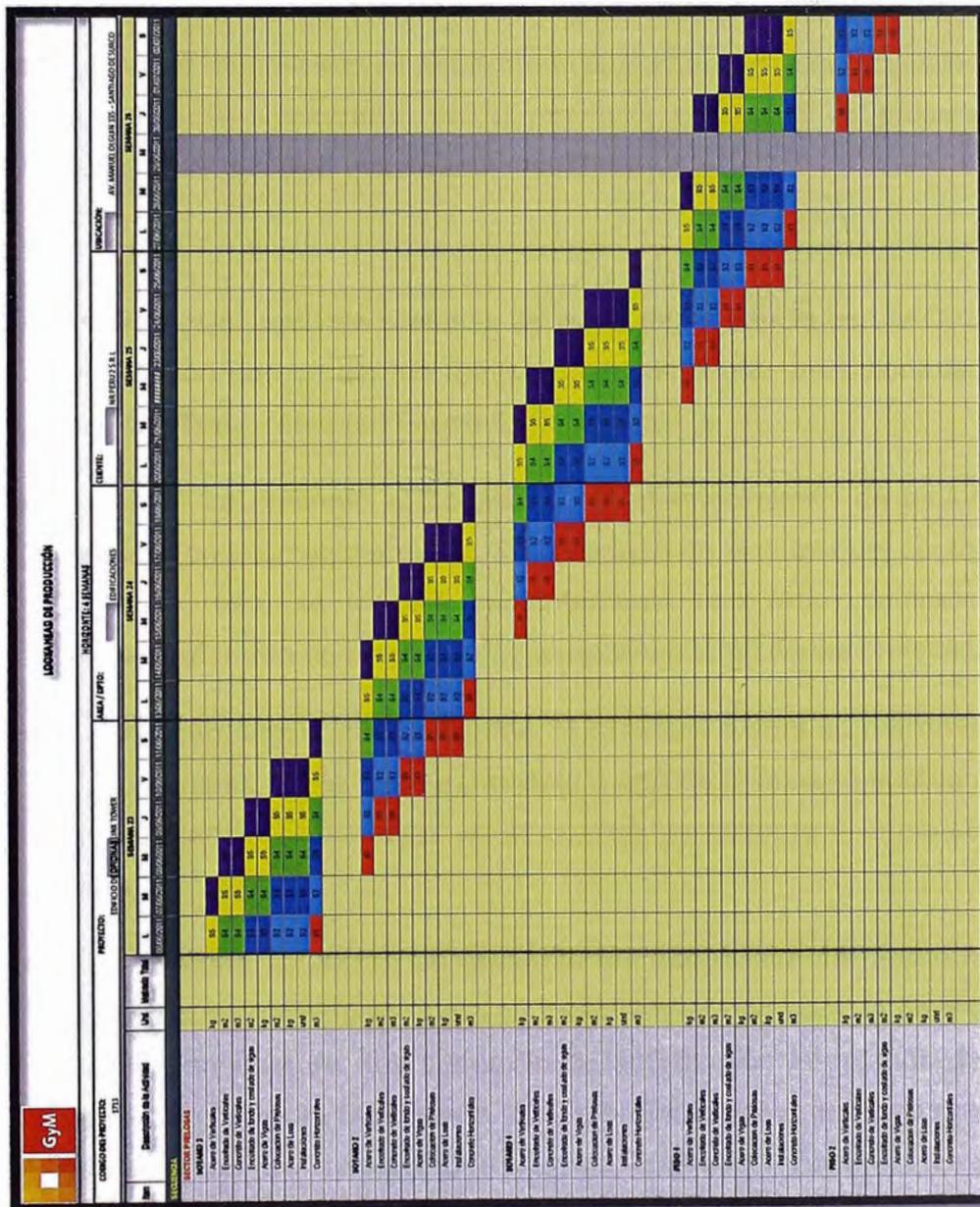


Figura 3.9: Elaboración semanal de Look Ahead del proyecto (horizonte de 4 semanas)

3.2.3 Análisis de Restricciones

Con el Análisis de Restricciones del proyecto se analiza todas las actividades del Look Ahead de Producción, en el horizonte determinado y se identifica los posibles obstáculos o limitaciones que pudieran hacer que las actividades consideradas en el mismo no puedan ser programadas. Tiene por finalidad identificar y proveer con adecuada anticipación de todo aquello que falta para poder ejecutar una tarea.

Para la actividad de prelosas se analizaran cuáles han sido las restricciones más relevantes que se encontraron en el proyecto, así como se presentará las soluciones que se dieron en su debido momento.

- ✓ Para la colocación de prelosas se vio la dependencia con la Grúa Torre, la solución que se dio fue realizar mantenimientos periódicos tanto para la Grúa Torre como del Grupo Electrónico.
- ✓ También se presentó al comienzo del abastecimiento de prelosas una fabricación y almacenamiento desordenado en la planta del contratista de prelosas, esto se manejó conjuntamente con dicho contratista para mejorar el orden de producción y almacenamiento de las prelosas.
- ✓ Lo descrito originó que la llegada de prelosas a obra se realice de forma desordenada, por lo que se procedió a que de la obra se solicite el orden de colocación de prelosas en el camión de acuerdo a la necesidad de obra.
- ✓ Las prelosas se vacían en la planta del contratista con por lo menos 2 semanas de anticipación para su requerimiento en obra, la obra tuvo que enviar con más de dos semanas de anticipación los planos de techos aprobados para la fabricación de las prelosas (esto implicaba tener una reunión con los involucrados ya sea contratista general, supervisión, cliente y proyectistas para entregar los planos para construcción y así cumplir con las fechas establecidas por el contratista de prelosas).

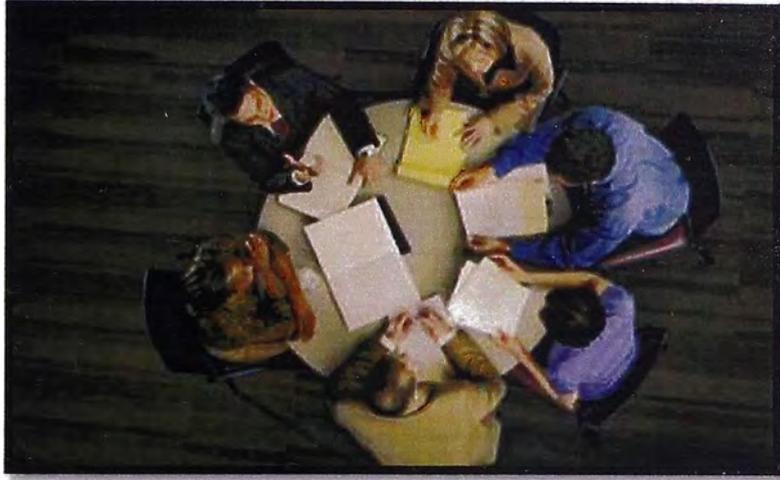


Figura 3.10: Reunión semanal con cliente, proyectistas y contratista general.

- ✓ las prelosas llegaban sin destaje (esquina entrante en la prelosa rectangular) a obra generando pérdida de HH al realizar esta actividad no prevista. Para la solución de este problema se designó un ingeniero para que revise las prelosas antes de ser vaciadas en planta, a fin de comprobar que cuenten con el debido destaje.

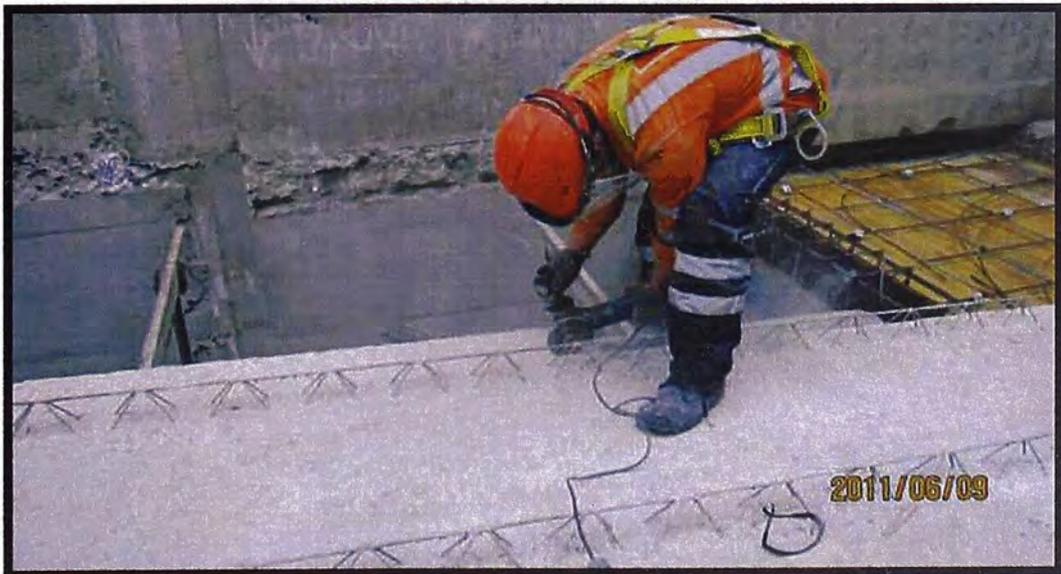


Figura 3.11: Corte de Prelosas que no contaba con destaje.

- ✓ También se tuvo el inconveniente de que las prelosas no estaban llegando con las dimensiones que se necesitaba en campo, por lo que se realizaron visitas específicas a fin de verificar cual era la causa de los problemas, lo que se identificó fue que la empresa contratista de prelosas estaba cometiendo algunos errores con las dimensiones de las mismas y también se identificó que las prelosas del 4° piso (que todavía no estaban vaciadas) no correspondían al último plano aprobado, se pudo identificar las causas de los problemas, corregir conjuntamente con el contratista general de la obra y el contratista de las prelosas.

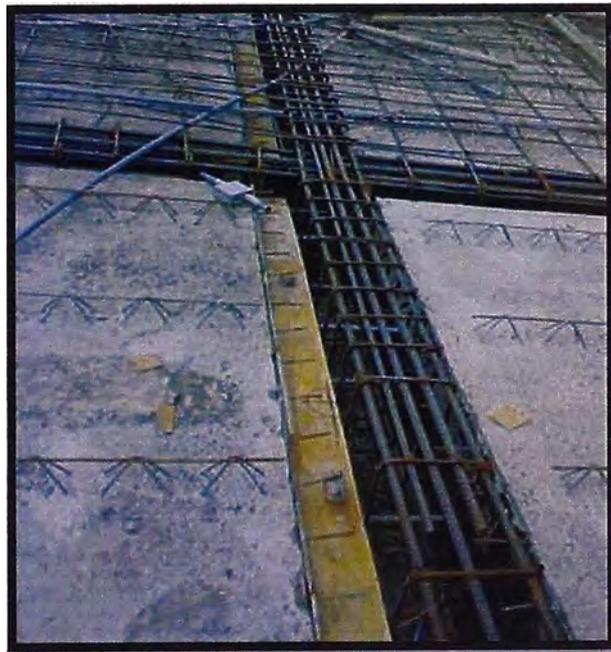


Figura 3.12: Prelosas con dimensiones incorrectas.

3.3 Proceso Constructivo en Obra

Para comenzar a realizar la colocación de prelosas partiremos por los requisitos para el izaje las cuales son:

- ✓ Se debe de verificar los equipos con los cuales vamos a trabajar en la colocación de las prelosas (vigas de izaje, ganchos de seguridad y cable de estrobo flexible).



Figura 3.13: Equipos de izaje para las prelosas.

- ✓ Luego se tendrá que verificar si el orden de llegada de las prelosas coincide con lo requerido por la obra.



Figura 3.14: Verificación del orden correcto de las prelosas.

- ✓ Seguidamente se procede al acondicionamiento de las prelosas para su izaje, en esta etapa se realiza el retiro de rebabas y el doblado de las mechas.



Figura 3.15: Doblado de las mechas de las prelosas.

- ✓ Una vez efectuado el acondicionamiento de las prelosas se procede a realizar la colocación de los ganchos en los tralichos, esta actividad se realiza con el rigger y el apoyo de un personal.

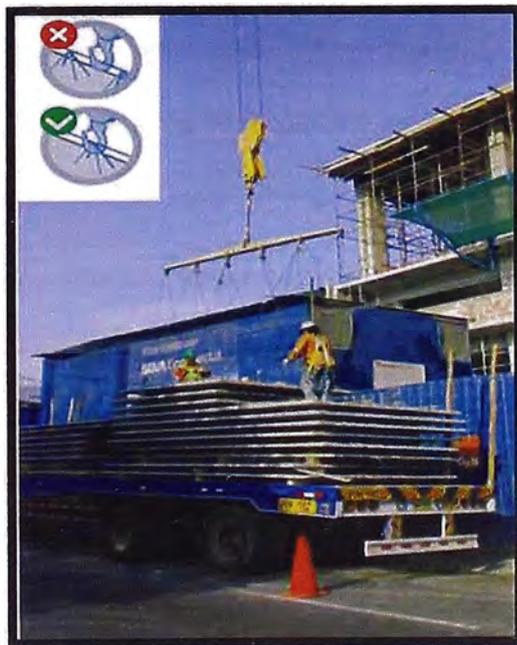


Figura 3.16: Colocación de Ganchos en los tralichos para el izaje.

- ✓ El Rigger verificará el enganche de la carga, procurando que al izarse, la prelosa tenga un leve ángulo de inclinación para poder colocarla sin dificultad en la zona de montaje, inmediatamente a esto se colocarán las líneas de viento, las cuales servirán para guiar la carga.

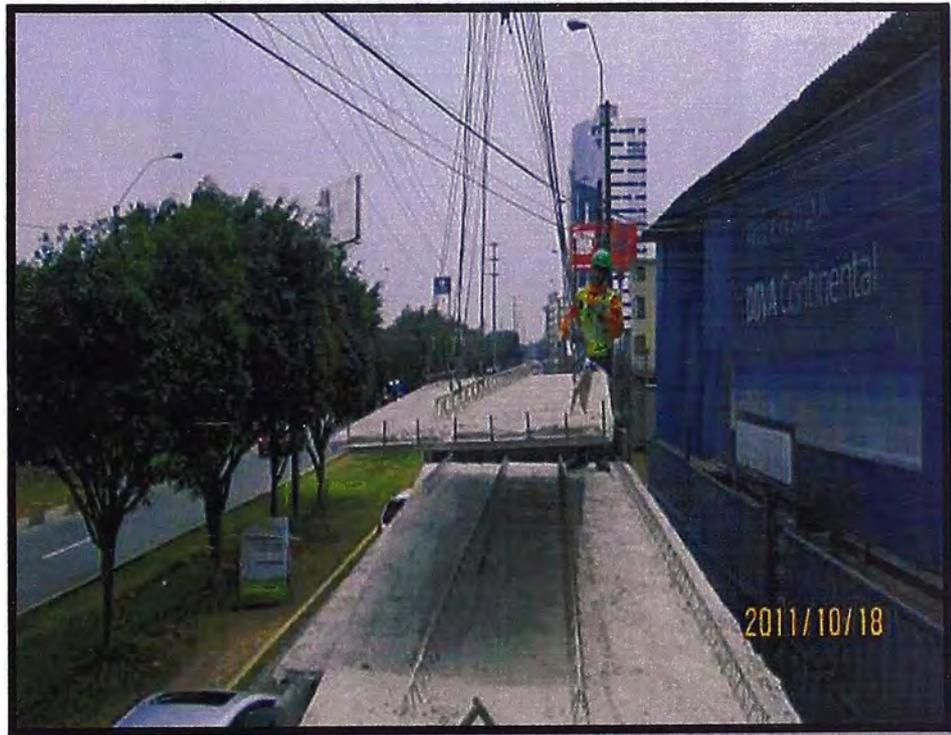


Figura 3.17: Revisión del enganche de la prelosa.

- ✓ Terminado el paso anterior, se procederá al inicio del izaje de la prelosa, esta deberá ser guiada con las líneas de viento hasta asegurar su direccionamiento.



Figura 3.18: Izaje de la prelosa.

Previo al montaje de las prelosas, se debe de contar con actividades antecesoras según el tren de actividades propuesto por la obra, las cuales se detallaran a continuación:

Día 1: Colocación de Acero de Verticales, que por columna la conformaban 3 personas (2 Operarios con 1 oficial o 1 ayudante).



Figura 3.19: Acero de Verticales.

Día 2: Encofrado y Vaciados de Verticales.

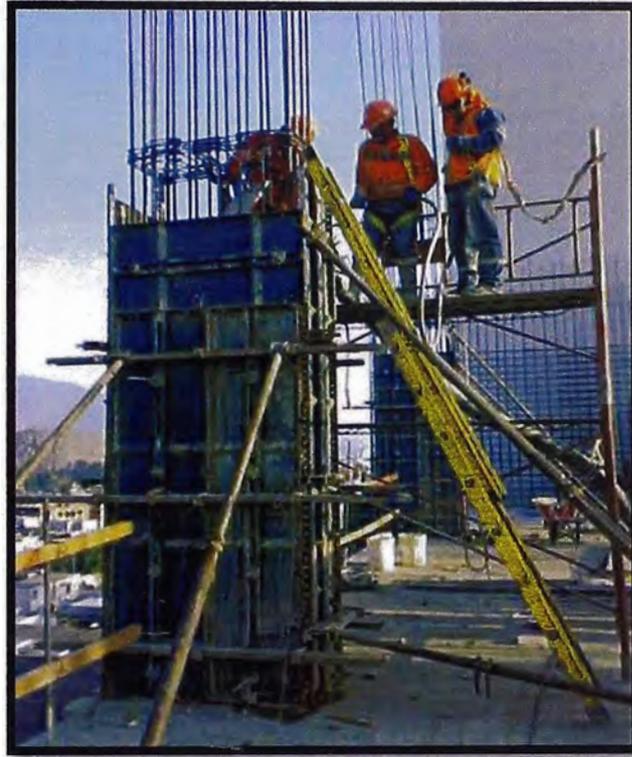


Figura 3.20: Encofrado y Vaciado de Verticales.

Día 3: Encofrado de fondo y costado de vigas.



Figura 3.21: Colocación de Fondo de Vigas.

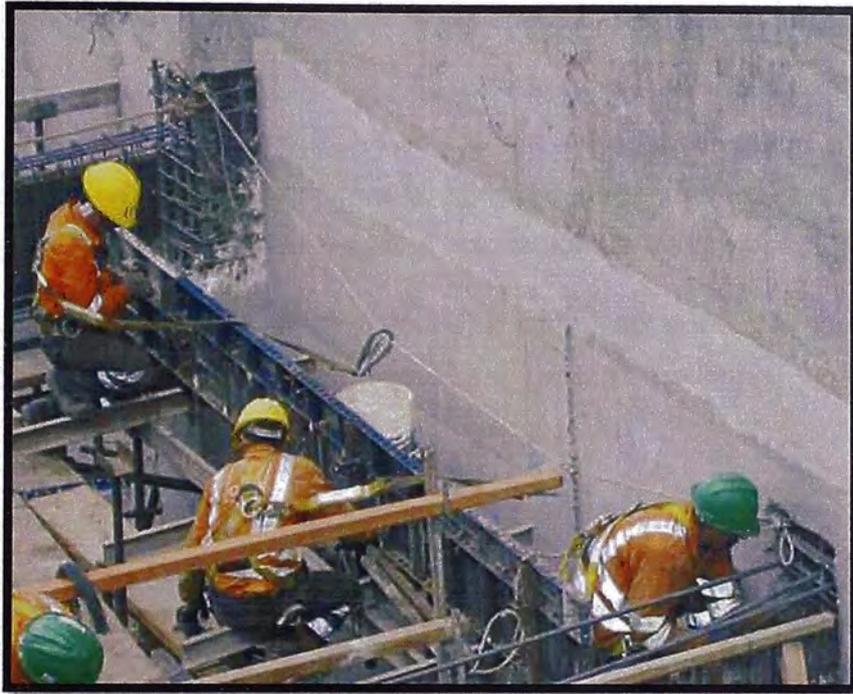


Figura 3.22: Colocación de Costado de Vigas.

Día 4: Colocación de Acero de Vigas.



Figura 3.23: Colocación de Acero de Vigas.

Día 5: Colocación de Prelosas, Acero de Losas, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas

Para la colocación de la prelosa, se contara con el rigger (es el encargado de la maniobra), un capataz (que verificara la colocación adecuada de las prelosas) y con dos trabajadores para el apoyo en la colocación de las prelosas.

Antes de que las prelosas sean colocadas insitu, se debe de contar con el apuntalamiento de las prelosas, esto se realiza mediante vigas soleras distanciadas en 1.5m.



Figura 3.24: Apuntalamiento de prelosas.



Figura 3.25: Traslado de la prelosa.



Figura 3.26: Colocación de la prelosa en forma inclinada, colocando primero el lado con las mechas sin doblar.



Figura 3.27: Prelosa colocada.



Figura 3.28: Colocación de Acero de Horizontales.



Figura 3.29: Colocación y pruebas de instalaciones Eléctricas y Sanitarias.

Día 6:

Concreto de Horizontales, que se puede realizar tanto con la ayuda de la Grúa Torre y con la Bomba Estacionaria para la Impulsión del concreto desde el primer nivel, en el edificio en particular se tiene que en los encuentros de columnas y vigas se tiene una resistencia del concreto mayor al que presenta las losas y vigas y con la ayuda de la Grúa Torre se puede vaciar los núcleos haciendo más eficiente el vaciado de la losa.



Figura 3.30: Concreto de Horizontales (núcleos, vigas y losas).

3.4 Productividad

La Productividad se define como la eficiencia en el uso de los recursos. Es el resultado de un flujo productivo continuo, una buena Programación, una alta confiabilidad y la optimización de los recursos utilizados en los procesos constructivos. El Control de Productividad es el proceso a través del cual se mide la eficiencia de la ejecución lograda, se analiza la información y se identifican las acciones posibles para mejorarla, dentro de un proceso de Mejora Continua.

3.4.1 Informe de Productividad (IP)

El IP es un informe que mide la eficiencia con que se ejecutan las actividades que conforman el Proyecto, comparando la eficiencia real con la eficiencia prevista en el Presupuesto Meta. El Responsable del Control de Productividad, se define al inicio del Proyecto, y es el encargado de elaborar este informe.

La eficiencia se expresa como la cantidad de recursos consumidos por cada unidad de trabajo realizado.

IP de Mano de Obra:

Mide la eficiencia de una cuadrilla o equipo de trabajadores en el consumo de los recursos de Mano de Obra al ejecutar sus trabajos. La cantidad de recursos consumida se mide en horas hombre (HH), siendo ésta la unidad utilizada para medir la Productividad de la mano de obra. Por ejemplo, HH consumidas por kilogramo de acero colocado (HH/Kg) o HH consumidas por metro de zanja excavada (HH/m), en el caso de la colocación de las prelasas tenemos las HH consumidas por metro cuadrado de prelosa colocada (HH/m²).

A partir de ahora se tiene dos conceptos que se utilizara en este informe las cuales son:

Ratio: es el consumo de recursos expresado por unidad de trabajo.

Rendimiento: es la cantidad de trabajo que ejecuta una cuadrilla.

Cuadro 3.2: Informe de Productividad final de la obra Link Tower.

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	INFLUYE (S/N)	PRODUCTIVIDAD (RATIO)				
				META	ACUMULADO REAL	ÚLTIMA SEMANA	META PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO
3200 - 3	Encofrado y desencofrado	m2	S	1.2000	1.1940	2.3270	1.2000	1.2300
5300 - 3	Tarrajeo interior	m2	S	0.8340	0.8932	0.8399	0.8340	0.9300
3300 - 3	Acero	kg	S	0.0300	0.0299	0.1824	0.0300	0.0369
5100 - 3	Muros de albañilería	m2	S	1.4150	1.6942	1.9708	1.4150	1.5000
3100 - 3	Concreto	m3	S	1.0000	1.5187	5.6235	1.0000	1.4500
6100 - 3	Enchapes de cerámica, porcelanato o similares	m2	S	1.6180	1.3028	1.5829	1.6180	1.3000
5200 - 3	Solaqueo	m2	S	0.4460	0.5196	0.4913	0.4460	0.4600
5600 - 3	Acabados de concreto	m2	S	0.7710	0.7438	2.4749	0.7710	0.6000
5500 - 3	Tarrajeo exterior	m2	S	1.8660	1.8321	1.5089	1.8660	1.9200
9208 - 3	Topografía	hh	S	1.0000	0.6945	0.8940	1.0000	0.9000
1200 - 3	Acarreo de materiales, limpieza y eliminación	hh	S	2.0000	2.3033	3.7943	2.0000	1.2000
9207 - 3	PdR	hh	S	1.0000	1.2583	1.5573	1.0000	1.2300
9206 - 3	Calidad	hh	S	2.0000	2.1678	1.1979	2.0000	1.6000
8100 - 3	Varios - Sotanos	ml	S	4.2800	231.3125	861.5000	4.2800	157.0000
6400 - 3	Falso cielo, cerramientos y coberturas	m2	S	-	-	-	1.1020	1.1020
1300 - 3	Acarreo con equipo: grúa, plataforma, winche	hh	S	1.0000	0.6654	0.9042	1.0000	0.8000
1110 - 3	Obras provisionales	hh	S	1.0000	0.9962	2.1463	1.0000	1.0000
4100 - 3	Prelosas (Colocación)	m2	S	0.1000	0.0668	-	0.1000	0.0700
3400 - 3	Estructura Metálica	Kg	S	0.0070	0.0115	0.0212	0.0070	0.0500

Fuente: Elaboración propia.

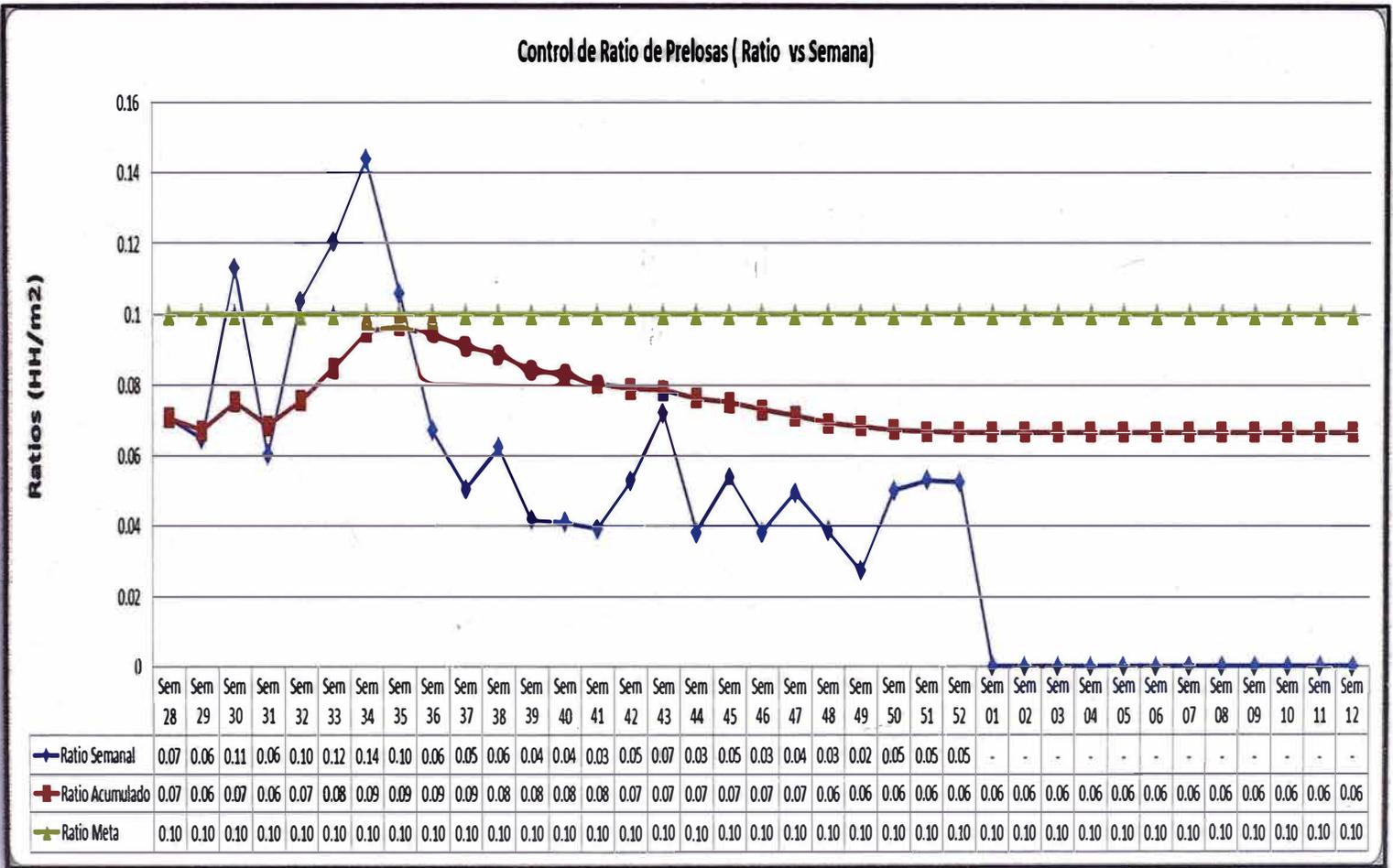


Figura 3.31: Evolución del ratio de colocación de prelosas por semana.

3.4.2 Control de Tiempos en la colocación de prelosas.

El control de tiempos en la colocación de las prelosas se hizo al sector 3 del piso 11, a continuación se muestra el resumen de los tiempos obtenidos en la colocación de las prelosas (tiempo de enganche, transporte, colocación, desenganche y retorno de las prelosas), el cuadro general de tiempos se muestra en el **ANEXO N°4**.

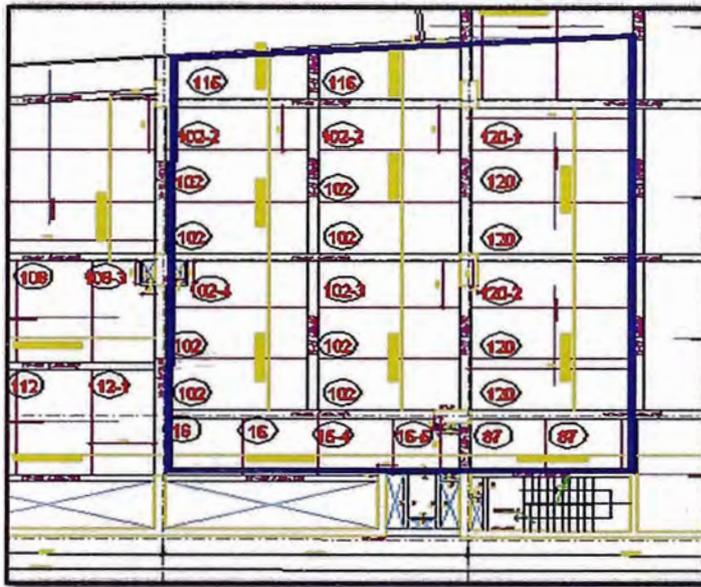


Figura 3.32: Cantidad de prelosas del sector 3.

Cuadro 3.3: Tiempos de duración de colocación de prelosas.

ACTIVIDAD	TIEMPO (hh : mm : ss)
TIEMPO PROMEDIO ENGANCHE :	00:02:15
TIEMPO PROMEDIO TRANSPORTE :	00:01:23
TIEMPO PROMEDIO COLOCACION :	00:03:03
TIEMPO PROMEDIO DESENGANCHE :	00:00:38
TIEMPO PROMEDIO RETORNO :	00:00:51
TIEMPO PROMEDIO DURACION DE CICLO :	00:07:46

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: ANALISIS COMPARATIVO DEL USO DE PRELOSAS MACIZAS CON EL SISTEMA CONVENCIONAL

4.1 Ventajas del uso de prelasas en comparación con el Sistema Convencional.

A continuación se detalla las ventajas del uso de prelasas macizas con respecto al sistema convencional:

- ✓ No se requiere material de encofrado (fenólico, triplay) para los fondos de losa, debido a que la prelusa sirve como encofrado.



Figura 4.1: Encofrado de fondo de losa sistema convencional (planchas de fenólico).



Figura 4.2: Encofrado de fondo de losa sistema prelasas.

- ✓ Se reduce los tiempos de encofrado y desencofrado, además se reduce notoriamente la cuadrilla de encofrado de fondo de losa y la cantidad de materiales utilizados.



Figura 4.3: Encofrado de fondo de losa sistema convencional.

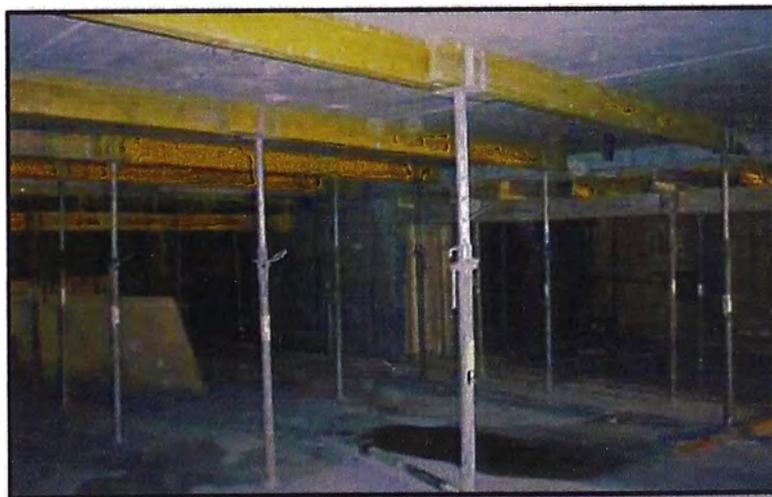


Figura 4.4: Encofrado de fondo de losa sistema prelosas.

- ✓ Existe la facilidad para la colocación de instalaciones colgadas.



Figura 4.5: Facilidades en la colocación de instalaciones en el techo de prelosas.



Figura 4.6: Instalaciones en techos del sistema convencional.

- ✓ El acabado de las prelosas reduce notoriamente la partida de solaqueo, debido a que una de las caras es lisa (cara vista).



Figura 4.7: Acabado cara vista en techo de la prelosa.

- ✓ Se evita tener material almacenado en la obra sin colocación, al ser un producto terminado listo para colocación.



Figura 4.8: Almacenamiento ordenado en camión de prelosas.

- ✓ Con la prelosa colocada se genera una superficie de trabajo estable, disminuyendo la probabilidad de accidentes por materiales en exceso que genera el sistema convencional (maderas, clavos, acero, etc).
- ✓ Con el uso de prelosas se puede realizar trabajos en paralelo como el tendido de las tuberías eléctricas y sanitarias, así como la colocación de acero, cosa que no ocurre con el sistema convencional debido a que las actividades precedentes tenían que esperar que se coloque todo el encofrado del fondo de losa.

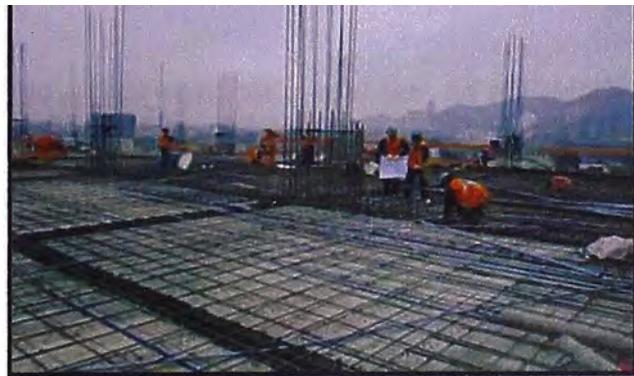


Figura 4.9: trabajos en paralelo con el sistema de prelosas.

- ✓ El tralicho colocado en las prelosas sirve para el izaje de las mismas con la Grúa Torre; pero además está considerada parte de la cuantía de acero y para la adherencia con el concreto colocado en obra.

4.2 Aspectos para mejorar el uso del sistema de prelosas.

- ✓ Se puede plantear la colocación de la prelosas antes que se coloque las vigas, con esto se logra que la cuadrilla de colocación de vigas tenga una superficie de trabajo más estable.
- ✓ Con respecto a las mechas que sobresalen de la prelosa, se podría pedir al estructural que reduzca la longitud de la mechas para que la maniobra en la colocación sea más rápida y así tener más horas máquina de la Grúa Torre para otras actividades.
- ✓ El sistema de apuntalamiento para prelosas actualmente presenta espaciamientos de 1.50m entre puntales, esto con ayuda del estructural se puede aumentar hasta 1.70m, lográndose tener menos cantidad de materiales para el apuntalamiento.

4.3 Comparativo del tren de actividades entre prelosas macizas y el sistema convencional.

Según la figura 4.10, se puede verificar que el tren de actividades del sistema de prelosas tiene como duración un día útil menos que el sistema convencional, este tiempo de ganancia es muy importante para cumplir con la entrega en el plazo contractual del edificio, así como para amortiguar cualquier variabilidad que ocurra durante la construcción del edificio.

Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DIA												
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11		
	Acero de Verticales	kg		S1	S2	S3	S4	S5	S6							
	Encofrado de Verticales	m ²			S1	S2	S3	S4	S5	S6						
	Concreto de Verticales	m ³			S1	S2	S3	S4	S5	S6						
	Encofrado de fondos y costado de Vigas	m ²				S1	S2	S3	S4	S5	S6					
	Acero de Vigas	kg					S1	S2	S3	S4	S5	S6				
	Colocacion de Prelosas	m ²						S1	S2	S3	S4	S5	S6			
	Acero de Losas	kg						S1	S2	S3	S4	S5	S6			
	Instalaciones Electricas y Sanitarias	ptos						S1	S2	S3	S4	S5	S6			
	Concreto Horizontales	m ³							S1	S2	S3	S4	S5	S6		

(a): Tren Sistema Prelosas.

Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DIA												
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
	Acero de Verticales	kg		S1	S2	S3	S4	S5	S6							
	Encofrado de Verticales	m ²			S1	S2	S3	S4	S5	S6						
	Concreto de Verticales	m ³			S1	S2	S3	S4	S5	S6						
	Encofrado de fondo de Vigas	m ²				S1	S2	S3	S4	S5	S6					
	Acero de Vigas	kg					S1	S2	S3	S4	S5	S6				
	Encofrado de Costado de Viga y Fondo Losa	m ²					S1	S2	S3	S4	S5	S6				
	Acero de Losas	kg						S1	S2	S3	S4	S5	S6			
	Instalaciones Electricas y Sanitarias	ptos						S1	S2	S3	S4	S5	S6			
	Concreto Horizontales	m ³							S1	S2	S3	S4	S5	S6		

(b): Tren Sistema Convencional.

Figura 4. 10: Comparativo en tren de actividades entre un sistema de prelosas y el sistema convencional.

4.4 Aspecto Económico.

DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL
LOSA CONVENCIONAL				
ENCOFRADO LOSA CONVENCIONAL	M2	1	42.51	42.51
CONCRETO LOSA CONVENCIONAL	M3	0.2	283.16	56.632
ACERO LOSA CONVENCIONAL	KG	10.08	2.99	30.13
				129.272
PRELOSA				
PRELOSA DE CONCRETO	M2	1	34.00	34.00
ENCOFRADO PRELOSA	M2	1	23.63	23.63
CONCRETO SOBRE PRELOSA	M3	0.15	283.16	42.474
ACERO SOBRE PRELOSA	KG	7.28	2.91	21.15
MALLA PRELOSA	M2	1	6.93	6.93
				128.184
DIFERENCIA / M2			S/.	1.09
DIFERENCIA EN PORCENTAJE X M2				0.84%

Figura 4.11: comparativo económico del sistema convencional y el sistema de prelosas
(fuente: Entrepisos Lima).

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1 CONCLUSIONES

- ✓ El tiempo del ciclo de colocación promedio de cada prelosa fue de 8 minutos (los dos primeras semanas fue de 10 minutos, esto se logró mejorar cuando las prelosas llegaban almacenadas en el orden de requerimiento de obra).
- ✓ El tiempo requerido para la colocación de prelosas por sector fue de 3.5 horas al día.
- ✓ También se tiene el ahorro de la mano de obra en el solaqueo, debido a que la prelosa tiene el falso cielo raso (FCR) un acabado cara vista.
- ✓ El sistema de prelosas en comparación de tiempos con el sistema convencional en el tren de actividades analizadas en el informe fue de un día menos, con esto se puede asegurar que la entrega del proyecto se de en el plazo contractual previsto.
- ✓ Con el sistema de prelosas se puede amortiguar los tiempos perdidos debido a la variabilidad en la construcción (restricciones de horarios, paralizaciones municipales, mantenimiento de Grúa Torre, etc) que evitan que se siga con el normal tren de actividades.
- ✓ Económicamente es una alternativa viable, debido al ahorro en mano de obra de encofrado de fondo de losa, ahorro en equipo de encofrado y ahorro en la cuantía de acero de todo el edificio por disminución de carga muerta.

1.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Si en una obra en ejecución se decide trabajar con el sistema de prelosas, se debe de considerar 3 semanas para el cambio del diseño del sistema convencional al sistema de prelosas.
- ✓ Se recomienda seleccionar la Grúa Torre que cubra el 100% del área a trabajar para que el sistema sea eficiente. Así también se debe prever la carga de energía necesaria para la operación de este equipo.
- ✓ Se debe considerar que la producción del proveedor no afecte las entregas de las prelosas a la obra, para esto se tiene que considerar que el rendimiento en planta del proveedor es de 300 m² / día.
- ✓ Se recomienda en obras que utilicen el sistema de prelosas cuenten con un responsable que realice visitas aleatorias a la planta del proveedor por lo menos 3 veces por semana para controlar que las prelosas se fabriquen con los últimos planos aprobados.
- ✓ Se recomienda que el lote de producción de prelosas este con tres semanas de anticipación al requerimiento en obra para garantizar el normal flujo en la colocación de prelosas.

BIBLIOGRAFIA

- Ollero V. Carlos y Flores C. George, “Gestión de la Producción en un Proyecto de Actividades Repetitivas con Alta Variabilidad Aplicando Lean Construction”, Paper: GyM S.A., Lima – Perú, Junio 2013.

- Navarro Hayashida Javier, “Mejora de la Productividad en Edificaciones Mediante la Externalización de Procesos: Pre-Armado de Vigas, Columnas y Placas”, Tesis: Facultad de Ingeniería Civil – Universidad de Ingeniería, Lima – Perú, 2010.

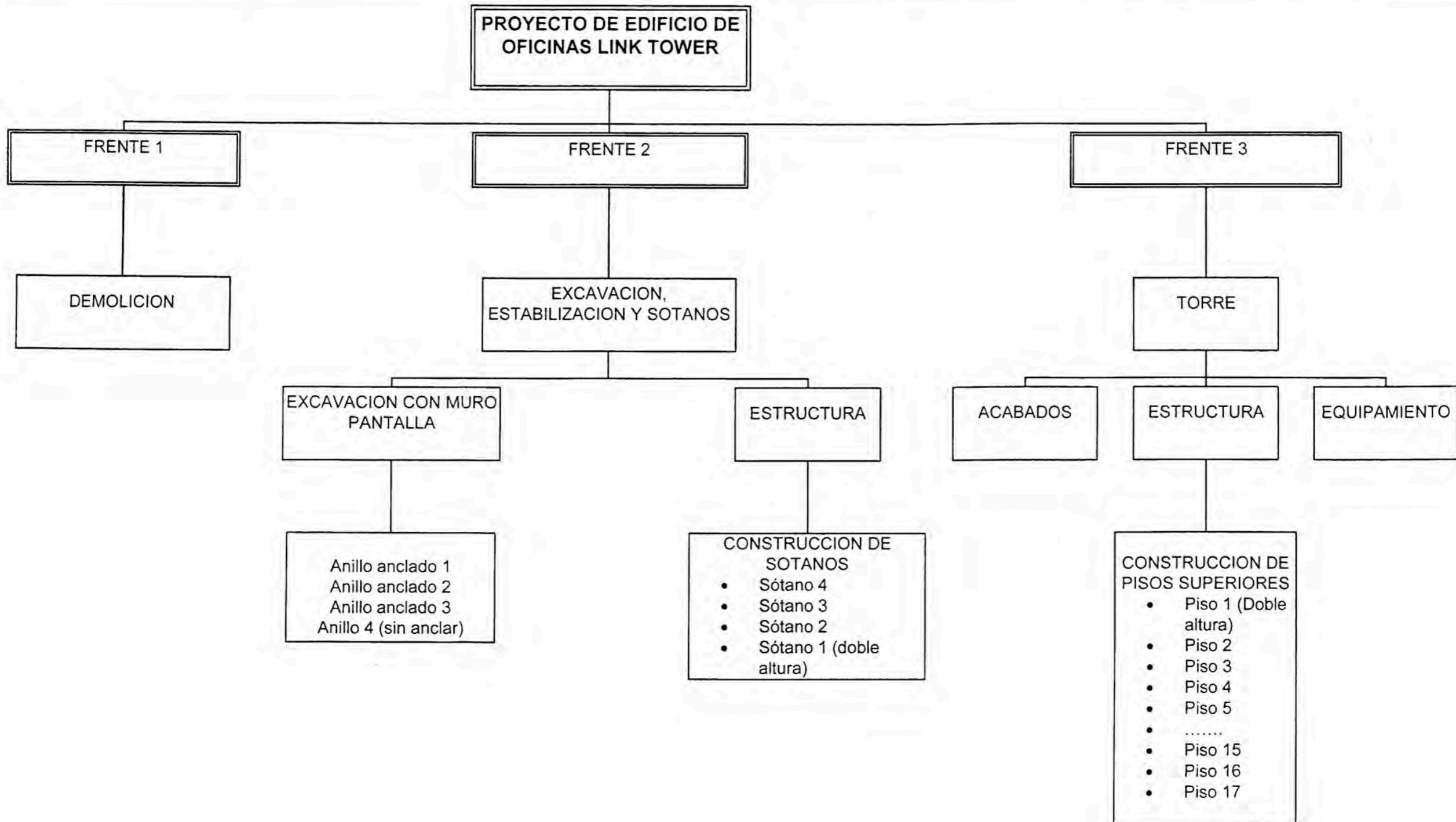
- Ramos Rugel Maritza, “Análisis Técnico y Económico de Losas de Entrepiso”, Tesis: Facultad de Ingeniería Civil – Universidad de Piura, Piura – Perú, Septiembre 2002.

- Servicio Nacional de Capacitación en la Industria de la Construcción (SENCICO), “Sistema Constructivo No Convencional (SCNC)”, Lima – Perú, 2006.

ANEXOS

Anexo 1: Estructura de División del Trabajo – Edificio de Oficinas Link Tower.

ESTRUCTURA DE DIVISION DEL TRABAJO (EDT) “EDIFICIO LINK TOWER”



Anexo 2: Rutina de reuniones semanales del proyecto Link Tower.

RUTINA DE REUNIONES
OBRA 1713 - EDIFICIO DE OFICINAS "LINK TOWER"

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
8:00 - 9:00				Calificación de cumplimiento de las áreas de soporte y campo. RESP: OT		
9:00 - 10:00	Envío de herramientas de programación a OT. RESP. Producción	Actualización de Restricciones y publicación en red del análisis de restricciones RESP. Almacen	Envío de Reportes de Salida de materiales de almacen, e inventario de equipos. RESP. Almacen	Revisión de indicadores previa a la reunión RESP: OT	RECEPCIÓN DE FACTURAS DE PROVEEDORES	PAGO A PROVEEDORES
10:00 - 11:00						
11:00 - 12:00				Consolidado de Restricciones y publicación en red del análisis de las restricciones. Envío de Metrados RESP. Producción		
12:00 - 13:00						
13:00 - 14:00						
14:00 - 15:00	Consolidado de Restricciones y publicación en red del Análisis de las restricciones. Envío de Metrados RESP. Producción	VALORIZACIONES OBRA RESP. OT	Envío de correo a Marita Milla, informando se han colgado en Red las presentaciones (Administración, OT, PdR y Calidad) RESP: C/U AREAS DE SOPORTE	-Revisión de Herramientas de Programación -Retroalimentación a Producción -Actualización de Control de Avance -Actualización de Herramienta de CI -Elaboración de IP de Materiales y MO RESP: OT		
15:00 - 16:00						
16:00 - 17:00	Actualización de Restricciones y publicación en red del análisis de restricciones RESP. Pdr	ENVÍO DE PROVISIONES RESP. OT	Envío de reporte de HH del SISPO. RESP. Administración			-Envío a Producción y OT de correo certificando la actualización del Estado de las Restricciones en la Red RESP: AREAS DE SOPORTE
17:00 - 18:00						

-Revisa el Consolidado de Restricciones.
-Elabora su lookahead.
-Actualiza su AR, revisando las semanas 2 y 3 y añadiendo la semana 4.
RESP: PRODUCCIÓN

Anexo 3: Elaboración semanal de Look Ahead del proyecto (horizonte de 4 semanas)

Anexo 4: Tiempos de duración de colocación de prelosas.

CONTROL DE TIEMPOS EN COLOCACION DE PRELOSAS

Proyecto : EDIFICIO DE OFICINAS LINK TOWER
 Ubicación : Av. Alfredo Benavides N°801, 821 y 881 Esquina con Av. Paseo de la República N°5895
 Propietario : N.R PERU 2 S.R.L
 Responsable : JHONSON ASTO VILCAS

N°	CODIGO PRELOSA	ENGANCHE			TRANSPORTE			COLOCACION			DESENGANCHE			RETORNO			TOTAL CICLO
		H INICIO	H FIN	DURACION	H INICIO	H FIN	DURACION	H INICIO	H FIN	DURACION	H INICIO	H FIN	DURACION	H INICIO	H FIN	DURACION	
1	102-4	12:25:14 p. m.	12:29:00 p. m.	00:03:46	12:29:00 p. m.	12:30:21 p. m.	0:01:21	12:30:21 p. m.	12:32:50 p. m.	0:02:29	12:32:50 p. m.	12:33:15 p. m.	0:00:25	12:33:15 p. m.	12:34:22 p. m.	0:01:07	0:09:08
2	102	12:34:22 p. m.	12:36:30 p. m.	00:02:08	12:36:30 p. m.	12:37:45 p. m.	00:01:15	12:37:45 p. m.	12:41:37 p. m.	00:03:52	12:41:37 p. m.	12:42:05 p. m.	00:00:28	12:42:05 p. m.	12:43:15 p. m.	0:01:10	0:08:53
3	102	12:43:15 p. m.	12:45:35 p. m.	00:02:20	12:45:35 p. m.	12:47:24 p. m.	00:01:49	12:47:24 p. m.	12:48:05 p. m.	00:00:41	12:48:05 p. m.	12:48:40 p. m.	00:00:35	12:48:40 p. m.	12:49:45 p. m.	0:01:05	0:06:30
4	102-2	12:49:45 p. m.	12:52:35 p. m.	00:02:50	12:52:35 p. m.	12:53:52 p. m.	00:01:17	12:53:52 p. m.	12:56:57 p. m.	00:03:05	12:56:57 p. m.	12:57:30 p. m.	00:00:33	12:57:30 p. m.	12:59:25 p. m.	0:01:55	0:09:40
		01:00:00 p. m.	02:00:00 p. m.		ALMUERZO											0:00:00	0:00:00
5	115	02:00:00 p. m.	02:02:05 p. m.	00:02:05	02:02:05 p. m.	02:03:28 p. m.	00:01:23	02:03:28 p. m.	02:07:23 p. m.	00:03:55	02:07:23 p. m.	02:08:05 p. m.	00:00:42	02:08:05 p. m.	02:08:58 p. m.	0:00:53	0:08:58
6	116	02:08:58 p. m.	02:10:43 p. m.	00:01:45	02:10:43 p. m.	02:12:05 p. m.	00:01:22	02:12:05 p. m.	02:15:16 p. m.	00:03:11	02:15:16 p. m.	02:15:55 p. m.	00:00:39	02:15:55 p. m.	02:16:56 p. m.	0:01:01	0:07:58
7	102-2	02:16:56 p. m.	02:19:05 p. m.	00:02:09	02:19:05 p. m.	02:20:05 p. m.	00:01:00	02:20:05 p. m.	02:23:28 p. m.	00:03:23	02:23:28 p. m.	02:24:21 p. m.	00:00:53	02:24:21 p. m.	02:25:20 p. m.	0:00:59	0:08:24
8	102	02:25:20 p. m.	02:27:01 p. m.	00:01:41	02:27:01 p. m.	02:28:23 p. m.	00:01:22	02:28:23 p. m.	02:29:58 p. m.	00:01:35	02:29:58 p. m.	02:30:30 p. m.	00:00:32	02:30:30 p. m.	02:31:30 p. m.	0:01:00	0:06:10
9	102	02:31:30 p. m.	02:33:51 p. m.	00:02:21	02:33:51 p. m.	02:35:25 p. m.	00:01:34	02:35:25 p. m.	02:38:20 p. m.	00:02:55	02:38:20 p. m.	02:39:00 p. m.	00:00:40	02:39:00 p. m.	02:39:46 p. m.	0:00:46	0:08:16
10	102-3	02:39:46 p. m.	02:42:00 p. m.	00:02:14	02:42:00 p. m.	02:42:15 p. m.	00:00:15	02:42:15 p. m.	02:43:52 p. m.	00:01:37	02:43:52 p. m.	02:44:10 p. m.	00:00:18	02:44:10 p. m.	02:45:06 p. m.	0:00:56	0:05:20
11	102	02:45:06 p. m.	02:47:12 p. m.	00:02:06	02:47:12 p. m.	02:48:58 p. m.	00:01:46	02:48:58 p. m.	03:00:00 p. m.	00:11:02	03:00:00 p. m.	03:00:45 p. m.	00:00:45	03:00:45 p. m.	03:01:39 p. m.	0:00:54	0:16:33
12	102	03:01:39 p. m.	03:03:19 p. m.	00:01:40	03:03:19 p. m.	03:05:20 p. m.	00:02:01	REGRESO A TRANSPORTE								0:00:00	0:03:41
13	102	03:05:20 p. m.	03:12:12 p. m.	00:06:52	03:12:12 p. m.	03:13:35 p. m.	00:01:23	03:13:35 p. m.	03:13:40 p. m.	00:00:05	03:13:40 p. m.	03:14:09 p. m.	00:00:29	03:14:09 p. m.	03:15:00 p. m.	0:00:51	0:09:40
14	102	03:15:00 p. m.	03:17:01 p. m.	00:02:01	03:17:01 p. m.	03:18:45 p. m.	00:01:44	03:18:45 p. m.	03:20:54 p. m.	00:02:09	03:20:54 p. m.	03:21:34 p. m.	00:00:40	03:21:34 p. m.	03:22:11 p. m.	00:00:37	0:07:11
15	120-1	03:22:11 p. m.	03:24:01 p. m.	00:01:50	03:24:01 p. m.	03:25:54 p. m.	00:01:53	03:25:54 p. m.	03:28:51 p. m.	00:02:57	03:28:51 p. m.	03:29:35 p. m.	00:00:44	03:29:35 p. m.	03:30:12 p. m.	00:00:37	0:08:01
16	120	03:30:12 p. m.	03:32:23 p. m.	00:02:11	03:32:23 p. m.	03:33:32 p. m.	00:01:09	03:33:32 p. m.	03:37:04 p. m.	00:03:32	03:37:04 p. m.	03:38:23 p. m.	00:01:19	03:38:23 p. m.	03:39:10 p. m.	00:00:47	0:08:58
17	120	03:39:10 p. m.	03:41:23 p. m.	00:02:13	03:41:23 p. m.	03:42:34 p. m.	00:01:11	03:42:34 p. m.	03:46:26 p. m.	00:03:52	03:46:26 p. m.	03:47:11 p. m.	00:00:45	03:47:11 p. m.	03:48:01 p. m.	00:00:50	0:08:51
18	120-2	03:48:01 p. m.	03:50:43 p. m.	00:02:42	03:50:43 p. m.	03:52:18 p. m.	00:01:35	03:52:18 p. m.	03:55:55 p. m.	00:03:37	03:55:55 p. m.	03:56:23 p. m.	00:00:28	03:56:23 p. m.	03:57:12 p. m.	00:00:49	0:09:11
19	120	03:57:12 p. m.	03:59:43 p. m.	00:02:31	03:59:43 p. m.	04:01:12 p. m.	00:01:29	04:01:12 p. m.	04:05:23 p. m.	00:04:11	04:05:23 p. m.	04:06:00 p. m.	00:00:37	04:06:00 p. m.	04:06:45 p. m.	00:00:45	0:09:33
20	120	04:06:45 p. m.	04:09:23 p. m.	00:02:38	04:09:23 p. m.	04:11:04 p. m.	00:01:41	04:11:04 p. m.	04:14:42 p. m.	00:03:38	04:14:42 p. m.	04:15:14 p. m.	00:00:32	04:15:14 p. m.	04:16:02 p. m.	00:00:48	0:09:17
21	16	04:16:02 p. m.	04:17:45 p. m.	00:01:43	04:17:45 p. m.	04:19:23 p. m.	00:01:38	04:19:23 p. m.	04:22:12 p. m.	00:02:49	04:22:12 p. m.	04:23:00 p. m.	00:00:48	04:23:00 p. m.	04:23:43 p. m.	00:00:43	0:07:41
22	16	04:23:43 p. m.	04:25:05 p. m.	00:01:22	04:25:05 p. m.	04:26:13 p. m.	00:01:08	04:26:13 p. m.	04:28:33 p. m.	00:02:20	04:28:33 p. m.	04:29:00 p. m.	00:00:27	04:29:00 p. m.	04:29:49 p. m.	00:00:49	0:06:06
23	16-4	04:29:49 p. m.	04:31:03 p. m.	00:01:14	04:31:03 p. m.	04:32:14 p. m.	00:01:11	04:32:14 p. m.	04:34:45 p. m.	00:02:31	04:34:45 p. m.	04:35:12 p. m.	00:00:27	04:35:12 p. m.	04:36:00 p. m.	00:00:48	0:06:11
24	16-5	04:36:00 p. m.	04:37:22 p. m.	00:01:22	04:37:22 p. m.	04:38:23 p. m.	00:01:01	04:38:23 p. m.	04:40:12 p. m.	00:01:49	04:40:12 p. m.	04:40:56 p. m.	00:00:44	04:40:56 p. m.	04:41:34 p. m.	00:00:38	0:05:34
25	87	04:41:34 p. m.	04:42:54 p. m.	00:01:20	04:42:54 p. m.	04:44:03 p. m.	00:01:09	04:44:03 p. m.	04:46:34 p. m.	00:02:31	04:46:34 p. m.	04:47:17 p. m.	00:00:43	04:47:17 p. m.	04:48:00 p. m.	00:00:43	0:06:26
26	87	04:48:00 p. m.	04:49:34 p. m.	00:01:34	04:49:34 p. m.	04:50:42 p. m.	00:01:08	04:50:42 p. m.	04:53:23 p. m.	00:02:41	04:53:23 p. m.	04:54:00 p. m.	00:00:37	04:54:00 p. m.	04:55:23 p. m.	00:01:23	0:07:23

ACTIVIDAD	TIEMPO (hh:mm:ss)
TIEMPO PROMEDIO ENGANCHE:	00:02:15
TIEMPO PROMEDIO TRANSPORTE:	00:01:23
TIEMPO PROMEDIO COLOCACION:	00:03:03
TIEMPO PROMEDIO DESENGANCHE:	00:00:38
TIEMPO PROMEDIO RETORNO:	00:00:51
TIEMPO PROMEDIO DURACION DE CICLO:	00:07:46

Anexo 5: Flujo para el Control de Prelosas.

FLUJO PARA EL CONTROL DE PRELOSAS

