

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PRELOSAS DE
CONCRETO Y VIGUETAS PRETENSADAS RESPECTO A COSTO
Y TIEMPO EN CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS
MULTIFAMILIARES EN LIMA”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar al título

profesional de:

INGENIERIO CIVIL

Autor:

Percy Hinostroza Bellido

Asesor:

Dsc. Ing. Pablo Cesar Trejo Noreña

Cod. ORCID:0000-0001-5225-7340

Lima - Perú

2024

Informe de Similitud



Página 2 of 4 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trvaid--1:3125207153




11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- » Bibliografía
- » Texto citado

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
 - 2%  Publicaciones
 - 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)
-



Página 2 of 4 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trvaid--1:3125207153

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado con infinito amor a mi esposa, hijos y a mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron en todo momento. Mis padres fortalecieron mi crecimiento profesional con sus consejos e historias de vida. Mi esposa por el amor incondicional e involucrarse en mi proyecto de vida profesional desde el comienzo que un día se veía muy lejano, pero que hoy es realidad. Finalmente, mis hijos quienes son mi inspiración, mi fortaleza, son quienes adornan mi ser, el de mi esposa y de toda mi familia.

Para todos ellos, dedico estas sencillas palabras desde la intimidad de mi corazón.

Percy Hinostroza Bellido

Agradecimiento

Agradecer a Dios por el don de la vida, a mis padres, esposa e hijos por incentivarlos a seguir creciendo profesionalmente, a los profesores quienes dieron lo mejor de sí al compartir sus conocimientos, y a todos los que forman parte de la Universidad Privada del Norte, pues sin todos ellos llegar a la meta no hubiera sido posible.

Percy Hinostroza Bellido

Índice de contenido

Informe de Similitud.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento	4
Índice de tablas	10
Índice de Figuras	11
RESUMEN EJECUTIVO	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Descripción de la empresa	14
1.1.1. Datos generales.....	14
1.1.2. Filosofía de la empresa	14
1.1.2.1. Misión y visión de la empresa	15
1.1.3. Servicios brindados por la empresa	15
1.1.4. Obras ejecutadas	20
1.1.4.1. Edificio multifamiliar LEVEL ONE	20
1.1.4.2. Edificio multifamiliar “Coral Tower”	24
1.2. Contexto de la experiencia laboral.....	29
1.2.1. Información del proyecto Edificio Multifamiliar “Level One”	29
1.2.1.1. Ubicación.....	29
1.2.1.2. Datos del Terreno	30
1.2.1.3. Áreas de construcción.....	30

1.2.1.4. Costo del Proyecto.....	30
1.2.1.5. Periodo de trabajo.....	30
1.2.2. Información del proyecto Edificio Multifamiliar “Coral Tower”	30
1.2.2.1. Ubicación.....	30
1.2.2.2. Datos Generales del Proyecto.....	31
1.2.2.3. Datos del Terreno	32
1.2.2.4. Áreas de construcción.....	32
1.2.2.5. Costo del Proyecto.....	33
1.2.2.6. Periodo de trabajo.....	33
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	34
2.1. Antecedentes.....	34
2.2. Teorías Básicas.....	36
2.2.1. Definiciones conceptuales:.....	36
2.2.1.1. Vigueta	36
2.2.1.2. Vigueta pretensada	36
2.2.1.3. Prelosas.....	37
2.2.1.4. Prelosas pretensadas	37
2.2.1.5. Proceso Constructivo de prelosas pretensadas	39
2.2.1.6. Innovación	39
2.2.1.7. Procedimiento constructivo	40
2.2.1.8. Industrialización de la construcción	40

2.2.2. Normatividad y Códigos.....	40
2.2.2.1. NTE E.020: Cargas.....	40
2.2.2.2. NTE E.030: Diseño Sismorresistente-2018.....	40
2.2.2.3. NTE E.050: Suelos y Cimentaciones	41
2.2.2.4. NTE E.060: Concreto Armado	41
2.2.2.5. NTE E.070: Albañilería.....	41
2.2.2.6. American Concrete Institute ACI 318	41
2.2.2.7. Manual de Viguetas Techomax o Firth, certificado por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento con la R.M. N° 331-2005.	42
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	43
3.1. Descripción del proyecto	43
3.1.1. Empresa Orión	43
3.1.2. Empresa Caral.....	43
3.2. Funciones y Encargaturas	43
3.2.1. Funciones realizadas por Percy Hinojosa en cada una de las empresas	43
3.3. Realidad problemática	44
3.4. Formulación del problema	45
3.4.1. Problema general	45
3.4.2. Problemas específicos.....	45
3.5. Justificación	46
3.5.1. General.....	46

3.5.2.	Teórica	46
3.5.3.	Práctica.....	46
3.5.4.	Metodológica	46
3.6.	Limitaciones	47
3.7.	Objetivos.....	47
3.7.1.	O. general.....	47
3.7.2.	O. específicos.....	47
3.8.	Estrategias de desarrollo	48
3.8.1.	Proyecto “Level One”	48
3.8.2.	Proyecto “Coral Tower”	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		52
4.1.	Rendimiento de mano de obra (RMO)	52
4.1.1.	RMO en prelosas	52
4.1.2.	Rendimiento de mano de obra (RMO) en viguetas pretensadas.....	56
4.2.	Costo de mano de obra según el uso de sistema	61
4.2.1.	Costo de mano de obra usando prelosas de concreto.....	62
4.2.2.	Costo de mano de obra usando viguetas pretensadas	63
4.3.	Tiempo de instalación según cada sistema	64
4.3.1.	Tiempo de instalación de prelosas (Ratios T.I. HH).....	64
4.3.2.	Tiempo de instalación de viguetas pretensadas	65
4.4.	Análisis comparativo entre prelosas y viguetas pretensadas	66

4.4.1. Análisis cuantitativo entre prelosas y viguetas pretensadas	66
4.4.2. Análisis cualitativo entre prelosas y viguetas pretensadas	67
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones	69
Referencias	70
ANEXOS.....	72

Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro de Áreas Construidas por Uso y Piso.....	32
Tabla 2 Síntesis de Contenido de Prelosas Pretensadas	38
Tabla 3 Circuito Fiel de Rendimiento Mano Obra hh/m ² en Encofrado Horizontal de Prelosas.....	53
Tabla 4 Circuito Fiel de RMO hh/m ² en Colocación de Prelosas	54
Tabla 5 Circuito Fiel de RMO hh/m ³ en Concreto de Prelosas.....	55
Tabla 6 RMO diario en Prelosas.....	56
Tabla 7 Circuito Fiel de RMO hh/m ² en Encofrado Horizontal de Viguetas Pretensadas	57
Tabla 8 Circuito Fiel de RMO hh/m ² en Colocación de Bovedilla y Viguetas.....	58
Tabla 9 Circuito Fiel de RMO hh/m ³ en Concreto de Viguetas Pretensadas.....	60
Tabla 10 RMO hh/m ² en Viguetas Pretensadas.....	61
Tabla 11 Costo de Mano de Obra en Prelosas de Concreto	62
Tabla 12 CMO en Viguetas Pretensadas	63
Tabla 13. <i>Tiempo de Instalación de Prelosas</i>	64
Tabla 14 Tiempo de Instalación de Viguetas Pretensadas	65
Tabla 15 Análisis Cuantitativo entre Prelosas y Viguetas Pretensadas.....	66
Tabla 16 Análisis Técnico Cualitativo entre Prelosa y Vigüeta Pretensada.....	67

Índice de Figuras

Figura 1	Misión y Visión de la Empresa HVAC COMPANY S.A.C.....	15
Figura 2	Sistema de Agua Contra Incendio.....	16
Figura 3	Sistema Eléctrico.....	17
Figura 4	Ventilación.....	18
Figura 5	Sistema HVAC, Aire Acondicionado, Ventilación y Extracción.....	18
Figura 6	Sistema de Climatización y Refrigeración.....	19
Figura 7	Mantenimiento.....	20
Figura 8	Traslado de Viguetas Pretensadas.....	21
Figura 9	Instalación de Viguetas.....	22
Figura 10	Instalación de Acero Negativo en Techo.....	22
Figura 11	Charla de Seguridad al Inicio de la Jornada Laboral.....	23
Figura 12	Proyecto Level One Concluido.....	24
Figura 13	Excavación para la Construcción de Muros.....	25
Figura 14	Armado de Mallas para Muro Sótano.....	26
Figura 15	Enmallado de Muro Sótano.....	26
Figura 16	Encofrado de Muros Cortina Sótano.....	27
Figura 17	Encofrado de Losas.....	27
Figura 18	Izado de Encofrado Modular.....	28
Figura 19	Detalles Finales de Culminación de la Obra “Coral Tower”.....	28
Figura 20	Ubicación del Proyecto "Level One".....	29

Figura 21	Plano de Ubicación del Proyecto "Coral Tower".....	31
Figura 22	Proceso Constructivo de Prelosas	39
Figura 23	Tren de Actividades de Trabajo Proyecto "Level One".....	48
Figura 24	Tren de Actividades para la Construcción de los Sótanos	49
Figura 25	Sectorización del Trabajo de los Sótanos	50
Figura 26	Tren de Actividades Losas	50
Figura 27	Sectorización de Losas.....	51

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo de suficiencia profesional fue comparar entre uso de prelosas y viguetas pretensadas en la construcción de dos viviendas multifamiliares en Lima denominados “Level One” ubicado en la Calle Carlos Gonzales Candamos 251-257, San Miguel; y “Coral Tower” ubicado en la Av. Del Ejército N° 475–481, Magdalena del Mar – Lima. Los problemas en el primero fueron el factor tiempo para descarga de prelosas y acero predimensionado, debido que la municipalidad estableció horarios de 8.00 am a 12 p.m, y de 2.00 pm a 5 pm. La solución fue programar los vaciados de losa y elementos verticales; además, no se podía realizar descargas en paralelo porque había una clínica frente del proyecto. Y en el segundo, los problemas fueron los mismos por falta de espacio y tiempo, sumando el problema con vecinos por sus viviendas con más de 40 años de antigüedad por la precariedad; la solución fue dialogar con cada vecino para evitar quejas con la municipalidad y evitar paralizaciones; además, había dificultades por la valorizaciones y pagos atrasados las cuales hacían peligrar los avances de obra. Del análisis de resultados se concluyó que utilizar prelosas tiene mejores beneficios que las viguetas pretensas respecto a costo y tiempo.

Palabras clave: Viviendas multifamiliares, prelosas, viguetas pretensadas, normatividad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Datos generales

Empresa: HVAC COMPANY SAC

RUC: 20566019028

Razón Social: HVAC COMPANY SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - HVAC
COMPANY SAC

Nombre Comercial: HVAC Company S.A.C

Tipo de empresa: Sociedad Anónima Cerrada

Fecha de inicio de actividades: 25/Octubre/2014

Actividades Comerciales:

- ✓ Acondicionamiento de Edificios
- ✓ Actividades de Arquitectura e Ingeniería
- ✓ Otras Industrias Manufactureras NCP

1.1.2. Filosofía de la empresa

La empresa peruana HVAC COMPANY SAC presta servicios consultoría, se dedica a realizar diseños, implementación y reparación de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica industrial y comercial, cuenta con equipos de alta generación y personal con ingenieros y técnicos, con amplia experiencia en el desarrollo integral de este tipo de proyectos. Desarrolla todos los proyectos de acuerdo a normas nacionales e internacionales vigentes con altos estándares de calidad. De esa manera garantiza el perfecto funcionamiento de los proyectos que realizan.

1.1.2.1. Misión y visión de la empresa

Figura 1

Misión y Visión de la Empresa HVAC COMPANY S.A.C

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	
	MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA	FECHA: 13-01-2023 PÁGINA: 1 CODIGO: SGC-DOC-001 REVISIÓN: 01

Misión:

Brindar y ofrecer soluciones corporativas a las múltiples necesidades de nuestros clientes, de manera eficiente, representando marcas de prestigio reconocido, brindando un servicio íntegro y calificado en los estándares nacionales, mediante tecnologías innovadoras, así como Servicios integrales de climatización y refrigeración, Ventilación forzada, Instalación responsable, montaje, mantenimiento de sistemas de automatización industrial, eléctricos y servicios generales de manera profesional e innovadora. Tener como compromiso estar siempre cercanos a nuestros clientes y sus proyectos, logrando operaciones más fiables, eficientes, sostenibles e innovadoras, con un valor agregado.

Visión:

Ser una empresa líder en nuestro rubro y ser reconocida por la calidad en la prestación de nuestros servicios a nivel nacional y así consolidarnos como una organización de gran prestigio, basándonos en la gestión del negocio, en la innovación y en la entrega de soluciones con calidad de excelencia, estando a la vanguardia del sector y con una importante participación en el mercado, para así poder mantener contacto perenne y constante con nuestros clientes con fines empresariales, teniendo en cuenta nuestra disposición permanente.

CONTROL DE EMISIÓN Y CAMBIOS					
Rev. N°	Fecha	Descripción	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
01	13/01/2023	Elaboración de documento	WALTER ALBERTO CARRERA M.	RAPHAEL JOSE HUAMAN A.	RAPHAEL JOSE HUAMAN A.
Firmas de la revisión vigente					

Nota: HVAC COMPANY S.A.C (2024)

1.1.3. Servicios brindados por la empresa

Los servicios son:

Sistemas contra incendios

- ✓ Agua contra incendios

Figura 2

Sistema de Agua Contra Incendio



Nota: HVAC Company – Servicios Generales (2024). Imagen extraída de <https://hvacompany.com.pe/>.

Sistemas eléctricos

- ✓ Suministro e instalación de tableros eléctricos (Distribución, control, fuerza y transferencia).
- ✓ Suministro e instalaciones eléctricas en edificaciones comercial e industrial.
- ✓ Suministros e instalaciones de sistemas puesta a tierra.
- ✓ Sistema de iluminación.

Figura 3

Sistema Eléctrico



Nota: HVAC Company – Servicios Generales (2024). Imagen extraída de <https://hvacompany.com.pe/>.

Sistemas HVAC

- ✓ Aire acondicionado.
- ✓ Sistema de ventilación mecánica.

Figura 4

Ventilación



Nota: HVAC Company – Servicios Generales (2024). Imagen extraída de <https://hvacompany.com.pe/>.

- ✓ Sistema de extracción de monóxido.

Figura 5

Sistema HVAC, Aire Acondicionado, Ventilación y Extracción



Nota: HVAC Company – Servicios Generales (2024). Imagen extraída de <https://hvacompany.com.pe/>.

- ✓ Instalación y venta de equipos de aire acondicionado (Residencial, comercial e industrial).

Sistema de agua helada (chillers).

Sistemas de volumen variable – VRV.

Figura 6

Sistema de Climatización y Refrigeración



Nota: HVAC Company – Servicios Generales (2024). Imagen extraída de <https://hvacompany.com.pe/>.

- ✓ Mantenimiento preventivos y correctivos.

Figura 7

Mantenimiento



Nota: HVAC Company – Servicios Generales (2024). Imagen extraída de <https://hvacompany.com.pe/>.

La empresa está constituida por un equipo de profesionales y técnicos especializados con amplia experiencia, teniendo principal objetivo brindar la máxima calidad en cada uno de nuestros servicios. Esto es lo que diferencia a la empresa de todas las que se encuentran en el mercado.

1.1.4. Obras ejecutadas

1.1.4.1. Edificio multifamiliar LEVEL ONE

El edificio cuenta con un total de 206 departamentos y 140 estacionamientos. En el diseño se ha considerado las estipulaciones previas en el REN y se han tomado referencia las recomendaciones de la National Fire Protection Association (NFPA). Trata de construcción de un edificio multifamiliar de dos (2) torres, ambas de 20 pisos más azotea. Cuenta con sótano común a ambas torres, de cuatro (4) niveles para estacionamientos. Se plantean tres pozos de luz centrales entre ambos edificios, y un pozo

de luz posterior, para resolver adecuadamente los requerimientos de iluminación y ventilación de los ambientes.

A continuación, se presenta algunas imágenes de las actividades realizadas a lo largo del desarrollo del proyecto respecto a obras preliminares y provisionales, estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, comunicaciones, agua contraincendios, instalaciones mecánicas, instalaciones de gas, seguridad y evacuación, obras y/o instalaciones exteriores.

Figura 8

Traslado de Viguetas Pretensadas



Figura 9

Instalación de Viguetas



Figura 10

Instalación de Acero Negativo en Techo



Figura 11

Charla de Seguridad al Inicio de la Jornada Laboral



Figura 12

Proyecto Level One Concluido



1.1.4.2. Edificio multifamiliar “Coral Tower”

El proyecto contempla un total de 139 viviendas distribuidas en 17 pisos, 127 viviendas son de tipo flat y 06 dúplex. Cuenta con 34 depósitos y 139 estacionamientos simples, 135 exclusivos para uso residencial y 04 para visita; distribuido en 6 niveles de sótanos. Hay una sala para niños y un gimnasio (1^{er} nivel); una sala de usos múltiples, una terraza y un área de BBQ, todas ellas ubicadas en el último nivel de azotea.

A continuación, se presenta algunas imágenes de los trabajos realizados durante la ejecución del proyecto “Coral Tower”. Las mismas que son: armado de mallas para

muro, vigas, columnas, encofrado de muros, excavación para construcción de muros, encofrado de vigas, encofrado de losas, encofrado vertical, encofrado de prelosas, encofrado de escaleras, vaciado de concreto vertical, vaciado de concreto horizontal, etc.

Figura 13

Excavación para la Construcción de Muros



Figura 14

Armado de Mallas para Muro Sótano



Figura 15

Enmallado de Muro Sótano



Figura 16

Encofrado de Muros Cortina Sótano



Figura 17

Encofrado de Losas



Figura 18

Izado de Encofrado Modular



Figura 19

Detalles Finales de Culminación de la Obra “Coral Tower”



1.2. Contexto de la experiencia laboral

1.2.1. Información del proyecto Edificio Multifamiliar “Level One”

1.2.1.1. Ubicación

El Edificio se ubica en la Calle Carlos Gonzales Candamos 251 -257, San Miguel, en una de las zonas con mayor revaloración del distrito, a pasos de centros educativos de prestigio, centros comerciales y áreas verdes.

Figura 20

Ubicación del Proyecto "Level One"



Nota: Información extraída de los archivos de acceso directo del proyecto de la página web: <https://granadero.com.pe>.

1.2.1.2. Datos del Terreno

Área	:	9,824.80 m ²
Perímetro	:	32 ml
Límites	:	
▪ Por el frente	:	CA. Carlos Gonzáles N° 251 - 257
▪ Por la derecha	:	Av. César López
▪ Por la izquierda	:	Av. Rafael Escardó
▪ Por el fondo	:	Calle Juan Ruiz de Arce

1.2.1.3. Áreas de construcción

El área construida del proyecto es de 9,824.80 m²

1.2.1.4. Costo del Proyecto

El costo del proyecto fue S/ 20,350,000.00 (veinte millones trescientos cincuenta mil y 00/100 soles).

1.2.1.5. Periodo de trabajo

Inicio	:	15/12/2020
Final	:	09/11/2022

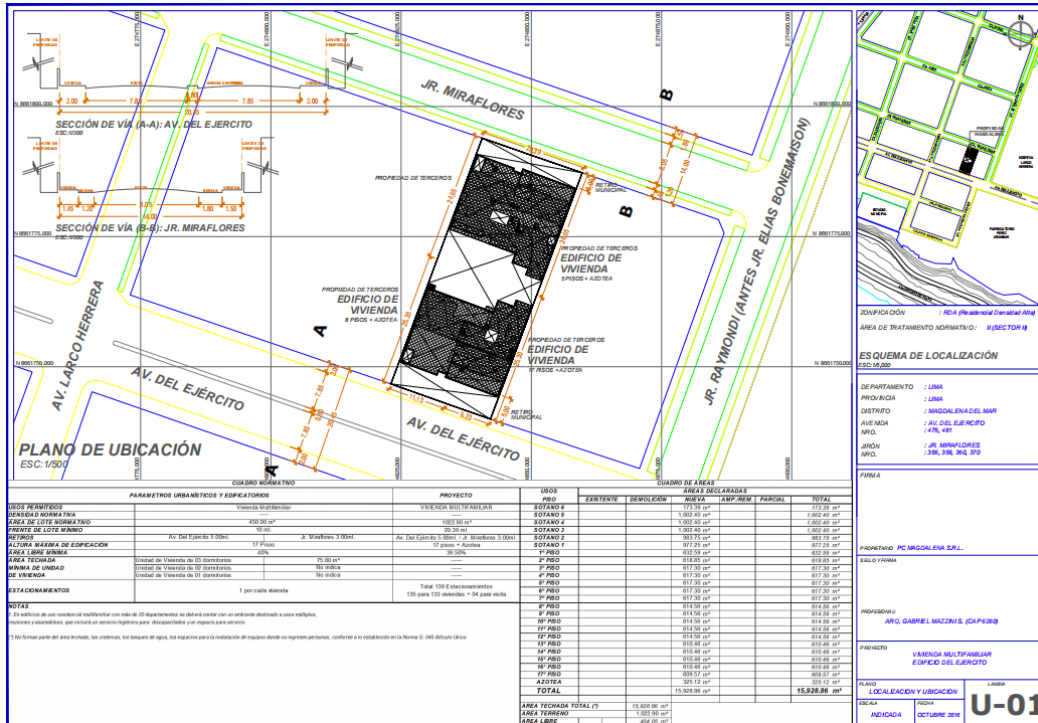
1.2.2. Información del proyecto Edificio Multifamiliar “Coral Tower”

1.2.2.1. Ubicación

Dicho proyecto está ubicado en Av. Del Ejército N° 475 – 481 / Jr. Miraflores N° 356 – 358 – 360 – 370, Magdalena del Mar – Lima. En la Figura N° 21 se observa los detalles de la ubicación del proyecto.

Figura 21

Plano de Ubicación del Proyecto "Coral Tower"



Nota: El plano de ubicación del proyecto ha sido extraído de los datos proporcionados de la empresa Caral Tower (2017).

1.2.2.2. Datos Generales del Proyecto

La propuesta arquitectónica se desarrolla en base a dos (02) torres de viviendas, cada una con un (01) núcleo de circulación vertical conformado por una escalera de evacuación y dos ascensores; el cual comunica los pisos superiores (1° al 17° y Azotea) que conforman el edificio. Se ha planteado, además, dos escaleras de emergencia destinadas para la evacuación desde los niveles inferiores (Sótanos 6°, 5°, 4°, 3°, 2° y 1°) hacia el primer nivel.

1.2.2.3. Datos del Terreno

Área : 15,928.86 m²

Perímetro : 120.39 m.

Límites :

- Por el frente : Av. Del Ejército
- Por la derecha : AV. Larco Herrera
- Por la izquierda : Jr. Raymondi (antes Jr. Elías Bonemaison)
- Por el fondo : Jr. Miraflores

1.2.2.4. Áreas de construcción

A continuación, en la Tabla N° 1 se puede observar el área construida por cada uso y piso.

Tabla 1

Cuadro de Áreas Construidas por Uso y Piso

USOS	CUADRO DE ÁREAS
PISOS	ÁREAS DECLARADAS (m²)
SOTANO 6	173.39 m ²
SOTANO 5	1,002.40 m ²
SOTANO 4	1,002.40 m ²
SOTANO 3	1,002.40 m ²
SOTANO 2	983.75 m ²
SOTANO 1	977.25 m ²
1°	632.59 m ²
2°	618.85 m ²
3°	617.30 m ²
4°	617.30 m ²
5°	617.30 m ²

6°	617.30 m ²
7°	617.30 m ²
8°	614.56 m ²
9°	614.56 m ²
10°	614.56 m ²
11°	614.56 m ²
12°	614.56 m ²
13°	610.46 m ²
14°	610.46 m ²
15°	610.46 m ²
16°	610.46 m ²
17°	609.57 m ²
AZOTEA	325.12 m ²
TOTAL	15,928.86 m ²
ÁREA TECHADA TOTAL (*)	15,928.86 m²
ÁREA TERRENO	1,022.90 m²
ÁREA LIBRE	404.05 m²

Nota: El plano de ubicación del proyecto ha sido extraído de los datos proporcionados de la empresa Caral Tower (2017).

1.2.2.5. Costo del Proyecto

El costo del proyecto fue S/ 25,752,972.37 (veinticinco millones setecientos cincuenta y dos mil y 37/100 soles)

1.2.2.6. Periodo de trabajo

Inicio : 01/03/2017

Final : 31/10/2018

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente acápite se hará énfasis tanto en los antecedentes internacionales y nacionales como en las bases teóricas, normativa y definiciones conceptuales.

2.1. Antecedentes

En cuanto a los antecedentes internacionales tenemos a Sanabria (2017), en el trabajo “Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicionales y prefabricado de losas de entrepiso para edificación de hasta 4 niveles” concluyó que utilizar elementos prefabricados (prelosas) favorece considerablemente en vez de usar losa aligerada; existe mínimas investigaciones y estudios sobre prelosas que proponga un mejor panorama para la construcción. Aun cuando el país tiene medios para ejecutar construcciones prefabricadas, existen empresas en el medio intentando hacerse un lugar, garantizando tecnología, calidad, presupuestos cerrados y cumplimiento de los plazos.

Asimismo, Guerra (2004) en su tesis “Prefabricado de concreto en la industria de la construcción” demostró que los prefabricados de concreto ofrecen mejores alternativas para la construcción en lo práctico, económico y rapidez, en vez de realizar procesos tradicionales, para ello utilizó el método no experimental-descriptivo. En conclusión, usando prefabricado, el costo redujo 40% en vez de estructura metálica losa acero; con prefabricado el tiempo se reduce en un 14% en vez del metálico y concreto.

Respecto a los antecedentes nacionales, Oriundo y Romaní (2021) se plantearon como objetivo ahorrar 10% al implementar elementos horizontales (losas) que optimice la gestión de cronograma, calidad y costo en construir E. Multifamiliar con prelosas en Lima utilizando la herramienta First-Run Study. Utilizó una metodología sencilla, con

diseño de investigación experimental y correlacional. De acuerdo a los estudios realizados, usando prelosas evidenció un ahorro de 6 a 10% en los elementos horizontales (losas). Concluyendo que, ejecutar un edificio multifamiliar con prelosas genera un ahorro de 8.78%, es decir, S/ 11.01 soles por m² respecto a la construcción de un sistema convencional.

También, Carbajal et al. (2019) consideraron que, usando prelosa mejora el plazo y margen al construir E. Multifamiliares de grandes magnitudes. Diseño de investigación aplicada. Del análisis de los resultados se concluyó que, usando prelosas redujo el costo del proyecto A en 25.20%, el uso de prelosa bajó el costo en losas del proyecto B en 38.33%. Asimismo, se redujo 10% del tiempo al construir el casco, significa 2 semanas de ahorro en casco estructural e incluso redujo cantidad de encofrado, minimizando la ruta crítica casco estructural, ahorrando 2 semanas del gasto general. Además, el acero disminuye, debido que incluye el acero positivo, y, en obra, solo se considera el acero negativo.

Heredia (2017) en su trabajo sobre análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial “Open Plaza Huancayo”, afirmó que utilizar prelosas disminuye los periodos de tiempo, porque muchas actividades son reemplazadas por el montaje de elementos, asimismo, el RMO de dicho sistema supera en 40% al tradicional, con ello se mejora el tiempo de entrega, además, se reduce el cronograma de obra, así como los gastos generales. Ofreciendo mejores acabados que el sistema tradicional, con lo cual se prescinde del falso techo. El hecho que se prefabrica las prelosas en otro ambiente genera un proyecto más rápido, ordenado y limpio; y, como no requiere de encofrado se optimiza recurso humano, materiales y disminución de restricciones.

Finalmente, respecto a los antecedentes locales, Paye et al. (2014) en la investigación titulada “propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo” propusieron elementos industrializados de losas de entrepisos que minimice ciertos problemas constructivos así como errores durante la ejecución que optimice tanto tiempo como costo. Aplicaron una metodología sencilla. De los datos recopilados se determinó que el uso de prelosas es la mejor solución para la construcción de entre pisos. Y finalmente, se concluyó que existe la posibilidad de reducir el costo en 15% y tiempo entre 64% a 83% si se usa prelosa, reduciendo los gastos generales. Además, el proceso de ejecución es más rápido con el 15% respecto al convencional. La prelosa tiene mejor acabado.

2.2. Teorías Básicas

2.2.1. Definiciones conceptuales:

2.2.1.1. Vigueta

Es elemento de la unidad estructural que forma una losa de entre piso, son de distintos tipos de material como madera, fierro o de hormigón. Su función es absorber los esfuerzos de flexión; la forma y sentido de colocación permite transmitir las cargas recibidas hacia la estructura edificada, luego lo transfiere a la cimentación (CONCRETEC-Sucre S.A., 2020).

2.2.1.2. Vigueta pretensada

Es un elemento prismático de concreto ejecutada en planta en la construcción de losas aligeradas, sometida a tensiones de precompresión aplicadas por medio de una armadura de acero para pretensado, se tensa antes de colocar el concreto y que posteriormente al destensar esta queda unida con el concreto que previamente ha

alcanzado la resistencia adecuada (Chan, 2014).

2.2.1.3. Prelosas


Son tabletas de concreto que tienen como primera función servir de encofrado para recibir al concreto que más tarde junto con las mismas prelosas formaran la losa de entrepiso (Presichi et al., 2012).

2.2.1.4. Prelosas pretensadas

En la Tabla N° 2 se presenta la descripción del contenido, los diferentes usos y las ventajas más destacadas de prelosas pretensadas como la rigidez, seguridad, ahorro de material tanto en fierro como en concreto y otros componentes que permite acelerar el avance de los proyectos de construcción.

Tabla 2

Síntesis de Contenido de Prelosas Pretensadas

DESCRIPCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> Elementos prefabricados formados por una sección de superficie plana y nervios longitudinales en concreto pretensado, lo que permite obtener un elemento de gran rigidez y resistencia a la deformación. Permite instalaciones sanitarias. No requiere armado de fondo de losa, solo una solera central para el control de deflexiones. Dependiendo de la luz y sobrecarga, permite reducir el espesor de la losa y ahorrar en concreto. 				
USOS				
Proyectos por m ² de áreas techadas importantes: edificaciones multi familiares, oficinas, estacionamientos, comercios, entre otros.				
VENTAJAS				
Rapidez	<ul style="list-style-type: none"> Rápido y fácil de instalar. Reducción de tiempo. Se despacha en volumen y plazo requerido. Es industrializado. Requiere mínimo personal para instalar. 			
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Concreto pretensado de alta resistencia y durabilidad. Rigor en control de calidad durante la fabricación. Piezas a medida, evita desperdicio en obra. 			
Ahorro	<ul style="list-style-type: none"> Menor cantidad de acero y concreto por m² respecto a un sistema convencional vaciado in situ. 			
Materiales para su fabricación	<ul style="list-style-type: none"> Mínima merma y desperdicio en obra. Concreto: $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ Acero: Alambre con refuerzo $f_{pu} = 1,860 \text{ N/mm}^2$, $f_{py} = 0,85$, $f_{pu} = 1,580 \text{ N/mm}^2$ fabricados con acero Y1860 según Norma UNE 36094. 			
Altura del elemento	<ul style="list-style-type: none"> 12 cm hasta 9 combinaciones de acero de refuerzo. 			
Elemento aligerado	<ul style="list-style-type: none"> Bloque de poliestireno de altura variante según espesor requerido de losa. 			
				
Peso unitario de losa con sistema de prelosa pretensada	Espesor total de losa (cm)	17	20	25
	Capa de Compresión (cm)	5	5	5
	Peso total (kg/m ²)	291	316	342

Nota: El contenido de la tabla es autoría absoluta de CONCREMAX. Extraído de:

2.2.1.5. Proceso Constructivo de prelosas pretensadas

La Figura N° 22 representa el proceso constructivo de prelosas. Como primera etapa, inicia con el traslado a obra, izaje y montaje; luego se continúa con la instalación de soleras y puntales; posteriormente se instala el poliestireno, hierro negativo y acero de temperatura; y, como último proceso es el vaciado de capa.

Figura 22

Proceso Constructivo de Prelosas



Nota: Elaborado por CONCREMAX. Extraído de: www.concremax.com.pe

Año 2024

2.2.1.6. Innovación

Según Ghio y Bascuñán (2006) la innovación es definida como primer uso de tecnología dentro de una empresa constructora o proceso de búsqueda, reconocimiento e implementación de una nueva tecnología para mejorar la eficiencia de las funciones de una determinada empresa.

2.2.1.7. Procedimiento constructivo

Es la ejecución de un proceso racionalizado, secuencial y repetitiva que todo subsistema y elemento integra un proceso global como sucesión de tareas preestablecidas, ordenadas y controladas que permite aumentar y disminuir los tiempos y costos (Manual de vivienda de hormigón industrializado, s/a, p. 148).

2.2.1.8. Industrialización de la construcción

Es una posible alternativa de aplicar un determinado parámetro de producción industrial al proceso constructivo, o como camino de producción que va desde la concepción y proyecto del edificio, hasta su ejecución y posterior mantenimiento (Monjo, 2005).

2.2.2. Normatividad y Códigos

Para el análisis y diseño se utilizaron los siguientes códigos y normas:

Reglamento Nacional de Construcciones del Perú vigente al 2016.

Normas Técnicas de Edificaciones (NTE) del Perú vigente al 2016:

2.2.2.1. NTE E.020: Cargas

Esta norma hace referencia a las cargas que actúan en las edificaciones como son: CV, CM, cargas de viento. Estas actúan en las combinaciones prescritas sin causar excesos de esfuerzos admisibles en cada materia estructural dentro de la norma específica.

2.2.2.2. NTE E.030: Diseño Sismorresistente-2018

Es definida como condición que evita perder vidas humanas, continuar con servicios básicos y minimizar daños materiales (NTE. 030, 2018).

2.2.2.3. NTE E.050: Suelos y Cimentaciones

Dicha norma establece requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) que aseguren la estabilidad y permanencia de las obras. Es aplicable a nivel nacional, cuyas exigencias son mínimas.

2.2.2.4. NTE E.060: Concreto Armado

En ella se estable los parámetros para analizar, diseñar, controlar la calidad e inspeccionar la estructura. Los planos y especificaciones técnicas deberán dar cumplimiento a dicha norma y complementarse con la norma E.020 y E.030. Si hay controversia se priorizará la Norma E.060.

2.2.2.5. NTE E.070: Albañilería

Los sistemas que estén alejadas de dicha norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO. Las construcciones de albañilería deben ser diseñadas por métodos racionales siguiendo principios establecidos por la mecánica de suelos y la resistencia de materiales para obtener el objetivo de la seguridad estructural en cuanto a criterios de resistencia, rigidez, estabilidad y servicio de las construcciones.

2.2.2.6. American Concrete Institute ACI 318

Según Moehle (2021), presidente del comité de ACI 318, ha dicho que “ACI 318 es una de las normas más importantes con respecto al diseño de estructuras de concreto. Los Estados Unidos y los países de todo el mundo tienen sus reglamentos nacionales de construcción en la totalidad o en parte considerando a dicha Norma” (ACI, 2024).

2.2.2.7. Manual de Viguetas Techomax o Firth, certificado por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento con la R.M. N° 331-2005.

El manual evidencia la metodología para diseñar el sistema. Evidentemente, todo esto nos lleva a la necesidad de la utilización de nuevos conceptos tanto en el diseño estructural como en el proceso constructivo. Es por ello que el presente trabajo: “Análisis comparativo entre prelosas de concreto frente a viguetas pretensadas respecto a costo y tiempo en construcción de dos edificios en la ciudad de lima 2020” mostró conceptualmente la importancia del uso del sistema de prelosas para la construcción de edificaciones modernas, frente a los sistemas tradicionales o convencionales en el Perú.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Descripción del proyecto

3.1.1. Empresa Orión

A dicha empresa el Bachiller Percy Hinostroza Bellido ingresó por recomendación del Ingeniero Jimmy Wilson quien tenía el cargo de Gerente de Operaciones, en el proyecto estuvo de residente el ingeniero Gustavo Quintana. El cargo que ocupó en el proyecto “Level One” fue de ingeniero de campo.

3.1.2. Empresa Caral

A esta empresa el Bachiller Percy Hinostroza Bellido ingresó en el año 2015 en el área de calidad, el que aprobó mi ingreso fue el gerente general, ingeniero Javier Fernández Botteri. En el proyecto Coral Tower estuvo de residente el ingeniero Dante León. El cargo que ocupó Percy Hinostroza Bellido en el proyecto “Coral Tower” fue como ingeniero de campo.

3.2. Funciones y Encargaturas

3.2.1. Funciones realizadas por Percy Hinostroza en cada una de las empresas

Trabajé como Ingeniero de Campo-Producción. Cuya responsabilidad y funciones fue planificar y coordinar las etapas de ejecución de cada obra, asegurando que se cumplan los estándares de calidad y seguridad, y los alcances y estándares de cada proyecto:

- ✓ Supervisar y garantizar el cumplimiento de la programación de la obra.
- ✓ Controlar y registrar el avance de la obra y los recursos estimados para cada trabajo.
- ✓ Verificar los rendimientos de subcontratas y la productividad del personal.

- ✓ Apoyar en el manejo y control de la obra, mejorando los procesos y optimizando los recursos.
- ✓ Monitorear el cumplimiento del cronograma de obra y el presupuesto asignado.

3.3. Realidad problemática

El problema de vivienda a nivel mundial y en Latinoamérica ha surgido porque los costos de los proyectos son demasiado elevados, y la mayoría de los sectores de menos recursos económicos ven muy difícil el acceso a una vivienda digna y adecuada. Sumado a ello, un problema por resolver durante la fase de construcción es tratar de sacar el máximo provecho de reducir tiempos y costes en obra mediante el uso de sistemas de paneles prefabricados, que reportarán mayores beneficios al propietario y a las empresas constructoras. Actualmente, para la construcción de obra, sobre todo en los inicios de los paneles, se trabaja de forma tradicional, aunque existen otros métodos y tecnologías que soportan este proceso, uno de los cuales trabaja precisamente con paneles prefabricados.

Por otro lado, el aumento sostenido de la demanda en el sector construcción, unido además a las necesidades constructivas con plazos de entrega cada vez más cortos, lo cual demanda a todo profesional de la construcción plantee alternativas para construir viviendas multifamiliares más eficientes que permitan ahorrar tiempo y dinero (Paye et al., 2014, p. 3).

En este informe de suficiencia profesional se pretende determinar el mejor sistema entre prelosas y vigas pretensadas que reduzca el plazo (tiempo), la calidad de acabados y costos de mano de obra, lo cual genere una mayor rentabilidad para propietarios y empresas constructoras, fundamentalmente, beneficie a la población de bajos recursos económicos quienes tengan posibilidad de acceder a una vivienda digna y adecuada a un

menor costo.

Las causas por las que aún no se emplean sistemas constructivos innovadores o nueva tecnología en Lima, Perú son: alta inversión cuando se quiere implementar dicho sistema constructivo, escaso conocimiento y capacitación de los obreros para manejar estos sistemas novedosos. Y las consecuencias que produce si se sigue usando el sistema tradicional son: la construcción informal que año a año va generando 85,000 viviendas (CAPECO, 2024).

Ante ello, en el presente trabajo de suficiencia profesional se buscó elegir una de las posibles alternativas de solución a través del “análisis comparativo entre prelosas y viguetas pretensadas respecto a costo y tiempo en construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima”.

3.4. Formulación del problema

3.4.1. Problema general

- ❖ ¿Las prelosas de concreto ofrecen mejores indicadores que las viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares respecto a costo y tiempo en la ciudad de Lima?

3.4.2. Problemas específicos

- ❖ ¿En qué difiere el uso de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima respecto al rendimiento de mano de obra?
- ❖ ¿En qué difiere el uso de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima respecto al costo de mano de obra?

- ❖ ¿ En qué difiere el uso de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima respecto al tiempo de instalación?

3.5. Justificación

3.5.1. General

Se justifica en base al avance tecnológico, debido que en los últimos años la industria ha ido creciendo significativamente. Por eso, la presente investigación propone mostrar contenido nuevo respecto a prelosas. El beneficio será para todo aquel que esté involucrado en la construcción de viviendas multifamiliares.

3.5.2. Teórica

Con el uso de prelosas el ingeniero civil, maestro de construcción y quien esté involucrado en el tema, cuente con herramientas sobre el beneficio. Además, se pretende complementar con otros conocimientos que existen o que vendrán a posteriori. Finalmente, se presenta contenido sólido sobre prelosas y vigas.

3.5.3. Práctica

El trabajo contribuye argumentos importantes sobre el uso de prelosas en vez de vigas pretensadas con el fin de bajar costo, tiempo y aumentar el RMO. En la parte profesional, es importante porque complementa el conocimiento respecto a la nueva tecnología. Finalmente, en construcción motivará reemplazar lo tradicional por tecnología moderna.

3.5.4. Metodológica

Es importante destacar el trabajo justificando metodológicamente porque se

utilizó una metodología que en el campo de la construcción se viene empleando, como es el Circuito fiel trabajado en Excel para supervisar y evaluar los proyectos de construcción. Ello permitió presentar los resultados de manera sistemática en tablas.

3.6. Limitaciones

Entre las limitaciones se destaca:

El incremento del costo por las adendas.

La falta de capacitación de los operarios y ayudantes.

La burocracia en las solicitudes de nuevos permisos y pólizas de seguros

3.7. Objetivos

3.7.1. O. general

- ❖ Analizar la comparación entre el uso de prelosas de concreto y las viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares respecto a costo y tiempo en la ciudad de Lima.

3.7.2. O. específicos

- ❖ Comparar el rendimiento de mano de obra entre el uso de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima
- ❖ Comparar el costo de mano de obra entre el uso de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima.
- ❖ Comparar el tiempo de instalación de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima.

3.8.2. Proyecto “Coral Tower”

Entre las estrategias de desarrollo para dicho proyecto construido con viguetas pretensadas se elaboró en Excel el tren de actividades de manera sectorizada como se puede observar en las Figuras 24, 25, 26 y 27.

Figura 24

Tren de Actividades para la Construcción de los Sótanos

	Tren de Actividades Sótanos											
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	25-sep	26-sep	27-sep	28-sep	29-sep	30-sep	02-oct	03-oct	04-oct	05-oct	06-oct	07-oct
	3					4						
VERTICALES	SOT4-S2	SOT4-S3	SOT4-S4	SOT4-S5	SOT3-S1		SOT3-S2	SOT3-S3	SOT3-S4	SOT3-S5	SOT2-S1	
HORIZONTALES	SOT5-S4	SOT5-S5	SOT4-S1	SOT4-S2	SOT4-S3		SOT4-S4	SOT4-S5	SOT3-S1	SOT3-S2	SOT3-S3	
CONCRETO VERTICAL	16.53	12.11	6.29	5.18	12.79		16.53	12.11	6.29	5.18	12.79	
CONCRETO HORIZONTAL	33.42	32.85	41.83	22.34	40.17		33.42	32.85	41.83	22.34	40.17	
CONCRETO TOTAL	50.00	45.00	49.00	28.00	53.00		50.00	45.00	49.00	28.00	53.00	

En la Figura 25, se realizó la sectorización o subdivisión de los sótanos en partes más pequeñas con el objetivo de diseñar un flujo eficiente de trabajo. Cada sector o área de trabajo se balanceó en capacidad y demanda, es decir, se buscó que el trabajo sea aproximadamente igual entre los sectores y por tanto la misma distribución de recursos, como la mano de obra, de tal manera que pueda realizar las mismas actividades y especializarse en una única actividad (concreto, encofrado, acero, albañilería, revoques, enchapes, etc.), cambiando solo de un lugar de trabajo (sector). Esto permitió reducir las dificultades encontradas durante el proceso de trabajo.

Figura 25

Sectorización del Trabajo de los Sótanos

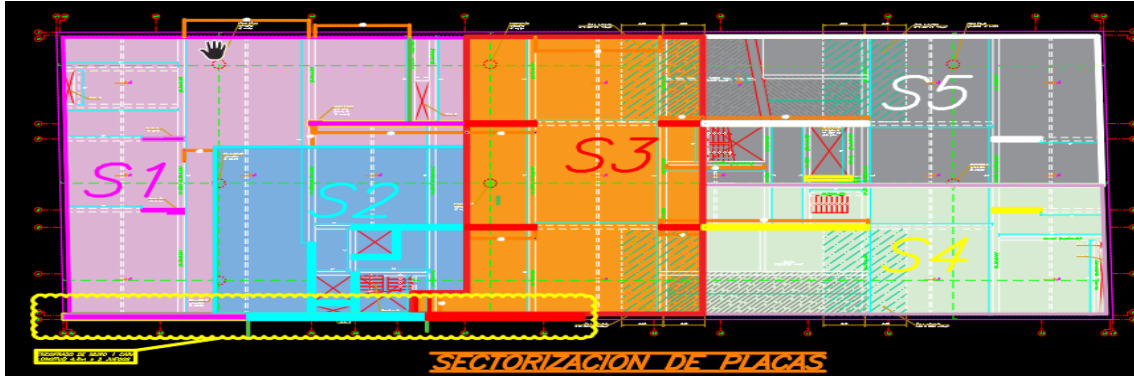


Figura 26

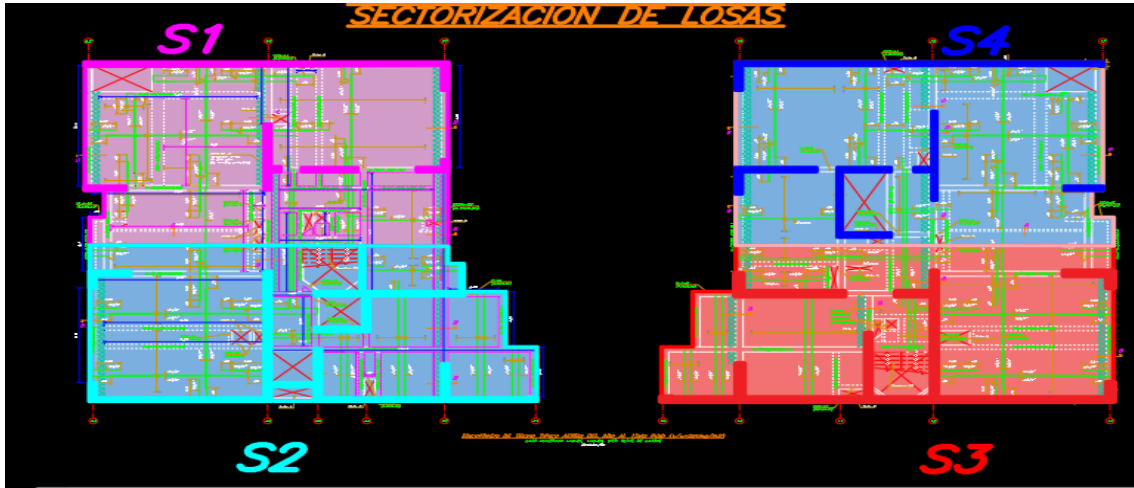
Tren de Actividades Losas

Tren de Actividades Losas												
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	06-sep	07-sep	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	13-sep	14-sep	15-sep	16-sep	17-sep	18-sep
	4						5					
VERTICALES	P3-S3	P3-S4	P4-S1	P4-S2	P4-S3		P4-S4	P5-S1	P5-S2	P5-S3	P5-S4	
HORIZONTALES	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4		P4-S1	P4-S2	P4-S3	P4-S4	P5-S1	
CONCRETO VERTICAL	23.14	27.65	21.96	19.23	23.14		23.14	27.65	21.96	19.23	23.14	
CONCRETO HORIZONTAL	25.62	26.49	25.16	25.94	25.16		25.62	26.49	25.16	25.94	25.16	
CONCRETO TOTAL	49.00	55.00	48.00	46.00	49.00		49.00	55.00	48.00	46.00	49.00	

En la Figura 27, se detalla la sectorización o subdivisión del trabajo de losas en partes más pequeñas, pero distribuidas en medidas iguales. Al igual que en los sótanos, se buscó el balance en capacidad y demanda entre los sectores, enfatizando la misma distribución de recursos para cada sector, sobre todo, que cada cuadrilla se destaque en una única actividad con el objetivo que el flujo de trabajo sea eficiente, incluso cambiando de lugar de trabajo.

Figura 27

Sectorización de Losas



3.8.2.1. Dificultades en ejecución de la obra “Coral Tower”

Se tuvieron las mismas dificultades por tiempo y espacio, pero lo más complicado fue el tema de vecinos ya que se tenían viviendas de más de 40 años de antigüedad y la precariedad de ellas, era muy importante el dialogo con ellos para no tener inconvenientes y quejas con la municipalidad y de posibles paralizaciones.

Otra de las dificultades se reflejaba en las valorizaciones y pagos atrasados, los cuales hacían peligrar los avances de obra y por consiguiente se retrasaba la entrega del proyecto.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En este capítulo se describe los resultados que se encontraron en los proyectos considerados en esta investigación, un edificio multifamiliar construido con prelosas y otro con viguetas pretensadas.

4.1. Rendimiento de mano de obra (RMO)

Para determinar los resultados del rendimiento de mano de obra tanto en prelosas como en viguetas pretensadas, se elaboró el circuito fiel para cada una de las actividades involucradas con la finalidad de alcanzar el objetivo planteado que es comparar el rendimiento de mano de obra entre el uso de prelosas de concreto y viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima, y con ello responder a la interrogante planteada.

4.1.1. RMO en prelosas

Para determinar el RMO en prelosas como ratios hh/m^2 , primero se determinó los siguientes datos: horas hombre trabajadas, horas hombre diario y acumulado, metrado diario y acumulado, rendimiento diario y acumulado, y rendimiento del presupuesto, correspondiente a cada actividad que conforma a las prelosas, como se detalla en el circuito fiel de las Tablas 3, 4 y 5, correspondiente al RMO de cada partida, como son: encofrado horizontal, colocación de prelosas y concreto en prelosas. A continuación, se describe los resultados de cada una.

4.1.1.1. RMO en encofrado horizontal

En la Tabla 3 se observa que, el número de personas propuestas ha sido la correcta, con ello se determina que el RMO hh/m^2 en el encofrado horizontal está dentro de los parámetros establecidos respecto del rendimiento presupuestado, obteniendo como ratio de $0.35 hh/m^2$, calculado durante el seguimiento diario desde el día uno hasta el día doce.

Tabla 3
Circuito Fiel de Rendimiento Mano Obra hh/m² en Encofrado Horizontal de Prelosas

CIRCUITO FIEL EN PRELOSAS: EDIFICIO MULTIFAMILIAR LEVEL ONE													
CUADRILLA PROPUESTA	ENCOFRADO HORIZONTAL DE PRELOSAS (m ²)												
	MANO DE OBRA												
3 PAREJAS + 8.5 HH C/U 0.5 CAPATAZ + 8.5 HH	# Personas	6			0.5			6.5			Lunes - sábado		
	Horas al día torres	8.5			8.5			8.5					
INDICADORES	SEMANA												
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
	27-sep	28-sep	29-sep	30-sep	1-Oct	2-Oct	4-Oct	5-Oct	6-Oct	7-Oct	8-Oct	9-Oct	
	1						2						
	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4	
HH trabajadas	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	
HH Total	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	
HH _{Acum}	55.25	110.50	165.75	221.00	276.25	331.50	386.75	442.00	497.25	552.50	607.75	663.00	
Met _{Diario}	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	
Met _{Acum}	187.00	374.00	561.00	748.00	935.00	1,122.00	1,309.00	1,496.00	1,683.00	1,870.00	2,057.00	2,244.00	
Rend _{diario}	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Rend _{Acum}	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Rend _{Presup}	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
Ratio hh/m ²	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	

Nota: Elaboración propia

4.1.1.2. RMO en colocación de prelosas

El RMO en la colocación de prelosas también está dentro de los parámetros establecidos respecto al rendimiento presupuestado, como se puede visualizar en la Tabla 4, donde se obtuvo como ratio 0.16 hh/m² en todos los días trabajados y seleccionados para esta investigación. En este caso, los rendimientos son uniformes, ya que se trabajó con las mismas cuadrillas los 6 días de la semana, como también con el mismo número de horas por día.

Tabla 4
Circuito Fiel de RMO hh/m² en Colocación de Prelosas

CIRCUITO FIEL EN PRELOSAS: EDIFICIO MULTIFAMILIAR LEVEL ONE												
CUADRILLA PROPUESTA	COLOCACION DE PRELOSAS (m ²)											
	MANO DE OBRA											
1 PERSONA + 8.5 HH C/U 0.0 CAPATAZ + 8.5HH	# Personas	1 0 1			Lunes - sábado							
	Horas al día torres	8.5 8.5 8.5										
INDICADORES	SEMANA											
	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L
	28-sep	29-sep	30-sep	1-Oct	2-Oct	4-Oct	5-Oct	6-Oct	7-Oct	8-Oct	9-Oct	11-Oct
	1						2					
	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4
HH trabajadas	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
HH Total	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
HH _{Acum}	8.50	17.00	25.50	34.00	42.50	51.00	59.50	68.00	76.50	85.00	93.50	102.00
Met _{Diario}	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00	187.00
Met _{Acum}	187.00	374.00	561.00	748.00	935.00	1,122.00	1,309.00	1,496.00	1,683.00	1,870.00	2,057.00	2,244.00
Rend _{Diario}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Rend _{Acum}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Rend _{Presup}	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Ratio hh/m ²	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Nota: Elaboración propia

4.1.1.3. RMO en concreto en prelosas

La Tabla 5 muestra que, el RMO en la partida de concreto en prelosas, también se encuentra dentro de lo establecido en el rendimiento del presupuesto, obteniéndose como ratio 0.49 hh/m², correspondiente al cálculo diario, donde se mantiene la uniformidad ya que, las cuadrillas son las mismas de lunes a sábado, como también se mantiene las ocho horas y media al día.

Tabla 5
Circuito Fiel de RMO hh/m³ en Concreto de Prelosas

CIRCUITO FIEL EN PRELOSAS: EDIFICIO MULTIFAMILIAR LEVEL ONE												
CUADRILLA PROPUESTA	CONCRETO EN PRELOSAS (m ³)											
	FASE 1											
3 PERSONA + 8.5 HH C/U	# Personas	0		3		Lunes - sábado						
	0 CAPATAZ + 8.5 HH	Horas al día	8.5	8.5	8.5							
IDICADORES	SEMANA											
	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M
	1			2			3					
	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4
HH trabajadas	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
HH Total	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
HH _{Acum}	5.50	1.00	6.50	02.00	27.50	53.00	78.50	04.00	29.50	55.00	80.50	06.00
Met _{Diario}	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94
Met _{Acum}	5.94	1.88	7.82	03.76	29.70	55.64	81.58	07.52	33.46	59.40	85.34	11.28
Rend _{Diario}	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Rend _{Acum}	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Rend _{Presup}	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
Ratio hh/m³	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49

Nota: Elaboración propia

De manera resumida se presenta los resultados en la Tabla 6, los mismos que evidencian el RMO de cada tarea correspondiente a prelosas. En ese sentido, el encofrado horizontal según el análisis de datos fue 0.35 hh/m², en la colocación de prelosas se alcanzó 0.16 hh/m², y finalmente, el RMO en concreto en prelosas fue 0.49 hh/m³.

Tabla 6
RMO diario en Prelosas

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA HH/M² PRELOSAS			
Descripción	ENCOFRADO HORIZONTAL (m ²)	COLOCACION DE PRELOSA (m ²)	CONCRETO EN PRELOSA (m ³)
# Personas	6.5	1	3
Horas diarias	8.5	8.5	8.5
hh trabajadas	55.25	8.5	25.5
hh total	55.25	8.5	25.5
hh acum.	55.25	8.5	25.5
Met. diario	187.00	187.00	25.94
Met. acum.	187.00	187.00	25.94
Ren. diario	0.30	0.05	0.98
Ren. Acum.	0.30	0.05	0.98
Rend. Pres	0.65	0.25	1.47
Ratios hh/m2, m3	0.35	0.20	0.49

Nota: Elaboración propia

4.1.2. Rendimiento de mano de obra (RMO) en viguetas pretensadas

Para determinar el RMO en viguetas pretensadas se siguió el mismo procedimiento de las prelosas, aun cuando la cuadrilla está formada por mayor número de personas, como se observa en las Tablas 7, 8 y 9, respectivamente. El circuito fiel presenta el mismo diseño para los dos sistemas en construcción. A continuación, se describe los resultados de rendimiento correspondiente a cada actividad.

4.1.2.1. RMO en encofrado horizontal de viguetas

En la Tabla 7 se observa que, el RMO respecto a encofrado horizontal se mantiene dentro del rango del rendimiento presupuestado, sin embargo, los hallazgos diarios son diferentes, en el día uno se inicia con 0.40 hh/m², y después de doce días se termina con 0.32 hh/m², respectivamente, esto debido a que se trabajó de lunes-viernes con 9.5 hr. diarias, y sábado 5.5 horas, aun así, todos los días intermedios se mantiene los ratios dentro del parámetro establecido en el presupuesto.

Tabla 7

Circuito Fiel de RMO hh/m² en Encofrado Horizontal de Viguetas Pretensadas

CIRCUITO FIEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CORAL TOWER												
VIGUETAS PRETENSADAS												
CUADRILLA PROPUESTA	ENCOFRADO DE LOSAS (m2)											
	# Personas	FASE DE EJECUCIÓN										
7 PAREJAS + 9.5 HH C/U	14	0.5	14.5	Lunes -viernes					Sábados			
0.5 CAPATAZ + 9.5 HH	9.5	9.5	9.5						5.5			
PROCESO DIARIO												
INDICADORES	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
	20- oct	21- oct	23- oct	24- oct	25- oct	26- oct	27-oct	28-oct	30-oct	31-oct	01-nov	02-nov
	1						2		3			
	P1- S1		P1- S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2		P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2
HH trabajadas	137.7 5	79.75	137.7 5	137.7 5	137.7 5	137.7 5	137.75	79.75	137.75	137.75	137.75	137.75
HH Total	137.7 5	79.75	137.7 5	137.7 5	137.7 5	137.7 5	137.75	79.75	137.75	137.75	137.75	137.75
HH _{Acum}	137.7 5	217.5 0	355.2 5	493.0 0	630.7 5	768.5 0	906.25	986.00	1,123.7 5	1,261.5 0	1,399.2 5	1,537.0 0
Met _{Diario}	199.8		199.8	199.8	199.8	199.8	199.87		199.87	199.87	199.87	199.87

	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Met_{Acum}	199.8 7	199.8 7	399.7 4	599.6 1	799.4 8	999.3 5	1,199.2 2	1,199.2 2	1,399.0 9	1,598.9 6	1,798.8 3	1,998.7 0
$Rend_{Diario}$	0.69	-	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	-	0.69	0.69	0.69	0.69
$Rend_{Acum}$	0.69	1.09	0.89	0.82	0.79	0.77	0.76	0.82	0.80	0.79	0.78	0.77
$Rend_{Presup}$	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Ratio hh/m²	0.40	0.00	0.20	0.27	0.30	0.32	0.33	0.27	0.29	0.30	0.31	0.32

Nota: Elaboración propia

4.1.2.2. RMO en colocación de bovedillas más viguetas

El RMO en colocar bovedillas y viguetas es más uniforme que en la anterior actividad, aun cuando se trabajó con la misma cuadrilla de lunes a viernes durante 8.5 horas, con la diferencia que el día sábado se trabajó solo 5,5 horas, como se visualiza en la Tabla 8, se halló que el primer día arrojó 0.025 hh/m², y después de doce días arrojó un ratio de 0.024 hh/m², respectivamente, pero manteniéndose dentro de lo establecido en el presupuesto inicial, como también los están los resultados intermedios entre el día uno y el doce.

Tabla 8

Circuito Fiel de RMO hh/m² en Colocación de Bovedilla y Viguetas

CIRCUITO FIEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CORAL TOWER							
VIGUETAS PRETENSADAS							
CUADRILLA PROPUESTA	COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS MAS VIGUETAS (m ²)						
	FASE DE EJECUCIÓN						
2 PERSONAS + 8.5 HH C/U	# Personas	2	0	2			
	Horas al día	8.5	8.5	8.5	Lunes - viernes	5	Sábados
0 CAPATAZ + 8.5 HH							

INDICADORES	SEMANA											
	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
	21-oct	22-oct	23-oct	25-oct	26-oct	27-oct	28-oct	30-oct	01-nov	02-nov	03-nov	04-nov
			2				3					4
	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2		P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3
HH trabajadas	17	17	17	17	17	17	11	17	17	17	17	17
Total HH	17	17	17	17	17	17	11	17	17	17	17	17
HH _{Acum}	17	34	51	68	85	102	113	130	147	164	181	198
Met _{Diario}	899	899	899	899.00	899	899		899	899	899	899	869
Met _{Acum}	899	1,798	2,697	3,596	4,495	5,394	5,394	6,293	7,192	8,091	8,990	9,859
Rend _{Diario}	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Rend _{Acum}	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020
Rend _{Presup}	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
Ratio hh/m²	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.023	0.023	0.024	0.024	0.024	0.024

Nota: Elaboración propia

4.1.2.3. RMO respecto a concreto en viguetas

En la Tabla 9 se observa que el RMO en la partida de concreto en viguetas va de manera ascendente, pero manteniéndose siempre dentro del rango del rendimiento presupuestado, desde el día uno hasta el día doce, es decir, el día primero de trabajo se obtuvo un ratio de 0.46 hh/m², y el día 12 arrojó 0.39 hh/m², sin embargo observamos que desde el segundo día hasta el día doce se mantiene la uniformidad de ratios, con mínimas variaciones desde el día cinco al día doce, pero dentro del parámetro presupuestado. Esas variaciones devienen porque los días sábado se trabajó 5.5 horas con la misma cuadrilla.

Tabla 9
Circuito Fiel de RMO hh/m³ en Concreto de Viguetas Pretensadas

CIRCUITO FIEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CORAL TOWER													
VIGUETAS PRETENSADAS													
CUADRILLA PROPUESTA		CONCRETO EN VIGUETAS (m ³)											
		FASE DE EJECUCIÓN											
3 PERSONAS + # Personas		3			0.5		3.5			3.5			
8.5 HH C/U							Lunes - viernes			Sábado			
0.5 CAPATAZ + 8.5 HH		Horas al día torres		8.5		8.5		8.5		5.5			
SEMANA													
INDICADORES	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	
	23-oct	24-oct	25-oct	27-oct	28-oct	30-oct	31-oct	01-nov	03-nov	04-nov	05-nov	07-nov	
				2					3			4	
	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1		P3-S2	
HH trabajadas	29.75	29.75	29.75	29.75	19.25	29.75	29.75	29.75	19.25	29.75	19.25	29.75	
HH Total	29.75	29.75	29.75	29.75	19.25	29.75	29.75	29.75	19.25	29.75	19.25	29.75	
HH _{Acum}	29.75	59.50	89.25	119.00	138.25	168.00	197.75	227.50	246.75	276.50	295.75	325.50	
Met _{Diario}	41.83	41.83	41.83	41.83		41.83	41.83	41.83	41.83	41.83		41.83	
Met _{Acum}	41.83	83.66	125.49	167.32	167.32	209.15	250.98	292.81	334.64	376.47	376.47	418.30	
Rend _{Diario}	0.71	0.71	0.71	0.71	-	0.71	0.71	0.71	0.46	0.71	-	0.71	
Rend _{Acum}	0.71	0.71	0.71	0.71	0.83	0.80	0.79	0.78	0.74	0.73	0.79	0.78	
Rend _{presup}	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	
Ratio hh/m³	0.46	0.46	0.46	0.46	0.34	0.37	0.38	0.39	0.43	0.44	0.38	0.39	

Nota: Elaboración propia

De manera resumida se presenta los resultados en la Tabla 10, los mismos que evidencian el RMO de cada trabajo correspondiente a viguetas pretensadas. En ese sentido, el encofrado horizontal según el análisis de datos fue 0.40 hh/m², en la colocación

de bovedillas y viguetas alcanzó 0.02 hh/m^2 , y finalmente, en la partida de concreto en viguetas el RMO fue 0.46 hh/m^3 .

Tabla 10

RMO hh/m² en Viguetas Pretensadas

RENDIMIENTO MO (HH/M²) VIGUETAS PRETENSADAS			
Descripción	ENCOF. HORIZONTAL (m²)	COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS MÁS VIGUETAS (m²)	CONCRETO EN VIGUETAS (m³)
# de Personas	14.5	2	3.5
Horas diarias	9.5	8.5	8.5
hh trabajadas	137.75	17	29.75
hh total	137.8	17	29.75
Hh acum	137.8	17	29.75
met	199.87	869	41.83
met acum	199.87	869	41.83
Ren diario	0.69	0.02	0.71
Ren. Acum.	0.69	0.02	0.71
Rend. Pres	1.09	0.044	1.17
Ratios hh/m², m³	0.40	0.025	0.46

Nota: Elaboración propia

4.2. Costo de mano de obra según el uso de sistema

En este caso, también se aprovechó los resultados que se obtuvieron en el circuito fiel elaborado para determinar el RMO con los datos encontrados, se pudo determinar los resultados de costo de mano de obra tanto en prelosas como en viguetas pretensadas, con el fin de cumplir el objetivo planteado que fue comparar el costo de mano de obra entre el uso de prelosas de concreto frente a viguetas pretensadas en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima, y con ello responder a la interrogante establecida.

4.2.1. Costo de mano de obra usando prelosas de concreto

Para calcular el costo de mano de obra se siguió el mismo procedimiento del cálculo de RMO, es decir, se trabajó con los datos establecidos en el circuito fiel de cada partida. Desde ese punto de vista, en este caso se presenta de manera resumida, pero añadiendo el costo promedio de HH (S/ 17.93), como se puede visualizar en la Tabla 11, que fue multiplicado por el ratio HH de tiempo de instalación, donde se halló que, el CMO del encofrado horizontal en ratio ascendió a S/ 1188.76 hh/m², en la colocación de prelosas fue S/ 685.8 hh/m², y en concreto en prelosa, el CMO alcanzó S/ 221.06 hh/m³, respectivamente.

Tabla 11

Costo de Mano de Obra en Prelosas de Concreto

CMO HH/m ² EN PRELOSAS				
Descripción	ENCOFRADO HORIZONTAL (m ²)	COLOCACION DE PRELOSA (m ²)	CONCRETO EN PRELOSA (m ³)	COSTO PROMEDIO DE HH
# Personas	6.5	1	3	17.93
Horas diarias	8.5	8.5	8.5	
hh trabajadas	55.25	8.5	25.5	
hh total	55.25	8.5	25.5	
hh acum	55.25	8.5	25.5	
met	187.00	187.00	25.94	
met acum	187.00	187.00	25.94	
Ren diario	0.30	0.05	0.98	
Ren. Acum.	0.30	0.05	0.98	
Rend. Pres	0.65	0.25	1.47	
hh/m ²	0.35	0.20	0.49	Ratio hh/m ²
HH	66.30	38.25	12.63	Ratios T.I. HH
S/	1188.76	685.8	221.06	Ratio Costos

Nota: Elaboración propia

4.2.2. Costo de mano de obra usando viguetas pretensadas

El CMO usando viguetas pretensadas en la construcción de un edificio multifamiliar se ha determinado siguiendo el mismo procedimiento que en prelosas, y considerando el circuito fiel de cada actividad con la única diferencia que se utilizó más personal diario y se trabajó más horas diarias, sobre todo en el encofrado horizontal, como se puede visualizar en la Tabla 12, en ese sentido, se halló que, el CMO de encofrado horizontal en viguetas ascendió a S/ 1,436.34 hh/m²; en colocación de bovedillas y colocación de viguetas fue S/ 394.73 hh/m²; y la MO en concreto costó S/ 335.84 hh/m³.

Tabla 12

CMO en Viguetas Pretensadas

COSTO MO (hh/m²) VIGUETAS PRETENSADAS				
Descripción	ENCOFRADO HORIZONTAL (m²)	COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS MAS VIGUETAS (m²)	CONCRETO EN VIGUETAS (m³)	COSTO PROMEDIO DE HH
# Personas	14.5	2	3.5	
Horas diarias	9.5	8.5	8.5	17.93
hh trabajadas	137.75	17	29.75	
hh total	137.75	17	29.75	
Hh acum.	137.75	17	29.75	
Met.	199.87	899	41.83	
Met. Acum.	199.87	899	41.83	
Ren. diario	0.69	0.02	0.71	
Ren. Acum.	0.69	0.019	0.71	
Rend. Pres.	1.09	0.044	1.17	
hh/m ²	0.40	0.025	0.46	Ratios hh/m ²
HH	80.11	22.56	19.19	Ratios T.I. HH
S/.	1436.34	394.73	335.84	Ratios Costos

Nota: Elaboración propia

4.3. Tiempo de instalación según cada sistema

En este caso, también se aprovechó los resultados que se obtuvieron en el circuito fiel elaborado para determinar el RMO de cada actividad (ver anexo 6), con los datos encontrados, se pudo determinar el tiempo de instalación tanto en prelosas como en viguetas pretensadas, con el fin de lograr el objetivo planteado que fue comparar el tiempo de instalación de prelosas de concreto frente a viguetas pretensadas en construir edificios multifamiliares, y responder a la pregunta planteada.

4.3.1. Tiempo de instalación de prelosas (Ratios T.I. HH)

Para determinar el tiempo de instalación de prelosas se hizo mediante los datos del RMO y cantidad de metrado acumulado, como se observa en y se visualiza de manera sintetizada en la Tabla 13, donde se halló que el tiempo de instalación en el encofrado horizontal fue 1 HH por 143 m²; en la colocación de prelosa se tardó 1.00 HH por 22m²; y el tiempo que se empleó para ejecutar la partida de concreto en prelosa fue 3.00 HH por 3.5m³, respectivamente.

Tabla 13.

Tiempo de Instalación de Prelosas

TIEMPO DE INSTALACION DE PRELOSAS (Ratios T.I. HH)			
Descripción	RADO HORIZONTAL (m²)	COLOCACION DE PRELOSA (m²)	CONCRETO EN PRELOSA (m³)
# Personas	6.5	1	3
Horas diarias	8.5	8.5	8.5
hh trabajadas	55.25	8.5	25.5
hh total	55.25	8.5	25.5
hh acum	55.25	8.5	25.5
met	187.00	187.00	25.94
met acum	187.00	187.00	25.94
Ren diario	0.30	0.05	0.98

Ren. Acum.	0.30	0.05	0.98
Rend. Pres	0.65	0.25	1.47
Ratio hh/m²	0.35	0.20	0.49
Ratios T.I. HH	6.5	1.00	3.00

Nota: Elaboración propia

4.3.2. Tiempo de instalación de viguetas pretensadas

El procedimiento para el cálculo de tiempo de instalación de las viguetas pretensadas fue el mismo que se ha utilizado en prelosas. En ese sentido, el tiempo empleado para realizar el encofrado horizontal fue 1 HH por 40.75m², en colocar bovedillas y viguetas se demoró 2.00 HH por m², y el tiempo en ratios que demoró realizar el concreto en viguetas ha sido 4.92 HH por m³, respectivamente (ver Tabla N° 14).

Tabla 14

Tiempo de Instalación de Viguetas Pretensadas

TIEMPO DE INSTALACION EN RATIOS DE VIGUETAS PRETENSADAS (Ratios T.I. HH)			
Descripción	ENCOFRADO HORIZONTAL (m²)	COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS Y VIGUETAS (m²)	CONCRETO EN VIGUETAS (m³)
# Personas	14.5	2	3.5
Horas diarias	9.5	8.5	8.5
hh trabajadas	137.75	17.00	29.75
hh total	137.75	17.00	29.75
Hh acum.	137.75	17.00	29.75
Met.	199.87	899.00	41.83
Met. Acum.	199.87	899.00	41.83
Ren. diario	0.69	0.02	0.71
Ren. Acum.	0.69	0.019	0.71
Rend. Presup.	1.09	0.044	1.17
Ratios hh/m ² , m ³	0.40	0.025	0.46

Ratios T.I. HH	21.04	2.00	4.92
-----------------------	--------------	-------------	-------------

Nota: Elaboración propia

4.4. Análisis comparativo entre prelosas y viguetas pretensadas

4.4.1. Análisis cuantitativo entre prelosas y viguetas pretensadas

La Tabla 15 muestra los RMO, el tiempo empleado en cada actividad y el CMO en ratios. En este caso, utilizando prelosas, el RMO fue menor en comparación a viguetas pretensadas; en cuanto al tiempo fue lo contrario, lo cual significa una ventaja significativa el uso de prelosa; finalmente, respecto al costo de mano de obra utilizando prelosas en vez de vigueta pretensada el ahorro económico es significativo, es decir, en promedio se pudo ahorrar S/ 1,873.97 por metro cuadrado.

Tabla 15

Análisis Cuantitativo entre Prelosas y Viguetas Pretensadas

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE PRELOSA Y VIGUETA PRETENSADA									
PARTIDA	CUADRO DE RATIOS hh/m ² PRELOSA				CUADRO DE hh/m ² VIGUETAS				
	ENCOFRADO HORIZONTAL	COLOCACIÓN PRELOSA	CONCRETO PRELOSA	TOTAL	ENCOFRADO HORIZONTAL	COLOCACIÓN BOVEDILLAS	CONCRETO VIGUETAS	COLOCACIÓN VIGUETAS	TOTAL
hh/m ²	0.03	0.11	0.49	0.63	0.4	0.02	0.46	0.05	0.93
T.I. HH	2.14	7.13	12.63	21.90	80.36	21.24	19.19	8.20	128.99
S/.	37.53	124.82	221.06	383.27	1,406.27	371.63	335.84	143.50	2,257.24

Nota: Elaboración propia

4.4.2. Análisis cualitativo entre prelosas y viguetas pretensadas

La Tabla 16 presenta un análisis técnico de los factores que determinan la elección de prelosa o vigueta pretensada. Los factores a tener en cuenta son el tiempo como eje fundamental, RMO, costo, calidad, seguridad y los residuos sólidos entre otros.

El ahorro de tiempo por nivel utilizando prelosa puede llegar a un 20%, siempre y cuando se realicen los trabajos en coordinación constante y que las prelosas se colocan del camión al techo (apuntalamiento con vigas soleras). Con la limpieza, menos apuntalamiento. No se almacena el material para la construcción del techo, el cual permite realizar trabajos paralelos en los elementos verticales bajo el techo (prelosa colocada y vaciada).

Tabla 16

Análisis Técnico Cualitativo entre Prelosa y Vigueta Pretensada

ANÁLISIS TÉCNICO ENTRE PRELOSA Y VIGUETAS PRETENSADAS		
Factores	Prelosas	Viguetas Pretensadas
Tiempo	El tiempo es el mejor aliado. El ahorro por nivel puede llegar a un 20%.	Utiliza mayor tiempo.
Costo	El ahorro económico es significativo, debido que se emplea menos mano de obra.	El costo es alto porque se usa mayor número de hh/m ²
Calidad	El acabado es cara vista. Se reduce significativamente los residuos sólidos.	El acabado es rústico.
Estructura	Incluye acero positivo.	No incluye acero positivo.
Instalaciones Eléctricas (I.I.EE)	Incluye I.I.EE	No incluye I.I.EE.
Seguridad	Se reduce los riesgos de accidentes.	Mayor riesgo de accidentes.

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a la experiencia adquirida durante el desarrollo de los proyectos de construcción de viviendas multifamiliares como son “Level One” y “Coral Tower”. El primero construido con prelosas y el segundo con viguetas, se ha concluido que utilizar prelosas se puede obtener un ahorro de mano de obra significativa comparado con viguetas pretensadas. Entre las competencias aplicadas durante la experiencia laboral se destacó el buen manejo del uso del Circuito Fiel, un método muy importante para control, seguimiento de mano de obra y la determinación del tiempo de entrega de obra, el cual permitió realizar un análisis importante en ambos proyectos, en base a lo establecido en los presupuestos.

También se consideró que económicamente, utilizando prelosas en vez de viguetas pretensas en construir viviendas multifamiliares, el ahorro económico fue significativo, equivalente a 54.42% de ahorro de mano de obra, que permite tener una mejor visión panorámica de cuál de las tecnologías es la más rentable económicamente a la hora de formular un presupuesto en construir viviendas multifamiliares de gran magnitud.

El tiempo es fundamental en el desarrollo de todo proyecto de construcción, según los resultados de trabajo de campo se ha observado que utilizar prelosas en construir viviendas multifamiliares, los tiempos se redujeron de manera significativa. Esta evidencia es porque en prelosa a pesar que se utiliza un reducido número de persona para las actividades, el avance es significativo, mientras que en viguetas se usa muchas más personas, pero el tiempo aumenta significativamente, eh ahí la diferencia tan alta.

Entre las competencias aplicadas se destaca el trabajo productivo y el análisis preventivo durante el desarrollo y ejecución de los proyectos de construcción de vivienda,

ya que cada uno tenía sus propias dificultades. De ellas hay lecciones aprendidas muy importantes como evitar la sobreposición de actividades, es decir, realizar una buena planificación que maximice el trabajo productivo. Para ello se aplicó el desarrollo del tren de actividades que permitió determinar los cuellos de botella durante la ejecución de los proyectos antes mencionados.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a todo profesional comprometido con la ingeniería realizar un buen análisis de costos en la formulación de un proyecto de construcción de vivienda multifamiliar de gran magnitud donde el factor tiempo y mano de obra son determinantes. Por la experiencia adquirida, se recomienda utilizar prelosas ya que el uso de estas permite una significativamente reducción de MO y tiempo de entrega de proyecto.

También se recomienda a los ingenieros, maestros de obra y estudiantes de ingeniería que utilicen el Circuito Fiel como instrumento de trabajo de campo, ya que es un método muy importante a la hora de calcular la cantidad exacta de personas que se necesita en cada trabajo y dar cumplimiento el rendimiento establecido al inicio de un proyecto; además, permite determinar ratios de RMO, ratios de tiempo, y ratios de costo.

Referencias

- ACI. (2024). *Reglamento de Construcción para Concreto Estructural*.
<https://www.prnewswire.com/news-releases/aci-318-19-requisitos-de-reglamento-de-construccion-para-concreto-estructural-ya-disponible-866732703.html>
- Carbajal Villanueva, J. R., Luna Sequieros, J. P., & Vega Jaime, J. C. (2019). *Uso de sistema constructivo de prelosas para optimizar tiempo, mejorar costos y margen de las empresas que se dedican a la construcción de edificios multifamiliares no mayores de 12 pisos, casos de estudio A y B*. [Tesis titulación -UPC, Lima].
- Chang Breña, M. A. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular* [Tesis de Titulación - Pontificia Universidad Católica del Perú].
- CONCRETEC-Sucre S.A. (2020). *Vigueta*.
<https://www.concretec.com.bo/index.php/productos/pretensados/viguetas>
- Construpedia. (2020). *Ingeniería y Construcción*.
https://www.construmatica.com/construpedia/Vigueta_Pretensada
- Guerra, E. A. (2009). *Prefabricados de concreto en la industria de la construcción*. (Doctoral dissertation, Tesis de titulación). Instituto Tecnológico de la Construcción, México.
- Heredia Navarro, H. L. (2017). *Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial "Open Plaza"* [Tesis para Obtener el Título de Ingeniero Civil - Universidad

Continental].

Manual de Vivienda de Hormigón. (s/a). *Procesos Constructivos.*

Monjo Carrió, J. (2005). *La evolución de los sistemas constructivos en la edificación.*

Procedimientos para su industrialización [Tesis para obtener el Grado de Doctor en Arquitectura].

Oriundo Campos, C. F., & Romaní Vera Rebollar, O. A. (2021). *Propuesta de mejora para el control de la gestión del cronograma, costo y calidad en la construcción de edificios multifamiliares con prelosas en Lima Top. [Tesis de titulación - UPC].*

Paye Anco, A. A., Peña Castillo, J., & Franco Sanchez, J. (2014). *Propuesta para la utilización de losas de entrepisos prefabricados y su evaluación costo-tiempo [Universidad Peruana de Ciencias Aplicada (UPC, Lima, Perú)].*


<http://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/376>

Presichi, D., Pérez, J., Martínez, J., & Zenil, A. (2012). *Diseño estructural de viviendas vertical de 4 niveles prefabricadas a base de paneles y prelosas de concreto. XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. México.*

Sanabria, B. (2017). *Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicionales y prefabricado de losas de entrepiso para edificación de hasta 4 niveles [Traba de título de Ingeniero Civil - Universidad Católica Bogotá, Colombia].*

ANEXOS

ANEXO N° 1: Carta de Autorización de uso de Información de Empresa

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA PARA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS O INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	
--	---

Yo RAPHAEL JOSE HUAMAN AUCCASI ,
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)

identificado con DNI o CE N° 40953612 , como representante legal de la empresa /
institución: HVAC COMPANY SAC

_____ con R.U.C. N° 20566019028 ,
ubicada en la ciudad de LIMA . Otorgo la **AUTORIZACIÓN** de uso de información a:

1) PERCY HINOSTROZA BELLIDO , con DNI/CE 10594950
2) _____, con DNI/CE _____

Egresado/s de la () Carrera () Programa de Posgrado de INGENIERIA CIVIL
Carrera xxxxxx / maestría (

de la Universidad Privada del Norte, para que utilice la siguiente información de la empresa:
(Detallar la información a entregar)

EN CONTROL DE CALIDAD Y PROGRAMACION DE ACTIVIDADES

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Trabajo de Investigación, () Tesis o () Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de () Bachiller, () Título Profesional () Maestro, () Doctor.

Autorizo expresamente el uso de la información con fines académicos, incluyendo su publicación en el repositorio de la Universidad Privada del Norte, contribuyendo con la comunidad educativa y sociedad en su conjunto.

Respecto al uso del nombre y/o cualquier distintivo de la empresa, se determina:
(marcar con una "X" la opción seleccionada)

- () **Mantener en reserva** el nombre y/o cualquier distintivo de la empresa.
() **Autorizo mencionar** el nombre y/o cualquier distintivo de la empresa.



RAPHAEL JOSE HUAMAN AUCCASI
REPRESENTANTE LEGAL

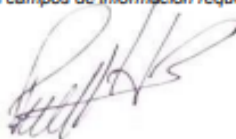
LIMA 22 DE JUNIO DEL 2024
Lugar y fecha de emisión
(Editar)

Firma del Representante Legal o Autoridad
DNI o CE: 40953612
N° de celular de contacto: 998153463

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Nota: se solicita mantener todos los campos de información requeridos en el presente formato.

Firma del egresado (1)
DNI: 10594950



Firma del egresado (2)
DNI:

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	10	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	06/06/2024				

ANEXO N° 2: Carta de Presentación HVAC COMPANY S.A.C



Lima, 15 de noviembre del 2024.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Asunto: CARTA DE PRESENTACION

Gerente General: José Raphael Huamán Aucassi
Empresa: HVAC COMPANY S.A.C.
RUC: 20566019028

Somos HVAC COMPANY S.A.C y estamos posicionados en el mercado desde hace más de 10 años, tenemos mucha experiencia en el rubro de aire acondicionado, ventilación mecánica, refrigeración industrial y calefacción, nuestro equipo de trabajo está conformado por un gran staff de profesionales y técnicos especializados, que tienen como principal objetivo brindar la máxima calidad en cada uno de nuestros servicios a nuestros abanico de clientes, por lo cual a través de esta presente carta damos a conocer los principios que rigen a nuestra organización teniendo como:

Misión

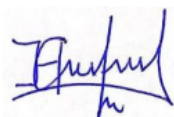
Ofrecer soluciones técnicas eficientes a nuestros clientes, brindándoles un servicio de calidad en reparación y mantenimiento por medio de asesoría, de personal técnico calificado cumpliendo con los estándares.

Visión

Ser una empresa innovadora, líder y reconocida por nuestra calidad y compromiso con el cliente.

Por lo cual, buscamos innovar y seguir ofreciendo servicios de calidad combinando la experiencia y profesionalismo de nuestro equipo de trabajo, ya sea para industrias, departamentos, oficinas, entre otras áreas que requieran de nuestros servicios.

Atentamente,



José Huamán
Gerente General
HVAC COMPANY S.A.C

ANEXO N° 3: Carta de Presentación ORION GROUP



Lima, 06 DE mayo de 2021

SEÑORES:

ORION GROUP

Tenemos el agrado de saludarlos, somos ENTREPISOS LIMA SAC, empresa especializada en productos prefabricados para la construcción (Prelosas, escaleras, parapetos y otros) con mas de 20 años en el mercado peruano de la construcción la cual nos proporciona amplia experiencia en el mundo de la obra civil y nos avala como un referente en el sector.

Nos especializamos en:

PRELOSAS es un elemento prefabricado de concreto armado de 5 cm de espesor promedio, 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 prelosas moduladas, apoyadas en sus extremos sobre los encofrados de vigas y sobre soleras transversales convenientemente apuntaladas y distanciadas.

- La Prelosa reúne las ventajas de la construcción prefabricada (uniformidad, reducción de tiempos y costos) con las de la construcción convencional al obtener estructuras monolíticas. Estructuralmente el techo terminado es equivalente al convencional.
- La parte inferior queda totalmente lisa, y la superficie superior rugosa para mejorar la unión con el concreto vaciado en obra.

Contamos con personal altamente calificado para la realización de sus proyectos según sus requerimientos y necesidades técnicas.

Estamos agradecidos de poder contar con su confianza para ser sus socios estratégicos en su proyecto EDIFICIO LEVEL ONE.

Saludos cordiales,

Alvaro Calmet Bruhn

Gerente General



ANEXO N° 4: Presupuesto Edificio Multifamiliar Level One

Fórmula		Descripción	Total (S/.)	Presupuesto al 17/09/20	Presupuesto al 31/08/20 (S/.)
A		Obras Preliminares y Provisionales	1,139,482.00	1,147,618.00	1,147,618.00
B		Estructuras	4,798,714.61	4,750,204.49	4,933,772.02
C		Arquitectura	5,901,081.93	5,835,502.87	5,775,860.06
D		Instalaciones Sanitarias	877,369.26	998,996.49	998,996.49
E		Instalaciones Eléctricas	957,470.78	965,786.78	965,786.78
F		Instalaciones de Comunicaciones	124,577.02	135,333.18	177,253.82
G		Agua Contra incendio	258,988.44	260,001.24	260,001.24
H		Instalaciones Mecánicas	264,725.25	264,725.25	264,725.25
I		Instalaciones de Gas	129,326.80	129,326.80	129,326.80
J		Seguridad y Evacuación	89,989.20	89,989.20	89,989.20
k		Obras y/o instalaciones Exteriores			-
COSTO DIRECTO (no incluye el I.G.V.)			14,541,725.29	14,577,484.32	14,743,329.67
GASTOS GENERALES					
Variables 14.0%					
Fijos 1.9%					
UTILIDADES 5.00%			727,086.26	728,874.22	737,166.48
SUBTOTAL (sin I.G.V.)			17,288,260.52	17,340,664.25	17,517,190.41
I.G.V. 18%			3,111,886.89	3,121,319.56	3,153,094.27
SUBTOTAL (con I.G.V.) (S/.)			20,400,147.41	20,461,983.81	20,670,284.69
DESCUENTO COMERCIAL			-50,147.41		
TOTAL (con I.G.V.) (S/.)			20,350,000.00		
			9,824.80	AREA CONSTRUIDA (M2)	

ANEXO N° 5: Presupuesto Edificio Multifamiliar Coral Tower

RESUMEN DE PRESUPUESTOS				PRESUPUESTO INICIAL			
Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR CORAL TOWER						
Ubicación:	Magdalena del Mar						
Fecha :	Área Techada (m2) 15,964.26			Área Techada (m2) 15,964.26			
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO DIRECTO		Ratio (S./m2)	COSTO DIRECTO		Ratio (S./m2)
1.00	OBRAS PROVISIONALES	S/. 1,864,917.50		S/. 116.82	S/. 1,836,377.62		S/. 115.03
2.00	ESTRUCTURAS	S/. 6,508,882.44		S/. 407.72	S/. 6,377,159.87		S/. 399.46
3.00	ARQUITECTURA	S/. 6,024,958.68		S/. 377.40	S/. 6,422,708.75		S/. 402.32
4.00	IISS	S/. 767,062.62		S/. 48.05	S/. 592,277.33		S/. 37.10
5.00	IIEE	S/. 1,218,116.03		S/. 76.30	S/. 1,203,106.51		S/. 75.36
6.00	ACI	S/. 533,634.00		S/. 33.43	S/. 487,294.20		S/. 30.52
7.00	HVAC	S/. 532,205.00		S/. 33.34	S/. 97,194.90		S/. 6.09
	Ventilación e Vestibulos	S/. 77,858.18			S/. 16,123.80		
	Extracción de monóxidos	S/. 371,761.47			S/. 81,071.10		
	Ventilación de baños	S/. 82,585.35					
8.00	GAS	S/. 79,821.30		S/. 5.00	S/. 166,732.79		S/. 10.44
9.00	DYA	S/. 116,900.00		S/. 7.32	S/. 50,179.47		S/. 3.14
10.00	INTERCOMUNICADORES	S/. 28,505.57		S/. 1.79	S/. 31,655.00		S/. 1.98
11.00	EQUIPAMIENTOS	S/. 204,119.86		S/. 12.79	S/. 226,301.00		S/. 14.18
	GIMNASIO	S/. 45,915.00			S/. 42,801.00		
	NIÑOS	S/. 67,000.00			S/. 79,900.00		
	CINE	S/. 60,704.86			S/. 73,100.00		
	OTROS	S/. 30,500.00			S/. 30,500.00		
13.00	ASCENSOR	S/. 846,861.43		S/. 53.05	S/. 874,896.00		S/. 54.80
	ELEVADORES	S/. 764,361.43			S/. 792,396.00		
	DISCAPACITADOS	S/. 82,500.00			S/. 82,500.00		
14.00	OTROS	S/. 318,128.00		S/. 19.93	S/. 530,694.25		S/. 33.24
	CERCO ELECTRICO				S/. 4,620.00		
	SUB ESTACION				S/. 250,000.00		
	CCTV				S/. 11,396.19		
	REPOSICION OBRAS EXTERIORES	S/. 50,000.00			S/. 66,000.00		
	EQUIPAMIENTO COCINA	S/. 268,128.00			S/. 198,678.06		
COSTO DIRECTO		S/. 19,044,112.44		S/. 1,192.92	S/. 18,896,577.69		S/. 1,183.68
GASTOS GENERALES		9.00%	S/. 1,713,970.12	S/. 107.36	9.00%	S/. 1,700,691.99	S/. 106.53
UTILIDAD		5.60%	S/. 1,066,470.30	S/. 66.80	5.60%	S/. 1,058,208.35	S/. 66.29
SUB TOTAL			S/. 21,824,552.85	S/. 1,367.09		S/. 21,655,478.04	S/. 1,356.50
I.G.V.		18%	S/. 3,928,419.51		18%	S/. 3,897,986.05	
TOTAL PRESUPUESTO INCLUIDO IGV		S/. 25,752,972.37			S/. 25,553,464.08		

ANEXO N° 6: Circuito fiel en prelosas de control de trabajo diario “Level One”

CIRCUITO FIEL EN PRELOSAS: EDIFICIO MULTIFAMILIAR LEVEL ONE												
CUADRILLA PROPUESTA	ENCOFRADO HORIZONTAL DE PRELOSAS (m ²)											
	CUADRILLA						Lunes - sábado					
2 PAREJAS + 8.5 HH C/U	# Personas	4				0.5	4.5					
0.5 CAPATAZ + 8.5 HH	Horas al día torres	8.5				8.5	8.5					
INDICADORES	SEMANA											
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	27-sep	28-sep	29-sep	30-sep	01-oct	02-oct	04-oct	05-oct	06-oct	07-oct	08-oct	09-oct
	1						2					
	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2	P3-S3	P3-S4
HH trabajadas	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25
HH Total	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25
HH _{Acum}	38.25	76.50	114.75	153.00	191.25	229.50	267.75	306.00	344.25	382.50	420.75	459.00
Met _{Diario}	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53
Met _{Acum}	62.53	125.05	187.58	250.10	312.63	375.15	437.68	500.20	562.73	625.25	687.78	750.30
Rend _{Diario}	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Rend _{Acum}	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Rend _{presup}	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Ratio hh/m²	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Ratio HH	2.39	4.78	7.17	9.56	11.96	14.35	16.74	19.13	21.52	23.91	26.30	28.69
Ratio S/	41.90	85.75	128.63	171.50	214.38	257.25	300.13	343.00	385.88	428.75	471.63	514.50

ANEXO N° 7: Circuito fiel de control de trabajo diario en viguetas pretensadas “CORAL TOWER”

CIRCUITO FIEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CORAL TOWER VIGUETAS PRETENSADAS												
CUADRILLA PROPUESTA	ENCOFRADO DE LOSAS											
	FASE DE EJECUCIÓN											
7 PAREJAS + 9.5 HH C/U	# Personas	14		0.5	14.5		Lunes -viernes			14.5		Sábados
0.5 CAPATAZ + 9.5 HH	Horas al día torres	9.5		9.5	9.5					5.5		
INDICADORES	PROCESO DIARIO											
	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
	20-oct	21-oct	23-oct	24-oct	25-oct	26-oct	27-oct	28-oct	30-oct	31-oct	01-nov	02-nov
	1		2						3			
	P1-S1		P1-S2	P1-S3	P1-S4	P2-S1	P2-S2		P2-S3	P2-S4	P3-S1	P3-S2
HH trabajadas	137.75	79.75	137.75	137.75	137.75	137.75	137.75	79.75	137.75	137.75	137.75	137.75
HH Total	137.75	79.75	137.75	137.75	137.75	137.75	137.75	79.75	137.75	137.75	137.75	137.75
HH _{Acum}	137.75	217.50	355.25	493.00	630.75	768.50	906.25	986.00	1,123.75	1,261.50	1,399.25	1,537.00
Met _{Diario}	199.87		199.87	199.87	199.87	199.87	199.87		199.87	199.87	199.87	199.87
Met _{Acum}	199.87	199.87	399.74	599.61	799.48	999.35	1,199.22	1,199.22	1,399.09	1,598.96	1,798.83	1,998.70
Rend _{Diario}	0.69	-	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	-	0.69	0.69	0.69	0.69
Rend _{Acum}	0.69	1.09	0.89	0.82	0.79	0.77	0.76	0.82	0.80	0.79	0.78	0.77
Rend _{Presup}	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Ratio hh/m²	0.40	0.00	0.20	0.27	0.30	0.32	0.33	0.27	0.29	0.30	0.31	0.32
Ratio HH	80.11	0.36	80.47	160.57	240.68	320.79	400.90	321.15	401.26	481.37	561.47	641.58
Ratio S/	1401.90	6.27	1408.17	2810.06	4211.96	5613.85	7015.75	5620.12	7022.02	8423.91	9825.81	11227.70