

“Carta autorización del autor (es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016, revisada el 24 de Abril de 2020

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

De la Carrera / Programa:

autor(es) del trabajo final de graduación titulado:

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página Web institucional, así como medios electrónicos en general, Internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de la misma.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) _____ del mes _____ de año _____ a las _____. Asimismo doy fe de la veracidad de los datos incluidos en el documento y eximo a la Universidad de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores

Según orden de mención al inicio de ésta carta:



1-1729-0319

Universidad Latina de Costa Rica
Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Información
Escuela de Ingeniería Civil

Rendimientos de mano de obra en obra gris para losas postensadas en edificios tipo ofiCentro para el caso de estudio, 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Trabajo final de graduación para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Proponente:
Gean Kharlo Jiménez Murillo

Septiembre del 2020

Agradecimientos

Mi más profundo agradecimiento es hacia mi madre que estuvo en todo momento a mi lado aconsejándome, dándome la posibilidad económica de llevar mis estudios, sacándome de cualquier mal momento una gran sonrisa y motivándome a nunca dejar de esforzarme hasta lograr mis objetivos.

Le agradezco enormemente a mi padre quien también me apoyo económicamente y 2 de mis hermanas, a ellos por estar protegiendo de mi salud mental y física. Por hacer en todo momento divertirme de contar anécdotas de todo el proceso universitario.

Quiero agradecer especialmente a mi pareja, mi familia en general, mis amigos más cercanos y a los conocidos que hicieron de mí una mejor persona y también por motivarme en momentos críticos de la carrera a seguir adelante.

Agradezco también a todos los trabajadores de la empresa Jimaco Constructores por enseñarme durante el proceso constructivo de Corporate Business Center 100 Calle Blancos a entender los procesos constructivos y permitirme medir mi tesis basada en sus rendimientos.

Le agradezco al maestro de obras Juan Luis Salazar e Ingeniero Civil Eduardo Sánchez por tener una gran participación en la investigación de mi tesis.

Debo agradecerle a cada profesor con el que me involucré en los cursos de bachillerato, licenciatura y seminarios de graduación, porque de cada uno mínimo aprendí algo nuevo y me inculcaron nuevos valores, por motivarme a ser un mejor estudiante y profesional. Por darme un gran aporte en mi conocimiento de ética profesional y por siempre comprender el hecho de que trabajo y estudio a la vez.

Dedicatoria

Quiero dedicarle mi investigación a todas las personas que creyeron en mí y me han apoyado a lo largo de mi vida tanto en las buenas como en las malas.

Quiero dedicarle igualmente mi trabajo final a mi novia, por motivarme a querer ser el mejor a lo largo de la carrera y nunca dejar que me rindiera hasta el último momento.

Especialmente le dedico tanto mi tesis como la persona que soy ahora a mi madre, por reflejarme siempre la idea de verme graduado y cumpliendo mis objetivos durante todo el camino.

Epígrafe

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.”

Filipenses 4:13

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo por medio del análisis realizado a la empresa Jimaco Construcciones de Centroamerica durante la construcción del edificio Corporate Business Center 100 Calle Blancos, ubicado en Calle Blancos. El objetivo principal de la investigación fue determinar los rendimientos de mano de obra para losas postensadas en edificios tipo oficentro. Para ello fue necesario primeramente identificar las etapas constructivas de una losa postensada en el caso de estudio, basado en la información obtenida en campo, digital e ingenieril.

Identificar las etapas requiere de conocer detalladamente los tipos de losa que componen una losa postensada. Los tipos de losa se diferencian por su armadura, ya sea pasiva o activa. Básicamente la diferencia es su refuerzo en una contiene varilla de acero corrugada y el otro torón respectivamente, cabe a destacar que en el caso de estudio existían losas con características de vigas conformadas por ambos refuerzos.

Posteriormente se pretende que el lector comprenda e identifique los factores que afectan los rendimientos en la construcción de losas postensadas. Para ello fue necesario la colaboración de ingenieros y encargados involucrados en la supervisión e inspección de la construcción.

El objetivo de mayor relevancia es calcular los rendimientos finales de los procesos en obra gris de losas postensadas para distintos niveles. Para ello es necesario aplicar metodologías de cálculo actualizadas y además acoplar hojas de cálculo al estudio de rendimientos al caso en estudio.

Abstract

This research was carried out through the analysis carried out on the company Jimaco Construcciones de Centroamerica during the construction of the Corporate Business Center building 100 Calle Blancos, located on Calle Blancos. The main objective of the research was to determine the labor yields for post-tensioned slabs in office buildings. For this, it was first necessary to identify the construction stages of a post-tensioned slab in the case study, based on the information obtained in the field, digital and engineering.

Identifying the stages requires a detailed knowledge of the types of slab that make up a post-tensioned slab. Slab types are differentiated by their armor, either passive or active. Basically, the difference is its reinforcement in one containing corrugated steel rod and the other strand respectively, it should be noted that in the case of study there were slabs with characteristics of beams formed by both reinforcements.

Subsequently, it is intended that the reader understand and identify the factors that affect the performance in the construction of post-tensioned slabs. This required the collaboration of engineers and managers involved in the supervision and inspection of the construction.

The most important objective is to calculate the final performance of the post-tensioned slab gray work processes for different levels. For this, it is necessary to apply updated calculation methodologies and couple spreadsheets to the study of yields to the case under study.

Tabla de Contenido

CAPITULO I	1
1. Problema y Propósito.	2
1.1. Estado actual del objeto de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Enunciado del problema.	3
1.2.2. Formulación del problema.	6
1.3. Justificación del estudio de investigación.	7
1.4. Objetivos.....	9
1.4.1. Objetivo general.	9
1.4.2. Objetivos específicos.....	9
1.5. Alcances y limitaciones.	10
1.5.1. Alcances.....	10
1.5.2. Limitaciones.	10
1.6. Delimitaciones.....	11
1.6.1. Delimitación temporal.	11
1.6.2. Delimitación Espacial.....	11
CAPITULO II	12
2. Marco Teórico.	13
2.1. Definición de rendimiento de mano de obra.	13
2.2. Aspectos que afectan y determinan los rendimientos de mano de obra. ...	14
2.2.1. Economía general.	15
2.2.2. Aspectos Laborales.....	15
2.2.3. Clima.	16

2.2.4.	Actividades.	16
2.2.5.	Equipamiento.	17
2.2.6.	Supervisión e inspección.	17
2.2.7.	Trabajador.	18
2.3.	Ventajas del analizar el rendimiento de mano de obra.	19
2.4.	Metodología para el cálculo de Rendimientos.	20
2.4.1.	Determinación de rendimientos de mano de obra por horas-hombre.	20
2.5.	Sistema de losa postensada.	23
2.6.	Equipo requerido para el proceso de construcción de losas postensadas.	26
2.6.1.1.	Andamio de carga.	26
2.6.1.2.	Puntal de carga.	26
2.6.1.3.	Fenólico.	26
2.6.1.4.	Armaduras pasivas.	26
2.6.1.5.	Armaduras activas.	27
2.6.1.6.	Anclajes.	27
2.6.1.7.	Torón.	27
2.6.1.8.	Concreto.	28
2.6.1.9.	Ducto.	28
2.6.1.10.	Gato.	28
2.6.2.	Operativo.	29
2.6.3.	Instrumental.	29
CAPÍTULO III	30
3.	Marco Metodológico.	31
3.1.	Definición del enfoque metodológico y métodos de investigación.	31
3.2.	Sujetos y Fuentes de Información.	31

3.2.1.	Sujetos de información.	31
3.2.2.	Fuentes de información.	32
3.3.	Definición de variables.	32
3.4.	Instrumentos y técnicas utilizadas en la recopilación de los datos.	33
3.5.	Sustentación de la confiabilidad y validez de los instrumentos de la investigación.	34
CAPITULO IV	35
4.	Presentación de Resultados.	36
4.1.	Introducción.	36
4.1.1.	Tipos de losa.	38
4.2.	Etapas que se desarrollan durante la construcción de losas postensadas. 40	
4.2.1.	Etapas para la construcción de una losa postensada.	40
4.2.1.1.	Acopio de materiales y operaciones previas.	42
4.2.1.2.	Colocación de andamios de carga o puntales de carga con sus respectivas cabeceras y ajuste de altura.	43
4.2.1.3.	Colocación de vigas en madera.	46
4.2.1.4.	Colocación de encofrado de losa con madera tipo fenólico.	47
4.2.1.5.	Colocación de encofrados para cerramiento perimetral.	48
4.2.1.6.	Instalación de armadura pasiva inferior.	49
4.2.1.7.	Instalación completa de armadura pasiva en losas de 45cm.	50
4.2.1.8.	Colocación de anclajes activos sujetos al encofrado lateral.	51
4.2.1.9.	Colocación de separadores o soportes para torones.	52
4.2.1.10.	Colocación de ganchos.	54
4.2.1.11.	Colocación de torones o armadura activa.	55
4.2.1.12.	Colocación de armadura pasiva superior.	57

4.2.1.13.	Revisión de separación y alturas de torones.	58
4.2.1.14.	Colocación de previstas eléctricas y mecánicas.	59
4.2.1.15.	Colocación de bastones y cortantes.	60
4.2.1.16.	Limpieza general de losa.	61
4.2.1.17.	Colocación de concreto.	62
4.2.1.18.	Curado del concreto con agua.	65
4.2.1.19.	Tensado de los torones.	66
4.2.1.20.	Desencofrado y desmontaje de puntales o andamios de carga..	67
4.2.1.21.	Inyección de lechada en ductos.	68
4.3.	Identificación de factores que afectan los rendimientos.	69
4.3.1.	Economía general.	69
4.3.2.	Aspectos laborales.	69
4.3.3.	Clima.	70
4.3.4.	Actividades.	71
4.3.5.	Equipamiento.	71
4.3.6.	Supervisión e inspección.	72
4.3.7.	Trabajador.	72
4.4.	Cálculo de los rendimientos de mano de obra en obra gris para losas postensadas.	73
4.4.1.	Introducción.	73
4.4.2.	Procesos, tareas y lista de recursos.	74
4.4.2.1.	Colocación de estructura base para losa postensada.	74
4.4.2.2.	Instalación de acero de refuerzo.	75
4.4.2.3.	Colocación de concreto.	76
4.4.3.	Cálculo de rendimientos.	77

CAPITULO V 88

5. Conclusiones y Recomendaciones. 89

 5.1. Conclusiones. 89

 5.2. Recomendaciones. 90

6. Bibliografía 91

Índice de Tablas

Tabla 1: Indicador de construcción Enero-Diciembre (2016-2018).	5
Tabla 2: Indicadores CFIA de la Construcción en Costa Rica según tipo de obra.	5
Tabla 3: Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra.	14
Tabla 4: Matriz de sujetos de información.	31
Tabla 5: Matriz de variable conceptual, operativa e instrumental.	32
Tabla 6: Matriz de resumen losas postensadas.....	38
Tabla 7: Matriz de resumen losas postensadas.....	39
Tabla 8: Matriz de losas postensadas evaluadas.	73
Tabla 9: Matriz de resumen de tareas para el proceso de colocación de estructura base para losa postensada.	74
Tabla 10: Matriz de lista de recursos para la colocación de estructura base para losa postensada.	74
Tabla 11: Matriz de resumen de tareas para el proceso de instalación de refuerzo.	75
Tabla 12: Matriz de lista de recursos para la instalación de acero de refuerzo.	75
Tabla 13: Matriz de resumen de tareas para el proceso de colocación de concreto.	76
Tabla 14: Matriz de lista de recursos para la instalación de acero de refuerzo.	76
Tabla 15: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+3,50.	78
Tabla 16: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+5,25.	79
Tabla 17: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+6,75.	80
Tabla 18: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+8,25.	81
Tabla 19: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+9,75.	82
Tabla 20: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+11,25.	83

Tabla 21: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+12,75.
..... 84

Tabla 22: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+14,25.
..... 85

Tabla 23: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+18,70.
..... 86

Tabla 24: Matriz de lista de resumen rendimiento final promedio. 87

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación 100 Calle Blancos Corporate Business Center.	4
Figura 2: Gráfica de crecimiento y proyección del área de construcción en función del tiempo.	6
Figura 3: Estadística del Mercado de oficinas Colliers, 2018.	8
Figura 4: Dibujo esquemático de anclajes activos en losas postensadas.	24
Figura 5: Dibujo esquemático de anclajes pasivos en losas postensadas.	24
Figura 6: Planta estructural representativo medio nivel +8,25.	36
Figura 7: Planta estructural representativa nivel completo +18,70.	37
Figura 8: Detalle de entepiso tipo LC1.	38
Figura 9: Detalle losa tipo LC2.	39
Figura 10: Cronograma del ciclo de las etapas de construcción de una losa postensada.	41
Figura 11: Estructura temporal para acopio de materiales del nivel +11,25.	42
Figura 12: Detalle andamios de carga en doble altura.	43
Figura 13: Andamios de carga en doble altura para nivel +18,70.	44
Figura 14: Detalle andamios de carga en doble altura.	44
Figura 15: Puntales de carga para nivel +3,50.	45
Figura 16: Instalación vigas de madera para losa del nivel +12,75.	46
Figura 17: Instalación de madera fenólico para losa del nivel +18,70.	47
Figura 18: Instalación encofrado perimetral del nivel +18,70.	48
Figura 19: Instalación armadura inferior del nivel +12,75.	49
Figura 20: Instalación armadura losa eje E del nivel +18,70.	50
Figura 21: Instalación anclajes activos del nivel 0+00.	51
Figura 22: Colocación caballetes para torones del nivel +11,25.	52
Figura 23: Juego de caballetes para soporte de torones.	53
Figura 24: Armadura en columna de ganchos sobre el nivel 0+00.	54
Figura 25: Representación nivel complejidad de ganchos en columnas con torones.	54

Figura 26: Colocación de torones del nivel +5,25.	56
Figura 27: Colocación de anclajes pasivos del nivel +5,25.	56
Figura 28: Colocación armadura superior nivel del nivel +12,75.....	57
Figura 29: Revisión de altura de torones del nivel 0+00.	58
Figura 30: Tuberías del sistema de iluminación para el nivel +11,25.....	59
Figura 31: Colocación de bastones para losa del nivel +12,75.	60
Figura 32: Limpieza de losa del nivel +8,25.....	61
Figura 33: Junta de dilatación en unión de colada en nivel 0+00.....	62
Figura 34: Personal de colocación de concreto para la losa del nivel +12,75.	63
Figura 35: Lujado de losa del nivel +14,25.	64
Figura 36: Captura aérea colada de losa del nivel +18,70.....	64
Figura 37: Curado de losa del nivel +14,25.	65
Figura 38: Tensado con gato hidráulico de losa en nivel 0+00.	66
Figura 39: Apuntalamiento de losas del nivel +11,25, +14,25, +18,70.....	67
Figura 40: Gráfico de barras resumen de rendimientos en obra gris de losas postensadas del nivel 0+3,50 al nivel 0+18,70	87

CAPITULO I

1. Problema y Propósito.

1.1. Estado actual del objeto de estudio.

Actualmente las empresas han tenido que mejorar en distintas áreas a razón de incrementar la productividad y los procesos, mejorando en distintas áreas para lograr los resultados planeados en los proyectos de construcción, dado a esto se han realizados investigaciones en los últimos años que permiten obtener datos de los rendimientos que se pueden obtener en los proyectos de construcción en distintos énfasis.

En cuanto a los rendimientos de mano de obra se encontraron diferentes investigaciones previas que ayudaron a obtener las fórmulas para el cálculo del objeto de estudio.

La mano de obra es de los factores más importantes a la hora de llevar a cabo el proyecto de construcción ya que esta es la principal fuente de producción de los bienes en conjunto con los instrumentos de infraestructura, esta es una variable que afecta el rendimiento de una construcción por lo que es necesario determinar qué factores influyen en la misma.

Se encontró una investigación de Johan Octavio Brenes Serrano (2014), en su proyecto final de graduación *Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol, Equipo Constructor S.A*, determina que “el rendimiento de mano de obra se define como la cantidad de trabajo realizado de la actividad estudiada por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios, por unidad de recurso, normalmente se expresa en um/HH. (unidad de medida de la actividad por hora hombre)”.

De igual manera, se obtuvo información de suma relevancia del proyecto denominado “Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A” presentado en el 2014 del Instituto Tecnológico de Costa Rica por Johan Octavio Brenes Serrano. En este proyecto final de investigación se analiza resultado de una investigación sobre los rendimientos de mano de obra en la construcción de edificaciones y viviendas en prefabricado.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Enunciado del problema.

El presente proyecto consiste en determinar los rendimientos de mano de obra en obra gris para losas postensadas en edificios tipo ofiCentro para el caso de estudio, 100 Calle Blancos Corporate Business Center. El estado actual de la pandemia demuestra que la salud de los trabajadores debe tenerse presente para mantener o aumentar los rendimientos.

Este proyecto va a ser desarrollado por la empresa Jimaco Construcciones de Centroamérica S.A, mismo se encuentra ubicado en la provincia de San José, ruta 100 de Calle Blancos rumbo a La Uruca, costado oeste de la Fundación Samuel. Este es un edificio que cuenta con la certificación LEED ya que todo su proceso se caracteriza en la eficiencia tanto en un diseño sostenible como la energética de la misma con el objetivo de generar un menor impacto ambiental construido con estándares ecoeficientes.

Su área total de construcción abarca los 12.088,93 m² y va a contar con catorce niveles, de los cuales los cinco niveles superiores del edificio, descartando la azotea están destinados para área comercial y los primeros ocho niveles a recepción y parqueo de vehículos.

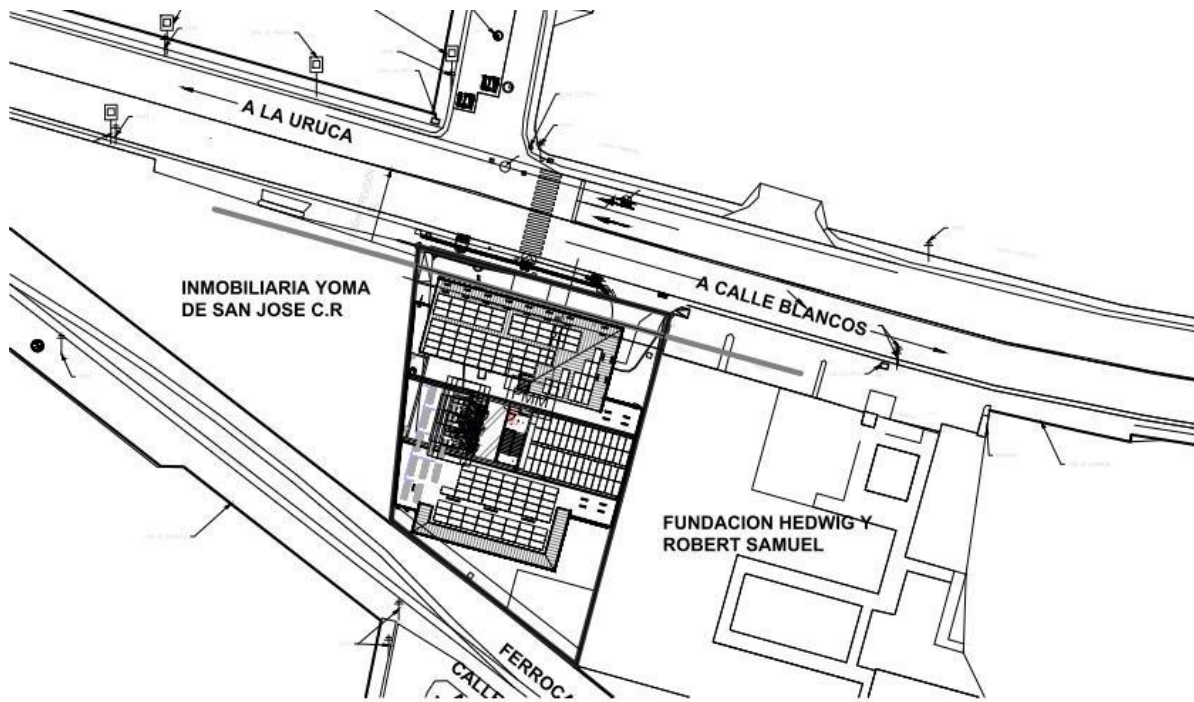


Figura 1: Ubicación 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Fuente: Lamina A0-001, planos arquitectónicos 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Según Brandon Flores, 23 enero de 2019, “Sector inmobiliario espera ver un impacto favorable en la economía”. La República. La gerente comercial Karla Quevedo analiza el crecimiento que se ha dado de los respectivos ofiencentros en los cuales asegura que “Según el Programa Macroeconómico del Banco Central 2018-2019, este año 2019 el crecimiento del sector se apoyará, efectivamente, en el desempeño de la construcción de obra privada. Para 2019 se proyecta que el sector crecerá aproximadamente en un 4%, cifra similar al incremento del año anterior, que fue del 4,33%. Sin duda los proyectos de tipo comercial, ofiencentros y desarrollos hoteleros, son de los que más van a aportar en este crecimiento.”

En los últimos años el proceso de construcción se ha mantenido en constante crecimiento, aumentando cada año el m2 de construcción.

Tabla 1: Indicador de construcción Enero-Diciembre (2016-2018).

Mes	2014	2015	2016
Enero	1 141 180	678 522	776 867
Febrero	660 671	787 510	941 508
Marzo	657 284	792 325	872 289
Abril	625 456	677 029	739 215
Mayo	559 497	634 109	980 385
Junio	528 655	654 857	976 220
Julio	619 619	840 094	747 200
Agosto	512 552	715 512	780 305
Septiembre	705 894	896 140	963 195
Octubre	708 937	963 214	964 365
Noviembre	604 799	872 015	1 091 400
Diciembre	713 628	672 217	555 436
Total general	8 038 173	9 183 545	10 388 384

Fuente: Informe anual 2018 estadísticas de la construcción, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

Tabla 2: Indicadores CFIA de la Construcción en Costa Rica según tipo de obra.

Tipo De Obra	2016	2017	2018
Habitacional	4 251 329	3 517 227	3 524 775
Infraestructura *	1 676 396	2 495 551	2 774 932
Comercial	2 544 330	2 124 891	2 156 408
Industrial	579 398	773 816	860 388
Institucional	644 754	519 485	413 004
Obras Complementarias	330 473	427 254	544 967
Turístico	118 472	93 459	51 385
Deportivo	47 590	99 365	64 886
Sanitario	81 895	27 443	42 907
Salud	25 333	14 360	109 126
Agroindustrial	29 254	41 078	42 169
Religioso	59 161	30 787	19 997
Total General	10 388 384	10 164 716	10 604 943

Fuente: Informe anual 2018 estadísticas de la construcción, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

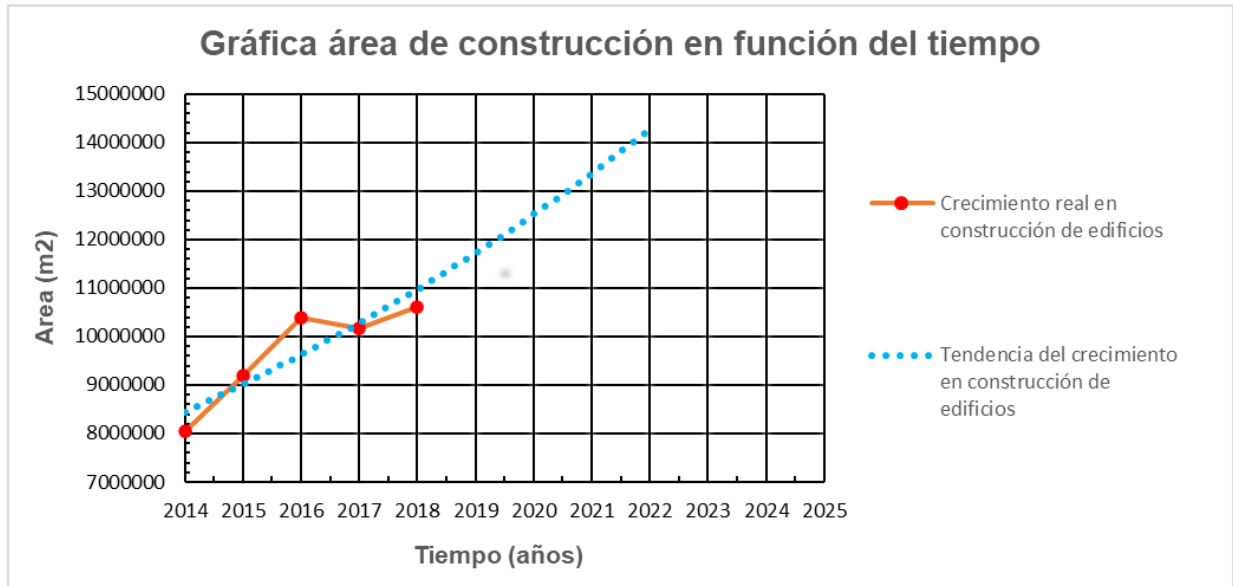


Figura 2: Gráfica de crecimiento y proyección del área de construcción en función del tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos obtenidos en el informe anual del 2018 sobre las estadísticas de la construcción del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, se grafica el crecimiento anual en un periodo del 2014 al 2018 desglosado en las tablas 1 y 2, con el fin de proyectar una curva al año 2022.

1.2.2. Formulación del problema.

De acuerdo con lo indicado anteriormente, el presente trabajo busca responder la siguiente interrogante ¿cuáles son los rendimientos de mano de obra en obra gris para losas postensadas en el edificio tipo ofiCentro para el caso de estudio, 100 Calle Blancos Corporate Business Center?

1.3. Justificación del estudio de investigación.

En los últimos años, la construcción ha crecido exponencialmente, generando una mayor tendencia en la construcción de edificios, por ejemplo, actualmente se construyen en Costa Rica torres como Leummi Business Center de 38 niveles o Sectr Sabana de 32 niveles. A razón del crecimiento de la demanda, determinar el rendimiento de dichos procesos es relevante para obtener datos actualizados en el cálculo del presupuesto de mano de obra y cronograma de proyecto.

El conocer los rendimientos de mano de obra en losas postensadas nos permite obtener un control del avance diario, lo cual tiene como resultado identificar donde incluir recursos de mano de obra según la tarea que lo requiera, para cumplir las fechas establecidas en cronograma.

Esta investigación pretende realizar cálculos que permitan dar un aporte significativo al tema y evaluar la información brindada, ya que es indispensable que las empresas de construcción conozcan los rendimientos de dichos procesos para mejorar la implementación de mano de obra y la producción.

El estudio pretende generar un impacto económico positivo a los empresarios e inversionistas, ya que les permite conocer mediante la determinación de rendimientos, como lograr disminuir tiempo durante el periodo de construcción eficientemente.

De igual manera, al encontrarse expansiones de demandas de ofiencentros con aproximadamente más del 90% de ocupación en edificios clase A, la presente investigación ayuda a enriquecer la información del tema de rendimientos de mano de obra, brindándole al lector una recopilación de datos y actualización que podrá ser aplicada tanto en la construcción del proyecto Corporate Business Center como otros proyectos del país posteriores a la investigación.

Al encontrarse en una zona comercial dentro del GAM, tiene un impacto directo social y económico ya que su objetivo es el alquiler de oficinas comerciales el mismo genera un flujo de dinero que ayuda a la economía del país y nuevas fuentes de empleo, por lo que es un proyecto de alta relevancia investigativa.

Según la empresa inmobiliaria Colliers Internacional (2018) 2T Sector de oficinas 2018, “El Mercado Inmobiliario de Oficinas ha presentado una tasa de crecimiento promedio de 4,78% en los últimos 5 años. Actualmente se están construyendo 69.132 m2 para espacios de oficinas y se tiene proyectadas aproximadamente 216.000 m2 para los próximos años.”.

Posteriormente, esta empresa brindó datos acerca del crecimiento del año 2018 en aproximadamente 60.000 m2, mientras que en período anterior el crecimiento de la oferta fue de sólo 27.000 m2, según Colliers dicho crecimiento que se presentó hace dos años en el país se presentó por la ampliación de América Free Zone en 14.000 m2, y la entrada en operación de 7 nuevos ofiencentros 4 en Heredia y 3 en el Oeste de San José, específicamente en Escazú, dicha empresa presentó un dato estadístico del mercado de oficinas en el GAM, presentado a continuación.



Figura 3: Estadística del Mercado de oficinas Colliers, 2018.

Fuente: Colliers International, 2018.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar los rendimientos de mano de obra para losas postensadas en edificios tipo oficentro para el caso de estudio, 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

1.4.2. Objetivos específicos.

Describir todas las etapas que se desarrollan durante la construcción de losas postensadas en el proyecto de estudio.

Identificar los factores que afectan los rendimientos en la construcción de losas postensadas.

Calcular el rendimiento final de cada nivel analizado y determinar el rendimiento promedio de todas las losas postensadas en la zona de estudio.

1.5. Alcances y limitaciones.

1.5.1. Alcances.

Los alcances que se circunscriben en el siguiente trabajo está dirigido a los oficentros, especialmente al proyecto 100 Calle Blancos Corporate Business Center, ubicado en la Uruca.

Orientado en determinar los rendimientos de mano de obra en el proceso de construcción de obra gris específicamente en losas postensadas.

En la presente investigación se pueden obtener datos actualizados y llevar a cabo un análisis entre los rendimientos de mano de obra en obra gris.

El Centro Corporativo 100 Calle Blancos Corporate Business Center, proyecta una duración inicial de catorce meses a partir del veintitrés de diciembre del 2019, su etapa de obra gris está programada con una duración de nueve meses iniciada desde enero del 2020 hasta noviembre del mismo año, partiendo de anclaje de muros hasta los muros de azotea.

1.5.2. Limitaciones.

De acuerdo con las limitaciones que circunscribe el presente trabajo, como principal se encontró la falta de estudio de los oficentros, por ende, no existen suficientes bases de datos para este tipo de obras.

Las condiciones climáticas que se presentaron en el proceso de investigación tuvieron muchas variables como lluvias, climas fríos o muy calientes, lo cual afectó la generación de los datos.

La presente investigación se limita a la investigación de mano de obra en obra gris segmentada en losas postensadas específicamente.

El proyecto se limitó al estudio de la obra gris de oficentros, por lo que los datos estadísticos no se encontraban lo suficientemente actualizados y especificados lo cual genero problemas por la información insuficiente.

1.6. Delimitaciones.

1.6.1. Delimitación temporal.

La toma de datos que se circunscriben al proyecto 100 Calle Blancos Corporate Business Center será comprendida dentro del periodo de mayo a septiembre del 2020.

1.6.2. Delimitación Espacial.

El presente escrito se compone en Costa Rica, ruta 100 ubicada en la provincia de San José, Calle Blancos en el proyecto 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

CAPITULO II

2. Marco Teórico.

2.1. Definición de rendimiento de mano de obra.

El rendimiento de mano de obra es el tiempo que emplea un obrero o una cuadrilla para ejecutar completamente una determinada cantidad de obra. Se encuentra relacionado directamente con el avance o porcentaje de ejecución de un proyecto, el rendimiento se puede cuantificar por mediciones realizadas en las obras y está sujeto a las condiciones de cada uno de los empleados. (Consuegra, 2006)

En síntesis, la relación entre la cantidad de obra realizada por la mano de obra, y el tiempo empleado para ello, determina el rendimiento observado; el rendimiento de la mano de obra se ve afectado por una serie de factores a lo largo de la obra, la mano de obra es uno de los componentes del proceso productivo y se considera una de las principales variables que afectan la productividad por lo que es necesario conocer el significado de este.

Los rendimientos son datos obtenidos a partir de un estudio de trabajo hecho en campo expresados como las horas hombre por cantidad de trabajo necesarias para llevar a cabo una actividad, son utilizados como base para una buena planeación y presupuestación de la obra lo que conlleva a determinar si es posible su ejecución como lo afirma Botero (2002).

Por lo tanto, la productividad se puede definir como la relación entre lo producido y los recursos utilizados para generar un producto en específico, se suele hablar de productividad de los materiales, de equipos, y de la mano de obra, siendo este último aspecto de los más importantes a tomar en cuenta ya que para lograr un aumento en la eficiencia del trabajo es necesario un aporte alto de todas las partes que pueden afectarla. (Serpell, 1986).

Uno de los objetivos principales de las empresas es que el proceso de construcción tenga un buen control de calidad, brindando una efectividad y eficiencia en todo su proceso, para tener mejor competitividad en el mercado es necesario mejorar los rendimientos del proceso como se menciona anteriormente.

Para realizar un buen rendimiento de mano de obra es fundamental la planeación de esta y tiene una afectación porque le permite a la empresa disminuir costos y el tiempo de ejecución del proyecto, logrando optimizar tiempo e insumos en la ejecución de dicha actividad.

2.2. Aspectos que afectan y determinan los rendimientos de mano de obra.

Las condiciones en las que un proyecto se encuentra influyen positiva o negativamente en los rendimientos de mano de obra durante el proceso de construcción, según John S. Page, los siguientes son factores que afectan el rendimiento de la mano de obra:

Tabla 3: Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra.

1	Economía general
2	Aspectos laborales
3	Clima
4	Actividad
5	Equipamiento
6	Supervisión
7	Trabajador

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1. Economía general.

Este factor representa la situación actual del país, se puede determinar como un estado económico del área geográfica en donde se desarrolla el proyecto, considerando que cuando esta economía es buena los rendimientos tienden a bajar ya que se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad, por lo tanto, si la economía mantiene su tendencia normal, se encontrara mayor disponibilidad de mano de obra y de mejor calidad.

Los aspectos que influyen directamente son:

- El volumen de trabajo o construcción global en la región.
- Las oportunidades de empleo.
- Tendencia de los negocios en general.

2.2.2. Aspectos Laborales.

En este factor encontramos aquellas condiciones laborales en que se desarrolla la obra que influyen en la eficiencia del trabajo y la disponibilidad de personal experto y capacitado; otras características a considerar son:

- Salarios o pagos: Así como los incentivos generan motivación, el salario es la principal fuente de remuneración del grupo de trabajadores, al encontrarse motivados los obreros serán más productivos y darán mejores resultados.
- Ambiente laboral sano y buenas relaciones entre los colaboradores.
- Obreros sindicalizados: Esto influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra ya que este mismo desde una mala perspectiva genera perdida del tiempo ocasionando una disminución de la productividad.
- El tipo de contrato: Se determina por contrato definido o por horas laboradas, ya que un contrato definido genera un mejor rendimiento que el que se genera por horas.
- Incentivos: El brindar incentivos aumenta la motivación de los trabajadores gracias dichas recompensas, ocasionando un impacto positivo en la mano de obra.

- La tranquilidad mediante la seguridad social.
- Seguridad industrial que permita disminuir riesgos de trabajo evitando incapacidades y accidentes de trabajo que puedan influir en el rendimiento.

2.2.3. Clima.

Cualquier estado climatológico que influya positivamente y/o negativamente, por ejemplo:

- En la etapa de presupuestación, algunas empresas aplican el cálculo más un factor de seguridad porcentual, dependiendo de la zona, la estación del año, duración del proyecto y ubicación geográfica.
- El estado del tiempo, por ejemplo, al estar en invierno la época lluviosa tiende a influir negativamente en los tiempos posteriormente planificados, afectando suelos, materiales, se presentan atrasos en el avance de proyectos y se ven disminuidas las horas de trabajo.
- La temperatura en la que se encuentra el proyecto, ya que en temperaturas extremas afecta el funcionamiento de las actividades normales.

2.2.4. Actividades.

Las actividades para realizar en una obra son previamente planificadas en un cronograma programado mediante un software, uno de los más comunes es Project que suministra el paquete de servicios de Office Profesional. Las actividades pueden ser afectadas durante el plazo de ejecución de las mismas, debido a los medios, el entorno, a poseer todas las condiciones necesarias a tiempo, por tener un grado de dificultad mayor al que el personal se encuentra capacitado o mayor a su experiencia de igual manera y también los riesgos que percibe el obrero afecta el tiempo de realización de las actividades provocando un incremento del tiempo.

2.2.5. Equipamiento.

Este factor es de suma importancia, el contar con el equipo apropiado para la ejercer las tareas permite el buen desarrollo de las actividades a desempeñar, para la mano de obra es necesario utilizar distintas herramientas, equipo de construcción y materiales que hacen que el proyecto se mantenga con los objetivos correctos y tiempos efectivos.

Por lo cual, para mantener un buen resultado se necesita contar con el equipo necesario en el tiempo determinado, así como igualmente los materiales utilizados afectan el rendimiento de los trabajadores, debido a que trabajar con materiales de buena calidad evita los atrasos en roturas de materiales empleando un correcto manteniendo. Los ingenieros encargados tienen que asegurarse que los obreros cuenten con estos suministros y los elementos de protección óptimos para la realización de las actividades necesarias para un buen funcionamiento de la obra.

2.2.6. Supervisión e inspección.

La mano de obra debe ser inspeccionada por personas profesionales y capacitadas ya sean los ingenieros o maestros de obra encargados que brinden a los obreros una buena retroalimentación de cómo se están efectuando las actividades durante todo el proceso.

La diferencia entre inspección y supervisión es que; la inspección es un acto de evaluar el trabajo, los objetos, los sistemas, personas para ver si se siguen los pedidos, estándares de calidad, reglamentos, leyes y normativas y la supervisión, por otro lado, es un acto de revisión continua mientras se dan órdenes y se garantice que se realicen de manera puntual, efectiva y cuidadosa.

Un ingeniero civil logra con éxito sus labores cuando cumple los tiempos establecidos mediante la planificación y a la vez manejando un control de gastos igual o menor al presupuestado y contienen factores que influyen en los rendimientos, como:

- Los criterios de aceptación del supervisor.
- Constantes mejoras y actualización de datos.
- La buena instrucción.
- El seguimiento constante a la ejecución de los trabajos.
- La gestión de calidad de la empresa y su aplicación.

2.2.7. Trabajador.

En el presente factor se puede observar a las personas trabajadoras en un nivel más integral, ya que las situaciones que viven los colaboradores afectan el desempeño del proyecto, la satisfacción con su trabajo y de su entorno favorece su estado de ánimo; el apoyo que recibe dentro de la compañía y las políticas dentro de la empresa son factores de consecuencia.

De igual manera, un trabajo exigente y agotado afecta la capacidad de las personas, deteriorando las actividades ya que algunos tienen mayores habilidades para el trabajo a presión que otros, así como las habilidades que presenta cada uno para realizar las actividades afecta la productividad por lo cual es importante tener personal calificado y capacitado que muestre una buena actitud hacia el trabajo y pueda brindar su máximo desempeño.

2.3. Ventajas del analizar el rendimiento de mano de obra.

La mano de obra es una de las partes en el proceso constructivo de un proyecto que afecta de manera directa el resultado de la obra, es una de las variables que permiten alcanzar el éxito de un proyecto de construcción.

Al tener el control del rendimiento nos permite estimar un soporte para que la obra se realice con el menor costo y en el menor tiempo posible por medio de la productividad, así como esta permite establecer la efectividad y calidad de los procesos que de igual manera nos permite determinar los factores que generan mayores tiempos en el proceso de mano de obra y detectar cual es el fallo que se presenta de acuerdo con los factores influyentes presentados anteriormente.

Al analizar este rendimiento le permite al ingeniero residente o encargado generar modificaciones que permitan poseer resultados positivos en la obra, un buen análisis podría representar a la empresa mejoras tales como:

- Aumento en los salarios por la mano de obra, lo que permite que los trabajadores se mantengan motivados al pertenecer en la empresa ya que se genera un aumento de la calidad de vida de cada persona
- Disminución en los costos de los proyectos.
- Mayor rendimiento para las empresas y sus profesionales, provocando mayores utilidades a la empresa.
- Permite una constante actualización de los datos directamente relacionado a la aplicación de nuevos sistemas constructivos.
- Adquisición de maquinaria y equipos de mayor calidad.
- Constante mejora de la productividad empresarial, que por consiguiente brinda una mayor atracción en el mercado

2.4. Metodología para el cálculo de Rendimientos.

Actualmente no existe una predisposición que sea claramente marcada afirmando que las empresas constructoras han emprendido con programas de mejora en rendimientos, más bien la tendencia va hacia fluctuaciones alarmantes.

Es claro que hay una tendencia en el alza de los costos por los distintos tipos de obra. Los factores económicos internos y externos hacen que produzcan incrementos en los costos de la construcción, para ello debe existir una buena administración de proyectos para que se neutralicen los mismos mejorando la productividad. Es aconsejable analizar las probables causas de este fenómeno, especialmente para el sector construcción de vivienda.

2.4.1. Determinación de rendimientos de mano de obra por horas-hombre.

A continuación, se describe el procedimiento para el cálculo de rendimientos de acuerdo con el profesor Milton Sandoval Quirós (2013).

Primeramente, se debe calcular las horas hombre por actividad, la cual se hace de la siguiente manera.

$$HH = t * \# \text{ operarios} + t * \# \text{ ayudantes} + t * \# \text{ peones} \text{ (Ec. 1)}$$

Donde:

- t = Tiempo (horas).
- HH = Horas hombre.

Una vez hecho el cálculo de la cantidad de horas hombres para determinada actividad se puede calcular el rendimiento de la siguiente forma.

$$Ri = \frac{HH}{Ci} \text{ (Ec. 2)}$$

Donde:

- Ri = Rendimiento de la medida i .
- HH = Horas hombre.
- Ci = Cantidad de trabajo.

El cálculo de rendimientos debe hacerse en diferentes horas, días y condiciones para que tenga validez de los datos. Si se hacen una sola vez este muestreo no es representativo de las jornadas laborales, ya que no es igual el rendimiento del lunes temprano con el del sábado, para ello la siguiente ecuación permite promediar las mediciones hechas a lo largo de jornadas laborales analizadas.

$$R_p = \frac{\sum Ri}{n} \text{ (Ec. 3)}$$

Donde:

- R_p = Rendimiento promedio.
- $\sum Ri$ = Sumatoria promedio.
- n = Número de muestras realizadas.

Dentro de las jornadas de trabajo hay tiempo de ocio, de comida y de descanso, esto de acuerdo como cada persona lo quiera tomar, por lo cual el rendimiento contempla un factor para el tiempo muerto donde se contabiliza los momentos del día que no son productivos y se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$T_m = \frac{Tim}{(Hb - Tim)} \text{ (Ec. 4)}$$

Donde:

- T_m = Factor de tiempo muerto.
- Tim = Horas improductivas.
- b = Jornadas de trabajo diaria en horas.

Una vez este calculado el factor de tiempo muerto, se procede a obtener el tiempo final del proceso basado en la siguiente ecuación.

$$R = R_p * (1 + T_m) \text{ (Ec. 5)}$$

Donde:

- R_p = Rendimiento promedio.
- T_m = Factor de tiempo muerto.

Seguido al cálculo, se debe calcular la desviación estándar para determinar la variación de datos a partir de su promedio, para ello se utiliza la siguiente ecuación.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R_i - R_p)^2 + (R_{ii} - R_p)^2 + \dots + (R_{iii} - R_p)^2}{n}} \text{ (Ec. 6)}$$

Donde:

- σ = Desviación estándar.
- R_p = Rendimiento promedio.
- R_i = Rendimiento de la medición i
- n = Número de muestreos realizados.

Finalmente, para obtener un criterio de aceptación se debe calcular el coeficiente de variación que es la relación porcentual entre la media y la desviación estándar de la siguiente forma:

$$C.V = \frac{\sigma}{R_p} \times 100 \text{ (Ec. 7)}$$

Donde:

- σ = Desviación estándar.
- R_p = Rendimiento promedio.

2.5. Sistema de losa postensada.

La técnica de construcción en concreto postensado se refiere al uso en elementos de concreto, de un conjunto de alambrones, torones, cables o tendones de alta resistencia, instalados según curvaturas o trayectorias predefinidas, que se tensionan al 80% de su resistencia una vez el concreto haya adquirido su resistencia inicial de diseño.

Deben ser debidamente soportados en los extremos con piezas metálicas de anclaje en forma de trompeta y agregarle placas con nidos para cuñas y cuñas en acero de gran resistencia. En este dispositivo se aplica la tensión de los torones.

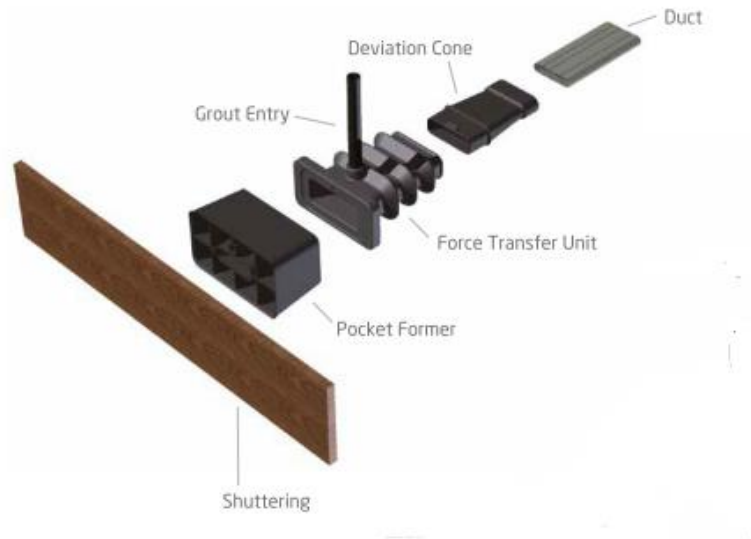


Figura 4: Dibujo esquemático de anclajes activos en losas postensadas.

Fuente: Post-tensioning systems, Civil Engineering Construction.

Por otro lado, los anclajes pasivos son bulbos (cebollas) formados por deformación de hilos de torón y va dentro de la losa de concreto.



Figura 5: Dibujo esquemático de anclajes pasivos en losas postensadas.

Fuente: Post-tensioning systems, Civil Engineering Construction.

Además, el sistema postensado cuenta con amarres de refuerzo auxiliar los cuales quedan adheridos una vez este colado, el cual consiste en generar cebollines con el alambre del torón y sujetarse a la armadura con el fin de limitar el movimiento. También cuenta con anclajes fijos inmóviles a un extremo de la losa sujeto al encofrado lateral y los anclajes ajustables al otro extremo también sujetos al encofrado lateral para permitir realizar el respectivo ajuste o tensionado con la gata hidráulica una vez este colado y con la resistencia opima.

Los torones de postensado están constituidos por 7 hilos de alambón, que se introducen en un conducto que permite el deslizamiento del cable en su interior, el cual se rellena con mortero lechada una vez se tensen los torones para generar adherencia entre los torones y la pared interior de los ductos.

El anclaje, conformado por elementos que actúan como mordazas y las cuñas de acero, son necesarias para el bloqueo de la fuerza del torón tensionado

Las características del postensado son:

- Se realiza el tensado después del colado
- El tensado requiere de equipos mecánicos
- La acción de postensado es externa
- La trayectoria de los cables puede ser recta o curva

En general el plazo de ejecución de este tipo de losas es más reducido que en hormigón armado debido a la posibilidad de tensar los cables 3 o 4 días después de colado, quedando la estructura autoportante y pudiendo continuar con el proceso constructivo en plantas superiores.

2.6. Equipo requerido para el proceso de construcción de losas postensadas.

2.6.1.1. Andamio de carga.

Los andamios de carga son fabricados en tubería estructural de alta resistencia. Se caracteriza por ser una estructura modular conformada por elementos triangulares indeformables, que permiten un rápido ensamble de torres para apuntalamiento vertical. Tienen capacidad portante hasta de 6 toneladas por puntal y permite cargas por torre de hasta 24 toneladas. Estas se emplean para el sostenimiento de losas a gran altura.

2.6.1.2. Puntal de carga.

Son elementos que soportan carga vertical desde 1360 hasta 3730 kg y con longitudes en un rango desde 2,00m a 4,90m. Algunas de sus ventajas son el ahorro de tiempo, ahorro de personal y alta capacidad de carga. Para efectos de losas postensadas se compone de cabeceras las cuales sujetan las vigas en madera y de los trípodes para estabilidad horizontal.

2.6.1.3. Fenólico.

Tablero contrachapado resistente de superficie lisa adecuado para diferentes necesidades. Posibilita mayor repetición de usos que los tableros convencionales y ofrece un excelente acabado de concreto expuesto.

2.6.1.4. Armaduras pasivas.

Son las mismas que las utilizadas en las losas de concreto armado tradicional. Están compuestas por barras corrugadas de acero.

2.6.1.5. Armaduras activas.

Estas armaduras trabajan únicamente a tracción y está compuesta por un grupo determinado de alambres enrollados helicoidalmente. Lo que diferencia unos cordones de otros es la cantidad de cables que lo componen y que pueden ser 2,3 o 7, siendo en este caso de 7 alambres por cordón.

2.6.1.6. Anclajes.

Son los elementos a través de los cuales se transmite el concreto la fuerza de postensado concentrada en el extremo del torón. Los anclajes suelen conformarse por placas metálicas, cuñas y elementos de protección contra la corrosión. Existen dos tipos de anclajes: pasivos y activos.

Los anclajes activos, son aquellos desde los que se tensa y los pasivos son los que reciben carga a través del torón, pero no directamente del gato de tensado.

2.6.1.7. Torón.

Se refiere al conjunto o paquete completo constituido por los anclajes y la funda. El cable es el que transmite las fuerzas del postensado al concreto.

Están compuestos normalmente por grupos de alambres dependiendo del número de alambres de cada grupo del sistema particular usado y de la magnitud de la fuerza tensora requerida.

2.6.1.8. Concreto.

El concreto no presenta diferencias sustanciales con el utilizado en cualquier obra postensada. Consiste en conseguir un concreto de alta resistencia, superior a los 350 kg/cm² con una alta resistencia a temprana edad para poder tensar los torones rápidamente, con buena trabajabilidad, con reducida retracción y fluencia por medio de aditivos, con el fin de evitar fisuras y pérdidas excesivas de fuerza de postensado.

La alta resistencia inicial es de al menos un 70% la resistencia a los 28 días, es decir de 245 kg/cm². Para obtener la resistencia mínima debe ser solicitada con un factor de seguridad a la concretera, en este caso se recomienda solicitar un concreto acelerado a 3 días para poder tensar al cuarto día.

Para verificar poder tener aprobación de la inspección estructural se requiere programar pruebas de muestreo de cilindros de concreto para fallar a los 3, 7, 14 y 28 días. La cantidad de muestreo depende del volumen total pero generalmente se solicita 1 muestreo de 5 cilindros para cada 40m³ con el fin de tener un quinto cilindro testigo para fallar si es necesario al quinto día.

2.6.1.9. Ducto.

Cubierta en la cual el acero del postensado es colocado para prevenir la adherencia durante la colocación de concreto.

2.6.1.10. Gato.

El método más común para esforzar o tensar los cables es el gato hidráulico, debido a su gran capacidad y poca fuerza necesaria para aplicar presión, además de su fácil manejo.

2.6.2. Operativo.

Se recurre al fabricante para obtener las metodologías prácticas tanto del manejo eficiente de la colocación de tendones como de los materiales que componen la losa postensada.

2.6.3. Instrumental.

Se recolecta una base de datos mediante tablas básicas donde involucre tiempos y cantidades para la medición correspondiente de la productividad de las diferentes actividades e instrumentos que se involucran para el proceso de elaboración de una losa postensada.

CAPÍTULO III

3. Marco Metodológico.

3.1. Definición del enfoque metodológico y métodos de investigación.

El enfoque metodológico de la presente investigación es cuantitativo, ya que está orientado en el análisis y el cálculo de cifras para determinar los rendimientos establecidos previamente, dichos datos finales serán presentados en forma de números con sus respectivos análisis estadísticos.

3.2. Sujetos y Fuentes de Información.

El presente trabajo de investigación tendrá como insumos los siguientes:

3.2.1. Sujetos de información.

Los sujetos de información para este trabajo serán los que se indican en la siguiente matriz:

Tabla 4: Matriz de sujetos de información.

Nombre	Descripción profesional	Tema
Eduardo Sánchez.	Ingeniero Civil, Enfocado en la construcción de losas postensadas.	Consulta y capacitación sobre las etapas de construcción de una losa postensadas. Consulta sobre análisis de rendimientos y memorias de cálculo.
Tobías Chacón Salazar.	Ingeniero Civil, Encargado de Departamento de Presupuestos.	Consulta sobre los factores que pueden afectar para el cálculo de rendimientos.
Erick Gustavo Cruz Padilla.	Ingeniero Civil, Profesor de Construcción 3 e Ingeniero Civil Residente.	Consulta sobre el análisis de los resultados obtenidos.
Juan Luis Solís.	Maestro de Obras, Especializado en la construcción de edificios.	Consulta, desde su experiencia, por la construcción de edificaciones a nivel nacional sobre factores que pueden afectar los rendimientos.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Fuentes de información.

Para el presente trabajo de investigación, las fuentes de información a las que se van a recurrir son todas aquellas especializadas en el área de interés.

3.3. Definición de variables.

Las variables en consideración necesarias para la elaboración de este trabajo de investigación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5: Matriz de variable conceptual, operativa e instrumental.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	DEFINICION INSTRUMENTAL
Recursos de mano de obra calificado	El recurso de mano de obra incluye todas las personas que hacen un trabajo en una empresa, proyecto o cuadrilla. La mano de obra es el esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien.	La cantidad de personal limita el avance de las cuadrillas de trabajo, es importante el control del personal calificado para que cada actividad tenga el rendimiento adecuado.	Para obtener el control de los recursos en mano de obra se pretende presentar el cuadro de rendimientos para cada losa a la constructora y así identificar si es necesario reforzar o disminuir el personal para cada losa.
Rendimiento de mano de obra para el uso de equipos o maquinarias	Los trabajadores de la obra deben tener conocimientos técnicos previos o al menos la capacitación para el uso óptimo de los equipos.	El uso inadecuado de equipos y maquinarias afecta su eficiencia y puede generar posibles daños costosos para las empresas involucradas ya sea directa o indirectamente.	El rendimiento del uso de equipos influye directamente en las actividades de mano de obra en obra gris, por lo que se pretende verificar el rendimiento de los equipos promedio y el manual técnico de uso.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 (continuación): Matriz de variable conceptual, operativa e instrumental.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	DEFINICION INSTRUMENTAL
Jornadas de trabajo en el proyecto	Las jornadas de trabajo hacen referencia al número de horas que el trabajador trabaja efectivamente en una jornada o día.	Para analizar la afectación de esta variable en el cálculo de los rendimientos, se debe conocer los horarios de trabajo para la construcción de losas postensadas.	Para conocer el impacto numérico en los rendimientos de mano de obra se aplica el factor de tiempo muerto que depende directamente de los tiempos muertos y la jornada de trabajo diaria.
Seguridad ocupacional	Es el conjunto de lineamientos obligatorios que tienen por objeto la prevención y limitación de riesgos laborales, así como la protección contra accidentes capaces de producir daños a los trabajadores, bienes o medio ambiente.	Debido a que existe presencia de seguridad ocupacional, resulta ser más laborioso pero menos riesgoso las actividades, el hecho de manejar toda la indumentaria personal y recibir capacitaciones involucra un atraso en la continuidad de las actividades.	Para identificar los factores que involucra la salud o seguridad ocupacional. Se solicita acceso a los reportes sobre el control de desechos y el personal laborando en estas actividades, para no requerir el del personal calificado para actividades de obra gris en actividades de limpieza, orden, entre otros.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Instrumentos y técnicas utilizadas en la recopilación de los datos.

Para la realización del presente trabajo vamos a utilizar para recopilar datos tablas programadas de Excel, además entrevistas a profesionales (ingenieros y maestros de obra) y empresas que se dedican a desarrollar estos sistemas constructivos, los cuales pueden aportar debido a su conocimiento para la elaboración de este escrito.

3.5. Sustentación de la confiabilidad y validez de los instrumentos de la investigación.

En el punto anterior se mencionaron los instrumentos que se utilizaran para la realización de este escrito, los cuales tienen confiabilidad, ya que estos son profesionales responsables y con conocimientos respecto al tema que abarcara este escrito.

CAPITULO IV

4. Presentación de Resultados.

4.1. Introducción.

Es de suma importancia conocer e identificar las actividades, procedimiento y equipo optimo con las que se va a trabajar en campo. En esta práctica se propone que el lector conozca e identifique las diferentes etapas de obra gris en losas postensadas que se desarrollan durante la construcción y la gestión del proyecto de estudio.

Describir las etapas requiere de conocer estructuralmente los tipos de losa que componen una losa postensada, tanto para los medios niveles como los niveles completos.

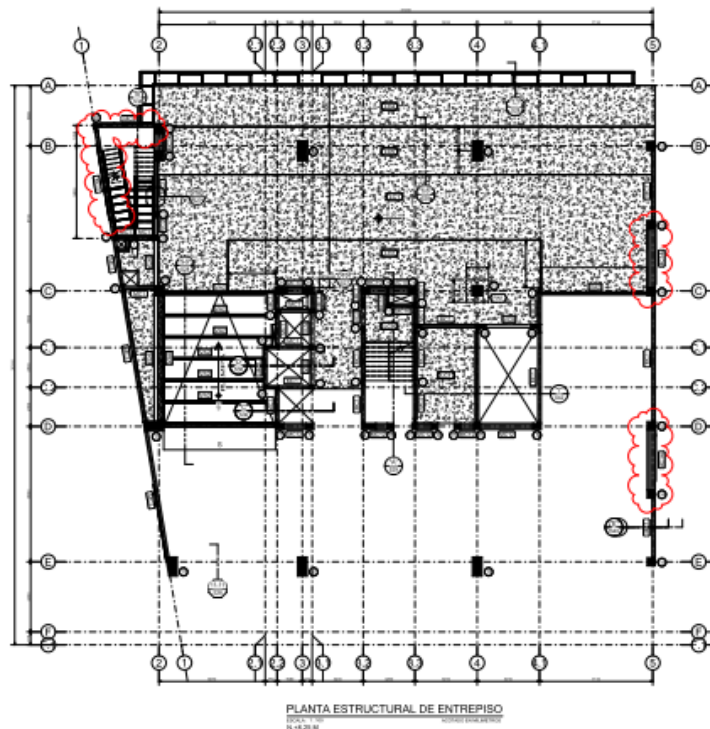


Figura 6: Planta estructural representativo medio nivel +8,25.

Fuente: Plano estructural lámina S04 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

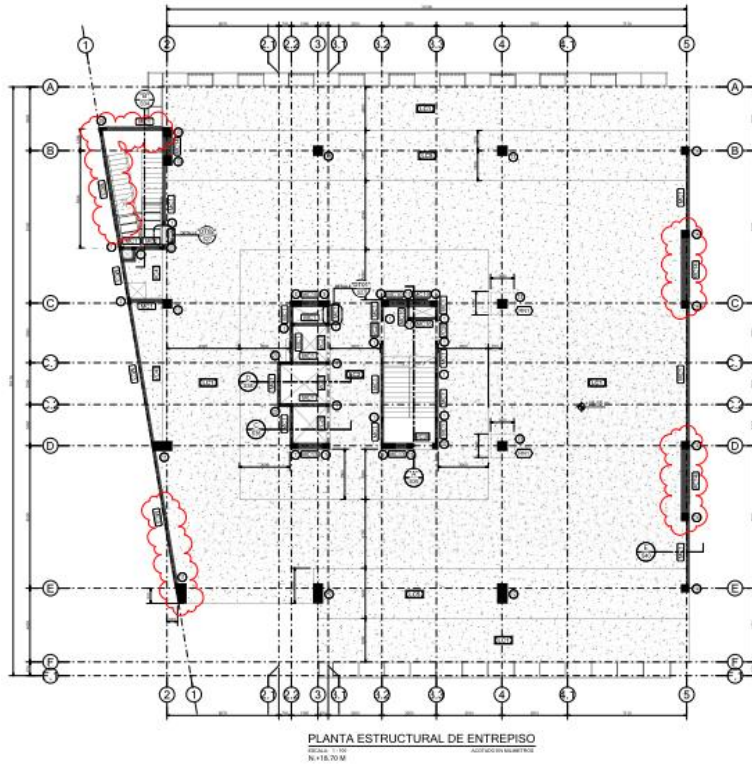


Figura 7: Planta estructural representativa nivel completo +18,70.

Fuente: Plano estructural lámina S07 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.1.1. Tipos de losa.

A continuación, se muestran algunos detalles estructurales de los tipos de losa que existen en 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

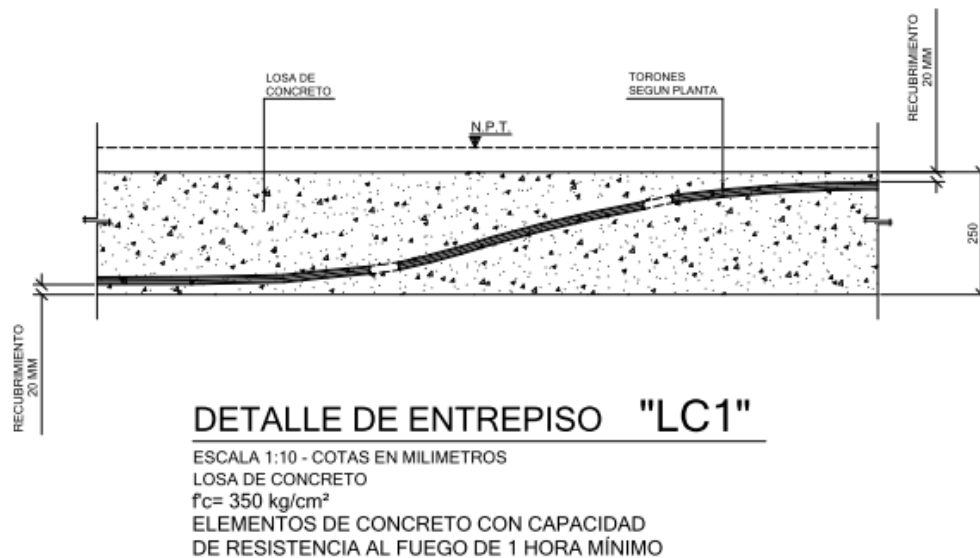


Figura 8: Detalle de entrepiso tipo LC1.

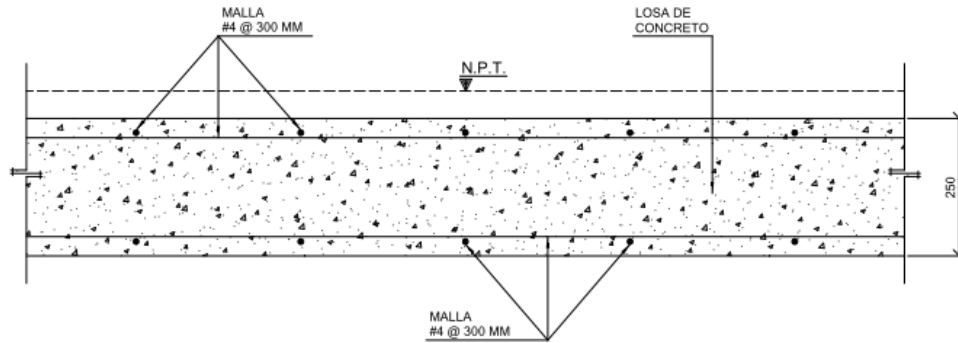
Fuente: Plano estructural lámina S23 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

La losa tipo LC1 es la más común en la clasificación de armaduras activas para losas postensadas. Estas se diferencian por sus espesores tal y como se representa en la siguiente tabla:

Tabla 6: Matriz de resumen losas postensadas.

TIPO DE LOSA	ESPESOR (cm)
LC1	25
LC5	45
LC5a (sobrelosa de 5cm)	45
LC6 (sobrelosa de 5cm)	25

Fuente: Elaboración propia.



DETALLE DE ENTREPISO "LC2"

ESCALA 1:10 - COTAS EN MILIMETROS

LOSA DE CONCRETO

ELEMENTOS DE CONCRETO CON CAPACIDAD
DE RESISTENCIA AL FUEGO DE 1 HORA MÍNIMO

Figura 9: Detalle losa tipo LC2.

Fuente: Plano estructural lámina S23 100 Calle Blancos Corporate
Business Center.

La losa tipo LC2 se encuentra ubicada alrededor de los elevadores y el ducto de escaleras principales y es la más común en la clasificación de armaduras pasivas para losas postensadas.

Tabla 7: Matriz de resumen losas postensadas.

TIPO DE LOSA	ESPESOR (cm)	MALLA SUPERIOR (#)	MALLA INFERIOR (#)	SEPARACIÓN (cm)
LC2	25	4	4	30
LC3	25	5	5	25
LC4	25	4	3	30
LC7	27,5	5	5	20
LC8	20	4	4	20
LC9	15	3	3	15

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Etapas que se desarrollan durante la construcción de losas postensadas.

4.2.1. Etapas para la construcción de una losa postensada.

La ejecución de un sistema de losa postensado completo generalmente consta de un proceso cíclico el cual se detalla a continuación:

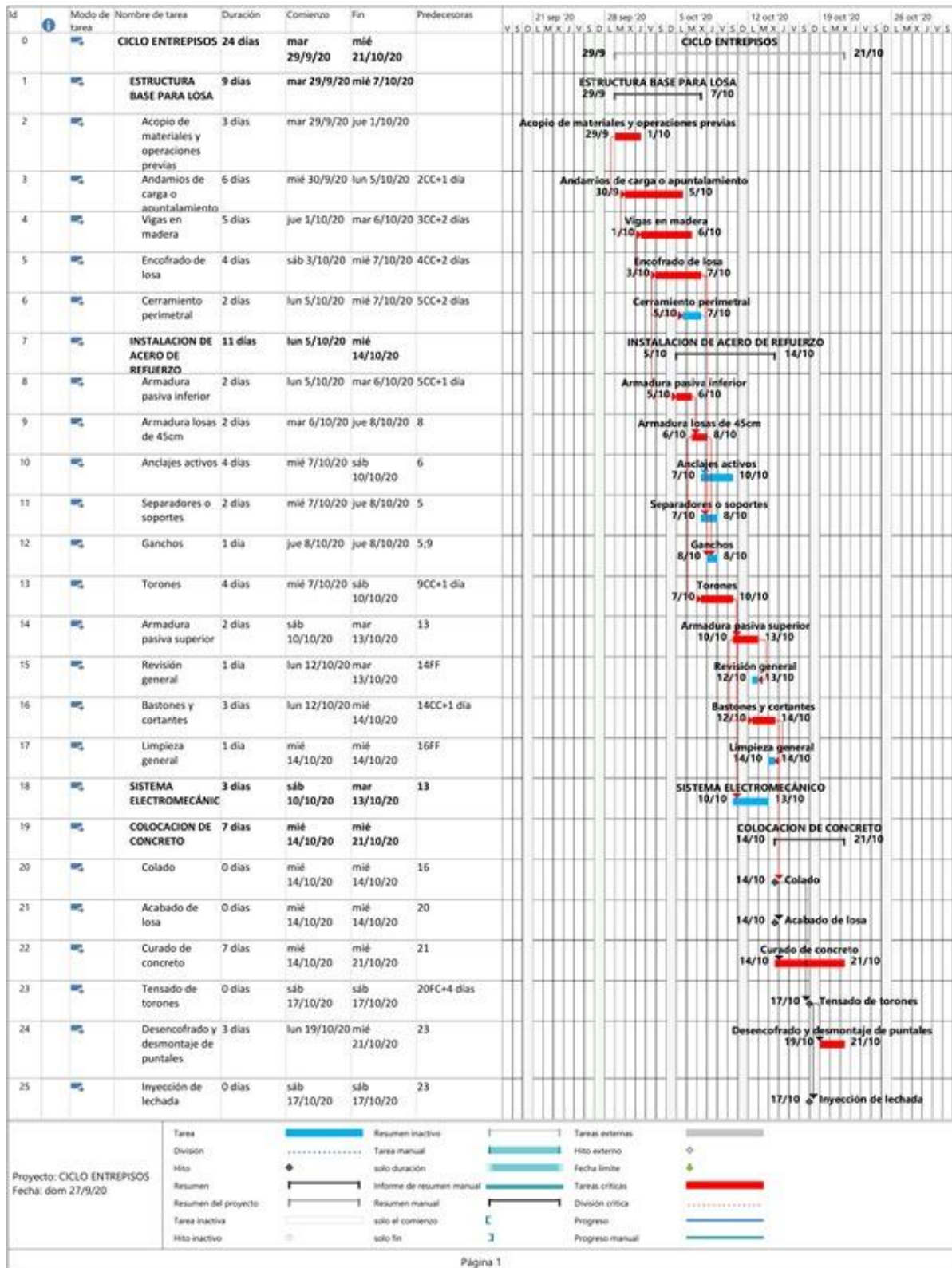


Figura 10: Cronograma del ciclo de las etapas de construcción de una losa postensada.

Fuente: Elaboración propia, software Project, 2020.

4.2.1.1. Acopio de materiales y operaciones previas.

Una vez que el corte de los cables se fabrique a la medida en planta, los materiales para la losa postensada se reciben y almacenan en proyecto, requiere de una serie de operaciones previas. Algunas de estas tareas son: identificar los tipos de cables, para facilitar la colocación de estos; preparación e identificación de los andamios o puntales de carga según su altura. Todos estos equipos se transportan con ayuda de la Grúa Torre y una estructura temporal.

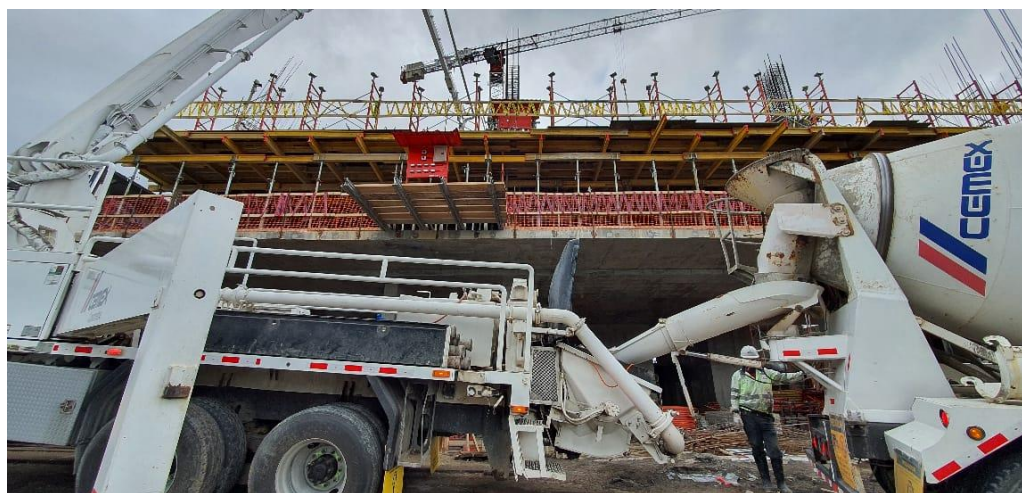


Figura 11: Estructura temporal para acopio de materiales del nivel +11,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.2. Colocación de andamios de carga o puntales de carga con sus respectivas cabeceras y ajuste de altura.

La densidad requerida de equipo debe ser aprobada previo a instalarse mediante planos de taller ya sea andamios de carga para alturas mayores a 4 metros o puntal de carga para alturas menores a 4 metros entre el nivel de piso de losa de la losa en que se apoya (losa inferior) y el nivel por debajo de la losa a soportar (losa superior) como se representa en las siguientes ilustraciones. Cabe a destacar que estos dos sistemas pueden combinarse para sujetar una misma losa.

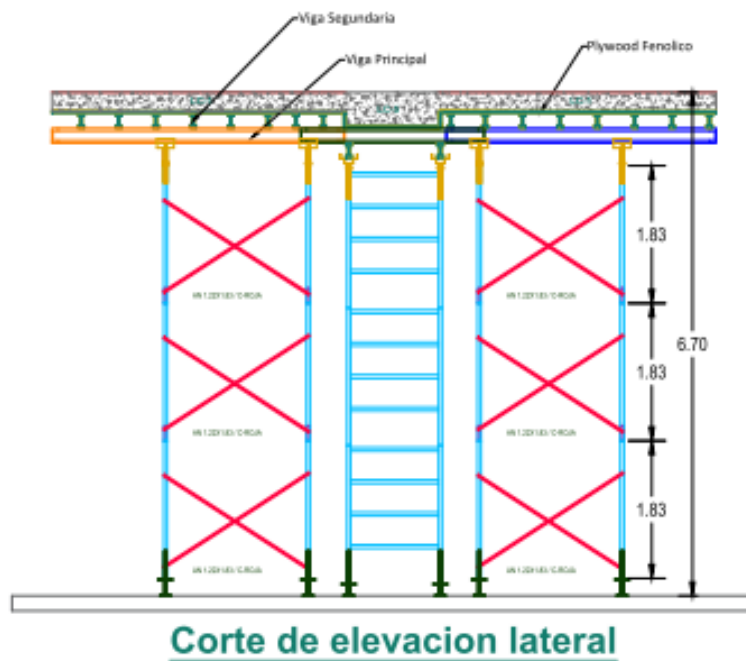


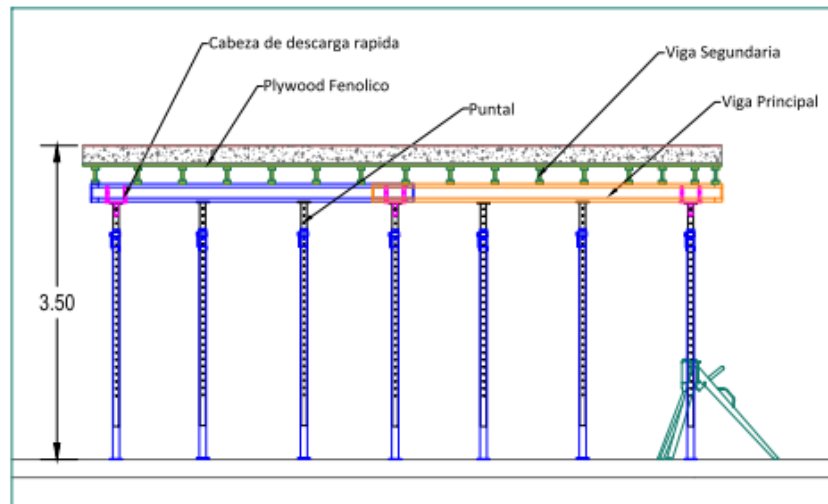
Figura 12: Detalle andamios de carga en doble altura.

Fuente: Plano suministrado por Terraequipos.



Figura 13: Andamios de carga en doble altura para nivel +18,70.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.



Corte de elevacion lateral

Figura 14: Detalle andamios de carga en doble altura.

Fuente: Plano suministrado por Terraequipos.



Figura 15: Puntales de carga para nivel +3,50.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.3. Colocación de vigas en madera.

Se puede utilizar cualquier tipo de vigas de carga, siempre y cuando cumpla con las características de resistencia, longitud y desde el punto de vista constructivo de fácil movilidad. Para el caso de estudio se utilizan vigas de madera las cuales se apoyan mediante sujetadores o comúnmente conocidos como cabeceras para fijar dos vigas de manera segura y transferir la carga al puntal o andamio de carga. La estructura de diseño de estas vigas está compuesta por la viga principal (inferior) y viga secundaria (superior) como se representa en la Figura 11 y Figura 13.



Figura 16: Instalación vigas de madera para losa del nivel +12,75.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.4. Colocación de encofrado de losa con madera tipo fenólico.

Se puede utilizar cualquier tipo de encofrado, siempre y cuando tenga suficiente rigidez, puesto que sus deformaciones pueden alterar la altura de los torones y por defecto poner en riesgo la seguridad constructiva y post constructiva. Uno de los encofrados más comunes es en madera tipo fenólico, mismo se utiliza para este proyecto debido a sus características como es; piezas 1,22x2,44 metros, espesor en 3/4 de pulgada (18mm) y garantizado hasta cincuenta usos siempre y cuando se le dé un manejo óptimo.

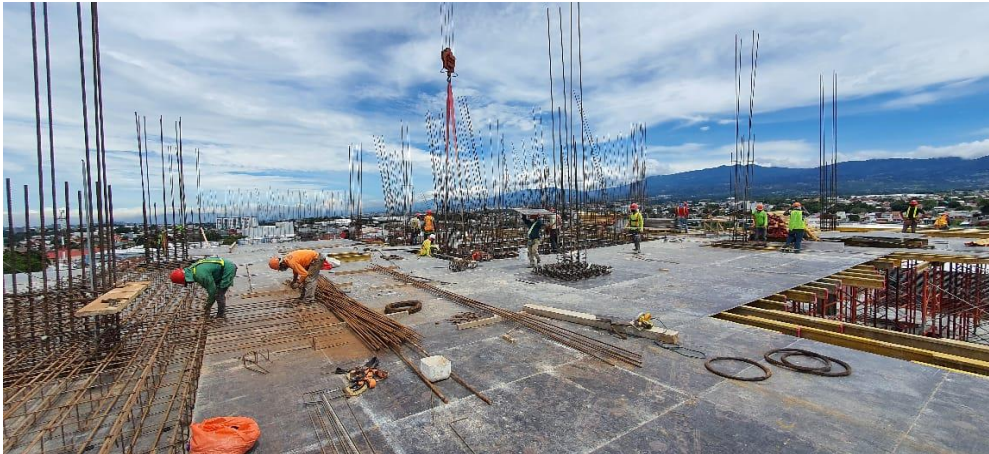


Figura 17: Instalación de madera fenólica para losa del nivel +18,70.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.5. Colocación de encofrados para cerramiento perimetral.

El encofrado perimetral tiene distintas funciones como por ejemplo retener el concreto fresco, sujeción de los anclajes para el postensado, ayudan para verificar los niveles de piso terminado, para el proyecto se utilizan tablas en 12'' por 4 varas en madera de pino o también sobrantes de madera fenólica.



Figura 18: Instalación encofrado perimetral del nivel +18,70.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.6. Instalación de armadura pasiva inferior.

Se colocará primero solamente la armadura o malla inferior en las losas reforzadas con varilla con el fin de no generar trabajo extra al momento de instalar los torones. Se dispondrá de armadura de refuerzo en zonas de anclaje.



Figura 19: Instalación armadura inferior del nivel +12,75.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.7. Instalación completa de armadura pasiva en losas de 45cm.

La logística a nivel constructivo se debe a lograr generar una estructura que facilite la sujeción de los tendones los cuales viajan en medio de las losas de espesor en 45cm ubicadas sobre el eje E y C.



Figura 20: Instalación armadura losa eje E del nivel +18,70.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.8. Colocación de anclajes activos sujetos al encofrado lateral.

Los anclajes deben ir rígidamente sujetos al encofrado lateral o cerramiento. Esto se consigue mediante un sistema de atornillado que proporciona el proveedor, evitando el desplazamiento del anclaje y que varíe el ángulo de incidencia al ejercer la fuerza de tensado.

El encofrado perimetral debe cumplir con las perforaciones de acuerdo con las cotas donde se ubican los anclajes definidos por el estado de tensiones. Muchas veces los anclajes coinciden con columnas y debido a su densidad en armadura sea posible desplazar el anclaje respecto de su posición teórica.



Figura 21: Instalación anclajes activos del nivel 0+00.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.9. Colocación de separadores o soportes para torones.

Debe realizarse un planteo de la ubicación de los soportes de torones. Se debe realizar un chequeo de altura y el trazo que requiere el torón para así asegurarse que pase por la cota deseada. Además, como máximo la separación de silletas será de 1m y estas pueden utilizarse tanto en concreto o plástico.

La tolerancia de los caballetes y las silletas en altura es de 1cm. La tolerancia en el trazado del cable debe ser menor de $h/40$ o 5mm, ya que de lo contrario puede implicar un efecto activo del tensado no deseable.

Los caballetes deben ser rígidos y el correcto alzado del trazado depende de la rigidez y la uniformidad del encofrado. La experiencia demuestra que, los caballetes formados por barras de acero corrugado (varillas) de 8 a 12mm de diámetro, llegan a errores de ± 10 mm debido a que normalmente suelen deformarse con facilidad cuando son pisados o pierden el ángulo de doblez. Esto conlleva a un intenso control de la obra que puede ocasionar retrasos en la ejecución y riesgos innecesarios.



Figura 22: Colocación caballetes para torones del nivel +11,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.



Figura 23: Juego de caballetes para soporte de torones.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.10. Colocación de ganchos.

La colocación de ganchos es un proceso de armado y amarres complejos. Los ganchos ubicados en columnas deben tener su respectivo dobles previo a iniciar el proceso constructivo de cada entrepiso. El nivel de complejidad de colocación es alto y en el momento de instalar los torones dificulta su instalación.



Figura 24: Armadura en columna de ganchos sobre el nivel 0+00.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.



Figura 25: Representación nivel complejidad de ganchos en columnas con torones.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.11. Colocación de torones o armadura activa.

Es necesario estudiar el orden de colocación de torones. Esto requiere un análisis de los planos estructurales suministrados por el subcontratista y aprobados por ingeniero a cargo de la obra, previo a ejecutar las actividades como apuntalamiento, colocación de vigas, encofrado y armadura inferior.

De igual manera debe acordarse con los distintos encargados en campo un plan de trabajo para la instalación de torones de tal forma que ningún equipo interfiera, con el fin de traslaparse y lograr recortar plazos de entrega. Para generar una curva de aprendizaje también es necesario que exista una posterior a cada colada, comunicando efectivamente las causas que afecten el plazo programado y poder plantear un reforzamiento del recurso necesario en próximos niveles.

Al colocar los cables es conveniente estirar manualmente para evitar el efecto guirnalda. La intersección de cables da lugar a replanteos complejos y conseguir el trazado teórico puede ser imposible debido a la anchura de la banda de cables.

La existencia de armadura inferior, en dos direcciones, ayuda a dar alineación de cables, de no haber referencia se realiza un reforzamiento con varillas #3 para asegurar la alineación y evitar el origen de tracciones no deseadas.



Figura 26: Colocación de torones del nivel +5,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Al otro extremo del anclaje activo se encuentran los anclajes pasivos, en ellos no está previsto dar tensión por lo que quedan embebidos en el hormigón.

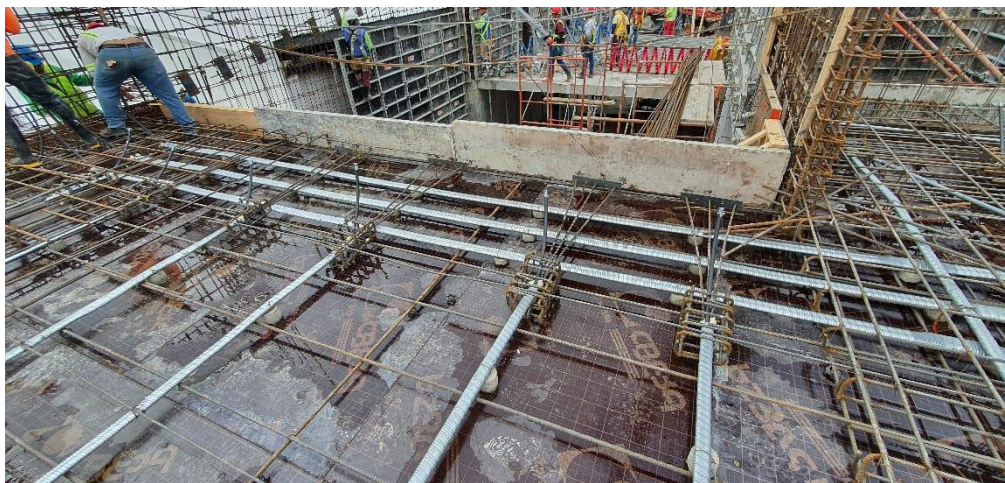


Figura 27: Colocación de anclajes pasivos del nivel +5,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.12. Colocación de armadura pasiva superior.

La colocación de armadura superior esta sujeta por soportes suficientemente rígidos para que impidan que descienda ante la pisada en obra. Estos soportes son independientes de los soportes para torones. Al colocar esta armadura debe tomarse en cuenta un cuidado especial para no perjudicar los trabajos ya realizados.

Se sugiere que los mismos operarios sean altamente calificados y con amplia experiencia, el problema que se detecta comúnmente es que al ser subcontrato esto no se controla rigurosamente, por lo que debe hacerse la revisión posterior.



Figura 28: Colocación armadura superior nivel del nivel +12,75.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.13. Revisión de separación y alturas de torones.

La revisión es de carácter obligatorio y se realiza por un profesional responsable de la obra, en la mayoría de los casos el ingeniero estructural que inspecciona. Dentro de su revisión verifica que no existan anomalías en la altura, la horizontalidad y la separación de los torones previo a dar un visto bueno formal para el colado. Sin el visto bueno no se debe continuar con el proceso. Además, se recomienda que el ingeniero residente a cargo de la obra realice una revisión sustanciosa antes de la visita del inspector.



Figura 29: Revisión de altura de torones del nivel 0+00.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.14. Colocación de previstas eléctricas y mecánicas.

En una losa postensada es de suma importancia respetar la ubicación de diseño en previstas eléctricas y mecánicas, debido a que es complementario con el diseño de cotas de torones. De tener alguna prevista adicional posterior al colado de la losa, debe verificarse la ubicación de los torones. Una prevista mecánica o eléctrica no debe interferir de manera que ponga en riesgo la tolerancia del torón.

El avance del sistema electromecánico debe de ir detrás de todas las etapas del proceso de construcción de una losa. Depende directamente que habiliten frentes de trabajo de tal forma que no se convierta en ruta crítica para la colada de la losa.

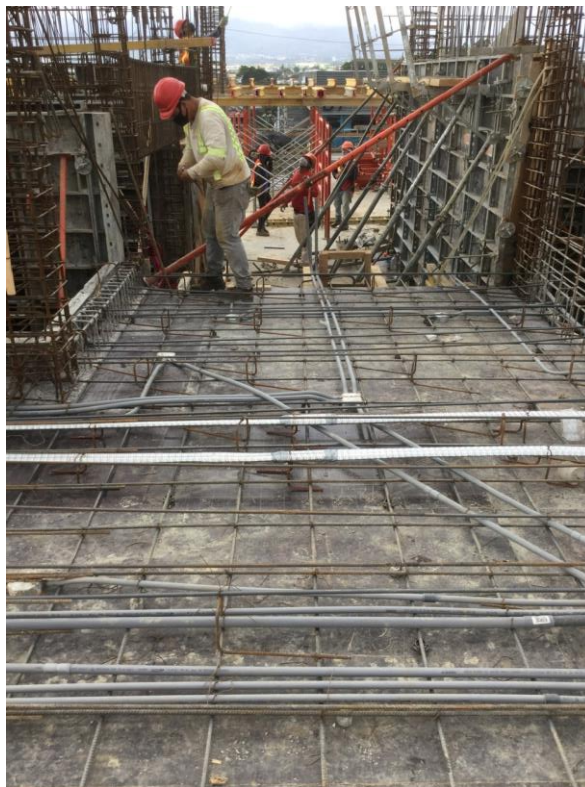


Figura 30: Tuberías del sistema de iluminación para el nivel +11,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.15. Colocación de bastones y cortantes.

Las losas en concreto reforzado con varilla corrugada usualmente les generan cortes conocidos como sisado con equipos especiales. El fin del sisado es poder contrarrestar y direccionar los esfuerzos por temperatura que presenta el concreto.

Los esfuerzos por temperatura generan grietas visibles en el concreto y de no ser sisado, no tienen una dirección uniforme. En la construcción se debe evitar estas grietas que comúnmente comienzan en zonas críticas como lo es vértices o desniveles de losa.

Al ser una losa postensada corre el riesgo de cortarse el torón por lo que el ingeniero estructural realiza un diseño óptimo de bastones con ubicaciones estratégicas para disminuir en gran parte este efecto.

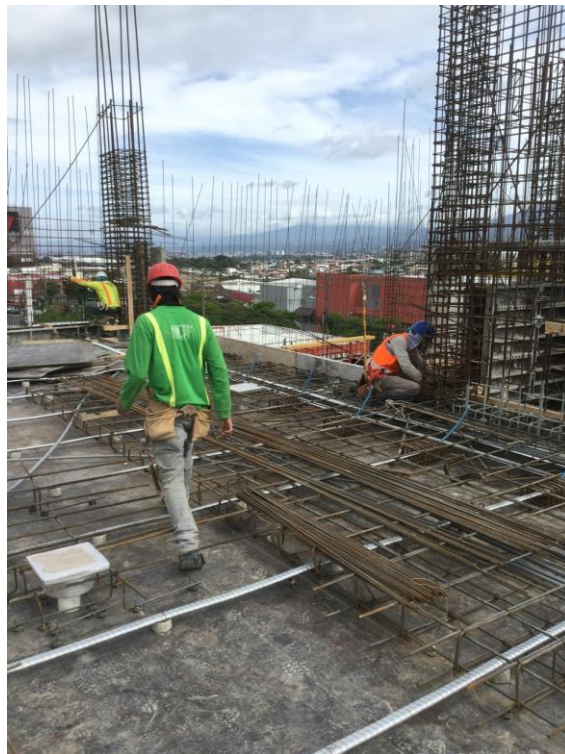


Figura 31: Colocación de bastones para losa del nivel +12,75.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.16. Limpieza general de losa.

Limpiar la losa previa al colado es indispensable. Durante todas las etapas se generan cortes de alambre, torones, tuberías en PVC, varillas, madera fenólica, madera tipo pino, cuerda y demás y para contrarrestar el tiempo al momento de la limpieza final se requiere de participación de un equipo de trabajo coordinados para el control de desechos.

Una limpieza final adecuada como mínimo requiere de equipo a presión para lograr eliminar la herrumbre y desechos químicos afectan el acabado inferior de la losa al desencofrar.



Figura 32: Limpieza de losa del nivel +8,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.17. Colocación de concreto.

El concreto debe ser fluido para que pueda extenderse y compactarse con facilidad y ha de alcanzar su alta resistencia inicial. Lo más común es colocar con bomba telescópica y complementar con tubería si es necesario para mayor alcance.

Para las coladas de niveles completos es importante disponer de juntas para dividir en segmentos de tamaño adecuado para que sea posible el colado en un día. La posición de estas juntas se debe prever de antemano y verificar un buen encofrado. Se puede disponer de conectores, si bien los tendones pueden atravesar las juntas sin ellos. Conviene armar esta junta adecuadamente e incluso postensarla para dar la continuidad requerida.

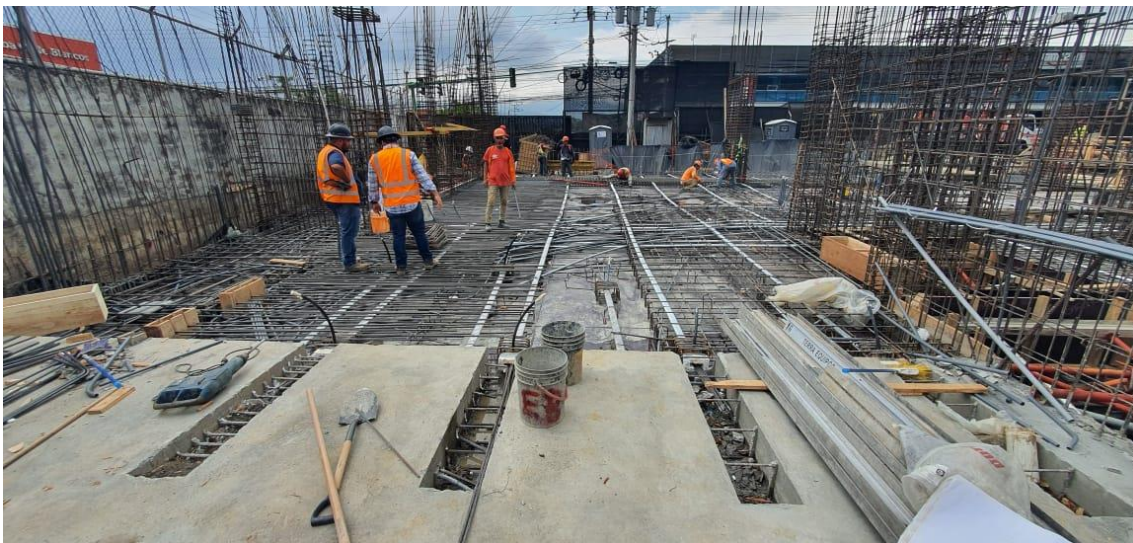


Figura 33: Junta de dilatación en unión de colada en nivel 0+00.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Deberá evitarse que durante la colocación de concreto se muevan o se desalineen los tendones y armaduras. El vibrado en la zona de anclajes debe ser de especial cuidado, para evitar la creación de nidos o insuficiente resistencia. En estos puntos dichos efectos pueden dar origen al hundimiento del anclaje por rotura

del concreto, si se observa la presencia de nidos deberá repararse antes del tensado de los cables.

Se debe revisar y limpiar el interior de los anclajes de todo resto de concreto que se haya introducido lo antes posible después del colado antes de que comience a endurecer. Para la compactación se puede usar reglas vibratorias, vibradores de aguja de 3 a 5cm de diámetro o ambos. La ventaja de la regla vibratoria es que reduce el pisado de las armaduras por parte de los operarios y su desventaja es en los sectores de columnas o vigas.

Debe evitarse, durante el proceso de colado, que el tiempo que transcurra durante la colocación de dos camiones mezcladora conocidos comúnmente como chompipas sea superior a una hora, de forma que a través de un vibrado adecuado no se generen juntas frías. El nivel de la losa se obtiene mediante el maestreado previo a colar o con el uso de niveles de precisión durante el colado.

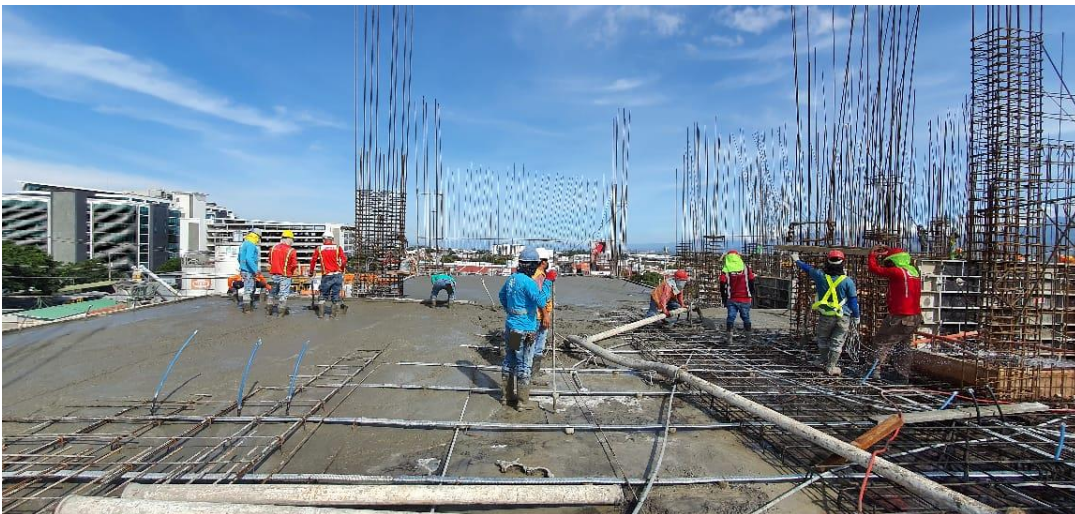


Figura 34: Personal de colocación de concreto para la losa del nivel +12,75.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

El acabado del concreto en las losas postensadas es lujado y posteriormente una vez el concreto haya fraguado será pulido con sus equipos respectivos.



Figura 35: Lujado de losa del nivel +14,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.



Figura 36: Captura aérea colada de losa del nivel +18,70.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.18. Curado del concreto con agua.

Hay que tener en cuenta que se trata de elementos superficiales los que cuegan en los que presenta evaporación y el intercambio hidráulico entre el concreto y medio ambiente será muy alto. En consecuencia, el curado debe ser una medida de alto cuidado. Una vez el concreto comience a fraguar se recomienda aplicar una membrana de curado la cual ayuda a que el agua que se presenta dentro de la mezcla no evapore en un tiempo corto, posterior a eso 3 o 4 horas después del colado se recomienda regar agua constante y mantener el riego interrumpidamente durante el día siguiente, conservando la humedad al menos durante 7 días, dependiendo de las condiciones climatológicas (humedad, temperatura, viento, etc.). La utilización de plástico también es un buen método, aunque es más tedioso. También resulta adecuado el uso de geotextil humedecido periódicamente.



Figura 37: Curado de losa del nivel +14,25.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center

4.2.1.19. Tensado de los torones.

La operación del tensado puede realizarse una vez los resultados de los ensayos sobre probetas curadas, hayan alcanzado la resistencia exigida, la cual es el 70% de la resistencia a 28 días. La resistencia exigida del concreto a los 28 días es de 350 kg/cm^2 por lo tanto para autorizar tensar se requiere de una resistencia mínima de 245 kg/cm^2 que para efectos constructivos se solicita a la concretera acelerada a 3 días para que en caso de que las pruebas de laboratorio den poder tensar al cuarto día.

Para realizar el tensado de una losa por razones de seguridad y facilidad, debe prepararse un corredor de 1m de ancho de encofrado que sobresalga del encofrado en la zona de anclajes.

El tensado de los torones debe hacerse en un orden preestablecido. Primero se tensan los cables que transmiten su carga directamente a las columnas y posteriormente las demás.



Figura 38: Tensado con gato hidráulico de losa en nivel 0+00.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.20. Desencofrado y desmontaje de puntales o andamios de carga

Los puntales o andamios deben permanecer soportando la losa hasta que se complete la operación de tensado. Los encofrados laterales de losas y vigas pueden retirarse antes de tensar.

Una vez se tense se procede a retirar el 50% de los andamios o puntales estratégicamente y en los sectores voladizos se mantiene el 100% 2 niveles por debajo de la losa próxima a colar.

El resto de los andamios o puntales pueden retirarse cuando el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar las cargas de construcción que generalmente ocurre entre los 7 y 14 días.

Cabe a destacar que en niveles donde existe doble altura por ejemplo en el +18,70 y 0+00 el proceso es más lento porque es más propenso a sufrir de un accidente.



Figura 39: Apuntalamiento de losas del nivel +11,25, +14,25, +18,70.

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

4.2.1.21. Inyección de lechada en ductos.

El principal objetivo de la inyección es prevenir la corrosión del acero, llenando completamente las cavidades con lechada de cemento y lograr adherencia entre el acero postensado y el concreto.

Para realizar el proceso el equipo debe ser ubicado lo más cercano posible y debe realizarse sin interrupciones de modo que fluya continuamente en la misma dirección desde la entrada hacia la salida. Cerradas las conexiones, las tuberías se doblan y se amarran con alambre corriente.

Para el proyecto se requerirá una razón agua cemento de 0,42 a 0,45.

4.3. Identificación de factores que afectan los rendimientos.

4.3.1. Economía general.

Durante el proceso de construcción el país y el mundo les tocó enfrentar uno de los impactos económicos más críticos de la historia ante la pandemia COVID-19. Esto afecta directamente donde se desarrolla el proyecto, a pesar de que el sector construcción y en efecto el proyecto implementó medidas drásticas respaldadas por bitácoras.

Si se da un caso positivo del virus de alguien que conforme parte de la cuadrilla de trabajo, los compañeros de cuadrilla inmediatamente se reportan y se envían cada uno a casa. Acatando las restricciones del ministerio de salud, esto provoca una afectación económica durante 14 días naturales si es el caso que tiene prueba positiva o 10 días si tuvo contacto, pero no tiene prueba ni síntomas. A pesar de ser empleados cubiertos por un seguro, solamente se les reconoce un 60% del salario que se reporte.

El tema es que estas medidas consecuentemente debe haber sustitución de personal temporal, perdiendo así la curva de aprendizaje, calidad y control.

4.3.2. Aspectos laborales.

A medida que se desarrolla el proyecto se identificaron distintas técnicas para la mejora en eficiencia del trabajo, disponibilidad de personal experto y capacitado.

La técnica más común utilizada en la mejora de control del salario o pagos fue involucrarse semanalmente en autorizar y definir los pagos del personal que realice horas extras, trabajos adicionales y reconocerlo.

El ambiente laboral del proyecto se mantuvo en orden debido a que la comunicación es efectiva y están definidos y claros los roles de trabajo de cada uno.

Dentro de los contratos cerrados más grandes está el de instalación de acero, formaleta y concreto. En este contrato se presentaron muchas diferencias al momento de generar las tablas de avance o nuevas programaciones lo cual provoco en algunos momentos sacar recurso de personal. Una de las ventajas de este tipo de contrato es que se paga por avance de obra respectivo a un contrato original y no por horas, por tanto, existen más encargados por parte del subcontratista para llevar el control de para optimizar el personal y tiempo.

4.3.3. Clima.

El estado climatológico del proyecto el 90% del tiempo fue favorable, teniendo únicamente que detenerse 2 días por completo la mano de obra debido a la rayería. Sin embargo, en los momentos que únicamente llovió continuaron los procesos determinados en la actividad de losas postensadas.

Se identificó que las lluvias sin rayería impactan en la cantidad de trabajo producida, basado en el control de rendimiento diario por losa. Uno de los factores según las observaciones es que la dificultad para moverse aumenta y la seguridad operativa.

Cabe recalcar que la grúa torre recibió un impacto de rayo y daño 1 de los 2 motores por lo que permaneció inhabilitada desde el martes 30/06/2020 hasta el lunes 06/07/2020, lo cual afecta el cálculo de rendimientos de la losa 0+9,75.

La temperatura promedio del proyecto fue de 24°, lo cual indica que el proyecto pudo aprovechar para un gran avance de aproximadamente el 70% de la obra gris en el periodo de tiempo en estudio.

4.3.4. Actividades.

La planificación es fundamental, pero más aún llevar el control de ella. Para entender el control se solicitó acceso al cronograma de obra gris programado mediante el software de Project con el fin de identificar diariamente si se retrasa alguna fecha hito que involucre una ampliación de plazo o realizar una planificación para recuperar el tiempo perdido y evitarse las multas contractuales. Al igual se puede visualizar si existe un adelanto en la fecha hito de entrega.

Dentro de los factores más comunes identificados, se detecta una estimación errónea de tiempos. También los imprevistos como; impacto de rayo a grúa torre que genero un atraso de 6 días, pruebas de cilindros de concreto en losa del +9,75 no dieron la resistencia óptima por lo que fue necesario fallar un quinto testigo generando un retraso de 2, el faltante de recursos de mano de obra o equipos y el clima.

4.3.5. Equipamiento.

Una buena identificación y organización del acopio de materiales permite el desarrollo resultados óptimos en los rendimientos.

Por ejemplo, para el proceso de vaciado de concreto se detectó atrasos por falta de camiones mezcladora, lo cual aumento la frecuencia entre un camión y otro en la mayoría de los casos se dio debido a las presas en el lapso de las 8am y 10am por ende retraso la colocación y el acabado de la losa.

Otro claro ejemplo del factor equipo, fue el material fenólico que desde un principio se contempló que el proyecto requiere de comprar 2 juegos de mesa fenólico de 140 unidades cada uno para poder avanzar en los medios niveles traslapado. Sin embargo, al empatar en el 0+18,70 se detectó que la ruta crítica del avance dependía del movimiento de fenólico por lo que se cree una opción valorable invertir en material para otra mesa de entrepiso.

4.3.6. Supervisión e inspección.

Los encargados de supervisar la obra son los maestros de obra, e ingenieros residentes, ellos deben adjuntar informes diarios al supervisor general de la obra conocido como el representante del propietario.

Por otro lado, el proyecto cuenta con un equipo de 9 encargados de inspeccionar en temas de arquitectura, sistemas electromecánicos y sistemas estructurales, ellos se realizan visitas semanales y dependiendo de la ocasión visitas extraordinarias.

Un factor que afecta los rendimientos en la inspección es que debido a la frecuencia en la que se hace las revisiones, hace que los trabajos avancen y enterarse de errores posteriores al colado, esto ocasiona sobre trabajos y sobretiempos.

Dentro de la supervisión se detectaron que afectan los rendimientos como el desacomodo de materiales de desecho, encontraron desplomes de encofrados, armaduras sin amarres de alambre, falta de colocación de silletas,

4.3.7. Trabajador.

Este es uno de los factores que menos importancia se le da usualmente. Se determinó que no la carencia de medidas de control de la situación que viven los colaboradores afecta el desempeño del proyecto.

Un total de 13 personas presentaron sus molestias debido a que el subcontratista les retraso el pago o los sacaron sin ningún derecho, afectando desempeño de la obra ya que trabajan a un ritmo inconsistente por desmotivación o no asisten a laborar.

Lo más recomendable para identificar la insatisfacción del trabajador, es realizar una encuesta, sin embargo, no está dentro del alcance del proyecto.

4.4. Cálculo de los rendimientos de mano de obra en obra gris para losas postensadas.

4.4.1. Introducción.

Una vez se tiene claro los procesos en obra gris que se involucran en la actividad de losas postensadas, se puede proceder con el cálculo de rendimientos.

Aprovechando el recurso de cámaras habilitado por la constructora, para una mayor confiabilidad y análisis se procede a verificar los procesos que conforman la actividad de obra gris en losas postensadas en conjunto con los tomados manualmente. Para poder usar las cámaras se solicitó autorización de acceso por la gerencia de la constructora y el representante del propietario.

Debido al avance por parte de la empresa constructora, se logra obtener un análisis de rendimientos para total de 4403 m² de losas postensadas comprendido desde el nivel 0+3,50 hasta el nivel 0+18,70 en el periodo de mayo hasta septiembre del 2020.

Tabla 8: Matriz de losas postensadas evaluadas.

NIVEL	AREA (m ²)	FECHA COLADO	CLASIFICACION
0+3,50	364	1/6/2020	Medio nivel
0+5,25	445	10/6/2020	Medio nivel
0+6,75	369	20/6/2020	Medio nivel
0+8,25	468	29/6/2020	Medio nivel
0+9,75	413	20/7/2020	Medio nivel
0+11,25	477	23/7/2020	Medio nivel
0+12,75	401	3/8/2020	Medio nivel
0+14,25	477	5/8/2020	Medio nivel
0+18,70	989	31/8/2020	Nivel completo

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Procesos, tareas y lista de recursos.

Partiendo de acá se presentarán los procesos y listado de recursos por el cual está compuesto el cálculo de rendimientos.

4.4.2.1. Colocación de estructura base para losa postensada.

Las tareas del proceso de colocación de estructura base para la losa postensada se encuentran en la Tabla 9. En la Tabla 10 se representan los recursos necesarios para llevarse a cabo.

Tabla 9: Matriz de resumen de tareas para el proceso de colocación de estructura base para losa postensada.

PROCESO Y TAREAS	
1.0	COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura
1.3	Vigas en madera
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Matriz de lista de recursos para la colocación de estructura base para losa postensada.

LISTA DE RECURSOS		
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MAQUINARIA	MATERIALES	MANO DE OBRA
Grúa torre	Puntales	Operarios
Escaleras en madera	Trípode para puntal	Ayudantes
Martillos	Cabeceras	
Cuerda	Bases ajustables	
Cinta métrica	Andamios	
Nivel de precisión	Vigas en madera	
Sierra eléctrica	Paneles en madera fenólico	
	Clavos	
	Tabla en madera en 12" x 4 varas	

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2. Instalación de acero de refuerzo.

Las tareas del proceso de instalación de acero para refuerzo se demuestran en la Tabla 11. En la Tabla 12 se representan los recursos necesarios para llevarse a cabo.

Tabla 11: Matriz de resumen de tareas para el proceso de instalación de refuerzo.

PROCESO Y TAREAS	
2.0	INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO
2.1	Armadura pasiva inferior
2.2	Armadura pasiva inferior en losas de 45cm
2.3	Anclajes activos
2.4	Separadores o soportes
2.5	Ganchos
2.6	Torones o armadura activa
2.7	Armadura pasiva superior
2.8	Bastones

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Matriz de lista de recursos para la instalación de acero de refuerzo.

LISTA DE RECURSOS		
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MAQUINARIA	MATERIALES	MANO DE OBRA
Grúa torre	Varilla corrugada #3, #4 y #5	Operarios
Escaleras en madera	Alambre	Ayudantes
Martillos	Anclajes activos	
Cuerda	Anclajes pasivos	
Cinta métrica	Torones	
Nivel de precisión		
Cortadora de varilla		
Esmeriladora		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.3. Colocación de concreto.

Las tareas del proceso de colocación de concreto se demuestran en la Tabla 13. En la Tabla 14 se representan los recursos necesarios para llevarse a cabo.

Tabla 13: Matriz de resumen de tareas para el proceso de colocación de concreto.

PROCESO Y TAREAS	
3.0	COLOCACION DE CONCRETO
3.1	Vaciado de camiones mezcladora
3.2	Colocación de concreto en losa
3.3	Acabado de losa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Matriz de lista de recursos para la instalación de acero de refuerzo.

LISTA DE RECURSOS		
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MAQUINARIA	MATERIALES	MANO DE OBRA
Camión bomba telescópica	Concreto	Chofer
Camión mezcladora	Agua limpia	Técnico
Sarán de protección	Sacos de cemento	Maestro de Obras
Radios comunicadores	Aditivos	Operario
Tuberías de conexión a telescópica		Ayudante
Máquina de pulido de concreto		
Nivel de precisión		
Mangueras de agua		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Cálculo de rendimientos.

Los rendimientos se miden de manera manual en campo midiendo la cantidad de trabajo realizado e identificando la cantidad de obreros realizando la tarea.

Se pretende analizar el rendimiento de mano de obra en obra gris que compone la construcción de una losa desde el nivel 0+3,50 hasta el 0+18,70. Los procesos ocurren en diferentes horas y días, esto ayuda a tomar un rendimiento más representativo.

Lo ideal es realizar la toma de mediciones para todos los entrepisos, pero la limitante de tiempo no permite que se realice de esa manera. Por tanto, se analizará el promedio de estos rendimientos, la desviación estándar, factor tiempo muerto y el coeficiente de variación para tener idea de la confiabilidad de los datos. Adicionalmente se incluirá una tabla de rendimientos promedio general obtenida por el promedio de todas las losas desde el nivel 0+3,50 hasta el 0+18,70. Estos cálculos requieren de las fórmulas descritas en el marco teórico.

A partir de acá se presentarán los resultados obtenidos para las tareas que compone la actividad de obra gris en losas postensadas.

Tabla 15: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+3,50.

LOSA 0+3,50								
Nº	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	4	1	364,0	m2	10	0,027
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	8	4	275,0	und	40	0,145
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	8	2	625,0	und	20	0,032
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	8	2	364,0	m2	20	0,055
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	95,0	ml	20	0,211
Rendimiento promedio								0,094
Desviación estándar								0,072
Coefficiente de variación								0,767
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,111
Nº	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	5	2	1089,9	kg	20	0,018
2.2	Armadura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1123,6	kg	10	0,009
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	34,0	und	30	0,882
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	1	33,6	kg	10	0,298
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	0	0	0,0	kg	0	0,000
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	1800,0	ml	40	0,022
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1089,9	kg	10	0,009
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,254
Desviación estándar								0,318
Coefficiente de variación								1,252
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,298
Nº	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	129,0	m3	8	0,062
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	364,0	m2	8	0,022
3.3	Acabado de losa		5	-	364,0	m2	12	0,033
Rendimiento promedio								0,039
Desviación estándar								0,017
Coefficiente de variación								0,433
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,046

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 16: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+5,25.

LOSA 0+5,25								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	6	5	445,0	m2	50	0,112
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	11	7	275,0	und	70	0,255
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	11	5	745,0	und	50	0,067
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	11	5	445,0	m2	50	0,112
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	111,0	ml	20	0,180
Rendimiento promedio								0,145
Desviación estándar								0,065
Coeficiente de variación								0,451
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,171
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	5	2	1310,8	kg	20	0,015
2.2	Armadura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1710,6	kg	30	0,018
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	37,0	und	40	1,081
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	53,8	kg	20	0,372
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	89,4	kg	20	0,224
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	2650,7	ml	40	0,015
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1310,8	kg	30	0,023
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,286
Desviación estándar								0,353
Coeficiente de variación								1,235
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,336
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	133,0	m3	9	0,068
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	445,0	m2	9	0,020
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	445,0	m2	12	0,027
Rendimiento promedio								0,038
Desviación estándar								0,021
Coeficiente de variación								0,547
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,045

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 17: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+6,75.

LOSA 0+6,75								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	4	1	369,0	m2	10	0,027
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	8	4	275,0	und	40	0,145
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	8	2	625,0	und	20	0,032
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	8	2	369,0	m2	20	0,054
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	96,0	ml	20	0,208
Rendimiento promedio								0,093
Desviación estándar								0,072
Coeficiente de variación								0,766
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,110
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armatura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	5	2	1089,9	kg	20	0,018
2.2	Armatura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1123,6	kg	10	0,009
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	36,0	und	30	0,833
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	1	33,6	kg	10	0,298
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	0	0	0,0	kg	0	0,000
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	2250,9	ml	40	0,018
2.7	Armatura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1089,9	kg	10	0,009
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,246
Desviación estándar								0,304
Coeficiente de variación								1,237
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,289
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	116,0	m3	7	0,060
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	369,0	m2	7	0,019
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	369,0	m2	12	0,033
Rendimiento promedio								0,037
Desviación estándar								0,017
Coeficiente de variación								0,462
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,044

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 18: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+8,25.

LOSA 0+8,25								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	468,0	m2	40	0,085
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	11	7	275,0	und	70	0,255
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	11	5	780,0	und	50	0,064
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	11	5	468,0	m2	50	0,107
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	106,0	ml	40	0,377
Rendimiento promedio								0,178
Desviación estándar								0,120
Coficiente de variación								0,676
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,209
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	10	2	1459,8	kg	20	0,014
2.2	Armadura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1710,6	kg	30	0,018
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	37,0	und	40	1,081
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	53,8	kg	20	0,372
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	89,4	kg	20	0,224
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	2527,7	ml	30	0,012
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1459,8	kg	30	0,021
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,285
Desviación estándar								0,353
Coficiente de variación								1,241
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,335
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	145,0	m3	10	0,068965517
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	468,0	m2	10	0,021367521
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	468,0	m2	12	0,025641026
Rendimiento promedio								0,038658021
Desviación estándar								0,021501534
Coficiente de variación								0,556198508
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,045

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 19: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+9,75.

LOSA 0+9,75								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	413,0	m2	20	0,048
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	8	4	275,0	und	40	0,145
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	8	4	695,0	und	40	0,058
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	8	2	413,0	m2	20	0,048
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	96,0	ml	20	0,208
Rendimiento promedio								0,102
Desviación estándar								0,065
Coeficiente de variación								0,636
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,120
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	5	2	1387,9	kg	20	0,014
2.2	Armadura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1123,6	kg	10	0,009
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	36,0	und	30	0,833
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	1	33,6	kg	10	0,298
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	0	0	0,0	kg	0	0,000
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	1974,2	ml	40	0,020
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1387,9	kg	10	0,007
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,246
Desviación estándar								0,305
Coeficiente de variación								1,241
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,289
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	126,5	m3	8	0,063
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	413,0	m2	8	0,019
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	413,0	m2	12	0,029
Rendimiento promedio								0,037
Desviación estándar								0,019
Coeficiente de variación								0,506
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,044

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 20: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+11,25.

LOSA 0+11,25								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	477,0	m2	40	0,084
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	11	7	275,0	und	70	0,255
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	11	5	800,0	und	50	0,063
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	11	4	477,0	m2	40	0,084
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	106,0	ml	30	0,283
Rendimiento promedio								0,154
Desviación estándar								0,095
Coeficiente de variación								0,618
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,181
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armatura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	10	2	1370,4	kg	20	0,015
2.2	Armatura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1710,6	kg	30	0,018
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	37,0	und	40	1,081
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	53,8	kg	20	0,372
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	89,4	kg	20	0,224
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	2546,1	ml	30	0,012
2.7	Armatura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1370,4	kg	30	0,022
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,285
Desviación estándar								0,353
Coeficiente de variación								1,239
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,335
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	140,0	m3	9	0,064
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	477,0	m2	9	0,019
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	477,0	m2	12	0,025
Rendimiento promedio								0,036
Desviación estándar								0,020
Coeficiente de variación								0,557
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,042

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 21: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+12,75.

LOSA 0+12,75								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	401,0	m2	20	0,050
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	8	3	275,0	und	30	0,109
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	8	3	695,0	und	30	0,043
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	8	2	401,0	m2	20	0,050
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	104,0	ml	20	0,192
Rendimiento promedio								0,089
Desviación estándar								0,057
Coeficiente de variación								0,641
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,105
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	5	2	1387,9	kg	20	0,014
2.2	Armadura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1123,6	kg	10	0,009
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	36,0	und	30	0,833
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	1	33,6	kg	10	0,298
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	1	1	89,4	kg	10	0,112
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	2250,9	ml	30	0,013
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	6	1	1387,9	kg	10	0,007
2.8	Bastones	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,228
Desviación estándar								0,289
Coeficiente de variación								1,268
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,268
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	117,0	m3	10	0,085
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	401,0	m2	10	0,025
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	401,0	m2	13	0,032
Rendimiento promedio								0,048
Desviación estándar								0,027
Coeficiente de variación								0,566
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,056

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 22: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+14,25.

LOSA 0+14,25								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	477,0	m2	40	0,084
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	11	4	275,0	und	40	0,145
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	11	3	800,0	und	30	0,038
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	11	3	477,0	m2	30	0,063
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	6	2	106,0	ml	20	0,189
Rendimiento promedio								0,104
Desviación estándar								0,056
Coeficiente de variación								0,535
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,122
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	10	2	1370,4	kg	20	0,015
2.2	Armadura pasiva en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1710,6	kg	30	0,018
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	37,0	und	40	1,081
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	53,8	kg	20	0,372
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	89,4	kg	20	0,224
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	2496,9	ml	30	0,012
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	4	3	1370,4	kg	30	0,022
2.8	Bastones y cortantes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	3	55,9	kg	30	0,537
Rendimiento promedio								0,285
Desviación estándar								0,353
Coeficiente de variación								1,239
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,335
N°	3. COLOCACION DE CONCRETO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	143,0	m3	9	0,063
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	477,0	m2	9	0,019
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	477,0	m2	14	0,029
Rendimiento promedio								0,037
Desviación estándar								0,019
Coeficiente de variación								0,507
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,044

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 23: Cálculo de rendimientos en obra gris de losa postensada del nivel 0+18,70.

LOSA 0+18,70								
N°	1. COLOCACION DE ESTRUCTURA BASE PARA LOSA	Mano de Obra	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
1.1	Acopio de materiales y operaciones previas	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	989,0	m2	40	0,040
1.2	Andamios de carga o puntales de carga con sus cabeceras y ajuste de altura	Operarios, Ayudantes y Peones	14	14	432,0	und	140	0,324
1.3	Vigas en madera	Operarios, Ayudantes y Peones	14	13	1050,0	und	130	0,124
1.4	Encofrado de losa con madera tipo fenólico	Operarios, Ayudantes y Peones	14	7	477,0	m2	70	0,147
1.5	Encofrado para cerramiento perimetral	Operarios, Ayudantes y Peones	6	2	106,0	ml	20	0,189
Rendimiento promedio								0,165
Desviación estándar								0,093
Coefficiente de variación								0,566
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,194
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
2.1	Armadura pasiva inferior	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	1996,6	kg	40	0,020
2.2	Armadura pasiva inferior en losas de 45cm	Operarios, Ayudantes y Peones	6	5	2834,2	kg	50	0,018
2.3	Anclajes activos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	61,0	und	40	0,656
2.4	Separadores o soportes	Operarios, Ayudantes y Peones	2	2	403,2	kg	20	0,050
2.5	Ganchos	Operarios, Ayudantes y Peones	1	2	178,8	kg	20	0,112
2.6	Torones o armadura activa y anclajes pasivos	Operarios, Ayudantes y Peones	6	4	6063,9	ml	40	0,007
2.7	Armadura pasiva superior	Operarios, Ayudantes y Peones	6	3	1996,6	kg	30	0,015
2.8	Bastones	Operarios, Ayudantes y Peones	4	2	111,7	kg	20	0,179
Rendimiento promedio								0,132
Desviación estándar								0,206
Coefficiente de variación								1,560
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,155
N°	2. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO	MO	Trabajadores (und)	Duración (días)	Cantidad de Trabajo	Unidad	Horas Hombre (10h)	Rendimiento (HH/Ci)
3.1	Vaciado de camiones mezcladora	Operarios, Ayudantes y Peones	6	-	307,0	m3	12	0,039
3.2	Colocación de concreto en losa	Operarios, Ayudantes y Peones	1	-	989,0	m2	12	0,012
3.3	Acabado de losa	Operarios, Ayudantes y Peones	5	-	989,0	m2	18	0,018
Rendimiento promedio								0,023
Desviación estándar								0,012
Coefficiente de variación								0,499
Horas improductivas (horas)		1,5	Jornada de trabajo diaria (horas)		10	Factor Tiempo muerto		0,176
Rendimiento final								0,027

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

Tabla 24: Matriz de lista de resumen rendimiento final promedio.

RENDIMIENTO FINAL PROMEDIO			
Nivel	Colocación de estructura base para losa	Instalación de Acero de Refuerzo	Colocación de concreto
0+3,50	0,111	0,298	0,046
0+5,25	0,171	0,336	0,045
0+6,75	0,110	0,289	0,044
0+8,25	0,209	0,335	0,045
0+9,75	0,120	0,269	0,044
0+11,25	0,181	0,335	0,042
0+12,75	0,105	0,268	0,056
0+14,25	0,122	0,335	0,044
0+18,70	0,194	0,155	0,027
Promedio:	0,147	0,291	0,044

Fuente: Elaboración propia.

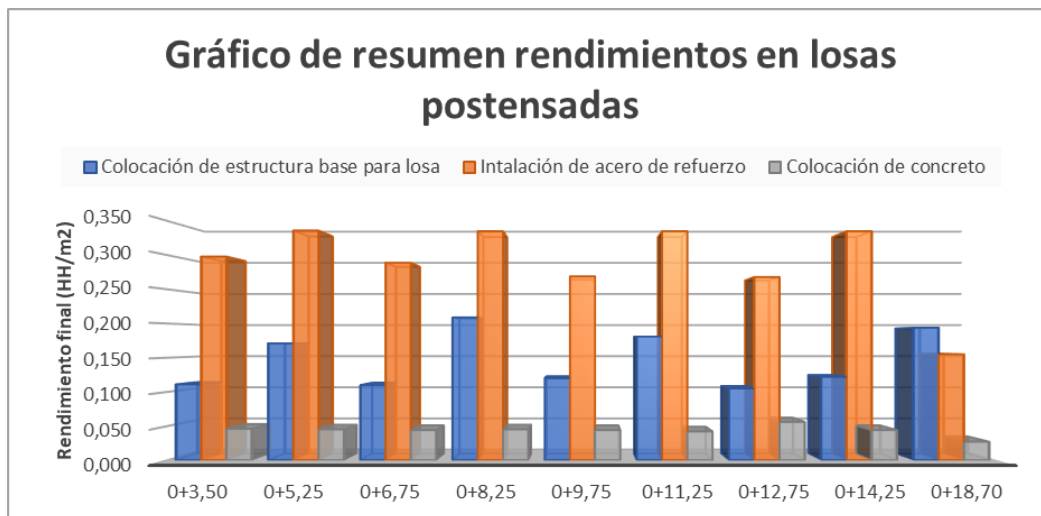


Figura 40: Gráfico de barras resumen de rendimientos en obra gris de losas postensadas del nivel 0+3,50 al nivel 0+18,70

Fuente: 100 Calle Blancos Corporate Business Center.

La creación de un gráfico de barras se usa para comparar cantidades de rendimientos en los diferentes niveles de forma ilustrativa. Los datos son obtenidos de generar un cuadro de resumen sobre los rendimientos finales para cada distinto proceso en cada losa de entrespiso.

CAPITULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

Se describieron 21 etapas de construcción para cada losa postensada, la cual están compuestas desde el acopio de materiales y operaciones previas, hasta la inyección de lechada en ductos.

La etapa más crítica en cuanto a la cantidad de trabajo y duración fue la etapa de colocación de andamios de carga con sus respectivas cabeceras y ajustes de altura.

Se identificaron 7 factores que afectan los rendimientos en la construcción de losas postensadas. Entre ellos los más relevantes son la economía general debido a la pandemia que afronta el mundo, seguida por la supervisión e inspección y el control de actividades.

Se obtuvieron los siguientes rendimientos promedios finales para los procesos de la obra; para el proceso de colocación de estructura base para losa el rendimiento final promedio fue de 0,147, el proceso de instalación de acero de refuerzo tuvo un rendimiento final promedio de 0,291 y por último el de la colocación de concreto de 0,044.

Para los tres procesos en obra gris de losas postensadas de los nueve niveles del edificio, el valor máximo indica un bajo rendimiento, en la obra fue de 0,336 HH/Ci obtenido durante el proceso de instalación de acero de refuerzo y el valor mínimo que indica un alto rendimiento fue de 0,042 HH/Ci obtenido durante el proceso de la colocación de concreto.

5.2. Recomendaciones.

Se recomienda planificar el diseño de sitio, con el fin de no movilizar las instalaciones provisionales constantemente.

A pesar de tener un muestreo representativo de 9 losas de entrepiso para un total de 4 403 m², se recomienda realizar más muestreos que permitan estar más cercanos a las condiciones laborales.

Se recomienda omitir las tareas que no impacten la ruta crítica del proyecto como lo es la instalación de sistemas electromecánicos.

Es de tomar en cuenta que se debe comparar los datos obtenidos con la última estimación del maestro de obras para verificar que las estimaciones realizadas manualmente tienen sentido.

6. Bibliografía

La república (2019), Sector inmobiliario espera ver un impacto favorable en la economía, encontrado en: <https://www.larepublica.net/noticia/sector-inmobiliario-espera-ver-un-impacto-favorable-en-la-economia>

2T Sector de oficinas 2018, encontrado en:

<https://www2.colliers.com/es-CR/Research/2T-Oficinas-2018>

La nación (12 noviembre 2017), Oficentros registran la más alta ocupación en los últimos años, encontrado en: <https://www.nacion.com/economia/negocios/oficentros-registran-la-mas-alta-ocupacion-en-los/553J5EV6KJBGTDUX7FNHP76UE4/story/>

La república(2019), Cushman & Wakefield: “2019 traerá aumento en los precios de oficinas, encontrado en: <https://www.larepublica.net/noticia/cushman-wakefield-2019-traera-aumento-en-los-precios-de-oficinas>

<https://www.elfinancierocr.com/negocios/sector-oeste-de-la-gam-atrae-mas-oficentros-clase-a/V64Y4UQTPRAPNG2JCSJLPTQKJQ/story/>

Informe Anual CFIA 2018, Encontrado en: <https://cfia.or.cr/estadisticasCons.html>

Johan Octavio Brenes Serrano (2014), en su proyecto final de graduación Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del SolEquipo Constructor S.A

Antonio Duque Cano / Factores que afectan la mano de obra

John S. Page “estimators general construction man-hour manual” / Calificación de eficiencia

Consuegra, 2006 / No es recomendable determinar rendimientos por metodologías industriales

Folleto Costos de construccion 2005 Ing Geannina Ortiz Quesada y Eduardo Paniagua / Determinacion de rendimientos

Tesis 5.

Metodología de Field Rating

Sistema postensado: Documento Edificios en concreto reforzado

<https://www.ulmaconstruction.com/es/encofrados/vigas-madera-tableros/tableros-madera/tableros-contrachapados-fenolicos>

<https://www.andescol.com/soluciones/sistemas-de-encofrado-horizontal/andamio-de-carga/>

<https://www.andescol.com/wp-content/uploads/2018/08/PRESENTACION-ANDAMIO-DE-CARGA.pdf>