



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
Facultad de Ingeniería Civil



**ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERIA
JULIO GARAVITO**



“DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA DE ACTIVIDADES MENORES DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA QUE SIRVAN DE REFERENCIA PARA EL ADECUADO CÁLCULO DE MANO DE OBRA EN LA ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS Y DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN PROGRAMACIÓN DE FUTURAS OBRAS DE EDIFICACIONES”

**TRABAJO DIRIGIDO PARA
CERTIFICACIÓN DE ÉNFASIS**

Presentado por:

Becerra Alvarado Breydi Santiago

Director:

ING. William Hernando Carrillo Rodríguez



Universidad Escuela Colombiana de
Ingeniería Julio Garavito

Ingeniería Civil

Bogotá, 2022

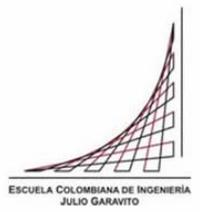


AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por permitir hacer parte de esta etapa y experiencia, a mi familia y allegados por brindarme el apoyo para llegar tan lejos como lo he logrado el hasta el momento, a mi madre, padre y hermana por ser el motor día a día y fuerza para seguir en todo momento adelante a pesar de las adversidades.

También debo agradecer de corazón a mi director de trabajo dirigido el Ingeniero William Hernando Carrillo Rodríguez, por su colaboración y entrega desinteresada desde el momento en que accedió a hacer parte de este trabajo de investigación, a quien en todo momento me guio con paciencia y quien admiro debido a su gran vocación como docente.

Finalmente agradezco a la institución por brindarme la gran oportunidad de formarme como un profesional con ética y moral, brindarme las herramientas para crecer como ingeniero integro en cada una de las áreas de trabajo en la que me puedo desempeñar.



RESUMEN

En la construcción de un proyecto, la adecuada planeación y el control de obra son fundamentales para lograr que sea exitoso, por lo que una correcta implementación de estos factores antes y durante la ejecución, nos permitirá desarrollarlo adecuadamente tanto en la parte técnica como en la administrativa.

Proyecto exitoso significa que termine en la fecha establecida cumpliendo con los compromisos contractuales, dentro del presupuesto estimado originalmente (lo que implica que este debe ser lo más acertado posible), cumpliendo con las ganancias planteadas a los que invierten en el proyecto y garantizando satisfacción de los clientes que compran o harán uso del proyecto (*William H. Carrillo R. , 2021*)

Esta investigación se llevó a cabo para obtener una base de datos de rendimientos de mano de obra confiables. Debido a que uno de los procesos de gran importancia en el proceso de construcción resulta de una correcta evaluación de los rendimientos de mano de obra y equipos, pues éstos determinan la posibilidad de calcular adecuadamente los costos de mano de obra y la correcta determinación de la duración de las actividades menores, que desde luego con base en su interrelación permite el cálculo adecuado de la duración del proyecto.

En este trabajo se explica un planteamiento metodológico para la obtención de consumos y rendimientos de mano de obra y se proporcionan a conocer los resultados logrados en esta investigación que van a poder como parámetro para una futura evaluación.

ABSTRACT

In the construction of a project, the proper planning and control of the construction site are essential for it to be successful, this is why a correct implementation of these factors before and during the execution, this allows us to develop it in a proper way both in the technical part and in the administrative part.

A successful project it means that it finishes in the established date of ending, fulfilling contractual commitments,

within estimated budget initially (what it means it has to be as accurate as possible), complying with the raised earnings for the ones who invest in the project and guaranteeing satisfaction of customers who buy or will use the project (RODRIGUEZ, 2020).

This investigation was held for obtaining a database of reliable labor yields. Due to the fact that one of the processes of great importance in the construction process results from a correct evaluation of the performance of labor and equipment, since these determine the possibility of calculate adequately labor costs and the correct determination of the duration of minor activities, which, of course, based on their interrelation, allows the adequate calculation of the duration of the project.

This work explains a methodological approach to obtain labor consumption and yields of hand labour and provides information on the results achieved in this research which will serve as a parameter for a future evaluation.

Contenido

INTRODUCCION	5
DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA	6
JUSTIFICACION	7
OBJETIVOS	7
OBJETIVO GENERAL:	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	7
ANTECEDENTES	8
MARCO TEORICO.....	9
RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA.....	9
FACTORES DE AFECTACION DEL RENDIMIENTO DE OBRA	9
METODO DE CALCULO Y ANALISIS DE RENDIMIENTO.....	12
PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA	13
COSTO DE MANO DE OBRA	16
DETERMINACIÓN DEL TIEMPO REAL TRABAJADO EN UN AÑO	16
SALARIO MÍNIMO MENSUAL VIGENTE (SMMLV) AÑO 2022.....	16
DEDUCCIÓN DEL FACTOR DE PRESTACIONES.....	17
PRECIO DE LA HORA-HOMBRE (\$H-H)	17
CÁLCULO DEL PRECIO DE LA HORA-HOMBRE (\$H-H) DE UN GRUPO DE TRABAJO (CUADRILLA), PARA CONSTRUIR UNA ACTIVIDAD.....	17
CALCULE LOS COSTOS DE MANO DE OBRA (\$MOB) PARA OPERACIONES PEQUEÑAS O PARCIALES.	18
DURACION DE ACTIVIDADES.....	18
MARCO PRACTICO	21
EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN	21
DESCRIPCIÓN DE LA OBRA EN ESTUDIO	21
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA OBRA.....	22
SELECCIÓN DE PROCESOS	22
PERIODO DE OBSERVACIÓN	23
DATOS OBTENIDOS.....	23
PROYECTO DE APARTAMENTOS STEEL 22.....	33
DESCRIPCIÓN DE LA OBRA EN ESTUDIO	33
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA OBRA.....	34
SELECCIÓN DE PROCESOS	34



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO

Facultad de Ingeniería Civil



PERIODO DE OBSERVACIÓN	35
DATOS OBTENIDOS.....	35
TABLA DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS	42
ANALISIS Y VERIFICACION DE RESULTADOS	43
USO DE DATOS OBTENIDOS EN ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS ..	43
LOSA ALIGERADA Y CINTURÓN:.....	44
PILOTE PRE-EXCAVADO Y FUNDIDO EN SITIO $D=0.50$	52
COLUMNAS EN CONCRETO 4000 PSI.....	53
PLACA FLOTANTE 4000 PSI	54
EXCAVACIÓN MANUAL.....	55
DURACION DE ACTIVIDADES.....	57
COMPARACION DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS VS GENERICOS	58
CONCLUSIONES.....	59
BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	64
A1. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN. 64	
A1.1 PROCESO DE PILOTAJE	64
A1.2 PROCESO DE VIGA CINTURÓN.....	66
.....	66
.....	66
A1.3 PROCESO DE PLACA FLOTANTE.....	68
A1.4 PROCESO DE PLACA ALIGERADA.....	71
A1.5 PROCESO COLUMNAS Y PANTALLAS.....	73
A2. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO STEEL 22	75
A2.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE STEEL 22	75
A2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE STEEL 22	76

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 ESCALA DE EFICIENCIA DEL TRABAJO	15
TABLA 2 AFECTACIÓN DE CADA GRUPO.....	15
TABLA 3 PROCESOS SELECCIONADOS EDI. COMERCIAL TOBERIN	23
TABLA 4 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PLACA FLOTANTE TOBERIN.....	26
TABLA 5 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PLACA CINTURÓN TOBERIN.....	27
TABLA 6 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PILOTES TOBERIN.....	29
TABLA 7 RENDIMIENTO MANO DE OBRA COLUMNAS Y PANTALLAS DE CONCRETO TOBERIN	31
TABLA 8 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PLACA ALI. E=0.55M TOBERIN	33
TABLA 9 PROCESOS SELECCIONADOS STEEL 22.....	35
TABLA 10 RENDIMIENTO MANO DE OBRA EXCAVACION MANUAL STEEL 22	37
TABLA 11 RENDIMIENTO MANO DE OBRA DADOSL STEEL 22.....	39
TABLA 12 RENDIMIENTO MANO DE OBRA VIGAS STEEL 22.....	41
TABLA 13 TABLA FINAL DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA	42
TABLA 14 ASPECTOS GENERALES PASADENA CLUB	44
TABLA 15 APUS- PLACA EJEMPLO PASADENA CLUB	51
TABLA 16 APUS- PILOTE PASADENA CLUB.....	52
TABLA 17 APUS-COLUMNAS DE CONCRETO PASADENA CLUB.....	53
TABLA 18 APUS- PLACA FLOTANTE PASADENA CLUB.....	54
TABLA 19 APUS- EXCAVACIÓN MANUAL PASADENA CLUB	55
TABLA 20 DURACIÓN DE ACTIVIDADES PASADENA CLUB.....	57
TABLA 21 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS VS GENÉRICOS.....	58

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 FACTORES QUE AFECTAN LOS RENDIMIENTOS.....	14
ILUSTRACIÓN 2 DEDUCCIÓN DE FACTOR F_p	17
ILUSTRACIÓN 3 MODELO ESTRUCTURAL EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN	21
ILUSTRACIÓN 4 LOCALIZACIÓN EDIFICIO TOBERIN.....	22
ILUSTRACIÓN 5 EDIFICIO STEEL 22	33
ILUSTRACIÓN 6 MODELACIÓN RENDE STELL 22.....	34
ILUSTRACIÓN 7 PROCESO DE PILOTAJE TOBERIN 1A	64
ILUSTRACIÓN 8 PROCESO DE PILOTAJE TOBERIN 2A	64
ILUSTRACIÓN 9 PROCESO DE PILOTAJE TOBERIN 3A	65
ILUSTRACIÓN 10 PROCESO DE PILOTAJE 4A.....	65
ILUSTRACIÓN 11 PROCESO VIGA CINTU. 1PSIO TOBERIN 1A	66
ILUSTRACIÓN 12 PROCESO VIGA CINTU. 1PSIO TOBERIN 2A	66
ILUSTRACIÓN 13 PROCESO VIGA CINTURÓN SÓTANO 1 1B	67
ILUSTRACIÓN 14 PROCESO VIGA CINTURÓN SÓTANO 1 2B	67
ILUSTRACIÓN 15 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 1A	68
ILUSTRACIÓN 16 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 2A	68
ILUSTRACIÓN 17 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 3A	69
ILUSTRACIÓN 18 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 2A	69
ILUSTRACIÓN 19 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 5A	70
ILUSTRACIÓN 20 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 6A	70
ILUSTRACIÓN 21 PROCESO PLACA ALIGERADA TOBERIN 1A	71
ILUSTRACIÓN 22 PROCESO PLACA ALIGERADA TOBERIN 2A	71
ILUSTRACIÓN 23 PROCESO PLACA ALIGERADA TOBERIN 1B	72
ILUSTRACIÓN 24 PROCESO PLACA ALIGERADA 2B	72
ILUSTRACIÓN 25 PROCESO DE COLUMNAS Y PANTALLAS TOBERIN 1A	73
ILUSTRACIÓN 26 PROCESO DE COLUMNAS Y PANTALLAS TOBERIN 2A	73
ILUSTRACIÓN 27 PROCESO COLUMNAS Y PANTALLAS 1B.....	74
ILUSTRACIÓN 28 PROCESO COLUMNAS Y PANTALLAS TOBERIN 2B	74
ILUSTRACIÓN 29 PROCESO DE EXCAVACION STEEL22 1A	75
ILUSTRACIÓN 30 PROCESO DE EXCAVACION STEEL 22 1B	75
ILUSTRACIÓN 31 PROCESO DE DATOS Y VIGAS STEEL 22.....	76
ILUSTRACIÓN 32 PROCESO DE DATOS Y VIGAS STEEL 22.....	76

Lista De Ecuaciones

ECUACIÓN 1 RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA O PRODUCTIVIDAD	13
ECUACIÓN 2 EFICIENCIA DE CUADRILLA	14
ECUACIÓN 3 PRECIO DE HORA-HOMBRE	18
ECUACIÓN 4 COSTOS DE MANO DE OBRA	18
ECUACIÓN 5 DURACIÓN DE ACTIVIDADES.	19
ECUACIÓN 6 CANTIDAD TOTAL DE TRABAJO C.T.T.	20
ECUACIÓN 7 DURACIÓN DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS	20

INTRODUCCION

“Actualmente en la industria de la construcción es cada vez más común escuchar conceptos relacionados con la productividad, ya que debido a la globalización es una necesidad para las empresas ser cada vez más productivas y competitivas para así garantizar su permanencia en el tiempo. En Colombia, la construcción es uno de los principales motores de la economía, por lo cual este sector está en búsqueda de métodos que permitan planear y desarrollar proyectos eficientes, que no incurran en sobrecostos ni reprocesos y que disminuya su nivel de incertidumbre” (A. Gómez Cabrera y D. Morales Bocanegra, 2016).

El presente trabajo dirigido surge de la necesidad de contribuir con información confiable en uno de los procesos de gran importancia al momento de iniciar con un proyecto de construcción y de mayor incertidumbre, ya que con este se define un buen rumbo del mismo, los cuales son la elaboración de presupuesto y la programación de las actividades, usando información obtenida en campo durante la ejecución de los proyectos Edificio comercial Toberín y Steel 22 ambos ubicados en la ciudad de Bogotá, en actividades menores de cimentación y estructurales, teniendo en cuenta las características que contiene cada uno de estos proyectos; Esto, con el fin de poder implementar los insumos en futuras obras de edificaciones, teniendo en cuenta la confiabilidad obtenida al compararla con base de datos de uso comercial.

En el primer capítulo se introducirá los conceptos, definiciones de gran importancia y la teoría técnica, sobre la mano de obra y los rendimientos usando fuentes de información e investigaciones referentes a los rendimientos de mano de obra. Seguidamente se expondrá las características de cada una de las actividades y ejecuciones que se realizarán en los proyectos, de esta manera se procederá al capítulo de la toma y recopilación de datos obtenidos en campo para posteriormente realizar el cálculo y análisis de rendimientos de mano de obra reales y de esta manera resaltar la veracidad de dichos datos, con ejemplos de cálculo de mano de obra de usando esta información

Para finalizar se va a presentar la base de datos para el cálculo de costos de mano de obra y duración de actividades para la elaboración de programaciones de futuros proyectos, así mismo comparándolos a partir de tablas comerciales

DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA

El sector de la construcción es para Colombia uno de los sectores más importantes por la generación de empleo, este representa para Colombia el 8.2% del producto interno bruto (PIB); sin embargo, según los análisis realizados por el Consejo Privado de la Competitividad el recurso humano es la fracción con mayor carencia de productividad, esto debido a diferentes factores que lo afectan directamente; reduciendo drásticamente estos niveles (A. Gómez Cabrera y D. Morales Bocanegra, 2016), esto es de tener gran importancia debido a que los valores de rendimientos de mano de obra son utilizados en la elaboración del presupuesto y el cronograma de un proyecto de construcción los cuales hacen parte de la etapa de planeación, tan descuidada a veces en esta industria (Botero, 2002)

El análisis del costo de mano de obra es uno de los procesos de mayor complejidad debido a la gran variedad de factores que influyen en el rendimiento de estos, históricamente estos rendimientos se han tomado de tablas comerciales donde estos en muchos casos se suelen alejar muchas veces de la realidad, generando gran desconfianza debido a su simplicidad y generalidad que manejan (Revista digital de Arquitectura Arqzon, 2021), sin contar que la etapa de planeación donde la estimaciones de tiempos y costos es el foco central para determinar la factibilidad del proyecto y al no tener los datos de la forma real, se puede obtener resultados incorrectos.

De esta manera se concluye la importancia de tener una base de rendimientos más reales, usando adecuadamente un sistema de análisis donde se consideren todos aquellos factores y el grado de variabilidad que se puede obtener en las bases de uso comercial.

JUSTIFICACION

Ya que el rendimiento de mano de obra pertenece a los recursos primordiales en los instrumentos de presupuesto y programación, que paralelamente realizan parte del proceso de planificación y control de una obra y es tan común en la su decisión; No piensan los componentes de afectación que corresponden arrojando valores dispersos y generando por consiguiente, enorme desconfianza sobre los mismos se hace fundamental la práctica de la definición de tiempos estándar que permitan prever y mantener el control del manejo efectivo de la obra por medio de el "análisis del trabajo" en la obra Tal y teniendo presente que "la definición de rendimientos de mano de obra ajustados y actualizados puede significar la diferencia entre el triunfo y la derrota de un negocio" (Niebel, 2009, p. 327), en este trabajo se explica un planteamiento metodológico para la obtención de consumos y rendimientos de mano de obra y se proporcionan a conocer los resultados logrados en esta investigación que van a poder como parámetro para una futura evaluación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Presentar una base de datos de rendimientos tomados en obra de actividades menores de cimentación y estructura de los proyectos edificio comercial Toberín y la obra Steel 22, basándolos en métodos de cálculo y análisis confiables en el área de la construcción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer el método adecuado y con mayor confiabilidad para la toma y registros de datos para el debido calculo y análisis de rendimientos de actividades de obra.
- Identificar las actividades y técnicas para la construcción de elementos estructurales a realizar en las obras del edificio comercial Toberín y Steel 22 y los factores que afectan el rendimiento en el mismo.
- Determinar la productividad de los trabajadores en las actividades de construcción de elementos estructurales del proyecto del edificio comercial Toberín y Steel 22.
- Elaborar las tablas de rendimientos por actividades de elementos estructurales para la aplicación de la estimación de costos de proyectos de obras civiles de esta manera poder comparar con bases de datos comerciales.

ANTECEDENTES

Durante el proceso de construcción de una obra civil y para el éxito de la misma, se debe tener en cuenta la calidad de las diferentes etapas y fases que está sujeto el proyecto, donde muchas veces dicha etapa depende de una variable de gran complejidad y sensibilidad como lo es el tiempo, la cual es de gran importancia en aspectos como el presupuesto y la programación, donde se evalúan los criterios económicos y las secuencias de las actividades del proyecto respectivamente, que en otras palabras se convierten en tiempo de duración de construcción del proyecto.

Uno de los aspectos que componen estos elementos y de mayor incertidumbre es la determinación de los rendimientos correspondientes a las actividades de construcción, en la actualidad muchos de estos rendimientos son tomados de tablas comerciales donde los casos de construcción son más generales y simplificados, sin tener en cuenta los posibles factores que afectan el cálculo de estos rendimientos, esto tiene como resultado el uso de forma incorrecta de dicha información puesto que habitualmente son usados sin hacer el debido análisis o evaluación dejando como consecuencia un proyecto con sobre costos o un sobre esfuerzo por parte de la mano obra, de esta manera es de gran importancia contar con unos rendimientos confiables de las actividades de la obra. Con esto se busca que el presupuesto y la programación sean las acertadas, debido a que la fase de planeación que en muchos casos no se da correcta importancia, puesto que ayuda para que el proyecto tome un buen rumbo desde el inicio.

La utilización de base de datos comerciales de rendimientos de mano de obra contiene un alto grado de desconfianza por parte de profesionales de la construcción como arquitectos e ingenieros que en muchos casos prefieren modificar y ajustar dichos datos, a esto se le suma una gran variación de todos los datos que se pueden encontrar en diferentes fuentes de información pues no comparten una metodología para la toma y registro de datos, lo cual no los hace confiables. (Botero, 2002)

En consecuencia, se propone otorgar una base de datos de rendimientos de actividades de elementos estructurales en las obras del edificio comercial Toberin y la obra Steel 22, ubicadas en la ciudad de Bogotá a partir de la investigación de un método de toma y registro de datos con altos porcentajes de confianza en el área de la construcción.

MARCO TEORICO

“El rendimiento de mano de obra se define como la actividad ejecutada al 100% en la que participa una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de una o más especialidades dependiendo del tipo del trabajo” (Buscador de arquitectura, 2015)

La mano de obra, se trata de una de los componentes de mayor variabilidad en los procesos productivos, En ingeniería civil, el rendimiento es un factor de gran preocupación, lo que no solo significa que las actividades se pueden realizar en menos tiempo, sino también de forma más económica. Algunos factores que inciden en esta variable pueden incluir la calidad de vida, las condiciones ambientales, la educación, el estado de los materiales y equipos, el trato entre empleador y empleado, además de las molestias en el lugar o en el evento mismo, y la remuneración del trabajo. Los conceptos rendimiento y consumo, se prestan a confusiones entre ingenieros y arquitectos de la construcción. Es necesario entonces precisar el significado de estos dos términos:

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA. Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

CONSUMO DE MANO DE OBRA. Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra

FACTORES DE AFECTACION DEL RENDIMIENTO DE OBRA

Cada proyecto de construcción es diferente y se ejecuta bajo diferentes condiciones, diferentes factores conducen y afectan positiva o negativamente el rendimiento de trabajo, como se mencionó anteriormente, Podemos dividirlo en siete categorías,

1. Economía general

Este factor se refiere al estado de la economía del país o un área específica de desarrollo del proyecto. Esta Los aspectos a considerar en esta categoría son:

- Tendencias y resultados de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- Situación del empleo

Si los aspectos anteriores se consideran de manera integral, se puede llegar a la conclusión. La situación económica general es buena o excelente, la productividad tiende a declinar porque cuando la industria es buena, la mano de obra es difícil de encontrar supervisor competente y de buena calidad, cuando la economía está en un estado normal, la productividad tiende a mejorar porque en condiciones normales trabajos de mantenimiento por personal cualificado supervisar y hacer cumplir las actividades.

2. Aspectos laborales

Existe una relación importante entre la productividad de la fuerza laboral y las condiciones de trabajo en las que opera el proyecto. La disponibilidad de profesionales y personal capacitado en el área donde se realiza el trabajo o la necesidad de que el traslade personal de otros lugares con condiciones de pago que a veces difieren de las del pago en el área son aspectos muy importantes a considerar. en cuenta. Los aspectos a considerar en esta categoría son:

- Tipo de contrato
- Sindicalismo
- Incentivos
- Salario
- Ambiente de trabajo
- Seguridad social
- Seguridad industrial

3. Clima

El estado del tiempo meteorológico de la zona en la cual se construye el proyecto se debe tener en cuenta, al trate de anticipar las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra. Factores a considerar son:

- Estado del tiempo
- Temperatura
- Condiciones del suelo
- Cubierta

4. Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, Relación con otras actividades, tiempo de ejecución, la implementación y el entorno general. son aspectos que pueden afectar los rendimientos. El factor principal en este los tipos son los siguientes:

- Grado de dificultad.
- Discontinuidad.
- Orden y aseo.
- Actividades predecesoras.
- Tipicidad.

5. Equipamiento.

tener el equipo adecuado para hacerlo varias operaciones, su estado general y el mantenimiento y las reparaciones oportunas tienen un impacto en la productividad de los empleados. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes.

- Equipo.
- Mantenimiento.
- Suministro.
- Elementos de protección.

6. Supervisión

La calidad y experiencia del personal empleado, el monitoreo de la actividad del sitio tiene un efecto significativo en la productividad esperada. a. Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguiente:

- Criterios de aceptación.
- Instrucción.
- Seguimiento.
- Supervisor
- Gestión de calidad.

7. Trabajador

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría, son:

- Situación personal.
- Ritmo de trabajo.
- Habilidad.
- Conocimiento.
- Desempeño
- Actitud hacia el trabajo

METODO DE CALCULO Y ANALISIS DE RENDIMIENTO

Existen diferentes métodos para calcular el rendimiento en el trabajo. Algunos de ellos Existen son:

- La experiencia.
- La información documental.
- El análisis de tiempos y movimientos.
- La medición directa en obras similares.

De estos uno de los más usados habitualmente por alta confiabilidad de obtención de rendimientos es el método de medición directa en obras similares, este método hace parte del estudio del trabajo la cual se caracteriza por ser un

método que se enfoca en analizar tareas y procesos a partir de dos técnicas análisis de métodos y medición de tiempos esta última se caracteriza en registro del tiempo de demandan las cuadrillas de trabajo para realizar una tarea esto nos da como resultado tiempo expresado en rendimiento de mano de obra la medición directa es uno de los procesos

Este proceso se realiza a través de la observación directa esta se define como la medición de tiempos reales estos se pueden estimar a través de observación discontinua-aleatorias, como los muestreos de trabajo o, por medio de observación continúa empleando técnicas de cronometraje.

Productividad de la mano de obra

Por tanto, en este concepto, la obra debe entenderse como un recurso operativo necesario durante su construcción y que determina directamente su duración. El desempeño laboral indica la cantidad de trabajo realizado por una persona o grupo bien definido durante un período de tiempo. Cabe aclarar que, al hablar de la productividad del hombre, se debe considerarlo como la unidad media de la fuerza de trabajo a la que pertenece

Una cuadrilla claramente definida, es una cuadrilla con normalmente está compuesta por oficiales y el segundo al mando o ayudante. En lo que respecta a las operaciones de brigada, la brigada debe, en la medida de lo posible, establecerse, definirse y evaluarse sobre la base de brigadas estándar, nada más que el entrenamiento de los oficiales de brigada y ayudantes necesarios y suficientes para una operación ideal de la misión. Entonces el rendimiento se puede representar de la siguiente manera:

$$Rendimiento_{mano\ de\ obra} = \frac{cantidad_{de\ obra}}{hora - Hombre}$$

ECUACIÓN 1 RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA O PRODUCTIVIDAD

Resumiendo, se puede decir que, determinar la productividad de la mano de obra es una valoración cuantitativa de la eficiencia en el trabajo de los grupos de trabajo, entendida como una valoración de la eficacia del proceso constructivo por unidad de tiempo. Para estimar el rendimiento, es necesario determinar:

- Configuración de la cuadrilla tipo
- Las horas laborales
- Costo de la cuadrilla
- Cantidad de obra

Para la determinación de la producción de la mano de obra, debe aclararse la diferencia entre cuadrilla calificada, que será la cuadrilla tipo y la cuadrilla representativa. *Una cuadrilla calificada* está conformada por un grupo de oficiales y/o ayudantes de quienes se reconocen capacidades, adiestramiento, destreza, conocimiento y actitudes para efectuar una labor de construcción, según normas establecidas de seguridad, cantidad y calidad del trabajo. *Una cuadrilla representativa* es aquella cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, lo que indica que no necesariamente es la misma cuadrilla

El resultado o la productividad de un equipo se puede expresar en términos de eficiencia, es decir, el uso del tiempo para completar una cierta cantidad de trabajo. Como expresión de la eficiencia, tenemos:

$$Eficiencia = eficiencia_{tipo} * factor_{de\ afectacion}$$

ECUACIÓN 2 EFICIENCIA DE CUADRILLA

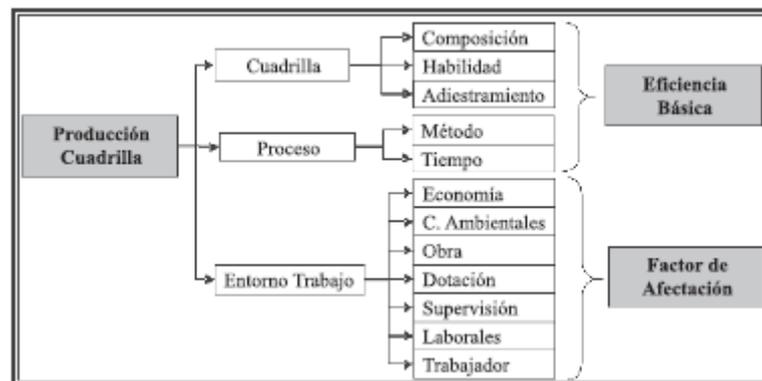


ILUSTRACIÓN 1 FACTORES QUE AFECTAN LOS RENDIMIENTOS

Con base en este criterio, la capacidad final en un proceso se puede definir como el porcentaje de tiempo o duración del trabajo que produce capacidad de referencia, específica o de referencia, estimada por un factor de afectación. **“La eficiencia base debe estar referenciada a una cuadrilla tipo y a un proceso definido, por ello se considera que los rendimientos que se establezcan y calculen deben indicar estos atributos, para poder servir de un adecuado índice de comparación, seguimiento y control.”**

La eficiencia tipo es el rendimiento de una cuadrilla básica para desempeñar una tarea o producir una cantidad de obra definida por un procedimiento claro y consideraciones normales de trabajo.

Eficiencia del trabajo	Rango en porcentaje
Muy baja	10 a 40
Baja	41 a 60
Promedio o normal	61 a 80
Muy buena	81 a 90
Excelente	91 a 100

TABLA 1 ESCALA DE EFICIENCIA DEL TRABAJO

La tabla 2, presenta una clasificación cualitativa de desempeño utilizada como escala de referencia para evaluar un criterio en este trabajo de investigación. El 100 % de eficiencia representa la única condición ambiental, si no la ideal, en la que se logra el uso completo de las capacidades de un equipo de desarrollo con un proceso bien definido. Lo mismo ocurre con el análisis del rendimiento de la máquina, que es el rendimiento del dispositivo "en condiciones de laboratorio".

Con base en esta escala se define la eficiencia que establece el desempeño tipo. En el libro **“Introducción al Estudio del Trabajo”**. La escala 60-80 utilizada significa: el valor inferior es la eficiencia de la tripulación pagada por el tiempo directo de la tripulación y el valor superior, siempre superior a un tercio, es la eficiencia de la tripulación conductor típico. fue estimulado por la subcontratación o un sistema de bonificación.

Para poder comparar el rendimiento observado con el rendimiento tipo, se adoptan estas escalas numéricas como referencia para calcularlos. En el presente trabajo se emplea el 60% como valor para la eficiencia tipo. La valoración representa el factor de afectación que. modificará la eficiencia tipo y poder calcular la producción o el rendimiento básico.

Grupo	Rango (%)
Economía –entorno	50 a 75
Clima	40 a 75
Obra –organización	40 a 80
Equipo –dotación	55 a 75
Supervisión –control	50 a 75
Laborales –condiciones	40 a 80
Trabajador –habilidades	60 a 75

TABLA 2 AFECTACIÓN DE CADA GRUPO

Los resultados también dependen de factores externos al proceso que castigarán o mejorarán el resultado (ver Tabla 2) al evaluar la actividad de los grupos observados

COSTO DE MANO DE OBRA

Para calcular el Factor de Utilidad (FP), se calcula la suma de salarios y beneficios sociales para un año de 365 días. El salario diario total se calcula dividiendo el número anterior por el número real de días laborables en el año. Finalmente, divide esta cantidad por el salario, excluyendo los beneficios.

Determinación del tiempo real trabajado en un año

- Se toma como base el año constituido por 365 días, de los cuales no se trabajan los siguientes:
 - Domingos 52 días
 - Festivos 17 días
 - Calamidad doméstica 5 días
 - Incapacidad no pagada por el Seguro 3 días
- Total, de días no trabajados en el año: 77 días
- Total, de días realmente trabajados en el año: 288 días

Salario mínimo mensual vigente (SMMLV) año 2022

- Salario mínimo mensual: \$ 1'000.000
 - Auxilio de transporte anual: \$ 1'406.064
 - Auxilio de transporte mensual: \$ 117.172
 - Auxilio de transporte diario: \$ 3.905
 - Vacaciones: 15 días por cada año de trabajo o proporcional al tiempo trabajado en el año. \$ 500.000 / año
- \$ 41.600/ mes

Deducción del factor de prestaciones

DEDUCCION DEL FACTOR DE PRESTACIONES (FP)								
Fecha de ingreso		31/12/2022						
fecha de retiro		2/1/2022						
	AYUDANTE		OFICIAL 1		OFICIAL 2		OFICIAL 3	
	Mensual	Jornal	Mensual	Jornal	Mensual	Jornal	Mensual	Jornal
LOQUIDACION DE AYUDANTES Y OFICIALES	\$ 1,000,000.00	\$ 33,333.33	\$ 2,000,000.00	\$ 66,666.67	\$ 1,800,000.00	\$ 60,000.00	\$ 1,650,000.00	\$ 55,000.00
1 SALARIO ANUAL	\$ 12,000,000.00		\$ 24,000,000.00		\$ 21,600,000.00		\$ 19,800,000.00	
2 AUXILIO DE TRANSPORTE ANUAL	\$ 1,406,064.00		\$ 1,406,064.00		\$ 1,406,064.00		\$ 1,406,064.00	
3 VACACIONES ANUALES	\$ 500,000.00		\$ 1,000,000.00		\$ 900,000.00		\$ 825,000.00	
4 CESANTIAS (30 dias + aux trans)	\$ 1,117,172.00		\$ 2,117,172.00		\$ 1,917,172.00		\$ 1,757,172.00	
5 INTERESES DE CESANTIAS 12% ces	\$ 134,061.00		\$ 254,061.00		\$ 230,061.00		\$ 212,061.00	
6 PRIMA DE SERVICIOS (30 dias + aux trans)	\$ 1,117,172.00		\$ 2,117,172.00		\$ 1,917,172.00		\$ 1,757,172.00	
7 DOTACION								
7.1 Casco \$ 35,000.00								
7.2 Overoles \$ 120,000.00								
7.3 Pares de botas \$ 90,000.00								
VALOR TOTAL DOTACION	\$ 245,000.00		\$ 245,000.00		\$ 245,000.00		\$ 245,000.00	
8 SALUD (EPS) 8.5	\$ 1,020,000.00		\$ 2,040,000.00		\$ 1,836,000.00		\$ 1,683,000.00	
9 PENSION (12%)	\$ 1,440,000.00		\$ 2,880,000.00		\$ 2,592,000.00		\$ 2,376,000.00	
10 RIESGO PROFESIONALES (6.9%)	\$ 828,000.00		\$ 1,656,000.00		\$ 1,490,400.00		\$ 1,366,200.00	
11 CAJA DE COMPENSACION FAMILIAR (4%)	\$ 480,000.00		\$ 960,000.00		\$ 864,000.00		\$ 782,000.00	
12 ICBF (3%)	\$ 360,000.00		\$ 720,000.00		\$ 648,000.00		\$ 594,000.00	
13 SENA (2%)	\$ 240,000.00		\$ 480,000.00		\$ 432,000.00		\$ 396,000.00	
TOTAL INGRESOS AL AÑO	\$ 20,887,469.00		\$ 39,875,469.00		\$ 36,077,869.00		\$ 33,199,669.00	
Total real de dias trabajados en el año	288		288		288		288	
Valor total real de jornal	\$ 72,525.93		\$ 138,456.49		\$ 125,270.38		\$ 115,276.63	
Jornal sin prestaciones	\$ 33,333.33		\$ 66,666.67		\$ 60,000.00		\$ 55,000.00	
FACTOR DE PRESTACIONES (FP)	2.18		2.08		2.09		2.10	
PROMEDIO DE FP		2,1						

ILUSTRACIÓN 2 DEDUCCIÓN DE FACTOR FP

Precio de la hora-Hombre (\$h-H)

Este es el costo de los salarios de los trabajadores, que está influenciado por un factor que incluye los beneficios a los que tienen derecho los trabajadores de la construcción y el número real de horas trabajadas, dependiendo de una jornada laboral normal establecida por el gobierno

Cálculo del precio de la hora-Hombre (\$h-H) de un grupo de trabajo (cuadrilla), para construir una actividad.

$$\$h-H = \frac{(\text{No. Of.} \times \$\text{Jornal Of.} + \text{No. Ay.} \times \$\text{Jornal Ay.})}{N \times 8 \text{ h-H/Jornal}} \times \text{FP}$$

ECUACIÓN 3 PRECIO DE HORA-HOMBRE

En donde:

$\$h-H$: Precio de la hora-Hombre de la cuadrilla considerada.

GT: Integrantes del grupo de trabajo o cuadrilla considerada.

No. Of.: Número de oficiales de la cuadrilla considerada.

No. Ay.: Número de ayudantes de la cuadrilla considerada.

$\$Jornal Of.$: Valor de Jornal de cada oficial de la cuadrilla.

$\$Jornal Ay.$: Valor de jornal de cada ayudante de la cuadrilla.

N: Número de integrantes de la cuadrilla considerada.

FP: Factor de prestaciones

8h-H/Jornal: Jornal laboral de 8 horas.

Calcule los costos de mano de obra (\$MOB) para operaciones pequeñas o parciales.

Para calcular el trabajo de una subactividad (\$MOB), es necesario tomar en cuenta el costo promedio de una hora hombre (\$h-H) y la productividad laboral determinada para esa subactividad.

$$\$MOB = \$h - H \times R$$

ECUACIÓN 4 COSTOS DE MANO DE OBRA

En donde:

$\$h-H$: Costo de la hora-Hombre del grupo de trabajo necesario para ejecutar la unidad de actividad.

R: Rendimiento de mano de obra del grupo de trabajo o cuadrilla necesaria para ejecutar la unidad de actividad.

DURACION DE ACTIVIDADES

Según el principal recurso de ejecución y la cantidad del mismo. Cuando se trata de la estimación del tiempo, se debe tener en cuenta como paso importante la duración de la actividad, es decir, la cantidad de recursos que se utilizarán y por lo tanto durante cuánto tiempo.

Actualmente, hay una serie de combinaciones de recursos que satisfacen la condición de contenido de cantidad de recursos: el tiempo necesario para completar una operación; Debe elegir el que sea más económico en las condiciones consideradas. En la condición actual donde el valor de la moneda es muy alto, normalmente se usará la cantidad máxima de recursos, el 80% del valor físico máximo y no debe programar para usar el 100% de los recursos porque es difícil cumplir con las normales condiciones de trabajo ya que estamos tratando con muchos factores simultáneamente que deben determinarse y cumplirse durante la realización de la operación.

Una indicación que vale la pena seguir es trabajar con una unidad de tiempo tal que produzca los menores valores empleando números enteros. Todo esto con el fin de realizar un programa de obra. El programa siempre será subjetivo y contendrá decisiones, a veces basadas en análisis correctos y motivados, a veces basadas en experiencias o impresiones y emociones analizadas inadecuadamente, ya veces cuando es simplemente arbitrario porque no hay razón para impulsar un tipo diferente de decisión. Normalmente los tiempos de duración de actividades vendrá calculadas por un cuadro de cálculo de duración de actividades para una programación.

Este está compuesto por la base en las actividades menores elegidas para la programación de acuerdo al orden lógico del proceso constructivo, el rendimiento de cada una de ellas referido al recurso principal, lo que nos permite determinar la cantidad de trabajo total expresado en días (unidad básica de construcción en días), y de acuerdo a tamaño, condiciones de ejecución y condiciones de conveniencia técnica y administrativas y esta se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{C.T.T}{USR}$$

ECUACIÓN 5 DURACIÓN DE ACTIVIDADES.

Donde:

D = Duración de la actividad (Días)

C.T.T. = Cantidad total de trabajo (h-H)

USR = Uso simultaneo de recursos

$$C.T.T. = C0 \cdot R$$

ECUACIÓN 6 CANTIDAD TOTAL DE TRABAJO C. T. T.

Donde:

C.T.T. = Cantidad total de trabajo (h-H)

R = Rendimiento referido al recurso principal (h-H / (unidad de actividad))

C0 = Cantidad de obra (unidad de actividad)

De esta manera al remplazar la ecuación 5 en la ecuación 6 obtenemos:

$$D = \frac{C0 \cdot R}{USR}$$

ECUACIÓN 7 DURACIÓN DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS

Esta expresión será usada para el cálculo de la duración de las actividades, para el buen ejercicio de programación de obras en la práctica.

MARCO PRACTICO

Es parte fundamental aplicar de manera correcta los conceptos de la teoría del estudio del trabajo mencionados en la sección anterior, que ha sido utilizada en la industria de la construcción, de esta manera esta sección contiene procedimiento para obtener los consumos de mano de obra.

Primero, se describirá las actividades en el que se realizan las mediciones, luego describir los procedimientos que allí se realizan, y posteriormente, explicar los elementos que se consideran en la selección de las actividades a analizar para detallar paso a paso la forma de obtener el consumo de la mano de obra.

EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN

Descripción De La Obra En Estudio

El proyecto del Edificio Comercial Toberín ubicado en KR 21 164 153 en el lote 20, manzana 7 de la urbanización EL TOBERIN de la localidad de USAQUEN, es una obra dirigida por el constructor Carrillo Rodríguez William Hernando la cual es una edificación de cinco (5), pisos incluido uno (1) no habitable destinado en su totalidad de equipamiento, cuenta con tres (3) sótanos, para destinarlos a cuatro (4) unidades de comercio zonal, provee ocho (8) estacionamientos privados, cuarenta (40) estacionamiento a visitantes incluido dos (2) para personas en condiciones de discapacidad y veintitrés (23) cupos para bicicletas para un total de $4164.64 m^2$ de área construida.

Caracterizado cimentación tipo; pilote, dados y muros barretes, una estructura combinado por muros de concreto, basando en método de diseño de resistencia ultima

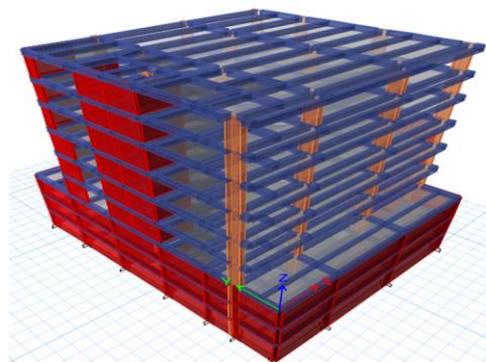


ILUSTRACIÓN 3 MODELO ESTRUCTURAL EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN



ILUSTRACIÓN 4 LOCALIZACIÓN EDIFICIO TOBERIN

Características Particulares De La Obra

La obra presenta las siguientes características:

- Es una obra privada, donde el flujo del dinero lo regula el dueño del proyecto
- Obra que inicio en temporada de pandemia de covid-19 y mantuvo bajo restricciones de los decretos de saneamiento
- Se mantuvo en momento de inflación de precios de materiales de construcción debido a la reactivación económica por pandemia de covid-19
- El horario laboral normal: de lunes a viernes es de 7:00 am a 5:00 pm
- Los días sábados se trabajó un horario normal. 7 a 12
- El tiempo destinado para el almuerzo fue de 12 a.m. a 1 p.m.; los descansos durante el día fueron a las 9:00 a 9:20 a.m. y a las 3:00 a 3:20p.m.
- Se trabajó con un conjunto de personal de Max 23 personas por jornada laboral

Selección De Procesos

Criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar los procesos:

- Programa de obra
- Continuidad de mediciones para equipos de trabajo
- Sincronización de las tareas a elaborar con los tiempos de visitas

A partir de estos criterios los procesos seleccionados para la evaluación y análisis en el proyecto del Edificio Comercial Toberín son

Proceso/actividad	Cantidad proyecto	Cantidad por piso	Unidades
Placa flotante H=1.00 M	558.95	558.95	m ²
Viga andén E= 0,55 M	856.06	285.37	m ²
Pilotes pre-excavados y fundidos en sitio D=0,50 M	1847.00	1847.00	mL
Columnas y pantalla fundidas en sitio	141.844	28.37	m ³
Placa aligerada E= 0,55 M	2794.75	558.95	m ²

TABLA 3 PROCESOS SELECCIONADOS EDI. COMERCIAL TOBERIN

Periodo de Observación

El ciclo de observaciones para estas actividades fue desde el 19/10/2020 al 26/4/2022 este periodo nos da la oportunidad de Continuidad de mediciones para equipos de trabajo.

Datos obtenidos

i. Placa flotante

Como datos generales de este proceso analizado, se tiene:

CAPITULO	CIMENTACION
ACTIVIDAD	Armar y fundir placa flotante (Vigas cimentación, Datos cimentación, placa maciza e=0.45)
UNIDAD	m ²

OBRA	EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN	
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL	
	5 pisos + 3 sótanos	
UBICACIÓN	Placas de sótano 3	
GRUPO DE TRABAJO	2 Ofi + 3 Ay.	
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Día	
OBSERVACIONES		
<p>Actividad compuesta por la ejecución de armar y fundir los elementos sótano 3 conformados por vigas de cimentación, dados y una placa superior maciza este sistema estructura se caracteriza por. Está compuesto por concreto de 245 kg/ cm² (24 MpA), distribuido en 46 vigas de cimentación distribuidas por 4 VC-S 100x60, 19 VC-S 50x130, 10 VC-S 60x130, 10 VC-S 80x140, 3 VC-S 40x130. 11 Dados distribuidos por 1 T1 205x80 rectangular, 2 T2 205x80 rectangular, 1 T3 de 171x46 hexagonal, 4 T4 de 205x205 cuadrados, 1 T5 205x297 rectangular, 1 T5A 280x226 con corte triangular en un costado, 1 T6 330x205 y un una placa superior maciza de e=0.45 para un área de 585.95 m²</p>		
PROCESO DE EJECUCION		
VIGAS DE CIMENTACION	DADOS	PLACA MACIZA e=0.45
<p>Consultar Estudio de Suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar Cimentación en Planos Estructurales • Verificar excavaciones. • Verificar cotas de cimentación. • Verificar excavación y concreto de limpieza. • Verificar localización y dimensiones. • Replantear vigas sobre concreto de limpieza. • Verificar nivel superior del concreto de limpieza. • Colocar y revisar refuerzo de acero. • Colocar soportes y 	<p>Consultar Estudio de Suelos.</p> <p>Consultar Cimentación en Planos Estructurales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar NSR 10. • Verificar excavaciones. Verificar cotas de cimentación. Verificar excavación y concreto de limpieza. Verificar localización y dimensiones. • Verificar nivel superior del concreto de limpieza. Colocar refuerzos de acero. Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo. • Preparar formaletas. • Levantar y acodalar formaletas. • Verificar plomos y dimensiones. Verificar refuerzos y recubrimientos. • Vaciar progresivamente y vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos. • Desencofrar viguetas. • Curar concreto. • Verificar plomos y niveles para aceptación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar Planos Arquitectónicos. • Consultar Planos Estructurales. • Consulta NSR 10 • Estudiar y definir formaletas a emplear. • Preparar formaleta y aplicar desmoldantes. • Colocar refuerzo positivo en acero. • Ejecutar y fijar firmemente las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y telefónicas. • Colocar testeros de borde. • Colocar refuerzo de acero. • Verificar refuerzos, traslapes y recubrimientos. • Colocar malla electro soldada. • Verificar dimensiones, niveles y bordes de placa. • Vaciar el concreto en una

espaciadores para el refuerzo.

- Verificar refuerzos y recubrimientos.
- Verificar plomos, alineamientos y dimensiones.
- Vaciar concreto progresivamente.
- Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.
- Curar concreto.
- Verificar niveles finales para aceptación.

sola etapa.

- Vibrar concreto.
- Curar concreto.
- Desencofrar losas. .
- Verificar niveles, alineamientos y plomos para aceptación

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES

MEDICION N NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	NUMERO DE CUADRILLAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS ACTIVIDADES		CANTIDAD DE OBRA EJECUTADA CADA JORNADA	RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA
				INICIO	FIN		
						m ²	h-H/ m ²
1	2 of + 3 ay.	4	4	27/10/2021	30/10/2021	77.96	6.57
2	2 of + 3 ay	4	5	5/11/2021	10/11/2021	89.5	7.15
3	2 of + 3 ay	4	5	16/11/2021	20/11/2021	83.68	7.65
4	2 of + 3 ay	4	4	25/11/2021	30/11/2021	78.75	6.5
5	2 of + 3 ay	4	6	9/12/2021	15/12/2021	89.50	8.56
6	2 of + 3 ay	4	4	16/12/2021	21/12/2020	80.39	6.36
7	2 of + 3 ay	4	4	5/1/2021	11/1/2022	75.96	6.74
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL						82.248571 43	7.07571428 6
RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMADA Y FUNDIDA DE UNA PLACA FLOTANTE PARA UN A CUADRILLA DE 2 of + 3 ay (Vigas cimentación, Dados cimentación, placa maciza e=0.45)						7.08 h-H/ m ²	

TABLA 4 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PLACA FLOTANTE TOBERIN

ii. **Viga Cinturón o Placa Anden**

Como datos generales de este proceso analizado, se tiene:

CAPITULO	ESTRUCTURA	
ACTIVIDAD	Armar y fundir Placa cinturón o anden	
UNIDAD	m ²	
OBRA	EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN	
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL 5 pisos + 3 sótanos	
UBICACIÓN	Placas de los pisos 1, placa sótano 1-2	
GRUPO DE TRABAJO	1 Ofi + 2 Ayu	
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Día	
OBSERVACIONES	<p>Actividad compuesta por la ejecución de armar y fundir por un sistema constructivo de vigas y placa perimetral dispuestas, para el descenso al piso de cimentación, con la finalidad de facilidad constructiva de los elementos estructurales que componen la cimentación y de los sótanos. Está compuesto por concreto de 4000 PSI distribuido en 41 vigas divididas en 29 VCAB-S 50x55 y 12 VDIAG-S 60x55 con una placa superior e =0.5m para un área de 285.37 m². Además durante el proceso constructivo para el sótano 2 se realizó el proceso de trincheras por motivo de seguridad de personal y de la edificaciones laterales</p>	
PROCESO DE EJECUCION	vigas cinturón	Losa maciza e=0.55
	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar Estudio de Suelos. • Consultar Cimentación en Planos Estructurales • Verificar excavaciones. • Verificar cotas de cimentación. • Verificar excavación y concreto de limpieza. • Verificar localización y dimensiones. • Replantear vigas sobre concreto de limpieza. • Verificar nivel superior del concreto de limpieza. • Colocar y revisar refuerzo de acero. • Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo. • Verificar refuerzos y recubrimientos. • Verificar plomos, alineamientos y dimensiones. • Vaciar concreto progresivamente. • Vibrar el concreto por medios manuales y 	<ul style="list-style-type: none"> • Consulta NSR 10 • Estudiar y definir formaletas a emplear. • Preparar formaleta y aplicar desmoldantes. • Colocar refuerzo positivo en acero. • Ejecutar y fijar firmemente las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y telefónicas. • Colocar testeros de borde. • Colocar refuerzo de acero. • Verificar refuerzos, traslapos y recubrimientos. • Colocar malla electro soldada.

- | | |
|---|--|
| <p>mecánicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Curar concreto. • Verificar niveles finales para aceptación. | <ul style="list-style-type: none"> • Verificar dimensiones, niveles y bordes de placa. • Vaciar el concreto en una sola etapa. • Vibrar concreto. • Curar concreto. • Desencofrar losas. . • Verificar niveles, alineamientos y plomos para aceptación |
|---|--|

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES							
MEDICION NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	NUMERO DE CUADRILLAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA m ²	RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA h-H/ m ²
				INICIO	FIN		
1	2 of + 3 ay	3	6	12/7 /2021	17/7 /2021	142.68	4.04
2	2 of + 3 ay	3	5	21/7 /2021	26/7 /2021	142.68	3.36
3	2 of + 3 ay	3	5	6/8 /2021	12/8 /2021	142.68	3.36
4	2 of + 3 ay	3	6	13/8 /2021	20/8 /2021	142.68	4.04
5	2 of + 3 ay	3	4	13/9 /2021	17/9 /2021	92.24	4.17
6	2 of + 3 ay	3	5	21/9 /2021	25/9 /2021	96.10	4.99
7	2 of + 3 ay	3	4	27/9 /2021	1/10 /2021	97.00	3.96
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL						122.2942857	3.988571429
RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMADA Y FUNDIDA PLACA ANDEN E= 0.55 M COMPUESTA POR UNA CUAFRILLA DE 2 of + 3 ay						3.99 h-H/ m ²	

TABLA 5 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PLACA CINTURÓN TOBERIN

iii. Pilotes pre excavados y fundidos en sitio

Como datos generales de este proceso analizado, se tiene:

CAPITULO	CIMENTACION
ACTIVIDAD	Excavar y fundir Pilotes pre excavados de D = 0.50 m
UNIDAD	mL
OBRA	EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL 5 pisos + 3 sótanos
UBICACIÓN	Placas Cimentación sótano 3
GRUPO DE TRABAJO	1 Ofi + 2 Ayu
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Día
OBSERVACIONES	
<p>Actividad compuesta por la ejecución de armar y fundir un sistema cimentación conformado por pilotes pre excavados y fundidos in situ de diámetro de 0.50m compuesto por concreto de 400 PSI, distribuido en 41 pilotes de cimentación con una longitud de 27 m de profundidad fundidos desde el piso de cimentación y 10 pilotes temporales con una longitud de 37m de profundidad fundidos desde el piso 1 de la edificación</p>	
PROCESO DE EJECUCION	
<ul style="list-style-type: none"> • Consultar Planos Estructurales. • Consultar NSR 10. • Replantear ejes, verificar niveles y localizar pilotes. Verificar dimensiones de los elementos, según los diseños. • Figurar, armar y colocar el refuerzo de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del diseño estructural. Colocar canasta de refuerzo de acero. En el refuerzo se deberán verificar diámetros, longitudes de traslapo y recubrimientos. • Verificar plomos y dimensiones. • Preparación, transporte y vaciado del concreto dentro del espacio indicado. Vaciar y vibrar el concreto. • Curar concreto. • Verificar plomos y niveles para aceptación. 	

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES

MEDICION N NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	DIAS DE TRABAJO	FECHAS ACTIVIDADES		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA	RENDIMIENT O DE MANO DE OBRA
			INICIO	FIN		
1	EQUIPO DE PILOTAJE	6	19/10/ 2020	24/10/ 2020	397.00	0.15
2	EQUIPO DE PILOTAJE	6	26/10/ 2020	31/10/ 2020	397.00	0.15
3	EQUIPO DE PILOTAJE	6	2/11/2020	7/11/2020	397.00	0.15
4	EQUIPO DE PILOTAJE	6	9/11/2020	14/11/ 2020	397.00	0.15
5	EQUIPO DE PILOTAJE	4	16/11/ 2020	19/11/ 2020	259.00	0.13
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL					369.4	0.154
RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMADA Y PILOTES PRE EXCAVADOS DE D = 0.50 M COMPUESTA POR COMPUESTA POR UN EQUIPO DE PILOTAJE (2 OPERARIOS Y 4 OFICIALES)					0.154 h-H/mL	

TABLA 6 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PILOTES TOBERIN

iv. Columnas y pantalla fundidas en sitio

Como datos generales de este proceso analizado, se tiene:

CAPITULO	ESTRUCTURA
ACTIVIDAD	Armar y fundir Columnas y pantallas de concreto
UNIDAD	m ³
OBRA	EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL
	5 pisos + 3 sótanos
UBICACIÓN	Placas de los pisos 2-3-4-5
GRUPO DE TRABAJO	1 Ofi + 2 Ayu
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Dia
OBSERVACIONES	Actividad compuesta por armar y fundir el sistema columnas y muros pantallas de los pisos 2 al 5 con características de un concreto de 4000 PSI distribuido en 13 columnas divididas en 11 columnas de 0.40x1.00 m, 2 columnas de 0.50x1.10 m, 7 muros para el foso de ascensor y

bordes de la edificación, con una altura de 2.65 m de piso a piso y uso de encofrado vertical del sistema de formaletas STEN

PROCESO DE EJECUCION

- Consultar Planos Arquitectónicos.
- Consultar Planos Estructurales.
- Consultar NSR 10.
- Replantear ejes, verificar niveles y localizar columnas.
- Colocar refuerzos de acero.
- Verificar refuerzos, traslapes, distanciamientos y ejes.
- Preparar formaletas y aplicar desmoldantes.
- Levantar y acodalar formaletas.
- Verificar plomos y dimensiones.
- Vaciar y vibrar el concreto.
- Desencofrar columnas. y muros pantalla
- Curar concreto.
- Verificar plomos y niveles para aceptación. Es indispensable

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES

MEDICION NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrillas)	NUMERO DE CUADRILLAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA m ³	RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA h-H/m ³
				INICIO	FIN		
1	1 of + 2 ayu	4	4	21/2/2022	28/2/2022	28.368825	18.05
2	1 of + 2 ayu	4	4	9/3/2022	15/3/2022	28.368825	18.05
3	1 of + 2 ayu	4	5	6/4/2022	11/4/2022	28.368825	22.56
4	1 of + 2 ayu	4	6	5/5/2022	10/5/2022	28.368825	22.56

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES						
MEDICION NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	NUMERO DE CUADRILLAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS	CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA	RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA
				INICIO FIN	m ³	h-H/m ³
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL					28.368825	20.305
RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMADA Y FUNDIR COLUMNAS Y PANTALLAS DE CONCRETO COMPUESTA POR UNA CUADRILLA DE 1 OF + 2 AYU					20.305 h-H/m ³	

TABLA 7 RENDIMIENTO MANO DE OBRA COLUMNAS Y PANTALLAS DE CONCRETO TOBERIN

v. Placa aligerada

Como datos generales de este proceso analizado, se tiene:

CAPITULO	ESTRUCTURA
ACTIVIDAD	Armar y fundir placa aligerada e =0.55
UNIDAD	m ²
OBRA	EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL
	5 pisos + 3 sótanos
UBICACIÓN	Placas de los pisos 2-3-4-5
GRUPO DE TRANAJO	2 Ofi + 3 Ayu
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Día
OBSERVACIONES	
	Actividad compuesta por armar y fundir el sistema de losa aligeradas de los pisos 2 al 5 con características por una distribuido en una losa aligerada con un espesor de 0.55 m para un área de 558.95 m ² y uso de encofrado horizontal del sistema de formaletas STEN
PROCESO DE EJECUCION	

- Consultar Planos Arquitectónicos.
- Consultar Planos Estructurales.
- Consulta NSR 10
- Estudiar y definir formaletas a emplear.
- Preparar formaleta y aplicar desmoldantes.
- Colocar refuerzo positivo en acero.
- Ejecutar y fijar firmemente las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y telefónicas.
- Colocar testers de borde.
- Colocar refuerzo de acero.
- Verificar refuerzos, traslapos y recubrimientos.
- Colocar malla electro soldada.
- Verificar dimensiones, niveles y bordes de placa.
- Vaciar el concreto en una sola etapa.
- Vibrar concreto.
- Curar concreto.
- Desencofrar losas. .
- Verificar niveles, alineamientos y plomos para aceptación

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES

MEDICION NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	NUMERO DE CUADRILLAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS ACTIVIDAD		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA	RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA
				INICIO	FIN		
1	2 of + 3 ayu	4	6	14/2/2022	19/2/2022	558.95	3.881597222
2	2 of + 3 ayu	4	7	1/3/2022	8/3/2022	558.95	2.4953125
3	2 of + 3 ayu	4	5	22/3/2022	30/3/2022	550	3.327083333
4	2 of + 3 ayu	4	5	18/4/2022	26/4/2022	545.6	3.565178571
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL						178.00	3.317292907

RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMADA Y FUNDIDA DE UNA PLACA ALIGERADA DE $e = 0.55$ m COMPUESTA POR UNA CUADRILLA DE 2 OF + 3 AYU	3.31 h-H/m^2
---	------------------------

TABLA 8 RENDIMIENTO MANO DE OBRA PLACA ALI. E=0.55M TOBERIN

PROYECTO DE APARTAMENTOS STEEL 22

Descripción De La Obra En Estudio

El proyecto de vivienda Stell 22 ubicado en el Ac. 22 # 96 - 82, en el lote 0064056819 de la manzana 68 de la urbanización de urbanización Ferro caja de Fontibón en la localidad de Fontibón, es una obra dirigida por la empresa Inversiones Paralelo, Steel 22 cuenta con dos Torres de estrato 4 de venta y construcción con 19 pisos de apartamentos para un total de 242 apartamentos y zona comercial en el piso uno del proyecto además este proyecto colinda con (Humedal de Capellanía) de 26 hectáreas. Cuenta con un área total de 27035.296 m^2 de área construida. Es una obra que combina procesos de construcción convencionales con procesos de construcción metálica.



ILUSTRACIÓN 5 EDIFICIO STEEL 22



ILUSTRACIÓN 6 MODELACIÓN RENDE STELL 22

Características Particulares De La Obra

La obra presenta las siguientes características:

- Diseño donde el eje central del proyecto está construido en estructura convencional y las placas aéreas en estructura metálica con lamina colaboran te para las placas
- Construcción colinda al lado de un humedal
- El horario laboral normal: de lunes a viernes es de 7:00 am a 5:00 pm
- Los días sábados se trabajó un horario normal. 7 a 12
- El tiempo destinado para el almuerzo fue de 12 a.m. a 1 p.m.; los descansos durante el día fueron a las 9:00 a 9:20 a.m. y a las 3:00 a 3:20p.m.

Selección De Procesos

Criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar los procesos:

- Programa de obra
- Continuidad de mediciones para equipos de trabajo
- Sincronización de las tareas a elaborar con los tiempos de visitas

A partir de estos criterios los procesos seleccionados para la evaluación y análisis en el proyecto del Edificio Comercial Toberín son

Proceso/actividad	Cantidad evaluada	Unidades
Dados Cimentación	83.09	m ³
Excavación a mano	63.94	m ³
Armar y fundir vigas	52.49	m ³

TABLA 9 PROCESOS SELECCIONADOS STEEL 22

Periodo de Observación

El ciclo de observaciones para estas actividades fue desde el 7/2/2022 al 4/5/2022 este periodo nos da la oportunidad de Continuidad de mediciones para equipos de trabajo

Datos obtenidos

i. Excavación a mano

CAPITULO	PRELIMINARES
ACTIVIDAD	Excavación a mano
UNIDAD	m ³
OBRA	Proyecto De Apartamentos Steel 22
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL Y METALICA
UBICACIÓN	nivel de piso 1
GRUPO DE TRABAJO	1 ayu
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Dia
OBSERVACIONES	Actividad compuesta por la labor de excavación a cielo abierto, del suelo de primer piso para llegar a las cotas del sótano 1. actividad realizada por 5 cuadrillas que se evaluaron individualmente durante 15 días no continuos
PROCESO DE EJECUCION	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos. • Consultar y verificar procesos constructivos del Proyecto Estructural. • Corroborar la conveniencia de realizar la excavación por medios manuales. • Verificar niveles y dimensiones expresados en los Planos Estructurales. • Realizar cortes verticales para excavaciones a poca profundidad, sobre terrenos firmes ó sobre materiales de relleno, evitando el uso de entibados.

- Realizar cortes inclinados y por trincheras para mayores profundidades y sobre terrenos menos firmes, evitando el uso de entibados.
- Utilizar entibados para terrenos inestables ó fangosos ó en terrenos firmes cuando las excavaciones tengan profundidades mayores a un metro y se quieran evitar los taludes.
- Depositar la tierra proveniente de las excavaciones mínimo a un metro del borde de la excavación.
- Determinar mediante autorización escrita del Ingeniero de Suelos, las cotas finales de excavación.
- Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles .
- Cargar y retirar los sobrantes.
- Verificar niveles finales

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES

MEDICION NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	CUADRILLA	DIAS DE TRABAJO	FECHAS ACTIVIDAD		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA m ³	RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA h-H/m ³
				INICIO	FIN		
1	1 Ayu	1a	1	7/2/2022	7/2/2022	2.5	3.200
2	1 Ayu	2a	1			2.7	2.963
3	1 Ayu	3a	1			2.78	2.878
4	1 Ayu	4a	1			2.72	2.941
5	1 Ayu	5a	1			2.85	2.807
6	1 Ayu	1a	1	10/2/2022	10/2/2022	2.56	3.125
7	1 Ayu	2a	1			2.68	2.985
8	1 Ayu	3a	1			2.9	2.759
9	1 Ayu	4a	1			2.76	2.899
10	1 Ayu	5a	1	14/2/2022	14/2/2022	2.89	2.768
11	1 Ayu	1a	1			2.86	2.797
12	1 Ayu	2a	1			2.85	2.807
13	1 Ayu	3a	1			2.90	2.759
14	1 Ayu	4a	1			2.95	2.712
15	1 Ayu	5a	1	2.63	3.042		
16	1 Ayu	1a	1			2.55	3.137

17	1 Ayu	2a	1	17/2/2 022	17/2/ 2022	2.88	2.778
18	1 Ayu	3a	1			2.76	2.899
19	1 Ayu	4a	1			2.78	2.878
20	1 Ayu	5a	1			2.88	2.778
21	1 Ayu	1a	1	21/2/2 022	21/2/ 2022	2.75	2.909
22	1 Ayu	2a	1			2.7	2.963
23	1 Ayu	3a	1			2.83	2.827
24	1 Ayu	4a	1			2.85	2.807
25	1 Ayu	5a	1	24/2/2 022	24/2/ 2022	2.8	2.857
26	1 Ayu	1a	1			2.77	2.888
27	1 Ayu	2a	1			2.67	2.996
28	1 Ayu	3a	1			2.88	2.778
29	1 Ayu	4a	1	24/2/2 022	24/2/ 2022	2.77	2.888
30	1 Ayu	5a	1			2.69	2.974
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL						2.77	2.89
RENDIMIENTO PROMEDIO DE EXCAVACION A MANO PARA UNA CUADRILLA COMPUESTA POR 1 AYU						2.89 h-H/m ³	

TABLA 10 RENDIMIENTO MANO DE OBRA EXCAVACION MANUAL STEEL 22

ii. Armar y fundir Datos de cimentación

CAPITULO	CIMENTACION
ACTIVIDAD	Armar y fundir datos de cimentación
UNIDAD	m ³
OBRA	Proyecto De Apartamentos Steel 22
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL Y METALICA
UBICACIÓN	Placa de cimentación
GRUPO DE TRABAJO	1 ofc + 2 ayu.
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Día
OBSERVACIONES	Actividad compuesta por la ejecución de armar y fundir los Datos en la placa de cimentación del edificio 1 del proyecto Steel 22 toma de rendimientos en fechas diferentes

PROCESO DE EJECUCION
<p>Consultar Estudio de Suelos. Consultar Cimentación en Planos Estructurales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar NSR 10. • Verificar excavaciones. Verificar cotas de cimentación. Verificar excavación y concreto de limpieza. Verificar localización y dimensiones. • Verificar nivel superior del concreto de limpieza. Colocar refuerzos de acero. Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo. • Preparar formaletas. • Levantar y acodalar formaletas. • Verificar plomos y dimensiones. Verificar refuerzos y recubrimientos. • Vaciar progresivamente y vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos. • Desencofrar viguetas. • Curar concreto. • Verificar plomos y niveles para aceptación.

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES							
MEDICION N NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	NUMERO DE CUADRIL LAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA	RENDIMI ENTO DE MANO DE OBRA
				INICIO	FIN	m ³	h-H/m ³
1	1 ofc + 2 ayu	6	6	28/3/2022	2/3/2022	12.56	22.92

2	1 ofc + 2 ayu	6	7	4/4/2022	9/4/2022	15.33	21.91
3	1 ofc + 2 ayu	6	6	11/4/2022	19/4/2022	13.95	20.64
4	1 ofc + 2 ayu	6	6	20/4/2022	27/4/2022	10.65	27.04
5	1 ofc + 2 ayu	6	6	28/4/2022	4/5/2022	11.45	25.15
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL						12.788	23.532
RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMAR Y FUNDIR DATOS DE CIMENTACION COMPUESTA POR UNA CUADRILLA DE 1 ofc + 2 ayu						23.53 h-H/m ³	

TABLA 11 RENDIMIENTO MANO DE OBRA DADOSL STEEL 22

iii. Vigas de cimentación

CAPITULO	CIMENTACION
ACTIVIDAD	Armar y fundir vigas de cimentación
UNIDAD	m ³
OBRA	Proyecto De Apartamentos Steel 22
TIPO DE OBRA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL Y METALICA
UBICACIÓN	Placa de cimentación
GRUPO DE TRAJAJO	1 ofc + 2 ayu
JORNADA LABORAL	8 Horas/ Dia
OBSERVACIONES	Actividad compuesta por la ejecución de armar y fundir los vigas de la placa flotante en la placa de cimentación del edificio 1 del proyecto Steel 22 toma de rendimientos en fechas diferentes
PROCESO DE EJECUCION	Consultar Estudio de Suelos. <ul style="list-style-type: none"> • Consultar Cimentación en Planos Estructurales • Verificar excavaciones. • Verificar cotas de cimentación. • Verificar excavación y concreto de limpieza. • Verificar localización y dimensiones.

- Replantear vigas sobre concreto de limpieza.
- Verificar nivel superior del concreto de limpieza.
- Colocar y revisar refuerzo de acero.
- Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo.
- Verificar refuerzos y recubrimientos.
- Verificar plomos, alineamientos y dimensiones.
- Vaciar concreto progresivamente.
- Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.
- Curar concreto.
- Verificar niveles finales para aceptación.

TABLA DE CALCULO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA ACTIVIDADES MENORES

MEDICION N NO.	GRUPO DE TRABAJO (Cuadrilla)	NUMERO DE CUADRILLAS	DIAS DE TRABAJO	FECHAS		CANTIDAD DE OBRA EJECUTA CADA JORNADA m ³	RENDIMI ENTO DE MANO DE OBRA h-H/m ³
				INICIO	FIN		
1	1 ofc + 2 ayu	6	6	4/4/2022	9/4/2022	12.56	22.92
2	1 ofc + 2 ayu	6	7	11/4/2022	19/4/2022	15.33	21.91
3	1 ofc + 2 ayu	6	6	20/4/2022	27/4/2022	13.95	20.64
4	1 ofc + 2 ayu	6	6	28/4/2022	4/5/2022	10.65	27.04
PROMEDO OBRA EJECUTADA Y RENDIMIENTO JORNAL						13.1225	23.1275
RENDIMIENTO PROMEDIO DE ARMAR Y FUNDIR VIGAS DE CIMENTACION COMPUESTA POR UNA CUADRILLA DE 1 ofc + 2 ayu						23.13 h-H/m ³	



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
Facultad de Ingeniería Civil



TABLA 12 RENDIMIENTO MANO DE OBRA VIGAS STEEL 22

TABLA DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS

RENDIMIENTOS MANO DE OBRA

EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN

Características Particulares De La Obra

La obra presenta las siguientes características

- Es una obra privada, donde el flujo del dinero lo regula el dueño del proyecto
- Obra que inicio en temporada de pandemia de covid-19 y mantuvo bajo restricciones de los decretos de saneamiento
- Se mantuvo en momento de inflación de precios de materiales de construcción debido a la reactivación económica por pandemia de covid-19
- El horario laboral normal: de lunes a viernes es de 7:00 am a 5:00 pm
- Los días sábados se trabajó un horario normal. 7 a 12
- El tiempo destinado para el almuerzo fue de 12 a.m. a 1 p.m.; los descansos durante el día fueron a las 9:00 a 9:20 a.m. y a las 3:00 a 3:20p.m.
- Se trabajó con un conjunto de personal de Max 23 personas por jornada laboral

RENDIMIENTOS DETALLADO

Ítem	Actividad	Unidad	Rendimiento	Grupo de trabajo
1	Preliminares			
2	Cimentación			
2.01	Excavar y fundir Pilotes pre excavados , fundidos en sitio de D = 50 cm	ml	0.146 h-H/mL	Equipo de pilotaje (2 Operarios + 4 Obreros)
2.02	Amar y fundir Placa Flotante	m ²	7.08 h-H/m ²	2 of + 3 ayu
3	ESTRUCTURALES			
3.01	Amar y fundir placa aligerada e =0.55	m ²	3.32 h-H/m ²	2 OF + 3 AYU
3.02	Amar y fundir viga cinturón o placa andén	m ²	3.99 h-H/m ²	2 OF + 3 AYU
3.03	Amar y fundir Columnas y pantallas de concreto	m ³	20.31 h-H/m ³	1 OF + 2 AYU
4	MANPOSTERIA			
5	PAÑETES			

PROYECTO DE APARTAMENTOS STEEL 22

Características Particulares De La Obra

- Diseño donde el eje central del proyecto está construido en estructura convencional y las placas aéreas en estructura metálica con lamina colaborante para las placas
- Construcción colinda al lado de un humedal
- El horario laboral normal: de lunes a viernes es de 7:00 am a 5:00 pm
- Los días sábados se trabajó un horario normal. 7 a 12
- El tiempo destinado para el almuerzo fue de 12 a.m. a 1 p.m.; los descansos durante el día fueron a las 9:00 a 9:20 a.m. y a las 3:00 a 3:20p.m.

RENDIMIENTOS DETALLADO

Ítem	Actividad	Unidad	Rendimiento	Grupo de trabajo
1	Preliminares			
2	Cimentación			
2.01	Amar y fundir Dados de cimentación	m ³	23.57 h-H/m ³	1 OF + 2 AYU
2.02	Excavación manual	m ³	2.89 h-H/m ³	1 AYU
2.03	Amar y fundir vigas de cimentación	m ³	23.57 h-H/m ³	1 OF + 2 AYU
3	ESTRUCTURALES			
4	MANPOSTERIA			
5	PAÑETES			

TABLA 13 TABLA FINAL DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

ANALISIS Y VERIFICACION DE RESULTADOS

Para realizar el debido análisis y verificación de los resultados obtenidos de los rendimientos logrados en el ciclo de observación, de cada una de las actividades evaluadas a lo largo de este trabajo de investigación se ha optado por realizar un análisis y verificación mediante, el método comparación y utilización de los datos en elementos de presupuestos y programación de una obra.

Puesto que se logró observar, que una validación de la información por análisis estadístico llegaría ser inconcluso debido al tamaño de muestra al ser pequeña.

Asimismo, siguiendo con la importancia del método de análisis seleccionado se verificará los datos empleándolos en el cálculo de Análisis de Precios Unitarios (APUS) de un proyecto de construcción real. Con esto se comprobará el comportamiento de los rendimientos obtenidos en valores como el precio Hora-Hombre, el costo de mano de obra y duración de actividad.

Finalmente, en un proceso de comparación, con una base datos genéricas se demostrará la diferencia entre rendimientos teóricos genéricos y los rendimientos adquiridos en este trabajo de investigación.

USO DE DATOS OBTENIDOS EN ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los rendimientos obtenidos del trabajo de investigación se usarán en el análisis de precios unitarios en un proyecto que comparte algunas de las características de los proyectos analizados este proyecto será. El proyecto de construcción Edificio Pasadena Club. Es un proyecto que cuenta con las siguientes características:

GENERALIDADES DE AREAS	
Descripción	Cantidad
Área de lote	1,152.00 m ²
Área de ocupación	770.00 m ²
Área libre	382.00 m ²
Área primer piso	770.00 m ²
Área segundo piso	760.47 m ²
Área tercer piso	760.47 m ²
Área cuarto piso	760.47 m ²
Área quinto piso	759.83 m ²
Área total construida	3,811.24 m ²
Índice de ocupación	66 %
Índice de construcción	2.46
Parqueadero privados	43 UND

GENERALIDADES DE AREAS	
Descripción	Cantidad
<i>Parqueadero visitantes</i>	8 UND
<i>Parqueadero minusválidos</i>	1 UND

TABLA 14 ASPECTOS GENERALES PASADENA CLUB

Se realizó el análisis de precios unitarios de forma detallada de la actividad de placa aligerada de $e=0.55$ m, consecutivamente se presentará tabla resumen de cada una de las actividades evaluadas durante el proyecto de investigación los resultados obtenidos en los análisis de precios unitarios son:

Losa aligerada y cinturón:

MEDIDA DE CANTIDADES DE MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UN	CANT.
ESTRUCTURA		
PLACA DE SEGUNDO PISO		
Placa entrepiso Aligerada $E= 0,55$ M.	M2	760.47
Aligeramiento de lámina melamínica.	M2	320.25

Nota: cada una de estas medidas fueron tomadas de los planos estructurales del proyecto

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

Capítulo: ESTRUCTURA
Actividad: **PLACA ALIGERADA SEGUNDO PISO $E=0,55$ M**
Unidad: **M2**

I. CÁLCULO DE MATERIALES POR UNIDAD DE MEDIDA:

Materiales a utilizar para construir 1 M2 de PLACA ALIGERADA son:

MATERIALES	UNIDAD
1. Concreto 3500 PSI	M3
2. Aligeramiento de tabla melamínica	M2
3. Tabla Chapa L= 3,00 M, A= 0,30 M	UN
4. Puntilla 2 1/2"	LB
5. ACPM	GL
6. Alambre negro No.18	KG

EQUIPOS	UNIDAD
1. Formaleta típica de placa	M2
2. Alquiler Vibrador para concreto	DIA

1. Cálculo de cantidad de concreto de 3500 psi por M2 de placa

Área de la placa (A_p):	760.47 M2
Espesor de placa (E_p):	0.55 M
Área del aligeramiento (A_{ap})	320.25 M2
Altura del aligeramiento (H)	0.35 M
Volumen de la placa maciza: $A_p \times E_p$	418.26 M3
Volumen del aligeramiento: $A_{ap} \times H$	112.09 M3
Volumen de concreto de la placa: $V_{pm} - V_{ap}$	306.17 M3

**Volumen de concreto por M2 de
placa
aligerada de $e = 0,55$ M:**

	M3 de concreto / M2 de placa
Vcp / Área de placa	0.40

Cuantía de concreto de 3500 psi/M2 placa 0.40 M3/M2 placa
--

2. Calculo de lámina melamínico

Área de la placa (A_p):	760.47 m2
Área de aligeramiento (A_{ap}):	309.25 m2

Aap/ Ap: **0.41** m2 de aligeramiento / m2 de placa

Cuantía aligeramiento por M2 de placa 0.41 M2/M2 placa

3. Cálculo de cantidad de tabla chapa L=3,00 M, A=0,30 M

Área de la placa (Ap): 760.47 m²

Cantidad de columnas por piso: 20 UN

Se utilizan para cuellos de columnas y pantallas:

Por experiencia en obras se tiene un promedio de consumo de 1,5 tablas por cada unidad de columnas y pantallas que nacen de placa.

Cantidad de tablas chapas por placa:

20 columnas x 1,50 UN = **30** UN de tablas chapas L=3,00 M,
A= 0,30 M para toda la placa

Cantidad de tablas chapas/ M2 de placa

Cantidad tablas en placa / Área de la placa: **0.04** UN de tablas chapas / M²
de placa

Cuantía de tablas chapas por M2 de placa 0.04 UN/M2 de placa

4. Cálculo de cantidad de puntilla de 2 1/2"

Área de la placa (Ap): 760.47 m²

Cantidad de puntillas 2 1/2" por Libra 140 UN

Por experiencia en obras se tiene un promedio de consumo de 0,20 LB /M² de placa

Por experiencia en obras se tiene un promedio de consumo correspondiente al 5% del peso del hierro.

Cuantía de alambre negro No.18 /M2 placa x 0,05 **1.20** KG/M2 de placa

I. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %
1. Concreto 3000 PSI	M3	0.40	5
2. Aligeramiento de icopor Densidad 10	M2	0.41	3
3. Tabla Chapa L= 3,00 M, A= 0,30 M	UN	0.04	8
4. Puntilla 2 1/2"	LB	0.20	5
5. ACPM	GL	0.013	5
6. Alambre negro No.18	KG	1.20	5

Se considera prudente considerar un desperdicio entre el 5% y el 10% que a experiencia y criterio del presupuestador lo asume. Determinación de los precios unitarios de cada material: por cotización en fábricas, distribuidores de materiales, consulta de listas de precios actualizadas y para el lugar en que se va a presupuestar.

El aligeramiento de icopor densidad 10, se va a utilizar 2 veces, por lo tanto, se valoriza con la mitad del precio

por m2: \$90.000,00 / 2 USOS = \$45.000,00

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
1. Concreto 3500 PSI	M3	0.40	5	\$ 390,000.00	\$ 164,867.81	
2. Aligeramiento de icopor Densidad 10 (2USO)	M2	0.41	3	\$ 95,000.00	\$ 39,791.33	
3. Tabla Chapa L= 3,00 M, A= 0,30 M	UN	0.04	8	\$ 15,000.00	\$ 639.08	
4. Puntilla 2 1/2"	LB	0.20	5	\$ 1,850.00	\$ 388.50	
5. ACPM	GL	0.01	5	\$ 9,500.00	\$ 124.69	
6. Alambre negro No.18	KG	1.20	5	\$ 7,100.00	\$ 8,946.00	
SUBTOTAL MATERIALES						\$214,757.41

II. CÁLCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA (MOB) POR UNIDAD DE MEDIDA:

$$\text{\$MOB} = \text{\$h-H} \times R$$

\\$h-H: Costo de la hora-Hombre del grupo de trabajo necesario para ejecuta la actividad

R: Rendimiento de mano de obra del grupo de trabajo de la actividad.

Grupo de trabajo:	2 Oficiales + 3 Ayudantes
Rendimiento de MOB:	3,32 h-H/M2
Factor de Prestaciones:	2,1
Jornal de ayudante:	\$ 33,333.33
Jornal del oficial:	\$ 66,666.67

$$\text{\$h - H} = \frac{(\text{No. oficiales} \times \text{\$jornal oficial} + \text{No. ayudantes} \times \text{\$jornal de ayudante}) \times FP}{N \times 8 h - H / \text{jornal}}$$

$$\text{\$h - H} = \frac{(2 \text{oficiales} \times \$66.666,67 + 3 \text{ayudantes} \times \$33.333,33) \times 2,1}{6 \times 8 h - H / \text{jornal}}$$

$$\boxed{\text{\$h-H} = \$ 10,208.33}$$

$$\text{\$MOB} = \text{\$h-H} \times R = \$10,208.33 \times 3.32 \text{ h-H/M2}$$

$$\text{\$MOB} = \text{\$h-H} \times R = \$33,891.67 / \text{M2 (Valor MOB de 1 M2 de placa E=0,40 M).}$$

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	\\$h-H	RENDIMIENTO	VALOR	VALOR
				h-H/M2	PARCIAL	TOTAL
II. MANO DE OBRA						
Mob Placa aligerada E= 0,55 m	M2	1.00	\$ 10,208.33	3.32	\$ 33,891.67	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						\$ 33,891.67

III. CÁLCULO DE COSTO DE EQUIPOS

1. Cálculo de cantidad de formaleta típica de placa:

Área de la placa (Ap): 760.47m²

Se considera por lo menos un 30% adicional con respecto al área de la placa teniendo en cuenta que se deben dejar por lo menos 0,60 M adicionales al borde de placa para poder acodalar los testeros de borde.

Área de formaleta = Ap x 1,30 = 988.611 m² de formaleta para toda la placa (Afp).

Área de formaleta por M2 de placa:

Afp / Área de la placa 1.3 m² de formaleta/m² de placa

Cuantía de formaleta por M2 de placa	1.3 M2/M2 de placa
---	---------------------------

7. Cálculo de alquiler de vibrador

Para esta fundida se debe disponer de 4 vibradores.

Alquiler de vibrador por día: \$45.000,00

Para fundir la placa completa: 4 Vibradores x \$45.000,00 = \$ 180.000,00

Valor para un M2 de placa = \$180.000,00/Área de la placa

\$180.000,00 / 760.47 m² \$ 236.70 /M2 de placa.

Cuantía = \$236.70/\$45.000,00 = vibrador	0.005 /alquiler vibrador por día
--	---

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. EQUIPOS						
1. Formaleta Típica de placa	M2	1.30		\$ 8,000.00	\$ 10,400.00	
2. Alquiler Vibrador	Día	0.017		\$ 45,000.00	\$ 765.00	
SUBTOTAL EQUIPOS						\$ 11,165.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

OBRA: EDIFICIO PASADENA CLUB
Capítulo: ESTRUCTURA
Actividad: PLACA ALIGERADA E= 0,55 M
Unidad: M2

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
1. Concreto 3500 PSI	M3	0.14	5	\$ 390,000.00	\$ 57,330.00	
2. Aligeramiento de icopor Densidad 10 (2USC)	M2	0.37	3	\$ 95,000.00	\$ 36,204.50	
3. Tabla Chapa L= 3,00 M, A= 0,30 M	UN	0.14	10	\$ 15,000.00	\$ 2,310.00	
4. Puntilla 2 1/2"	LB	0.20	5	\$ 1,850.00	\$ 388.50	
5. ACPM	GL	0.013	5	\$ 9,500.00	\$ 129.68	
6. Alambre negro No.18	KG	1.20	5	\$ 4,900.00	\$ 6,174.00	
SUBTOTAL MATERIALES						\$102,536.68
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	\$h-H	RENDIMIENTO h-H/M2	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
II. MANO DE OBRA						
Mob Placa aligerada E= 0,55 M	M2	1.00	\$ 10,208.33	3.32	\$ 33,891.67	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						\$ 33,891.67
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. EQUIPOS						
1. Bombeo de concreto	M3	0.1487		\$ 42,000.00	\$ 6,245.40	
2. Formaleta Típica de placa	M2	1.30		\$ 16,000.00	\$ 20,800.00	
3. Alquiler Vibrador	Día	0.017		\$ 45,000.00	\$ 765.00	
SUBTOTAL EQUIPOS						\$ 27,810.40
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. TRANSPORTES						
SUBTOTAL TRANSPORTES						\$ -
COSTO DIRECTO						\$164,238.74

TABLA 15 APUS- PLACA EJEMPLO PASADENA CLUB

Pilote pre-excavado y fundido en sitio D=0.50

APU - PILOTE PRE-EXCAVADO Y FUNDIDO EN SITIO D=0.50 M

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

OBRA: EDIFICIO PASADENA CLUB

Capítulo: CIMENTACIÓN
Actividad: PILOTE PRE-EXCAVADO Y FUNDIDO EN SITIO D=0.50 M
Unidad: ML

I. CÁLCULO DE MATERIALES POR UNIDAD DE MEDIDA:

Materiales a utilizar para construir 1 ML Pilote Pre-excavado y fundido en sitio D= 0,50 m

Estabilizacion

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
Estabilizacion	GL	1.00			\$ 6,000.00	
SUBTOTAL MATERIALES						\$ 6,000.00

ACTIVIDADES	JORNAL	PRESTACION	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO h-H/ML	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
II. MANO DE OBRA						
2 Operadores	\$ 242,688.00	2.05	\$ 497,510.40	0.146	\$ 72,636.52	
4 Obreros	\$ 188,000.00	2.05	\$ 385,400.00	0.146	\$ 56,268.40	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						\$ 128,904.92

ACTIVIDADES	MARCA	TIPO	TARIFA / HORA	RENDIMIENTO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. EQUIPOS						
Piloteadora	Soilmec	SR30	\$ 380,000.00	30.00	\$ 12,666.67	
Auxiliar	Kohering	304	\$ 150,000.00	30.00	\$ 5,000.00	
Equipo menos					\$ 2,147.00	
SUBTOTAL EQUIPOS						\$ 19,813.67

ACTIVIDADES	VOL O PESO	DISTANCIA	M3-TN/KM	TARIFA	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. TRANSPORTES						
Retiro de lodos	0.14			\$ 38,000.00	\$ 5,222.90	
Material de excavacion	0.24			\$ 25,000.00	\$ 5,890.49	
Trans equipo					\$ 5,000.00	
SUBTOTAL TRANSPORTES						\$ 16,113.39
VALOR COSTO DIRECTO						\$ 170,831.98

TABLA 16 APUS- PILOTE PASADENA CLUB

Columnas en concreto 4000 PSI

APU - COLUMNA EN CONCRETO 4000 PSI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

OBRA: EDIFICIO PASADENA CLUB

Capítulo: ESTRUCTURAS
Actividad: COLUMNA EN CONCRETO 4000 PSI
Unidad: M3

I. CÁLCULO DE MATERIALES POR UNIDAD DE MEDIDA:

Materiales a utilizar para construir 1 m3 de columna en concreto de 4000 PSI

Concreto 4000 PSI

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
Concreto 4000 PSI	m3	0.18	10%	\$ 442,350	\$ 79,702.62	
Acero de refuerzo, Grado 60	kg	1.00	8%	\$ 79,775	\$ 79,838.82	
SUBTOTAL MATERIALES						\$ 159,541.44

II. CÁLCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA (MOB) POR UNIDAD DE MEDIDA:

\$MOB= \$h-H x R

\$h-H: Costo de la hora-Hombre del grupo de trabajo necesario para ejecutar la actividad

R: Rendimiento de mano de obra del grupo de trabajo de la actividad.

Grupo de trabajo: 1 Oficiales + 2 Ayudantes

Rendimiento de MOB: 20.31 h-H/M3

Factor de Prestaciones: 2.1

Jornal de ayudante: \$ 33,333.33

Jornal del oficial: \$ 66,666.67

1	2	3
Of	Ayu	Total

$\$h-H = \frac{(No. oficiales \times \$jornal\ oficial + No. ayudantes \times \$jornal\ de\ ayudante) \times FP}{N \times 8\ h-H/jornal}$

$\$h-H = \frac{(1\ oficial \times \$60,000.00 + 2\ ayudante \times \$30,284.20) \times 2.1}{2 \times 8\ h-H/jornal} = \$ 11,666.67$

\$h-H= \$ 11,666.67

\$MOB= \$h-H x R = \$ 236,949.99 / M3 por MOB para construir 1 m3 de columna en concreto de 4000 PSI

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
Concreto 4000 PSI	m3	1	10%	\$ 442,350	\$ 442,792.35	
Acero de refuerzo, Grado 60	kg	1.00	8%	\$ 79,775	\$ 79,838.82	
Alambre Negro No. 18	kg	1.15	6%	\$ 9,500	\$ 10,931.56	
Puntilla con cabeza 2"	lb	0.30	20%	\$ 3,501	\$ 1,052.40	
Cuarton de madera pino X 2.8 ML	un	1.00	4%	\$ 39,900	\$ 39,915.96	
SUBTOTAL MATERIALES						\$ 574,531.09

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	\$h-H	RENDIMIENTO h-H/ML	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
II. MANO DE OBRA						
MOB para construir m3 de columna en concreto de 4000 PSI	m2		\$ 11,666.67	20.31	\$ 236,949.99	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						\$ 236,949.99

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. EQUIPOS						
Formaleta metálica alquiler \$ 1,500 por día 4 días	m2	7.01		\$ 6,000.00	\$ 42,060.00	
Parales metálicos \$120 por día 4 días	un/día	8.00		\$ 120.00	\$ 960.00	
Andamios de carga	un/día	1.00		\$ 9,000.00	\$ 9,000.00	
Vibrador eléctrico alquiler diario	día	0.20		\$ 45,000.00	\$ 9,000.00	
SUBTOTAL EQUIPOS						\$ 61,020.00

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. TRANSPORTES						
SUBTOTAL TRANSPORTES						\$ -

VALOR COSTO DIRECTO \$ 872,501.08

TABLA 17 APUS-COLUMNAS DE CONCRETO PASADENA CLUB

Placa flotante 4000 psi

APU - PLACA FLOTANTE 4000 PSI						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)						
OBRA: EDIFICIO PASADENA CLUB						
Capítulo:	CIMENTACION					
Actividad:	PLACA FLOTANTE 3500 PSI					
Unidad:	M2					
I. CÁLCULO DE MATERIALES POR UNIDAD DE MEDIDA:						
Materiales a utilizar para construir 1 m2 de placa flotante de 3500 PSI						
Concreto 3500 PSI						
Acero de refuerzo, Grado 60						
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
Concreto 3500 PSI	m2	1	10%	\$ 442,350	\$ 442,792.35	
SUBTOTAL MATERIALES						\$ 442,792.35
II. CÁLCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA (MOB) POR UNIDAD DE MEDIDA:						
\$MOB= \$h-H x R						
\$h-H: Costo de la hora-Hombre del grupo de trabajo necesario para ejecutar la actividad						
R: Rendimiento de mano de obra del grupo de trabajo de la actividad.						
Grupo de trabajo:	2 Oficiales + 3 Ayudantes					
Rendimiento de MOB:	7.08 h-H/M2					
Factor de Prestaciones:	2.1					
Jornal de ayudante:		\$ 33,333.33				
Jornal del oficial:		\$ 66,666.67				
\$h-H=	$(\text{No. oficiales} \times \text{\$jornal oficial} + \text{No. ayudantes} \times \text{\$jornal de ayudante}) \times \text{FP}$ N x 8 h-H/jornal					
\$h-H=	$(1 \text{ oficial} \times \$60,000.00 + 1 \text{ ayudante} \times \$30,284.20) \times 2.1 =$ \$ 12,250.00 2 x 8 h-H/jornal					
\$h-H=	\$	12,250.00				
\$MOB= \$h-H x R = \$ 86,730.00 / M3 por MOB para construir 1 m2 de placa flotante de e=045						
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
Concreto 4000 PSI	m2	0.46	10%	\$ 442,350	\$ 203,684.48	
SUBTOTAL MATERIALES						\$ 203,684.48
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	\$h-H	RENDIMIENTO h-H/ML	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
II. MANO DE OBRA						
MOB para construir m2 de placa flotante 400 psi	m2	1.00	\$ 12,250.00	7.08	\$ 86,730.00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						\$ 86,730.00
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. EQUIPOS						
tabla burra	m2	0.20		\$ 120.00	\$ 24.00	
SUBTOTAL EQUIPOS						\$ 24.00
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. TRANSPORTES						
SUBTOTAL TRANSPORTES						\$ -
VALOR COSTO DIRECTO						\$ 290,438.48

TABLA 18 APUS- PLACA FLOTANTE PASADENA CLUB

Excavación manual

APU - EXCAVACION A MANO						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)						
OBRA: EDIFICIO PASADENA CLUB						
Capítulo:	cimentación					
Actividad:	Excavacion a mano					
Unidad:	M3					
I. CÁLCULO DE MATERIALES POR UNIDAD DE MEDIDA:						
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
SUBTOTAL MATERIALES					\$	-
II. CÁLCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA (MOB) POR UNIDAD DE MEDIDA:						
\$MOB= \$h-H x R						
\$h-H: Costo de la hora-Hombre del grupo de trabajo necesario para ejecutar la actividad						
R: Rendimiento de mano de obra del grupo de trabajo de la actividad.						
Grupo de trabajo:	0 Oficiales + 1 Ayudantes			0	1	1
Rendimiento de MOB:	2.81 h-H/M2			Of	Ayu	Total
Factor de Prestaciones:	2.1					
Jornal de ayudante:		\$	33,333.33			
Jornal del oficial:		\$	-			
\$h-H=	$(\text{No. oficiales} \times \$\text{jornal oficial} + \text{No. ayudantes} \times \$\text{jornal de ayudante}) \times \text{FP}$ $N \times 8 \text{ h-H/jornal}$					
\$h-H=	1 ayudante x \$33333.33 x 2.1 =				\$	13,523.12
						1 x 8 h-H/jornal
\$h-H=	\$ 13,523.12					
\$MOB= \$h-H x R =			\$	37,999.97	/ M3 por MOB para construir 1 m2 de placa flotante de e=045	
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
I. MATERIALES						
SUBTOTAL MATERIALES					\$	-
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	\$h-H	RENDIMIENTO h-H/ML	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
II. MANO DE OBRA						
MOB para construir m3 de columna en concreto de 4000 PSI	hr	2.20	\$ 13,523.12	2.81	\$ 37,999.97	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					\$	37,999.97
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. EQUIPOS						
Herramienta menor		1.00			\$ 2,147.00	
SUBTOTAL EQUIPOS					\$	2,147.00
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO %	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
III. TRANSPORTES						
SUBTOTAL TRANSPORTES					\$	-
VALOR COSTO DIRECTO					\$	40,146.97

TABLA 19 APUS- EXCAVACIÓN MANUAL PASADENA CLUB

Con los resultados obtenidos en cada uno de los análisis de precios unitarios realizados anteriormente. Se llevó a cabo una comparación de los costos directos de mano de obra con los datos de las listas oficiales de precios unitarios fijos de obras públicas y de consultorías del DEPARTAMENTO DE BOYACA y lo obtuvo los siguientes resultados:

- Los valores de mano de obra para excavaciones manuales de material comen, que se encuentran en las listas de precios unitarios oficiales del departamento de Boyacá tienen un precio de mano de obra de \$53,747.50 por m³. El valor que obtuvimos en el análisis de costo de mano de obra es de \$37,999.97 por m³ un valor muy por debajo al que se trabaja en el listado de precios unitarios del Departamento de Boyacá
- Los valores de mano de obra para la placa flotante que se encuentran en las listas de precios unitarios oficiales del departamento de Boyacá tienen un precio de mano de obra, donde se tiene en cuenta la suma de actividades de Armar y fundir Vigas de cimentación, Dados de cimentación y loza superior tiene un total de \$ 95,274.23 por m². El valor que obtuvimos en el análisis de costo de mano de obra es de \$86,730.00 un valor muy por debajo al que se trabaja en el listado de precios unitarios del Departamento de Boyacá
- Los valores de mano de obra para las columnas de concreto, que se encuentran en las listas de precios unitarios oficiales del departamento de Boyacá tienen un precio de mano de obra de \$ 252,673.22 por m³. El valor que obtuvimos en el análisis de costo de mano de obra es de \$236,949.99 un valor muy por debajo al que se trabaja en el listado de precios unitarios del Departamento de Boyacá
- Los valores de mano de obra para los pilotes pre-excavados y fundidos en sitio, que se encuentran en las listas de precios unitarios oficiales del departamento de Boyacá tienen un precio de mano de obra de \$153,560.99 por mL. El valor que obtuvimos en el análisis de costo de mano de obra es de \$128,904.00 un valor muy por debajo al que se trabaja en el listado de precios unitarios del Departamento de Boyacá
- Los valores de placas tanto aligeradas y cinturón. En las listas de precios unitarios oficiales del departamento de Boyacá son el mismo precio de mano de obra y este valor es de \$58,932.23 por m², obteniendo nuestro análisis de precios unitarios un valor mano de obra de \$54,999.98 por m² valor por debajo del referenciado de las listas de precios unitarios del Departamento de Boyacá

DURACION DE ACTIVIDADES

Se realizó la validación de los rendimientos obtenidos durante este trabajo de investigación en un ejercicio de cálculo de duración de actividades usándolo los rendimientos obtenidos durante el trabajo dirigido, obtenido los siguientes resultados:

Actividad	Cantidad	Grupo de trabajo	Rendimiento referido al recurso principal	Cantidad total de trabajo (C.T.T)		Uso simultaneo de recursos		Duracion de la actividades
				HORAS	DIAS	USR	DIAS	
PRELIMINARES								
Excavacion manual	75	1 AYU	2.89	h-H/m3	216.8	27	5	5
CIMENTACION								
Excavar y fundir Pilotes preexcavados fundidos en sitio de D = 50 cm	560	Equipo pilotaje	0.146	h-H/mL	81.8	10	5	2
Armar y fundir Placa Flotante	100	2 of + 3 uyu	7.08	h-H/m2	708.0	89	5	18
ESTRUCTURALES								
Armar y fundir placa aligerada e =0.55	189	2 OF + 3 AYU	3.32	h-H/m2	627.5	78	6	13
Armar y fundir viga cinturon o placa anden	50	2 OF + 3 AYU	3.99	h-H/m2	199.5	25	5	5
Armar y fundir Columnas y pantallas de concreto	22	1 OF + 2 AYU	20.31	h-H/m3	446.8	56	5	11
MANPOSTERIA								
PAÑETES								

TABLA 20 DURACIÓN DE ACTIVIDADES PASADENA CLUB

Se observó que los valores de la duración de las actividades obtenidas con los rendimientos logrados, a lo largo de esta investigación. Dieron como resultado unos tiempos a considerar, puesto que tiene duración extensa de las normales que se usan al momento de la ejercer en la práctica cotidiana de los procesos constructivos.

COMPARACION DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS VS GENERICOS

Para lograr los objetivos de este trabajo, se realizó aquí un análisis comparativo de la diferencia entre los valores de rendimientos utilizados por la empresa constructora del proyecto WICAR COSTRUCIONES S.A.S y los publicados por la base de datos comercial CONSTRUDATA

En el siguiente cuadro se presenta un resumen comparativo de los valores de rendimientos

Actividad	unidad	Rendimiento obtenido	Rendimiento Construdata	variación porcentual	Rendimiento obtenido	Rendimiento Wicar sas	vvariación porcentual
Excavar y fundir Pilotes pre excavados, fundidos en sitio de D = 50 cm	ml	0.146 h-H/mL	0.26 h-H/mL	44%	0.146 h-H/mL	0.13 h-H/mL	12%
Armar y fundir Placa Flotante	m ²	7.08 h-H/m ²	8.00 h-H/m ²	12%	7.08 h-H/m ²	7.00 h-H/m ²	1%
Armar y fundir placa aligerada e =0.55	m ²	3.32 h-H/m ²	4.5 h-H/m ²	26%	3.32 h-H/m ²	6.35 h-H/m ²	48%
Armar y fundir viga cinturón o placa andén	m ²	3.99 h-H/m ²	4.5 h-H/m ²	11%	3.99 h-H/m ²	6.35 h-H/m ²	37%
Armar y fundir Columnas y pantallas de concreto	m ³	20.31 h-H/m ³	32.00 h-H/m ³	27%	20.31 h-H/m ³	40.00 h-H/m ³	49%
Excavación manual	m ³	2.89 h-H/m ³	3.67 h-H/m ³	21%	2.89 h-H/m ³	2.70 h-H/m ³	7%
Armar y fundir Dados de cimentación	m ³	23.57 h-H/m ³	30.05 h-H/m ³	22%	23.57 h-H/m ³	27.00 h-H/m ³	13%
Armar y fundir vigas de cimentación	m ³	23.57 h-H/m ³	30.05 h-H/m ³	22%	23.57 h-H/m ³	27.00 h-H/m ³	13%

TABLA 21 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS OBTENIDOS VS GENÉRICOS

de esto se puede observar que, al comparar con datos genéricos otorgados por Construdata, los rangos de variación porcentual se muestran de 11% al 27% y las variaciones por parte de la empresa constructora Wicar sas se observa rangos más grandes de entre 1% al 49%.

Los efectos que estos rangos pueden causar al momento de realizar y diseñar presupuesto de obra o programación pueden llegar a ser fatales haciendo que estos tengas erróneos, o sobrecostos en los mismos

Una de las posibilidades en variación de los rendimientos por parte de la empresa de construcción, se puede deber a la caracterización única de cada obra ya que al ser datos obtenidos de la misma forma las condiciones evaluadas de la obra podrían variar en gran cantidad también por ello es de gran importancia tener en cuenta las características únicas y especiales de cada obra así, se podrá realizar el uso de estos datos de forma correcta.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las instancias que se delimitaron con anterioridad en este trabajo de investigación y de los resultados obtenidos. Se logró obtener una base de datos de rendimientos o productividad de mano de obra, que servirá para uso de presupuestos y programación de obra a futuro que mantengan características de la misma dimensión.

La metodología de cálculo del rendimiento de mano de obra utilizado en este trabajo de investigación, dio un alto grado de confiabilidad debido a que la técnica del estudio de trabajo a través de la medición directa, la cual nos entrega parámetros de gran importancia como:

- Un índice para el mejoramiento de los procesos, usados en cada una de las actividades evaluadas para el futuro proyectos por parte de contratista y/o constructor
- Servir como registro histórico para respaldar los procesos de planificación del trabajo y el presupuesto que pueden verse afectados por las condiciones operativas futuras.

Esto debido a que el estudio del trabajo es una metodología que se caracteriza por que permiten desarrollar programas de seguimiento y control del trabajo basados en los resultados de trabajo de las cuadrillas. Desarrollar metodologías de mejora del trabajo que tomen el desempeño como una medida de monitoreo donde se debe ver cómo se prueba el trabajo, analizar los procesos y el tiempo que lleva. Pero ser un método de alta confiabilidad no nos otorga indicios de perfección frente a otras metodologías de cálculo y análisis de rendimiento. Una posible solución a esta problemática que se puede concluir, es un trabajo de investigación para calcular la productividad laboral, con base en métodos de investigación del trabajo, incluyendo las técnicas del estudio del trabajo, considerando el estudio de procesos y el estudio de tiempos, a fin de establecer una metodología confiable que pueda ser utilizada en programas de mejora de la productividad

A partir de las actividades menores de cimentación y estructura que se evaluaron durante toda la investigación, donde se escogieron según criterios ya mencionados durante el desarrollo de la investigación podemos concluir, La programación de obra se convierte en una herramienta auxiliar en el estudio de la medición de las actividades pues a partir de esta herramienta administrativa se puede determinar el tamaño del número de observaciones para elaborar el tamaño de la muestra, las cuales estas por ser de un tamaño pequeño en este trabajo de investigación se tomó la decisión no realizar un análisis estadístico a los datos ya que sería poco productivo.

Pero para tener un resultado conforme de la comparación o la mejora. Los resultados calculados requieren investigación para identificar las tareas intermedias asociadas con el proceso que se está midiendo. porque no contienen

información suficiente para indicar el alcance del proceso, las tareas realizadas, la composición y características del grupo de trabajo o cuadrilla.

También se logró identificar muchos de los factores, que lograron afectar el rendimiento en cada una de las actividades analizadas. Donde se mostraron unos rendimientos bajos en las actividades del edificio comercial Toberín en comparación con el proyecto Stell 22, esto puede establecerse principalmente debido a la problemática actual del mundo, el problema de saneamiento por el Covid-19 debido a que la obra edificio comercial Toberín tuvo su inicio durante la época de aislamiento por dicho

problemática y al enfrentarse a las medidas de saneamiento del covid 19 y reactivación de la economía esto refleja la afectación en un gran porcentaje de los resultados obtenidos por parte de dicha obra.

Otro gran factor a tener en cuenta en general que se enfrentaron estos dos proyectos y que reflejan los resultados obtenidos fueron la problemática del clima durante el tiempo de observación, los grupos de trabajo en las jornadas laborales afrontaron climas lluviosos los cuales demostraron retrasos en las actividades evaluadas, ya que estas paraban o pausaban las actividades esto con el fin de evitar algún accidente al personal, daño y/o modificación de los materiales usados en para cada uno de los procesos.

El factor de demora con mayor frecuencia de retrasos en las obras de construcción es la falta de recursos previstos en el programa para la ejecución de la obra, lo que afecta negativamente la fecha de ejecución y consecuente proyecto. Este factor es otro que se presentó con bastante periodicidad. En los proyectos, esto debido a un efecto de inflación en los materiales de construcción por consecuencia de la reactivación económica que sufrió el país en el presente año, además afectación en el flujo de inversión en cada uno de estos proyectos lo que tradujo menos cantidad de cuadrillas de trabajo simultaneo en las actividades, así como el suministro de materiales que proveen con pago anticipado.

Por consiguiente, se puede obtener un claro resultado en cuanto a la duración de la actividades obtenida por parte de Edificio Comercial Toberín lo valores de esta son bajos en el periodo determinado de la problemática de Covid-19 pero en el actual trimestre del año esta tomo un flujo de inversión con normalidad lo cual significa una productividad regular frente a los trimestres anteriores de dicho proyecto esto no significa que los rendimientos obtenidos no puedan ser utilizados en obras similares, ya que son rendimientos normales

Como conclusión principal, la productividad de un proyecto depende más de las causas externas de los trabajadores que de su propio desempeño. Los factores anexos se relacionan con la disponibilidad de materiales y equipos, los procesos de gestión y las responsabilidades de supervisión. Por lo tanto, cuando se considera la productividad, los equipos técnicos y administrativos garantes

tienen la mayor parte de la responsabilidad para obtener de sus manos de obra los resultados más altos de productividad en cada uno de los proyectos.

Se recomienda seguir analizando los rendimientos en obras de tipo similar para obtener un promedio que sea viables para proyectar en futuras obras y esta mayor confiabilidad en el tiempo de duración de actividades a realizar, también debe ser función de la dirección de obra y de los controles de calidad de las empresas obtener datos de rendimientos de sus propias obras, obteniendo una base de datos confiable que nos pueda proyectar. La elaboración adecuada de presupuesto y programación de obra realizados por la empresa teniendo en cuenta la forma de trabajo técnico y administrativa de la compañía. Con base en esta información cada constructor tendrá la posibilidad de ir mejorando los rendimientos con base en los análisis y forma de resolver los problemas y situaciones generados durante la ejecución. Esta es la razón por la cual cada compañía desarrolla su propia base de datos de rendimientos para aplicar en sus proyectos

BIBLIOGRAFIA

I. Remolina, L. M. Polanco., (2014). *Labor productivity study about masonry and structure*. Bucaramanga.

II. Botero, L. F. (2002). *Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción: Revista universidad EAFIT*.

III. Serrano, J. O. (2014). *Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. costa rica: Instituto tecnológico de costa rica escuela de ingeniería en construcción*.

IV. Gómez Cabrera y D. Morales Bocanegra, “Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra”, *INGE CUC*, vol. 12, no. 1, pp. 21-31, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>

V. *Análisis del Rendimiento de mano de obra en la construcción – ARQZON ARQUITECTURA 2021-Español-Revista digital de Arquitectura – ArqzonARQZON*

VI. Botero, L. F. (2002). *Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción: Revista universidad EAFIT*

VII. Niebel, B. Y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial Métodos estándares y diseño del trabajo*, México, 12.a ed., Mc Graw Hill.

VIII. *Buscador de arquitectura. (2015, August 13). Cómo calcular el rendimiento de la mano de obra correctamente. Noticias.arq.com.mx.*
<https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20465.html>

IX. MEJÍA AGUILAR, G., & TRINY CAROLINA, T. C. (2007). *Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra (1.ª ed.)*. Bogota dc: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6299721.pdf>.

X. *Lista oficial de precios unitarios fijos de Obra Pública y de consultoría - DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. (s/f). Gov.co. Recuperado el 23 de mayo de 2022, de*
<https://www.datos.gov.co/widgets/ae7u-y7m2>

XI. Gómez Cabrera y D. Morales Bocanegra, “Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra”, *INGE CUC*, vol. 12, no. 1, pp. 21-31, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>

XII. *Análisis del Rendimiento de mano de obra en la construcción – ARQZON ARQUITECTURA 2021-Español-Revista digital de Arquitectura – ArqzonARQZON*



XIII. Botero, L. F. (2002). *Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción: Revista universidad EAFIT*

XIV. *Buscador de arquitectura*. (2015, August 13). *Cómo calcular el rendimiento de la mano de obra correctamente. Noticias.arq.com.mx*.
<https://noticias.arq.com.mx/Detalles/20465.html>

XV. Mejía Aguilar, G., & Carolina, T. (s/f). *Unirioja.es*. Recuperado el 23 de mayo de 2022, de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/6299721.pdf>

XVI. RODRIGUEZ, W. H. (agosto-noviembre de 2020). *Apuntes de clase PYCO (Presupuestos y Control de Obras) Y OROB (Organización de obras)*. Apuntes de clase. Bogotá Dc, Colombia.

ANEXOS

A1. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO COMERCIAL TOBERIN.

A1.1 Proceso De Pilotaje



ILUSTRACIÓN 7 PROCESO DE PILOTAJE TOBERIN 1A



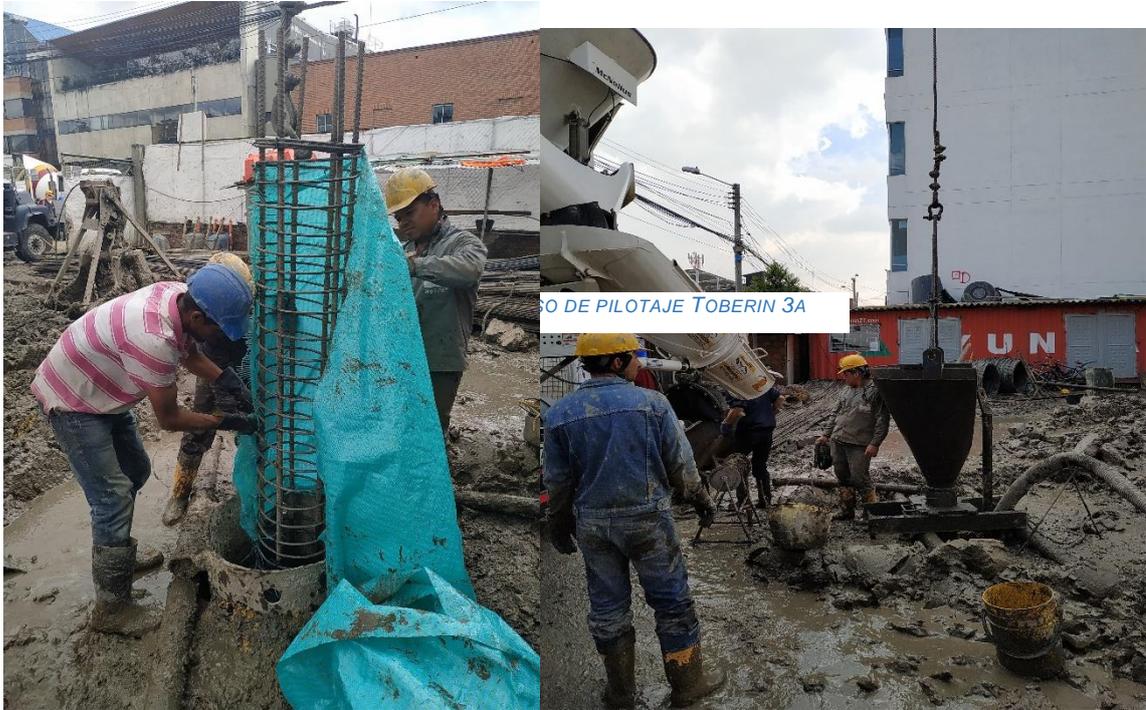


ILUSTRACIÓN 10 PROCESO DE PILOTAJE 4A

A1.2 Proceso de viga cinturón



ILUSTRACIÓN 11 PROCESO VIGA CINTU. 1PSIO TOBERIN 1A



ILUSTRACIÓN 12 PROCESO VIGA CINTU. 1PSIO TOBERIN 2A



ILUSTRACIÓN 13 PROCESO VIGA CINTURÓN SÓTANO 1 1B



ILUSTRACIÓN 14 PROCESO VIGA CINTURÓN SÓTANO 1 2B

A1.3 Proceso de placa flotante



ILUSTRACIÓN 15 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 1A



ILUSTRACIÓN 16 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 2A



ILUSTRACIÓN 17 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 3A



ILUSTRACIÓN 18 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 2A



ILUSTRACIÓN 19 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 5A

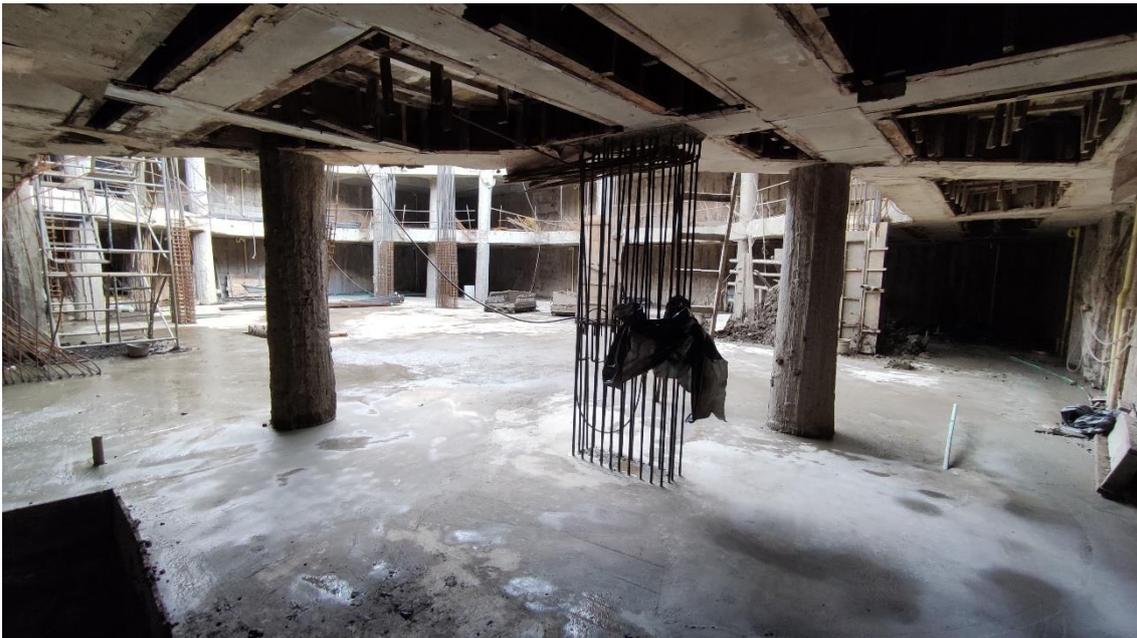


ILUSTRACIÓN 20 PROCESO DE PLACA FLOTANTE TOBERIN 6A

A1.4 Proceso de placa aligerada



ILUSTRACIÓN 21 PROCESO PLACA ALIGERADA TOBERIN 1A



ILUSTRACIÓN 22 PROCESO PLACA ALIGERADA TOBERIN 2A



ILUSTRACIÓN 23 PROCESO PLACA ALIGERADA TOBERIN 1B



ILUSTRACIÓN 24 PROCESO PLACA ALIGERADA 2B

A1.5 PROCESO COLUMNAS Y PANTALLAS



ILUSTRACIÓN 25 PROCESO DE COLUMNAS Y PANTALLAS TOBERIN 1A



ILUSTRACIÓN 26 PROCESO DE COLUMNAS Y PANTALLAS TOBERIN 2A



ILUSTRACIÓN 27 PROCESO COLUMNAS Y PANTALLAS 1B



ILUSTRACIÓN 28 PROCESO COLUMNAS Y PANTALLAS TOBERIN 2B

A2. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO STEEL 22

A2.1 Proceso Constructivo de Steel 22



ILUSTRACIÓN 29 PROCESO DE EXCAVACION STEEL22 1A



ILUSTRACIÓN 30 PROCESO DE EXCAVACION STEEL 22 1B

A2.2 Proceso Constructivo de Steel 22



ILUSTRACIÓN 31 PROCESO DE DADOS Y VIGAS STEEL 22



ILUSTRACIÓN 32 PROCESO DE DADOS Y VIGAS STEEL 22