

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA
MULTIFAMILIAR**

JUAN CAMILO MANTILLA ORDÚZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

2019

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA
MULTIFAMILIAR**

JUAN CAMILO MANTILLA ORDÚZ

**Práctica Empresarial como requisito para optar
al título de Ingeniero Civil**

Director:

ALDEMAR REMOLINA MILLÁN

MSc. Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

2019

Nota de aceptación

**Ing. Fabio Alberto Almeyda Valencia
Supervisor Empresarial**

**MSc. Ing. Aldemar Remolina Millán
Supervisor Académico**

Evaluador

Evaluador

Bucaramanga, agosto de 2019

Depende de cómo veas el mundo, tu perspectiva hacia él, algunos pensarán en cómo fue, otros en como es y otros en cómo será, si crees en las cosas que no existen pero pueden llegar a existir eres diferente, lo importante es que no dejes de soñar, si lo haces las ideas que pudiste llegar a pensar nunca llegarán a ser ni siquiera eso, una idea y si no es una idea no es nada.

AGRADECIMIENTOS

No me alcanzara la vida para agradecerle a mi familia quien sin importar los problemas siempre estuvieron a mi lado en este proceso, a mi padre Ludwing Mantilla que siempre fue un referente y mi principal fuente de motivación para cada día ser mejor, a mi madre Margarita Ordúz que junto a mi abuela me hacen mejor persona me ayudan a mantenerme firme y no olvidar lo realmente importante en mi vida.

Agradecer a la Universidad Pontificia Bolivariana por abrirme las puertas y permitirme ser parte de su familia, a todo el personal docente que a lo largo de mi formación me hicieron mejor en diferentes aspectos, me mantuvieron motivado y me hicieron amar cada día más la ingeniería civil, al ingeniero Aldemar Remolina quien me brindo su confianza, disposición y acompañamiento en cada parte del proyecto.

A la Constructora Valderrama por confiar en mí y permitirme realizar mis prácticas con ellos, abriéndome todas sus puertas para la correcta ejecución de mis objetivos, a partir de orientación y con total disposición.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE ANEXOS	X
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO	XI
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE	XII
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS.....	14
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTORA VALDERRAMA LTDA	15
2.1. PROYECTOS RELEVANTES DE LA CONSTRUCTORA	16
2.2. PROYECTO DE ESTUDIO TORRE RIO	17
2.2.1. Especificaciones técnicas generales.....	17
2.2.2. Especificaciones técnicas áreas privadas	18
2.2.3. Estructura organizacional de consorcio RIU TOWER	19
3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	20
3.1. PRODUCTIVIDAD	20
3.2. TRABAJO	21
3.2.1. Principios administrativos	22
3.2.2. Aspectos socioculturales asociados al trabajo	22
3.3. REGLAMENTACIÓN PARA EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA CIVIL	23
3.3.1. Normativa sobre la construcción sismo resistente (ley 400 de 1993).....	23
3.3.2. Supervisión técnica	24
3.4. SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCIÓN.....	24
3.5. ÉTICA PROFESIONAL.....	25
3.6. PERDIDAS	26
3.6.1. Pérdidas de tiempo productivo	26
3.6.2. Pérdidas de materiales	26
3.6.3. Causas de desperdicio.....	27

3.7.	TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD	28
3.7.1.	Estudio de tiempos y movimientos	28
3.7.2.	Promedio de resultados	28
4.	ACTIVIDADES EJECUTADAS	29
4.3.	ACTIVIDADES RELEVANTES PARA EL ESTUDIO	29
4.3.1.	Materiales utilizados por actividad.....	32
4.4.	MUESTREO	33
4.4.1.	Análisis estadístico.....	33
4.4.1.1.	Calculo del número de muestras:	33
4.5.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	34
4.5.1.	Ejecución de Actividades	34
4.5.2.	Gasto de material	35
4.5.3.	Entorno sociocultural.....	36
4.6.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	37
4.6.1.	Productividad de actividades – Análisis de tiempos.....	37
4.6.1.1.	Tiempo no contributivo.....	38
4.6.1.2.	Tiempo Contributivo	39
4.6.2.	Rendimiento de actividades	40
4.6.2.1.	Friso Apartamentos.....	40
4.6.2.2.	Friso Fachadas	41
4.6.2.3.	Enchape.....	41
4.6.2.4.	Mampostería a la vista.....	42
4.6.2.5.	Mampostería Interior.....	42
4.6.2.6.	Mortero.....	43
4.6.3.	Productividad de materiales	43
4.6.3.1.	Cemento y Arena	44
4.6.3.2.	Mampostería	45
4.6.3.3.	Enchapes	46
4.6.3.4.	Pisos	48
5.	conclusiones	52
6.	recomendaciones	54
7.	REFERENCIAS Bibliograficas.....	55
8.	ANEXOS.....	57

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Edificio Torre Rio	17
Figura 2. Tipología de los apartamentos.....	18
Figura 3. Factores relacionados con la productividad.....	21
Figura 4. Diagrama de Hopenhayn	23
Figura 5. Diagrama de Causa-Efecto factores que influyen en la productividad....	27
Figura 6. Análisis de Pareto	30
Figura 7. Análisis General de la Productividad	38
Figura 8. Rendimiento Friso Apartamentos	40
Figura 9. Rendimiento Friso Fachadas	41
Figura 10. Rendimiento Enchape.....	41
Figura 11. Rendimiento Mampostería a la Vista	42
Figura 12. Rendimiento Mampostería Interior.....	42
Figura 13. Rendimiento Mortero	43
Figura 14. Rendimiento del Cemento	44
Figura 15. Rendimiento de Materiales de Mampostería	45
Figura 16. Rendimiento de Materiales de Enchape 1	46
Figura 17. Rendimiento de Materiales de Enchape 2	46
Figura 18. Rendimiento de Materiales de Enchape 3	47
Figura 19. Rendimiento de Materiales de Morteros	48

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Proyectos	16
Tabla 2. Estructura organizacional.....	19
Tabla 3. Productividad	20
Tabla 4. Pérdidas de tiempo	26
Tabla 5. Pérdidas de material	26
Tabla 6. Causas de desperdicio.....	27
Tabla 7. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra	28
Tabla 8. Análisis de Pareto	29
Tabla 9. Materiales por actividad	32
Tabla 10. Control de actividades.....	34
Tabla 11. Formato de entrega de material.....	35
Tabla 12. Análisis sociocultural.....	36
Tabla 13. Análisis de Tiempos (Tp, Tc,Tnc)	37
Tabla 14. Porcentajes de Desperdicio en el Cemento	44
Tabla 15. Porcentajes de Desperdicio en Mampostería	45
Tabla 16. Porcentajes de Desperdicio en Enchape 1	46
Tabla 17. Porcentajes de Desperdicio en Enchape 2	47
Tabla 18. Porcentajes de Desperdicio en Morteros	48
Tabla 19. Clasificación por Estrato Económico.....	49
Tabla 20. Edad de los Trabajadores	50
Tabla 21. Número de personas a cargo por trabajador	50
Tabla 22. Ingresos Económicos en SMMLV	51
Tabla 23. ¿Ha sufrido accidentes laborales?	51
Tabla 24. Nivel Educativo de los trabajadores	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato de Entrega de Materiales	57
Anexo 2. Formato de análisis socio-cultural	57
Anexo 3. Formato de Ejecución de Materiales	58

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR

AUTOR(ES): JUAN CAMILO MANTILLA ORDÚZ

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): ALDEMAR REMOLINA MILLÁN

RESUMEN

En la siguiente trabajo de grado se presenta información sobre el análisis de rendimientos y productividad, en cuanto al consumo de los principales materiales utilizados en la actividades representativas de las obras de vivienda multifamiliar, observando la experiencia y destreza del personal que ejecuta cada actividad, llevando un control en el sistema interno de la empresa para el manejo de materiales, esta información se obtiene a partir del monitorio de cada una de las actividades seleccionadas a partir de un análisis de Pareto en el cual refleja la importancia de cada actividad en el presupuesto del proyecto. También se analiza de forma individual el uso del tiempo, descomponiendo lo en tiempos Productivos, Contributivos y No contributivos de la diferentes cuadrillas utilizadas en el proyecto, para determinar las principales causas de error en los presupuestos iniciales, y los factores con mayor incidencia en el avance de las actividades, realizando una comparación entre los rendimientos teóricos y los rendimientos reales. Finalmente se realiza un estudio socio-cultural en el cual se observa el comportamiento del personal dependiendo de sus condiciones, estrato económico, ingresos mensuales y personas que conforman su núcleo familiar, estos factores conllevan a un aumento o disminución en la productividad individual de cada trabajador.

PALABRAS CLAVE:

Rendimiento, Productividad, Trabajo, Perdidas, Tiempo, Desperdicio, Materiales, Actividades.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PRODUCTIVITY ANALYSIS IN THE CONSTRUCTION OF MULTIFAMILY HOUSING

AUTHOR(S): JUAN CAMILO MANTILLA ORDÚZ

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: ALDEMAR REMOLINA MILLÁN

ABSTRACT

The following work of grade presents information on the analysis of yields and productivity, regarding the consumption of the main materials used in the representative activities of multi-family housing works, observing the experience and skills of the personnel that executes each activity, keeping track of In the internal system of the company for the management of materials, this information is obtained from the monitoring of each of the selected activities from a Pareto analysis in which it reflects the importance of each activity in the project budget. The use of time is also analyzed individually, decomposing it in Productive, Contributive and Non-contributory times of the different crews used in the project, to determine the main causes of error in the initial budgets, and the factors with greater incidence in the progress of activities, making a comparison between theoretical yields and actual yields. Finally, a socio-cultural study is carried out in which the behavior of the staff is observed depending on their conditions, economic stratum, monthly income and people who make up their family nucleus, these factors lead to an increase or decrease in the individual productivity of each worker.

KEYWORDS:

Performance, Productivity, Work, Lost, Time, Waste, Materials, Activities.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Cuando se evalúa un proyecto existen diferentes determinantes, uno de sus principales factores es su rendimiento, la capacidad de cumplir con el cronograma de actividades, manteniendo eficaz sus procesos constructivos, esto se logra a través del constante monitoreo en la ejecución de las actividades, y el seguimiento en el correcto uso de los materiales.

A través de planos y especificación se realiza el cálculo de cantidades y rendimiento de obra, estableciendo fechas de entrega y consumo de material, sin embargo, para el cálculo preliminar es bastante tradicional la utilización de base de datos comerciales sobre consumo y rendimiento de materiales, sin embargo, estos cálculos son teóricos y discrepan de los rendimientos reales.

En base a la falta de información propia de la empresa surge la necesidad de la realización de la presente práctica empresarial, la cual pretende realizar el respectivo análisis y comparación en los rendimientos, permitiendo evidenciar los factores que generan tal diferencia, este comparativo se realizara a partir de las actividades ejecutadas actualmente en la obra TORRE RIO, permitiéndole a la constructora obtener una base de datos confiable, con rendimientos reales basado en sus propios métodos constructivos, aplicable al momento de planificar obras posteriores.

Las actividades analizadas se escogieron a partir de un análisis de Pareto en el cual se evidencia la representatividad de las misma en el proyecto, su importancia y sus repercusiones económicas, también se analiza el entorno socio-cultural en el que se encuentran los trabajadores y la influencia en el rendimiento que este tiene en las actividades.

Finalmente a través del monitoreo continuo se pueden establecer las principales causas de desperdicio de material y deficiencia en la productividad del personal, dividir la jornada laboral en tiempos productivos, contributivos y no contributivos, que hacen parte del proceso de ejecución del proyecto, igualmente se realiza la respectiva comparación entre los rendimientos reales y teóricos en cuanto al consumo de material.

Cada proyecto tiene necesidades particulares, procesos de ejecución diferentes y cambios en la planeaciones, algunos de estos factores pueden ser aleatorios, la función del ingeniero es hacer que este tipo de acontecimientos no perjudiquen o alteren todo aquello que modifique el presupuesto y para esto es necesario la toma de decisiones acertadas.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la productividad, rendimiento de mano de obra y materiales para un conjunto representativo de actividades en construcciones de vivienda multifamiliar - proyecto Torre Rio.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso constructivo de un conjunto representativo de actividades de construcción de vivienda multifamiliar.
- Estimar los rendimientos, desperdicios y pérdidas en los procesos constructivos seleccionados.
- Analizar las causas de las pérdidas identificadas en la productividad y los efectos en la rentabilidad y otras variables significativas del proyecto.

2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTORA VALDERRAMA LTDA

Es una empresa de ingeniería establecida desde 1998 con más de 21 años de experiencia, y enfocada a proveer bienes y servicios a través de la unificación de los mejores especialistas en cada disciplina de la construcción para entregar soluciones finales con el más alto grado de calidad, presentando soluciones innovadoras en cada proyecto y actividad ejecutada.

En sus inicios experimentaron en el sector público, vinculándose en licitaciones con diversas entidades estatales en el desarrollo de obras civiles; continuaron realizando proyectos en el sector privado, llevando de esta manera a la empresa competir en un mercado más variable.

A lo largo de su historia han ejecutado diferentes contratos en los campos de la ingeniería (inspección, asesorías, construcción, reconstrucción y mantenimiento) y la arquitectura, de esta forma han logrado constituirse como una de las firmas más grandes y reconocidas del país. [1]

Actualmente trabaja en conjunto con otras grandes firmas constructoras del país conocidas como CONSTRUCA S.A. y VALCO CONSTRUCCIONES, haciendo presencia en más de 7 departamentos alrededor de todo el país, juntos han logrado ejecutar más de 200 proyectos tanto en el sector público como en el sector privado, generando más de 2000 empleos directos e indirectos, la gerencia de estas grandes empresas está a cargo de los hermanos Valderrama Cordero.

Su modelo de negocios está enfocado a la ejecución de proyectos de infraestructura y obras civiles en contratación con el Estado y a la construcción de edificaciones de vivienda para usuarios particulares a nivel nacional.

NOMBRE: CONSTRUCTORA VALDERRAMA LTDA

N.I.T.: 804005319-3

DOMICILIO: CRA 16 No. 93ª 36 BOGOTÁ D.C.

ACTIVIDAD PRINCIPAL: construcción de otras obras de ingeniería civil.

ACTIVIDAD SECUNDARIA: construcción de proyectos de servicio publico.

OTRAS ACTIVIDADES: construcción de edificios no residenciales.



2.1. PROYECTOS RELEVANTES DE LA CONSTRUCTORA

En la [Tabla 1. Proyectos] se presenta información sobre los principales proyectos que está ejecutando la empresa en el momento en el que se realiza la presente práctica empresarial.

Tabla 1. Proyectos

Proyecto	Área m2	Precio	Magnitud	Datos relevantes	
Bucaramanga					
	9720	\$ 27.559.729.440,00	Más de 15 pisos en cada torre	Un par de torres construidas en la parte superior de la ciudad, pionero en la construcción de edificación de esta magnitud en el sector elevado de la ciudad.	
	39936	\$ 133.172.093.808,00	Torre1 : 17 pisos Torre 2: 20 pisos Torre 3: 17 pisos	Este proyecto tiene magnitudes sorprendentes, al mismo tiempo su valor supera por mucho a cualquier proyecto del sector.	
	19305	\$ 65.853.067.500,00	Torre de 25 pisos el cual cuenta con 99 apartamentos	Edificio de gran altura rodeado de gran densidad poblacional lo cual obligo a la constructora a realizar grandes y profundos cimientos.	
	30825	\$ 205.500.000.000,00	Torre de 33 pisos	El segundo edificio más alto de la ciudad, ubicado junto a otra gran obra, esto hizo necesario la construcción de enormes estructuras de cimentación.	
	23040	\$ 70.560.000.000,00	2 Torres de 29 pisos	Para realizar esta edificación se requiere hacer grandes cimientos que permitan mantener la estabilidad del suelo.	
	27720	\$ 92.400.000.000,00	Torre de 20 pisos	Uno de los factores más relevantes en la ejecución de esta estructura fue la nivelación del terreno debido a su gran inclinación, el movimiento de tierras fue masivo y las edificaciones de contención fueron enormes.	
CARTAGENA		BARRANQUILLA		FLORIDABLANCA	
FERRERA	OCEANI	RIU 52		RESERVA CAÑAVERAL	VALENZZA CONDOMINIO
					
					

Fuente: Elaboración propia

2.2. PROYECTO DE ESTUDIO TORRE RIO



Edificio de apartamentos multifamiliar, ubicado en el barrio la aurora (estrato 4), conformado por una torre de 20 pisos, 5 pisos de parqueaderos, 145 apartamentos, con áreas privadas desde 75 hasta 96 metros cuadrados (m²), distribuidos de la siguiente forma, 2 o 3 alcobas, sala comedor, cocina, cuarto de ropas, balcón, sala de tv y 2 baños, a su vez cuenta con una gran cantidad de espacios sociales: piscina, salón de juegos, gimnasio, jacuzzi, turco, cinema y terraza BBQ, el valor por m² de los apartamentos es aproximadamente \$3'361.481 [1]

Figura 1. Edificio Torre Rio



Fuente: constructora Valderrama

Licencia: N° 68007-2-18-0551

Fecha de inicio: 26/10/2016

Dirección del predio: Avenida quebrada seca entre carreras 31 y 32 calle 28 # 31-63

Tipo de licencia:

Licencia en construcción en modalidad de prorroga

Modalidad de licencia: obra nueva

Uso: vivienda – comercio

Área intervenida: 21412.55 m²

2.2.1. Especificaciones técnicas generales

CIMENTACIÓN: Zapatas, Vigas de Enlace y vigas de amarre en concreto reforzado. Muro de contención en concreto reforzado y pilotes. Dimensiones y profundidad según recomendaciones de estudio de suelos y planos aprobados por la curaduría.

ESTRUCTURA: Sistema estructural tradicional conformado por vigas y placas macizas en concreto reforzado con mallas electro soldadas de alta resistencia, Fundidos monóticamente en el mismo lugar en el que se hace la construcción, según especificaciones indicadas en los planos estructurales. Diseño según normas del código colombiano de construcciones sismo-resistentes.

MAMPOSTERÍA: Divisiones interiores en ladrillo hueco arcilla y/o cemento H-10 y H-7 de espesor con mortero 1:3.

PAÑETES: la mampostería interior se frisara a partir de una relación de mortero 1:4 de acuerdo a diseño arquitectónico y la fachada, los pañetes se van a impermeabilizar.

Figura 2. Tipología de los apartamentos



Fuente: constructora Valderrama

2.2.2. Especificaciones técnicas áreas privadas

INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE GAS Las instalaciones hidráulicas tendrán una red independiente de agua fría por otra parte los apartamentos llevarán agua caliente en lavaplatos, duchas, lavamanos y lavadora. La tubería hidráulica será en tubería PVC tipo pesado, la red sanitaria en tubería PVC sanitaria y la red de gas serán en tubería galvanizada y/o peal-pe de igual forma tipo pesado.

CARPINTERÍA, METÁLICA Y DE MADERA: Puertas en madecor o similar y los marcos de madera para acceso a las Alcobas y Baños altura de piso a techo. Puertas Principales con acceso a los apartamentos, serán de madecor o similar y los marcos de madera. Closet en madecor o similar con cajoneras cuelga-ropas, y divisiones. Gabinetes inferiores y superiores para la cocina en madecor con sus divisiones, manijas y cajoneras; estufa y campana extractora; ventanas en vidrio y aluminio.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELEFÓNICAS: En el interior de los apartamentos se tendrá un sistema de iluminación óptimo y con múltiples salidas eléctricas para los aparatos y sus electrodomésticos. Se incluyen las redes para teléfonos, timbres, televisores (Sala de TV y Un Pinto en Alcoba Principal, aparato de citofonía funcionando. Una sub-estación eléctrica ubicada en el Sótano No. 1 que atenderá toda la demanda del edificio, el sistema de para-rayos lleva conexión directa a tierra seleccionando un conductor de cobre desnudo.

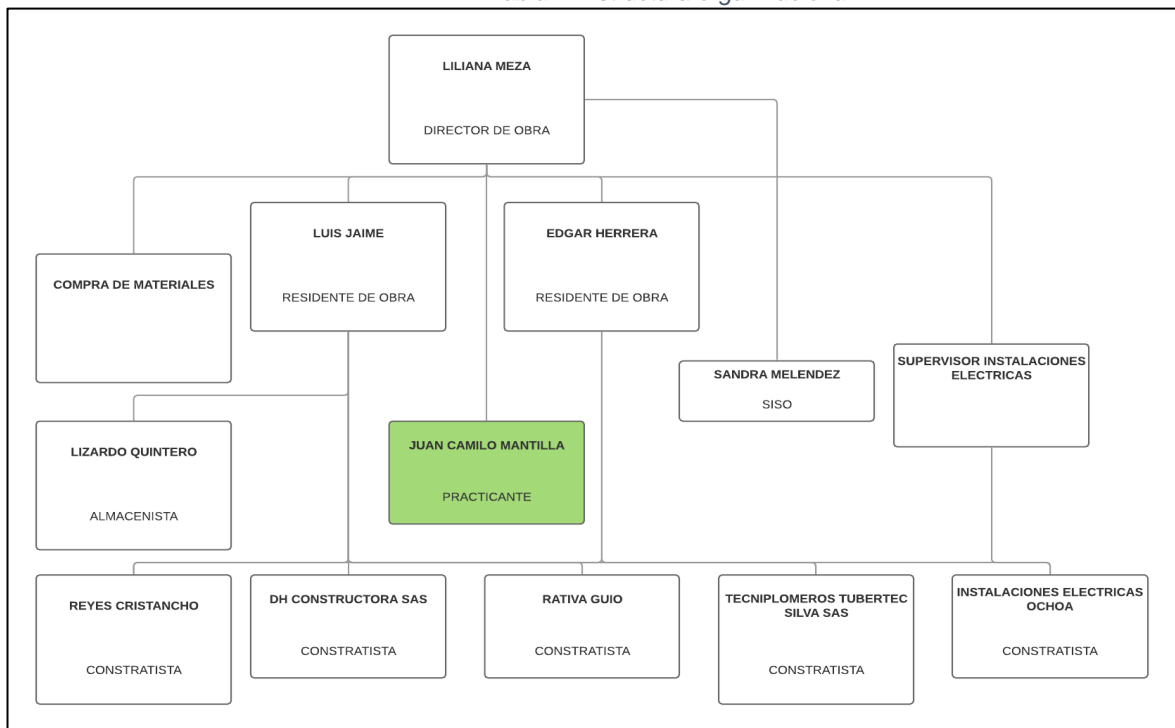
PINTURA: Vinilo sobre estuco Plástico en la mampostería interiores de las Habitacionales, y Locales; Pintura koraza y estuco plástico para la fachada principal y pintura koraza o similar para vanos interiores.

SÓTANOS. Se ubicaran los equipos pertinentes al sistema eléctrico como la Planta Eléctrica de Emergencia, Transformador Eléctrico, Los Tableros Eléctricos, y otros equipos: Cuarto de Basuras, equipo de bombeo, parqueaderos en el sótano y pequeños cuartos particulares [2].

2.2.3. Estructura organizacional de consorcio RIU TOWER

La estructura organizacional de la empresa CONSTRUCTORA VALDERRAMA LTDA es diferente para cada uno de los proyectos ejecutados, esta varía dependiendo de la magnitud del proyecto, los consorcios, el aporte a capital de estos, como también de las características y necesidades particulares de la obra.

Tabla 2. Estructura organizacional



Fuente: Elaboración propia

3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. PRODUCTIVIDAD

El principal indicador de la siguiente monografía está dado por la productividad la cual se define con la relación entre lo gastado vs lo producido, es decir [3]:

$$Productividad = \frac{Cantidad\ producida}{Recursos\ utilizados}$$

La productividad es la característica de rendimiento con la cual se mide el rendimiento o eficiencia de los recursos con los cuales se desea culminar una actividad, cumpliendo con parámetros mínimos de calidad.

En el sector de la construcción la medición de productividad es independiente para los principales recursos utilizados los cuales están dados por maquinaria y equipos, materiales y mano de obra, aunque pueda haber más factores influyentes en la productividad de una obra estos son los principales, dentro de estos factores el recurso humano es primordial ya que a través de este se pueden ejecutar los demás.

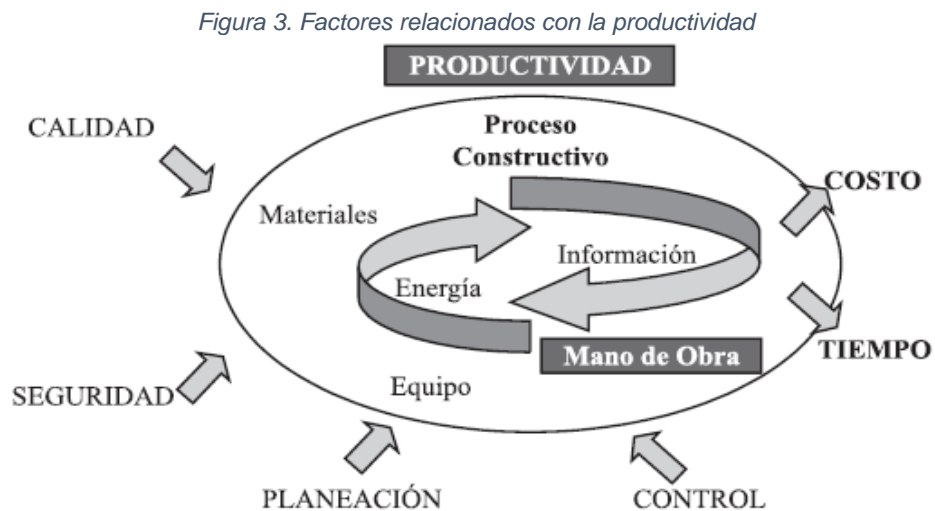
El siguiente mapa define la productividad y su unidad de medida para los factores fundamentales influyentes en la construcción.

Tabla 3. Productividad



Fuente: Elaboración propia

Este factor relaciona todos los parámetros que se inciden en la ejecución de un proyecto Figura 3. Factores relacionados con la productividad, hay que desarrollar planes de mejoramiento continuo en donde se utilices eficazmente cada recurso de la obra, cumplimiento con las políticas de calidad y seguridad ya que esto incide directamente en el costo y el tiempo del proyecto. [4]



3.2. TRABAJO

Se podría definir como las acciones realizadas por el personal de la obra para culminar las actividades propuestas, transformando los recursos en productos, en términos generales generando un valor agregado. El trabajo puede definirse como [5]:

- Trabajo productivo: hace referencia a todas las acciones que aportan o permiten directamente el avance de la obra, generando valor.
- Trabajo contributivo: son las actividades que se deben realizar previamente a las labores productivas, estas actividades son necesarias, aunque no agregan valor.
- Trabajo no contributivo: estas actividades no agregan ningún tipo de valor solo contribuyen al retraso y a la mala ejecución del proyecto.

La productividad del trabajo se mide en relación con el trabajo contributivo y no contributivo, ya que este tipo de trabajo no se puede despreciar debido a que el personal requiere de tiempo de ocio para poder trabajar, el cuerpo y la mente requieren estos espacios para continuar con las labores.

Realizando el seguimiento continuo a diferentes obras colombianas se establece los siguientes índices de trabajo, estos constituyen a la meta general a la que debe llegar una obra exitosa:

- Trabajo productivo (TP):50%
- Trabajo contributivo (TC):24%
- Trabajo no contributivo (TNP): 26%

3.2.1. Principios administrativos

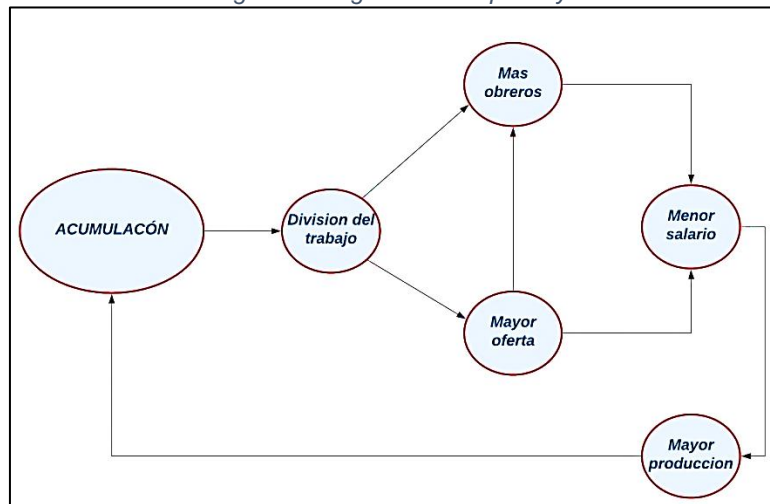
La administración es fundamental para la culminación de cualquier proyecto, logrando mejores rendimientos y mayor productividad, existen principios básicos para la ejecución de proyectos, estos son susceptibles a cambios y alteraciones, estos conceptos son los lineamientos con los que se puede llevar a cabo con éxito un proyecto estos son [3]:

- | | |
|--|-----------------------------|
| • División de trabajo | • Remuneración del personal |
| • La autoridad | • Jerarquía |
| • La disciplina | • Orden |
| • Unidad de mando | • Equidad |
| • Unidad de dirección | • Estabilidad del personal |
| • Subordinación de interés particular al interés general | • Iniciativa |
| | • Espíritu de equipo |

3.2.2. Aspectos socioculturales asociados al trabajo

El trabajo se relaciona con una obligación, como un castigo o como una forma de esclavitud, sin embargo este constituye a una actividad constructiva en la vida individual y social, los factores que pueden cambiar las condiciones del trabajo están relacionados con el ambiente físico donde se desarrolla la actividad, el ambiente psicosocial este es un factor más emocional relacionado con las prácticas de la empresa, recursos personales de salud en el trabajo este factor influye en la seguridad y bienestar laboral y la participación y apoyo a la comunidad, esta beneficia al trabajador manteniéndolo motivado por una causa y mejorando su entorno social.

Figura 4. Diagrama de Hopenhayn



Fuente: Elaboración propia

El anterior diagrama se basa en una adaptación de esquema propuesto por Hopenhayn, en donde refleja que el trabajador vende su fuerza laboral a cambio de algún tipo de remuneración, en este proceso la riqueza que el trabajador debería acumular se desvía, generando mayor acumulación para el capitalista, generando al obrero mayor necesidad y dependencia de su trabajo.

3.3. REGLAMENTACIÓN PARA EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA CIVIL

3.3.1. Normativa sobre la construcción sísmo resistente (ley 400 de 1993)

- ✓ Los materiales deben estar regulados y aprobados por la “Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sísmo Resistentes” la cual debe asegurarse que los mismos cumplan parámetros de calidad y resistencia, asegurando las condiciones mínimas de la estructura.
- ✓ Método constructivo, debe estar aprobado por el diseñador estructural y el constructor, ambos deben presentar un análisis detallado y asumir total responsabilidad en la metodología aplicada para la realización de la actividad.
- ✓ Profesionales deben acreditar experiencia e idoneidad mínima para el desarrollo de sus actividades, esta podrá ser comprobada por mecanismos establecidos por la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sísmo Resistentes", garantizando el conocimiento de la normativa y estableciendo el respectivo alcance y proceso de ejecución de las funciones establecidas.

LA "COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES", deberá emitir un concepto aprobatorio con base en la documentación presentada, en el cual manifieste la idoneidad en los materiales utilizados, experiencia profesional del personal y la reglamentación del sistema constructivo, esta comisión está adscrita al Ministerio de Desarrollo Económico y formará parte del Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres.

3.3.2. Supervisión técnica

Las edificaciones que tengan más de 3000 m² de área construida deberán estar bajo el control de la supervisión técnica, esto sin importar su uso, se podrá exigir esta supervisión técnica si el sistema constructivo de la edificación tiene altos niveles de complejidad o los procesos constructivos son especializados, su alcance o el nivel de supervisión puede definirse por su área, altura, importancia, o uso de la edificación, finalmente esta actividad debe ser realizada por un profesional que reúna la cualidades definidas en el Capítulo 5 del Título VI de la ley 400 de 1997 [6].

En cualquier proyecto debe realizarse un monitoreo constante y periódico, como cada actividad tiene características diferentes el supervisor debe contar con amplio conocimiento y experiencia, ya que debe llevar un control mínimo de planos, especificaciones, materiales, calidad y ejecución, para la realización de estos controles se debe seguir una normativa mínima estipulada en el reglamento NSR-10 TÍTULO I CAPITULO I.4. (SUPERVISIÓN TÉCNICA, y deberá realizarse informes escritos donde se manifieste la calidad y el cumplimiento normativo de las actividades realizadas y los materiales utilizados. [7]

3.4. SEGURIDAD Y SALUD EN LA CONSTRUCCIÓN

En cualquier compañía la seguridad y salud del personal es una de las mayores prioridades, dado que cualquier imprevisto puede afectar el normal funcionamiento de los procesos de la compañía, se debe garantizar condiciones mínimas de seguridad y evitar cualquier tipo de inconveniente, existen diferentes normas y leyes que respaldan este tema [8]:

- ✓ Código sanitario Nacional
- ✓ Decreto 614 de 1984
- ✓ Resolución 86 de 2013
- ✓ Convenio 167 de 1988
- ✓ Resolución 1016 de 1989
- ✓ Resolución 1772 de 1990
- ✓ Resolución 6398 de 1991
- ✓ Resolución 1075 de 1992
- ✓ Ley 100 de 1993: En la cual se define la estructura de la seguridad social
 - Sistema general de riesgos profesionales (ARL)

- Régimen de pensiones
- Atención en salud
- ✓ Decreto 1772/1834/1832/2644 de 1994
- ✓ Ley 436 de 1995
- ✓ Ley 776 de 2001
- ✓ Estatuto General de Seguridad
- ✓ Dirección Nacional de Riegos Profesionales

Cada compañía debe ocuparse de prevenir cualquier tipo de riesgo y/o enfermedad que puedan sufrir sus trabajadores, para esto debe realizar seguimiento y control a través de exámenes previos, periódicos y posteriores, como también garantizar condiciones de higiene en el lugar de trabajo y finalmente se debe dotar al personal con la indumentaria necesaria para realizar correcta y seguramente las actividades.

Cada proyecto debe tener mínimo un programa de salud ocupacional (Resolución 1016 de 1989) el cual debe contener:

- ✓ Materias primas y sustancias utilizadas
- ✓ Principales factores de riesgo
- ✓ Probabilidad de ocurrencia de accidentes
- ✓ Sistemas de mitigación de riesgo
- ✓ Elementos de protección suministrados
- ✓ Posibles causas de enfermedades laborales
- ✓ Programa de capacitación
- ✓ Emanes de control médicos de los trabajadores
- ✓ Planes de emergencia y actas de simulacros

3.5. ÉTICA PROFESIONAL

En el ejercicio de la ingeniería y a fines hay que tener conductas éticas, las cuales están mencionadas en el CÓDIGO DE ÉTICA PROFESIONAL y la LEY 842 DEL 2003, el no cumplir esta normativa es causante de amonestaciones legales, judiciales o económicas, el código está compuesto por tres grandes capítulos, • Disposiciones especiales • Deberes, obligaciones y prohibiciones • Inhabilidades e incompatibilidades [9] [10].

El consejo nacional de ingeniera está conformado por:

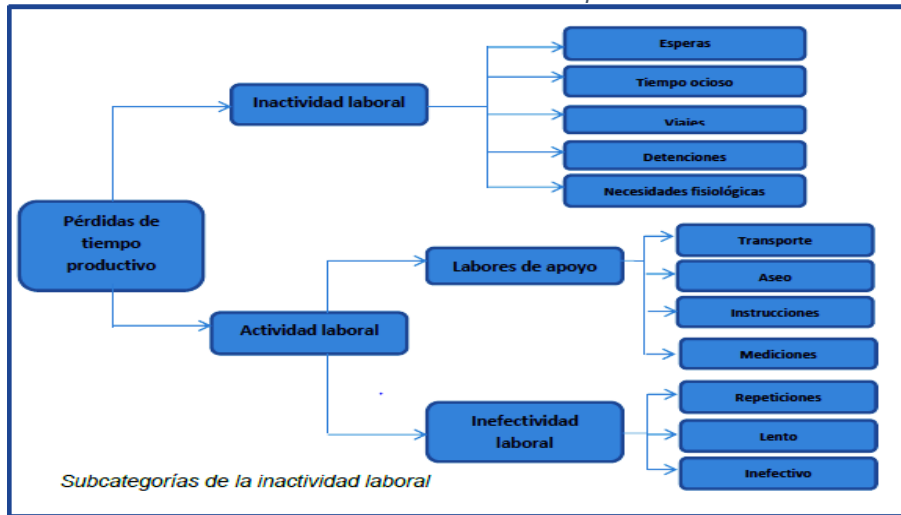
- ✓ Gobernado departamental.
- ✓ Secretario educación.
- ✓ Secretario de planeación.
- ✓ Rector o Decano de alguna universidad de educación superior del departamento que otorgue el título de ingeniero.
- ✓ Presidente de una agremiación regional de ingeniería.

3.6. PERDIDAS

En la ejecución de una obra es inevitable la aparición de características que influyen negativamente en la ejecución de la misma, generando factores de pérdida y desperdicio, este concepto puede ser definido como “Son todo lo distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto” [11]; Estas se distinguen en dos características fundamentales, **tiempo improductivo y materiales**, que al final se convierten en costos extras en el proyecto.

3.6.1. Pérdidas de tiempo productivo

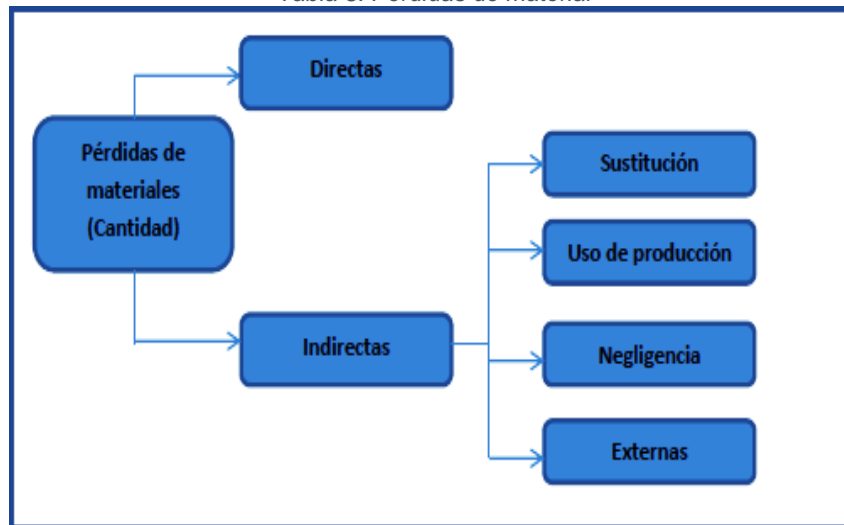
Tabla 4. Pérdidas de tiempo



Fuente: Luis Fernando Alarcón, Herramientas para identificar pérdidas

3.6.2. Pérdidas de materiales

Tabla 5. Pérdidas de material



Fuente: Luis Fernando Alarcón, Herramientas para identificar pérdidas

Las causas directas en la pérdida de material están dadas por razones necesarias para la realización de las actividades, estas pérdidas son ineludibles y se deben considerar en la planificación inicial.

3.6.3. Causas de desperdicio

Afectan las pérdida de productividad del proyecto y se clasifican principalmente en dos, las controlables y no controlables y se subdividen de la siguiente manera:

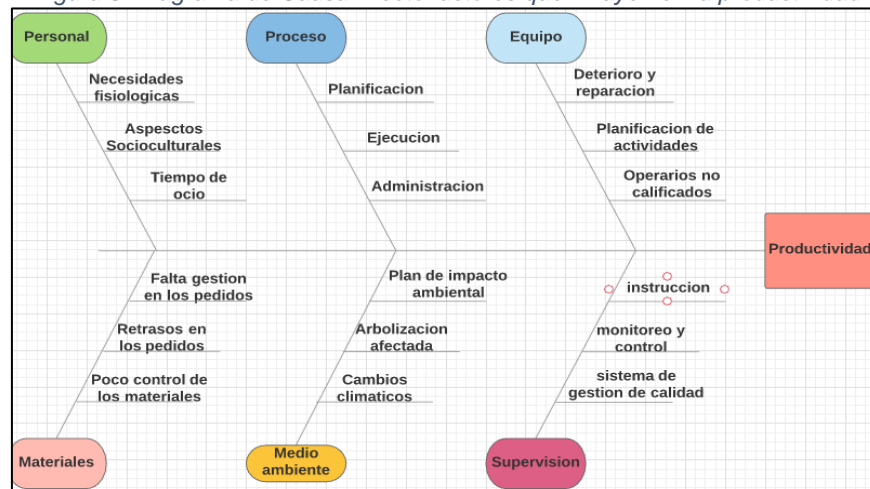
Tabla 6. Causas de desperdicio

CAUSAS CONTABLES	Tramites	Recursos	
		Información	
	Conversión	Método	
		Planificación	
		Calidad de trabajo	
	Administración	Regulación de Tramites	Asignación
			Coordinación
Distribución			
Control		Tramites	
		Conversión	
CAUSAS NO CONTABLES	Tramites Externos		
	socioculturales		

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta un diagrama de causa-efecto, donde se evidencia un resumen de las diferentes causas en la disminución del rendimiento de las actividades.

Figura 5. Diagrama de Causa-Efecto factores que influyen en la productividad



Fuente: Elaboración propia

3.7. TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD

Desde el inicio de cualquier proyecto es esencial llevar un control, monitoreo y seguimiento a la planificación, ya que de estos factores depende la correcta ejecución del mismo, es indispensable definir la metodología de recolección de información para poder realizar las respectivas modificaciones y/o correcciones a las diferentes necesidades [4].

En la construcción existen múltiples factores que pueden influir en el rendimiento de las actividades, por este motivo no se deben usar metodologías para el cálculo de rendimientos con parámetros definidos, para este tipo de cálculo es recomendable usar las siguientes metodologías. [12]

3.7.1. Estudio de tiempos y movimientos

Consiste en la observación de un trabajador por un periodo de tiempo relativamente corto, conociendo parámetros como herramienta utilizada, lugar de trabajo y condiciones físicas donde se realiza la tarea, este estudio supone que la realización de la actividad, es llevada a cabo por un operario calificado que domina a la perfección su labor.

3.7.2. Promedio de resultados

La realización de una actividad en obra supone la intervención de diferentes trabajadores, el cálculo de rendimientos está basado en la recolección de información periódica en entornos diferentes, su posterior agrupación y tabulación.

Evaluando la mano de obra entre un rango de 0% a 100% se encuentran clasificados los diferentes niveles de eficiencia para cada porcentaje de rendimiento, de acuerdo a la siguiente tabla propuesta por John S. Page en su libro “*estimador’s general construcción man – hour manual*”. [13]

Tabla 7. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
muy baja	10%-40%
baja	41%-60%
normal(promedio)	61%-80%
muy buena	81%-90%
excelente	91%-100%

Fuente: *estimador’s general construcción man – hour manual*

4. ACTIVIDADES EJECUTADAS

La información recolectada y analizada es de tipo cualitativo y cuantitativo, enfocando la investigación a una investigación mixta en donde existen diferentes tipos de variables, el estudio es realizado solo al personal y a los materiales que hacen parte activa de las actividades ejecutadas en el momento del estudio.

4.3. ACTIVIDADES RELEVANTES PARA EL ESTUDIO

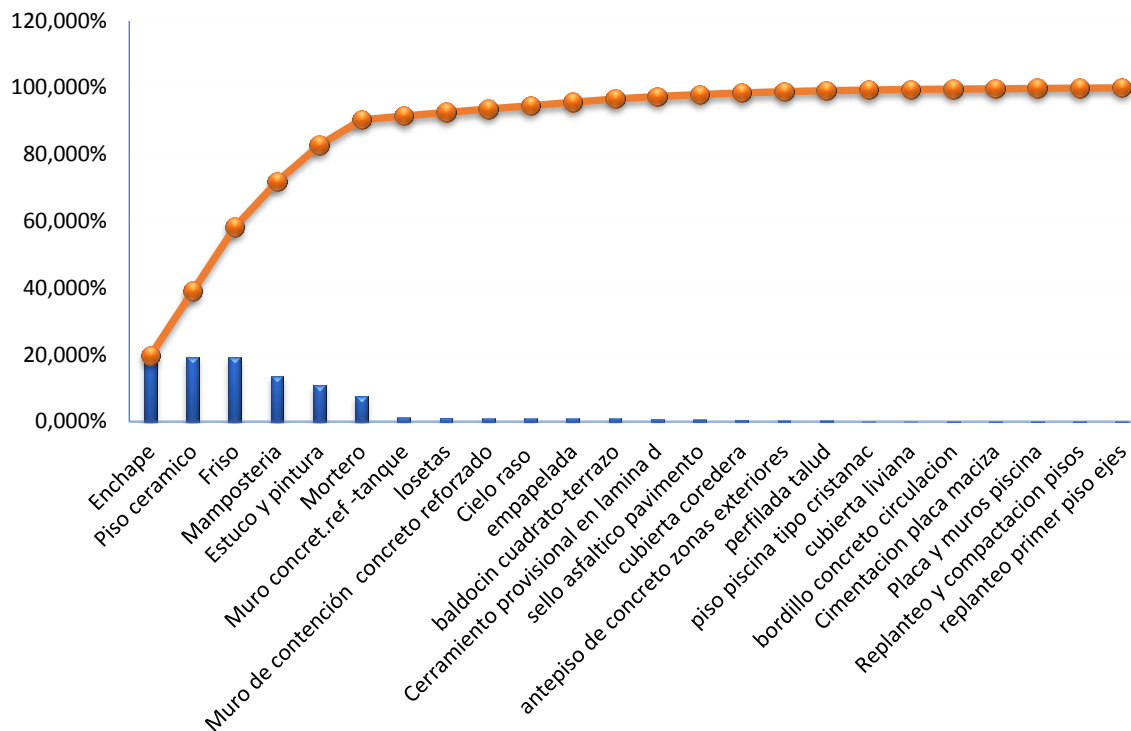
Para la identificación de estas actividades se tuvo en cuenta la opinión de los ingenieros residentes del proyecto, y se realizó el análisis de Pareto en el cual se identifican las actividades con mayor incidencia.

Tabla 8. Análisis de Pareto

ACTIVIDAD	VALOR	% INCIDENCIA	% ACUMULADO
Enchape	\$ 666.048.994,14	19,741%	19,7%
Piso cerámico	\$ 650.578.953,15	19,282%	39,0%
Friso	\$ 649.803.658,75	19,259%	58,3%
Mampostería	\$ 459.451.162,72	13,617%	71,9%
Estuco y pintura	\$ 365.716.202,50	10,839%	82,7%
Mortero	\$ 257.095.655,01	7,620%	90,4%
Muro concreto. ref -tanque	\$ 39.658.878,30	1,175%	91,5%
losetas	\$ 35.183.172,44	1,043%	92,6%
Muro de contención	\$ 34.481.450,32	1,022%	93,6%
Cielo raso	\$ 34.322.400,00	1,017%	94,6%
empapelada	\$ 33.965.210,84	1,007%	95,6%
baldosín cuadrado-terrazo	\$ 32.675.896,97	0,968%	96,6%
Cerramiento provisional	\$ 24.926.250,00	0,739%	97,3%
sello asfáltico pavimento	\$ 19.656.000,00	0,583%	97,9%
cubierta corredera	\$ 17.860.000,00	0,529%	98,4%
ante piso - zonas exteriores	\$ 11.146.116,64	0,330%	98,8%
perfilada talud	\$ 10.967.528,00	0,325%	99,1%
piso piscina tipo cristanac	\$ 6.060.334,45	0,180%	99,3%
cubierta liviana	\$ 5.742.688,00	0,170%	99,4%
bordillo concreto circulación	\$ 4.074.953,05	0,121%	99,6%
Cimentación placa maciza	\$ 3.518.257,26	0,104%	99,7%
Placa y muros piscina	\$ 3.513.434,93	0,104%	99,8%
Replanteo y compactación pisos	\$ 3.256.452,48	0,097%	99,9%
replanteo primer piso ejes	\$ 3.090.716,21	0,092%	100,0%
Pisos caucho Gimnasio	\$ 1.193.641,28	0,035%	100,0%
TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 3.373.988.007,45	100%	

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Análisis de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Es evidente que las actividades enchape, friso, mampostería, estuco-pintura y mortero son las actividades con un mayor porcentaje de incidencia, dado que en el momento del estudio no se está ejecutando la actividad (estuco-pintura) esta no se tiene en cuenta para el análisis.

▪ MAMPOSTERÍA

- ✓ Mampostería a la vista: (2819.5 m²)

Esta actividad se realiza con ladrillos de tamaño H-15 el cual formara parte visible de la fachada, su ejecución esta basada en la mampostería tradicional, agregando refuerzo vertical (Dovelas) el contribuye a su estabilidad, este tipo de tecnica le da un aspecto mas rustico y antiguo a la edificación además disminuye el costo de friso y pintura.

La actividad es ejecutada por 1 cuadrillas AA y no requiere de equipo especializado.

- ✓ Mampostería interna: (25882.28 m²)

Constituye a las divisiones internas y muros exteriores de la edificación, para su ejecución se usan ladrillos H-10 y H-7, dependiendo de la ubicación del muro.

La actividad es ejecutada por 3 cuadrillas AA y no requiere de equipo especializado.

- **FRISO**

- ✓ Fachada (9152 m²)

- Esta actividad permite la corrección de errores, la nivelación y el embellecimiento de la edificación, abre paso a la colocación de la pintura. La actividad es ejecutada por 2 cuadrillas AA y no requiere de equipo especializado.

- ✓ Apartamentos (39726.66 m²)

- Esta actividad permite la corrección de errores, la nivelación y el embellecimiento de la edificación, abre paso a la colocación de la pintura, agregando aditivos a la mezcla sirve como impermeabilizante para los puntos donde existan posibles infiltraciones de agua. La actividad es ejecutada por 4 cuadrillas AA y no requiere de equipo especializado.

- **ENCHAPES** (5340.42 m²)

- Se desarrolla a partir de la ubicación arquitectónica de la cerámica, ubicada principalmente en baños y cocinas, protegiendo principalmente la estructura de posibles filtraciones.

- La actividad es ejecutada por 4 cuadrillas AA para su ejecución es necesario el uso de cortadora de cerámica, nivel, llana, metro, martillo de goma y cruceñas divisorias.

- **MORTEROS** (12087.8 m²)

- Esta herramienta es utilizada para la nivelación de pisos, para dar las bajantes necesarias con el fin de desviar el agua, a las redes hidráulicas y permitiendo la colocación de la cerámica, su espesor es de 4 cm.

- En su ejecución están involucrados 5 cuadrillas AA y para realizar la actividad no es necesario el uso de herramientas especializadas.

En todas las actividades se involucra personal externo encargado del movimiento de material (malacateros), en el proyecto esta actividad era realizada por 3 cuadrillas tradicionales (AA), ubicados estratégicamente en la estructura para el desarrollo continuo de cada actividad.

4.3.1. Materiales utilizados por actividad

Tabla 9. Materiales por actividad

ENCHAPES	MAMPOSTERÍA
ALFALISTO PLUS BLANCO	ARENA
PORCELANATO MATIZADO	CEMENTO GRIS
PEGACOR GRIS	LADRILLO A LA VISTA
PIZARRA NATURAL	LADRILLO ESTRUCTURAL E*15 CM
CONCOLOR	LADRILLO TEMOSA
ENCHAPE PARED BLANCO 30 X 60	LADRILLO H-7
ENCHAPE PLANO BLANCO 30 X 45	LADRILLO H-10
ENCHAPE CERAMICO-BAÑOS	LADRILLO H-15
PISO-PARED EGEO	MANO DE OBRA MAMPOSTERÍA
MANO DE OBRA ENCHAPE	

FRISOS	PISOS
ARENA	ARENA
CEMENTO GRIS	CEMENTO GRIS
TOXEMEN POLVO X 25 KG	TRITURADO 3/4"
EUCOLATEX TAMBOR 200KG	SIKALATEX
SIKA 1	PEGACOR GRIS
MO FRISO	CONCOLOR
	TABLETA ALFA SAHARA
	MANO MORTERO

Fuente: Elaboración propia

4.4. MUESTREO

4.4.1. Análisis estadístico

Dado a que la investigación esta dada para un sistema constructivos tradicional, se puede concluir que las mediciones en los rendimientos de las actividades serian aproximadamente las mismas en obras paralelas, de esta forma se puede definir un tipo de muestreo **Aleatorio simple**, en donde todas las actividades y el personal que las realizan tienen la misma probabilidad de ser seleccionados en el estudio, de esta forma los parametros del muestreo son los siguientes [14]:

- Poblacion: 44 trabajadores en la obra TORRE RIO (Actividades establecidas como representativas)
- Nivel de confianza: 95% → Z=1.96
- Margen de error: 5%

4.4.1.1. Calculo del número de muestras:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{[e^2(N - 1) + Z^2 * p * q]} = \frac{44 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{[0.05^2(100 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)]} = 36$$

Donde:

n = tamaño de la muestra (trabajadores)

N=poblacion=44

Z=depende del nivel de confianza=1.96

p= probabilidad de la poblacion que presenta las caraceristicas (asumimos 0.5)

q= probabilidad de la poblacion que NO presenta las caraceristicas (1-p=0.5)

e= error definido del 5%

Con el fin de obtener resultados optimos y calidad en la informacion se deben realizar muestreos extrictos y seguimiento continuo, para un numero minimo de trabajadores, de esta forma poder concluir en base a una investigación completa y bien fundamentada, debido a que el el tamaño de la muestra es muy cercano al valor total de la poblacion se decide realizar es estudio teniendo en cuenta la totalidad de la poblacion.

4.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

4.5.1. Ejecución de Actividades

Para la recopilación de la información se usó la tabla 7 en la cual se relacionan los datos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados en cuanto al rendimiento de las actividades.

Tabla 10. Control de actividades

FECHA	ACTIVIDAD	DIAS TEORICOS	FECHA INICIO	PORCENTAJE DE AVANCE	NUMERO DE PERSONAS	UM	CANTIDAD DE OBRA TOTAL	CANTIDAD DE OBRA EJECUTADA	RENDIMIENTO		REDIMIENTO REAL		Tiempo Horas			Productividad			
									H-m ²	m ² -día	H-m ²	m ² -día	TP	TC	TNC	TT	%TP	%TC	%TNC

Fuente: Elaboración propia

Dónde:


- ✓ *Actividad:* Describe la actividad de interés ejecutada en el tiempo en el que se realiza el estudio.
- ✓ *Días teóricos:* Dato obtenido de la planificación inicial del proyecto, correspondiente a los días que se estipularon para la ejecución de la actividad.
- ✓ *Fecha de inicio:* Día en el que inicio la actividad.
- ✓ *Porcentaje de avance:* cantidad de obra total vs cantidad de obra ejecutada.
- ✓ *Número de personas:* cantidad de trabajadores que realizan la actividad.
- ✓ *Cantidad de obra total:* Dato calculado basado en la planificación inicial del proyecto.
- ✓ *Cantidad de obra ejecutada:* Avance de la actividad, calculándolo en base a las observaciones constantes que se realizan, fundamental en el control del proyecto.
- ✓ *Rendimiento real/teórico:* Este ítem se subdivide en dos, (H-m²) hace referencia al avance de actividad en metros cuadrados que se tiene por hora de trabajo laborada, cuando se habla de real o teórico se describe el dato medido en campo y el estipulado en la planificación y (m²-día) hace referencia al avance de actividad en metros cuadrados que se tiene por día de trabajo laborado (9 horas/día).
- ✓ *Tiempo en horas:* Este ítem se subdivide en cuatro, (Tp) tiempo productivo, (Tc) tiempo contributivo, (Tnc) tiempo no contributivo, explicados previamente en el apartado 3.2 y finalmente (TT) hace referencia a la sumatoria de cada uno de los tiempos, el cálculo de estos se hace en base al monitoreo y a la supervisión del trabajador.
- ✓ *Productividad:* Se descompone porcentualmente los tiempos que se disponen para cada factor, en cuanto a la observación realizada y permite dar un criterio positivo o negativo en cuanto a la utilización del tiempo del trabajador.

4.5.2. Gasto de material

Para la recolección de esta información se realizó seguimiento desde el momento en el que el material ingresa a la obra y se almacena, posteriormente se lleva un control semanal a través de formatos de aprobación de gasto de material que dependen de las necesidades de las cuadrillas de trabajo y su rendimiento teórico.

A partir del avance del proyecto y la disponibilidad de material en el almacén, los formatos de gasto de material (Tabla 11. Formato de entrega de material) se van modificando, permitiendo el desarrollo continuo de las actividades.

Tabla 11. Formato de entrega de material

				SALIDA DE MATERIALES							GC-FT-60	
				GESTIÓN DE RECURSOS Y CONTROL							VERSIÓN: 3	
OBRA				CONSTRUCCIÓN PROYECTO TORRE RÍO				SEMANA DEL				a
ACTIVIDAD O ÍTEM				CÓDIGO SAO								
CANTIDAD DE ACTIVIDAD				LOCALIZACIÓN								
CÓDIGO	ESTÁNDAR DE MATERIALES	UN	CANTIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL ENTREGADO	
				4	5	6	7	8	9	10		
SOLICITA		ENTREGA										
AUTORIZA		RECIBE										
		RESIDENTE DE OBRA										
		RESIDENTE DE OBRA										

Fuente: Proyecto de construcción Torre Rio

Dónde:

- ✓ Obra: dado que la empresa tiene diferentes proyectos, que se ejecutan simultáneamente y con este formato se lleva un control del presupuesto se especifica el proyecto al que se hace referencia.
- ✓ Actividad o ítem: con base en la planificación inicial y los análisis de precios unitarios se especifica la actividad en la que se va a utilizar el material solicitado.
- ✓ Cantidad de actividad: se especifica que tanto avance va a tener de avance la actividad desarrollada en base a la cantidad de material solicitado.
- ✓ Código SAO: este código es fundamental para llevar un control computarizado a través del sistema interno de la empresa.(SAO)
- ✓ Localización: dado que la edificación es vertical tiene diferentes niveles, aquí se especifica la planta en la que se está realizando la actividad o la ubicación precisa en la obra.

Finalmente se especifica el material requerido, su código y la cantidad solicitada, este documento es entregado semanalmente y firmado por el almacenista, el personal que solicita el material y el ingeniero residente quien aprueba y da constancia que está realizando el respectivo seguimiento.

4.5.3. Entorno sociocultural

Al realizar la investigación se analizaron datos internos relacionados con el proyecto y datos externos relacionados con el trabajador.

Se dividió al personal por actividad, de esta forma poder analizar individualmente el rendimiento del mismo en el desarrollo de su labor, analizando aspectos como estrato social, edad, estructura familiar, nivel educativo y su estado de salud, estos factores influyen directamente en el estado emocional del trabajador y su rendimiento, esta información fue diligenciada en el siguiente formato (Tabla 12. Análisis sociocultural)

Tabla 12. Análisis sociocultural

Actividad	Composicion Cuadrilla (C,M,O,A)	Estrato	Edad	Estructura Familiar		Ha sufrido enfermedades	Nivel educativo
				# personas a cargo	Ingresos economicos familia SMMLV		

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- ✓ *Actividad:* Describe la actividad de interés ejecutada en el tiempo en el que se realiza el estudio.
- ✓ *Composición cuadrilla:* Cargo que tiene el trabajador con base en la cuadrilla de trabajo, este factor es determinado por el contratista.
- ✓ *Estrato:* hace referencia al nivel socio-económico en el que vive el trabajador.
- ✓ *Estructura familiar:* Este ítem se subdivide en dos, número de personas a cargo, donde se especifica la responsabilidad que tiene el trabajador en el hogar, las personas por las que tiene que responder e ingresos económicos, hace referencia al valor que recibe la familia del trabajador mensualmente, estos factores tienen una influencia significativa en la productividad del trabajador.
- ✓ *Ha sufrido enfermedades:* hace referencia a la salud actual del trabajador, describe si el trabajador tiene algún tipo de limitación que impida la correcta ejecución de su labor.
- ✓ *Nivel educativo:* este factor describe la cantidad de estudios que realizó el trabajador.

Al mezclar los factores internos y externos que influyen en el rendimiento del trabajador se puede realizar un análisis más amplio, con mejores criterios, de esta forma poder identificar todo lo que pueda generar pérdidas.

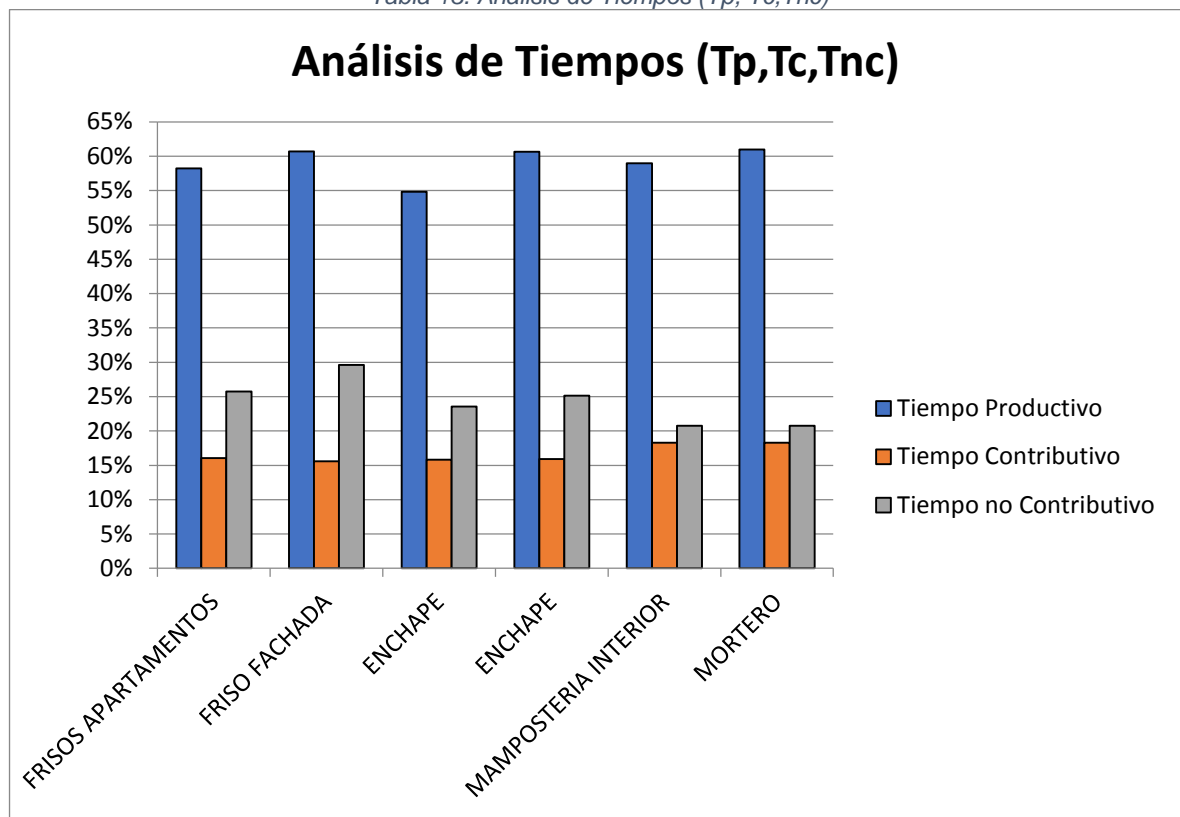
4.6. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

4.6.1. Productividad de actividades – Análisis de tiempos

Como se menciona en Capítulo 4.4.1 el estudio se realizó sobre la totalidad de los trabajadores presente en las actividades monitoreadas, los cuales fueron analizados constantemente para evaluar la productividad por actividad de mano de obra y materiales, estos datos fueron recolectados en distintos momentos y a diferentes cuadrillas, así poder obtener valores confiables y representativos.

En la Tabla 13. Análisis de Tiempos (T_p , T_c , T_{nc}) se realiza la comparación entre el uso de tiempos, dividiéndolos en el porcentaje utilizado en cada factor de tiempo y la labor desempeñada.

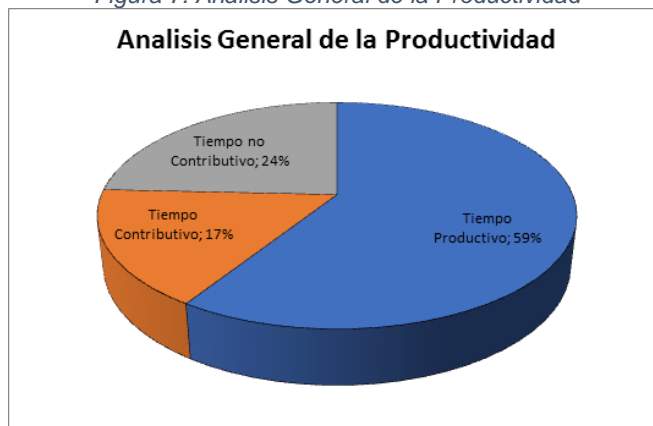
Tabla 13. Análisis de Tiempos (T_p , T_c , T_{nc})



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la variación en los diferentes tipos de tiempos entre actividades es mínima, se puede concluir que la sincronización entre actividades es positiva, posteriormente a la identificación de los tiempos para cada una de las actividades (análisis individual), se realiza un análisis general en el que se establece la productividad del proyecto.

Figura 7. Análisis General de la Productividad



Fuente: Elaboración propia

Según Alfredo Serpell Bley [5] que define como tiempo productivo óptimo un 50% del tiempo total, el proyecto se encuentra en un 9% arriba del óptimo este es un muy buen indicador de rendimiento, el mismo análisis se realiza con el tiempo no contributivo que se encuentra 2% por debajo de la media, esto expresa que el personal no divaga mucho en actividades de ocio, se observó que los contratistas cuidan sus intereses propios y realizan monitoreo constante a cada cuadrilla de trabajo, influyendo en su rendimiento.

4.6.1.1. Tiempo no contributivo

Se evidenció que las principales causas de este tipo de tiempo están dadas por, espera, necesidades fisiológicas, descanso, tiempo de ocio, reprocesos, desplazamientos, definiéndolas de la siguiente forma.

Espera: este factor está dado por la coordinación y planificación de la actividad, ya sea por retraso en la entrega de materiales, cooperación entre el personal de trabajo y sincronización entre las labores realizadas.

Necesidades fisiológicas: es común en cualquier ámbito laboral que este determinante influya en el rendimiento, debido a la condición misma del ser humano.

Descanso: en el proyecto se otorgan ciertos intervalos de descanso entre jornadas, la cual permite que el trabajador despeje su mente y mejore su condición, sin embargo estos recesos dan pie al retraso de las actividades, por que el trabajador toma un poco más del tiempo establecido.

Tiempo de ocio: los trabajadores tienden a divagar en sus actividades en diferentes momentos del día, sin embargo al final de la jornada laboral es donde más se pierde tiempo.

Reproceso: algunas actividades son realizadas incorrectamente, esto es debido a la falta de planificación o a los imprevistos que ocurren en el proyecto.

Desplazamientos: el movimiento del personal entre el lugar de trabajo y las diferentes ubicaciones del material, herramientas y demás utensilios de trabajo es un gran generador de tiempos no contributivos.

4.6.1.2. Tiempo Contributivo

Este tipo de tiempo se expresa en las actividades necesarias para la correcta ejecución del proyecto, estas son, preparación de mezcla, preparación de superficies, transporte de material, mediciones, limpieza de herramientas e instrucciones de ejecución, que a su vez se definen como:

Preparación de mezcla: Para realizar cada actividad es necesario preparar el material con el cual se va a trabajar, cada actividad tiene características particulares por lo tanto es necesario usar mezclas y dosificaciones diferentes, es imprescindible la ocupación del personal para desarrollar esta función.

Preparación de superficie: es necesario mantener el área de trabajo limpia y ordenada, debido a que esto permite obtener mejores resultados en el producto final, obtener mayor calidad en los acabados y mejorar el rendimiento y el estado de ánimo del personal.

Transporte de material: ninguna actividad se podría ejecutar sin el material necesario, es por esto que desde que el material llega a la obra hay personal encargado de llevar el material desde la bodega hasta el lugar donde se realiza el trabajo, a través de diferentes equipos y maquinaria.

Mediciones: llevar a cabo esta actividad permite mantener el control en el desarrollo del proyecto, aunque su impacto en la ejecución de la actividad no es demasiado si llega a generar mejores resultados.

Limpieza de herramientas: debido al tipo de actividades realizadas y a los materiales utilizados para su cumplimiento (Cemento, Agua, pegantes, aditivos, etc.), es necesario mantener las herramientas limpias y evitar que estas se dañen y generen mayores costos de los necesarios.

Instrucciones de ejecución: Antes de empezar a desarrollar cada actividad es fundamental establecer parámetros de calidad, tiempo, tipo de proceso constructivo y demás factores mínimos de obligatorio cumplimiento, de esta forma se evitan errores o pérdidas de tiempo posteriores y se delegan funciones a cada cuadrilla de trabajo.

4.6.2. Rendimiento de actividades

El rendimiento hace referencia al tiempo que requiere una cuadrilla con características específicas para desarrollar una actividad, este puede ser evaluado en semanas, días u horas, dependiendo el análisis realizado, también se puede ser determinado para personal independiente (cuadrillas de un trabajador).

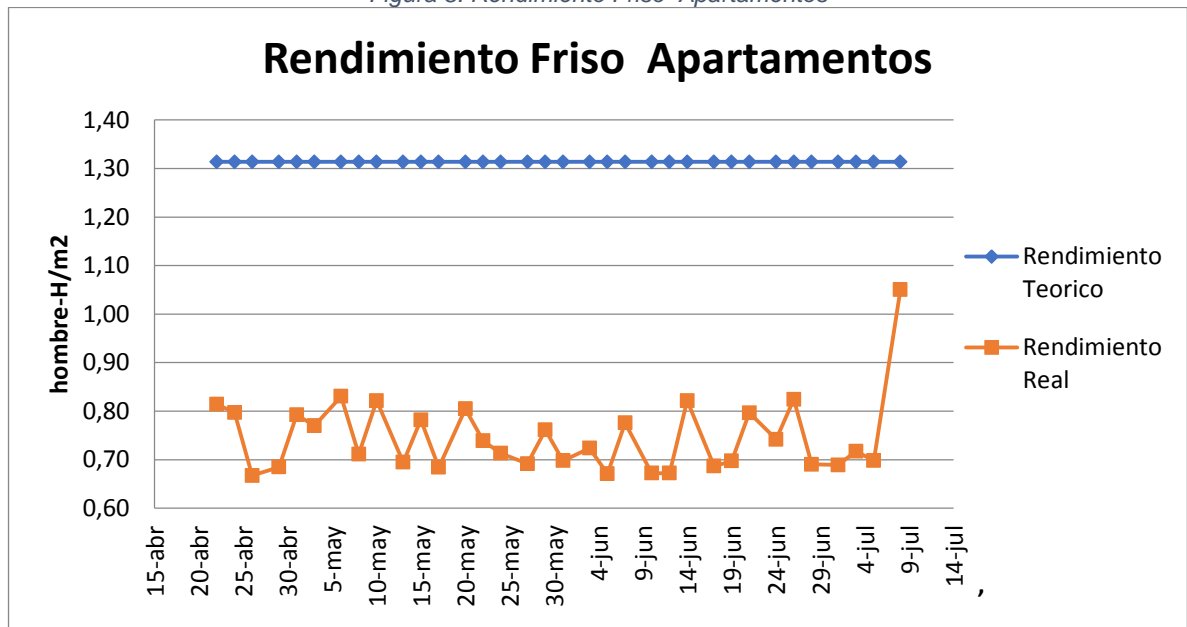
Al inicio de un proyecto se realizan estimaciones de rendimientos, definiendo cuadrillas de trabajo y cantidad de obra, estimando intervalos de tiempo para la duración de la actividad, sin embargo en este proceso se desconocen factores de tiempos e imprevistos propios del proyecto.

En los siguientes gráficos se relacionan los tiempos estimados al inicio del proyecto y los tiempos reales en la ejecución de las actividades.

4.6.2.1. Friso Apartamentos

En la Figura 8. Rendimiento Friso Apartamentos se observa que el rendimiento teórico discierne del rendimiento real en un 43%, esto puede generar retrasos en la ejecución del proyecto, sin embargo en la programación inicial se le agregaron a cada rendimiento porcentajes de error.

Figura 8. Rendimiento Friso Apartamentos



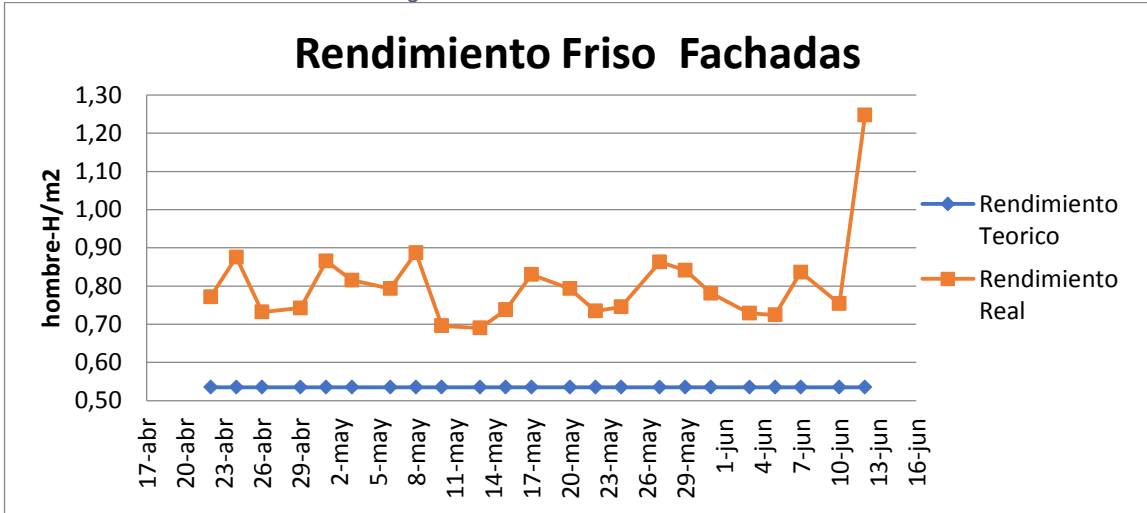
Fuente: Elaboración propia

En el capítulo 3.2 TRABAJO se define que la productividad óptima para un proyecto puede ser del 50% para tiempos contributivos y observamos que la productividad es superior en más de un 10% de la productividad estándar.

4.6.2.2. Friso Fachadas

En la Figura 9. Rendimiento Friso Fachadas se observa que el rendimiento teórico discierne del rendimiento real en un 51%, según lo observado que el aumento es debido a que la actividad se ejecuta linealmente, esto disminuye en gran cantidad la cantidad de retrasos.

Figura 9. Rendimiento Friso Fachadas

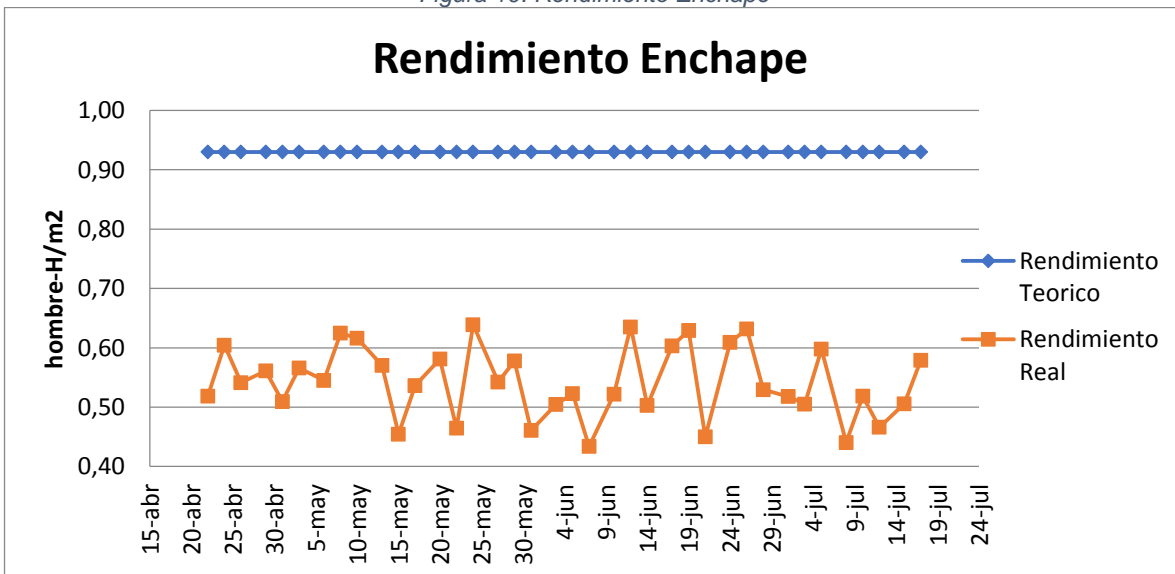


Fuente: Elaboración propia

4.6.2.3. Enchape

En la Figura 10. Rendimiento Enchape se observa que el rendimiento teórico varía respecto al rendimiento real en un 42%.

Figura 10. Rendimiento Enchape

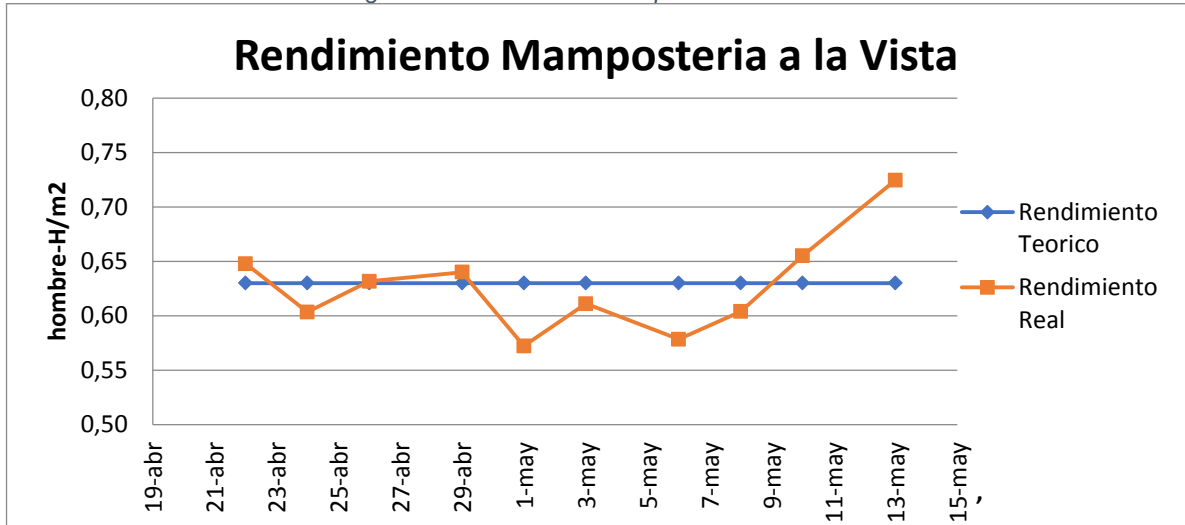


Fuente: Elaboración propia

4.6.2.4. Mampostería a la vista

En el desarrollo de esta actividad se observa que el rendimiento teórico y real son aproximadamente los mismos, esto podría ser a razón de que la extensión en m² de actividad no es demasiado grande.

Figura 11. Rendimiento Mampostería a la Vista

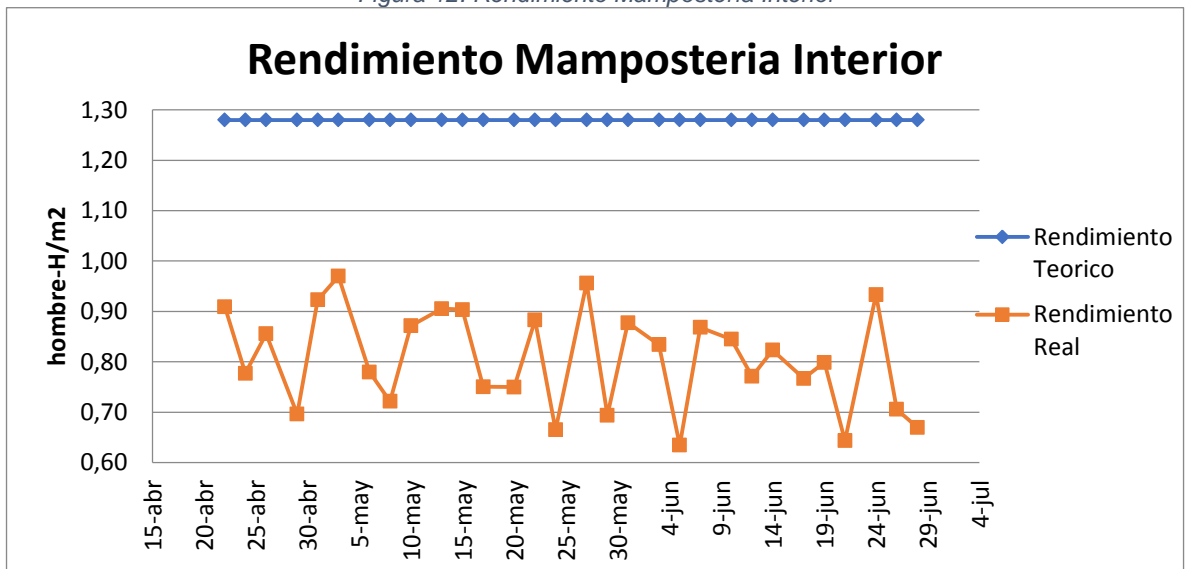


Fuente: Elaboración propia

4.6.2.5. Mampostería Interior

En la Figura 12. Rendimiento Mampostería Interior se observa que el rendimiento teórico varía respecto al rendimiento real en un 37%.

Figura 12. Rendimiento Mampostería Interior

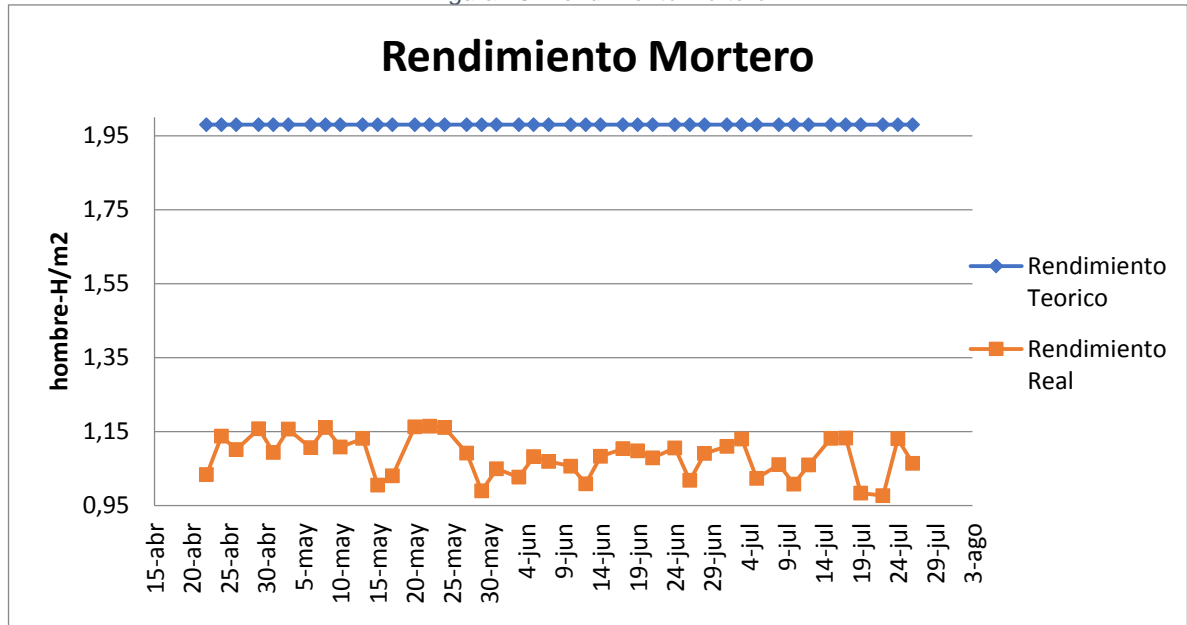


Fuente: Elaboración propia

4.6.2.6. Mortero

En la Figura 13. Rendimiento Mortero se observa que el rendimiento teórico varía respecto al rendimiento real en un 45%.

Figura 13. Rendimiento Mortero



Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Productividad de materiales

El consumo de material en cualquier proyecto es fundamental, dado que este determina en gran medida el presupuesto final del proyecto, dependiendo de la magnitud del mismo se debe tener cuidado con actividades representativas y la acumulación de desperdicios.

En cada actividad se estudian los principales materiales utilizados en la ejecución de las actividades, de esta forma observar el comportamiento de los mismos y su impacto en el proyecto.

Cada actividad tiene consumos de material diferente, también tiene porcentajes de desperdicio diferentes, que deben ser analizados de forma individual, los factores que determina estos porcentajes pueden estar dados por su proceso de ejecución, la experiencia del personal que la ejecuta y hasta se ve influenciado por el mismo material, su calidad, su procedencia y las empresas proveedoras, por esta forma estos porcentajes pueden variar en el transcurso del proyecto.

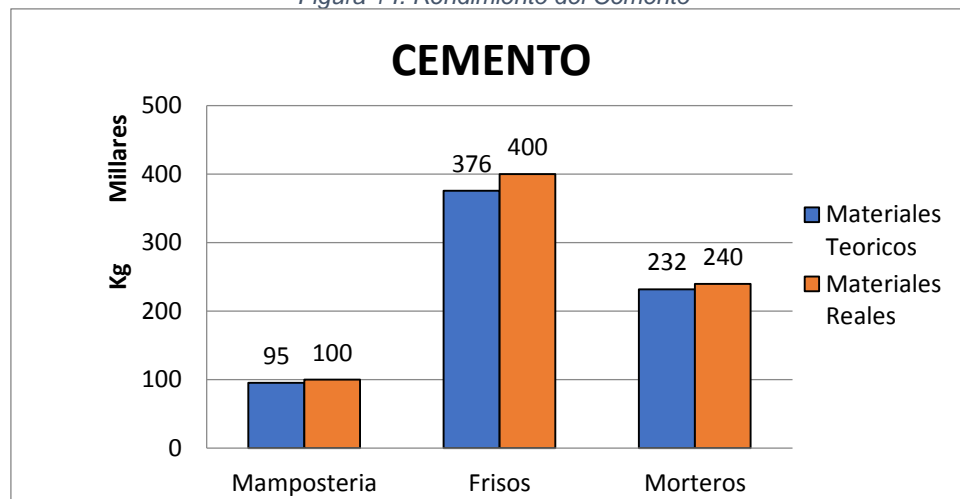
4.6.3.1. Cemento y Arena

Los principales materiales en la ejecución de proyecto de infraestructura vertical del país son el cemento y arena, son utilizados en la mayoría de las actividades ejecutadas en la obra, debido a la magnitud en cuanto a la cantidad de material se analizara su consumo de manera independiente,

En la Figura 14. Rendimiento del Cemento se evidencia el consumo real y el cálculo teórico, podemos observar que en todas las actividades ejecutadas su consumo es superior al calculado, sin embargo estos factores se tiene en cuenta en los porcentajes de desperdicio inicial, a través del proceso de recolección de información y toma de datos se evidencio que la principal causante de estos desperdicios está en la incorrecta ejecución de las actividad, la actividad que presento mayores porcentajes de desperdicio con un 6,4% es el Friso precediéndolo con un 3.6% los Morteros, debido al proceso de ejecución es normal observar que el friso genere este porcentaje de desperdicio.

El proyecto no lleva un control en la utilización de la arena, más que las requisiciones efectuadas, esto se hace para optimizar tiempos, evitando inconvenientes y retrasos en la entrega y transporte de materiales, los cuales podrían llevar a pérdidas económicas superiores a las presentadas por la mala utilización del material.

Figura 14. Rendimiento del Cemento



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Porcentajes de Desperdicio en el Cemento

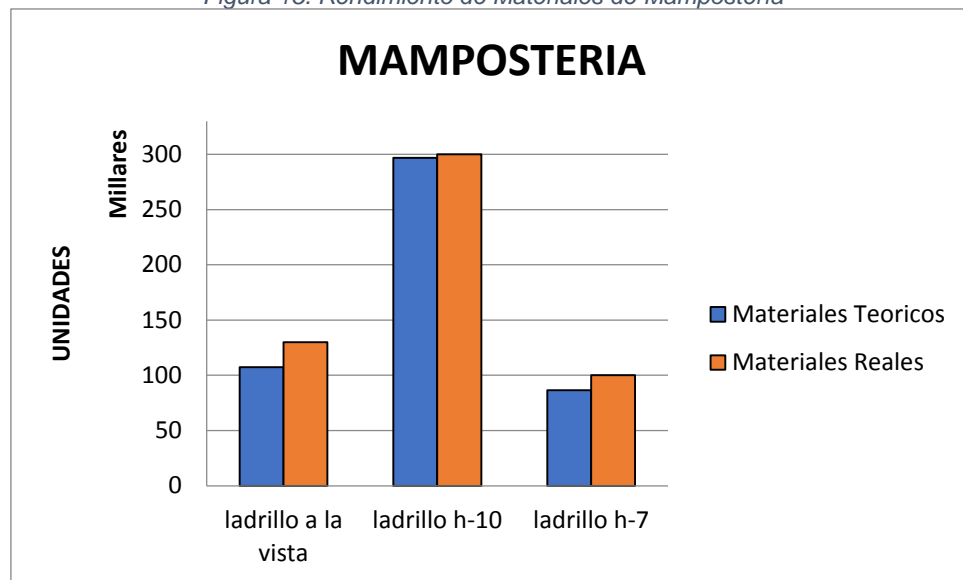
Actividad	Unidad	R. Teórico	R. Real	Desperdicio
Cemento Mampostería	bultos	1908	2000	5%
Cemento Frisos	bultos	7516	8000	6%
Cemento Morteros	bultos	4633	4800	3%

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.2. Mampostería

En la Figura 15. Rendimiento de Materiales de Mampostería se evidencia la diferencia en el rendimiento entre el porcentaje calculado y el ejecutado en la utilización de los materiales para la ejecución de la actividad mampostería, observando que el ladrillo a la vista es el material con mayores unidades de desperdicio, esto se puede dar por la composición de este tipo de ladrillo y su delicadeza en la colocación, sin embargo el material con mayor discrepancia entre la cantidad inicial calculada y la utilizada.

Figura 15. Rendimiento de Materiales de Mampostería



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Porcentajes de Desperdicio en Mampostería

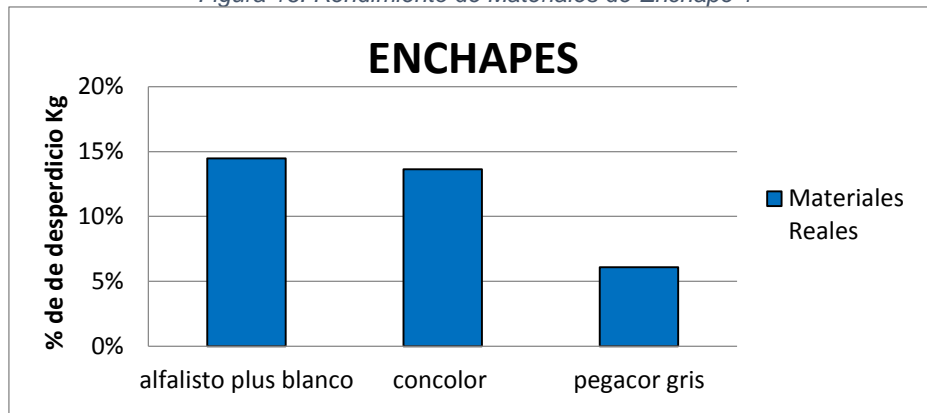
Actividad	Unidad	R. Teórico	R. Real	Desperdicio
ladrillo a la vista	UN	107220	130000	18%
ladrillo estructural e*15 cm	UN	2730	3000	9%
ladrillo temosa	UN	2035	4000	49%
ladrillo h-10	UN	296874	300000	1%
ladrillo h-15	UN	2730	4000	32%
ladrillo h-7	UN	86595	100000	13%

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.3. Enchapes

Es evidente que el mayor desperdicio en esta actividad está dado por los enchapes, dado que son el material principal para su realización, entre los diferentes tipos enchape el que genero más desperdicios es el enchape utilizado en las paredes esto se observa en la Tabla 17. Porcentajes de Desperdicio en Enchape 2 en donde se evidencia un desperdicio del más del 11%, esto está dado por la dificultad en su proceso de ejecución y por la cantidad de cortes que hay que realizar para su ubicación.

Figura 16. Rendimiento de Materiales de Enchape 1



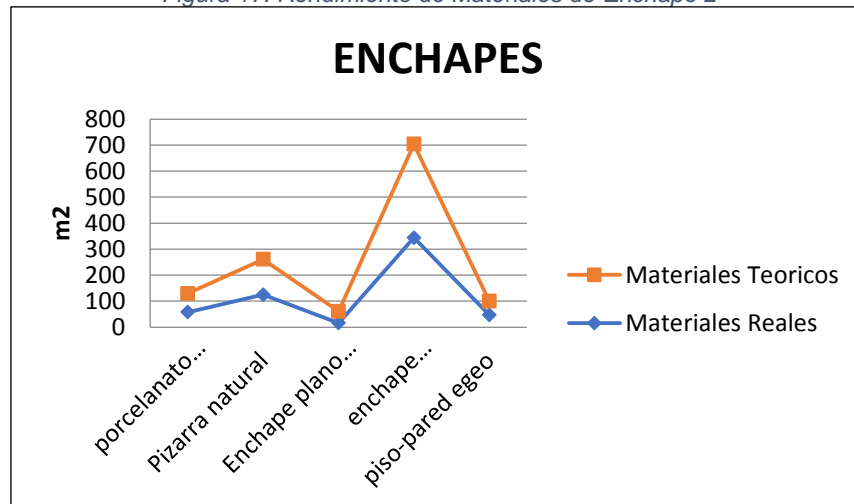
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Porcentajes de Desperdicio en Enchape 1

Actividad	Unidad	R. Teórico	R. Real	Desperdicio
alfalisto plus blanco	kg	1282,8	1500	14%
concolor	kg	1295,403	1500	14%
pegacor gris	kg	28177,02	30000	6%

Fuente: Elaboración propia

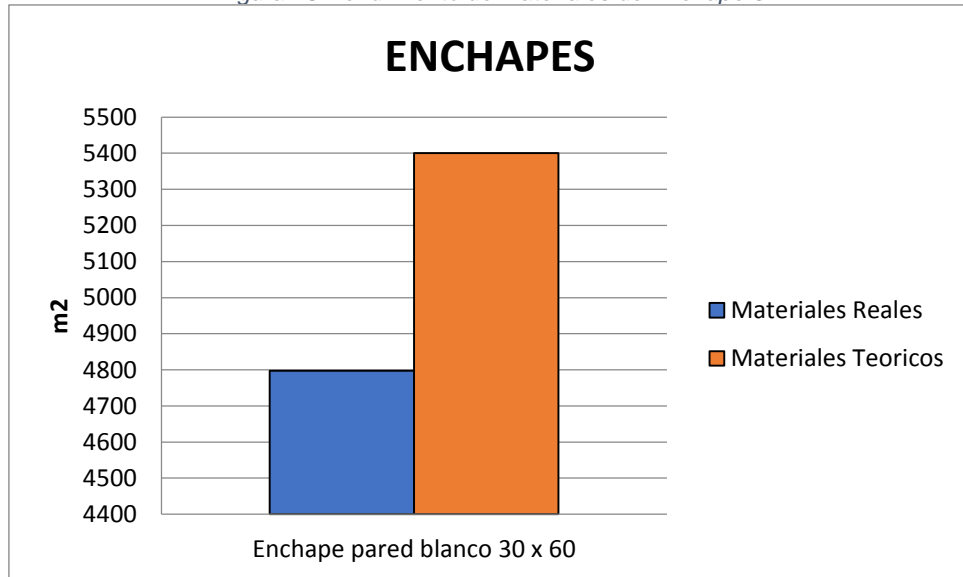
Figura 17. Rendimiento de Materiales de Enchape 2



Fuente: Elaboración propia

Es evidente que el consumo de enchape estándar para el proyecto tiene mayor incidencia en el consumo de material de la actividad, y su utilización abarca por mucho una mayor cantidad de metros cuadrados, por esta razón se opta por separar la graficar para realizar el análisis individual en cuanto al consumo de este material, el desperdicio de este tipo de material es a causa de los cortes necesarios para su instalación.

Figura 18. Rendimiento de Materiales de Enchape 3



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Porcentajes de Desperdicio en Enchape 2

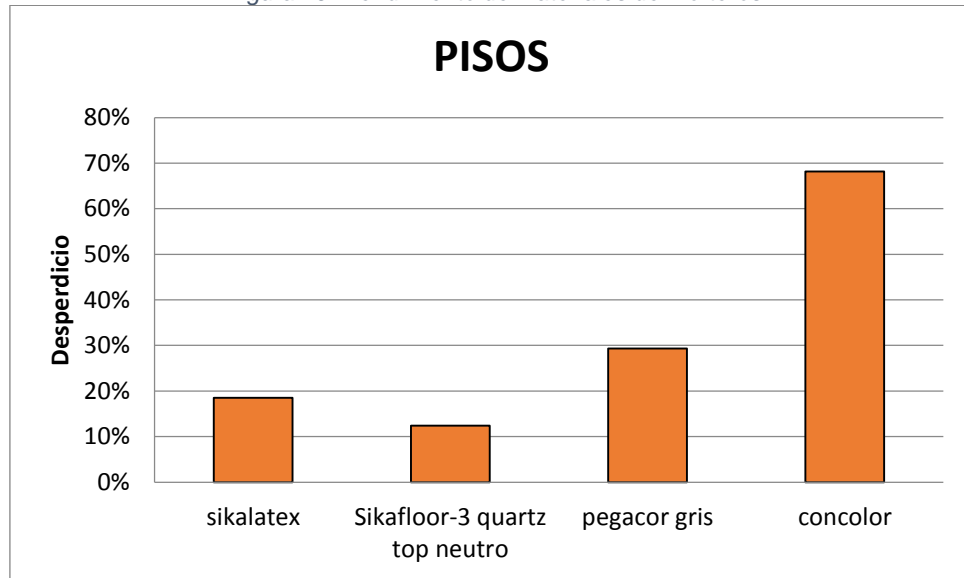
Actividad	Unidad	R. Teórico	R. Real	Desperdicio
Porcelanato matizado	m ²	57,8	72	20%
Enchape pared blanco 30 x 60	m ²	4797,34	5400	11%
Pizarra natural	m ²	124,8	136	8%
Enchape plano blanco 30 x 45	m ²	15,98	45	64%
enchape cerámico-baños	m ²	344	360	4%
piso-pared egeo	m ²	47,2	52,85	11%

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.4. Pisos

Para esta actividad los materiales que generan mayores pérdidas en relación con la parte económica están dados por los dos principales necesitados para su ejecución la arena y cemento explicados en el capítulo 4.6.3.1 Cemento y Arena, en cuanto a materiales secundarios los aditivos le proceden en desperdicio con más de 180 kg equivalentes a un 12% de discrepancia.

Figura 19. Rendimiento de Materiales de Morteros



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Porcentajes de Desperdicio en Morteros

Actividad	Unidad	R. Teórico	R. Real	Desperdicio
sikalatex	kg	32,6049	40	18%
Sikafloor-3 quartz top neutro	kg	1314,50	1500,00	12%
pegacor gris	kg	53	75	29%
concolor	kg	3,18	10	68%

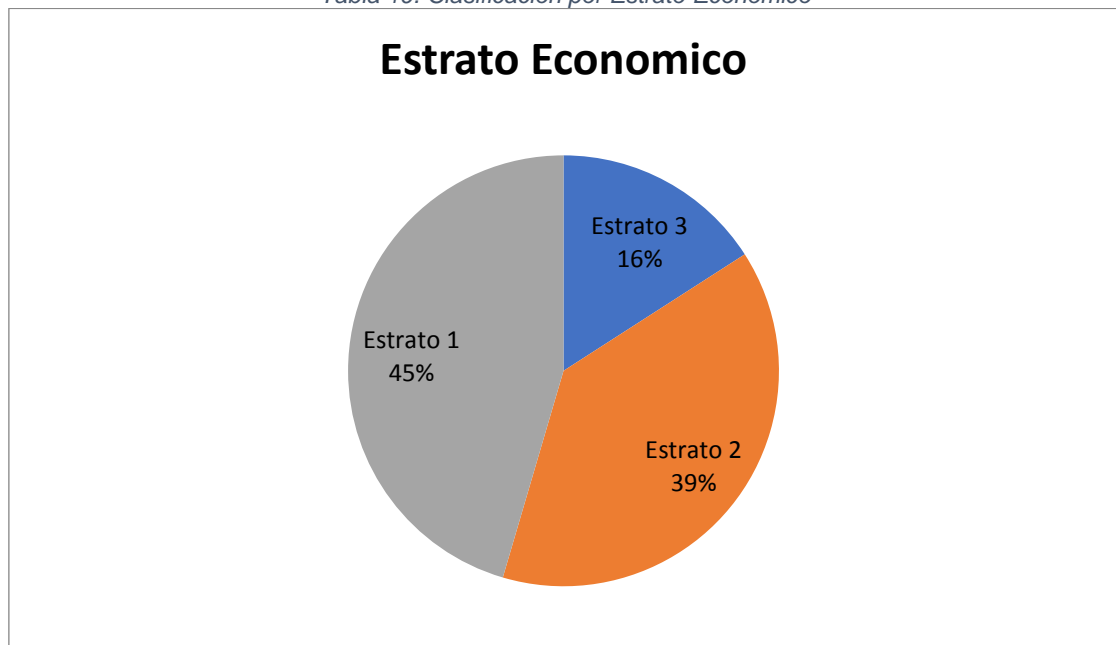
Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Estudio Socio-Cultural de los trabajadores

El rendimiento en cualquier proyecto depende principalmente de sus trabajadores y estos están influenciados por su entorno, por factores externos al proyecto, que hacen que la productividad por actividad varíe conforme a su estado de ánimo, compilando estos resultados y comparándolos con factores propios del proyecto (factores internos).

En Bucaramanga la clasificación económica se puede determinar a partir del estrato en el que se vive y dependiendo de este se puede predecir que los estratos bajos carecen de recursos, en el estudio se evidencia que el 84.1% de los trabajadores pertenecen a estratos con carencia económicas, por ende adquieren este tipo de trabajos el cual requiere un alto esfuerzo físico.

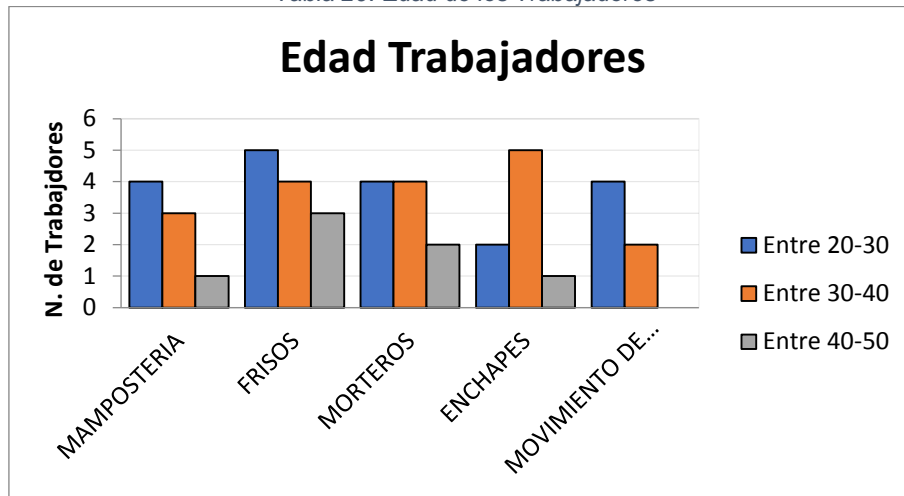
Tabla 19. Clasificación por Estrato Económico



Fuente: Elaboración propia

La edad de los trabajadores puede influir positiva o negativamente en el correcto desarrollo de la obra, debido a su experiencia, su estado de ánimo, su juventud etc. En el estudio realizado se observa que el 43% de los trabajadores es menor a 30 años, el 41% se encuentra entre los 30 y 40 años y solo el 16% es mayor a 40 años, comparando con el Estudio Salarial del Sector Edificador presentado por Camacol B&C donde dice que "36 años es la edad promedio de los trabajadores del sector de la construcción, y aproximadamente el 66% se encuentra entre los 20 y 40 años" [15] El personal del proyecto se encuentra entre los parámetros.

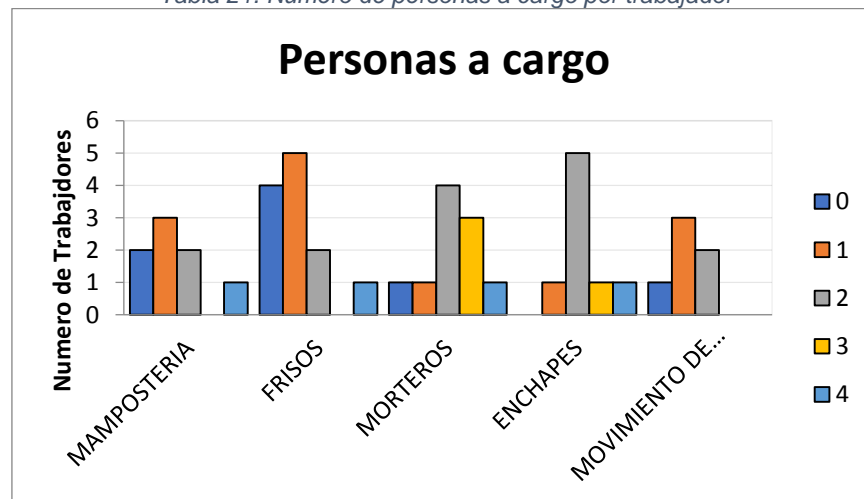
Tabla 20. Edad de los Trabajadores



Fuente: Elaboración propia

Debido a la obligación que cada trabajador tiene con sus familias optan por realizar trabajos con altos niveles de estrés físico, en la *Tabla 21. Número de personas a cargo por trabajador* se observa que solo el 18% de los trabajadores responden por ellos mismos, mientras que un 63.6% de los trabajadores responde por 1 o 2 personas y que el 18% responde por más de 3 personas, excluyéndose en cada caso a ellos mismos.

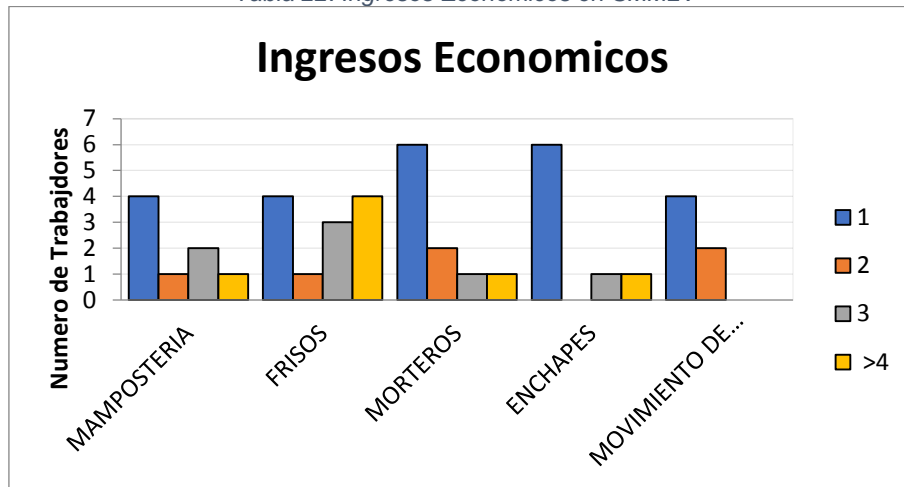
Tabla 21. Número de personas a cargo por trabajador



Fuente: Elaboración propia

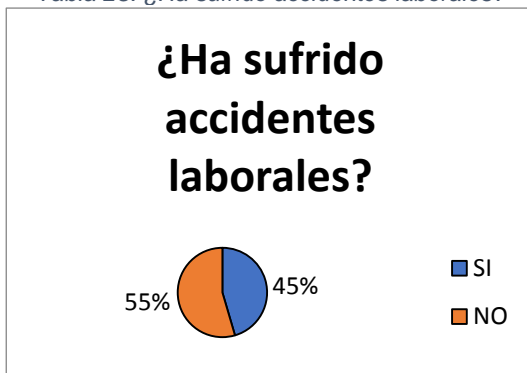
Un 55% de los trabajadores cuentan con un valor entre 1 y 2 SMMLV para mantener a sus familias y hacerse cargo de las necesidades básicas, claramente este valor es un poco escaso en la mayoría de los casos, esto afecta diariamente la salud mental del trabajador y repercute claramente en su rendimiento.

Tabla 22. Ingresos Económicos en SMMLV



Fuente: Elaboración propia

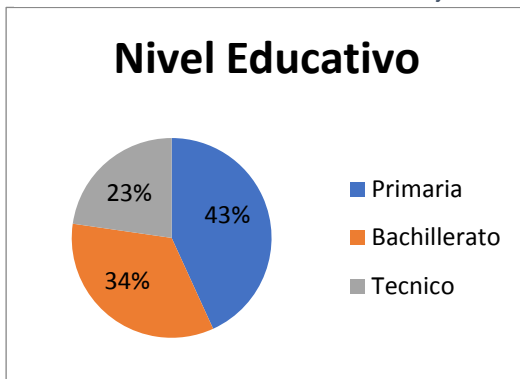
Tabla 23. ¿Ha sufrido accidentes laborales?



Fuente: Elaboración propia

Es habitual que en la construcción se presenten diferentes tipos de accidentes, debido a que es una labor con alto nivel de accidentalidad, en la gráfica podemos evidenciar que el 45% de los trabajadores han sufrido algún tipo de accidente laboral (enfermedad, caídas golpes etc.) esto hace que el trabajador se ausente por algún periodo de tiempo interrumpiendo el normal funcionamiento de las actividades.

Tabla 24. Nivel Educativo de los trabajadores



Fuente: Elaboración propia

El Nivel educativo del personal en la construcción puede otorgar un título diferente en la labor en la que se especializo, en algunos casos este título puede otorgarse por la experiencia misma (Maestro, Oficial, Ayudante), en el presente proyecto podemos evidenciar que el 77% del personal no tiene ningún tipo de especialización, esto limita sus posibilidades a conseguir empleo en otro campo laboral.

5. CONCLUSIONES

- El proyecto tiene procesos de ejecución muy buenos, esto se observa en el porcentaje de tiempos productivos evidenciado en la recolección de información realiza a lo largo del presente estudio, con más de un 50% del tiempo total de los trabajadores destinado a actividades contribuyentes al avance de la obra, superando la media y valores óptimos destinos para este tipo de tiempo.
- Se observa que el proyecto tiene rendimientos inferiores a los estimados en la programación inicial, supliendo esta necesidad con el aumento en el número de personal activo en la obra, sin embargo el presupuesto mantiene su valor inicial debido a que esta responsabilidad es delegada directamente a los contratistas encargados de las respectivas actividades.
- La empresa al no tener una cultura de recolección de información, se basa en experiencias anteriores para ir corrigiendo sus presupuestos, sin embargo cada proyecto tiene condiciones totalmente diferentes, al no asimilar este tipo de condiciones se llega predecir valores iniciales bastante alejados de la realidad.
- La metodología aplicada para la entrega de materiales es eficiente, ya que se puede llevar un registro en cuanto al tiempo, el gasto y las necesidades de material para cada actividad, al realizar reuniones semanales para analizar los avances del proyecto se monitorea y corrigen los retrasos de acuerdo a las necesidades de la obra.
- A través de los formatos para la entrega de material, se controla la salida y el gasto de material por actividad, de esta forma se disminuyen los desperdicios y se monitorea teóricamente el avance de las actividades.
- Falta mayor seguimiento con el gasto de la arena, ya que es un material que incide en la mayoría de las actividades, y su desperdicio puede llegar a representar un aumento significativo en el presupuesto del proyecto.
- Se evidencio que la metodología utilizada para el desarrollo de cada actividad repercute en los porcentajes de desperdicio, aumentando el gasto de material es decir, al analizar a diferentes cuadrillas de trabajo que realizan la misma actividad de evidencia que hay pequeñas diferencias en el desarrollo de la actividad y esto algunos casos esto significa mejores rendimiento tanto de mano de obra como de materiales.

- Se puede evidenciar en el análisis de material que entre mayor sea la magnitud de cada actividad, que a su vez representa mayor consumo de materiales mayores son las discrepancias entre los cálculos teóricos (Cronograma inicial) y los datos reales, el gasto de material tiene aumentar y el rendimiento del personal tiende a disminuir, esto puede ser a razón de la falta de estrategias de motivación.
- Se evidencia que la edad de los trabajadores es un factor importante en el rendimiento, debido a que las actividad con trabajadores más jóvenes son las que obtiene un mejor rendimiento, como lo es la mampostería y el friso que el promedio de edad de sus trabajadores es aproximadamente 32 años, por otra parte en actividades como el enchape y morteros con una edad promedio de 37 años se tiene rendimientos inferiores.
- Las labores con mejores retribuciones económicas tiene mejores avances y disminución en el gasto de material, esto también va de la mano al nivel educativo del personal empleado en estas actividades.
- La principal causante en la perdidas de tiempos esta en los procesos de planificación, ejecución y administración, debido a que la información debe diferentes transiciones hasta llegar a los obreros y en este proceso la información sufre cambios que generan tiempos no contributivos.
- Actividades como la preparación de mezclas y el corte de material demanda grandes cantidades de tiempo que se refleja en tiempos contributivos sin embargo no se caracterizan en la categoría de tiempos productivos, esto altera el rendimiento de cada actividad debido a la distribución por cuadrilla, su sobre dotación y la falta de roles entre las mismas.
- Se observa mayor compromiso por el personal obrero que por los mismos contratistas ya que estos no realizan seguimientos continuos a su personal y esto a su vez genera retraso por la desinformación que estos transmiten a su personal.

6. RECOMENDACIONES

- Basándose en el presente estudio se debe dar seguimiento continuo a las actividades generen desperdicios de tiempo, intentando mejorar las actividades contributivas y aumentando el rendimiento del proyecto.
- Se debería exigir experiencia mínima no solo al contratista, sino que presenten hojas de vida claras y con experiencia demostrable de su personal, debido a que en algunos casos el personal no supe las necesidades del proyecto debido a su falta de experiencia en la actividad.
- Mejorar sus sistemas de recolección de información e intentar recopilar constantemente la misma, de esta forma realizar cronogramas más precisos y ajustados a la realidad, teniendo en cuenta la necesidad propia del proyecto.
- Cuando se contraten actividades a todo costo no descuidar los procesos de ejecución, ni delegar completamente la responsabilidad al contratista ya que estos velan por interés propios y no por los intereses del proyecto, esto genera dependencia del contratista, estos a su vez deben mejorar el control que realizan a su personal, exigiendo un cumplimiento total del horario diario ya que esto disminuye el rendimiento de las actividades
- Exigir la definición previa de cuadrillas, de esta forma establecer roles claros y una jerarquía entre las mismas disminuyendo la cantidad de tiempo no contributivo en actividades como el corte de material y preparación de mezclas.
- Se deberían imponen multas por los retrasos continuos en un mismo contratista, de esta forma exigir un cumplimiento total de los programado semanalmente, dejando en claro que las principal necesidad es cumplir el cronograma de actividades.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Constructora Valderrama. (2012) Constructora Valderrama. [Online]. [Constructora Valderrama Ltda](#)
- [2] Consorcio Rio Tower, "ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION," Consorcio Rio Tower, Bucaramanga, Especificaciones 2016.
- [3] SERGIO ANDRÉS ARBOLEDA LOPEZ, "Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación.," UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLÍN, MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN 1, 2014.
- [4] Guillermo Aguilar Mejia and TRINY CAROLINA HERNÁNDEZ C., "Tecnicas de Medicion de Rendimiento de Mano de Obra," *REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS*, vol. 6, no. 2, pp. 45-59, Diciembre 2007.
- [5] Alfredo Serpell Bley, *Administracion de operaciones de contruccion*, 1st ed., Alfredo Serpell Bley, Ed. Chile: Eds. Universidad Catolica de Chile, 1993.
- [6] EL CONGRESO DE COLOMBIA, Normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. (Ley 400), Agosto 19, 1997, Ley presentada para adoptar normativas regulatorias de la Construcciones Sismo Resistentes.
- [7] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, "Reglamento Colombiano de construccion sismo resistente," in *Supervision Tecnica*. Colombia, 2010, ch. I, p. Titulo I.
- [8] Hoover Enrique Arias Florez, "Seguridad Industrial e Higiene en la construccion de edificaciones," Universidad de Sucre, Sucre, Trabajo de Grado 2008.
- [9] COPNIA, "Codigo de Etica," consejo profesional nacional de ingenieria, Bogota, Manual 2003.
- [10] COPNIA, Ley 842 , 2009, Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones.

- [11] Luis Fernando Alarcon, *Herramientas para identificar y reducir las perdidas*. Chile: Pontificia Universidad Catolica de Chile, 1997.
- [12] Lina Marithza Polanco Sanchez, "Fuente: Elaboración propia," Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Tesis Pre-Grado 2009.
- [13] John S Page, *Estimator's general construction man-hour manual*, Segunda ed.: Gulf Professional Publishing, 1977.
- [14] Carlos Manterola and Tamara Otzen, "Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio," Universidad de Tarapacá, Arica, *Investigacion* 35(1):227-232, 2017, 2017. [Online]. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- [15] Camacol B&C, "Estudio Salarial del Sector Edificador," Cundinamarca, Camacol, Bogota, Estudio Salarial Primero, 2016.
- [16] Luis Fernando Botero Botero, "Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción," *REVISTA Universidad EAFIT*, vol. 128, Diciembre 2002.

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato de Entrega de Materiales

		SALIDA DE MATERIALES						GC-FT-60			
		GESTIÓN DE RECURSOS Y CONTROL						VERSIÓN: 3			
OBRA	CONSTRUCCIÓN PROYECTO TORRE RÍO					SEMANA DEL		a			
ACTIVIDAD O ÍTEM						CÓDIGO SAO					
CANTIDAD DE ACTIVIDAD						LOCALIZACIÓN					
CÓDIGO	ESTÁNDAR DE MATERIALES	UN	CANTIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL ENTREGADO
				1	2	3	4	5	6		
SOLICITA	_____		ENTREGA								
AUTORIZA	_____		RECIBE								
		RESIDENTE DE OBRA									

Anexo 2. Formato de análisis socio-cultural

Nº	Actividad	Composicion Cuadrilla (C,M,O,A)	Estrato	Edad	Estructura Familiar		Ha sufrido Accidentes Laborales	Nivel educativo
					# personas a cargo	Ingresos economicos familia SMMLV		

Anexo 3. Formato de Ejecución de Materiales

FECHA	ACTIVIDAD	DIAS TEORICOS	FECHA INICIO	% DE AVANCE	N. DE PERSONAS	UM	CANTIDAD DE OBRA	RENDIMIENTO TEORICO		REDIMIENTO REAL		Tiempo Horas			Productividad			Rendimiento (h-H/m2)			
								H-m2	m2-día	H-m2	m2-día	TP	TC	TNC	TT	%TP	%TC	%TNC	Teorico	Real	