

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES INFLUYENTES SOBRE EL RENDIMIENTO EN
LA OBRA CIVIL

ALISAHAMIR SHARIF ARAFAT LASSO OSPINO

JORGE LUIS BARRIOS MENDOZA



UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Barranquilla

2017

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES INFLUYENTES SOBRE EL RENDIMIENTO EN
LA OBRA CIVIL

ALISAHAMIR SHARIF ARAFAT LASSO OSPINO
JORGE LUIS BARRIOS MENDOZA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

TUTOR: DIEGO BORRERO

CO-TUTOR: CLAUDIA INES AYALA RUEDA

UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Barranquilla

2017

Hoja de aprobación

Universidad de la costa, CUC

Este proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como Requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Civil.

DIEGO ARTURO BORRERO ROSA
TUTOR

CLAUDIA INES AYALA RUEDA
CO-TUTOR

ALISAHAMIR LASSO OSPINO
SUSTENTANTE 1

JORGE BARRIOS MENDOZA
SUSTENTANTE 2

Dedicatoria

Dedico este gran logro a todas aquellas personas que con cariño y amor contribuyen aún a esta bonita causa, como lo es la formación de personas ejemplares que van en beneficio del desarrollo de las competencias intelectuales de nuestra región y satisfacen en gran manera el orgullo personal.

Reconocimientos

Reconocer el apoyo de la Ingeniera Claudia Ayala quien apoyo permanentemente la ejecución de este proyecto, proporcionando sus conocimientos en el área de ingeniería y proyectos, al igual que su nobleza, amplitud como persona y como ser humano con ganas de servir. Su ayuda fue de vital importancia ya que nos motivó en todo momento a continuar en este camino hasta lograr obtener buenos resultados, al igual reconocer el esfuerzo del ingeniero Diego Borrero. De igual manera el ingeniero estructural Alberto Carlos Sanmartin del Prado quien nos brindó de igual manera su apoyo en la aplicación de prácticas de ingeniería que permitan mejorar el desarrollo del departamento de la Guajira, y contribuir en el crecimiento profesional y académico.

Resumen ejecutivo

Actualmente Colombia se encuentra en una etapa de desarrollo e inclusión de nuevos mercados que a través de los tratados de libre comercio se ha generado una economía globalizada donde a pesar de que en el país prima la industria nacional es importante la competitividad en temas de educación superior, económico, infraestructura, cultural, turístico, entre otros factores que pueden aportar de una u otra manera a el desarrollo. La ingeniería civil es una de las ramas de la ingeniería basadas en el estudio, análisis, desarrollo, ejecución y control de obras civiles (vías, edificios, obras hidráulicas, entre otras obras de infraestructura) que van en pro del crecimiento de la región y del país. Si bien es cierto que actual mente se encuentran en desarrollo muchos proyectos civiles, es importante destacar que también existen muchos proyectos que se encuentran suspendidos o retrasados; estas suspensiones o retrasos son el producto de una serie de variables que afectan para este caso en particular de forma negativa en la ejecución de los proyectos civiles. El objetivo general del proyecto es: **Identificación de las variables influyentes sobre el rendimiento en la obra civil.** Objetivos específicos: Realizar una investigación de los rendimientos en las diferentes actividades que se realizan en una obra civil. , Aplicar las herramientas de recolección de información a los stakeholders implicados, Clasificar las variables que afectan el rendimiento en la obra civil, Analizar el comportamiento de las variables que perjudican el comportamiento del avance de un proyecto. El desarrollo del proyecto cumplió con cada uno de los objetivos específicos identificando las variables de mayor incidencia en el rendimiento en la obra civil. Las herramientas utilizadas para el desarrollo de este proyecto fueron las entrevistas desarrolladas a los directores de obra, al igual que la compañía y seguimiento del tutor, con el fin de generar la producción de una información certera.

Palabras clave: stakeholders, Rendimientos, Obra civil.

Abstract

At the moment Colombia is in a stage of development and inclusion of new markets that through the treaties of free trade has generated a globalized economy where in spite of that in the country the national industry is important the competitiveness in subjects of superior education , Economic, infrastructure, cultural, tourism, among other factors that can contribute in one way or another to development. Civil engineering is one of the branches of engineering based on the study, analysis, development, execution and control of civil works (roads, buildings, hydraulic works, among other infrastructure works) that are in favor of the growth of the region and from the country. While it is true that many civil projects are currently under development, it is important to note that there are also many projects that are suspended or delayed; These suspensions or delays are the product of a series of variables that affect this almost in a negative way in the execution of civil projects. The general objective of the project is: Identification of influential variables on performance in civil works. Specific objectives: To carry out an investigation of the yields in the different activities that are realized in a civil work. , Apply the tools of information collection to the stakeholders involved, Classify the variables that affect the performance in the civil work, Analyze the behavior of the variables that impair the behavior of the progress of a project. The development of the project met each of the specific objectives identifying the variables with the greatest impact on performance in civil works.

The tools used for the development of this project were the interviews developed to the directors of work, as well as the company and monitoring of the tutor, in order to generate the production of accurate information

Keywords: Stakeholders, income, civil works.

Contenido

Lista de tablas y figuras.....	xi
Introducción	1
1. Preliminares	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación del problema.....	6
1.3 Supuestos.....	7
1.4 Restricciones	7
1.5 Objetivos	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos específicos.....	8
2. Marco teórico.....	9
2.1 Proyecto.....	9
2.2 Tipos de obras civiles.....	11
2.2.1 Vías.....	12
2.2.2 Viaductos.....	14
2.2.3 Edificios y viviendas.....	16
2.2.4 Obras hidráulicas.....	18
2.2.5 Muros de retención.....	20
2.3 Sistema de contratación en Colombia	21
2.4 Recursos principales para la ejecución de proyectos de obras civiles	31
2.4.1 Herramientas.....	31
2.4.2 Recurso Humano.....	32
2.4.3 Equipos.....	32
2.4.4 Transporte.....	33
2.5 Presupuesto.....	34
2.5.1 Costo Directo.....	35
2.5.2 Costos Indirectos.....	36
2.6 Rendimiento de mano de obra	37
2.7 Rendimiento de mano de maquinaria	40
2.8 Rendimiento de materiales	41

2.9	Transporte.....	41
2.10	Actividades y unidades.....	42
2.11	Programación de obra y métodos utilizados.....	43
3.	Marco metodológico.....	47
3.1	Introducción.....	47
3.2	Clasificación de las investigaciones.....	48
3.2.1	Por periodo.....	48
3.2.2	Por objetivos.....	48
3.3	Técnicas de investigación.....	49
3.3.1	Investigación documental.....	49
3.3.2	La encuesta.....	50
3.4	Utilización de software.....	51
3.5	Tamaño de la muestra.....	51
4.	Desarrollo.....	55
4.1	Stakeholders implicados.....	55
4.2	Desarrollo del tamaño de la muestra.....	57
4.3	Variables.....	57
4.3.1	Economía general.....	58
4.3.2	Aspectos Laborales.....	60
4.3.3	Clima.....	61
4.3.4	Actividad.....	62
4.3.5	Supervisión.....	65
4.3.6	Trabajador.....	65
4.4	Entrevistas.....	67
5.	Conclusiones.....	75
6.	Soluciones.....	77
	Referencias.....	79
	Bibliografía.....	81
	Anexos.....	82

Lista de tablas y figuras

Tablas

Tabla 2.1 Indicador de capacidad financiera	28
Tabla 2.2 Indicador adicional de capacidad financiera	28
Tabla 2.3 Indicador adicional de capacidad organizacional	30
Tabla 2.4 Cuadrilla tipo AA	39
Tabla 2.5 Cuadrilla tipo BB	39
Tabla 2.6 Cuadrilla tipo EE	39
Tabla 2.7 Actividad y unidad basica en la obra civil	42
Tabla 3.1 Resumen metodológico	53
Tabla 4.1 Variables que influyen en el rendimiento	58
Tabla 4.2 Lista de contratistas	67
Tabla 4.3 Matriz variable vs contratista	69
Tabla 4.4 Variables representativas	70
Tabla 4.5 Efectos positivos y negativos de las variables	71

Figuras

Figura 1.1 Henry Laurence Gantt	2
Figura 1.2 Presa Hoover	3
Figura 2.1 Sectores de impacto	10
Figura 2.2 Estructura organizacional de un proyecto	11
Figura 2.3 Pavimento rígido	12
Figura 2.4 Pavimento flexible	13
Figura 2.5 Pavimento articulado	13
Figura 2.6 Vía férrea	14
Figura.2.7 Viaducto	16
Figura 2.8 Edificación	17
Figura 2.9 Edificios modelo	18
Figura 2.10 Canalización	19
Figura 2.11 Represa	20
Figura 2.12 Muros de retención	21
Figura 2.13 Página de búsqueda SECOP	25
Figura 2.14 Herramientas	31
Figura 2.15 Recurso humano	32
Figura 2.16 Maquinaria	33
Figura 2.17 Transporte	34
Figura 2.18 Análisis de precio unitario	36
Figura 2.19 Estructura organizacional de un presupuesto	42
Figura 2.20 Presupuesto. Características de los presupuestos de obra	43

Figura 2.21 Diagrama de Gantt	45
Figura 4.1 Presentación de la población de interés de acuerdo al tema de investigación	55
Figura 4.2 Economía que genera efectos en el rendimiento de las obras civiles	59
Figura 4.3 Aspectos laborales	61
Figura 4.4 Condiciones desfavorables que se pueden presentar en procesos constructivos	62
Figura 4.5 Presentación de actividades que se desarrollan en un proyecto civil	63
Figura 4.6 Presentación de mantenimientos rutinarios en obra	64
Figura 4.7 Estados de ánimo de un trabajador	66
Figura 4.8 Frecuencia vs variables	70
Figura 4.9 Porcentaje de incidencia de las variables	74

Introducción

En la ingeniería civil existen varios tipos de obras civiles como lo son: las vías, estructuras verticales, obras hidráulicas, entre otras. Que son ejecutadas con el fin de satisfacer las necesidades del hombre, garantizando la comodidad, brindar un buen servicio, y generar el desarrollo. Colombia como país en vía de desarrollo; ha tenido en los últimos años un crecimiento en temas de construcción muy representativos. Que evidencian el crecimiento intelectual y la competitividad en el desarrollo de buenas prácticas de ingeniería y fortalecimiento económico que garantizan un equilibrio económico social sostenible.

En los proyectos civiles es muy relevante tener en cuenta el planteamiento secuencial de los pasos que se deben desarrollar para lograr un buen proyecto de obra. Lo que nos genera el estudio preliminar de las obras que se pretenden desarrollar, teniendo en cuenta el impacto que esta pueda generar en el ámbito ambiental, social, y económico. Es importante tener presente el análisis y comportamiento de las variables que influyen en el rendimiento de la obra civil.

El trabajo es desarrollado con el fin de identificar las variables más influyentes sobre el rendimiento de la obra civil en el departamento de la Guajira.

El análisis de estas variables se desarrolla a través de los directores de obra aplicando las entrevistas a empresas que operan en el departamento de la Guajira, debido a las situaciones contractuales y de problemáticas que se vienen presentando en los últimos años. Con el fin de proveer estos efectos y brindar soluciones precisas a estos.

1. Preliminares

1.1 Antecedentes

A lo largo del tiempo se han desarrollado grandes obras en donde se evidencia el crecimiento e ingenio de profesionales que han evolucionado el mundo, por tal motivo es importante conocer la procedencia de los métodos utilizados para la planeación de obras civiles.

El Diagrama de Gantt, es el más popular. Su objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

Fue el ingeniero industrial mecánico estadounidense Henry Laurence Gantt (1861–1919) quien, entre 1910 y 1915, desarrolló y popularizó este tipo de diagrama en Occidente.

Sus investigaciones más importantes se centraron en el control y planificación de las operaciones productivas mediante el uso de técnicas gráficas. Este diagrama de barras horizontales era un modo innovador de manejar tareas que se superponen. Los primeros Gantt fueron empleados en proyectos importantes de infraestructura, incluyendo la gran presa Hoover.



Figura 1 . Henry Laurence Gantt. Creador del diagrama de Gantt implementado en el desarrollo de programación de obra. Recuperado de <http://lasteoriasadministrativasunipana.blogspot.com.co/2011/09/biografia-henry-gantt.html>



Figura 2. Presa Hoover. Uno de los proyectos realizados con modelos de proyección de Gantt. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Presa_Hoover

Esta impresionante obra civil que se encuentra a 48 kilómetros al sur de Las Vegas, es actualmente la presa más alta del hemisferio norte con sus 221 metros de altura respecto al río Colorado. Comenzó su construcción en 1931, fue inaugurada en 1936 y, con sus 17 generadores, es en la actualidad una de las plantas hidroeléctricas más grandes de los Estados Unidos, y una de las visitas turísticas que se ofrecen desde la ciudad de Las Vegas y puede verse en varias películas de Hollywood.”

El taylorismo corresponde a la división de las distintas tareas del proceso de producción que trae consigo el aislamiento del trabajador y la imposición de un salario proporcional al valor que añaden al proceso productivo. Este fue un nuevo método de organización industrial, cuyo fin era aumentar la productividad y evitar el control del obrero en los tiempos de producción. Se basa en la aplicación de métodos científicos de orientación positivista y mecanicista al estudio de la relación entre el obrero y las técnicas modernas de producción industrial, con el fin de maximizar la eficiencia de la mano de obra y de las máquinas y herramientas, mediante la división

sistemática de las tareas, la organización racional del trabajo en sus secuencias y procesos, y el cronometraje de las operaciones, más un sistema de motivación mediante el pago de primas al rendimiento, suprimiendo toda improvisación en la actividad industrial.

La división del trabajo planteada por Taylor, apoyándose en aspectos como estudio de tiempos y movimientos, selección de obreros, incentivos, especialización e instrucción; efectivamente reduce los costos y reorganiza científicamente el trabajo, obteniendo un mayor rendimiento de la mano de obra y ahorro de materiales, pero encuentra un rechazo creciente del proletariado, elemento que sumado a la crisis de expansión estructural de mercado (por velocidad de circulación de la mercancía) lo llevaría a una reformulación práctica en el siglo XX que es la idea de “fordismo”.

El término fordismo se refiere al modo de producción en cadena que llevó a la práctica Henry Ford (1863-1947); fabricante de automóviles de Estados Unidos. Este sistema que se desarrolló entre fines de la década del 30 y principios de los 70, supone una combinación de cadenas de montaje, maquinaria especializada, altos salarios y un número elevado de trabajadores en plantilla. Este modo de producción resulta rentable siempre que el producto pueda venderse a un precio bajo en una economía desarrollada.

El Método del Camino Crítico fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos de América por la corporación DuPont junto a la División UNIVAC de la Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación, mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto de las plantas químicas de DuPont. Es comúnmente abreviado como CPM por las siglas en inglés de Critical Path Method. DuPont es una empresa multinacional de origen estadounidense, dedicada fundamentalmente a varias ramas industriales de la química, siendo la segunda empresa química del planeta. Se destaca por los descubrimientos científicos. Es famosa por haber desarrollado materiales tan conocidos como el Vespel, el Neopreno, el Nylon,

el Plexiglás, Teflon, el Nomex, y el Tyvek. Muchos de sus productos son aún más famosos que la propia compañía.

La Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (en Inglés Program Evaluation and Review Technique), comúnmente abreviada como PERT, es un modelo para la administración y gestión de proyectos inventado en 1958 por los científicos (Booz, Allen y Hamilton) de la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de los EE.UU y la División de Sistemas de Armamentos de la Corporación Lockheed Aircraft, como parte del proyecto de construcción del Polaris, un misil balístico móvil lanzado desde submarino. Este proyecto fue una respuesta directa a la crisis del Sputnik y actualmente se utiliza en todo el programa espacial. Con tantos componentes y subcomponentes juntos producidos por diversos fabricantes (más de 3000 contratistas), se necesitaba una nueva herramienta para programar y controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes del proyecto.

PERT es básicamente un método para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total. Este modelo fue el primero de su tipo, un reanimo para la administración científica, fundada por el fordismo y el taylorismo. La técnica demostró tanta utilidad que ganó amplia aceptación tanto en el gobierno como en el sector privado. A pesar de que cada compañía tiene su propio modelo de proyectos, todos se basan en PERT de algún modo. Sólo el método de la ruta crítica (CPM) de la corporación DuPont fue inventado en casi el mismo momento que PERT. Si bien son idénticos en concepto y metodología, tomando como fundamento matemático la teoría de los conjuntos (grafos), la diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se realizan estimaciones de tiempo para las actividades del proyecto. Con CPM, los tiempos de las actividades son determinísticos mientras que con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos. (Wilde, 2017, p.5)

1.2 Justificación del problema

Si bien es cierto que se han logrado grandes avances en el desarrollo de los proyectos de obras civiles, con el pasar de los años se han reflejado grandes falencias en el tema de planeación y ejecución de las obras produciendo retrasos en los tiempos de entrega de una u otra obra en ejecución, también se presentan inconsistencias presupuestales que muchas veces no logran ser cubiertos por los imprevistos, la falta de proyección en cuanto a las actividades que se están desarrollando y se van a ejecutar (ejemplo: en el caso que corresponda no solicitar a tiempo los permisos ambientales pertinentes para realizar un descapote u/o alguna otra actividad preliminar que afecte la naturaleza, por otra parte muchas veces en obras viales no se realizan los acuerdos correspondientes a la negociación de predios necesarios para la ejecución del proyecto, en ocasiones no se cuenta con el lugar certificado para el manejo de escombros). Todo esto obedece a la falta de planeación y control que se debe tener en la ejecución de un proyecto, en donde se hace relevante recopilar la mayor cantidad de información correspondiente a la obra que se pretende ejecutar ya que de esta manera la incertidumbre disminuye.

A raíz de este tipo de problemas se hace necesario realizar un bosquejo de cada una de las variables que producen la prolongación en los tiempos de entrega de las obras civiles, con el firme propósito de implementar estrategias que contribuyan a realizar programaciones de obras mucho más confiables, basándonos en la experiencia y el comportamiento del mercado con relación a la problemática presentada.

Por otro lado se desea implementar una educación preventiva y segura en la ejecución de las obras civiles, generando la reducción de costos, mejoría en los rendimientos y avances en actividades de cada uno de los capítulos contemplados en el presupuesto, satisfaciendo la necesidad de la entidad contratante ya sea en el sector público o privado, además de la

importancia que puede llegar a tener este estudio para las pequeñas empresas que se encuentran adquiriendo nombre y credibilidad en un mercado actual competente.

Académicamente el desarrollo de este trabajo nos ayuda a prevenir posibles errores que en la vida profesional probablemente se cometen por motivos de inexperiencia. No obstante lo que se busca principalmente es tratar de que todas las obras se ejecuten a cabalidad, cumpliendo con las normativas que rigen los diversos sistemas de construcción, supervisando la implementación de materiales que cumplan con los estándares de calidad legalmente estipulados, brindando seguridad, comodidad, confianza y confort a toda la sociedad.

1.3 Supuestos

- Compromiso de los profesionales a desarrollar las técnicas de programación de obra con la información suficiente sin dejar espacio a la incertidumbre, y planificar la proyección de las actividades que se pretenden ejecutar en la obra.
- Compromiso de las empresas contratistas a autoevaluar sus capacidades y garantizar la entrega a tiempo de un producto con la calidad y las especificaciones estipuladas en los diseños previos.
- Exponer todos los factores variables que afectan en el rendimiento de las obras civiles, evitando el incumplimiento en los tiempos de entrega de la obra.

1.4 Restricciones

- Pobre valor moral y ético en diferentes casos de profesionales que han evidenciado malas prácticas en el desarrollo de procesos administrativos, y logísticos en el diseño, planeación, programación y ejecución de obras civiles.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

Identificar de las variables influyentes sobre el rendimiento en la obra civil

1.5.2 Objetivos específicos.

- Realizar una investigación de los rendimientos en las diferentes actividades que se realizan en una obra civil.
- Aplicar las herramientas de recolección de información a los stakeholders implicados.
- Clasificar las variables que afectan el rendimiento en la obra civil.
- Analizar el comportamiento de las variables que generan afección en el rendimiento.

2. Marco teórico

2.1 Proyecto

Un proyecto hace referencia a la solución de un problema mediante alternativas propias del autor, o mejorando modelos ya implementados en base a los factores que afectan su buen funcionamiento. La mayoría de los proyectos de obras civiles tiene como objetivo la industria nacional, brindando vías que permitan un flujo adecuado en el transporte de cargas con la capacidad de asistir además los periodos turísticos sin que existan contratiempos, por otro lado se presenta la creación de grandes bodegas y empresas industriales, también se desarrollan grandes obras en el sector educativo, turístico que pretende garantizar la inclusión de nuevos mercados económicos teniendo la capacidad de soportar las alzas y déficit en el mercado.

Los proyectos de obras civiles deben ir encaminados al beneficio y desarrollo social, que cada obra sea objeto de valorización para las personas del sector y de igual manera la sociedad cuide de ellas, es importante desarrollar propuestas de inclusión social, donde los habitantes o el sector de impacto sea el protagonista en la ejecución, planeación y desarrollo de los proyectos, de esta manera estaremos generando oportunidades amplias a personas de medianos y bajos recursos a capacitarse, ser competentes, y despertar el espíritu de emprendimiento de una comunidad actualmente excluida.

Otro de los factores representativos al momento de desarrollar un proyecto civil es el ambiental; actualmente se está presentando temperaturas elevadas que superan los 25°C, debido a la contaminación generada por el hombre en todos los sectores, existe la contaminación en ríos por la ejecución de procesos inadecuados de sustancias tóxicas que afectan el hábitat de los seres vivos nativos del agua; la contaminación a causa del CO₂ generado por el crecimiento de vehículos, la cultura de muchas personas al arrojar desechos orgánicos e inorgánicos a nuestras

fuentes de abastecimiento hídrico, la tala de árboles, entre otros son los factores principales del calentamiento global, ahora bien es importante preguntarse. ¿Qué políticas ambientales y que compromisos han realizado las empresas que generan un impacto ambiental? ¿Qué avances o resultados en temas ambientales han tenido estas empresas?.

Todos los proyectos deben realizarse generando impactos sociales, económicos, ambientales positivos; que permitan el desarrollo de ambientes naturales, donde la prioridad es la sociedad, la naturaleza por encima de cualquier otro factor. Los proyectos de obras civiles son previamente estudiados, en base a registros que permitan tener información clara, concreta y acertada que contribuyan en el desarrollo de un proceso de planificación, diseño y presupuesto adecuado y verdadero.

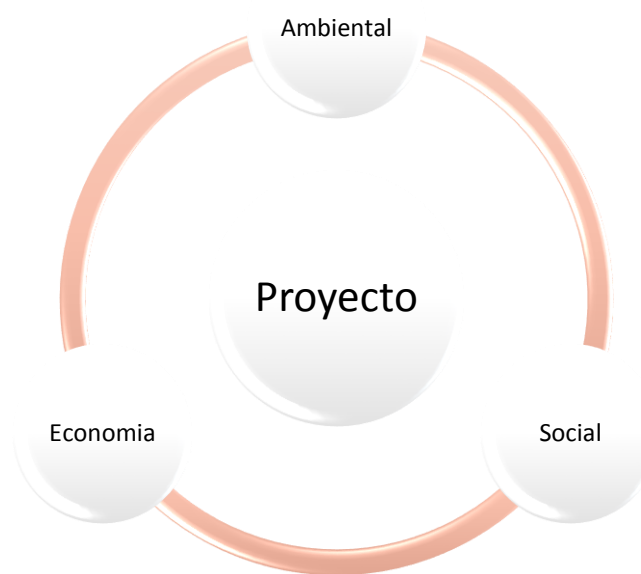


Figura 1. Sectores de impacto. Presentación de los puntos de impacto de un proyecto. Por A. Lasso, 2017.

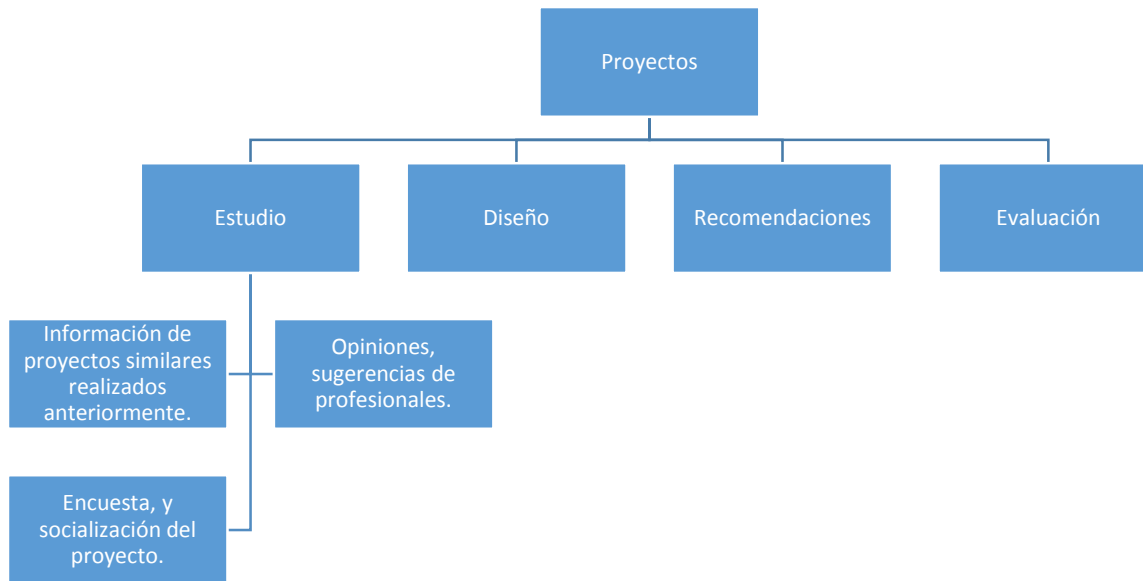


Figura 2. Estructura organizacional de un proyecto. Estaciones necesarias para lograr el desarrollo de un proyecto. Por A. Lasso, 2017.

2.2 Tipos de obras civiles

Las obras civiles son aquellas capaces de brindar un beneficio común o colectivo presentado en un producto final (Edificios, Carreteras, Puentes, Canales) en función de un conjunto de elementos confinados que dan el resultado de una estructura y a partir de ella, su diseño varía de acuerdo al tipo y la magnitud del proyecto; entre los tipos de obras civiles más destacados tenemos:

- Vías
- Viaductos
- Edificios y Casas
- Obras Hidráulicas
- Muros de contención

2.2.1 Vías.

2.2.1.1 Carreteras. Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una franja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (Cardenas Grisales, 2002,p.1)

Una vía será funcional de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una suficiente velocidad de operación.



Figura 3. Pavimento rígido. Representación del pavimento rígido de la carrera 4 en el municipio de La Jagua de Ibirico. Por A. Lasso, 2017.



Figura 4. Pavimento flexible. Vía terciaria que comunica el municipio de La Jagua con el corregimiento de la Victoria. Por A. Lasso, 2017.



Figura 5. Pavimento articulado. Utilizado principalmente en parques y sectores en los cuales no se tiene un tránsito representativo en vehículos de carga. Por A. Lasso, 2017.



Figura 6. Vía férrea. Transitada únicamente por trenes en Colombia los que utilizan constantemente este medio de transporte son las empresas mineras explotadoras de carbón. Recuperado de <https://sp.depositphotos.com/9932726/stock-photo-railway-track-in-perspective.html>

2.2.2 Viaductos.

Son aquellas estructuras que tienen como principal objetivo el enlace entre dos puntos en los cuales se presenta obstáculos que impiden la conformación de la estructura de una vía por lo general estos obstáculos son: ríos y abismos.

La composición o la estructuración dependen del factor económico, nivel de dificultad, longitud del viaducto, son los factores realmente tenidos en cuenta en el diseño de viaductos.

Por lo general los viaductos que poseen una gran magnitud en su longitud son realizados con un sistema de alambres tensores que sostienen la estructura vial en secciones variables de acuerdo a los diseños. Este método constructivo garantiza dos factores importantes, en reducción de costos y optimización en los tiempos necesarios para ejecutar el proyecto en un periodo menor; Además es un sistema mucho más ligero.

Actualmente se encuentra en ejecución el nuevo puente Pumarejo, un puente atirantado de 3.237 metros aproximadamente, uno de las más grandes obras desarrolladas en el país y por supuesto orgullo de la región caribe.

Es entonces una de las obras de mayor representación e importancia para el mundo la creación de tales estructuras que nos permiten el traslado de mercancía, personas, generando el progreso y desarrollo sostenible de la población.

Además estas obras generan una gran atracción turística que impacta de forma positiva la ciudad de Barranquilla para el caso del puente Pumarejo, además de el embellecimiento del ingreso a la puerta de oro de Colombia, Y posteriormente valorizando mucho más esta región que ha aportado grandes cosas al desarrollo del país.



Figura.7. Viaducto. Estructura de conexión entre dos puntos. Recuperado de <http://www.minube.com.co/fotos/rincon/118926/553749>

2.2.3 Edificios y viviendas.

Son aquellas estructuras que se componen de un conjunto de elementos estructurales bien cimentados, materiales óptimos y adecuados para la construcción de obras verticales tales como Hoteles, Conjuntos residenciales, Hospitales, Centros comerciales, entre otras obras verticales.



Figura 8. Edificación. Estructuras verticales de beneficio personal o colectivo. Recuperado de http://ingeurbe.com/?proyectos_realizados=conjunto-residencial-la-trinidad



Figura 9. Edificios modelo. Estructuras representativas y turísticas de Dubai. Recuperado de <https://vuelosbaratosbaratos.com/dubai-el-edificio-mas-alto-del-mundo-y-el-unico-hotel-7-estrellas/>

2.2.4 Obras hidráulicas.

Son aquellas que se caracterizan por la conducción y distribución del agua por medio de los diferentes sistemas y de acuerdo a la necesidad de la población. Existen obras hidráulicas como: Alcantarillados, Acueducto, Canalización o Conducción de aguas, Diseños de drenajes, entre otros.



Figura 30. Canalización. Obra hidráulica que cumple la función de transportar aguas de un lugar a otro, bien sea para drenajes o de acuerdo a su uso. Recuperado de <http://esp.prefabricatspujol.com/productos/obra-publica/obras-hidraulicas/canalizaciones.html>



Figura 41. Represa. Obra hidráulica con capacidad de retener el flujo del agua para la creación de energía.
 Recuperado de <http://aportecivil.blogspot.com.co/2014/08/ingenieria-hidraulica.html>

2.2.5 Muros de retención.

Los muros de contención son estructuras que se diseñan de acuerdo a las condiciones y funcionalidad que se pretenda; por lo general los más frecuentes son los muros en gravedad, representados en gaviones, y tienen como principal objetivo contener un talud que posea una pendiente muy elevada y/o material expansivo propenso a desplomarse.

“Los muros de retención son usados comúnmente en proyectos de construcción y se agrupan en cuatro clasificaciones:

- Muros de retención de gravedad
- Muros de retención de semigravedad
- Muros de retención en voladizo
- Muros de retención contrafuertes” (M.Das, 2001,p.445).



Figura 52. Muros de retención. Son obras de contención de taludes y funcionan por gravedad obedeciendo un diseño previo. Recuperado de <http://www.arqhys.com/construccion/gaviones-ingenieria-civil.html>

2.3 Sistema de contratación en Colombia

De conformidad con la constitución política, Colombia es un Estado social de Derecho, Fundado en la prevalencia del interés general, entre cuyos fines esenciales se encuentra el servir a la comunidad y promover la prosperidad general, garantizar los principios, deberes y derechos consagrados constitucionalmente.

Para el cumplimiento de los fines del Estado, es necesario el aprovisionamiento de bienes y servicios por parte de los órganos públicos mediante la contratación. Luego el objeto de los contratos no es otro que la adquisición de bienes y servicios a lograr los fines del estado en forma legal, armónica y eficaz.

Para lo cual se expidió, El estatuto de la contratación Pública en Colombia, es el cuerpo de normas que regulan la actividad pre contractual y contractual.

Licitación pública: Se entiende por licitación pública el proceso de selección utilizado por las entidades estatales mediante el cual escoge a sus contratistas a través de una invitación de carácter público que se dirige a todas las personas potencialmente interesadas en ejecutar un contrato, para que en igualdad de condiciones y bajo criterios objetivos garantizados por el pliego de condiciones, presenten ofertas entre las que se escogerá la más favorable.

La licitación pública, en la práctica, se reserva para objetos de carácter complejo y mayor valor.

Concurso de méritos: Corresponde a la modalidad para la selección de consultores o proyectos, en los que se podrá utilizar sistemas de concurso abierto o de calificación. En este último caso, la conformación de la lista de precalificados se hará mediante convocatoria pública, permitiéndose establecer listas limitadas de oferentes utilizando para el efecto, entre otros, criterios de experiencia, capacidad intelectual y de organización de los proponentes, según sea el caso.

En esta modalidad de selección se premia el talento y la experiencia en la contratación de consultoría por encima del precio, creando las condiciones para un desarrollo vigoroso de

esta área, responsable, entre otras cosas, de los diseños y de la interventoría de las obras públicas.

Selección abreviada: La selección abreviada corresponde a la modalidad de selección objetiva permisiva en aquellos casos en que por las características del objeto a contratar, las circunstancias de la contratación o la cuantía o destinación del bien, obra o servicio, puedan adelantarse procesos simplificados (uso de subastas a la inversa, bolsas de productos o compras por catálogo) para garantizar la eficacia de la gestión contractual.

- La adquisición o suministro de bien y servicio de características técnicas uniformes y de común utilización por parte de las entidades.
- La contratación de menor cuantía.
- La contratación cuyo proceso de licitación haya sido declarado desierto.
- La celebración de contratos para la prestación de servicios de salud.
- Productos de origen o destinación agropecuarios que se ofrezcan en las bolsas de productos legalmente constituidas.
- La contratación de bienes y servicios que se requieran para la defensa y seguridad nacional.
- Enajenación de bienes.

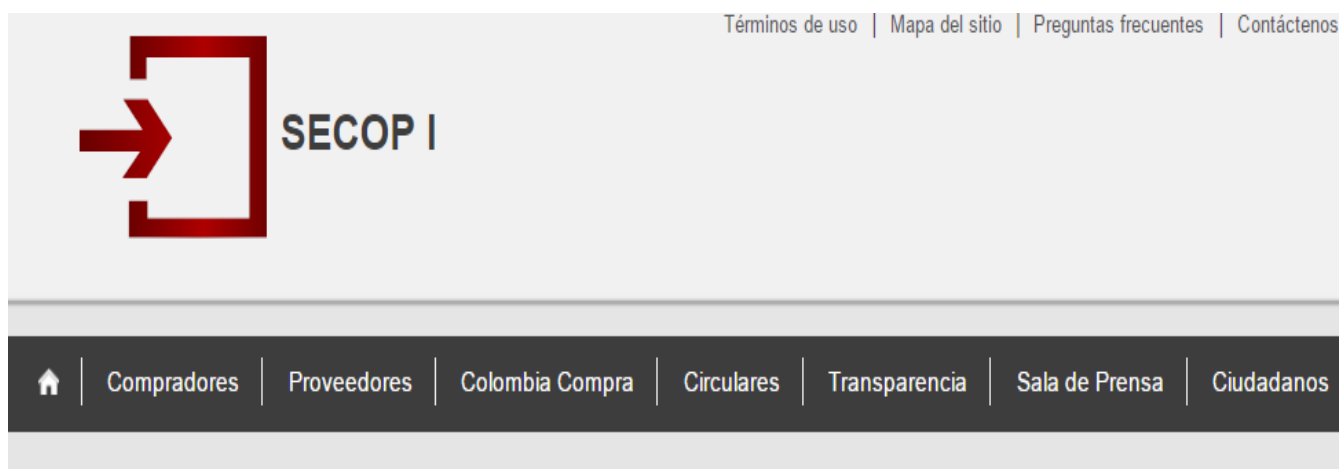
Contratación directa: La contratación directa es una modalidad de contratación de carácter excepcional, por lo que su aplicación es de carácter restrictivo. En efecto, la ley de contratación pública en Colombia, prevé los siguientes eventos en los cuales es procedente esta modalidad de contratación:

- En los casos de urgencia manifiesta.

- Contratación de empréstitos.
- Cuando no exista pluralidad de oferentes en el mercado.
- Para el arrendamiento o adquisición de inmuebles.
- Para los contratos interadministrativos.
- Para la contratación de bienes y servicios en el sector de la defensa y del DAS que requieran reserva en su contratación.
- Los contratos de encargo fiduciario celebrados por las entidades territoriales según los requisitos previos en la ley 1150 de 2007.
- Para la ejecución de trabajos artísticos o de prestación de servicios profesionales de apoyo a la gestión. (“Régimen Contractual en Colombia”, s.f, párr.1)

Secop: Sistema electrónico de contratación pública, como su nombre bien lo indica SECOP es un sistema de contratación pública presentado por el estado Colombiano con el fin de llevar a cabo el cumplimiento de lo expresado en el artículo 1082 del 2015, acerca de la publicidad de los procesos contractuales, al igual que generar la veeduría de los ciudadanos.

Este sistema permite a los proponentes o contratistas observar las ofertas que existen de acuerdo a su clasificación; permite presentar las propuestas de manera electrónica, al alcance y con la supervisión de todos los interesados.



Búsqueda Avanzada

Entidad Compradora	<input type="text" value="-----"/>			
Producto o Servicio	<input type="text" value="Seleccione Objeto"/>		Número de Proceso	<input type="text"/>
Modalidad de Contratación	<input type="text" value="-----"/>		Estado	<input type="text" value="Todos los Estados de Proceso..."/>
Departamento de ejecución	<input type="text" value="-----"/>		Municipio	<input type="text" value="Todos Los municipios..."/>
Fecha Desde	<input type="text"/>		Fecha Hasta	<input type="text"/>
Cuantía	<input type="text" value="Cualquier Valor..."/>		Resultados por Página	<input type="text" value="50"/>

Buscar >>>

Figura 63. Página de búsqueda SECOP. Pantallazo de la página de búsqueda del sistema de contratación público. Adoptado de Colombia compra eficiente, s.f.

Experiencia: La experiencia es el conocimiento del proponente derivado de su participación previa en actividades iguales o similares a las previstas en el objeto del contrato.

Los proponentes deben registrar en el RUP (registro único de proponente), los contratos que hayan celebrado para presentar los bienes y servicios que pretenden ofrecer a las entidades estatales, identificando los bienes, obras y servicios con el clasificador de bienes y servicios en el tercer nivel y expresar el valor del contrato respectivo en

SMMLV (Salarios mínimos mensuales legales vigentes). El registro debe contener la experiencia adquirida de forma directa o a través de participación en proponentes plurales. Esta experiencia se obtiene con contratantes públicos, privados, nacionales o extranjeros. No hay límites frente al número de contratos o a la fecha en la cual estos fueron celebrados.

Capacidad jurídica: La capacidad jurídica es la facultad de una persona para celebrar contratos con una Entidad Estatal, es decir (i) obligarse a cumplir el objeto del contrato; y (ii) no estar incurso en inhabilidades o incompatibilidades que impidan la celebración del contrato.

- a. **Persona natular:** Las personas naturales mayores de dieciocho (18) años son capaces jurídicamente a menos que estén expresamente inhabilitadas por decisión judicial o administrativa, como la interdicción judicial, y que no estén incursas en inhabilidades, incompatibilidades o prohibiciones para contratar derivadas de la ley.
- b. **Persona jurídica:** La capacidad jurídica de las personas jurídicas está relacionada con:
 - (i) la posibilidad de adelantar actividades en el marco de su objeto social; (ii) las facultades de su representante legal y la autorización del órgano social competente cuando esto es necesario de acuerdo con sus estatutos sociales; y (iii) la ausencia de inhabilidades, incompatibilidades o prohibiciones para contratar, derivadas de la leyEl objeto social de las personas jurídicas integrantes de un proponente plural debe permitir adelantar las actividades del Proceso de Contratación, bien por ser parte de su objeto social principal o ser una actividad conexas a este. Los representantes legales de las personas jurídicas integrantes del proponente plural deben estar plenamente facultados para comprometer a la persona jurídica en el cumplimiento de la totalidad del

objeto del contrato puesto que la responsabilidad es solidaria frente a la Entidad Estatal. Es importante tener en cuenta que hay actividades reguladas que requieren además la autorización de la autoridad competente, como es el caso de la prestación de servicios de vigilancia que requiere autorización de la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada, o la venta de combustible que requiere de los permisos y autorizaciones establecidos por el Ministerio de Minas y Energía.

Capacidad financiera: Los indicadores de capacidad financiera buscan establecer unas condiciones mínimas que reflejan la salud financiera de los proponentes a través de su liquidez y endeudamiento. Estas condiciones muestran la aptitud del proponente para cumplir oportuna y cabalmente el objeto del contrato.

La capacidad financiera requerida en un Proceso de Contratación debe ser adecuada y proporcional a la naturaleza y al valor del contrato. En consecuencia, la Entidad Estatal debe establecer los requisitos de capacidad financiera con base en su conocimiento del sector relativo al objeto del Proceso de Contratación y de los posibles oferentes.

Indicadores de la capacidad financiera: La Entidad Estatal debe determinar cada requisito habilitante teniendo en cuenta lo que mide el indicador. Si el indicador representa una mayor probabilidad de Riesgo a medida que su valor es mayor, la Entidad Estatal debe fijar como requisito un valor máximo y si el indicador representa una menor probabilidad de Riesgo a medida que su valor sea mayor, la Entidad Estatal debe fijar un mínimo. Por ejemplo, a mayor índice de endeudamiento, mayor es la probabilidad de que el contratista incumpla sus obligaciones, por lo que la Entidad Estatal debe fijar un valor máximo para este índice, el cual debe ser adecuado y proporcional para el Proceso de Contratación.

Tabla 1

Indicadores de capacidad financiera

Indicador	Si el indicador es mayor, la probabilidad de riesgo es
Índice de liquidez	Menor
Índice de endeudamiento	Mayor
Razón de cobertura de intereses	menor

Indicadores adicionales de la capacidad financiera: Las Entidades Estatales pueden establecer indicadores adicionales a los establecidos en el numeral 3 del artículo 2.2.1.1.1.5.3 del Decreto 1082 de 2015, solo en aquellos casos en que sea necesario por las características del objeto a contratar, la naturaleza o complejidad del Proceso de Contratación.

Es importante tener en cuenta que los indicadores pueden ser índices como en el caso del índice de liquidez (activo corriente dividido por el pasivo corriente) o valores absolutos como el capital de trabajo y el patrimonio.

A continuación se presentan algunos indicadores adicionales de capacidad financiera.

Tabla 2

Indicadores adicionales de capacidad financiera

Indicador	Formula
Capital de trabajo	Activo corriente – pasivo corriente
Razón de efectivo	Efectivo/pasivo corriente

Prueba ácida	(Activo corriente - inventarios)/pasivo corriente
Concentración de endeudamiento a corto plazo	Pasivo corriente/pasivo total
Concentración de endeudamiento a largo plazo	Pasivo no corriente/pasivo total
Patrimonio	Activo total – pasivo total

Capacidad organizacional: La capacidad organizacional es la aptitud de un proponente para cumplir oportuna y cabalmente el objeto del contrato en función de su organización interna. El Decreto 1082 de 2015 definió los indicadores de rentabilidad para medir la capacidad organizacional de un proponente teniendo en cuenta que está bien organizado cuando es rentable.

Indicadores de la capacidad organizacional: Los indicadores de capacidad organizacional contenidos en el artículo 2.2.1.1.1.5.3 del Decreto 1082 de 2015 son:

- Rentabilidad sobre patrimonio: Utilidad Operacional / Patrimonio, el cual determina la rentabilidad del patrimonio del proponente, es decir, la capacidad de generación de utilidad operacional por cada peso invertido en el patrimonio. A mayor rentabilidad sobre el patrimonio, mayor es la rentabilidad de los accionistas y mejor la capacidad organizacional del proponente
- Rentabilidad sobre activos: Utilidad Operacional / Activo Total, el cual determina la rentabilidad de los activos del proponente, es decir, la capacidad de generación de utilidad operacional por cada peso invertido en el activo. A mayor rentabilidad sobre

activos, mayor es la rentabilidad del negocio y mejor la capacidad organizacional del proponente. Este indicador debe ser siempre menor o igual que el de rentabilidad sobre patrimonio.

Indicadores adicionales de capacidad organizacional: Las Entidades Estatales pueden establecer indicadores de capacidad organizacional adicionales a los establecidos en el numeral 4 del artículo 2.2.1.1.1.5.3 del Decreto 1082 de 2015, solo en aquellos casos en que por las características del objeto a contratar, la naturaleza o complejidad del Proceso de Contratación se requiera.

Tabla 3

Indicadores adicionales de capacidad organizacional

Indicador	Formula
Margen bruto	$\frac{\textit{Utilidad bruta}}{\textit{ingresos operacionales}}$
Margen operacional	$\frac{\textit{Utilidad operacional}}{\textit{ingresos operacionales}}$
Margen neto	$\frac{\textit{Utilidad neta}}{\textit{ingresos operacionales}}$
Retorno sobre capital invertido	$\frac{\textit{Utilidad operacional} \times (1 - \% \textit{impuestos})}{\textit{pasivo} + \textit{patrimonio} - \textit{efectivo}}$
Rotación de activos totales	$\frac{\textit{ingresos operacionales}}{\textit{activo total}}$
Rotación de activos fijos	$\frac{\textit{ingresos operacionales}}{\textit{activos fijos}}$
Rotación de inventarios	$\frac{\textit{Costos operacionales}}{\textit{inventario}}$

En la tabla anterior se muestran algunos indicadores adicionales. (Colombia compra eficiente, s.f, p.8)

2.4 Recursos principales para la ejecución de proyectos de obras civiles

2.4.1 Herramientas.

Son pieza clave y fundamental al momento de llevar a cabo la ejecución de una actividad programada y estipulada en el cronograma de la obra, ya que si no contamos con los equipos adecuados para el desarrollo de los trabajos estaríamos produciendo un impacto negativo en el rendimiento de los trabajadores, al igual que generando molestias y muchas veces hasta el punto de lograr algún perjuicio físico. Entre las herramientas más representativas en la ejecución de cualquier obra tenemos:

- Pala
- Martillo y/o Porra
- Fluxómetro
- Carretilla
- Pico
- Puntillas



Figura 74. Herramientas. Principales herramientas en el desarrollo de la construcción de un proyecto civil. Recuperado de <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-herramientas-de-la-construcci%C3%B3n-del-vector-con-el-casco-image59750949>

2.4.2 Recurso Humano.

Se basa en la recolección de personal técnico y profesional, basado en la experiencia certificada y contemplada en sus hojas de vida, garantizando un personal idóneo para la ejecución de la obra.

- Ingenieros
- Técnicos
- Operadores



Figura 85. Recurso humano. Equipo de trabajo, ingenieros, operarios, entre otros. Recuperado de <http://www.gmcapacitacion.com/producto/manejo-de-los-recursos-humanos-en-el-sector-de-la-construccion/>

2.4.3 Equipos.

Son aquellos que se caracterizan por generar avances significativos en actividades representativas que requieren de un mayor esfuerzo; entre los equipos comúnmente implementados en la ejecución de obras tenemos:

- Excavadoras
- Motoniveladora
- Trompo
- Vibrador

- Vibro compactador



Figura 96. Maquinaria. Principal maquinaria usada en la construcción de obras civiles. Recuperado de <http://www.maquiventa.com/clientes-mapsa.html>

En las maquinarias, se presentan factores que afectan negativamente en el rendimiento de la obra civil. Los más comunes son:

- Demoras rutinarias: dentro de las demoras rutinarias tenemos demoras por abastecimiento de combustible, mantenimiento de la maquina (lubricación, luces, otros).
- Altura o profundidad del corte: en el caso de maquinarias encargadas del desplazamiento o movimiento de tierra depende mucho la profundidad, el tipo de material, la profundidad de la excavación, las pendientes del terreno, la presencia de otros equipos ya que se debe estar atento a la máquina de apoyo.
- La topografía, la humedad y condiciones del terreno son factores que pueden afectar negativamente el rendimiento de las actividades.

2.4.4 Transporte.

Es el arte de Trasladar materiales, herramientas, o personal necesario para ejecutar una actividad en obra. (Ejemplo: Transportar relleno de un lugar a otro, al igual que con el personal en la medida que se presenten las necesidades del proyecto) para el traslado de materiales se

utilizan vehículos pesados y a diferencia del transporte del personal que puede ser en camionetas o microbús de acuerdo a la demanda.



Figura 107. Transporte. Principales vehículos usados en transporte de personal y materiales. Recuperado de <http://didiercomas.es.tl/Galer%EDa-Maquinaria-Pesada-Amarilla/kat-5.htm>

2.5 Presupuesto

“Es la valoración económica de las cantidades obtenidas en el cómputo métrico para una determinada tarea, instalación o servicio, en una forma anticipada a su ejecución.” (Macchia, 2005, p.18).

Es un presupuesto previo del costo que puede tener una construcción en una fecha y en un sitio determinado. De los tres determinantes, obras, fecha y sitio tendría que definirse “obra”, ya que el sitio es inherente a la obra misma y la fecha es determinada a voluntad por el propietario de la obra.

La obra es un deseo o conjunto de deseos que se encuentran expresados en los planos del proyecto y en las especificaciones de construcción.

El presupuesto debe ser exhaustivo, es decir, debe comprender todos los componentes de la obra, así como sus sistemas de construcción- Si existen puntos sin información o factores de ignorancia, no se deben pasar por alto ni asumir costos. En esos casos, se deben contemplar los proyectos para estudiar los costos correspondientes.

En un proyecto se deben examinar cuidadosamente lo que no está; se debe profundizar en el nivel de preguntas a los diseñadores, hasta lograr el nivel de información adecuado.

No se deben estimar costos con especificaciones incontempladas o imprecisas; esto puede llevar a presupuestar un producto distinto al deseado.

El presupuesto es un resultado del proyecto y de un proceso de construcción. No es un proyecto. Modificar un presupuesto en sus componentes proyectuales es modificar los deseos expresados en los planos y en las especificaciones. (Patiño, 2007, p.1)

La conformación de un presupuesto o del costo total de una obra, es la suma de el costo directo y el costo indirecto de la obra.

2.5.1 Costo Directo.

Son aquellos costos que se deriban de la ejecucion de todas las actividades presupuestadas, mano de obra, materiales, herramientas.

2.5.1.1 Análisis de precio unitario. Es el analisis detallado con los rendimientos en materiales, maquinarias, transporte y mano de todas y cada una de las actividades que se desarrollan en el proyecto.


REPUBLICA DE COLOMBIA							
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
MUNICIPIO DE DIBULLA							
ITEM	2.1					UNIDAD : M3	
ZAPATA CONCENTRICA (3000psi) NO INCLUYE REF.							
I. EQUIPO							
Descripción		Unidad	Rendimiento	Valor - unitario	Valor-totl		
HERRAMIENTA MENOR (%S/M.O)		(%M.O)	0,05	82.310,52	4.115,53		
FORMALETA PARA 1M3		M3	0,50	165.952,90	82.976,45		
VIBRADOR DE CONCRETO		Hr	1,00	12.000,00	12.000,00		
					Sub-Total	99.091,98	
II. MATERIALES EN OBRA							
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.		
CONCRETO DE 3000PSI		M3	367.602,85	1,00	367.602,85		
DESPERDICIO		%	367.603	0,05	18.380,14		
					Sub-Total	385.983,00	
III. TRANSPORTES							
Material		Vol-peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
FERRETERIA - OBRAS		1,00	5,0	1.125,0	5.625,00	5.625,00	
					Sub-Total	5.625,00	
IV. MANO DE OBRA							
Trabajador		Unidad	Cantidad	Valor unt	Rendimiento	Valor-Unit.	
CUADRILLA TIPO AA		HH	3,780	21.775,27	2,12	82.310,52	
					Sub-Total	82.310,52	
					Total Costo Directo		573.010,49

Figura 18. Análisis de precio unitario. Ejemplo de análisis de A.P.U. proyecto de remodelación de colegio Adolfo Mindiola en Dibulla La Guajira. Por A. Lasso, 2017.

2.5.2 Costos Indirectos.

Es un porcentaje del costo directo de la obra, este valor tiene como principal objetivo cubrir todos los aspectos que afectan de forma indirecta la obra en ejecución. (ejemplo: salario de profesionales, Impuestos, Luz) Los costos indirectos entonces podríamos definirlos como “A.I.U.” refiriendo a la Administración, Imprevistos y Utilidad.

- **Administración:** La administración es un porcentaje de los costos indirectos que van encaminados a los temas relacionados con: Impuestos, honorarios, Papelería, Copias, Secretaria, profesionales directivos, entre otros.
- **Imprevistos:** Es un porcentaje del costo indirecto dispuesto para suplir deficit que se presente en el desarrollo de la ejecución de la obra, ya sea por condiciones climaticas o de otra naturaleza.
- **Utilidad:** Es un porcentaje que equivale a la ganancia libre del contratista en el desarrollo del proyecto.

2.6 Rendimiento de mano de obra

Se refiere a la cantidad de trabajo que debe realizar una cuadrilla o un trabajador para lograr una unidad de una actividad, para este caso las horas laborales en un día son 8.

El rendimiento de la mano de obra se mide en horas hombre (Hh) o horas cuadrilla (Hc); un ejemplo de la medida del rendimiento en la mano de obra sería: Cuanto demora un albañir en realizar 1 m² de pañete. Los rendimientos en la mano de obra son relativos, ya que dependen de la habilidad que posee el trabajador al momento de desarrollar una actividad y en función de estos tiempos poder diseñar la programación adecuada de obra.

- Ejemplo de aplicación en el calculo de rendimiento de mano de obra sería:

De acuerdo a cálculos obtenidos en obras comunes y gracias a la ayuda de los maestros de obra se tiene que el rendimiento en la realización de concreto, para dicha actividad se tiene una cuadrilla conformada por 1 oficial, y 4 ayudantes. Con rendimientos de 13 m³/día y 1,625 m³/h. El oficial aporta un 10% del trabajo y el 90% es generado por los 4 ayudantes.

- Rendimiento promedio de cada individuo

$$\text{Rendimiento promedio} = \left(\frac{1,625}{5}\right) m^3/h = 0,325 m^3/h$$

- Rendimiento del oficial

$$\text{Rendimiento oficial} = \left(\frac{1,625}{1}\right) * 10\% = 0,165 m^3/h$$

- Rendimiento de los ayudantes

$$\text{Rendimiento ayudantes} = \left(\frac{1,625}{4}\right) * 90\% = \frac{0,3656 m^3}{h}$$

- Otro ejemplo: si se desea conocer cual es el rendimiento en la mano de obra de un albañil que para cumplir con el 100% de la actividad debe realizar 120m² de pañete; si se sabe que el albañil realiza 0,8 m² de pañete por hora.

Posemos resolver aplicando una regla de tres simple:

$$1 \text{ albañil en un día realiza} = 0,8 * 8 = 6,4 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$1 \text{ día} \rightarrow 6,4 m^2$$

$$X \rightarrow 120 m^2$$

$$X = 120 / 6,4 = 18,75 \text{ días} = \mathbf{19 \text{ días.}}$$

Ahora si bien se observa que hay mucha cantidad de trabajo para un solo trabajador lo cual esta generando un mayor volumen de tiempo lo que se debe buscar es un equilibrio entre el tiempo, volumen de trabajo y trabajador; con el fin de optimizar estos tres factores generando rentabilidad y eficiencia en la obra.

A continuación se presentan las conformaciones de cuadrillas más comunes en los proyectos de obras civiles con un costo estimado realizado en el departamento de la Guajira.

Tabla 4

Cuadrilla tipo AA

DESCRIPCION:	CUADRILLA TIPO AA. Albañilería		
PERSONAL	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR PARCIAL
Maestro	1	\$ 120.533,00	\$ 120.533,00
Oficial	1	\$ 96.426,00	\$ 96.426,00
Ayudantes	4	\$ 73.648,00	\$ 294.592,00
TOTAL VALOR CUADRILLA DIA			\$ 511.551,00
TOTAL VALOR CUADRILLA Hh			\$ 63.943,88

Nota: Cuadrilla de albañilería. Por A. Lasso, 2017.

Tabla 5

Cuadrilla tipo BB

PERSONAL	CUADRILLA TIPO BB. Instalaciones hidrosanitarias		
PERSONAL	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR PARCIAL
Maestro	1	\$ 132.586,00	\$ 132.586,00
Oficial	1	\$ 106.069,00	\$ 106.069,00
Ayudantes	4	\$ 81.013,00	\$ 324.052,00
TOTAL VALOR CUADRILLA DIA			\$ 562.707,00
TOTAL VALOR CUADRILLA Hh			\$ 70.338,00

Nota: Cuadrilla de instalaciones hidráulicas. Por A. Lasso, 2017.

Tabla 6

Cuadrilla tipo EE

PERSONAL	CUADRILLA TIPO EE. Eléctrica		
PERSONAL	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR PARCIAL
Maestro	1	\$ 150.666,00	\$ 150.666,00
Oficial	2	\$ 120.533,00	\$ 241.066,00
Ayudantes	3	\$ 92.060,00	\$ 276.180,00
TOTAL VALOR CUADRILLA DIA			\$ 667.912,00
TOTAL VALOR CUADRILLA Hh			\$ 83.489,00

Nota: Cuadrilla eléctrica. Por A. Lasso, 2017.

2.7 Rendimiento de mano de maquinaria

“Se denomina rendimiento de maquinaria a la cantidad de trabajo capaz de realizar, en condiciones normales de empleo, durante una unidad de tiempo” (De Orellano Agudo, 2006, p.171).

Existen factores que perjudican significativamente el rendimiento de las maquinarias en la obra civil, entre estos factores se tienen: mantenimientos rutinarios debido a fallas que presente la maquina, cambios de aceite o lubricación de los gatos hidraulicos, otro factor es el abastecimiento de combustible, indisponibilidad del operador por necesidades fisiologicas, descanso.

El metodo más practico y certero que tiene en cuenta las condiciones climaticas, y del terreno donde se desea tomar el rendimiento de una maquinaria es el metodo de observación directa donde se toma el tiempo (hora) necesario de una maquinaria para realizar una unidad de la actividad asignada. Otro metodo utilizado es tomando el rendimiento expresado por el fabricante.

Ejemplo: se tiene una maquina que excava por día un volumen de 210m³ de material suelto de acuerdo a un estudio realizado por observación directa en una obra en ejecución en el departamento de la guajira. Se desea saber el rendimiento de la maquina en m³/h.

- Si se sabe que el día laboral tiene 8 horas, se afirma que la maquina movio 210 m³ de material en 8 horas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{210 \text{ m}^3}{8 \text{ h}} = 26,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.8 Rendimiento de materiales

Se refiere al volumen de trabajo que puedo llegar a ejecutar con determinada cantidad de material, es decir, que porción de trabajo puedo desarrollar y que tanto material necesito para completar el 100% de la actividad.

Los rendimientos de los materiales vienen descritos en la ficha técnica que contienen los materiales obtenidos para la actividad que se desea desarrollar, estos rendimientos dependen de las condiciones climáticas que se presenten en el momento o en la región donde se desea aplicar pues no es igual aplicar una fórmula constructiva en clima frío que en un clima cálido.

Por lo general los rendimientos dependen de las condiciones físicas que presente la superficie a la cual se le van a aplicar los materiales, en el caso de la pintura se tiene en cuenta las pasadas que se realizarán, si la superficie es nueva o si se va a retocar, entre otras.

Ejemplo: se desea saber cuál es el rendimiento de un cuñete de pintura tipo I, la pintura se va a aplicar en 2 manos a una superficie con base blanca.

Para este caso se debe medir para cuántos metros cuadrados nos alcanza este cuñete; se toma como referencia las especificaciones del fabricante, que expresa en la ficha técnica que un cuñete corre 50 m² en dos manos.

A partir de este dato se calcula la cantidad de material necesario para el desarrollo completo de la actividad aplicando una regla de tres simple.

2.9 Transporte

Hace referencia a el traslado de los materiales (Terraplen, arena, agregado grueso, cemento, entre otros) necesarios en la ejecución de un proyecto y sus costos son variables y dependen de la cantidad y la distancia entre puntos.

2.10 Actividades y unidades

En las obras civiles al momento de desarrollar un presupuesto se deben tener en cuenta las unidades de medida con las cuales se van a representar cada una de las actividades; A continuación se presenta un ejemplo de algunas de las actividades presentes en el desarrollo de una obra civil con su respectiva unidad.

Tabla 7

Actividades y unidades básicas en obra civil

ACTIVIDADES	UND
Replanteo	m2
Limpieza	GLB
Cimentación	m3
Columnas	m3
Vigas	m3
Muros	m2
Acero de refuerzo	Kg
Pañete	m2
Bordillo	ml

Nota: Se presentan las actividades básicas de una obra civil con sus respectivas unidades. Por A. Lasso, 2017.

Estructura organizacional de un presupuesto de obra.

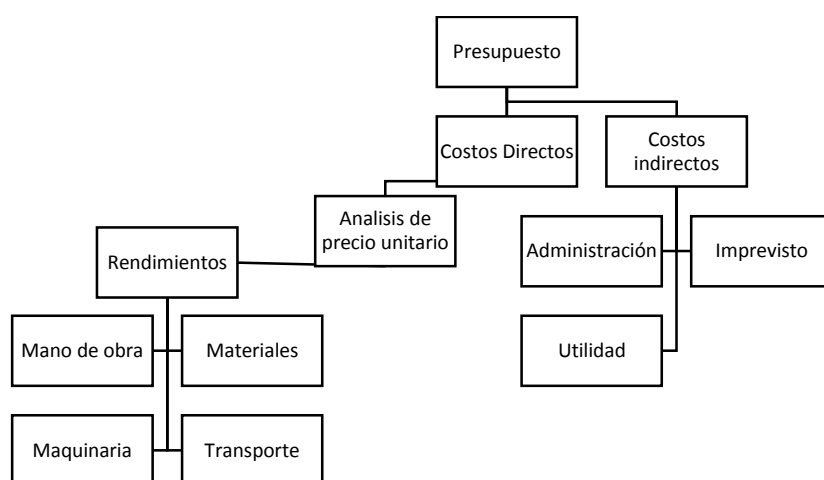



Figura 19. Estructura organizacional de un presupuesto. Principales características de un presupuesto de obra. Por A. Lasso, 2017.

 PRESUPUESTO DE OBRA					
BIETO: MANTENIMIENTO, CONSTRUCCION Y ADECUACIÓN DE OBRAS CIVILES EN LA INSTITUCION ADOLFO ANTONIO MINDIOLA ROBLES					
CORREGIMIENTO LAS FLOREZ - MUNICIPIO DE DIBULLA					
MEJORAMIENTO - PINTURA - LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA FISICA, CONSTRUCCIÓN DE COMPLEMENTO DE MURO LIMITANTE PRINCIPAL					
ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Total
1	PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	15101,52	\$ 2.514,69	\$ 37.975.655,0
1.2	DEMOLICION MANUAL DE PLACAS DE PISO (sin retiro)	M2	170,49	\$ 8.688,33	\$ 1.481.253,0

Actividad del capítulo. Capítulos Memoria de cantidades Análisis de precio unitario

13.3	SIMINISTRO E INSTALACION DE LETRAS - NOMBRE DE LA INTITUCION	GL	1,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,0
14	LIMPIEZA				
14.1	LIMPIEZA	GLB	1,00	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,0
COSTO DIRECTO DE LA OBRA				Costo directo	\$ 249.039.287,0
COSTO INDIRECTO DE LA OBRA					
ADMINISTRACION				17%	\$ 42.336.679,0
IMPREVISTO				5%	\$ 12.451.965,0
UTILIDAD				8%	\$ 19.923.143,0
IVA SOBRE UTILIDAD				16%	\$ 3.187.703,0
COSTO TOTAL					\$ 326.938.777,0

Figura 110. Presupuesto. Características de los presupuestos de obra. Por A. Lasso, 2017.

2.11 Programación de obra y métodos utilizados

Para un perfecto desarrollo del proyecto toda la planificación se ha de ajustar a un estricto cumplimiento de sus fases en el tiempo y en el espacio por medio de un programa de tareas. En la labor de programación, las actividades han de ser cuidadosamente definidas estableciendo una escala de tiempo; no solamente es necesario ordenar y listar la información sino también manipularla para ajustarse a lo establecido en el proyecto y su programa temporal. Es de especial interés que la secuencia de trabajo y las relaciones entre actividades individuales estén muy claras en esta presentación visual.

Dependerá de varios factores, entre los que se destacan principalmente:

- La experiencia del equipo de planificación
- La complejidad del trabajo
- Grado de experiencia en trabajos similares
- Tamaño de la unidad constructora del proyecto
- Actitud de la dirección ante la actividad de planificación
- Período de tiempos disponibles entre la adjudicación del contrato y el comienzo de las obras.

Estas técnicas se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Diagrama de barras o de Gantt
- Diagrama de redes (optimizados)
- Método del camino crítico
- PERT
- Método de ROY o de potenciales. (Castro Frenso & Aja Setién, 2005, p.193)

Diagrama de Gantt: Es una popular herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A pesar de que, en principio, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades.

Se puede producir un diagrama de Gantt con una hoja de cálculo de una manera muy sencilla, marcando determinadas celdas para formar la representación de cada tarea.

Existen macros que automatizan esta elaboración en Microsoft Excel, sin embargo, existen herramientas de gestión de proyectos dedicadas a la planificación y seguimiento

de tareas, que utilizan el diagrama de Gantt como pantalla principal. Se introducen las tareas y sus procesos son capaces de producir una representación de dichas tareas en el tiempo en el formato del gráfico de Gantt. También existen herramientas que usan una página web y el navegador para realizar seguimiento de proyectos (Universidad Santo Tomás, s.f, párr.2).



Figura 121. Diagrama de Gantt. Presentación de la forma del diagrama de Gantt en proyectos. Adoptado de “Programación de obra” Wilde, 2017.

El método de la ruta crítica o del camino crítico también conocido por sus siglas en inglés CPM (Critical Path Method), fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos mediante la

planeación y programación adecuadas de las actividades componentes del proyecto. En administración y gestión de proyectos, una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta a la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica.

SISTEMA PERT (Program Evaluation and Review Technics): Evolución del sistema CPM, en que se le da un enfoque probabilístico a la duración de las actividades

CPM (Critical Path Method): Establece secuencia de actividades. Se confecciona para programar la obra y determinar la trayectoria crítica para la ejecución de las actividades.

(Universidad Santo Tomas, s.f, párr.2).

3. Marco metodológico

3.1 Introducción

Para la elaboración de este documento fue necesario reconocer las principales variables que intervienen en el rendimiento de la obra civil, con el fin de analizar dicho comportamiento produciendo una solución alternativa que contribuya en minimizar la incertidumbre en la ejecución de una obra, de igual manera a generar una cultura preventiva en la que se deba indagar y obtener toda la información correspondiente (antecedentes) al desarrollo de la obra específica que se desea desarrollar, siendo además la construcción de las obras un impacto positivo para el crecimiento y desarrollo de los pueblos y regiones .

Metodología implementada:

- Reconocer los rendimientos característicos en el desarrollo de una obra civil.
- Citar las principales variables que afectan el rendimiento de una obra civil, generando una lista de siete variables.
- Se desarrolla una recolección de información medio de entrevistas técnicas con profesionales en el campo de la Ingeniería Civil analizando el comportamiento de varias obras seleccionadas y observando cuales son los principales factores que afectan el rendimiento de una obra civil de acuerdo a los conocimientos profesionales o en función de la experiencia propia de los profesionales.
- Análisis de las variables que afectan de forma negativa el rendimiento en la obra civil.
- Recomendar las posibles soluciones o métodos que se deben usar, factores que se deben tener en cuenta en el desarrollo de una programación de obra.

3.2 Clasificación de las investigaciones

Las características de una investigación dependen del propósito que se pretende alcanzar. Éstas son determinantes para el nivel de complejidad de la investigación y el tipo de estudio que se intenta desarrollar. Existen diversos criterios que permiten definir el tipo de investigación entre los cuales se encuentran los siguientes.

3.2.1 Por periodo.

Este criterio permite clasificar las investigaciones de acuerdo al periodo de tiempo en que ocurren en estudios transeccionales y longitudinales. Es investigación no experimental.

- Estudio transeccional: en los estudios de tipo transeccional o transversal la unidad de análisis es observada en un solo punto en el tiempo. Se utilizan en investigaciones con objetivos de tipo exploratorio o descriptivo para el análisis de la interacción de las variables en un tiempo específico.
- Estudio longitudinal: En los estudios longitudinales la unidad de análisis es observada en varios puntos en el tiempo. Los tres tipos básicos de investigación longitudinal son los estudios de tendencia, evolución de grupo y tipo panel.

3.2.2 Por objetivos.

Este criterio permite clasificar la investigación por su nivel de complejidad de acuerdo al objeto que pretende. El diseño y la metodología son distinta en estudios de tipo exploratorio, descriptivo, correlacional y experimental.

- Estudios exploratorios: De acuerdo con Kerlinger (1983) los estudios exploratorios buscan hechos sin el objetivo de predecir las relaciones existentes entre variables. Se utilizan en situaciones en las que prácticamente no se dispone de información.

- Estudio descriptivo: son el procedente de la investigación correlacional y tiene como propósito la descripción de eventos, situaciones representativas de un fenómeno o unidad de análisis específica.
- Estudios correlacionales: Los estudios correlacionales son el procedente de la investigación experimental y tiene como objetivo medir el grado de asociación entre dos o más variables, mediante herramientas estadísticas de correlación. En este nivel no es importante el orden de presentación de las variables, lo fundamental es determinar el grado de relación o asociación existente.
- Estudios experimentales: Tienen como procedente tras tipos anteriores de estudio y están dirigidos a establecer relaciones de causalidad entre dos o más variables. El desarrollo del experimento requiere de situaciones y condiciones controladas y de la manipulación de una o más variables independientes para inducir una probable alteración o comportamiento en la variable dependiente. (Avila Baray, 2006, p.47)

3.3 Técnicas de investigación

3.3.1 Investigación documental.

La investigación documental es una técnica que permite obtener documentos nuevos en los que es posible describir, explicar, analizar, comparar, criticar entre otras actividades intelectuales, un tema o asunto mediante el análisis de fuentes de información.

El desarrollo de un proceso de investigación documental completo da como producto diferentes tipos de trabajos documentales entre los que se encuentran: compilaciones, ensayos, críticas valorativas, estudios comparativos, memorias, monografías, entre otros.

Etapas de la investigación documental

- Planeación

- Colección de información
- Organización, análisis e interpretación
- Presentación de resultados (Avila Baray, 2006, p.49)

3.3.2 La encuesta.

La encuesta se utiliza para estudiar poblaciones mediante el análisis de muestras representativas a fin de explicar las variables de estudio y su frecuencia.

La instrumentación consiste en un diseño de un cuestionario o de una cédula de entrevista elaborados para medir opiniones sobre eventos o hechos específicos. Los dos anteriores instrumentos se basan en una serie de preguntas. En el cuestionario las preguntas son administradas por escrito a unidades de análisis numerosas. En una entrevista las respuestas a las cuestiones pueden escribirse en la cedula de entrevista o puede llevarse en una interacción cara a cara.

De acuerdo a la forma de obtención de la información la encuesta se clasifica en:

- Entrevistas
- Cuestionarios por correo
- Panel
- Entrevistas por teléfono

Entrevista

Una entrevista es una pieza de la interacción social en la cual una persona responde a otra una serie de preguntas sobre un tópico específico, en sí representa una interacción cara a cara entre dos o más personas. La entrevista representa una excelente técnica de recolección de información.

Cuestionarios

Cuando la muestra a encuestar es bastante numerosa se recomienda utilizar el cuestionario en lugar de la entrevista. También requiere de la preparación cuidadosa y exhaustiva de un programa cuya estructura es muy similar a la de una cédula de entrevista. (Avila Baray, 2006, p.53)

3.4 Utilización de software

Se implementó el uso de herramientas sistemáticas tales como:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel

3.5 Tamaño de la muestra

Uno de los problemas más difíciles del muestreo probabilístico es la determinación del tamaño de la muestra ya que el objetivo primordial al determinarlo es obtener información representativa, válida y confiable al mismo costo. Para obtener más exactitud en la información es necesario seleccionar una muestra mayor; sin embargo, el solo hecho de contar con una muestra grande no garantiza su representatividad.

Las etapas para determinar el tamaño de la muestra en el muestreo simple aleatorio, son los siguientes:

- a. Determinar el nivel de confianza con el que se desea trabajar. (Al 66, 95 o 99% de confianza). Es más usual al 95%
- b. Estimar la característica del fenómeno investigado. Para ello se determina la probabilidad de que se realice un evento (p) o la de que no se realice (q); cuando no se posea suficiente información de la probabilidad del evento, se asignan los máximos valores.

$$P= 0,5 \quad q= 0,5$$

La suma de $p + q$ siempre debe ser igual a uno.

- c. Determine el grado de error máximo aceptable en los resultados de la investigación este puede ser hasta del 10%, normalmente lo más aceptable es trabajar con variaciones del 1% al 6%, ya que las variaciones mayores al 10% reducen demasiado la validez de la información.
- d. Se aplica la fórmula del tamaño de la muestra de acuerdo al tipo de población.

Infinita: cuando no se sabe el número exacto del que está compuesto la población.

Finita: cuando se conoce cuantos elementos tiene la población.

Para cada tipo de población se utiliza una formula distinta. Para poblaciones infinitas la fórmula es:

$$n = \frac{pq}{e^2} \quad \text{Ecuación N°1: Formula para poblaciones infinitas}$$

Y para poblaciones finitas es:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{Ne^2 + Z^2 pq}$$
 Ecuación N°2: Formula para poblaciones finitas

En donde:

n= Tamaño de la muestra

e= Error de estimación

Z= Valor de las tablas de distribución normal estándar

N=Tamaño de la población

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

El error de estimación se utiliza para estimar la precisión necesaria y para determinar el tamaño de la muestra más adecuado. (Rodriguez Moguel, 2005,p.101)

Tabla 1

Resumen metodológico

Objetivos	Clasificación de la investigación		Técnicas de investigación	Herramientas	Entregables
	Por Periodo	Por objetivo			
Reconocer los rendimientos en las diferentes actividades que se realizan en una obra civil.	N.A	Estudio descriptivo	Entrevista	La entrevista Microsoft word	<ul style="list-style-type: none"> Esquema organizacional de un presupuesto.
Aplicar las herramientas de recolección de información a los stakeholders implicados.	N.A	Estudio descriptivo	Entrevista	La entrevista Microsoft Word	<ul style="list-style-type: none"> Matriz de relación variables vs población.

Clasificar las variables que afectan el rendimiento en la obra civil.	N.A	Estudio descriptivo	Entrevista	La entrevista Microsoft Word	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de representación de las variables más importantes. • Graficas de barra y diagrama de torta, representando la frecuencia y el porcentaje de incidencia.
Analizar el comportamiento de las variables que generan afección en el rendimiento.	N.A	Estudio descriptivo	Entrevista	La entrevista Microsoft Word	

Nota: Resumen de los pasos desarrollados en el proyecto evidenciando los métodos informativos y de análisis. Por A. Lasso, 2017.

4. Desarrollo

4.1 Stakeholders implicados

En la ingeniería civil se hace relevante tener un muy buen equipo de trabajo con profesionales experimentados, y específicamente estudiados que sean capaces de resolver problemas de manera adecuada, además de proyectar las actividades a realizar en la obra sin dejar de producir un buen rendimiento que permita la reducción de tiempos y costos.

A continuación presentamos los stakeholders implicados

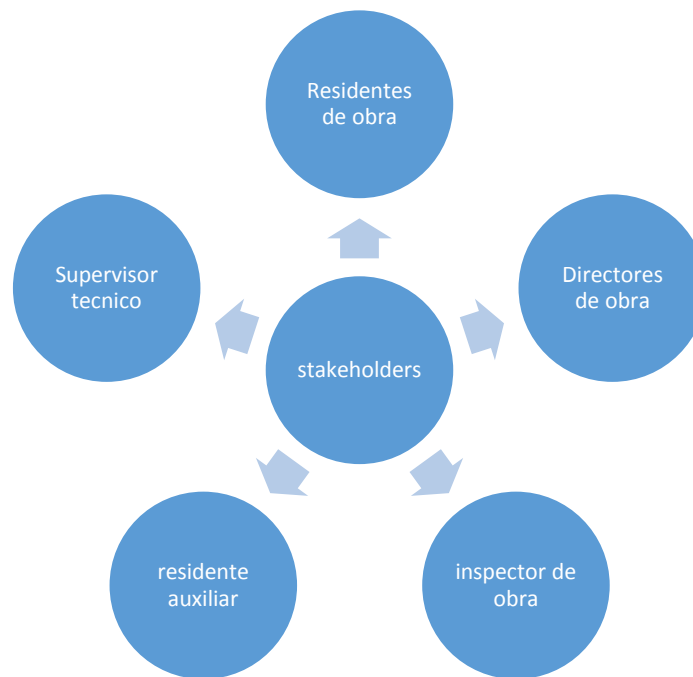


Figura 1. Presentación de la población de interés de acuerdo al tema de investigación, los profesionales del área de construcciones civiles. Por A. Lasso, 2017.

Clasificación de cargos de acuerdo a sus funciones:

Supervisor técnico: Se define como el profesional en ingeniería civil, especialista en gerencia de proyectos, con experiencias en proyectos de construcción de todo tipo, y capacitado

para llevar a cabo la composición organizacional del talento humano técnico idóneo para el desarrollo de los proyectos a los cuales participe la empresa.

Director de obra: Los directores de obra son aquellos encargados del control y cumplimiento de la programación de obra, al igual que la gestión de los proveedores de materiales necesarios para la ejecución de las actividades.

Ingenieros residentes: son aquellos que tienen una presencia del 100% en la ejecución del proyecto, capacitados técnicamente para resolver todo tipo de inconvenientes que se presenten en cuanto a los procesos constructivos, y manejo de personal en obra, al igual que solicitar los materiales necesarios y a tiempo para no afectar el rendimiento, reportando todos los detalles de la obra en la bitácora.

Ingeniero auxiliar: Este tiene las mismas funciones que el ingeniero residente, sumando que este profesional debe suplir al ingeniero residente en caso de que falte por alguna circunstancia, entonces el ingeniero auxiliar también es el encargado de informar al residente de todos los avances desarrollados en la obra de forma diaria, al igual que cualquier anomalía con materiales, procesos constructivos o trabajadores.

Inspectores de obra: Son una figura acompañante al seguimiento de los procesos que se desarrollan en la obra, sirven de apoyo a los ingenieros auxiliares, complementando ideas y experiencias que ayuden a desarrollar procesos adecuados y óptimos.

Para este caso en particular y en base a las funciones de cada uno de los profesionales mencionados en el esquema anterior, se tiene como objeto de estudio el cargo de los directores de obra, debido a que estos son los encargados de llevar a cabo las programaciones del proyecto,

además del control en la ejecución, seguimiento en los rendimientos, y cumplimiento de lo presentado con anticipación en la programación de la obra.

4.2 Desarrollo del tamaño de la muestra

- Nivel de confianza 90%
- La probabilidad de que ocurra un evento $P= 0,95$

La probabilidad que no ocurra $q = 0,05$

Para este caso se toma un mayor valor asumiendo que es muy probable que ocurra un evento, debido a que todas las variables generan influencia negativa en el rendimiento de la obra.

- De acuerdo a la información actualizada en la cámara de comercio del departamento de la guajira, se registran actualmente en el presente año un total de 1.452 empresas constructoras legalmente constituidas.
- Valor de las tablas de distribución normal estándar $Z= 1,645$
- Aplicamos la fórmula para población finita (Ecuación N°2).

$$n = \frac{(1,645)^2(0,05)(0,95)(1452)}{(1452)(0,1)^2 + (1,645)^2(0,05)(0,95)} = 13$$

4.3 Variables

Botero Botero (2002) afirma.” Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diferentes condiciones derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra”(p.3).

Tabla 1

Variables influyentes en el rendimiento

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

Nota: Principales variables que afectan el rendimiento en la obra civil. Adoptado de “Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción” L. Botero, 2002.

4.3.1 Economía general.

En todos los proyectos en general existe un factor muy importante y representativo al momento de llegar a la etapa de ejecución. De acuerdo al presupuesto desarrollado el valor total del proyecto producto de la suma de los costos directos más los costos indirectos se estiman un valor del producto requerido por el cliente (entidades públicas o privadas), la precisión del valor del proyecto se encuentra directamente enlazado con la cantidad de información que se posea del mismo. No obstante entre más se detallen los diseños, información y estudios del proyecto a desarrollar lograremos una mayor precisión en el costo total de la obra, resaltando que pueden aun así existir imprevistos.



Figura 13. Economía que genera efectos en el rendimiento de las obras civiles. Recuperado de <http://www.fondosdinversion.com/rentabilidad/informe-de-la-economia-colombiana-del-bbva-research>

Para el caso propio de la variable económica se basa en los siguientes aspectos:

- **Disponibilidad Económica:** Disponer de los recursos necesarios para el inicio, desarrollo y entrega de cada una de las actividades plasmadas en el presupuesto de acuerdo a la programación. Implementar técnicas que permitan proyectar los insumos necesarios para realizar una actividad específica, presentar las actas de los avances de obra en los tiempos estipulados.
- **Suspensión de obra:** Es muy importante mencionar la buena realización de un presupuesto ya que de eso depende el completo desarrollo del proyecto y la entrega satisfactoria de la obra o proyecto. En algunos casos el desarrollo de cálculos superficiales en la elaboración de un presupuesto conllevan al desfase representativo del costo total de la obra, produciendo la suspensión de la obra debido al déficit presupuestal.

Es por ello que se hace importante realizar un buen presupuesto con la información técnica adecuada que permita generar la mayor confiabilidad.

- **Tiempos de adjudicación del contrato e inicio del proyecto:** En la actualidad es muy frecuente observar que los intervalos en los cuales se adjudica un contrato difieren en una cantidad mayor a los 30 días con la fecha en la cual se pretende iniciar el proyecto, en el mercado se manejan productos de costos muy variables generándose un desacierto en el valor final del contrato. Es importante desarrollar el proyecto lo más pronto posible luego de que se realice la adjudicación del contrato.

4.3.2 Aspectos Laborales.

Al momento de contratar el personal que tiene como objetivo realizar y ejecutar cada una de las actividades del proyecto; para los operarios es satisfactorio brindarle tranquilidad en su lugar de trabajo, ya que los métodos de contratación de algunas contratistas no son los más cómodos, esto por ende genera inconformidad en el operario hasta el punto de que se pueda llegar a presentar la conformación de un sindicato. Se deben buscar políticas de equilibrio que permitan realizar proyectos rentables y un pago justo a los trabajadores.

Otros de los factores representativos en el tema laboral son:

- Los tipos de contratos ofrecidos
- Los salarios básicos
- Ser despedido sin justa causa



Figura 3. Aspectos laborales. Referencia a los tipos de contratos o sistemas de contratación del recurso humano. Recuperado de <http://camilocontratolaboral.blogspot.com.co/>

4.3.3 Clima.

En el desarrollo de cualquier proyecto civil es importante tener en cuenta el factor climático ya que es uno de los que más golpea el rendimiento en una obra civil.

Existen varios eventos dentro de esta variable que se exponen a continuación:

- **Condiciones climáticas:** Hacen referencia al estado del tiempo (Nublado, Fuertes lluvia, Soleado, Etc.)

- **Estado de la obra:** Se refiere a las condiciones en las cuales se encuentra la obra, evaluando si es posible o no realizar actividades programadas (terrenos blandos por causa de lluvia, acumulación de agua debido a la falta de drenajes, etc.)



Figura 4. Presentación de las condiciones desfavorables que se pueden presentar en procesos constructivos. Recuperado de <http://pulsoslp.com.mx/2015/10/25/clima-retrasa-mas-obra-en-providencia/>

4.3.4 Actividad.

Si bien es cierto que en las programaciones de obras se estipulan unos tiempos específicos para realizar las actividades, existen algunas que poseen costos significativos en tiempo debido a la complejidad de las actividades, de acuerdo a lo anterior se presenta un desacierto en el tiempo.

En ocasiones no se presentan las herramientas adecuadas necesarias para desarrollar algún trabajo en específico generando un bajo rendimiento y un riesgo eminente.

Otros factores que influyen en el tema de actividades son:

- Trabajar bajo presión
- Nivel de dificultad
- Herramientas optimas
- Equipos adecuados

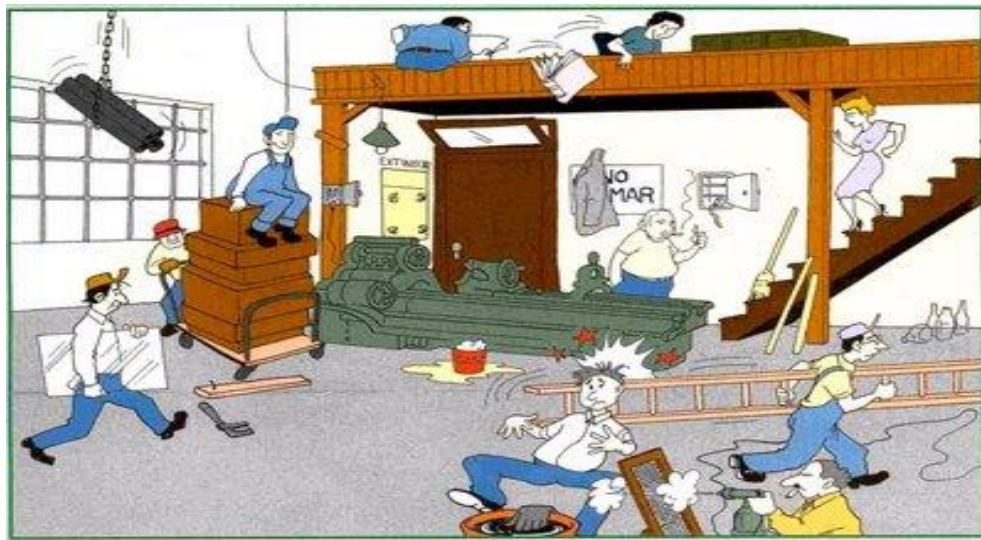


Figura 5. Presentación de actividades que se desarrollan en un proyecto civil. Recuperado de <https://turicabe.wordpress.com/2013/04/03/os-factores-de-risco-laboral/>

Para las actividades que lo requieran se deben aplicar los equipos correspondientes a realizar dicha actividad, estos equipos deben estar en buen estado, y en constante mantenimiento garantizando el rendimiento y buen funcionamiento de la obra; De esta manera lo que logramos es la eficacia y mejoramiento en el desarrollo de la obra.

Otros factores representativos en esta variable son:

- Falta de mantenimiento
- Vida útil de la maquina
- Agilidad del operador
- Equipo de apoyo
- Tipo de material
- Capacidad de la maquina
- Demoras rutinarias
- Periodo de adaptación del operador con nuevas tecnologías



Figura 6. Presentación de mantenimientos rutinarios en obra. Recuperado de <https://i.ytimg.com/vi/6e9XiDmj7MA/hqdefault.jpg>

4.3.5 Supervisión.

El tema de la supervisión es uno de los puntos más importantes y sensibles ya que estos relacionan el trato y dialogo para con los operarios, el conocimiento personal, el saber transmitir lo que se desea realizar; para tal fin es importante realizar las respectivas instrucciones, charlas, y divulgar el proceso constructivo a desarrollar; conociendo de esta manera los detalles en la ejecución y previniendo además posibles errores que generen perdidas económicas y rendimientos bajos.

Otros de los principales efectos en este caso son:

- El nivel educativo del profesional
- La experiencia profesional
- Las capacidades de trabajo en equipo
- Saber en qué momento y cuales decisiones debo tomar

4.3.6 Trabajador.

En la actualidad para todas las empresas involucradas en el sector de la construcción es muy importante la parte operativa que relaciona el buen funcionamiento de un equipo de trabajo, basado en el respeto y en el rendimiento que genere beneficios corporativos y personales en la compañía.

Actualmente las empresas relacionan el rendimiento del trabajo con los beneficios económicos, con el fin de ser mucho más eficientes e incentivar las capacidades y el trabajo de sus empleados.

Dentro de los aspectos laborales que envuelven esta variable tenemos:

- **Estado de ánimo del operario:** En muchos casos existen operarios que reflejan bajos rendimientos debido a situaciones personales, familiares, o de convivencia laboral (trabajo en equipo).
- **Estimulación económica:** Al contratar personal específico, hay casos en los que los operarios se encuentran sujetos a pagos inapropiados de acuerdo a su perfil y trabajo desarrollado, por tanto dichas personas pueden llegar a disminuir su rendimiento.



Figura 7. Estados de ánimo de un trabajador. Recuperado de https://es.123rf.com/photo_17096212_un-hombre-con-un-maletin-esta-caminando-en-el-estado-de-animado-bueno-y-lo-malo.html

4.4 Entrevistas

Para este proyecto se ha decidido realizar entrevistas a los diferentes directores de obra de las empresas pertenecientes a la región del departamento de la guajira. Se seleccionaron las empresas de forma aleatoria y con la información obtenida por la cámara de comercio de la guajira; se seleccionaron varios sectores de la construcción de obras civiles, o varios tipos de obras con el fin de obtener un comportamiento más generalizado de los factores que generan efectos negativos en el rendimiento de obras civiles, con el fin de identificar, clasificar y recomendar posibles soluciones o métodos que permitan mitigar dichos efectos negativos y aumentar los efectos positivos en pro del desarrollo sostenible de pequeñas y medianas empresas que se encuentran en desarrollo.

A continuación se presenta un cuadro relacionando las empresas a las cuales se les solicito la entrevista y su estado

Tabla 2

Lista de contratistas

N°	Empresas Constructoras Seleccionadas	Estado de la Entrevista
1	Miguel García	Solicitud Aceptada
2	Antonio Ragonesi	Solicitud Aceptada
3	Nelson Pacheco	Solicitud Aceptada
4	Jose Guerra	Solicitud Aceptada
5	Jose Jaime Daza	Solicitud Aceptada
6	G & L Arquitectos	Solicitud no respondida
7	Molina Mendoza Edgar Augusto	Solicitud no respondida
8	Danta construcciones s.a.s.	Solicitud no respondida
9	Milciades soto y compañía s.a.s.	Solicitud no respondida
10	JJM construcciones	Solicitud no respondida
11	Constructora B & H	Solicitud no respondida

12	Construcciones Luisma	Solicitud no respondida
13	Construcciones Consultorías y Servicios BIBC	Solicitud no respondida

Nota: Contratistas de la región de la Guajira a las cuales se les presentaron la entrevista. Por A. Lasso, 2017.

De acuerdo al número de muestra se seleccionaron de forma aleatoria 13 (trece) como fue expresado anterior mente empresas constructoras constituidas y con operación en el departamento de la guajira; Las cuales por medio de una solicitud se solicitó el desarrollo de la entrevista. No obstante se tuvo un resultado positivo de 5 (cinco) empresas a las cuales se les desarrollo la entrevista. Las empresas a las cuales desarrollamos las preguntas son contratistas del sector de la construcción en el departamento de la guajira y contratan como persona natural.

La primera empresa contratista se encuentra ejecutando un sistema de acueducto y alcantarillado en el municipio de Dibulla, el segundo contratista se encuentra ejecutando unas bodegas que tienen como objetivo la creación de un acopio agrícola para los cafeteros de la región, y además una planta de procesamiento del mismo, brindando una amplitud en la industria del sector, dicha obra se está ejecutando en el corregimiento de Mingueos, jurisdicción del municipio de Dibulla.

El tercer contratista ejecuto la vía que comunica Riohacha con un sector rural de dicha región, la obra fue ejecutada satisfactoriamente con un cumplimiento del 100% en todas las actividades presentadas en el presupuesto, y alcanzado una programación paralela a la proyectada.

El cuarto contratista ejecuta una glorieta en el municipio de Dibulla, que tiene como objetivo mejorar el flujo vehicular en el centro del municipio, la obra se encuentra en un 70% de la ejecución y se han presentado inconvenientes en el rendimiento debido a la variable climática.

Por último el contratista cinco está ejecutando la consultoría de 2,5 km de placa huella que va desde el municipio de Dibulla hasta un sector de la zona rural de dicha región.

De acuerdo a la información obtenida por los profesionales directores de obra entrevistados se presentan los siguientes resultados.

Tabla 3

Matriz variables vs contratista

Contratistas	Miguel	Antonio	Nelson	Jose	Jose	Sumatoria
Variabes	García	Ragonesi	Pacheco	Guerra	Daza	
Economía General	0	0	1	1	0	2
Aspectos Laborales	0	0	0	0	0	0
Clima	1	1	1	1	1	5
Actividad	0	1	1	0	0	2
Equipamiento	0	0	0	0	0	0
Supervisión	0	0	0	0	0	0
Trabajador	0	1	0	0	0	1

Nota: Análisis del comportamiento de las variables en las distintas obras. Por A. Lasso, 2017.

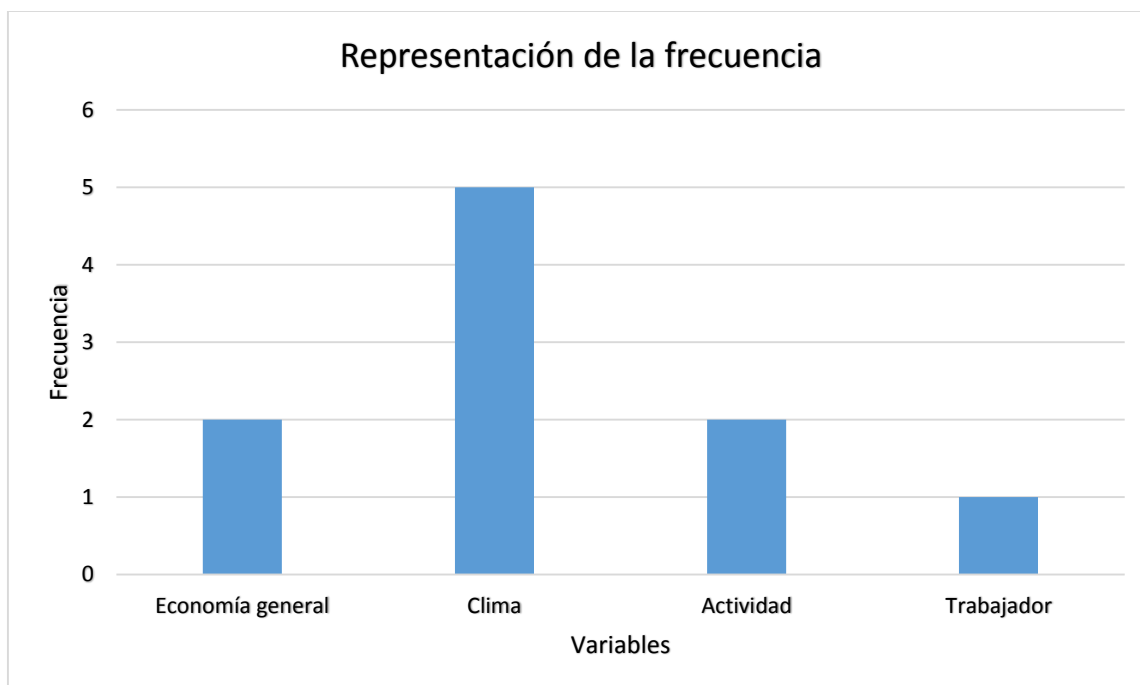


Figura 8. Frecuencia vs variables. Presentación de la frecuencia de las variables. Por A. Lasso, 2017.

En función al ejercicio realizado en la Tabla 11. Podemos resumir las variables más importantes de la siguiente manera.

Tabla 4

Variables representativas

Variables más representativas

1. Clima
 2. Economía General
 3. Actividad
-

Nota: Variables de mayor influencia en el rendimiento de obras civiles. Por A. Lasso, 2017.

La variable climática presenta muchos factores negativos en cuanto al rendimiento de la obra civil, puesto que esta variable es el enemigo número uno de todo proceso constructivo en ejecución, si bien es cierto el agua es un líquido preciado y apetecido por muchos países, pues

bien si hablamos de los contratiempos que nos puede generar el agua en representación de aguas lluvias en procesos constructivos puede ser fatal. Ya que en muchos casos esta variable ha generado pérdidas significativas en tiempo y costos muy agudos.

Tabla 5

Efectos positivos y negativos de las variables

Variable	Efecto	
	Positivo	Negativo
Clima	Si se presenta un clima soleado, en cualquier tipo de obra civil será lo mejor, ya que se podrán realizar todas las actividades contempladas en el cronograma de la obra sin interrupciones por causa de lluvia.	Efectos negativos generados por el clima son muchos, ya que la lluvia siempre es el enemigo número uno en la ejecución de los trabajos y el cumplimiento a tiempo de las actividades a realizar, perjudica el terreno que se está trabajando, paraliza las actividades.
Economía general	Si se exhibe un comportamiento constante y sin novedades en el factor económico, sin duda alguna se realizarán todas las actividades con los materiales y herramientas de calidad que permitan acabados física mente bonitos, y además que sean funcionales. Por otra parte se tiene el pago oportuno de la nómina, proveedores y ganancias que permiten llevar un ritmo igual o mejorar.	La economía puede generar grandes efectos negativos en el rendimiento de una obra civil, el pago inoportuno a los trabajadores, retraso en la obtención de materiales, es por ello que el factor económico es uno de los más fundamentales.
Actividad	El desarrollo de las actividades de forma adecuada, con los materiales y herramientas que permiten garantizar la calidad del producto que se está aplicando son factores representativos, que ayudan y generan confianza, además de que aumentan el rendimiento y entusiasmo de los trabajadores.	El desarrollo de actividades puede generar efectos negativos en temas de seguridad si no se tienen las herramientas adecuadas para realizar una actividad riesgosa, en temas de rendimiento aún pueden generar mayores efectos negativos ya que estos repercuten directamente en los costos y el tiempo.

Nota: Efectos positivos y negativos que generan las variables influyentes en el rendimiento de la obra civil. Por A. Lasso, 2017.

En la tabla anterior se expresan los efectos positivos y negativos que pueden tener las variables más representativas que influyen en el rendimiento de la obra civil. Pues bien, el aspecto climático descrito nos puede generar un efecto positivo también, si se expresa en un clima agradable, soleado, sin lluvias, ya que de esta manera podremos trabajar en primera medida, sin detener la obra, y sin afectar los rendimientos de las actividades desarrolladas, además de lograr que las actividades se cumplan y obtengan un acabado físicamente elegante y estructuralmente funcional. Si hablamos de los efectos negativos en este caso climático, se sabe que no se puede evitar la lluvia, pero si se pueden generar políticas preventivas de análisis constante sobre las precipitaciones y los periodos en los cuales se reflejan en mayor magnitud de tiempo dichas lluvias. Con el objetivo de crear planes de contingencia que permitan disminuir las pérdidas en materiales, y tratar de aprovechar el recurso humano en otras actividades que contribuyan al avance de la obra.

En el caso de la economía general, se presentan muchos efectos negativos ya que si se dispone del dinero suficiente y proyectado en la ejecución del proyecto, no se tendrá excusa en la ejecución de la obra, antes y por el contrario si la empresa contratista hace un estudio financiero podría evaluar la posibilidad de agregar mayor personal y lograr terminar la obra en un menor tiempo, de esta manera generamos desarrollo y buen nombre para la empresa constructora.

Ahora bien si se observa la parte negativa en el tema de la economía puede generarse grandes perjuicios en el desarrollo y finalidad de la obra, debido a la escases de recursos, investigaciones judiciales en los casos que corresponda, que generen deterioros en los avances alcanzados en los proyectos que se encuentren parcialmente suspendidos, lo cual generará un costo mayor al final si tenemos en cuenta los imprevistos, deterioros, y prolongación en tiempo de la obra.

Por ultimo en las actividades puede expresarse un efecto positivo siempre y cuando se tengan las condiciones necesarias para desarrollar de forma adecuada una actividad, en tiempo, espacio, nivel de complejidad, herramientas, maquinarias. De esta manera se garantiza la ejecución eficiente de las actividades de una obra y teniendo en cuenta además la agilidad y destreza del trabajador al momento de desarrollar dicha actividad.

Por el contrario al hablar de los efectos negativos producidos por la variable actividad, tenemos retrasos o rendimientos muy bajos, que generan pérdidas en tiempo significativas, ya sea por no contar con los insumos, materiales, o herramientas necesarias para el desarrollo de una actividad en específico. Ejemplo: no tener un martillo al momento de engrapar una geomalla que se coloca sobre una capa de terraplén con el fin de brindar mayor capacidad portante. Otro ejemplo sería no contar con una excavadora si se desea realizar una excavación de gran volumen; podría iniciarse con pico y pala pero el rendimiento no sería igual debido a la capacidad y rendimiento de la maquina en comparación con el trabajador.

Para este caso se van a estudiar los efectos negativos que presentan las variables mencionadas.

Por tanto se muestra a continuación un diagrama de torta donde se representa la influencia de las variables en el rendimiento de la obra civil. En función a entrevistas realizadas a la población de estudio. Para este caso la población foco de entrevista fueron los directores de obra que ejercen su cargo en diferentes obras civiles como: alcantarillados, bodegas, vías, entre otras, y con operación en el departamento de la guajira.

La muestra seleccionada fue un total de trece contratistas de obras civiles que desarrollan sus actividades en el departamento de la guajira, debido a la falta de atención en el comunicado

enviado y solicitando el desarrollo de la entrevista, solo fue tenido en cuenta por cinco de las trece contratistas seleccionadas de forma aleatoria.

De acuerdo a la frecuencia con la cual estas variables afectaron las obras en el departamento de la guajira se tiene una representación de la incidencia de cada una de las tres variables Seleccionadas.

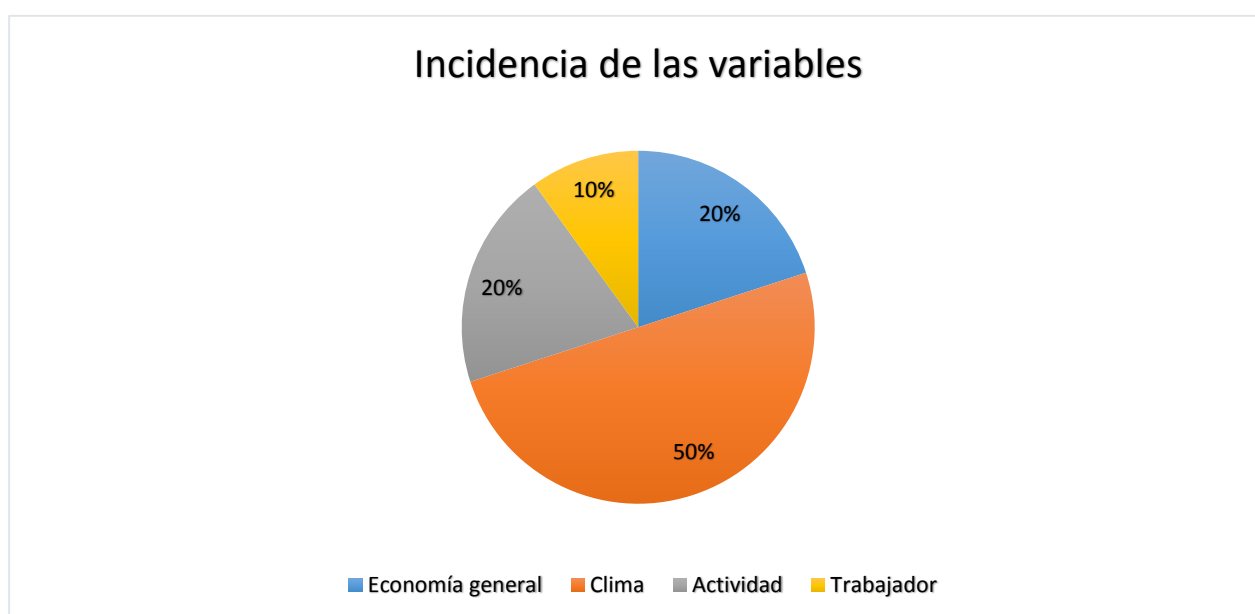


Figura 9. Porcentaje de incidencia de las variables. Por A. Lasso, 2017.

Las tres variables mencionadas en la tabla 6. Son las de mayor influencia de las obras que se están ejecutando generando cierto tipo de retraso en la programación y el rendimiento de la obra. Es importante resaltar que la variable con más incidencia es la climática.

5. Conclusiones

En la actualidad Colombiana uno de los sectores más representativos y de mayor crecimiento en los últimos años es el sector de la construcción, se están ejecutando grandes obras que se hacen relevantes si se sabe que en el mundo globalizado actual es un factor representativo la competitividad y la infraestructura del pueblo Colombiano, contribuyendo además en el reconocimiento de las labores técnicas que nos permiten tener cada día un mejor desarrollo en los procesos constructivos.

Por otro lado la creación y preparación de muchas vías importantes, puertos de carga, aeropuertos que han sido o se están desarrollando arreglos, remodelaciones y adecuaciones en capacidad y comodidad con el fin de brindar un buen servicio a los usuarios.

Las obras civiles son importantes, en cuanto a la generación de ingresos, inclusión de personal de trabajo, disminución de las tasas de desempleo, entre otros. Son factores que representan la ejecución de grandes proyectos civiles, no obstante para el desarrollo de dichos proyectos se hace necesario indagar el máximo de información correspondiente al desarrollo del proyecto, con el fin de cimentar diseños que nos permitan tener estructuras funcionales optimizando tiempos y costos en la obra; al igual que garantizar una certeza del valor estimado del producto plasmado en el desarrollo del presupuesto y la programación de la obra. Donde los rendimientos son fundamentales en el alcance de la obra y avance de la misma.

Existen muchas variables que dificultan y alargan los procesos de ejecución y rendimientos en las obras civiles, para lo cual se hace muy necesario observar que tipo de afecciones me puede generar una variable.

Las variables más incidentes son: clima, Economía, y actividad. Siendo el clima el principal perjuicio para los constructores dejando a su paso impactos negativos en los avances constructivos.

6. Soluciones

Si bien es verdadero que existen tres variables representativas que influyen en el rendimiento en la ejecución de obras civiles, es importante identificar al detalle que características posee cada una, ya que la identificación y el análisis de dichas variables nos van a ayudar a minimizar los riesgos de que se vuelvan a presentar inconvenientes en el control de la obra.

- Implementar políticas de control o regulación de los rendimientos de obra teniendo en cuenta las variables influyentes mencionadas de tal manera que el riesgo de que ocurra un evento sea mitigado con alternativas de construcción o evitado.
- Incluir profesionales especializados en el área de construcción con capacidades específicas que generen un diseño adecuado de planificación, proyección y control en el proyecto que se está ejecutando.
- Aplicar una búsqueda minuciosa de información acerca del proyecto que se desea ejecutar, ya que entre mayor sea la información mayor será la posibilidad de acertar en un valor adecuado y acorde con la magnitud del proyecto.
- Desarrollar un análisis del tiempo identificando los periodos en los cuales existe mayor precipitación.
- Realizar un cronograma de optimización de tiempos en los cuales se realicen mantenimientos rutinarios los días festivos o los fines de semana ya que son los días de menor actividad, de esta manera se tendrán equipos mecánicamente adecuados.

- Realizar capacitaciones o brindar formas de estudios donde los profesionales puedan seguir capacitándose con el fin de generar nuevos procesos para el beneficio personal y colectivo.
- Incentivar económicamente a los trabajadores a ejercer bien su trabajo, garantizando una buena producción y rendimientos elevados en cada actividad de la obra.
- Ofrecer servicios profesionales con personal profesionalmente capacitado para problemas de relaciones interpersonales, familiares, y de convivencia laboral que puedan generar un bajo rendimiento.
- Prevenir en costos los posibles daños que pueda producir las lluvias en su momento de acuerdo al desarrollo de la obra y los materiales aplicados, generando un fondo que respalde dichos imprevistos y genere una rentabilidad económica.
- Tener un plan de proyección de los materiales que se tienen y de los que se deben pedir con anticipación, con el fin de no detener la obra y por el contrario hacer más eficientes los procesos.

Referencias

- Avila , H. L. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Cuauhtemoc, Chihuahua, Mexico: Eumed.net.
- Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. *Revista universidad EAFIT*, 38(128), 3-6.
- Cardenas, J. (2002). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá, Colombia: Ecoe ediciones.
- Castro, D., y Aja, J. L. (2005). *Organización y control de obras*. Santander, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- Colombia compra eficiente. (s.f). *Manual para determinar y verificar los requisitos habilitantes en los procesos de contratación*.
(https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/manual_requisitos_habilitantes_r_0.pdf)
- Agudo, A. R. (2006). *Presupuestación de obras*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Das, B. (2001). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*. California, Estados Unidos: Thomson.
- Macchia, J. L. (2005). *Computos, costos y presupuestos*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Patiño, G. (2007). *Planeamiento de un presupuesto de construcción*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional.

Rodriguez, H. (2005). *Metodología de la investigación*. Villahermosa, Tabasco, México:
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Universidad Santo Tomas. (s.f). *Técnicas de programación de obras*.

(http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/carlosriveros-admonyprogramaciondeobras/2/tcnicas_de_programacin_de_obras.html)

Wilde, S. J. (2017). *Programación de Obra*. (<http://www.eofau.com.ar/1-2/..C%20-%20CURSO%20INTENSIVO%202013/03.%20PROGRAMACION%20DEL%20PROCESO%20CONSTRUCTIVO.pdf>)

Bibliografía

- Segura, J. I. (2011). *Estructuras de concreto I*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Baron, C. (2006). *Gestión de obras principios de planificación y ejecución de obra*. Córdoba, España: A+V
- Portales, A. (2007). *El oficio de jefe de obra las bases de su correcto ejercicio*. Catalunya, Barcelona, España: Edicions UPC
- Dressel, G. (1976). *Medios de organización de la empresa constructora*. Maignón, Barcelona, España: Editores técnicos asociados s.a.
- Carballo, A. (2004). *La documentación de obra el rol del arquitecto entre el layout y la obra*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko

Anexos

Anexo 1: Acta del proyecto

Fecha: Junio, 2017

Nombre de Proyecto: Identificación del impacto de las variables influyentes sobre el rendimiento en la obra civil.

Áreas de conocimiento / procesos:	Área de aplicación (Sector / Actividad):
Construcción, administración de obra	Área: Construcción Actividad: Rendimientos de obra civil
Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
Abril, 2017	Mayo, 2017

Objetivos del proyecto (general y específicos)

General: Identificación de las variables influyentes sobre el rendimiento en la obra civil.

Específicos:

- Realizar una investigación de los rendimientos en las diferentes actividades que se realizan en una obra civil.

- Aplicar las herramientas de recolección de información a los stakeholders implicados.
- Clasificar las variables que afectan el rendimiento en la obra civil.
- Analizar el comportamiento de las variables que generan afección en el rendimiento.

Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)

Si bien es cierto que se han logrado grandes avances en el desarrollo de los proyectos de obras civiles, con el pasar de los años se han reflejado grandes falencias en el tema de planeación y ejecución de las obras produciendo retrasos en los tiempos de entrega de una u otra obra en ejecución, también se presentan inconsistencias presupuestales que muchas veces no logran ser cubiertos por los imprevistos, la falta de proyección en cuanto a las actividades que se están desarrollando y se van a ejecutar (ejemplo: en el caso que corresponda no solicitar a tiempo los permisos ambientales pertinentes para realizar un descapote u/o alguna otra actividad preliminar que afecte la naturaleza, por otra parte muchas veces en obras viales no se realizan los acuerdos correspondientes a la negociación de predios necesarios para la ejecución del proyecto, en ocasiones no se cuenta con el lugar certificado para el manejo de escombros). Todo esto obedece a la falta de planeación y control que se debe tener en la ejecución de un proyecto, en donde se hace relevante recopilar la mayor cantidad de información correspondiente a la obra que se pretende ejecutar ya que de esta manera la incertidumbre disminuye.

A raíz de este tipo de problemas se hace necesario realizar un bosquejo de cada una de las variables que producen la prolongación en los tiempos de entrega de las obras civiles, con el firme propósito de implementar estrategias que contribuyan a realizar programaciones de obras mucho más confiables, basándonos en la experiencia y el comportamiento del mercado con relación a la problemática presentada.

Por otro lado se desea implementar una educación preventiva y segura en la ejecución de las obras civiles, generando la reducción de costos, mejoría en los rendimientos y avances en actividades de cada uno de los capítulos contemplados en el presupuesto, satisfaciendo la necesidad de la entidad contratante ya sea en el sector público o privado, además de la importancia que puede llegar a tener este estudio para las pequeñas empresas que se encuentran adquiriendo nombre y credibilidad en un mercado actual competente.

Académicamente el desarrollo de este trabajo nos ayuda a prevenir posibles errores que en la vida profesional probablemente se cometen por motivos de inexperiencia. No obstante lo que se busca principalmente es tratar de que todas las obras se ejecuten a cabalidad, cumpliendo con las normativas que rigen los diversos sistemas de construcción, supervisando la implementación de materiales que cumplan con los estándares de calidad legalmente estipulados, brindando seguridad, comodidad, confianza y confort a toda la sociedad.

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto

Los entregables del producto son:

Objetivo 1: Realizar una investigación de los rendimientos en las diferentes actividades que se realizan en una obra civil.

Entregables: Esquema organizacional de un presupuesto

Objetivo 2: Aplicar las herramientas de recolección de información a los stakeholders implicados.

Entregables: Matriz de relación variables vs población.

Objetivo 3: Clasificar las variables que afectan el rendimiento en la obra civil.

Entregables: Tabla de representación de las variables más importantes.

Objetivo 4: Analizar el comportamiento de las variables que generan afección en el rendimiento.

Entregables: Graficas de barra y diagrama de torta, representando la frecuencia y el porcentaje de incidencia.

Supuestos

- Compromiso de los profesionales a desarrollar las técnicas de programación de obra con la información suficiente sin dejar espacio a la incertidumbre, y planificar la proyección de las actividades que se pretenden ejecutar en la obra.
- Compromiso de las empresas contratistas a autoevaluar sus capacidades y garantizar la entrega a tiempo de un producto con la calidad y las especificaciones estipuladas en los diseños previos.
- Exponer todos los factores variables que afectan en el rendimiento de las obras civiles, evitando el incumplimiento en los tiempos de entrega de la obra.

Restricciones

- Pobre valor moral y ético en diferentes casos de profesionales que han evidenciado malas prácticas en el desarrollo de procesos administrativos, y logísticos en el diseño, planeación, programación y ejecución de obras civiles.

Identificación de grupos de interés (stakeholders)

De acuerdo a la conformación de las empresas que operan en el sector de la construcción se presentan profesionales como: Ingenieros civiles, Industriales, mecánicos, entre otros. Para el

presente caso nos enfocamos en los ingenieros civiles encargados de la parte constructiva, dentro de los ingenieros civiles se cumplen diferentes funciones tales como: Ingeniero residente, auxiliar residente, supervisor técnico, director de obra; este último es el cargo al cual se desarrollan las entrevistas ya que son los encargados del control y cumplimiento de la obra.

Realizado por:

Alisahamir Lasso Ospino

Firma: _____

Jorge Barrios Mendoza

Firma: _____**Aprobado por:**

Diego Borrero

Firma: _____

Tutor

Claudia Ayala

Firma: _____

Co-tutor

Anexo 3. Formato de entrevista

Modelo de la entrevista

- Presentación del grupo de trabajo que ejecuta la entrevista
 - Alisahamir Lasso Ospino
 - Jorge Barrios
- Presentación de los entrevistados
 - Presentación de los profesionales entrevistados referenciando sus cargos en la empresa que laboran.
 - Desarrollo de las preguntas:
 1. ¿Qué tipo de obra se está ejecutando y cuál es el objetivo principal de dicha obra?
 2. ¿En qué etapa o capítulo de la ejecución del proyecto se encuentran y cuál ha sido el comportamiento de la obra con relación a la programación de la obra?
 3. ¿Cuál cree usted que son las variables más influyentes en el rendimiento de la obra civil? Y de qué forma se pueden minimizar tales efectos.
 4. ¿Cuál cree usted que es la variable más influyente en las obras de acuerdo a su experiencia y estudios específicos?

1 **Economía general**

2 Aspectos
laborales

3 Clima

4 Actividad

5 Equipamiento

6 Supervisión

7 Trabajador

5. ¿Considera usted que este tipo de propuestas es importante desarrollarlas?

Anexo 4. Análisis de resultados

De acuerdo a la investigación desarrollada es importante observar que este tipo de estudios son relevantes a la hora de desarrollar cualquier tipo de proyecto; Para este caso las obras civiles son el desarrollo de una serie de actividades programadas y presupuestadas en tiempo y costo.

Los proyectos de obra civiles son controlados por los rendimientos de la obra y relacionando dichos rendimientos directamente con el cumplimiento de la programación de la obra. No obstante a pesar que existen muchos controles y regulaciones de los avances en la ejecución de las obras se presentan en muchas ocasiones imprevistos que perjudican el desarrollo de la obra, que en realidad se convierten en variables que afectan significativamente el rendimiento de la obra civil. Dentro de las variables más representativas tenemos: Economía general, Aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión, trabajador. Estas anteriormente mencionadas son las variables de estudio para este caso en particular. Luego entonces al desarrollar las entrevistas a los directores de obra que se encuentran realizando proyectos constructivos en el departamento de la guajira encontramos que dentro de las variables más representativas y anteriormente mencionadas tenemos tres (3) que son las que están generando una mayor influencia negativa en el rendimiento de la obra civil y son: Clima, economía general, y Actividad. Se evidencia en la tabla 5. La variable que más ha afectado a los contratistas a lo largo del desarrollo de sus proyectos ha sido las siguientes: se mencionan a continuación las variables de acuerdo a su frecuencia de mayor a menor influencia. La climática con una frecuencia de 5, para la variable de Economía general una frecuencia de 2 y por ultimo para la variable de actividad una variable de 2. Es evidente que el tema climático es la variable más importante entre las mencionadas, debido a que este fenómeno natural no se puede evitar y a

pesar de que se puede estudiar su comportamiento es una variable impredecible en muchas ocasiones, sumado las pérdidas en costos y mano de obra.

La variable climática tiene una influencia de 50% a diferencia de la variable actividad y economía; Estados con un porcentaje de incidencia del 20% cada una y por último la mínima influencia es presentada por la variable trabajador con un 10%. Es evidente que la variable más significativa es la climática ya que representa la mitad de la importancia con relación a todas las demás variables presentadas y la variable que afecta a todos los proyectos que se encuentran actualmente en ejecución.

En realidad al momento de desarrollar un proyecto de obra civil se deben tener en cuenta todos los factores variables posibles que puedan generar un efecto negativo en el rendimiento de la obra, pues esto en general perjudica a todas las partes que participan en los contratos. Desde el contratante, contratista, trabajador, pobladores, etc. Es por ello que se hace importante expresar e indagar en todas las fuentes posibles que puedan generar ideas claras sobre el proyecto.

Es relevante en el momento de llegar a desarrollar un proyecto de obra civil, tener en cuenta desde el inicio del proceso llevar a cabo todos los pasos que requiere el proyecto de la forma más detallada, basándonos en el conocimiento especializado, experiencia, control, proyección y control de todas las etapas del proyecto, recopilando la mayor información posible acerca del desarrollo de las actividades, el comportamiento de los diversos rendimientos de acuerdo a el sector donde se desea desarrollar el proyecto. No obstante este tipo de proyectos representan una ayuda en el desarrollo de la vida profesional y en la disminución de las afectaciones que puedan generar las variables que influyen en el rendimiento de la obra civil.