

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**DETERMINACIÓN DE ÍNDICES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS EN LOS
PROYECTOS DE INGENIERÍA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN (IPC)
EN EL ÁREA CIVIL, APLICANDO LAS MEDIDAS DE
TENDENCIA CENTRAL, USADAS EN LA
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

Realizado por:

Pérez Galindo, María de los A.

Rodríguez Matute, Manuel J.

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, octubre de 2019.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**DETERMINACIÓN DE ÍNDICES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS EN LOS
PROYECTOS DE INGENIERÍA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN (IPC)
EN EL ÁREA CIVIL, APLICANDO LAS MEDIDAS DE
TENDENCIA CENTRAL, USADAS EN LA
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

Realizado por:

Pérez Galindo, María de los A.

Rodríguez Matute, Manuel J.

Prof. Jhonatan Martínez
Tutor Académico

Cantaura, octubre de 2019.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**DETERMINACIÓN DE ÍNDICES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS EN LOS
PROYECTOS DE INGENIERÍA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN (IPC)
EN EL ÁREA CIVIL, APLICANDO LAS MEDIDAS DE
TENDENCIA CENTRAL, USADAS EN LA
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

El Jurado hace constar que asignó a esta a Tesis la calificación de:

APROBADO

Prof. Anabel González
Jurado Principal

Prof. Daniel Cabrera
Jurado Principal

Prof. Jhonatan Martínez
Tutor Académico

Cantaura, octubre de 2019

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.”



DEDICATORIA

Primeramente le dedico mi logro a Dios, por haberme dado fuerzas en los momentos que llegue a pensar que no podía más, por su amor, por nunca abandonarme y siempre protegerme, por su milagro de cada día, porque sé que sin Él presente, simplemente no sería posible alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis padres Andrés y Marisol, mis amores, columnas principales de mi vida, los cuales han sacrificado tanto para educarme, guiarme y enseñarme que todo lo que vale en esta vida requiere de esfuerzo y dedicación, que si nos caemos tenemos que levantarnos. Para ustedes siempre serán mis logros y metas alcanzadas, las cuales quedan cortas por toda la dedicación y enseñanzas que ustedes han puesto en mí.

A mis hermanos, los primeros amigos de mi vida, Jhonattan Andrés y Adriana Gabriela, por siempre apoyarme y enseñarme el buen camino, por ser su consentida, ustedes tienen la otra parte de mi corazón. Especialmente a mi abuela Aurelia (Ita), porque sus oraciones y buenos consejos nunca faltan.

María de los A. Pérez Galindo

Con todo mi corazón dedico este gran logro a mi Dios Todopoderoso, por haberme acompañado desde el comienzo hasta el final de mi carrera universitaria y en lo sucesivo; por estar presente en mis alegrías y tristezas en esta etapa maravillosa de mi vida, y por toda esa energía y fuerza interior de la que estoy seguro fue su infinito amor el que siempre me permitió seguir adelante con claridad de convicciones.

A mis padres, José Gregorio Rodríguez y Nubia del Valle Matute, por su amor incondicional, por constituir la más grande fuente de inspiración y sabiduría, por marcar con el ejemplo la importancia del camino de la profesionalización, por adornar con valores y principios una personalidad formada para el logro, por hacer énfasis en la tríada del éxito que conforman la pasión, la perseverancia, y la paciencia en el alcance de las metas. Todo este logro ha sido posible gracias a ellos.

A mi amiga y compañera de estudios Beatriz Rodríguez, por haber sido un pilar fundamental en cada paso de la carrera, por brindarme los mecanismos indispensables para ser un mejor estudiante, organizado y metódico; por cada vivencia, por cada apoyo, por cada reto planteado, por cada anécdota que guardamos celosamente en el baúl de los más preciados recuerdos, por la seriedad impuesta en cada exigencia académica, por su gran sentido de la responsabilidad, por infundirme la seguridad que le caracteriza y por su inigualable sentido del humor.

Manuel José Rodríguez Matute.

AGRADECIMIENTO

Agradecida eternamente con Dios, por ser el motor que guía mi vida y me da fuerzas en los momentos buenos y malos. A mis padres Andrés y Marisol, por sus apoyo incondicional en lo que va de mi vida, siempre estaré en deuda, ya que, soy lo que soy hoy por ustedes, los amo con todo mi corazón. A mis hermanos y familiares que siempre estuvieron alentándome para culminar mi carrera universitaria.

A la Universidad de Oriente Extensión Cantaura, por ser mí casa de estudio, la cual junto con mis profesores me brindó sus servicios para obtener cada día nuevos conocimientos en el área de la Ingeniería Civil para lograr ser profesional y contribuir con el desarrollo del país. A todo el personal administrativo y obrero por siempre estar atentos a los inconvenientes que se presentaran.

A mi tutor académico, Ing. Jhonatan Martínez, por compartir sus valiosos e importantes conocimientos, logrando enseñar y formar buenos profesionales; por su apoyo incondicional en toda la carrera; por su paciencia y sugerencias, las cuales fueron muy importantes para la realización de este trabajo de grado. Siempre agradecida.

A mis queridos y adorados compañeros de estudio, Manuel Rodríguez, Luisanny González, Beatriz Rodríguez, Annabel España, Christian Urbaneja y Junior Calzadilla, por ser buenos amigos que me regalo esta hermosa etapa de mi vida, porque los considero una familia, por apoyarnos en las tristezas y celebrar los buenos momentos, por luchar y lograr nuestra meta más deseada; por nuestros bonitos recuerdos.

María de los A. Pérez Galindo.

A la Universidad de Oriente, especialmente a la Extensión Cantaura, por haberme brindado la posibilidad de incrementar mi potencial académico en la tan importante área del conocimiento humano, en el momento preciso en el que el país reclama idoneidad formacional de sus hombres y mujeres en la materia de la construcción de estructuras.

A mis profesores por conducirme al acceso cognoscitivo indispensable para el logro de un desarrollo profesional que se apropie a la era en que nos corresponde desempeñarnos, al personal administrativo y obrero por su permanente y motivante simpatía y por aportar el sentido de familia al sentimiento Udista.

A mi Tutor Académico, Profesor e Ingeniero Jhonatan Martínez por su inmenso e invaluable apoyo cognitivo y humano; por su paciencia activa y por su cariñoso y paternal desempeño en la transmisión del conocimiento integral en la formación del futuro Ingeniero Civil; por hacer de la enseñanza un agradable departir y un motivante conocer.

A mis adorados compañeros de estudios, en especial a María Pérez, Luisanny González, Beatriz Rodríguez, Junior Calzadilla y Annabel España por convertirse en compañeros de la vida y compartir diversidad de momentos y aventuras académicas imborrables que nos han conducido al alcance de la meta más preciada por ahora en nuestra existencia; por comprender y compartir nuestras alegrías y tristezas.

A mis padres José Gregorio Rodríguez y Nurbia del Valle Matute, por su denodada preocupación, apoyo incondicional y sincero, comprensión, paciencia, y por todo el cariño que me han brindado que han sido el combustible del motor para culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

Manuel José Rodríguez Matute.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**DETERMINACIÓN DE ÍNDICES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS EN LOS
PROYECTOS DE INGENIERÍA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN (IPC)
EN EL ÁREA CIVIL, APLICANDO LAS MEDIDAS DE
TENDENCIA CENTRAL, USADAS EN LA
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

Autores: Pérez María

Rodríguez Manuel

Tutor académico: Prof. Jhonatan Martínez

Año: 2019

RESUMEN

Actualmente, toda empresa en el área civil venezolana debe desarrollar herramientas confiables que le permitan sobrevivir en el mercado. Sin embargo, los métodos y estrategias aplicadas no han logrado cumplir con resultados eficaces en la estimación de costos de construcción, puesto que no se adaptan a la realidad inflacionaria actual del país. Ello condujo a realizar un estudio donde se apliquen las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva, para facilitar la determinación de los costos en la construcción de edificaciones a lo largo de la extensión del territorio Venezolano. En este estudio se recopiló información referente a diversos proyectos de ingeniería en el área civil venezolana aplicando la metodología de la norma COVENIN (2000). Se identificaron los lapsos de ejecución de los productos técnicos asociados en proyectos de ingeniería en el área civil; por otra parte, se aplicaron las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva para seleccionar variables de medición para la ejecución de proyectos de ingeniería en el área civil venezolana. Finalmente, se definieron las diferentes actividades en la ejecución de proyectos de ingeniería en función de las cantidades de obras. El desarrollo de esta investigación proporcionó criterios y recomendaciones respecto a los costos de construcción, además de una herramienta básica que facilita la estimación de los mismos.

Palabras claves: cómputos métricos, presupuesto, proyecto IPC, Norma COVENIN (2000)

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| RESOLUCIÓN | iv |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| RESUMEN | ix |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | x |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiv |
| INTRODUCCIÓN | xvi |
| CAPÍTULO I | 18 |
| EL PROBLEMA..... | 18 |
| 1.1. Planteamiento del Problema..... | 18 |
| 1.2. Objetivos | 21 |
| 1.2.1. Objetivo General | 21 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos..... | 21 |
| CAPÍTULO II | 22 |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 22 |
| 2.1. Antecedentes..... | 22 |
| 2.2. Bases Teóricas Referenciales | 23 |
| 2.2.1. Proyectos IPC | 23 |
| 2.2.2 Control de Costos | 24 |
| 2.2.3. Cómputos Métricos | 25 |
| 2.2.4 Presupuesto..... | 25 |
| 2.2.5 Factor de Costo Asociado al Trabajo | 25 |
| 2.2.6 Planos..... | 26 |
| 2.2.7 Especificaciones Técnicas | 26 |
| 2.2.8 Medidas de tendencia central | 27 |
| 2.2.9 La media aritmética..... | 27 |
| 2.2.10 La varianza | 28 |

| | |
|---|----|
| 2.2.11 La desviación estándar | 29 |
| 2.2.12 El error estándar de la media | 30 |
| 2.2.13 Intervalos de confianza | 31 |
| 2.2.14 La mediana | 32 |
| 2.2.15 La moda | 33 |
| 2.2.16 El rango..... | 34 |
| CAPÍTULO III | 35 |
| MARCO METODOLÓGICO | 35 |
| 3.1 Tipo de Investigación..... | 35 |
| 3.2 Nivel de Investigación..... | 35 |
| 3.3 Técnicas a Utilizar | 36 |
| 3.3.1 Observación Directa | 36 |
| 3.3.2 Revisión documental..... | 36 |
| 3.4 Metodología Técnica | 37 |
| 3.4.1 Computadora SAMSUNG, Windows 7 | 37 |
| 3.4.2 Disco Duro Portátil | 37 |
| 3.4.4 AUTOCAD Civil 3D 2017 | 37 |
| 3.4.5 WWW.VENEZUELA.WORKINGDAYS.ORG | 38 |
| 3.4.6 GOOGLE FORMS | 38 |
| 3.4.7 PAQUETE COMPUTACIONAL OFICCE | 38 |
| 3.4.8 MAPREX..... | 38 |
| 3.4.9 IBM SPSS Statistics 25..... | 39 |
| CAPÍTULO IV..... | 40 |
| DESARROLLO Y RESULTADOS | 40 |
| 4.1 Proyectos de ingeniería en el área civil venezolana..... | 40 |
| 4.1.1 Requerimientos para la elaboración de un proyecto IPC | 40 |
| 4.2 Lapsos de ejecución asociados a proyectos de ingeniería..... | 43 |
| 4.2.1 Revisión técnica de documentos asociados a un proyecto..... | 43 |
| 4.2.2 Análisis de los lapsos de ejecución de productos técnicos mediante encuesta diagnóstico. | 45 |

| | |
|---|----|
| 4.3 Selección de las diferentes actividades realizadas en la ejecución de proyectos de ingeniería, en función a las cantidades de obras. | 54 |
| 4.3.1 Registro y selección de variables de medición. | 55 |
| 4.3.2. Elaboración de presupuestos..... | 56 |
| 4.3.3 Calculo de índices técnicos..... | 62 |
| 4.4 Aplicación de medidas de tendencia central de la estadística descriptiva a variables de medición..... | 63 |
| 4.4.1 Calculo de índices económicos..... | 63 |
| 4.4.2 Determinación de coeficientes de costos globales. | 64 |
| 4.4.3 Aplicación de las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva a índices económicos. | 64 |
| 4.4.4 Estimación de coeficientes mínimos y máximos de partidas. | 69 |
| 4.4.5 Elaboración de presupuesto de verificación..... | 70 |
| CAPÍTULO V..... | 72 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 72 |
| 5.1. Conclusiones..... | 72 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 74 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 76 |
| HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Recopilación de productos técnicos..... | 41 |
| Tabla 2: Registro de horas-hombres..... | 44 |
| Tabla 3: Ficha técnica de los datos de la encuesta. | 46 |
| Tabla 4: Resumen de resultados de encuesta..... | 54 |
| Tabla 5: Presupuesto galpón bombas. | 57 |
| Tabla 6: Tabla resumen de galpones..... | 61 |
| Tabla 7: Clasificación de obras. | 63 |
| Tabla 8: Costos por m2 PY5. | 64 |
| Tabla 9: Estadístico de costo por m2 PY5. | 65 |
| Tabla 10: Índices por costo de actividades de galpones..... | 67 |
| Tabla 11: Estadístico de índices de PARTIDA2 en losa de piso de PY5. | 68 |
| Tabla 12: Calculo de coeficientes por m2 de galpones..... | 70 |
| Tabla 13: Verificación de presupuesto. | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Distribución de sub-proyectos. Fuente: Autores. | 42 |
| Figura 2: Tiempo estimado para elaboración de documento de alcance, medición y forma de pago. Fuente: Autores..... | 46 |
| Figura 3: Tiempo estimado para elaboración de documento base y criterios de diseño. Fuente: Autores. | 47 |
| Figura 4: Tiempo estimado para elaboración de documento especificaciones técnicas. Fuente: Autores..... | 47 |
| Figura 5: Tiempo estimado para elaboración de documento estimado de costos. Fuente: Autores. | 48 |
| Figura 6: Tiempo estimado para elaboración de documento cómputos métricos. Fuente: Autores. | 48 |
| Figura 7: Tiempo estimado para elaboración de documento hoja de datos. Fuente: Autores..... | 49 |
| Figura 8: Tiempo estimado para elaboración de documento revisión de estudios topográficos, geotécnicos, etc. Fuente: Autores. | 49 |
| Figura 9: Tiempo estimado para elaboración de documento lista de materiales. Fuente: Autores..... | 50 |
| Figura 10: Tiempo estimado para elaboración de documento memoria de cálculo. Fuente: Autores..... | 50 |
| Figura 11: Tiempo estimado para elaboración de documento memoria descriptiva. Fuente: Autores..... | 51 |
| Figura 12: Tiempo estimado para elaboración de plano de detalle. Fuente: Autores..... | 51 |
| Figura 13: Tiempo estimado para elaboración de plano de elevación. Fuente: Autores..... | 52 |
| Figura 14: Tiempo estimado para elaboración de plano de planta. Fuente: Autores..... | 52 |

Figura 15: Tiempo estimado para elaboración de documento informe de levantamiento en campo. Fuente: Autores..... 53

Figura 16: Histograma de PARTIDA2 en losa de piso de PY5. Fuente: Autores..... 69

INTRODUCCIÓN

En el área civil venezolana, es esencial para iniciar un proyecto, el fiel cumplimiento de tres pasos primordiales; financiamiento, elaboración y aprobación del mismo. Sin embargo, las empresas dedicadas a la realización de estos, no cuentan con herramientas confiables que les permitan determinar aproximadamente los recursos necesarios para llevar a cabo una obra, por lo tanto, presentan diferentes dificultades al momento de evaluar los costos de un proyecto de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), lo que ocasiona: deficiencia en cuanto a los servicios profesionales, demoras en la emisión de proyectos, y poca eficacia en la estimación de los costos.

De la misma forma, se destaca que en la actualidad el territorio Venezolano, presenta diferentes problemas económicos, haciendo énfasis en la inflación que se evidencia por escasez y aumento constante de precios, ya sea de materiales, equipos, recursos humanos, sistemas, servicios, entre otros elementos que se necesitan para llevar a cabo la elaboración de un proyecto IPC. A tal efecto, se originan dificultades al momento de estimar y evaluar los costos de un proyecto, ya que, las empresas que se desenvuelven en el área civil venezolana no cuentan con estrategias que se amolden a la realidad inflacionaria por la que atraviesa el país.

En el mismo orden de ideas, se debe mencionar que, la presente investigación tuvo como objeto la determinación de índices técnicos y económicos en los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en el área civil, aplicando las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva; la misma se encuentra organizada en cinco Capítulos: en el Capítulo I se expone el planteamiento del problema, que incluye, a su vez, el alcance y la justificación del estudio; igualmente, se presentan el objetivo general y los objetivos específicos. Por otra parte, El Capítulo II corresponde al marco teórico referencial, el cual se encuentra conformado por los

antecedentes y las bases teóricas que sustentan el desarrollo de la investigación.

De igual manera, en el Capítulo III se hace referencia a la metodología aplicada en la realización del estudio en cuestión y conduce hasta el Capítulo IV, donde se presentan de forma detallada los resultados obtenidos. Finalmente, en el Capítulo V se plantean las conclusiones y recomendaciones propias de la investigación efectuada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Las empresas en la actualidad, indiferentemente de su ubicación en el mundo, deben determinar estrategias confiables y precisas que le permitan sobrevivir en el mercado. En el área civil venezolana es indispensable para iniciar un proyecto el fiel cumplimiento de tres pasos primordiales; financiamiento, elaboración y aprobación del mismo.

Así mismo, las empresas deben aplicar herramientas que resulten efectivas, una de ellas es la estimación de costos, que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos necesarios para llevar a cabo una obra, mediante este instrumento se identifican todos y cada uno de los elementos que tendrán un coste dentro de la misma, ya sea materiales, recursos humanos, servicios, equipos, sistemas, transportes, etc; en otras palabras, todos los recursos que se necesitarán para llevar a cabo todas las actividades que se han identificado. Más aun los métodos y herramientas utilizadas actualmente en este tipo de empresa, no han logrado cumplir con resultados eficaces en la estimación de costos de construcción, ya que no se amoldan a la situación económica actual del país, siendo esta la problemática principal en esta investigación.

Se debe agregar que se cuenta con una cantidad limitada de herramientas matemáticas que permiten evaluar los costos de un proyecto de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), las cuales no se encuentran adaptadas a la realidad inflacionaria por la que atraviesa el país, ocasionando demoras en la emisión de proyectos, poca eficacia en cuanto a los servicios profesionales y cálculo deficiente de los costos, por las diferentes circunstancias que se puedan generar.

De la misma forma, se destaca que esta investigación tuvo como propósito facilitar la determinación de los costos en la construcción de edificaciones, por medio de las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva, a lo largo de la extensión del territorio Venezolano, país que presenta en la actualidad diferentes problemas económicos, donde se hace énfasis en la inflación que se evidencia por escasez tanto de los materiales requeridos para la ejecución de un proyecto, como de otros elementos necesarios, donde se pueden mencionar los equipos a utilizar, la mano de obra, entre otros.

Cabe señalar que, a través de las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva, como son: la mediana, la moda y la media aritmética, se logra clasificar y analizar los costos correctamente a los procesos y actividades que se llevan a cabo dentro de las empresas, ya que las mismas necesitan apoyarse en la información que generan sus sistemas contables, de manera que puedan conocer a fondo los generadores de costos, pues, estos permiten tener un mejor control de los mismos.

Se debe destacar además, que para efecto de esta investigación, se tomó como referencia diferentes proyectos de ingeniería en el área civil elaborados en cinco empresas consultoras de la región oriental de Venezuela, ejecutados en los últimos 5 años, aplicando los requerimientos que dicta la Norma de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (CONVENIN, 2000), sector de construcción, mediciones y codificaciones de partidas para estudios, proyectos y construcción, ya que toda organización constructiva en Venezuela, debe estar caracterizada por alcanzar la integración de la Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), las cuales son etapas de un proyecto que generan opciones de respuesta a los problemas particulares que se puedan presentar.

De igual manera, por medio de esta investigación, se buscó perfeccionar las técnicas y estrategias de estimación de costos en el área

civil, a través de la recolección, presentación y caracterización de la información de los diferentes proyectos en el área civil a estudiar realizados en los últimos 5 años por las diferentes consultoras en el país, aplicando las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva (la mediana, la moda, la media aritmética y desviación estándar).

En el mismo orden de ideas, se destaca que, al considerar el análisis de los diferentes proyectos realizados en el país referentes al ámbito civil, por medio de las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva, es lo que le otorgó originalidad al proyecto investigativo, considerando que las organizaciones requieren tener información concisa y oportuna que les permita analizar los resultados obtenidos y visualizar el rumbo al que deben dirigir sus esfuerzos para el logro de sus objetivos. Cabe destacar que otros autores han realizado investigaciones relacionadas al tema, en donde se puede mencionar un modelo matemático para la determinación del costo de construcción de edificaciones en función del uso, tipo de construcción y nivel de comodidad realizado por De Ruvo y Wasylkowski (2002), siendo el primero en su clase realizado en Venezuela.

De tal manera, es de gran importancia porque podrá ser de utilidad para diferentes empresas y organizaciones disponer de una herramienta funcional y provechosa sin incurrir en gastos, que arroje resultados factibles para su respectivo análisis en el ámbito económico, demostrando la importancia de esta investigación, donde el objetivo está fundamentado en la necesidad de contar con un instrumento, que permita obtener índices de costos constructivos de proyectos en el área civil, adaptados a la economía de Venezuela, con el fin de realizar estimaciones de costos cercanas a la realidad. Cabe destacar la importancia académica que tendrá la presente investigación, ya que servirá como guía para la realización de futuras tesis de la Universidad de Oriente.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar índices técnicos y económicos en los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en el área civil, aplicando las medidas de tendencia central, usadas en la estadística descriptiva.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información referente a diversos proyectos de ingeniería en el área civil venezolana.
- Identificar los lapsos de ejecución de los productos técnicos asociados en proyectos de ingeniería en el área civil.
- Seleccionar las diferentes actividades en la ejecución de proyectos de ingeniería en el área civil venezolana, en función de las cantidades de obras, aplicando la metodología de la norma COVENIN (2000).
- Definir variables de medición necesarias para la ejecución de proyectos de ingeniería en el área civil venezolana, mediante la aplicación de medidas de tendencia central (la media, la moda y desviación estándar) de la estadística descriptiva, a través del software IBM SPSS Statistics 25.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

A continuación se esbozan algunas investigaciones que se utilizaron como referencia metodológica y documental para el desarrollo de este proyecto

Rodríguez (2016), analizó el uso, aplicabilidad y efectividad de los diferentes métodos disponibles en la literatura y en la práctica para estimar la duración de las actividades en los proyectos de Ingeniería Civil. Para esta memoria de título se utilizó material bibliográfico como método para la recolección de información, además del uso de una plataforma en línea de generación de cuestionarios gratuitos llamada e-encuesta. Contrastando los resultados de la encuesta con la información encontrada de forma bibliográfica, se concluyó que el método más conocido y utilizado por los encuestados es el juicio de expertos. Para el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta los resultados del proyecto ya mencionado, lo que permitió comprender los diferentes métodos constructivos que se analizaron estadísticamente.

De la misma forma, Duarte y Martínez (2011), plantearon procedimientos básicos de administración y control de costos con el fin de identificar los componentes que inciden en el costo final de una obra civil, de manera de ejercer control sobre estos y obtener el mejor costo de la obra en el plazo estimado. En la investigación se utilizó como referencia el método Costo por Mil (CPM) y la Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT), además del Plan Maestro de Producción (PMP), como herramienta de ayuda para la gestión del proyecto. Se concluyó que es imprescindible elaborar procesos interrelacionados de planificación y programación para definir cada una de las actividades necesarias que constituyen la clave para

un acertado flujo de caja. En base a este proyecto se conocieron los factores que afectan en el costo de una obra civil para efectos de la presente investigación.

De igual manera, Veliz y Álvarez (2009), determinaron las aplicaciones de la estadística descriptiva en el contexto de la gerencia. Ya que la investigación es netamente documental, la recolección de información fue a través de material bibliográfico. Como resultado de este trabajo especial de grado se concluyó que las diferentes medidas descriptivas, al igual que las gráficas y tablas, tienen aplicaciones tanto en empresas públicas como privadas, las cuales fueron de mucha utilidad a la hora de resolver una situación en particular. Para efectos de esta investigación se utilizó este trabajo especial de grado como guía sobre el uso de las medidas de tendencia central que se aplicaron en el presente trabajo de grado.

Así mismo, Trinidad (2000), realizó una propuesta de vinculación de la programación de las obras de edificación con la presupuestación de las mismas, en base a su catálogo de actividades. En lo referente a la programación, se planteó la metodología del diagrama de procedencia lo cual permitió comprender como funciona el software de MS Project, obteniendo como resultado una descripción de los pasos necesarios para llevar a efecto el proceso de programación, vinculándola de forma práctica con la presupuestación fundamentada en los materiales existentes en el mercado. Este trabajo investigativo fue de utilidad para identificar las diferentes actividades necesarias para la ejecución de una obra civil.

2.2. Bases Teóricas Referenciales

2.2.1. Proyectos IPC

Es fundamental para toda organización venezolana desarrollada en el área civil, lograr la integración de las etapas que caracterizan a los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), estos últimos son considerados

por Palacios (2004), como una serie de actividades que se realizan en conjunto para lograr un fin determinado en donde es necesario el fiel cumplimiento del proceso de planificación que permita tener un mejor control de dichas actividades.

Así mismo, Barrie y Paulson (1984), señalan que los proyectos IPC, constan de tres etapas que resumen el ciclo de vida de los mismos; estas etapas están comprendidas por: la etapa de conceptualización, donde se plantean los objetivos y el alcance definidos por un análisis de mercado previo, siendo esta etapa la base sobre la cual se realiza el proyecto. La etapa de ejecución, donde se vela por el cumplimiento de tres fases denominadas ingeniería, procura y construcción. Y la etapa de arranque y operación, donde se realizan diferentes actividades que aseguren la correcta ejecución del proyecto.

Se debe mencionar que para efectos de esta investigación, fue necesario el conocimiento detallado de cada una de las etapas mencionadas, así como la definición de proyectos IPC, pues, de esta forma se pudo realizar adecuadamente el debido seguimiento a los proyectos a estudiar para poder efectuar el análisis correspondiente a cada uno de ellos.

2.2.2 Control de Costos

El factor financiero es un aspecto que se encuentra interrelacionado a los procesos de planificación y programación en la ejecución de una obra civil, por ende es necesario que se cumplan una serie de procesos para poder tener un buen control de costos. Fernández (2006), expresa que para reducir al mínimo los gastos se debe llevar un buen control de costos en un proyecto de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), partiendo del desarrollo de una base de datos que permitan la elaboración de presupuestos en función a costos estimados, siendo estos comparados a los costos actuales, permitiendo la mejora de la ejecución del proyecto. A groso

modo, conocer sobre control de costos permitirá mejorar la ejecución del análisis de los costos estimados en relación a la situación económica del país para efectos de la presente investigación.

2.2.3. Cómputos Métricos

Definido por Sandoval (2008), como “la cuantificación de la obra a ser realizada expresada en unidades de medidas”, siendo estos el fundamento principal para el cálculo de presupuestos, identificando detalladamente la cantidad de materiales necesarios para la obra. Así mismo la norma COVENIN (2000), plantea que estos pueden ser calculados haciendo uso de planos marcados y planillas de desarrollo o comprobando las cantidades utilizadas verdaderamente en la obra. Se debe destacar que los mismos jugaron un papel importante, ya que, su cálculo fue la base para el desarrollo de la presente investigación.

2.2.4 Presupuesto

Para poder determinar el costo de una obra es necesario realizar un presupuesto con anterioridad, siendo este considerado por Duarte y Martínez (2011), como una herramienta de planificación que en general implica el empleo de una gran cantidad de recursos, pues, su elaboración requiere gran detalle de control y seguimiento de obra, cumpliendo con el cronograma de trabajo con el fin de valorizar las actividades obtenidas a través de cómputos métricos. Para el desarrollo del presente trabajo de pregrado fue necesario este concepto, ya que permitió realizar recomendaciones que facilitaron la administración de ingresos y gastos en un tiempo determinado en la ejecución de un proyecto.

2.2.5 Factor de Costo Asociado al Trabajo

Considerado por Delgado (2017), como un porcentaje que indica el aumento sobre el salario del tabulador correspondientes a los beneficios

pagados por la ley, de los cuales se puede mencionar el bono de asistencia, bono alimenticio, prestaciones, vacaciones, utilidades, entre otros. Así mismo Velásquez (2017), plantea que en el Contrato Colectivo ente la Cámara Venezolana de la Construcción y la Federación de Trabajadores de la Industria de la Construcción de Venezuela se encuentran las cláusulas que definen el soporte de las variables ya mencionadas, así como las condiciones que señalan cuando aplican y cuando no. Así pues, el cálculo del mismo se realiza de la siguiente forma:

$$FCAS = \frac{TOTAL DIAS PAGADOS}{TOTAL DIAS EFECTIVAMENTE PAGADOS} - 1 \times 100 \quad \text{Ec.1}$$

2.2.6 Planos

Según Caceres y Jaimes (2007), los planos indican todos los componentes que constituyen un proyecto, representados de manera gráfica, desglosando todas las características y procesos constructivos que se necesitaran para la correcta ejecución de la obra, donde se pueden mencionar las cotas, dimensiones lineales, superficiales y volumétricas. A partir de los cuales se logró calcular las cantidades de obras y las horas hombre de cada proyecto estudiado para la presente investigación

2.2.7 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas tienen como objetivo definir junto con otros documentos las exigencias de un proyecto. De tal manera Casasola (2014), indica que las especificaciones técnicas de un proyecto precisan las normas y procedimientos a ser ejecutados en los trabajos de construcción de obras, complementando lo denotado en los planos correspondientes y en el contrato. A través de estas se logró una mejor interpretación de cada uno de los planos, para el cálculo de los cómputos métricos necesarios para efectos de este trabajo de grado.

2.2.8 Medidas de tendencia central

La finalidad de un análisis estadístico de datos es obtener información sobre las variables que se consideren y los datos existentes. Para poder llevar a cabo ese análisis se requiere la utilización de parámetros matemáticos que permitan informar sobre las variables estudiadas como lo son las medidas de tendencia central. Martínez (2000), establece que las medidas de tendencia central “permiten determinar la posición de un valor respecto a un conjunto de datos” (pág. 92), valor que suele situarse hacia el centro de la distribución de datos con el fin de resumir la información de manera conveniente con un solo número que permita describir grupos de observaciones.

De la misma forma, Freud, Williams y Perles (1990), consideran que las medidas de tendencia central también hacen referencia a la posición de aquellos parámetros que representan la información de manera resumida dentro de la distribución, independientemente de que dicha posición esté más o menos centrada, tomándose en cuenta el tipo de variable que se está estudiando. Para la presente investigación fue necesario el uso de cada una de las medidas de tendencia central, pues, estas permitieron analizar adecuadamente las características de los diferentes proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), recolectados para así poder desarrollar una estimación de costos adaptada a la realidad en Venezuela. Entre las medidas de tendencia central se encuentran: la media aritmética, la mediana y la moda.

2.2.9 La media aritmética.

Considerada por Ruiz (2004) como “el número obtenido al dividir la suma de todos los valores de la variable entre el número total de observaciones” (pág. 8), siendo esta la más común, pues, se presta para mayor manipulación e interpretación, además de poder ser empleada en

distribuciones de tipo unitario, para estos casos se le denomina media ponderada.

Sin embargo, según Rodas (2002), para determinar el grado de variabilidad o de dispersión con respecto a la misma, se aplican las medidas de variación. Estas son fundamentales en los análisis estadísticos, pues, poseen propiedades algebraicas que les permiten intervenir en relaciones matemáticas y se consideran parte de las medidas de tendencia central. Las medidas de variación fueron de gran utilidad para la presente investigación debido a que permitieron un mejor análisis de los resultados obtenidos con respecto a la media aritmética, encontrándose entre ellas: el error estándar de la media, la varianza, la desviación estándar y los intervalos de confianza.

Cabe destacar que Webster (2000), menciona que en numerosos casos la media se ve influenciada por valores extremos o valores atípicos y a diferencia de la mediana, esta puede ser afectada por las observaciones que están muy por encima o muy por debajo de ella, lo que perjudica el grado exactitud de los resultados que sea desean obtener con el estudio estadístico. El cálculo de la misma se realiza a través de la siguiente formula:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

- $\sum_{i=1}^n xi$ = sumatoria del valor $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ n = número de observaciones.
- n = número de observaciones.

2.2.10 La varianza

Anderson, Sweeney y Williams (1999), señalan que la varianza se basa en la diferencia entre cada valor y la media aritmética, por lo tanto emplean todos los valores de los datos, lo que la hace de gran utilidad para

comparar la variabilidad de dos conjuntos de datos. Así mismo, Ruiz (2004), plantea que el valor de la varianza definirá cuanta representatividad tendrá la media aritmética, pues, esta mide la mayor o menor dispersión de los valores, es decir, que cuanto mayor sea la varianza mayor dispersión existirá, siendo expresada en las misma unidades que la variable analizada, pero elevadas al cuadrado. Su cálculo se hace a través de la fórmula:

$$S^2 = \frac{(Xi-X)^2}{n-1} \text{ Ec.3}$$

Donde:

- Σ = sumatoria de:
- Xi = término del conjunto de datos.
- n = número de elementos de la muestra.
- X = media aritmética.

Tomando en cuenta el alcance de este proyecto investigativo, la varianza permitió identificar las diferenciaciones más significativas que se presentaron en los datos y variables estudiadas, y que pudieron afectar a mayor grado los resultados obtenidos de la media aritmética; así como obtener una idea aproximada de la posible causa de la variación.

2.2.11 La desviación estándar

Para Rodas (2002), la desviación típica o estándar no es más que la raíz cuadrada de la varianza, es decir, representa la variabilidad promedio de una distribución, pues, viene dada por la mayor o menor dispersión en relación a la media aritmética, obtenida a través de la raíz cuadrada de las desviaciones de los datos de la serie elevados al cuadrado en relación a su

media aritmética, determinando el promedio de las desviaciones referentes a la misma.

Así mismo Anderson, Sweeney y Williams (1999), plantean que la desviación estándar referente a la media aritmética es evaluada por una medida relativa de variabilidad denominada coeficiente de variación, que indica la relación existente entre la desviación típica de una muestra y su media, siendo este el valor de la dispersión en varios conjuntos de observaciones comparados entre sí, representando a la desviación estándar, de tal manera, esta última permitirá conocer la desviación que representan los datos en su distribución, siendo su fórmula la siguiente:

$$S = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n-1}}}{X} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

- \sum = sumatoria de:
- X_i = término del conjunto de datos.
- n = número de elementos de la muestra.
- X = media aritmética.
- $\sqrt{\quad}$ = Raíz cuadrada.

La presente definición permitió identificar y comprender cualquier desviación generada entre los costos planificados y los realmente ejecutados, por ende, fue de gran utilidad para tener una visión más acorde con la realidad de los mismos, a la hora de describirlos e interpretarlos a través del análisis llevado a cabo en el presente trabajo de investigación.

2.2.12 El error estándar de la media

Según Everitt (2003), el error estándar de la media no es más que “la desviación estándar de la distribución muestral de un estadístico” (pag. 409).

De tal forma, permite conocer con mayor exactitud la precisión de la media muestral, cuantificando las oscilaciones de la misma alrededor de la media poblacional, su cálculo se estima generalmente dividiendo la desviación estándar de la población entre la raíz cuadrada del tamaño de la muestra, según la fórmula que se presenta a continuación:

$$s_x = \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ Ec. 5}$$

Donde

- s_x = error estándar de la media.
- S = desviación estándar.
- n = número de individuos de la muestra.

Esta definición aportó una mejor visualización de la aglomeración de información con respecto a la media aritmética, permitiendo identificar la cantidad de datos y variables que se observaron en los extremos de la misma, para así alcanzar resultados óptimos y precisos referentes a cantidades de obras, análisis de costos y lapsos de ejecución de obra para efectos de la presente investigación.

2.2.13 Intervalos de confianza

Sotomayor y Wisniewski (2001), consideran que los intervalos de confianza permiten acotar un par o varios pares de valores, dentro de los cuales se encontrará un valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Del mismo modo, Marco (2019), plantea que los intervalos de confianza son presentados como un valor inferior y un valor superior en base a una media muestral, estos valores determinan un rango dentro del cual se va a localizar el parámetro poblacional. Este concepto fue de utilidad en el presente trabajo investigativo para conocer la posición de una estimación puntual buscada. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Intervalo de confianza} = X \pm s_x \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

- X = La media aritmética.
- s_x = Error estándar de la media.

2.2.14 La mediana

Definida por Bonnet (2003), como “el valor de la variable tal que, ordenada esta, divide la distribución en dos partes iguales en el sentido de acumular los datos” (pág. 32). Es considerada con menor importancia que la media aritmética debido a que sus fórmulas son rígidas, lo que hace engorrosa su aplicación.

Así mismo, Webster (2000), señala que en determinadas ocasiones la mediana es llamada media posicional, ya que, una vez las observaciones se han ordenado, queda exactamente en la mitad del conjunto de datos, la mitad de las observaciones estará por encima de la mediana, la otra mitad estará por debajo de ella.

De la misma forma, Ruiz (2004), plantea que, para aquellos casos de variables que solo admitan la escala ordinal, la mediana es la medida con mayor representación, sin embargo esta no se ve sesgada por los valores extremos, pues, solo influyen los valores centrales; por lo tanto, no intervienen todos los valores de la variable en su determinación, dicha determinación se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$MD = L_m + \frac{\frac{n}{2} - CF(X_{m-1})}{FR(X_m)} (W) \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

- $CF X_{m-1}$ = frecuencia acumulada antes del límite inferior de la clase mediana.
- $FR X_m$ = frecuencia de la clase mediana.

- L_m = límite inferior de la clase mediana.
- W = ancho del intervalo de la clase.
- n = número de datos (frecuencia total).

En el presente trabajo de investigación la mediana tuvo como finalidad resaltar el valor central de los datos, de los cuales se pueden mencionar las cantidades de obras previamente recopiladas y ordenadas, con el propósito de calcular un promedio de dichos datos de manera precisa y confiable, ya que los resultados son más acertados.

2.2.15 La moda

Según Martínez (2000), la moda es “el valor que presenta la máxima frecuencia” (pág. 107), es decir, el valor de la variable que más se repite. Cabe destacar que a veces aparecen distribuciones de variables con más de una moda (bimodales, trimodales, entre otros.), además, en distribuciones no agrupadas en intervalos se observa la columna de las frecuencias absolutas, y el valor de la distribución al que corresponde la mayor frecuencia, será la moda.

De igual manera, Ruiz (2004), considera que en la determinación de la moda no intervienen todos los valores de la distribución, además de que en algunos conjuntos, ningún valor se repite más de una vez por lo tanto en dichos casos no existe valor modal, sin embargo, la moda es una medida de fácil interpretación, pues, su cálculo es sencillo, este último se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$Moda = L_1 + \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} C \quad \text{Ec.8}$$

Donde:

- L_1 = límite inferior de la clase modal (clase que contiene a la moda).
- Δ_1 = exceso de la frecuencia modal sobre la de la clase inferior inmediata.

- $\Delta 2$ = exceso de la frecuencia modal sobre la clase superior inmediata.
- C = ancho del intervalo de clase modal.

En relación a la presente investigación, la moda se aplicó para determinar los datos y variables que presentan una mayor frecuencia, es decir, aquellos que aparecieron con regularidad considerable, a partir de los cuales se pudo determinar un índice de costos constructivos de proyectos en el área civil, con el fin de realizar valoraciones aproximadas a la realidad económica.

2.2.16 El rango

Definido por Webster (2000), como “la diferencia entre la observación más alta y la más baja”, donde, de las muchas observaciones realizadas a un conjunto de datos, solo se toman en cuenta dos, siendo ignoradas el resto de las observaciones, pero, al ser una simple resta entre dos valores, se puede considerar como una medida fácil de calcular, este concepto fue de utilidad en el presente trabajo investigativo para obtener una idea de proximidad de los datos hacia la media.

$$R = V_n - V_1 \quad \text{Ec.9}$$

Donde:

- R = rango.
- V_n = valor mayor de la variable de estudio.
- V_1 = valor menor de la variable de estudio.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Según Arias (2012), define la investigación descriptiva de la siguiente manera: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. (pag.24)

Este proyecto comprende una descripción detallada del problema que se presenta en las empresas en el área civil venezolana; para ello se aplicaron técnicas de recolección de datos, que ayudaron a una mejor obtención de la información necesaria a través de empresas consultoras para el cumplimiento de los objetivos trazados de este proyecto.

3.2 Nivel de Investigación

Según Arias (2012), define la investigación de campo de la siguiente manera:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene información pero no altera las condiciones existentes.(pag.31).

Así mismo el autor, define la investigación documental de la siguiente forma:

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas, como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (pag.27).

El diseño de investigación que se implementó es de tipo mixto, tanto documental como de campo, tomando en consideración que se dio inicio al

proceso del proyecto con los datos y materiales recolectados, es decir, planos, cómputos métricos, análisis de precio de unitario, presupuestos, entre otros ya existentes en las diferentes empresas consultoras de la región oriental venezolana.

A su vez, para lograr los objetivos propuestos para el proyecto, fue necesario la investigación y análisis de documentos referentes a proyectos de ingeniería en el área civil, aprovechando cada aporte e información obtenida para así alcanzar un perfeccionamiento a nivel estructural del presente proyecto.

3.3 Técnicas a Utilizar

3.3.1 Observación Directa

La observación directa se realizó mediante una serie de visitas específicamente a cinco empresas consultoras en el área civil venezolana, que contaran con control de costos de diferentes proyectos realizados durante los últimos 5 años. Por medio de ellas se observaron cuáles son las actividades que realiza cotidianamente el personal encargado, cómo se desarrolla el proceso de analizar costos, herramientas utilizadas, planos de los proyectos de construcción, cómputos métricos, análisis de precio unitario y cronogramas de ejecución, permitiendo así investigar directamente sobre la situación problema.

3.3.2 Revisión documental

Para el desarrollo del presente proyecto se realizaron consultas bibliográficas relacionadas con el tema en estudio, la cual incluye textos académicos, documentación electrónica (Internet) y revisión técnica de proyectos ya realizados

Así mismo, la búsqueda de información bibliográfica estuvo centrada en metodologías y estrategias ya elaboradas para el control de costos, así como también para el cálculo de presupuestos y el tiempo que se lleva

ejecutar una obra o proyecto, para así, de esta manera, determinar las diferentes variables y factores que podrían afectar de forma negativa o positiva los proyectos IPC.

3.4 Metodología Técnica

3.4.1 Computadora SAMSUNG, Windows 7

Equipo que será usado para la elaboración general del presente trabajo de investigación, ya que cuenta con el paquete computacional Office el cual permitirá un mejor desarrollo del mismo, pues otorga una mayor facilidad al momento de redactar, recopilar, almacenar y transcribir la información necesaria.

3.4.2 Disco Duro Portátil

Fue de utilidad para el almacenamiento de todos los proyectos IPC recaudados con la colaboración de las diferentes empresas consultoras, debido a que fueron evaluados una gran cantidad de proyectos, por lo tanto es necesario disponer de suficiente espacio de almacenamiento con el cual no cuenta la computadora SAMSUNG.

3.4.3 Foxit PhantomPDF

Mediante el software Foxit PhantomPDF se visualizaron y evaluaron los planos, diseños y medidas de los proyectos, ya que, dicho programa proporciona la capacidad de editar archivos PDF y así poder organizarlos y manipularlos rápidamente con el fin de respaldar los flujos de trabajo, siendo de utilidad para el desarrollo de la presente investigación.

3.4.4 AUTOCAD Civil 3D 2017

Se utilizó el programa AUTOCAD 2017, como herramienta que permitió visualizar de manera detallada y analizar los diferentes planos de cada uno de los proyectos IPC a evaluar, ya que, el mismo facilita la

medición y el cálculo de cantidades de obra, siendo de utilidad para el desarrollo de los objetivos I y II del presente trabajo de investigación.

3.4.5 WWW.VENEZUELA.WORKINGDAYS.ORG

El sitio web www.venezuela.workingdays.org fue de gran utilidad para conocer la cantidad de días existentes entre dos fechas determinadas. Así mismo, indica la cantidad de días laborables, excluyendo los días feriados y fines de semana, información necesaria para el registro y cálculo de los intervalos entre revisión de planos y de toda la documentación técnica recopilada.

3.4.6 GOOGLE FORMS

La aplicación Google Forms se utilizó como herramienta para realizar una encuesta que permitió adquirir estadísticas sobre la opinión de un grupo de personas, facilitando el trabajo de tabulación, ya que, al realizar esta encuesta de manera online los datos ingresados son almacenados en una hoja de cálculo que permite la obtención de datos de una manera práctica.

3.4.7 PAQUETE COMPUTACIONAL OFICCE

El paquete computacional Oficce sirvió como herramienta para el registro y desarrollo de la información, específicamente el “software” Excel que permitió la creación de formatos con lineamientos y fórmulas específicas correspondientes a cada material para el cálculo de los cómputos métricos propios de cada proyecto, así como también se crearon formatos para el registro y cálculo de los intervalos entre revisión de planos y de toda la documentación técnica recopilada.

3.4.8 MAPREX

Para generar los valores presupuestarios, se utilizó el “software” MAPREX, suministrando así cada una de las totalizaciones en costos por

cada proyecto, tomando en cuenta los impuestos, el factor de gastos administrativos, el factor de costo asociado al salario, etc. Además de considerarse una base de datos que conto con las codificaciones de partidas establecidas en la norma COVENIN (2000).

3.4.9 IBM SPSS Statistics 25

Se aplicó la versión 25 del programa IBM SPSS Statistics, creado por Norman H. Nie, C. Hadlai (Tex) Hull y Dale H. Bent en 1968, como “software” de análisis estadístico para el desarrollo del objetivo IV, ya que presenta las funciones necesarias para realizar el proceso analítico de principio a fin, el cual incluye un amplio rango de procedimientos y técnicas para tomar mejores decisiones en el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y RESULTADOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se dividió el proceso en dos etapas; la etapa I, que se fundamenta en el estudio en base a la ingeniería de cada uno de los proyectos recopilados, y la etapa II, definida por el análisis de las metodologías aplicadas para los cálculos referentes a las fases de construcción de dichas obras.

4.1 Proyectos de ingeniería en el área civil venezolana.

A propósito del cumplimiento de los objetivos de la investigación, se llevó a cabo la recolección de información referente a proyectos de ingeniería en el área civil venezolana, realizados en cinco empresas consultoras de la región oriental de Venezuela, ejecutados en los últimos 5 años. De igual manera, se registró la información con el fin de organizarla y obtener un mejor entendimiento de la misma.

4.1.1 Requerimientos para la elaboración de un proyecto IPC

En cuanto a los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), son considerados como una serie de actividades relacionadas entre sí, que al ser ejecutadas logran un fin determinado, en donde es necesario el cumplimiento estricto del proceso de planificación que permita tener un mejor control de dichas actividades, ya que, es esencial para toda organización venezolana desempeñada en el área civil, lograr la integración de las etapas que caracterizan a los proyectos IPC. Así mismo, son las consultoras las encargadas de elaborar los diferentes proyectos, además de implementar planes de gestión y generar procesos de control, que dan impulso para cumplir las metas deseadas en el tiempo establecido y dentro del presupuesto estimado.

Por lo tanto, se realizaron visitas a las diferentes empresas consultoras de la región oriental venezolana, con el propósito de solicitar su colaboración con respecto al suministro de documentos técnicos digitales, correspondientes a los diversos proyectos (IPC), generados y desarrollados durante los últimos 5 años, de tal manera, se obtuvo la información necesaria sobre los productos técnicos recopilados mostrados en la Tabla 1 que representan el espacio muestral para el análisis de cada una de las características y requerimientos de los proyectos de ingeniería en el área civil. Cabe destacar, que los productos técnicos de gran magnitud están compuestos por diversos sub-proyectos que fueron contabilizados con la finalidad de obtener una mejor comprensión de la ejecución de los mismos.

Tabla 1: Recopilación de productos técnicos.

| PROYECTOS | CANTIDAD DE SUBPROYECTOS | CANTIDAD DE PLANOS | CANTIDAD DE DOCUMENTOS |
|---|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Urbanismo el Cigarrón | 7 | 86 | 8 |
| OCEMI ICA pto fase I y II Morichal I | 3 | 36 | 18 |
| Incremento de capacidad de almacenamiento crudo Morichal II | 12 | 148 | 54 |
| OCEMI pto Tivenca I | 6 | 77 | 34 |
| OCEMI pto Tivenca II | 5 | 56 | 24 |
| Planta Termoeléctrica | 7 | 270 | 225 |
| Obras Complementarias | 4 | 135 | 54 |
| Manejo y disposición de crudo oriente (MADCO) | 3 | 11 | 3 |
| Vialidad | 1 | 7 | 1 |
| Red de aguas servidas | 1 | 1 | 4 |
| Red de aguas blancas | 1 | 1 | 4 |
| Casa unifamiliar | 1 | 11 | 3 |
| Policlínico Valle San Rafael | 1 | 14 | 5 |
| Proyecto clínico | 1 | 15 | 3 |

Fuente: Autores.

En el mismo orden de ideas, en la tabla anterior se muestra las cantidades de documentos técnicos que componen los proyectos, en los

cuales se basa el desarrollo de cada ingeniería de detalle, de los mismos se definen las exigencias y alcances de cada proyecto, en los que se especifican las normas y procedimientos a ser ejecutados en los trabajos de construcción de obras, además de indicar todos los componentes representados de manera gráfica, desglosando todas las características y procesos constructivos. Entre los documentos técnicos recopilados se pueden mencionar: planos, especificaciones técnicas, memorias de cálculos, lista de materiales, cómputos métricos, entre otros.

En adición a lo antes descrito, los sub-proyectos que componen los productos técnicos presentan diferentes características que definen la ejecución de cada obra según su forma constructiva, por lo que se agruparon según sus características y cualidades para organizar la información y facilitar una mejor comprensión de la misma, como se observa en la figura 1. En la cual, se visualiza que las edificaciones de concreto, edificaciones de acero y carreteras están por encima del 19%, mientras que el resto de las obras se encuentran por debajo del 13 %.

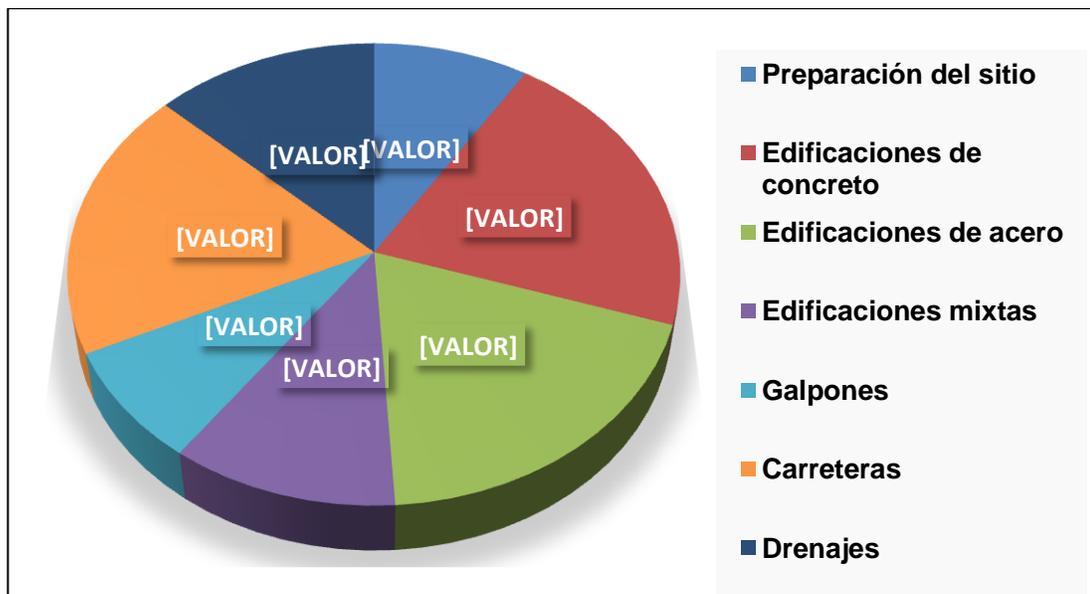


Figura 1: Distribución de sub-proyectos. Fuente: Autores.

4.2 Lapsos de ejecución asociados a proyectos de ingeniería.

Continuando con el desarrollo de la investigación, se procedió a reconocer los lapsos de ejecución de los productos técnicos asociados a los proyectos recopilados en la tabla anterior, aplicando la revisión de los documentos correspondientes a dichos proyectos, en sus lapsos de desarrollo y ejecución, en donde se incluyen productos técnicos como los planos, documentos, especificaciones técnicas, memorias de cálculos, entre otros, para así cuantificar y determinar las horas-hombres necesarias en el desarrollo de los productos, para establecer los lapsos de tiempo que se muestran en dichos documentos.

4.2.1 Revisión técnica de documentos asociados a un proyecto.

Los documentos y planos técnicos de un proyecto son definidos o elaborados por una consultora de construcción, la cual cuenta con un organigrama en donde cada departamento o áreas que integran la organización, asumirá la responsabilidad de desarrollar y efectuar las diferentes revisiones a cada uno de los documentos técnicos, así como también realizar correcciones en caso de ser necesario, todo esto bajo la aprobación del nivel más alto dentro de la línea de jerarquía.

De igual manera, los estándares nacionales de desarrollo de ingeniería cuentan con la posibilidad de indicar en los documentos técnicos la trazabilidad de las revisiones efectuadas, así como las fechas en que se realizaron las mismas. Ya que cada producto, primordialmente los planos, son emitidos aptos para construcción al completar las diferentes revisiones, así pues, según el estándar, las revisiones ejecutadas antes de la aprobación se identifican con letras, una vez aprobados para construcción se emiten con una nueva revisión que se le denomina “cero”, sin embargo, puede suceder que se reciba información que lleve a cabo modificar los planos, forzando

así, nuevas revisiones las cuales se identifican con números para distinguirlas de las anteriores.

Tabla 2: Registro de horas-hombres.
CONSTRUCCIÓN: POLICLINICO VALLE SAN RAFAEL

| Tipo de documento | Numero de revisiones | Intervalos | Días trabajados | Horas trabajadas |
|--|-----------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| PLANO: PLANTA ARQUITECTONICA DE DISTRIBUCIÓN +0,10 | A- septiembre 2017 | A-b | 21 | 168 |
| | B- septiembre 2017 | B-0 | 1 | 8 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: PLANTA ARQUITECTONICA DE DISTRIBUCIÓN +3,10/6,10 | A- septiembre 2017 | A-B | 21 | 168 |
| | B- septiembre 2017 | B-0 | 1 | 8 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: ARQUITECTURA, FACHADA Y CORTES | A- septiembre 2017 | A-B | 21 | 168 |
| | B- septiembre 2017 | B-0 | 1 | 8 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: PLANTA DE ENVIGADO DE FUNDACIÓN +100 Y DETALLES | A- septiembre 2017 | A-B | 42 | 336 |
| | 0- octubre 2017 | B-0 | 22 | 176 |
| | 1- noviembre 2017 | 0-1 | | |
| PLANO: PLANTA DE ENVIGADO DE ENTREPISO +3100/+6100 | A- septiembre 2017 | A-0 | 42 | 336 |
| | 0- octubre 2017 | 0-1 | 22 | 176 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: DETALLES DE CONEXIÓN DE ESCALERAS | A- septiembre 2017 | A-0 | 42 | 336 |
| | 0- octubre 2017 | 0-1 | 22 | 176 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: PORTICOS | A- septiembre 2017 | A-0 | 42 | 336 |
| | 0- octubre 2017 | 0-1 | 22 | 176 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS BLANCAS | A- septiembre 2017 | A-0 | 21 | 168 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: ISOMETRIA DE DISTRIBUCIÓN Y DE AGUAS BLANCAS DETALLES | A- septiembre 2017 | A-0 | 21 | 168 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: PLANTA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS NEGRAS | A- septiembre 2017 | A-0 | 21 | 168 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| PLANO: PLANTA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS DE LLUVIAS | A- septiembre 2017 | A-0 | 21 | 168 |
| | 0- septiembre 2017 | 0-1 | 43 | 344 |
| | 1- noviembre 2017 | | | |
| HORAS TOTALES= | | | | 5.656 |

Fuente: Autores.

Por consiguiente, se procedió a revisar cada documento técnico, para posteriormente realizar un registro de los mismos, indicando los números de revisiones, intervalos de tiempo y días trabajados como se muestra en la Tabla 2, que representa un ejemplo del formato utilizado en dicho registro, realizado a todos los proyectos recolectados. Cabe destacar, que el cálculo de las horas-hombres se efectuó al multiplicar la cantidad de horas laborales diarias correspondientes, es decir, 8 horas de trabajo; por la cantidad de días trabajados, en donde se excluyeron los días feriados y los fines de semana; para posteriormente realizar una sumatoria de las cantidades obtenidas.

Sin embargo, en su mayoría, los productos técnicos estudiados, se caracterizaron por presentar periodos muy prolongados entre los lapsos de revisión, excediendo el tiempo máximo de 15 días según sus estándares de revisión; debido a que los mismos se vieron afectados por la paralización de ejecución de la ingeniería, siendo reactivados incluso hasta un año después. Por lo tanto, la estimación de horas-hombres trabajadas con respecto a todos los proyectos recolectados, se consideró no factible, por lo tanto, ninguno de los resultados obtenidos fueron tomados en cuenta.

4.2.2 Análisis de los lapsos de ejecución de productos técnicos mediante encuesta diagnóstica.

Seguidamente, se procedió a realizar una encuesta o sondeo diagnóstico vía correo electrónico, Anexo A.1 para obtener información referente a los lapsos de ejecución, directamente de los individuos que desarrollan este tipo de trabajo, profesionales especializados en el área. El cuestionario aplicado se encuentra compuesto por dos (02) preguntas, referentes a los lapsos de desarrollo de documentos técnicos de un proyecto de ingeniería, presentando opciones múltiples de respuesta de acuerdo al tipo de documento y el tiempo estimado para su elaboración y desarrollo. En la Tabla 3 se muestra la ficha técnica con los datos más resaltantes del

cuestionario aplicado para determinar los lapsos de desarrollo de cada producto en específico.

Tabla 3: Ficha técnica de los datos de la encuesta.

| DATOS | VARIABLE |
|---------------------------|---|
| Nombre del estudio: | Identificación de lapsos de los productos técnicos que componen un proyecto IPC. |
| Grupo objetivo: | Profesionales entre arquitectos e ingenieros especializados en el área civil, eléctrica, mecánica e instrumentista. |
| Plataforma utilizada: | Google Forms. |
| Medio de difusión: | Correo electrónico. |
| Número de preguntas : | 02 |
| Cantidad de invitaciones: | 150 |
| Cantidad de encuestados: | 100 |

Fuente: Autores.

En el mismo orden de ideas, se presentan los resultados obtenidos a través de la encuesta sobre los lapsos de elaboración de productos técnicos que componen un proyecto IPC. Así mismo, a través de las preguntas se determinó el tiempo estimado para la elaboración de la documentación técnica de un proyecto IPC, es importante mencionar que las dos preguntas realizadas fueron de opción múltiple, por lo tanto los resultados obtenidos se reflejan en diversas gráficas, las cuales se muestran a continuación:

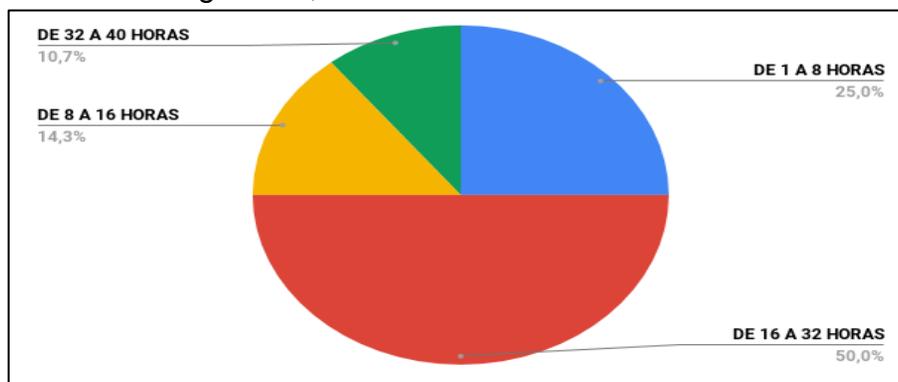


Figura 2: Tiempo estimado para elaboración de documento de alcance, medición y forma de pago. Fuente: Autores

Considerando lo anterior, en la Figura 2 se observa que, para los documentos de Alcance, Medición y forma de pago, se obtuvo que un 50% de los encuestados requiere de 16 a 32 horas para la elaboración de dichos documentos, mientras que el 25% de 1 a 8 horas, un 14,3% de 8 a 16 horas y tan solo un 10,7% necesita de 32 a 40 horas.

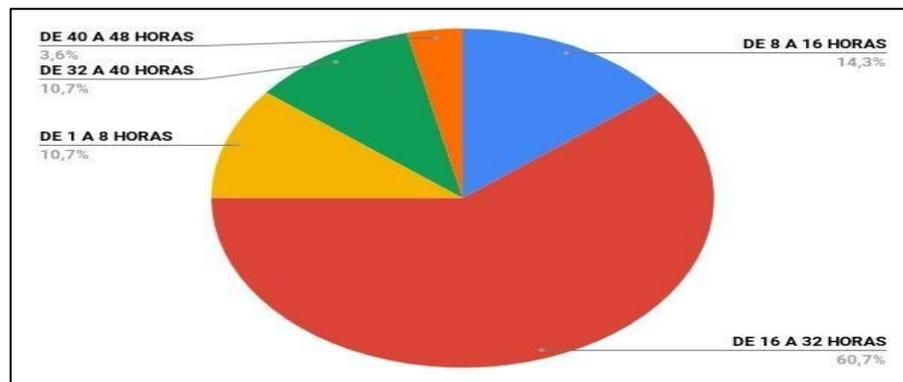


Figura 3: Tiempo estimado para elaboración de documento base y criterios de diseño.
Fuente: Autores.

Así mismo, se estudia el tiempo estimado para la elaboración de bases y criterios de diseño (Ver figura 3) en donde el 60,7% de los encuestados requiere de 16 a 32 horas, seguidamente un 14,3% de 8 a 16 horas, mientras que un 10,7% estima de 32 a 40 horas, igualmente, para un lapso de 1 a 8 horas se obtuvo otro 10,7% y por ultimo un 3,6% para 40 a 48 horas.

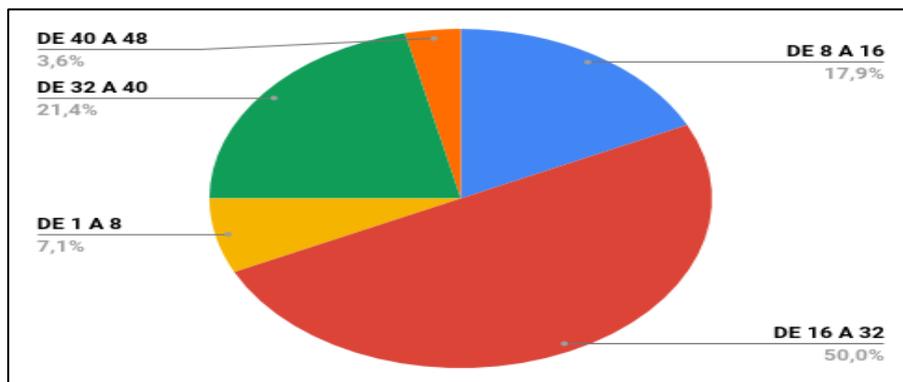


Figura 4: Tiempo estimado para elaboración de documento especificaciones técnicas.
Fuente: Autores.

Simultáneamente, en la Figura 4 se observa que, para las especificaciones técnicas de un proyecto, un 50% de los encuestados estima un intervalo de 16 a 32 horas, un 21,4 % requiere de 32 a 40 horas, seguido de un 17,9 % que considera necesario de 8 a 16 horas, un 7,1% para 1 a 8 horas y un 3,6% referente a un intervalo de tiempo de 40 a 48 horas.

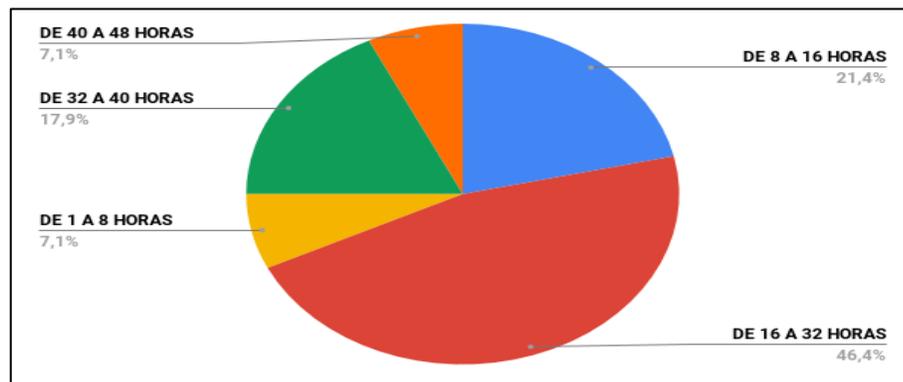


Figura 5: Tiempo estimado para elaboración de documento estimado de costos.
Fuente: Autores.

Igualmente, en la figura 5 se visualiza que para la elaboración de estimados de costo, un 46,4 % de los encuestados requieren de 16 a 32 horas, un 21,4% considera necesario un intervalo de 8 a 16 horas, un 17,9% de 32 a 40 horas, un 7,1% de 1 a 8 horas y por ultimo otro 7,1% que estima un lapso de 40 a 48 horas para la elaboración del documento en cuestión.

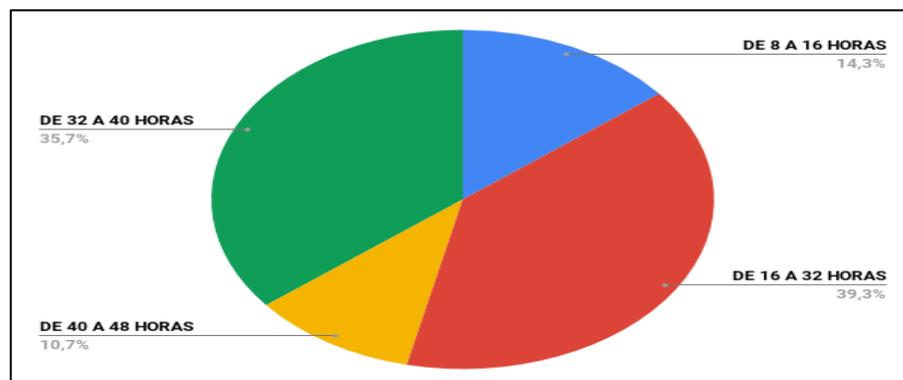


Figura 6: Tiempo estimado para elaboración de documento cómputos métricos.
Fuente: Autores.

De la misma forma, se evalúa el tiempo necesario para la elaboración de cómputos métricos (ver Figura 6), en donde un 39,3% de los encuestados respondió que se requiere un lapso de 16 a 32 horas, seguidamente un 35,7% para un intervalo de 32 a 40 horas, un 14,3% para 8 a 16 horas y tan solo un 10,7% estima un periodo de 40 a 48 horas.

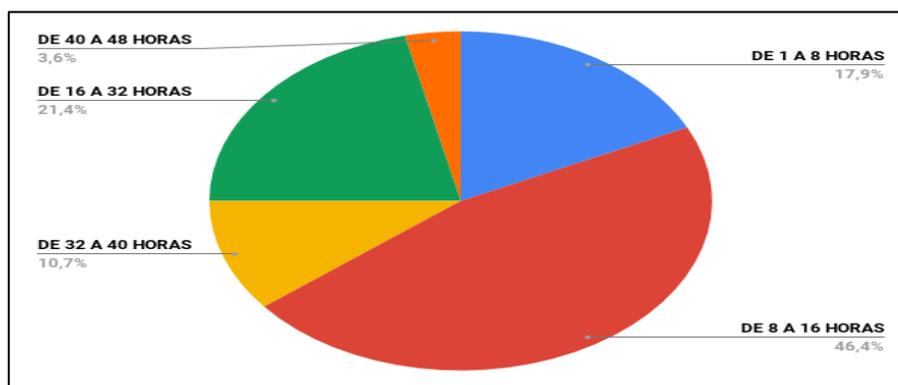


Figura 7: Tiempo estimado para elaboración de documento hoja de datos. Fuente: Autores.

En el mismo orden de ideas, en la Figura 7 se observan los resultados obtenidos con respecto a la elaboración de hoja de datos, donde un 46,4% de los encuestado necesita un periodo de 8 a 16 a horas, un 17,9% requiere de 1 a 8 horas, un 21,4% de 16 a 32 horas, un 10,7% de 32 a 40 horas, mientras que un 3,6% para un lapso de tiempo de 40 a 48 horas.

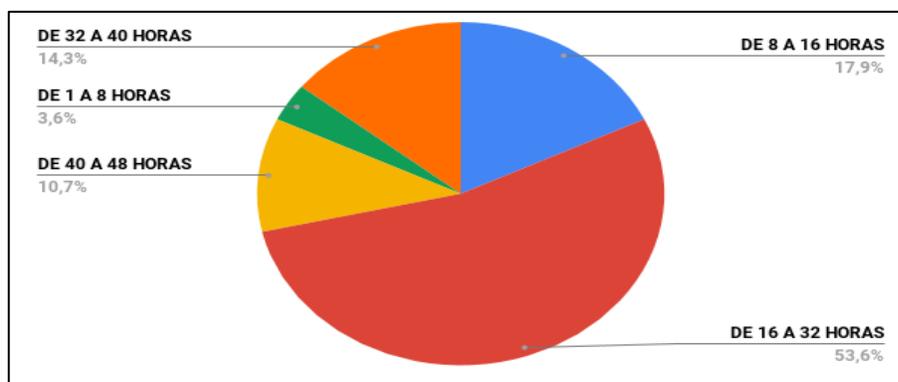


Figura 8: Tiempo estimado para elaboración de documento revisión de estudios topográficos, geotécnicos, etc. Fuente: Autores.

Ahora bien, en la Figura 8 se visualizan los resultados referentes a los informes de revisión de estudios (topográficos, geotécnicos, entre otros) donde un 53,6% de los individuos encuestados requiere un lapso de 16 a 32 horas para su elaboración, un 17,9% de 8 a 16 horas, un 14,3% de 32 a 40 horas, un 10,7% de 40 a 48 horas así como un 3,6% referente a de 1 a 8 horas.

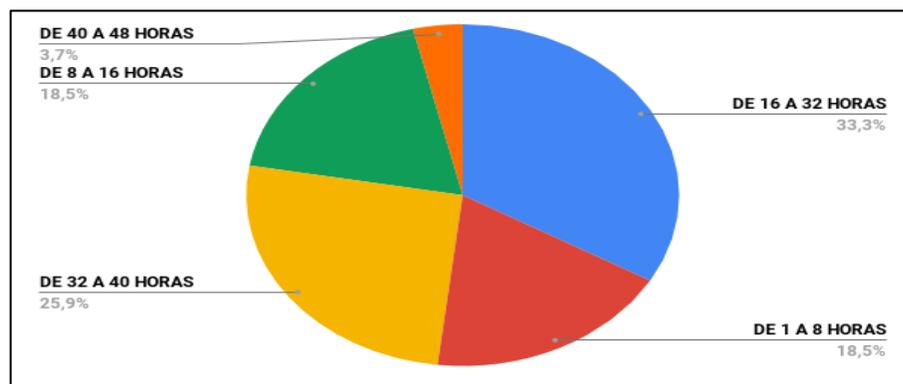


Figura 9: Tiempo estimado para elaboración de documento lista de materiales. Fuente: Autores.

Simultáneamente, en la Figura 9 se observa que, para la elaboración de las listas de materiales de un proyecto, un 33,3% de los encuestados estima un intervalo de 16 a 32 horas, un 25,9% requiere de 32 a 40 horas, seguido de un 18,5 % que considera necesario los periodos de 8 a 16 horas y 1 a 8 horas y un 3,7% referente a un intervalo de tiempo de 40 a 48 horas.

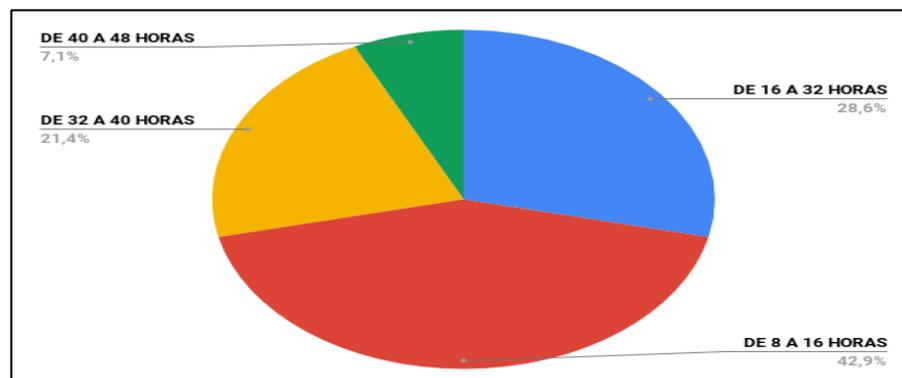


Figura 10: Tiempo estimado para elaboración de documento memoria de cálculo. Fuente: Autores.

Así mismo, se estudia el tiempo estimado para la elaboración de memoria de cálculo (Ver Figura 10) en donde el 42,9% de los encuestados requiere de 8 a 16 horas, seguidamente un 28,6% respondió de 16 a 32 horas, mientras que un 21,4% estima de 32 a 40 horas, y por ultimo un 7,1% para un lapso de 40 a 48 horas.

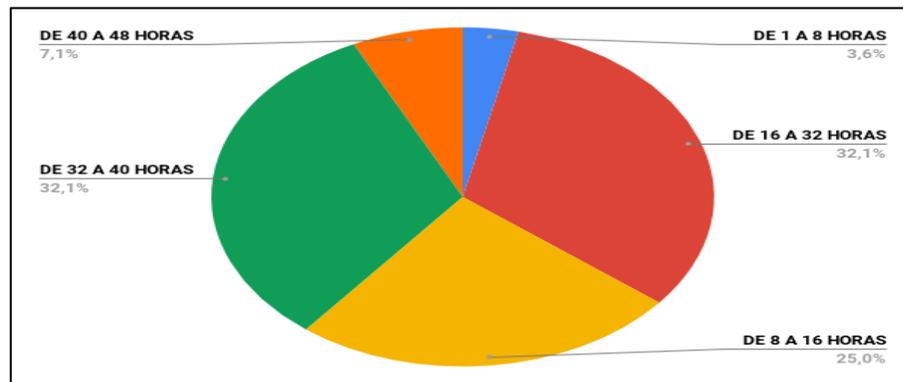


Figura 11: Tiempo estimado para elaboración de documento memoria descriptiva. Fuente: Autores.

Igualmente, en la Figura 11 se visualiza que para la elaboración de memorias descriptivas, un 32,1% de los encuestados requieren de 16 a 32 horas y 32 a 40 horas, un 25% considera necesario un intervalo de 8 a 16 horas, un 7,1% de 40 a 48 horas y por ultimo un 3,6% que estima un lapso de 1 a 8 horas para realizar del documento en cuestión.

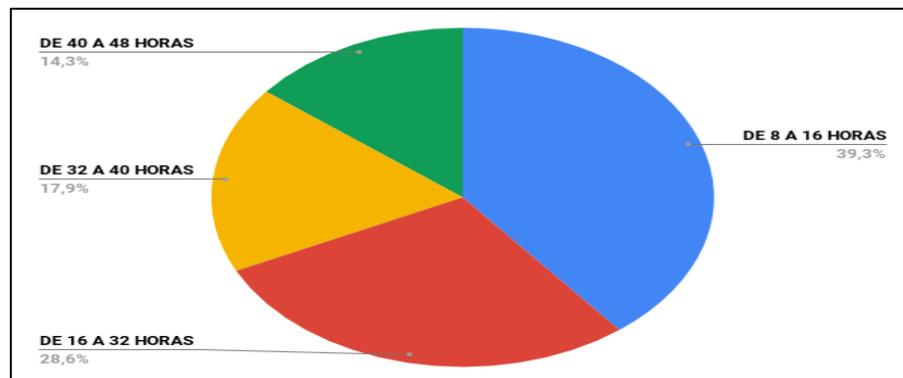


Figura 12: Tiempo estimado para elaboración de plano de detalle. Fuente: Autores.

De la misma forma, se evalúa el tiempo necesario para la elaboración de planos de detalle (ver Figura 12), en donde un 39,3% de los encuestados respondió que se requiere un lapso de 8 a 16 horas, seguidamente un 28,6% para un intervalo de 16 a 32 horas, un 17,9% para 32 a 40 horas y tan solo un 14,3% estima un periodo de 40 a 48 horas.

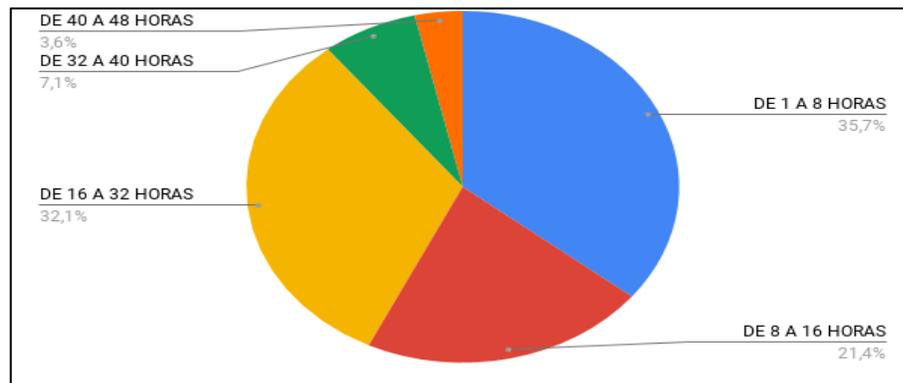


Figura 13: Tiempo estimado para elaboración de plano de elevación. Fuente: Autores.

En el mismo orden de ideas, en la Figura 13 se observan los resultados obtenidos con respecto a la elaboración de un plano de elevación, donde un 35,7% de los encuestado necesita un periodo de 1 a 8 a horas, un 21,4% requiere de 8 a 16 horas, un 32,1% de 16 a 32 horas, un 7,1% de 32 a 40 horas, mientras que un 3,6% para un lapso de tiempo de 40 a 48 horas.

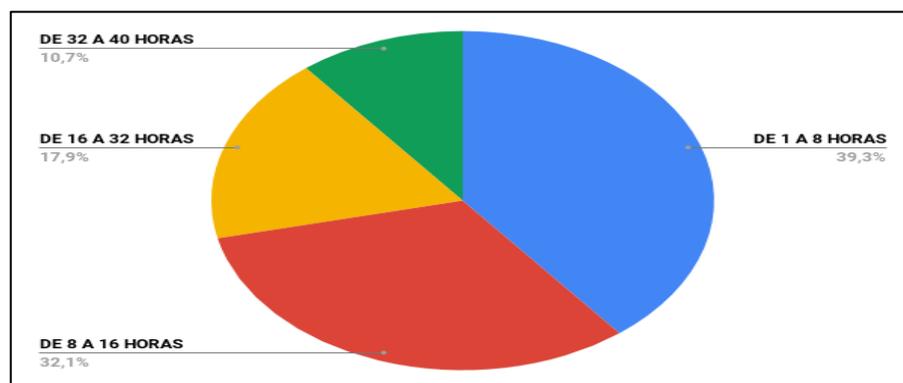


Figura 14: Tiempo estimado para elaboración de plano de planta. Fuente: Autores.

A su vez, en la Figura 14 se observa que, para la elaboración de planos de planta de un proyecto, un 39,3% de los individuos encuestados estima un intervalo de 1 a 8 horas, un 32,1% requiere de 8 a 16 horas, seguido de un 17,9 % que considera necesario un periodo de 16 a 32 horas para elaborar los planos y un 10,7% referente a un intervalo de tiempo de 32 a 40 horas.

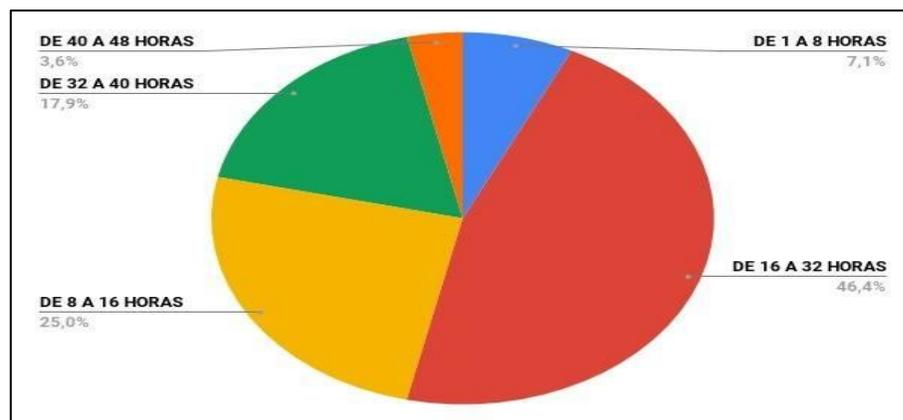


Figura 15: Tiempo estimado para elaboración de documento informe de levantamiento en campo. Fuente: Autores.

Igualmente, en la Figura 15 se observa que, para los informes de levantamiento de campo, se obtuvo que un 46,4% de los encuestados requiere de 16 a 32 horas para la elaboración de dichos documentos, mientras que el 25% estima un periodo de 8 a 16 horas. Igualmente, un 17,9% respondió que para la realización del documento en cuestión se necesita un lapso de 32 a 40, un 7,1% considera necesario un periodo de 1 a 8 horas y tan solo un 3,6% precisa de 40 a 48 horas.

Una vez analizados cada uno de los resultados obtenidos en la encuesta, se observó que, en general, la mayoría de los documentos técnicos estudiados, pueden ser elaborados en un intervalo de 8 a 40 horas, igualmente, cada uno de los lapsos de ejecución de los productos técnicos asociados en proyectos IPC, identificados y evaluados anteriormente se muestran a continuación en la tabla 4:

Tabla 4: Resumen de resultados de encuesta.

| TIPOS DE DOCUMENTOS TÉCNICOS | TIEMPO DE EJECUCIÓN EN HORAS |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| PLANO DE PLANTA | 8 A 40 |
| PLANO DE ELEVACIÓN | 8 A 48 |
| PLANO DE DETALLE | 8 A 40 |
| COMPUTOS MÉTRICOS | 16 A 32 |
| MEMORIA DESCRIPTIVA | 8 A 40 |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | 16 A 32 |
| BASE Y CRITERIOS DE DISEÑO | 16 A 40 |
| ALCANCE, MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO | 8 A 40 |
| LISTA DE MATERIALES | 16 A 40 |
| INFORME DE REVISIÓN DE ESTUDIOS | 8 A 40 |
| ESTIMADOS DE COSTO | 8 A 40 |
| HOJA DE DATOS | 8 A 40 |
| MEMORIA DE CALCULO | 8 A 32 |
| INFORME DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO | 8 A 32 |

Fuente: Autores.

4.3 Selección de las diferentes actividades realizadas en la ejecución de proyectos de ingeniería, en función a las cantidades de obras.

Durante el proceso de selección de las diferentes actividades en la ejecución de proyectos de ingeniería en el área civil venezolana, fue indispensable el cálculo de los cómputos métricos, correspondientes a cada proyecto, para posteriormente ser registrados y codificados en función de los lineamientos establecidos en la norma COVENIN (2000); a partir de los cuales se elaboraron una serie de presupuestos, en donde se tomaron en cuenta las consideraciones establecidas en el Contrato Colectivo de la Construcción. De la misma manera, se determinaron valores técnicos para cada una de las actividades planteadas en los presupuestos, los cuales fueron organizados, permitiendo que estos funcionen como referencia para la determinación de las cantidades de obras de una construcción en particular.

De igual manera, la normativa ya mencionada establece los parámetros que deben considerarse para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos a ser tomados en cuenta en el área de la construcción. Cabe destacar que la COVENIN (2000) tiene alcance a lo largo de la extensión del territorio de la República Bolivariana de Venezuela, y su última edición fue en el año 2004.

Así mismo, de acuerdo a la revisión documental realizada, la codificación aplicada a las diferentes partidas correspondientes a los presupuestos de cada proyecto, está fundamentada en los requerimientos que establece la norma ya mencionada, así como el cálculo de los cómputos métricos que determinan las cantidades de obra necesarias para la fabricación, montaje y construcción de las nuevas edificaciones que se ejecuten en el territorio nacional.

4.3.1 Registro y selección de variables de medición.

Es importante mencionar, que los cómputos métricos representan la contabilización y medición de longitudes, áreas y volúmenes que precisan del manejo de fórmulas geométricas para su cálculo. Así mismo, el trabajo de medición puede ser efectuado de dos maneras: sobre la obra o sobre los planos, ya que, la obra debe ser teóricamente igual a los planos, por lo tanto, los criterios que se aplican a la primera forma son valederos para la otra.

Atendiendo a estas consideraciones, el cálculo de los cómputos métricos de los proyectos estudiados se realizó a través de la medición de los diferentes elementos constructivos reflejados en los planos, tomando en cuenta cada uno de los detalles, además de los requerimientos indicados en las especificaciones técnicas u otros documentos referentes a cada proyecto, dichas cantidades de obras fueron registradas junto a su respectiva descripción de partidas, codificación y unidad de medición de las mismas.

Cabe destacar, que en la norma COVENIN (2000), se encuentran las partidas más usuales, pero en caso de ser necesario, se pueden generar nuevos códigos, descripción y unidad de medición que se requieran, mediante la agrupación lógica de las diferentes variables y siguiendo los lineamientos de elaboración de partidas que figuran al final de cada capítulo.

Por consiguiente, durante el proceso de organización de información se procedió a estructurar un formato en donde se plasmaron los códigos, descripción de partidas y unidad de medición de las mismas, referentes a cada proyecto, en base a los lineamientos establecidos en la norma COVENIN (2000). Es importante señalar, que algunas partidas no se encontraban presentes en la norma, por lo que fue necesario la creación de nuevos códigos, siguiendo los criterios que indica la misma. En el Anexo B.1 se presenta los códigos creados como propuesta de mejora a considerar para futuras actualizaciones de la norma COVENIN (2000).

Es importante mencionar, que para cada uno de los productos técnicos recolectados se realizó el cálculo de los cómputos métricos, elaborados según lo reflejado en toda la documentación técnica correspondiente a cada uno de ellos, tomando en cuenta todos los detalles constructivos, además de los requerimientos indicados en las especificaciones técnicas, dichas cantidades de obras fueron registradas como se menciona anteriormente.

4.3.2. Elaboración de presupuestos.

Durante la elaboración de presupuestos a partir de los cómputos métricos ya mencionados, se lograron expresar en términos financieros cada uno de los recursos necesarios para la ejecución de cada proyecto. Es importante mencionar que para los proyectos de ingeniería de mayor magnitud, fue necesario la elaboración de diferentes presupuestos correspondientes a todos los sub-proyectos que constituyen el proyecto en general, teniendo como resultado una serie de presupuestos varios

referentes a un solo proyecto, en donde cada uno de ellos cuenta con una casilla que indica los metros cuadrados (m²) que ocupa dicha construcción, como se muestra en la tabla 5 que representa un presupuesto modelo.

Tabla 5: Presupuesto galpón bombas.

| PRESUPUESTO | | | | | | M2: | 385,8 |
|------------------------------------|---|--------|----------|-----------------|--------------|-----|-------|
| Part No. | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total Bs.S. | | |
| C03 - PREPARACION DEL SITIO | | | | | | | |
| 1 | C.2.6 REPLANTEO DE OBRA | m2 | 385,8 | 4.304,16 | 1.660.544,93 | | |
| OBRAS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 2 | E111220000 CONSTRUCCION PROVISIONAL CONVENCIONAL DE DEPOSITOS SIN FRISO NI CIELO RASO | m2 | 5 | 548.362,61 | 2.741.813,05 | | |
| 3 | E111400000 CONSTRUCCION PROVISIONAL CONVENCIONAL DE SANITARIOS. | m2 | 5 | 1.440.617,38 | 7.203.086,90 | | |
| C10 - MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | |
| 4 | C.038000106 EXCAVACION A MANO PARA ESTRUCTURAS PARA LA PREPARACION DEL SITIO, A MAS DE 3 m DE PROFUNDIDAD, APILAMIENTO Y/O BOTE HASTA 200 MTS. INCLUYE CARGA CON EQUIPO LIVIANO | m3 | 88,74 | 39.249,25 | 3.482.821,45 | | |
| 5 | C.100400200 CONSTRUCCION DE RELLENO COMPACTADO CON PASO DE MAQUINA | m3 | 46 | 2.418,53 | 111.252,38 | | |
| 6 | C.108201406 TRANSPORTE URBANO EN CAMIONES, A DISTANCIAS MAYORES DE 200 mt. DE MATERIALES RELATIVOS A MOVIMIENTO DE TIERRAS, A DISTANCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 5 Y 6 km MEDIDO POR SECCIONES (EN SU POSICION ORIGINAL). | m3xkm | 42,74 | 507,51 | 21.688,95 | | |
| INFRAESTRUCTURA | | | | | | | |
| 7 | E311110150 EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS U OTROS, HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 M. | m3 | 5,68 | 20.865,98 | 118.602,23 | | |
| 8 | E230000000 CONSTRUCCION DE RELLENO COMPACTADO CON PASO DE MAQUINA | m3 | 7,28 | 993,47 | 7.230,47 | | |
| 9 | C.108200401 TRANSPORTE NO URBANO EN CAMIONES, A DISTANCIAS MAYORES DE 200 MT., DE MATERIALES RELATIVOS A MOVIMIENTO DE TIERRA A DISTANCIAS DE HASTA 1 KM, MEDIDO POR SECCIONES (EN SU POSICION ORIGINAL). | m3xkm | 1,59 | 1.843,51 | 2.938,55 | | |

Fuente: Autores.

Continuación de Tabla 5: Presupuesto galpón bombas.

| PRESUPUESTO | | | | | | M2: | 385,8 |
|-----------------------------|--|--------|----------|-----------------|--------------|-----|-------|
| Part No. | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total Bs.S. | | |
| 10 | E801200000 CONSTRUCCION DE BASES Y SUB-BASES DE PIEDRA PICADA. | m3 | 3,69 | 223.298,68 | 824.418,73 | | |
| 11 | E325000120 CONCRETO DE F'C 200 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCION DE VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES Y FUNDACIONES DE PARED. [CONCRETO PREPARADO EN OBRA] | m3 | 1,9 | 113.610,16 | 216.086,52 | | |
| 12 | E341010110 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO CORRIENTE, EN CABEZALES DE PILOTES, BASES Y ESCALONES, PEDESTALES, VIGAS DE RIOSTRA, TIRANTES, FUNDACIONES DE PARED, LOSAS DE FUNDACION Y BASES DE PAVIMENTO. | m2 | 18,6 | 40.781,48 | 758.535,53 | | |
| 13 | E351120210 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY 4200 kgf/cm2, UTILIZANDO CABILLA NO.4 A NO.7 (1/2" A 7/8"), PARA INFRAESTRUCTURA | kgf | 233,54 | 1.675,95 | 391.398,01 | | |
| LOSA DE PISO | | | | | | | |
| 14 | E333315125 LOSA MACIZA, E=15 CM CON CONCRETO F'C 250 KGF/CM2 A LOS 28 DIAS, ACABADO CORRIENTE. | | | | | | |
| 15 | E351200250 SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y COLOCACION DE MALLA SOLDADA DE ACERO, PARA INFRAESTRUCTURA. | kgf | 79,33 | 142,36 | 11.293,13 | | |
| 16 | E342010223 ENCOFRADO DE MADERA, TIPO RECTO, ACABADO OBRA LIMPIA, EN LOSAS | m2 | 47,77 | 65.707,65 | 3.138.591,61 | | |
| ESTRUCTURAS DE ACERO | | | | | | | |
| 17 | E361121100 SUMINISTRO DE PLANCHAS LISAS DE ACERO NACIONALES PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE ACERO. NO INCLUYE TRANSPORTE. | kgf | 48,4 | 12.042,36 | 2.914.251,12 | | |
| 18 | E361155100 SUMINISTRO DE PERNOS DE ANCLAJE, NACIONALES CALIDAD A490 PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS DE ACERO. NO INCLUYE TRANSPORTE | kgf | 6,2 | 35.463,07 | 1.099.355,17 | | |

Fuente: Autores.

Continuación de Tabla 5: Presupuesto galpón bombas.

| PRESUPUESTO | | | | M2: | 385,8 |
|--------------------------------------|---|--------|-----------|---------------------------------|-----------------------|
| Part No. | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Total Bs.S. |
| 19 | E361112100 SUMINISTRO DE PERFILES DE ACERO ELECTROSOLDADOS NACIONALES PARA LA FABRICACION DE ESTRUCTURAS DE ACERO. NO INCLUYE TRANSPORTE. | kgf | 10.715,74 | 7.672,48 | 411.081.657,63 |
| 20 | E391152026 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LÁMINAS DE ACERO GALVANIZADO PARA CUBIERTAS DE TECHO, PERFIL NERVADO CON TRES CORRUGACIONES MENORES INTERNERVIO. ACABADO LISO SIN PINTAR, CALIBRE 26 | m2 | 77,16 | 56.736,09 | 21.888.783,52 |
| E5 - INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | | |
| 21 | E511111019 I.E. TUBERIA PLASTICA RIGIDA LIVIANA, PVC, EMBUTIDA. DIAMETRO 3/4 plg (19 cm). | m | 76,67 | 20.462,88 | 1.568.807,16 |
| 22 | E521224023 I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, TTU, CALIBRE 12 AWG (2.32 mm). | m | 84,85 | 14.039,61 | 1.191.288,99 |
| 23 | E521222037 I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, TW, CALIBRE 8 AWG (3.71 mm). | m | 79,44 | 14.442,68 | 1.147.268,73 |
| 24 | E551131015 I.E. TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIDO, CON PUERTA, 3 FASES + NEUTRO, 10 CIRCUITOS, BARRAS DE 150 A. NO INCLUYE BREAKER | pza | 1 | 1.361.895,61 | 1.361.895,61 |
| 25 | E563310100 I.E. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (BREAKER) CON TORNILLOS, 3 POLOS, 10 KA ICC, 120/240 V, CAP 100 A. | pza | 3 | 774.675,57 | 2.324.026,71 |
| 26 | E541111120 I.E. INTERRUPTORES COMBINABLES SIMPLES CON TAPA METALICA PUENTE Y TORNILLOS, 20 A | pza | 3 | 22.565,99 | 67.697,97 |
| 27 | E542121120 I.E. TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA DOBLE 1 FASE 20 Amp | pza | 9 | 37.051,56 | 333.464,04 |
| 28 | E582110001 I.E. LAMPARA INCANDESCENTE DE TECHO TIPO VAPOLETA, ITK-45, DE LAMP-O-LUX O SIMILAR. | pza | 5 | 66.338,99 | 331.694,95 |
| ACABADOS | | | | | |
| 29 | E461000101 PINTURA DE ESMALTE EN COLUMNAS METALICAS. | m2 | 7,99 | 16.857,21 | 673.614,11 |
| 30 | E461000201 PINTURA DE ESMALTE EN VIGAS METALICAS DE ALMA LLENA. | m2 | 29,44 | 17.254,62 | 2.539.880,06 |
| | | | | Subtotal (Bs.): | 475.966.715,06 |
| | | | | IVA 16% (Bs.): | 76.154.674,41 |
| | | | | Total Presupuesto (Bs.): | 552.121.389,47 |

Fuente: Autores.

De igual manera, fue tomado en cuenta el tiempo de duración de cada construcción, con el fin de valorizar las actividades obtenidas. Posteriormente los resultados financieros, obtenidos en Bs.S (Bolívares Soberanos) fueron convertidos en \$ (USD), ya que, es una moneda de mayor peso y estabilidad económica, la cual no se verá afectada por la inflación que atraviesa actualmente el país. De tal manera, para efecto de esta conversión, se tomó en cuenta el precio del dólar paralelo que se indicaba para la fecha, pues, en la actualidad, la economía venezolana se rige por el mismo, por lo tanto, tiene mayor impacto en la en la estabilidad económica del país. Es importante mencionar, que cada uno de los presupuestos fue generado durante la cuarta semana del mes de abril de 2019, cotizándose el \$ (USD), en 5.200Bs.S.

Es necesario destacar que, para el cálculo de dichos presupuestos se requirió la obtención de un factor que abarcara todos los gastos del área administrativa, el cual se realizó de la forma habitual mediante el formato mostrado en el Anexo C.1 para luego ser expresado en porcentaje, en donde se toma en cuenta todo el personal que influye indirectamente sobre la obra, así como también los equipos de oficina e impuestos correspondientes. Cada una de estas consideraciones se calculó al multiplicar el salario mensual del personal por la cantidad de meses que dura cada obra, así como también el costo mensual de los suministros de oficina por el mismo tiempo de duración.

Es importante mencionar que, para algunos proyectos se incluyó en gastos operacionales, el costo de diversos trabajos preliminares, como por ejemplo: estudios de suelos, acometidas provisionales, pruebas de resistencia de concreto, entre otros. De tal forma, se obtuvo como resultado un porcentaje que varía desde el 14% hasta el 20%, dependiendo de la magnitud y el tiempo de duración de cada obra, los cuales se muestran a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6: Tabla resumen de galpones.

| TABLA RESUMEN GALPONES | | | | |
|---------------------------------------|-----------|-------------------------|--------------------|---------------------|
| PROYECTO | M2 | PRESPUUESTO (\$) | %GASTOS ADM | %COSTO LABOR |
| EDIFICIO ALMACEN-MORICHAL II | 2.136,96 | 192.342,60 | 15 | 351,79 |
| GALPON BOMBAS - OBRAS COMPLEMENTARIAS | 385,80 | 27.618,60 | 15,5 | 343,89 |
| GALPON CSI - OBRAS COMPLEMENTARIAS | 172,58 | 29.268,05 | 15 | 512,63 |
| TALLER DE MANTENIMIENTO - MORICHAL II | 2.136,00 | 188.032,14 | 15 | 334,87 |

Fuente: Autores

Así mismo, se tomó en cuenta la mano de obra necesaria para la ejecución de cada proyecto, teniendo en consideración todos los requerimientos dictados por la Ley del Contrato Colectivo de Construcción, donde se indica cada una de las condiciones que fundamentan el cálculo de un factor que representa el porcentaje de incremento sobre el salario diario, correspondiente a los diferentes beneficios que deben poseer los trabajadores según la ley, ya sea, utilidades, bono alimenticio, prestaciones, vacaciones, entre otros. Cada una de estas cláusulas fue plasmada en un formato que se muestra en el Anexo D.1.

Igualmente, dicho formato acumula todos los beneficios adicionales al pago de salario diario, generados a partir de una cuadrilla básica de trabajadores, además, toma en cuenta la cantidad de días que fueron necesarios para llevar a cabo cada obra, calculando de forma fraccionada los beneficios antes mencionados, según los lineamientos que establece la ley. De tal manera, al determinar el factor de costo asociado al salario, se evidencio que los mismos oscilaban entre 304% y 939%, como se observa en el Anexo E. Cabe destacar que las variables principales que influyen en el cálculo de dicho factor son el total de días pagados y el total de días

efectivamente trabajados, para el cual se hace uso de la Ecuación 1 como se muestra en el siguiente ejemplo:

$$FCAS = \frac{3.065,95}{690.70} - 1 \times 100 = 343,89\%$$

4.3.3 Cálculo de índices técnicos.

Una vez obtenidos los presupuestos, se clasificaron todas las partidas según las diferentes actividades propias de una obra de construcción, donde cada una de ellas constituye un rubro del presupuesto, esta clasificación por ítem fue hecha con criterio de separar todas las partes de cantidades de obras y costos diferentes para facilitar el cálculo de los índices.

Seguidamente, se obtuvieron una serie de valores técnicos relativos a cada partida del presupuesto, dicho cálculo se realizó dividiendo la cantidad de obra necesaria para la ejecución de cada actividad entre los metros cuadrados totales que ocupa cada obra, los valores generados representan los índices por computo referentes a cada rubro que componen el presupuesto. Dichos índices tienen como propósito definir las cantidades de obras de diversas construcciones con la finalidad de valorar las mismas, permitiendo conocer un estimado de los cómputos métricos, que serán de utilidad para la elaboración de presupuestos en obras futuras.

A groso modo, una vez obtenidos los índices técnicos en base a los resultados financieros de cada obra, se organizaron los mismos, agrupando los índices de las construcciones que presenten cualidades similares, clasificándolas según sus características, obteniendo como resultado la clasificación que se observa en la Tabla 7. De igual forma, la agrupación de dichos índices se ve reflejada en el Anexo F.

Tabla 7: Clasificación de obras.

| CLASIFICACION DE PROYECTOS | CODIGO | CANTIDAD DE SUBPROYECTOS |
|-----------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Preparación del sitio | PY1 | 5 |
| Edificaciones de concreto | PY2 | 11 |
| Edificaciones de acero | PY3 | 10 |
| Edificaciones mixtas | PY4 | 6 |
| Galpones | PY5 | 4 |
| Carreteras | PY6 | 10 |
| Drenajes | PY7 | 7 |

Fuente: Autores.

4.4 Aplicación de medidas de tendencia central de la estadística descriptiva a variables de medición.

Como última etapa de la investigación, se determinaron valores técnicos para cada una de las actividades planteadas en los presupuestos, los mismos fueron organizados para ser analizados estadísticamente a través de las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva haciendo uso del software IBM SPSS Statistics versión 25, con la finalidad de generar una herramienta que permita la estimación de costos en obras civiles con mayor facilidad.

4.4.1 Calculo de índices económicos.

Con respecto a los índices económicos, fueron generados a partir de los presupuestos ya mencionados, cabe destacar, que durante este proceso, los mismos se dividieron según sus actividades, como se indicó anteriormente. Así mismo, se obtuvieron una serie de valores económicos relativos a cada partida del presupuesto, dicho cálculo se realizó dividiendo el costo total resultante de cada actividad entre el monto total del presupuesto en general, referentes a cada rubro que compone el presupuesto. Igualmente, se organizaron los valores obtenidos, agrupando los índices de las construcciones que presenten características semejantes, según la clasificación previamente mencionada en la Tabla 7, dicha agrupación es mostrada en los Anexos G.

4.4.2 Determinación de coeficientes de costos globales.

Es importante aclarar que, debido a la gran cantidad de información, las numerosas tablas generadas y de los extensos cálculos, se tomara como ejemplo el conjunto de obras denominadas como: “Galpones” con la nomenclatura PY5, para efectos de cálculo y desarrollo de los resultados. Las agrupaciones restantes con sus respectivos resultados se muestran en tablas resúmenes ubicadas en el Anexo H.

Dicho lo anterior, se procedió a la estimación de coeficientes de costos globales, los mismos representan el costo por metro cuadrado de cada edificación perteneciente a PY5 este cálculo se realizó al dividir el costo total de cada obra entre los metros cuadrados de la misma, obteniendo los resultados expuestos en la Tabla 8 que se muestran a continuación:

Tabla 8: Costos por m2 PY5.

| SUB-PROYECTOS | M2 | COSTO TOTAL DE LA OBRA | COSTO POR M2 |
|--------------------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------|
| Almacén – Morichal II | 2.136,96 | 192.342,60 | 90,01 |
| Galpón Bombas – Obras Comp. | 385,80 | 106.176,93 | 275,21 |
| Galpón CSI- Obras Comp. | 172,58 | 29.268,05 | 169,59 |
| Taller de Mantenimiento- Morichal II | 2.136,00 | 188.032,14 | 88,03 |

Fuente: Autores.

4.4.3 Aplicación de las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva a índices económicos.

Una vez generados los costos por metros cuadrados, se dedujo la media aritmética con respecto a los valores obtenidos mostrados en la Tabla 8, para esto, se utilizó el software IBM SPSS Statistics Versión 25, que permitió obtener con mayor facilidad los resultados. Así mismo, el software antes mencionado genero un cuadro donde se visualizan los resultados del análisis estadístico, el cual contiene propiamente el resultado de la media, la

desviación estándar y el error estándar de la media, además de la mediana, la moda, el rango y la varianza, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Estadístico de costo por m2 PY5.

| Costo por m2 | | |
|----------------------------|----------|-----------------------|
| N | Válido | 4 |
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 155,7100000 |
| Error estándar de la media | | 44,13046642 |
| Mediana | | 129,8000000 |
| Moda | | 88,03000 ^a |
| Desv. Desviación | | 88,26093284 |
| Varianza | | 7789,992 |
| Rango | | 187,18000 |
| Mínimo | | 88,03000 |
| Máximo | | 275,21000 |
| Suma | | 622,84000 |

Fuente: Autores.

De tal forma, con objeto de verificar los resultados obtenidos a través del análisis estadístico anterior, se procedió a realizar el cálculo de las medidas de tendencia central más relevantes (la media aritmética, la varianza y desviación estándar) en el presente estudio, por medio de la aplicación de las formulas algebraicas que definen a cada una de ellas, la cuales sirvieron como referencia para la interpretación de los índices técnicos, obteniendo un valor típico para cada agrupación de datos. Entre las más importantes se encuentra la media aritmética “X”, siendo esta, la medida de localización central, su cálculo se realiza mediante la suma de todos los valores, dividida entre el número de valores contenidos en la sumatoria, haciendo uso de la Ecuación 2 como en el siguiente ejemplo:

$$X = \frac{90,01 + 275,21 + 169,59 + 88,03}{4} = 155,71$$

Por consiguiente, para obtener la medida más aproximada de la dispersión de datos, se realizó el cálculo de la desviación estándar “S”

mediante la Ecuación 4, ya que esta se fundamenta en la variabilidad promedio de una distribución valores de los datos, es decir, representa al promedio de las distancias al cuadrado que van de los índices a la media, por lo que su cálculo depende de la varianza “S²” definida por la Ecuación 3. La aplicación de ambas ecuaciones se efectúa como se muestra a continuación:

$$s^2 = \frac{(90,0 - 155,71)^2 + 275,21 - 155,71^2 + (169,59 - 155,71)^2 + (88,03 - 155,71)^2}{4 - 1}$$

$$s^2 = 7789,992.$$

$$S = \sqrt{7789,992} = 88,2609.$$

En referencia a lo anterior, se pudo observar que la media aritmética indicó que el valor promedio de los costos por m² fue de 155,71 siendo este el valor representativo para PY5, igualmente la precisión de dicho valor fue medida a través de la varianza que muestra una dispersión de los datos, de 7.789,992., con una desviación estándar de 88,2609, siendo este último valor la cuantía de las dispersión general, es decir, la distancia en la que se sitúan los valores con respecto a la media. Es importante destacar que, en los resultados obtenidos se observó una dispersión de datos significativa, por lo tanto, fue necesario la determinación de intervalos de confianza, ya que, la media es sensible a los valores extremos.

De la misma forma, para obtener los intervalos de confianza ya mencionados fue indispensable conocer el error estándar de la media, ya que, este permite medir la precisión de la misma. Dicho error se estima generalmente dividiendo la desviación estándar de la población entre la raíz cuadrada del tamaño de la muestra, utilizando la Ecuación 5, según el siguiente ejemplo:

$$s_x = \frac{88,2609}{\sqrt{4}} = 44,13045.$$

Finalmente, se obtienen los intervalos de confianza mencionados previamente, mediante la Ecuación 6. Los mismos fueron denominados como “precio mínimo” y “precio máximo”, ya que, representan los límites de los costos por metros cuadrados referentes PY5. Igualmente, se obtienen, restando y sumando la media más o menos el error estándar de la media, de la siguiente manera:

$$INTERVALO DE CONFIANZA = 155,71 - 44,13045 = 111,57955$$

$$INTERVALO DE CONFIANZA = 155,71 + 44,13045 = 199,8404$$

Una vez realizado el procedimiento anterior, se continuó con la estimación de las medidas de dispersión antes mencionadas, pero esta vez con respecto a cada partida de cada actividad necesaria para la ejecución de las edificaciones que componen PY5. Teniendo en consideración la gran cantidad de información analizada, para explicar el procedimiento, se tomara como ejemplo solo una actividad referente a las edificaciones agrupadas en PY5, la cual lleva por nombre Losa de piso como se observa en la Tabla 10. Así mismo, se muestra en Tabla 11 el cuadro resumen de los resultados estadísticos obtenidos para la actividad mencionada.

Tabla 10: Índices por costo de actividades de galpones.

| LOSA DE PISO | EDIF. ALMACEN - MORICHAL II (2136,96m2) | GALPON BOMBAS - OBRAS COMPLEMENTARIAS (385,80m2) | GALPON CSI - OBRAS COMPLEMENTARIAS (172,58m2) | TALLER DE MANTENIMIENTO - MORICHAL II (2136m2) |
|---------------------|---|---|--|---|
| PARTIDA 1 LOSA | 0,0341 | 0,0525 | 0,0863 | 0,0349 |
| PARTIDA 2 MALLA | 0,0016 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0016 |
| PARTIDA 3 ENCOFRADO | 0,0279 | 0,0244 | 0,0461 | 0,0286 |

Fuente: Autores.

Tabla 11: Estadístico de índices de PARTIDA2 en losa de piso de PY5.

| Losa de piso | | P2 |
|----------------------------|----------|------------|
| N | Válido | 4 |
| | Perdidos | 1 |
| Media | | 0,0009500 |
| Error estándar de la media | | 0,00038406 |
| Mediana | | 0,0010500 |
| Moda | | 0,00160 |
| Desv. Desviación | | 0,00076811 |
| Varianza | | 0,000 |
| Rango | | 0,00150 |
| Mínimo | | 0,00010 |
| Máximo | | 0,00160 |
| Suma | | 0,00380 |

Fuente: Autores.

Así mismo, el software IBM SPSS Statistics Versión 25, además de los cuadros donde se muestran los resultados del análisis estadístico para cada partida (ver Tabla 11); genero una serie de histogramas acorde con la frecuencia de la agrupación de datos evaluados, referentes a cada partida que constituyen cada actividad, como se observa en la Figura 16, en los cuales se pudo visualizar las discrepancias que presentan los costos entre las diferentes edificaciones de PY5. Considerando lo anterior, se decidió continuar el análisis en base a la elaboración de intervalos de confianza relativos a cada partida, de todas las actividades, para cada conjunto de obras clasificadas previamente.

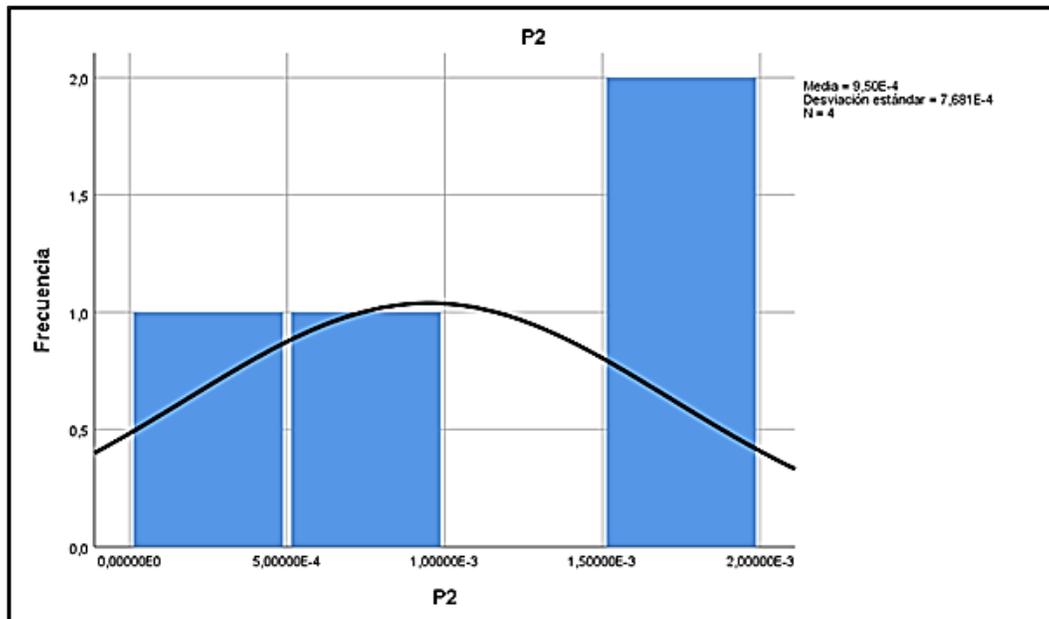


Figura 16: Histograma de PARTIDA2 en losa de piso de PY5. Fuente: Autores.

4.4.4 Estimación de coeficientes mínimos y máximos de partidas.

Al obtener el cuadro resumen de los resultados estadísticos de las diferentes partidas de cada actividad, se continuo con el cálculo de los coeficientes mínimos y máximos respectivos, haciendo uso de la Ecuación 6, entre los cuales se prevé que estará una estimación puntual buscada, con una determinada probabilidad de acierto.

Cabe mencionar que, en base a los coeficientes anteriores, se cuantificaron los intervalos de confianza relativos a los costos de cada partida, multiplicando los coeficientes mínimos y máximos calculados, por los coeficientes mínimos y máximos de los costos globales respectivamente, obteniendo como resultado los intervalos de confianza de los costos por metros cuadrados, referentes a las partidas de cada rubro en PY5. Así mismo, se organizaron todos los resultados obtenidos, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: Calculo de coeficientes por m2 de galpones.

| LOSA DE PISO | | COEFICIENTE MIN | COEFICIENTE MAX | PRECIO MIN | PRECIO MAX |
|--------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|
| PARTIDA 1 | LOSA | 0,0397 | 0,0642 | 4,4340 | 12,8221 |
| PARTIDA 2 | MALLA | 0,0006 | 0,0013 | 0,0631 | 0,2666 |
| PARTIDA 3 | ENCOFRADO | 0,0269 | 0,0366 | 2,9992 | 7,3183 |

Fuente: Autores.

4.4.5 Elaboración de presupuesto de verificación.

En el mismo orden de ideas, se generó un presupuesto nuevo, el cual se encuentra en el Anexo L, considerando una edificación que presentara características similares y en donde fuera necesario para su ejecución, la aplicación de las diversas actividades descritas previamente para cada agrupación de las diferentes obras; con el fin de comparar los resultados financieros del mismo con los resultados obtenidos en la presente investigación.

De tal manera, se corrobora la eficiencia de la herramienta creada, multiplicando los intervalos de precio mínimos y máximos referentes a cada partida por lo metros cuadrados que ocupa la edificación en cuestión, obteniendo como resultado, los intervalos de confianza para cada partida correspondientes a los metros cuadrados antes mencionados, como se observa en la Tabla 13, donde se muestra como ejemplo las partidas de la actividad Obras preliminares.

Tabla 13: Verificación de presupuesto.

| Part No. | DESCRIPCION | COSTO REAL \$ (172,58 M2) | PRECIO MIN \$ (172,58 M2) | PRECIO MAX \$ (172,58 M2) | PROM | % DESVIACIÓN PRECIO MIN | % DESVIACIÓN PRECIO MAX |
|---------------------------|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| OBRAS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 2 | E111220000 CONSTRUCCION PROV CONVENCIONAL DE DEPOSITOS SIN FRISO | 719,5541708 | 222,5087242 | 722,3590405 | 472,4338824 | 0,31 | 1,00 |
| 3 | E111400000 CONSTRUCCION PROV CONVENCIONAL DE SANITARIOS. | 931,4027072 | 379,3065072 | 1202,002785 | 790,6546461 | 0,41 | 1,29 |

Fuente: Autores

Considerando lo anterior, se pudo observar que los costos de cada partida del presupuesto nuevo se encontraron dentro del rango de costos mínimos y máximos establecidos anteriormente, verificando de esta manera, la eficiencia de los intervalos de confianza de costos definidos para todas las actividades, ya que, los mismo permiten obtener un estimado de los precios para proyectos en el área de ingeniería civil, obteniendo resultados en poco tiempo y haciendo uso de una menor cantidad de recursos. Cabe destacar que, los valores obtenidos en total se acercan un 17% en promedio entre coeficientes mínimos y coeficientes máximos al valor calculado por la metodología tradicional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez desarrollados los objetivos inherentes a la investigación basada en la determinación de índices técnicos y económicos en los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en el área civil aplicando las medidas de tendencia central, usadas en la estadística descriptiva, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Durante la recopilación y organización de los diferentes productos técnicos, se observó que varios de los proyectos IPC obtenidos estaban compuestos por diversos sub-proyectos por lo que fue necesario agruparlos según sus características y cualidades, siendo los galpones y drenajes los que representaban un menor porcentaje del universo muestral estudiado, lo que generó una mayor dispersión de datos para el análisis estadístico.
- Se observó que los documentos técnicos de un proyecto de ingeniería que posea un intervalo de revisión mayor a 15 días no pueden ser tomados en cuenta, ya que, representan una desviación significativa en lo que se conoce hasta ahora como el tiempo estándar de elaboración de productos técnicos para proyectos de ingeniería, por lo que fue necesario la aplicación de la encuesta diagnóstico para conocer el tiempo necesario para la ejecución de ingeniería.
- Se evidencio que los proyectos de carácter industrial presentaban irregularidades en documentos como: presupuestos, lista de cómputos métricos y lista de materiales, específicamente en unidades de medición, ya que los mismos no estaban elaborados en base a los lineamientos de la Norma COVENIN (2000), por lo que fue necesario

un recalcu de los cómputos métricos de cada proyecto para verificar que las cantidades de obras fueran correctas y que los resultados obtenidos estuvieran acorde con lo especificado en los planos.

- La Norma COVENIN (2000) dentro de su estructura no contempla un desarrollo completo acerca de las instalaciones eléctricas necesarias para la codificación, y estructuración de un proyecto de ingeniería en el área civil, por lo que fue necesario la creación de nuevos códigos, descripción y unidades de medición de partidas, siguiendo los lineamientos básicos de los esquemas generales de la elaboración de partidas que figuran al final de cada capítulo de la norma para poder hacer uso de esta.
- Durante la elaboración de los presupuestos para cada obra, fue necesario realizar una conversión de Bs.S (Bolívares Soberanos) a \$ (USD) de los costos, para evitar que estos se vieran afectados por la realidad inflacionaria que atraviesa el país en la actualidad. Así mismo, se verifico que el cálculo de los índices económicos no se perjudicara debido a dicha conversión, pues los mismos fueron la base fundamental para la estimación de costos realizada a través del análisis estadístico.
- La mejor manera de agrupar los datos fue a partir de proyectos con similar alcance y naturaleza debido a que en las agrupaciones de datos se obtuvieron datos congruentes, los cuales permiten realizar estimaciones de manera conservadora en proyectos de igual estructura que las agrupaciones estudiadas.
- En cada una de las agrupaciones de datos, se constataron que los valores extremos (máximos y mínimos) discrepaban en gran manera del restante de valores, en cada agrupación, por lo tanto para evitar la dispersión del conjunto de datos se descartaron los valores extremos,

es decir, no se tomaron en cuenta, para lograr resultados de datos congruentes o similares en cada análisis.

- Al realizar la comparación entre un presupuesto elaborado con los intervalos de confianza obtenidos a través de esta investigación y uno elaborado por la metodología presupuestaria actual (análisis de precio unitario APU), se evidenció que el costo por metros cuadrados de cada rubro del mismo, se encontraba dentro del intervalo de confianza establecido para los costos de cada actividad, demostrando la eficiencia de los coeficientes de costos mínimos y máximos generados como herramienta de gran utilidad para la estimación de costos para los proyectos de ingeniería procura y construcción (IPC) en el área civil venezolana.

5.2. Recomendaciones

Una vez desarrolladas las conclusiones de la investigación, fundamentadas en la determinación de índices técnicos y económicos en los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en el área civil aplicando las medidas de tendencia central, usadas en la estadística descriptiva, se propusieron las siguientes recomendaciones para siguientes trabajos:

- Para próximos estudios, se sugiere incrementar el tamaño de la muestra para aquellas obras que representaron el menor porcentaje del universo muestral, con la finalidad de obtener una menor dispersión de datos en el análisis estadístico. Entre ellas, se pueden mencionar: galpones, drenajes y actividades relativas a la preparación del sitio.
- Debido a que ciertos códigos, descripción y unidades de medición de partidas no están contempladas en la Norma COVENIN (2000), se recomienda a la Comisión Venezolana de Normas Industriales, en

futuras actualizaciones de la norma mencionada, que se estudie la propuesta realizada en el presente trabajo.

- Aplicar estudios estadísticos a las agrupaciones de índices técnicos efectuadas a los cómputos métricos para determinar en promedio o intervalos de confianza las cantidades de obras necesarias para la ejecución de los mismos y de cualquier otro proyecto de la misma naturaleza y características según se aplique el estudio, permitiendo realizar estimaciones de las cantidades de obras con mayor rapidez.
- Para próximos estudios, se sugiere incluir tipologías de proyectos que no se encuentren dentro de la clasificación estudiada en la presente investigación, es decir, extender el estudio a proyectos referentes a otras áreas del ámbito civil, ya que, estos no pudieron ser objeto de investigación por no poseer acceso a los mismos, o por ser de obtención restringida.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, D. SWEENEY, D. y WILLIAMS, T. (1999). **Estadística para administración y economía**. Séptima Edición. México. Thompson.
- ARIAS, F. (2012). **El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica**. Sexta Edición. Caracas, Venezuela: Episteme
- BARRIE, D. Y PAULSON, B. (1984). **Professional Construction Management**. Segunda Edition. Mexico: Mc. Graw-Hill.
- BONNET, J. (2003). **Lecciones de estadística: estadística descriptiva y probabilidad**. Alicante: Editorial Club Universitario.
- DE RUVO, R. Y WASYLKOWSKI, B. (2002). **Modelo matemático para la determinación del costo de construcción de edificaciones en función del uso, tipo de construcción y nivel de comodidad**. Trabajo de grado en ingeniería civil publicado. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- DUARTE, A Y MARTÍNEZ, S. (2011). **Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicado a construcción de edificaciones. Enfoque básico para el ingeniero**. Trabajo de grado en ingeniería civil publicado. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- FERNÁNDEZ, J (2006). **Diseño de los procesos de control de costos para proyectos de ingeniería, procura y construcción**. Informe de pasantía en ingeniería de producción publicado. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- FREUD, J. WILLIAMS, F. y PERLES, B. (1990). **Estadística para la administración: con enfoque moderno**. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- GARCIA, I Y GOMEZ, J (2007). **Matemáticas profesores de enseñanza secundaria volumen III**. Segunda Edición. España: MAD
- MARTINEZ, C. (2000). **Estadística y muestreo**. Decimotercera Edición. Bogotá: ECOE Ediciones.
- PALACIOS, L. (2004). **Principios Esenciales para realizar Proyectos: Un Enfoque Latino**. Cuarta Edición. Caracas. Publicaciones UCAB
- RODAS, I. (2002). **Estadística. Cuarta Edición**. México: Mc. Graw-Hill.
- RODRÍGUEZ, E. (2016). **Análisis de metodologías de estimación de duración de actividades en proyectos de ingeniería civil**. Trabajo de grado en ingeniería civil publicado. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- TRINIDAD, M. (2000). **Vinculación de la programación y presupuestación de las obras de edificación sobre la base de sus catálogos de**

- actividades. Trabajo de grado en ingeniería civil publicado.** Instituto Tecnológico de la Construcción. México, D.F
- VELIZ, M. Y ÁLVAREZ, Y. (2009). **Estadística descriptiva como herramienta empresarial.** Trabajo de grado en administración publicado. Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela.
- WEBSTER, A. (2000). **Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. Tercera Edición.** México: Mc. Graw-Hill.

Sitios WEB

- DELGADO, W. (2017). **Factor de costos asociados al salario (FCAS) en la construcción.** Recuperado el 20 de abril del 2019 de, <https://ingenieriacivilautodidacta.blogspot.com/2017/02>
- MARCO, F. (2019). **Intervalo de confianza.** Recuperado el 02 de junio del 2019 de, <https://economipedia.com/definiciones/intervalo-de-confianza.html?fbclid>
- RUIZ, D. (2004). **Manual de estadística.** Recuperado el 30 de julio del 2017 de, <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/drm/drm-estad.pdf>
- VELASQUEZ, H. (2017). **Costo de la mano de obra en la construcción (salarios y sus costos asociados).** Recuperado el 20 de abril del 2019 de, <https://howardvelasquez.wordpress.com/2017/01/06>

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO

| | |
|------------------|---|
| Título | “Determinación de Índices Técnicos y Económicos en los Proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en el Área Civil, Aplicando las Medidas de Tendencia Central, Usadas en la Estadística Descriptiva.” |
| Subtítulo | |

Autor(es)

| Apellidos y Nombres | Código CVLAC / e-mail | |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Pérez Galindo, María de los A. | CVLAC | 24.980.754 |
| | e-mail | mariawp.18@gmail.com |
| | e-mail | |
| Rodríguez Matute, Manuel J. | CVLAC | 22.852.434 |
| | e-mail | mjrm.197@gmail.com |
| | e-mail | |

Palabras o frases claves:

| |
|----------------------|
| cómputos métricos |
| presupuesto |
| proyectos IPC |
| norma COVENIN (2000) |
| |
| |
| |
| |

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO

Líneas y sublíneas de investigación:

| Área | Subárea |
|---|-------------------------|
| Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas | Ingeniería Civil |
| | |

Resumen (abstract):

Resumen

Actualmente, toda empresa en el área civil venezolana debe desarrollar herramientas confiables que le permitan sobrevivir en el mercado. Sin embargo, los métodos y estrategias aplicadas no han logrado cumplir con resultados eficaces en la estimación de costos de construcción, puesto que no se adaptan a la realidad inflacionaria actual del país. Ello condujo a realizar un estudio donde se apliquen las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva, para facilitar la determinación de los costos en la construcción de edificaciones a lo largo de la extensión del territorio Venezolano. En este estudio se recopiló información referente a diversos proyectos de ingeniería en el área civil venezolana aplicando la metodología de la norma COVENIN (2000). Se identificaron los lapsos de ejecución de los productos técnicos asociados en proyectos de ingeniería en el área civil; por otra parte, se aplicaron las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva para seleccionar variables de medición para la ejecución de proyectos de ingeniería en el área civil venezolana. Finalmente, se definieron las diferentes actividades en la ejecución de proyectos de ingeniería en función de las cantidades de obras. El desarrollo de esta investigación proporcionó criterios y recomendaciones respecto a los costos de construcción, además de una herramienta básica que facilita la estimación de los mismos.

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO

Contribuidores:

| Apellidos y Nombres | ROL / Código CVLAC / e-mail | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|----|---|----|--|----|--|--|--|
| Ing. Martínez Jhonatan | ROL | CA | | AS | X | TU | | JU | | | |
| | CVLAC | 15.376.400 | | | | | | | | | |
| | e-mail | jhonatanmartinez@udo.edu.ve | | | | | | | | | |
| | e-mail | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Ing. Cabrera Daniel | ROL | CA | | AS | | TU | | JU | | | |
| | CVLAC | 17.421.606 | | | | | | | | | |
| | e-mail | danielcabrera@udo.edu.ve | | | | | | | | | |
| | e-mail | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Ing. Gonzalez Anabel | ROL | CA | | AS | | TU | | JU | | | |
| | CVLAC | 16.573.233 | | | | | | | | | |
| | e-mail | anabelyoedelin@hotmail.com | | | | | | | | | |
| | e-mail | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Fecha de discusión y aprobación:

| Año | Mes | Día |
|------|-----|-----|
| 2019 | 10 | 30 |

Lenguaje: SPA

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO

Archivo(s):

| Nombre de archivo | Tipo MIME |
|---|------------------------|
| TESIS: DETERMINACIÓN.DE.ÍNDICES.TÉC NICOS.Y.ECONÓMICOS.EN.LOS.P ROYECTOS.DE.INGENIERÍA,.PROC URA.Y.CONSTRUCCIÓN.(IPC).EN.E L.ÁREA.CIVIL,.APLICANDO.LAS.M EDIDAS.DE.TENDENCIA.CENTRAL ,.USADAS.EN.LA.ESTADÍSTICA.DE SCRIPTIVA | Aplication/word |
| | |
| | |
| | |
| | |

Alcance:

Espacial: UNIVERSAL

Temporal: INTEMPORAL

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio:

Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente- Núcleo de Anzoátegui/ Extensión Cantaura

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUMBELO
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Martínez*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

Pérez Galindo, María de los A.
AUTOR

Rodríguez Matute, Manuel J.
AUTOR

Prof. Martínez Jhonatan
TUTOR