



FACTORES QUE IMPACTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION: MOVIMIENTOS DE TIERRA Y
URBANISMO

AUTORES:

FREDY ALONSO MANCILLA VALDERRAMA

HECTOR DANIEL SARMIENTO DUARTE

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

FLORIDABLANCA, AGOSTO 2013

ANTEPROYECTO DE INVESTIGACION
FACTORES QUE IMPACTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION: MOVIMIENTOS DE TIERRA Y
URBANISMO

AUTORES:

FREDY ALONSO MANCILLA VALDERRAMA

HECTOR DANIEL SARMIENTO DUARTE

PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

DIRECTOR:

MARGARETH INDIRA VIECCO MARQUEZ

MSC. En INGENIERA CIVIL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

FLORIDABLANCA, AGOSTO 2013

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Dedico este gran logro a todas aquellas personas que me han acompañado en todo mi proceso de formación profesional con la oportunidad de obtener el tan anhelado título de ingeniero civil.

A las personas que me dieron la vida mis padres Luis Enrique Sarmiento y Apolonia Duarte las cuales siempre han estado ahí cuando más las he necesitado aconsejándome, brindándome su amor y sacrificio incondicionalmente, me siento agradecido de tenerlos a mi lado y de contar siempre con su apoyo. Y las cosas que he conseguido y conseguiré mas adelante es gracias a ustedes.

A mis hermanos Edgar Sarmiento y Julie Sarmiento porque siempre me han ayudado y brindado su afecto y colaboración en todos los instantes en que los he necesitado.

A cada uno de mis profesores de pregrado ya que cada uno de ellos con su experiencia y sabiduría me educó y orientó en mi formación en cada una de las áreas de mi carrera.

Héctor Daniel Sarmiento Duarte

Dedico este logro a Dios porque me ha bendecido con una hermosa familia y me ha dado la fortaleza para lograr mi título como ingeniero civil.

A mis padres Mariluz Valderrama y Alirio Mancilla por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa, por tantos sacrificios que han hecho por mí, por sus buenos consejo, valores, toda la paciencia que me han tenido y sobre todo por brindarme todo su gran amor.

A mis hermanos Anderson y Edwin porque me han brindado su compañía, apoyo, motivación, colaboración y paciencia en este proceso de mi vida. Al igual a mi sobrinito Anderson David para que vea en mí un ejemplo a seguir. Que lo amo por que ha llegado a la familia a llenarnos la vida de felicidad.

Fredy Alonso Macilla Valderrama

AGRADECIMIENTOS

A nuestro creador por darnos la oportunidad de llegar a este instante de nuestras vidas pues con su ayuda hemos sido persistentes, pacientes en nuestro obrar y seguros a la hora de tomar nuestras propias decisiones con el deseo de lograr nuestra meta profesional.

A la mujer que nos colaboró en la realización de nuestro proyecto Margaret Viecco Márquez, la cual siempre estuvo hay para guiarnos, y hacer de esta investigación un logro más cerca de nuestro formación profesional.

Agradecemos muy comedidamente a todas las empresas constructoras de la región como: Marval S.A, Urbanas, HG, PSG, INACAR, que nos permitieron desempeñar nuestra investigación en sus instalaciones facilitándonos la obtención de la información competente para este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| LISTA DE TABLAS | 9 |
| LISTA DE ANEXOS | 10 |
| RESUMEN..... | 11 |
| ABSTRACT | 12 |
| 1. CAPITULO INTRODUCTORIO | 13 |
| 1.1 OBJETIVOS | 16 |
| 1.1.1 General | 16 |
| 1.1.2 Específicos..... | 16 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN..... | 17 |
| 1.3 ALCANCE..... | 18 |
| 2. DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION..... | 19 |
| 2.1 ANTECEDENTES..... | 19 |
| 2.2 FUNDAMENTACION TEORICA | 22 |
| 2.3 ASPECTOS QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DE UNA ACTIVIDAD | 25 |
| 2.3.1 Factores presentes en el entorno de trabajo | 26 |
| 2.4 LA INCIDENCIA HUMANA EN LA CONSTRUCCION..... | 28 |
| 2.4.1 Mano de obra | 28 |
| 2.4.2 Remuneración de la mano de obra en la construcción | 31 |
| 2.4.3 El rol de el ingeniero civil en la supervisión de las actividades en la construcción | 34 |
| 3. ESTRUCTURA METODOLOGICA | 35 |
| 3.1 CONSULTA DIRIGIDA A CONSTRUCTORES DE LA REGION..... | 35 |
| 3.2 DETERMINACION DE LA LOCALIZACION O POBLACION OBJETIVO | 36 |
| 3.2.1 Selección De Actividades | 41 |
| 3.2.2 Calculo De La Población Objetivo | 41 |
| 3.3 SISTEMA DE RECOLECCIÓN | 46 |
| 3.4 CAPTURA DE LA INFORMACION | 47 |
| 3.5 EXPLICACION DEL MÉTODO ESTADÍSTICO | 48 |
| 3.6 MODELACIÓN DE ESCENARIOS | 50 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 4. | INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS Y GENERACIÓN DE LOS RESULTADOS | 51 |
| 4.1 | APLICACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN..... | 51 |
| 4.2 | INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN ANALIZADA | 96 |
| 4.2.1 | Encuesta dirigida a los constructores de la región y su área metropolitana..... | 96 |
| 4.2.2 | Análisis estadístico descriptivo..... | 100 |
| 4.2.3 | Generación de la matriz de correlaciones de los factores de incidencia con base al rendimiento de la mano de obra. | 103 |
| 4.3 | GENERACIÓN DE LA BASE DA DATOS..... | 108 |
| 4.4 | ANÁLISIS DE REGRESIÓN | 112 |
| 5. | ANALISIS DE COSTOS DE LA CUADRILLA DE TRABAJO..... | 117 |
| 6. | MODELACION (HOJA DE EXCEL) | 123 |
| 7. | CONCLUSIONES..... | 125 |
| 8. | RECOMENDACIONES | 127 |
| 9. | BIBLIOGRAFÍA | 128 |
| 10. | CIBERGRAFÍA | 130 |
| | ANEXOS | 132 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Municipios que conforman el Área Metropolitana de Bucaramanga..... | 37 |
| Figura 2. Ubicación de las obras visitadas en el proyecto..... | 39 |
| Figura 3. Ítem 1 de la encuesta..... | 96 |
| Figura 4. Ítem 2 de la encuesta..... | 97 |
| Figura 5. Ítem 3 de la encuesta..... | 98 |
| Figura 6. Factores propuestos por los constructores encuestados..... | 98 |
| Figura 7. Ítem 4 de la encuesta..... | 99 |
| Figura 8. Ítem 5 de la encuesta..... | 100 |
| Figura 9. Correlación entre el rendimiento de la cuadrilla de trabajo Vs los factores de incidencia..... | 106 |
| Figura 10. Rendimiento Vs Hora del día Resane pedestal..... | 107 |
| Figura 11. Rendimiento Vs Clima Cerramiento conjunto en mampostería..... | 107 |
| Figura 12. Rendimiento Vs Hora del día Fundida corona pozo..... | 108 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Clasificación de la eficiencia en el nivel de productividad de una cuadrilla de trabajo..... | 25 |
| Tabla 2. Factores de incidencia para el rendimiento de una actividad en obra..... | 26 |
| Tabla 3. Aportes Parafiscales..... | 34 |
| Tabla 4. Cualidades de la de los sectores que conforman el Área Metropolitana de Bucaramanga..... | 36 |
| Tabla 5. Cuadro de especificaciones para cada actividad..... | 52 |
| Tabla 6. Resumen del Análisis estadístico..... | 101 |
| Tabla 7. Matriz de correlaciones entre el rendimiento y los factores de incidencia..... | 103 |
| Tabla 8. Base De datos..... | 109 |
| Tabla 9. Ecuaciones de regresión..... | 112 |
| Tabla 10. Comparación del rendimiento variando los factores de incidencia..... | 115 |
| Tabla 11. Factor prestacional para el salario de un trabajador en Colombia..... | 119 |
| Tabla 12. Costos de la mano de obra..... | 120 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Encuesta dirigida a los constructores del Área Metropolitana de Bucaramanga..... | 132 |
| Anexo 2. Ficha de recolección de la información..... | 134 |
| Anexo 3. Lista de rangos e identificadores de los factores de incidencia..... | 135 |
| Anexo 4. Formato de información de rendimientos..... | 136 |
| Anexo 5. Información de los proyectos investigados en el proyecto..... | 137 |
| Anexo 6. Modelación de escenarios de costos..... | 140 |

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

- TITULO:** FACTORES QUE IMPACTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION: MOVIMIENTOS DE TIERRA, URBANISMOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS.
- AUTORES:** Héctor Daniel Sarmiento Duarte
Fredy Alonso Mancilla Valderrama
- FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil
- DIRECTOR(A):** Margareth Indira Viecco Márquez

RESUMEN

Se elaboró una base datos de rendimiento y/o productividad donde se estudió ciertos factores que inciden positiva o negativamente en cada una de las actividades de un proyecto de construcción, como lo son la supervisión, el esquema contractual, el clima, la hora en que se realizó la labor en la obra; durante las etapas de movimientos de tierra y urbanismo en proyectos realizados en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

La información que se recopiló en campo se le realizó un análisis estadístico ajustado a una distribución normal con el propósito de encontrar la correlación que hay entre los factores de afectación (variable independiente) y el rendimiento (variable dependiente), aplicando una regresión lineal que generó unas ecuaciones que pronostican la manera en que actúa cada actividad, para así modelar situaciones reales de las actividades en obra mediante el uso de una hoja de cálculo en EXCEL que determine los costos reales de la mano de obra.

Palabras claves:

Rendimiento, productividad, factores de incidencia, correlación, base de datos.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: ANALYSIS OF PERFORMAN AND / OR PRODUCTIVITY
LABOR CONSTRUCCION OF BUILDINGS IN
BUCARAMANGAMA AND ITS METROPOLITAN AREA:
STAGES EARTHMOVING AND URBAN

AUTHORS: Hector Daniel Sarmiento Duarte
Fredy Alonso Mancilla Valderrama

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Margareth Indira Viecco Márquez

ABSTRACT

Was developed a database of productivity and / or performance where we studied certain factors that positively or negatively affect the activities of a construction project, such as the supervision, contractual scheme, the weather, the time the labor was realized in the work; for the stages of earthworks and urbanism projects undertaken in Bucaramanga and its Metropolitan Area.

The information that was collected in the field was performed a statistical analysis adjusted to a normal distribution with the aim to find the correlation between the involvement factors (independent variable) and (dependent variable), using a linear regression that generated some equations that predict how each activity works, for modeling real situations in work activities by using a spreadsheet in Excel to determine the real costs of the labor.

Keywords:

Performance, productivity, impact factors, correlation database.

1. CAPITULO INTRODUCTORIO

Para realizar un proyecto de construcción durante la etapa de planeación sin importar el tipo de obra, es necesario definir estimaciones o suposiciones que no estén lejos de la realidad sobre los costos y tiempos para determinar de manera general la confiabilidad, buen uso del capital y los procesos técnicos a aplicar en cada una de las actividades, pero al momento de ejecutar el proyecto se van a generar cambios que van a alterar lo presupuestado inicialmente tales como laborar en condiciones diferentes o desfavorables a las estimadas, la falta de recursos, experiencia del trabajador, la suspensión de actividades por alteraciones climáticas y afectación de los suelos o el material de trabajo. Para ello hoy en día se cuenta con software informáticos que son de gran ayuda en la creación de presupuestos y programas relacionados con la construcción, pero se necesita que la persona que utilice estos métodos conozca muy bien los factores que pueden llegar a alterar la viabilidad del proyecto y pueda analizar muy bien la información para que los resultados sean confiables, para alcanzar eficientemente la realización de un proyecto de construcción y a su vez mejorar la productividad y competitividad del sector en Colombia.

En Colombia ciudades como Bogotá, Barranquilla, Medellín y Cali poseen sus propias bases de datos de costos y tiempos en el área de la construcción, donde se estudia aquellas variables que alteran directamente los tiempos y los costos del proyecto, tales como: el clima, la hora del día en que se labora, a qué altura se trabaja, facilidad de equipos de seguridad, modalidad de contrato entre otras, siendo esto una ayuda importante para las empresas constructoras en cada zona¹.

¹BOTERO, Luis. Análisis de rendimiento y consumos de la mano de obra en actividades de la construcción. En: Revista universidad EAFIT. N° 128. (Octubre.Noviembre.Diciembre2002).

Tomando como referencia lo anterior se busca que la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana cuente con su propia base de datos la cual pueda proporcionar información competente, confiable que sirva de soporte de comparación a empresas constructoras de la región, la comunidad estudiantil y profesionales , y a su vez como guía en el área de la construcción la cual se adapte al tipo de zona en estudio, examine la experiencia de la mano de obra, generando información de rendimientos ajustados a la realidad.

En el Área Metropolitana de Bucaramanga se están realizando investigaciones afines en edificaciones, específicamente en etapas de estructuras, mampostería y acabados, sin embargo, no se han estudiado actividades como excavaciones y urbanismo las cuales son objeto de esta investigación.

Por todo lo anterior es preciso generar los siguientes cuestionamientos - ¿Es confiable realizar una planeación de costos y tiempos para un proyecto de construcción cualquiera hecha con información de productividad y mano de obra de una ciudad que no sea la tratada en cuestión? ¿Se maneja algún tipo de información de base de datos de tiempos y costos que sirva para la realización proyectos de construcción adaptada con parámetros de la región? ¿Se puede mejorar el rendimiento y la productividad de la mano de obra de proyectos de construcción en Bucaramanga y su área metropolitana con la implementación de una base de datos adecuada con datos relevantes de nuestra zona? ¿Se puede estimar el rendimiento y la productividad de la mano de obra mediante un modelo matemático tomando como soporte la información de una base de datos?

El proyecto se llevo a cabo de la siguiente manera inicialmente se hizo una revisión bibliográfica de investigaciones de rendimiento y productividad en Colombia, luego mediante una fórmula matemática se calculo el número de proyectos que debíamos visitar para que la muestra fuera representativa y a su vez el número de actividades mínimas a trabajar, con esto se definió la cantidad de muestras por actividad y se implementó el formato de recolección y los factores de incidencia que se tomo como base en esta investigación, luego se recopilaron los datos, se ordenaron y para la parte de resultados se aplico un análisis

estadístico descriptivo al rendimiento de cada actividad para obtener una base de datos de rendimiento y productividad de la mano de obra, seguido de un análisis de regresión entre el rendimiento y los factores de afectación con el propósito de generar una matriz de correlaciones y a su vez conocer el grado de incidencia de cada factor en el proyecto, por último se obtuvo un análisis de costo de mano de obra por unidad de trabajo de cada actividad con el fin de crear un modelo matemático en Excel donde simulara situaciones reales en obra alterando los factores de afectación dando como resultado rendimientos y costos de la mano de obra por unidad de trabajo ajustados a las características de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Elaborar un análisis de rendimientos y/o productividad de la mano de obra en las etapas de movimiento de tierra y urbanismo de proyectos de construcción, en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana, con el propósito de proporcionar una base de datos confiable, precisa y detallada que se adapte a las características de la región e implementar un modelo matemático que pueda predecir el rendimiento y la productividad en cada caso.

1.1.2 Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica respecto al rendimiento y productividad en la mano de obra en Colombia.
- Ajustar e Implementar una herramienta para la toma y registro de datos y el posterior análisis de la información.
- Elaborar una base de datos de rendimiento y productividad de la mano de obra en proyectos de construcción en etapas: excavaciones y urbanismo con valores tomados de campo ajustados en Bucaramanga y su Área Metropolitana.
- Realizar un análisis de costos de mano de obra en proyectos de construcción, en las etapas de movimiento de tierra y urbanismo.
- Diseñar un modelo matemático donde se puedan evaluar distintos escenarios que puedan afectar el rendimiento y la productividad de la mano de obra, aplicando variables que modifiquen lo planteado anteriormente.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Debido al alto avance de la industria y el uso de un sinnúmero de recursos en la construcción obliga a profesionales del área a realizar estimaciones a nivel general antes de dar inicio a un proyecto, proyectar el valor aproximado que costará realizar cada actividad en la obra, e identificar la remuneración a un trabajador por la ejecución de sus funciones, las cuales se esperan sean productivas, pero siempre van estar presentes diversos factores que impactarán el desarrollo de la labor: elevación de gastos, disminución del rendimiento de la mano de obra, etc.

En Colombia solo 5 ciudades (Barranquilla, Cali, Bogotá, Medellín y Cúcuta) cuentan con una información de base de datos que pueda proporcionar como varía el rendimiento y productividad de la mano de obra bajo condiciones de clima, hora del día, condiciones sociales, entre otras. Se sabe que la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana aun no cuentan con una base de datos que sea confiable, veraz, clara y que sirva de ayuda para las empresas de la región y comunidad estudiantil. De ahí la importancia de este estudio donde se pretende elaborar un análisis de rendimientos y/o productividad de la mano de obra en ciertas etapas de un proyecto de construcción, en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana, con el propósito de proporcionar una base de datos confiable, precisa y detallada que se adapte a las características de la región.

1.3 ALCANCE

Este proyecto de grado está enfocado en la ciudad de Bucaramanga y su Área metropolitana y tiene como fin realizar una base de datos para evaluar el rendimiento y la productividad de mano de obra en proyectos de construcción en el etapas de: excavaciones y urbanismo en donde se analizarán las actividades más representativas para luego generar un modelo matemático que sirva para simular escenarios de tiempo y costo de mano de obra. En el estudio se analizarán específicamente los siguientes factores: clima, experiencia del trabajador, el uso o no de supervisor, y hora de ejecución de la actividad.

2. DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

2.1 ANTECEDENTES

En el año 2000 en la ciudad de Medellín los ingenieros Antonio Cano y Gustavo Duque Realizaron los estudios iniciales sobre rendimientos y productividad de la mano de obra en proyectos de construcción, ellos plantearon una metodología para la toma de datos en obra, para su posterior análisis determinando los factores de afectación en los consumos y rendimientos de mano de obra en actividades de construcción².

En el 2002 el Arquitecto Luis Fernando Botero publicó un artículo en la revista EAFIT donde menciona que la utilización de bases de datos comerciales de rendimientos y consumos de mano de obra para proyectos de construcción no es confiable ya que cada profesional ha elaborado su propia base de datos de acuerdo a sus necesidades y conveniencias generando resultados variados entre la utilización de estas hojas de información ya que cada quien utiliza su propia metodología de toma y registro de datos, en vista a esto la Cámara colombiana de la construcción (CAMACOL) pretende desarrollar una metodología normalizada para la obtención de datos para proyectos de construcción tomando como prueba piloto el valle de Aburrá para luego ser aplicada a todo el país³. En este estudio se plantea apoyarse en esta investigación y enfocarse a las necesidades de la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana y los resultados que se obtengan sean confiables.

²CANO Antonio y DUQUE Gustavo, "Rendimientos y consumos de mano de obra en la ciudad de Medellín". (2000).

³BOTERO Luis, "Utilización de base de datos comerciales de rendimientos y consumo de mano de obra para proyectos de construcción". (2002).

En el 2008 la Universidad Pontificia Bolivariana, el ingeniero civil Sergio Andrés Suarez junto con la colaboración de la empresa INRALE LTDA realizó una investigación sobre la creación de una base de datos de rendimientos enfocada en la programación y presupuesto de edificaciones en Bucaramanga y su Área Metropolitana tomando como objeto de estudio mediciones de actividades de obra de dos proyectos de la ciudad, dando como conclusión de la investigación que los datos arrojados no eran confiables debido a que se alejaban mucho de la realidad, por tanto se recomendó no utilizarlos para la realización de presupuestos de proyectos de construcción⁴.

En el año 2009 en Sincelejo- Sucre Los ingenieros Carlos Andrés Valeta Revollo y David Francisco Ramírez Padilla estudiaron como trabajo de investigación en su tesis de grado el “análisis de la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificaciones de uso residencial en concreto reforzado” tomando como eje diferencial aquellos factores que inciden en el desarrollo de las actividades de construcción en el lugar de estudio, que para este caso fueron factores sociales, económicos y ambientales. Además, se puede calcular las productividades y consumos de mano de obra y el costo generado por grupo de trabajo mediante una herramienta computacional con datos de la región de Sincelejo- sucre⁵.

La empresa CONSTRUDATA que desarrolla sistemas empresariales de alto rendimiento desde el año 2005 ha venido publicando trimestralmente una revista que registra para cada una de las actividades de la construcción sus respectivos costos de la mano de obra, la cual facilita la obtención de datos aproximados del costo una labor determinada, enfocada en 4 ciudades representativas del país (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla) lo cual motiva a buscar que Bucaramanga y

⁴SUAREZ Sergio Andrés, “Elaboración de una base de datos de rendimiento para la programación y presupuesto de edificaciones en Bucaramanga y su Área Metropolitana”. (2008).

⁵MARTINEZ David Francisco y VALETA Carlos Andrés, “Análisis de la productividad y/o rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificaciones de uso residencial en concreto reforzado en el municipio de Sincelejo” (2009).

su Área Metropolitana pueda contar con información detallada de costos de mano de obra en cada una de las actividades de proyectos de construcción.

En el año 2009 en la ciudad de Bucaramanga la ingeniera Lina Marithza Polanco Sánchez realizó un proyecto de grado en el tema de “Análisis del rendimiento de la mano de obra para actividades de construcción- estudio de caso edificio J de la Universidad Pontificia Bolivariana” en donde ella destaca que si se logra optimizar los factores posibles cuando la obra se está ejecutando (toma de tiempos, selección de personal, control de la programación) se generará un mayor rendimiento en cada una de las actividades dando como resultado una disminución en la duración de la obra y los costos planteados inicialmente en el proyecto⁶.

⁶POLANCO SÁNCHEZ Lina Marithza, “Análisis del rendimiento de la mano de obra para actividades de construcción- estudio de caso edificio J de la UPB” (Septiembre 2009).

2.2 FUNDAMENTACION TEORICA

Hoy en día antes de realizar un proyecto de construcción es necesario calcular un valor global de los costos de las actividades, la remuneración para cada cuadrilla de trabajo, buscando que la actividad sea productiva y de buena calidad, llevar un control de: tiempos de cada actividad, maquinaria y materiales, debido a que en la actualidad se optimizan constantemente los recursos de la industria en la construcción.

Por todo esto es muy importante saber aplicar una excelente filosofía administrativa en el área de la construcción la cual no es otra cosa si no lograr aumentar la productividad por medio de la calidad y la mano de obra siendo fundamental para la realización optima de cada una de las actividades a realizar ya que su nivel de experiencia, constante capacitación, capacidad de adaptación al medio ambiente entre otras harán que su desempeño mejore.⁷

Si se quiere conocer más a fondo el recurso humano y sus propiedades y debilidades que afectan su desempeño en campo, se han de conformar conceptos referentes a la productividad y el rendimiento de la mano de obra tales como:

Productividad: Se conoce el valor de la eficiencia con que los recursos son administrados para lograr culminar una actividad específica, dentro de un lapso de tiempo determinado y con un rango de calidad estipulado.⁸

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \text{Producido} / \text{Recursos}$$

Nuestro país tiene una productividad más baja en consideración de otros países como Japón ya que nuestra inversión y avance tecnológico en cada uno de los sectores productivos no es tan rápido, por el contrario para los países asiáticos es primordial fortalecer la productividad ya que ayuda a que su economía crezca y están muy pendientes de la calidad de sus trabajadores otorgando posibilidades de estudio y capacitaciones constantes de las actividades que ellos realizan en la obra.⁹

⁷ GUTIERREZ, Mario. Introducción. En: Administrar para la calidad. 2 a Ed. México D.F: Limusa Noriega Editores, 1989. P19.

⁸ SERPELL, Alfredo. Conceptos de productividad en la construcción. En: Administración de operaciones de Construcción. 2 a Ed. México D.F: Alfaomega, 2000.P

⁹ AGUILAR MEJIA, Guillermo y HERNANDEZ, Triny Carolina. Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimientos de mano de obra. Universidad Industrial De Santander. Bucaramanga,(2007).

Otro de los aspectos a tener en cuenta en la industria de la construcción es la competitividad la cual va de la mano de una buena optimización de los procesos buscando que el cliente siempre quede satisfecho, para que todo esto sea posible se debe a un buen uso de los materiales y equipos para llevar a cabo la labor, al constante cambio de los procesos constructivos y a la eficacia del trabajador, para nuestro caso un oficial o ayudante. Mediante una buena utilización de los recursos innovando nuevas técnicas buscando así originalidad y perfección.

Se debe tener un buen uso de mano de obra calificada la cual en el transcurso de toda la realización del proyecto no deserte ni varíe en su mayoría, que sea bien remunerada y a su vez capacitada constantemente en donde cada uno de los obreros tenga un buen conocimiento de la labor que se va a realizar.

Mano de obra: Se define como un recurso activo que tiene una afectación directa sobre la duración del proceso y la cantidad de producido nos puede proporcionar información sobre el nivel de trabajo de un obrero, cuadrilla o equipo en determinado tiempo.

Productividad de la mano de obra = Producido / hora obrero

Rendimientos de la mano de obra: Es la proporción de potencial humano dada en horas/hombre que se utiliza por una cuadrilla integrada por uno o varios operarios con especialidades diferentes para llevar a cabo en su totalidad una actividad o un tramo de ella.¹⁰ Se expresa como (hH/um).

Tipos de trabajo: Para llevar a cabo una determinada actividad se tienen en cuenta ciertos requerimientos básicos tales como: el personal (destrezas y capacidades), materiales para llevar a cabo la tarea asignada, sitio de la obra, herramientas y equipos, documentación técnica y gestión. La interacción de todos ellos crea:

¹⁰ Botero, Luis. Análisis de rendimiento y consumos de la mano de obra en actividades de construcción. En: Revista Universidad EAFIT. N° 128. (Octubre. Noviembre.Diciembre.2002).

1. Trabajo productivo: es el que aporta directamente a la producción, es la ejecución en sí de la actividad. Por ejemplo: Fundida de zapata, replanteo del terreno entre otras.
2. Trabajo no contributivo: se puede definir a aquellas sesiones de tiempo que el individuo no realiza en si ninguna actividad que aporte a la realización del trabajo como por ejemplo: el tiempo de espera mientras los materiales se le son entregados para continuar con la labor, desplazamientos sin ningún implemento en el desarrollo de la actividad entre otros.
3. Trabajo contributivo: se puede interpretar como aquel trabajo que apoya la labor que se está ejecutando como limpiar cosas que se están utilizando, llevar un material de un lugar a otro para utilizarlo entre otros.¹¹

Si para determinado tipo de obra se realizara una comparación sobre estos tipos de trabajos se tendría como resultado una muestra muy variable que no podrían ser tomadas en cuenta como objeto de estudio. En nuestro país se hizo un estudio sobre estos trabajos mencionados anteriormente obteniendo resultados de pérdidas que se ilustran en la siguiente gráfica (ver figura 1).

Eficacia: es el grado de capacidad de la técnica para llevar a cabo una labor específica en su totalidad.

Eficiencia: se define como la facilidad de disponer y saber darles un buen uso a los materiales buscando un aumento de la producción y una disminución en los insumos logrando así el máximo rendimiento en la realización de la tarea.

En su libro “Estimator`s General Construcción Man - hour Manual” el señor John S. Page plantea una propuesta en donde para el existen unos rangos para agrupar la eficiencia en la productividad de la mano de obra, Se mostrara en la siguiente tabla los máximos niveles de eficacia como también los niveles más bajos siendo cero el nivel más bajo de eficacia.

¹¹ Botero, Luis. Análisis de rendimiento y consumos de la mano de obra en actividades de construcción. En: Revista Universidad EAFIT. N° 128. (Octubre. Noviembre.Diciembre.2002).

Tabla 1. Clasificación de la eficacia en la mano de obra.

| Eficiencia en la productividad | Rango |
|--------------------------------|-----------|
| Muy baja | 10% - 40% |
| Baja | 41% - 60% |
| Normal (promedio) | 61% - 80% |
| Muy buena | 81% - 90% |
| Excelente | 91% -100% |

Fuente: Estimator`s general construcción man – hour, John S. Page. Citado por: Botero B Luis F.,
En: Revista Universidad EAFIT N° 128,2002.

2.3 ASPECTOS QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DE UNA ACTIVIDAD

- * Maquinaria
- * Método de construcción
- * Mano de obra
- * Instrumentos de trabajo y equipos
- * Otros aspectos

Si sumamos cada uno de ellos al ejecutar una labor en especial se espera conocer el tiempo que se llevó a cabo la actividad, la productividad de la cuadrilla de trabajo, el costo de los materiales, equipos y de la mano de obra utilizados para el desempeño de la misma y por último la calidad del producto entregado finalmente lo cual se cree que sea lo más agradable a la vista y lo más seguro en términos estructurales.

Dos aspectos a tener en cuenta para alcanzar las metas proyectos con éxito en un proyecto de construcción son el rendimiento y la productividad, pero su resultado varia en todo tipo de proyecto debido a ciertas condiciones que son dadas por factores que pueden afectar positiva o negativamente la producción de la mano de obra en una labor especifica de la obra, a continuación se mostraran algunos factores en la siguiente tabla # 2.

Tabla 2. Factores de afectación para el rendimiento o consumo de la mano de obra.

| |
|----------------------|
| 1 Clima |
| 2 Aspectos generales |
| 3 Trabajador |
| 4 Supervisión |
| 5 Actividad |
| 6 Economía general |
| 7 Equipamiento |

Fuente: Estimator's general construction man – hour manual John S. Page. Adaptación de los ingenieros Antonio Cano R y Gustavo Duque V, a nuestro medio.

Existen varios factores que inciden en la productividad en el área de la construcción ya sea de manera positiva o de manera negativa, es indispensable conocerlos y corregirlos lo más rápido posible para evitar contra tiempos futuros durante la ejecución de la obra evitando a toda costa consecuencias negativas futuras. Lo mencionado anteriormente no solo afecta a la persona que lleva a cabo el trabajo básico sino que además incide en los clientes, dueños, proyectistas y proveedores.

2.3.1 Factores presentes en el entorno de trabajo

Según el manual de prevención de riesgos laborales de la Unión General de Trabajadores de España hay factores en el medio ambiente de trabajo que se generan por el proceso de producción que pueden incidir positiva o negativamente en el rendimiento de cualquier actividad y en la salud del operario que la realice a continuación mencionaremos algunos de estos factores.

- **El clima:** la confortabilidad del lugar está ligada a tener condiciones climáticas óptimas, el nivel de confortabilidad esta dado por varios factores no solo depende de los estados climáticos o el grado de temperatura del medio, ya que este puede cambiar dependiendo del tipo de actividad que se esté realizando, la manera en la que ejecuta dicha labor, y la indumentaria que tenga el operario al momento de estar realizando la actividad.

- **Condiciones Termo- higrométricas:** se puede definir como aquellas condiciones físicas ambientales de temperatura, como lo es nivel de ventilación que circula en una actividad o su grado de humedad, si se tiene una mala condición termo - higrométrica la salud de la persona que está presente se puede ver afectada con problemas como: gripes, deshidratación, choques de calor, fatiga al realizar la labor lo cual es diferente para cada individuo ya que todos tenemos diferentes estados de aclimatación y si no se presta atención se pueden presentar bajo rendimiento en la labor realizada, demoras en la ejecución, disminución en la capacidad y accidentes en la obra.
- **Ruido:** Si los individuos se exponen constantemente a altos niveles de ruido pueden que con el tiempo presenten problemas como perdida de su capacidad auditiva y en el peor de los casos sordera, fatigas en el trabajo produciendo menor eficiencia del operador en actividades manuales como intelectuales¹².
- **La experiencia laboral:** La CEPAL en Agosto del año 2005 menciona lo siguiente: no se tiene en si un método para medir con exactitud la experiencia, gracias a lo difícil que es notar mediante un indicador todo lo que ha aprendido este individuo en todos sus años de trabajo en diferentes tipos de actividades y de proyectos. Una manera de medir esta experiencia es conocer la edad que el individuo promedio de cada país a estado laborando en el mercado de trabajo, pero se debe ser muy cuidadoso a la hora de interpretar los datos obtenidos ya que durante su vida cada individuo realiza un sinnúmero de labores diferentes en trabajos que no suelen ser los mismos y en unos se necesite un grado mayor de experiencia o esta se adquiera de manera mas lenta en unos trabajos que en otros.¹³

En su libro de Administración de Operaciones de Construcción Alfredo Serpell presenta una clasificación según su incidencia positiva y negativamente de la siguiente manera:

¹² Unión General de Trabajadores. Prevención de Riesgos Profesionales [en línea]. <http://www.ugt.es/campanas/condicionesdetrabajo.pdf> [citado en 21 de Diciembre de 2012].

¹³ Naciones Unidas. Revista de la CEPAL. (Comisión económica para América Latina y el Caribe). EN: Publicación de las Naciones Unidas. [en línea]. N^o 86 [Agosto, 2005]. <<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/22219/G2282e.pdf>> [citado en 22 de Diciembre]. ISSN 1682-0908.

1. Factores que afectan negativamente en la productividad.

- Composición y tamaño inadecuado de las cuadrillas.
- Falta de supervisión del trabajo.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios reducidos.
- Reasignación de la mano de obra de tarea en tarea.
- Hora del día y el día de la semana, que provocan variaciones en el desempeño de las personas.
- Muchas modificaciones durante la ejecución de la obra.
- Temperatura o clima adverso.
- Disponibilidad limitada de mano de obra adecuada y capacitada.

2. Factores que inciden positivamente en la productividad.

- Empleo de técnicas modernas de planificación.
- Uso de estudios de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia, reducir la fatiga y trabajar más racionalmente.
- Buena supervisión del trabajo.
- Programas educacionales y de capacitación del personal.
- programación de intervalos cortos a nivel de cuadrillas.
- Programas de seguridad en obra.
- Programas de motivación personal.¹⁴

2.4 LA INCIDENCIA HUMANA EN LA CONSTRUCCION

2.4.1 Mano de obra

En la cada uno de los proyectos de la ingeniería civil están presentes recursos técnicos y humanos los cuales son pilares indispensables para la realización exitosa de cada una de las actividades que componen el proyecto.

El individuo en sí no debe tratarse como un objeto más en la industria de la construcción, se debe reconocer el valor humano de cada ser y darle un trato justo, respetuoso sin dignificar su integridad, por ello la contratación en la construcción debe velar por el bienestar de cada trabajador mejorando el desarrollo de su competencia logrando una mayor productividad y eficiencia. Estos factores permiten que se pueda tener un grupo de trabajo comprometido y

¹⁴ SERPELL, Alfredo. Conceptos de productividad en la construcción. En: Administración de Operación de Construcción. 2 a Ed. México D.F: Alfaomega, 2000. P 40, 41, 42.

clientes satisfechos por los resultados obtenidos de manera individual como de manera conjunta.

En la industria de la construcción se conoce que hay actividades que se realizan conjuntamente las cuales manejan un número diferente de personal por actividad definidos como Maestro de obra, oficial y ayudante, a continuación se hará una breve descripción de cada uno.

La Real Academia de la Lengua define en su diccionario la palabra obrero como:

“Obrero, -(Del lat. Operarius): 2. Adj. Perteneciente o relativo al trabajador.3. Nombre masculino o femenino. Trabajador manual retribuido”.

De la definición anterior podemos deducir que un obrero de construcción que en nuestro trabajo lo damos a conocer como ayudante, es aquel que cuya función principal es la ejecución de una labor manual que para realizarla genera un esfuerzo físico, su ejercicio no es calificada ni exige estudios especializados ni requiere tener un amplio conocimiento en trabajos relacionados a la ingeniería civil. Su trabajo es remunerado por un jefe de obra al quien está subordinado.

En la base de la pirámide jerárquica laboral se encuentran los obreros y los ayudantes y su retribución a su labor prestada se hace dependiendo a las tareas que este vaya a realizar acordadas mediante un contrato de mutuo acuerdo. Esto en concordancia con el código sustantivo del trabajo en su artículo 132 el cual dice lo siguiente: “El empleador y el trabajador pueden convenir libremente el salario en sus diversas modalidades como por unidad de tiempo, obra, a destajo y por tarea, pero siempre respetando el salario mínimo legal o el fijado en los pactos, convenciones colectivas o fallos arbitrales.

Cuando se llegue a los acuerdos laborales mencionados anteriormente, se puede decir que tanto empleador como el trabajador, pueden llegar a mutuos acuerdos, dando entender que los acuerdos enunciados en el contrato, no estén por debajo de los mínimos establecidos según la ley, por lo tanto deducimos según lo observado en campo para un obrero promedio su retribución es el salario mínimo estipulado por el gobierno, y para este año 2013 es de \$589.500, representando un incremento de 4.02% con respecto al año anterior con un plus de subsidio de transporte de \$70.500.

Oficiales: su labor es la de realizar las mismas tareas llevadas a cabo por los obreros o ayudantes pero con la diferencia de que los oficiales van a ser auxiliares del maestro. Este tipo de trabajadores por no haber obtenido el pleno grado de

especialidad pero por tener una buena experiencia en los conocimientos que requiere la actividad se le dará a cargo la responsabilidad de la tarea.

La remuneración salarial del oficial recibe un sueldo promedio cercano a los 1.5 salarios mínimos legales vigentes, adicionando además una obligación legal correspondiente a los beneficios de seguridad social y parafiscal. También se incluye que su nomina este compuesta por los devengados, deducciones y apropiaciones.¹⁵

Maestros de obra:

Son profesionales que sirven de auxiliares a los ingenieros de acuerdo a lo estipulado en la ley 842 del 2003, razón por la cual su labor no es autónoma pues debe ser ejecutada bajo la supervisión y dirección de los ingenieros. Lo que nos da entender que los maestros de obra no deben considerarse como constructores para efectos de su suscripción en el Registro Único de Proponentes según el decreto 4881 de 2008.

Para los maestro de obra su contratación se puede realizar mediante entidades públicas o privadas para laboral en el área de las obras civiles de manera autónoma, sin ser dirigidos y controlados por un ingeniero de la respectiva especialidad debidamente matriculado, actividades manuales o técnicas u operativas tales como locaciones o actividades de construcción, de mantenimiento y conservación de carácter no estructural y en general construcciones menores que no requieran estructuras resistente a los eventos sísmicos o al uso del mismo.¹⁶

Con respecto al salario los maestros de obra reciben 2 salarios mínimos legales vigentes, incluidas también dentro de esta remuneración las deducciones y apropiaciones correspondientes.

¹⁵ Gerencie.com. Apropiaciones de Nómina. [en línea]. <<http://www.gerencie.com/apropiaciones-de-nomina.html>> [citado 23 de Diciembre de 2012].

¹⁶ COPNIA. Doctrina y Conceptos. [en línea]. <http://www.copnia.gov.co/doctrina_y_conceptos-65/> [citado 26 de Diciembre de 2012].

2.4.2 Remuneración de la mano de obra en la construcción

Jornada laboral ordinaria:

La jornada laboral ordinaria se da a entender como la jornada de trabajo acordada en el contrato de trabajo, bien sea la jornada máxima legal u otra acordada por las partes. La jornada máxima legal no es para todos los casos la jornada laboral ordinaria, ya que esta puede ser inferior a la jornada máxima.

Se puede pactar libremente la jornada de trabajo entre la empresa y el trabajador, siempre y cuando no se exceda la jornada máxima legal que es de ocho horas al día y 48 horas a la semana, salvo ciertas excepciones que abarcan solo 6 horas de algunas actividades en particular. Por lo tanto, una compañía puede pactar con sus empleados una jornada de trabajo de medio tiempo (4 horas) y esta entonces será la jornada laboral ordinaria para todos los casos.

Las jornadas de trabajo son estipuladas por el Código Sustantivo del Trabajo en su artículo 158:

Jornada ordinaria:

La jornada ordinaria de trabajo es la que se establezca de común acuerdo entre las partes, pero si no hay convenio la máxima legal. Toda aquella jornada que se excede de la jornada ordinaria se tomara como trabajo adicional, según el artículo 159 del Código Sustantivo del Trabajo: “trabajo suplementario o de horas extras es el que se exceda de la jornada ordinaria, y en todo caso el que excede de la máxima legal”.

Todo tiempo que se labora de más, sigue siendo considerado como medio tiempo, son horas adicionales y deben considerarse en el momento de realizar el pago.

Trabajo extra:

Es considerado como el mismo trabajo suplementario, y se refiere al tiempo de más al acordado entre el trabajador y patrono, así por ejemplo se acuerda una jornada laboral de 7 horas y se laboran 12 horas, en este caso 5 de ellas serán adicionales o trabajo extra.¹⁷ En el área de la construcción es muy común que las partes pacten un trabajo por tareas, para nuestro ejemplo son extras ya que las partes han aplicado lo dispuesto por el artículo 161 del Código sustantivo del Trabajo:

¹⁷ Gerencie.com. Jornada Laboral Ordinaria. [en línea]. < <http://www.gerencie.com/jornada-laboral-ordinaria.html> > [citado 26 de Diciembre de 2012].

“El empleador y el trabajador podrán acordar que la jornada semanal de cuarenta y ocho (48) horas se realice mediante jornadas diarias flexibles de trabajo, distribuidas en máximo seis días a la semana con un día de descanso obligatorio, que podría coincidir con el domingo. En éste, el número de horas de trabajo diario podrá repartirse de manera variable durante la respectiva semana y podrá ser de mínimo cuatro (4) horas y hasta diez (10) horas diarias sin lugar a ningún recargo por trabajo suplementario, cuando el número de horas de trabajo no exceda el promedio de cuarenta y ocho (48) horas semanales dentro de la jornada ordinaria de 6 a.m. a 10 Pm”.¹⁸

Por otro lado, el artículo 168 del Código Sustantivo de Trabajo da a conocer que si el trabajo extra o adicional se presenta en la jornada diurna, su recargo será del 25%; si la labor realizada se ejecuta en la jornada nocturna el recargo será del 75%. Dando a conocer que la jornada diurna está comprendida desde las 6 de la mañana hasta las diez de la noche, y la jornada nocturna desde las 10 de la noche hasta las 6 de la mañana. Cabe resaltar que si la labor o actividad ejecutada extra diurna o extra nocturna se realiza un día dominical o festivo, el recargo que le corresponda a esos días se suma al recargo por ser trabajo extra.

- **Liquidación de las vacaciones**

Todo empleado tiene el derecho a tener unas vacaciones que correspondan a 15 días hábiles de descanso remunerado por cada año de trabajo. En caso de que el empleado no alcance a laborar un año entero se liquidara proporcional a lo laborado en este lapso de tiempo.

Para liquidar las vacaciones se aplica la siguiente fórmula:

(SALARIO MENSUAL BASICO X DIAS TRABAJADOS)

720

El tiempo laborado se cuenta desde el momento en que realizaron las últimas vacaciones y se toma como base el salario básico que se devengue al momento de iniciar su descanso y no se tienen en cuenta las horas extras y los pagos recibidos por trabajos dominicales y festivos como lo explica el artículo 192 del Código Sustantivo del Trabajo. No obstante se relaciona el artículo 168 del Código Sustantivo de Trabajo.

¹⁸Código Sustantivo del Trabajo. *Título VI Jornada de Trabajo. Capítulo II Jornada Máxima. Artículo 161 Duración.* <http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_sustantivo_trabajo_pr005.html> [citado en 26 de Diciembre de 2012]

Para realizar el cálculo de las vacaciones, comúnmente se ajusta un valor de 4.17% lo cual corresponde exactamente a (15) días de salario, pero se debe tener presente de que a la hora de cancelar el pago las vacaciones se debe pagar aproximadamente 18 días de salario, cada vez que la norma habla de 15 días hábiles de descanso, significando esto 18 días calendario. Ya que los domingos y festivos no son días hábiles. Y si la empresa labora normalmente un día sábado este se tomaría como un día hábil si no por consiguiente tampoco es día hábil.

- **Liquidación de recargos**

El artículo 168 del Código Sustantivo de Trabajo expresa lo siguiente:

Tasas y liquidación de recargos.

1. Cuando se realiza trabajos en horas nocturnas, por el solo hecho de realizarse en la noche se remunera con un recargo del treinta y cinco por ciento (35%) sobre el valor del trabajo diurno, con la única excepción de la jornada treinta y seis (36) horas semanales prevista en el artículo 20 literal c) del Código Sustantivo del Trabajo.
2. El trabajo extra diurno se remunera adicionándole un recargo del veinticinco por ciento (25%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno.
3. El trabajo extra realizado en horas nocturnas se remunera con un recargo del setenta y cinco por ciento (75%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno.
4. Cada uno de los recargos mencionados anteriormente se generan de manera exclusiva, en otras palabras no se pueden acumular con otro.¹⁹

Algunas deducciones:

Una vez al mes o cada quince días según sea el periodo de pago estipulado, la compañía debe proceder a liquidar su respectiva nomina para desglosar los diferentes conceptos que adeuda el trabajador y que debe descontarle o deducirle. Para dicho fin debe tener presente, además de los adicionales como auxilio de transporte, comisiones de acuerdo a lo tasado por la ley y horas extras; todas las deducciones de nomina (Conceptos a cargo del trabajador) los cuales son: Salud (4%) y pensión (4%). La seguridad social de los empleados estará a cargo por parte del empleador de la siguiente manera:

¹⁹ Código Sustantivo del Trabajo. *Título VI Jornada de Trabajo. Capítulo II Jornada Máxima. Artículo 168 Duración.* <http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_sustantivo_trabajo_pr005.html> [citado en 27 de Diciembre de 2012]

Salud con un 8.5% del salario acordado, pensión del 12%.

Tabla 3. Aportes Parafiscales

| | |
|--------------------------------|----|
| SENA | 2% |
| Cajas de compensación familiar | 4% |
| I.C.B.F | 3% |

Fuente: <http://www.gerencie.com/aportes-parafiscales.html>

Nota: para el cálculo de los Aportes parafiscales se tomara el valor total de la nomina mensual de la empresa, excluyendo el auxilio de transporte que no es factor salarial.²⁰

2.4.3 El rol de el ingeniero civil en la supervisión de las actividades en la construcción

Todo ingeniero civil está en la obligación de velar por el buen cumplimiento de los procesos y su marcha se ejecute de acuerdo a los requerimientos de la obra, y prima entre sus deberes más esenciales el ejecutar el papel de administrador de actividades que están bajo su responsabilidad haciendo posible que un grupo de trabajo con herramientas y materiales puedan generar obras tangibles. De otra manera se puede decir que lo más esencial para un ingeniero civil es controlar y hacer una buena gestión de todas las operaciones que se ejecuten en un proyecto de construcción y todas aquellas que están interconectadas y participen en la realización de la misma, dándonos a entender de que es su responsabilidad es velar por la “producción de los bienes y servicios de la organización”.²¹

²⁰ Gerencie.com. Aportes Parafiscales. [en línea]. < <http://www.gerencie.com/aportes-parafiscales.html> > [citado 27 de Diciembre de 2012].

²¹ SERPEL, Alfredo, Administración de operaciones en construcción, 2da edición, editorial Alfa Omega, pág. 23

3. ESTRUCTURA METODOLOGICA

Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación nuestro estudio metodológico se dividió en dos etapas, una primera parte en donde consulto documentación bibliográfica sobre investigaciones anteriores enfocadas a nuestro tema de estudio en el área de la construcción, se llevo a cabo la implementación de una encuesta a constructores de la región, estimación de la población objetivo y numero de actividades a investigar, captura de la información en campo con el uso de una ficha de recolección, análisis de los factores que afectan en la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la construcción; para luego complementarlo con una segunda etapa en donde se ordeno y registro la información en una hoja computarizada, se hizo un análisis estadístico descriptivo e inferencial al rendimiento calculado con la información recolectada en las fichas de cada una de las actividades tomadas en campo, ya con esto se paso a realizar una análisis de regresión entre el rendimiento y los factores de afectación con el propósito de generar una base de datos de rendimiento y productividad de la mano de obra ajustada a la ciudad de Bucaramanga y una matriz de correlación de los factores que incidían en la productividad de cada una de las actividades analizadas en campo, para luego elaborar un análisis de costos de la mano de obra en Bucaramanga y un modelo matemático en Excel que simulara situaciones reales en obra de rendimientos y costos de la mano de obra.

3.1 CONSULTA DIRIGIDA A CONSTRUCTORES DE LA REGION

En el transcurso de la realización del proyecto general conocido como: **”Productividad y/o Rendimiento de la Mano de Obra en la Construcción en la Ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana”**, dirigida por la ingeniera Margareth Indira Viecco Márquez para la Universidad Pontificia Bolivariana, se llevo a cabo una encuesta (**Ver Anexo 1**) elaborada con 5 preguntas cerradas, realizada a empresarios y constructores de la región con el

propósito de: identificar las causas que afectan la productividad, que tipo de documentación poseen ellos para realizar un presupuesto en la etapa de planeación del proyecto ò conocer si en ocasiones han tomado mediciones de los rendimientos de sus cuadrillas de trabajo, que cualidades buscan al momento de contratar el personal y que conocimiento tienen de ciertos factores que pueden llegar a incidir en el rendimiento del trabajador.

Se obtuvo como resultado de la encuesta que hay la necesidad en la región de tener una base de datos actualizada, que tenga en cuenta los factores que inciden en la productividad, una sistematización y compatibilidad con la ayuda de herramientas computacionales que hagan posible la modelación de una situación real.

3.2 DETERMINACION DE LA LOCALIZACION O POBLACION OBJETIVO

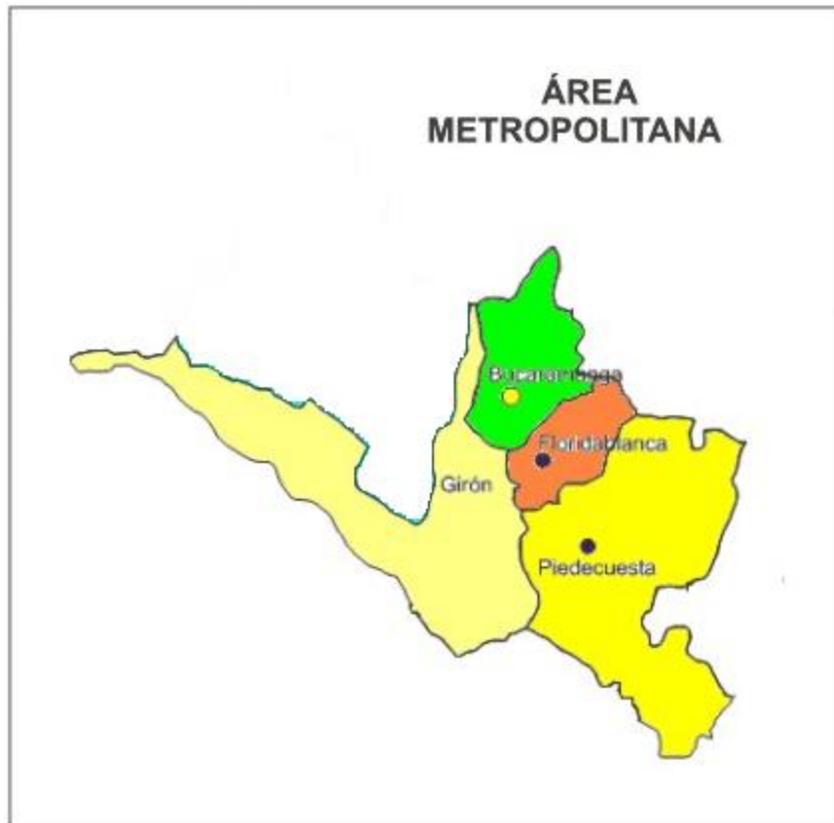
El Área Metropolitana de Bucaramanga está constituida por los municipios de Piedecuesta y Floridablanca ubicados al sur; Girón ubicado al occidente, y Bucaramanga ubicado al norte, mediante la Ordenanza N^a. 20 de 1981 y consta de 1479 km² de superficie, con una constante variabilidad de cambios climáticos y características geográficas diferentes, en la siguiente tabla se pueden observar la semejanzas que hay entre los municipios del Área Metropolitana.

Tabla 4. Características de los Municipios de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

| Municipio | Superficie (km ²) | Temperatura C |
|---------------|-------------------------------|---------------|
| Piedecuesta | 344 | 19 |
| Floridablanca | 97 | 23 |
| Bucaramanga | 162 | 24 |
| Girón | 475 | 28 |

Fuente: <http://www.cdmb.gov.co/web/index.php/institucional.html>

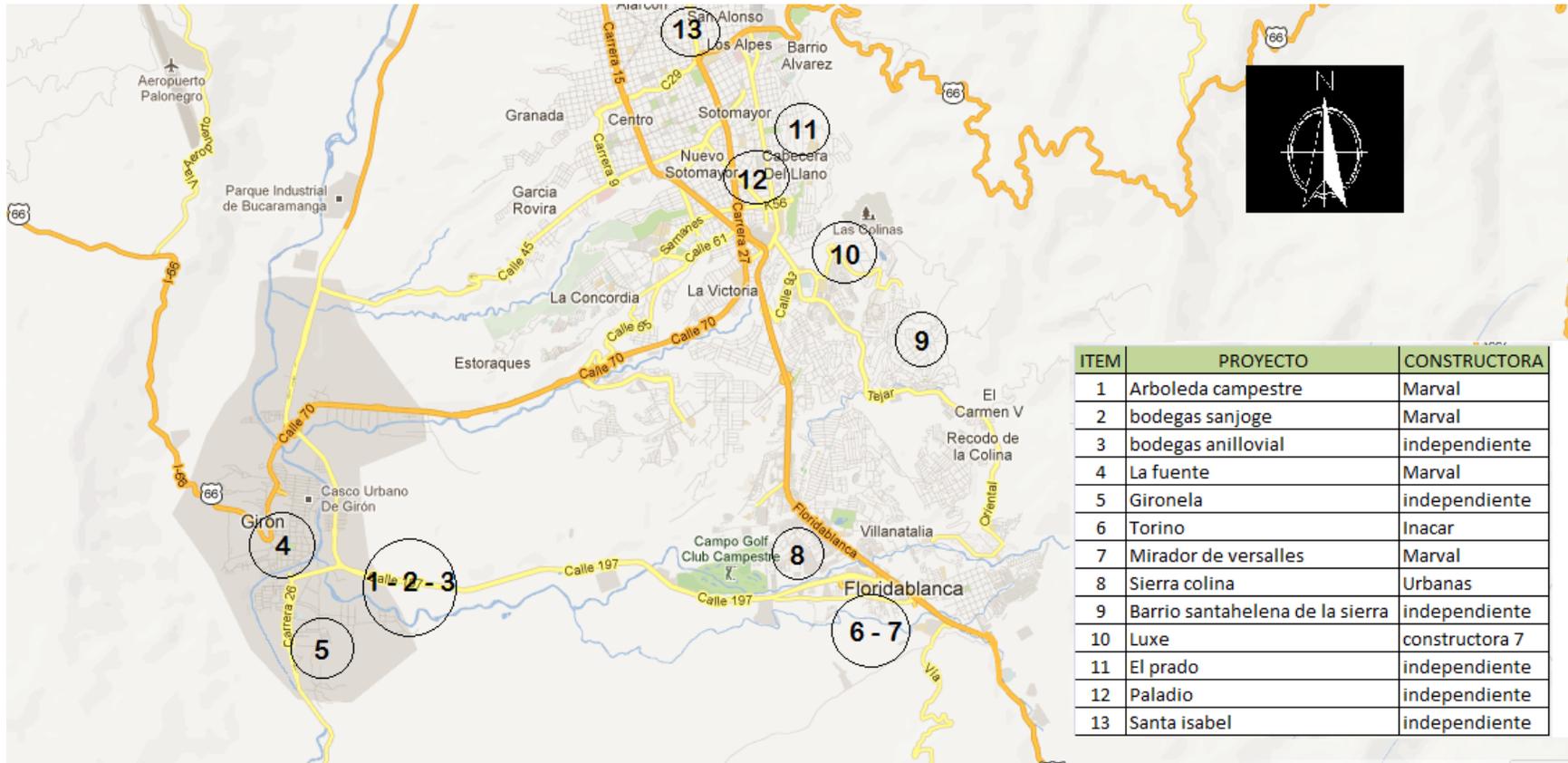
Figura 1. Municipios que conforman el Área Metropolitana de Bucaramanga.



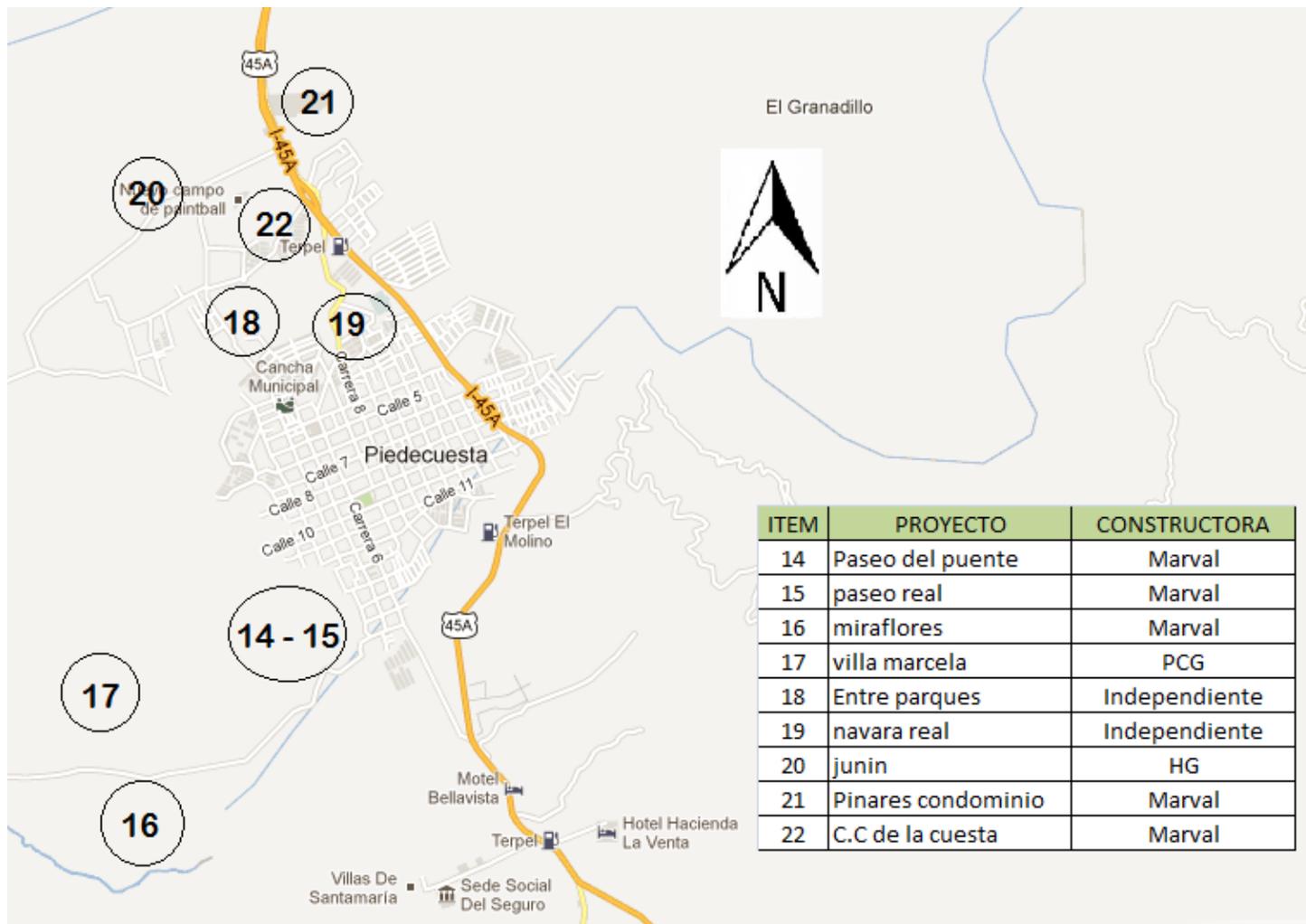
Fuente: COMPROMISO, Corporación para el desarrollo del oriente. Área Metropolitana de Bucaramanga. Versión HTML (Citado el día 15 de Noviembre de 2012). Disponible en internet: <http://compromiso.colnodo.apc.org/index.shtml?apc=i1--83-83->.

- Se presentan condiciones climáticas y ambientales muy variadas entre un municipio y otro a pesar de que no están tan distantes el uno del otro que puede generar que en algunas zonas el esfuerzo físico sea mayor afectando de manera negativa la productividad de un trabajador.
- Con lo mencionado anteriormente ahí la necesidad de identificar la ubicación y características de cada uno de los proyectos contemplados en nuestro estudio. En la siguiente imagen se podrá ver la ubicación y debida representación geográfica de cada uno de los proyectos que hacen parte de nuestra investigación.

FIGURA 2. Ubicación de las obras visitadas en el proyecto.



Fuente: Adaptado por los autores de Google Maps.



Fuente: Adaptado por los autores de Google Maps

3.2.1 Selección De Actividades

Para llevar a cabo este estudio, fue fundamental el determinar qué actividades eran las más apropiadas o las más comunes de las actividades a analizar para que fueran tomadas en la investigación, las cuales arrojaran información competente y verídica que se pudiese analizar y trabajar para la generación de una hoja de cálculo que me permita generar modelos reales de situaciones comunes en la obra.

3.2.2 Calculo De La Población Objetivo

En general, dependiendo del tipo de problema que se estudia y de los datos que se desean recoger para luego analizarlos, surgen diversos sistemas para la conformación de una muestra representativa o capacidad de la población objetivo. Con base en lo anterior se investigo sobre algunas fuentes de información para el presente estudio.

Sabiendo de ante mano que no conocemos el número de proyectos de construcción que se están ejecutando hoy en día en el Área Metropolitana de Bucaramanga y que fue complicado obtener información de las curadurías de cada uno de los municipios, se decidió tomar como base las estadísticas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para llevar a cabo un análisis estadístico mostrado a continuación:

“Entre los programas que el DANE desarrolla se encuentran las estadísticas de construcción, cuyo comportamiento se venía calculando exclusivamente con los indicadores de licencias de construcción, del índice de costos de la Construcción de Vivienda y del consumo aparente de cemento. Además el análisis a corto plazo de estos indicadores presentaba limitaciones al proporcionar solamente una fracción del acervo estadístico para el entendimiento de este sector”.²²

²² DANE, < http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Censo_Edificaciones.pdf > [citado en 28 de Diciembre].

Para finales del año 2013 en el Área Metropolitana de Bucaramanga según la información del (DANE) se encuentran aproximadamente 1'904.198 m² en construcción, lo que podemos deducir que la población es finita logrando que se cuente con una muestra representativa.

Se escogió un análisis de muestreo aleatorio desglosado en estratos tomado de una población finita, “haciendo referencia a poblaciones con características variadas, conformadas por grupos con características homogéneas con respecto a nuestro tema de interés en nuestra investigación, teniendo en cuenta de que si se quiere obtener una buena información se debe analizar por separado para que sea más confiable (menos incertidumbre) aplicando este método para algunas actividades escogidas al azar garantizando que todas las actividades tengan participación.²³ El concepto mencionado anteriormente se relaciona con la investigación, a la vez que se van adquiriendo datos. (El DANE solo especifica que son 1'608.623m² actualmente en construcción no se sabe son solamente edificaciones o que otros proyectos están contenidos) de cualquier tipo de obra en general: apartamentos, viviendas, hospitales, bodegas, salón comunal entre otros, además de esto en cada una poseía características variadas entre los estratos, en resumidas palabras lo que queremos decir es que en una ciudad como Bucaramanga puede tener un sin número de proyectos diferentes pero con respecto a los municipios de su Área Metropolitana puede que hallan obras que compartan similitudes. A continuación daremos a conocer una expresión que nos ayuda a determinar una muestra representativa de una única población finita que obedece a características estratificadas.

²³ APUNTES DE CLASE de Antonio Morillas, Profesor del curso Estadística Aplicada II, “Muestreo en poblaciones finitas” de la Universidad de Málaga. España, Agosto de 2007. [en línea] <<http://webpersonal.uma.es/~morillas/NOTAS.HTM>> [citado en 11 de octubre de 2012].

$$n_o = \frac{(Z1)^2 - \alpha \frac{1}{2} P * q}{\epsilon^2}$$

$$n = \left(\frac{n_o}{1+n_o/N} \right)$$

Dónde:

n_o =Cantidad teórica de la muestra.

n : Cantidad verdadera de elementos de la muestra a partir de la población asumida, o de los estratos asumidos en la población.

N : Cantidad total de elementos que hay en la población, o número de estratos totales de la población.

Z : Grado de seguridad de la muestra calculada DANE

E : Error asumido en el cálculo, desde 1% hasta 10%

q : Probabilidad de la población que No posee las características, refiriéndose a un valor estimado de error que decidió asumirse, con base a la confiabilidad de los datos que suministra la población total (DANE), y que no se encontró lo deseado, para nuestro caso actual la confiabilidad se asumió como mínima (90%) debido a que la información recolectada puede no contener alrededor del 90% datos que no sean de edificaciones (apartamentos y casas de interés social).

P : Probabilidad de la población que presenta las características, ($p = 1 - q$).

Con todo esto se asumen los siguientes valores para el respectivo cálculo.

$Z = 1.64$ (confiabilidad del 90%).

$E = 10\% = 0.1$

$q = 0.9$

$p = 1 - q, \quad p = 1 - 0.9 \quad p = 0.1$

N, corresponde a la cantidad de metros cuadrados (m²) de construcción de edificaciones por cada 1000 m² vigentes en el tercer trimestre del 2011, los cuales corresponden a 1609 m².

Tomando estos valores se aplican las ecuaciones de n_o y n se logra obtener lo siguiente:

$$n_o = \frac{(1,64)^2 * 0,1 * 0,9}{0,1^2} = 24,21$$

$$n = \frac{24,21}{1 + (24,21/16069)} = 24$$

n = "Cantidad real de actividades de la muestra, encontrados a partir de la población asumida".

Con este dato se puede obtener el valor de la muestra representativa como el producto entre la cantidad real de estratos o actividades definidas por el cálculo efectuado en la población suministrada y la cantidad de m² que se asumieron como base unitaria para la cantidad total de la población.

$$\text{Muestra} = n * 1000\text{m}^2 = 23.487\text{m}^2$$

Cantidad total para ser tomada en cuenta

Además de esto se debe calcular a su vez cuantos registros por actividad como mínimo deben tomarse y para ello se vuelve a sumir el principio de homogeneidad que quiere decir que para la captura de información de diversas poblaciones, estas no representaran características diferentes, entonces se analizara de manera aleatoria simple con base en una población finita como se muestra en la siguiente formula.

$$E = Z * \left(\frac{\alpha}{2}\right) * (\sigma/(n)^{0,5})$$

Dónde:

E = Error asumido en el cálculo, el cual va de 1% hasta 10%.

$Z_{(\alpha/2)}$ = Coeficiente de confianza.

σ = Desviación estándar de la muestra.

Con base en que para el proyecto se asumió un nivel de confianza del (90%) (Confiabilidad de los datos suministrados por el DANE) y que se necesitó realizar el respectivo cálculo de la media para cada uno de los datos que corresponden al rango de $(x \pm 1.5*\sigma)$, y que en una distribución normal el 99.70% de los valores se encuentran en el rango de la media más o menos tres veces la desviación estándar $(x \pm 3*\sigma)$ y el 68.26% en el rango de la media más o menos la desviación estándar $(x \pm \sigma)$, se considera satisfactorio el rango asumido en la investigación²⁴. Como rango máximo se tomó $(x \pm 1.5*\sigma)$, el cual representa el 86.64% de los datos analizados y p (la probabilidad de que los datos evaluados estén dentro del intervalo considerado), para así aplicar la expresión $E = Z_{(\alpha/2)} * \sigma/(n)^{0.5}$, y despejar n.

$$n = (Z_{(\alpha/2)} * \sigma/E)^2$$

$$n = (Z_{(\alpha/2)} * 1/E)^2 * p * q$$

Dónde:

$$p = 86.64\% \quad p = 0.8664$$

$$q = 1 - 0.8664 \quad q = 0.1336$$

²⁴ MARTÍNEZ BENCARDINO, CIRO. Estadística y Muestreo. Ecoe. 9ed. Santafé de Bogotá, D.C. 1998. P 149

Los intervalos del coeficiente de confianza $Z (\alpha/2) = 1.64$ quedan definidos como -1.64 a 1.64 que junto con la distribución normal enmarcan una tarea a nivel de confianza de $1 - \alpha = 0.90$.

$$n = \left(\frac{1,64}{0,10} \right)^2 * 0,8664 * 0,1316 = 31,13$$

Por último que para redondear la cifra, se puede interpretar como 30 lecturas por actividad objeto de estudio y resultan como muestra representativa.

$n = 30$ toma de tiempos de rendimiento y/o productividad de mano de obra en edificaciones, por actividad.

Las lecturas están enfocadas en actividades llevadas a cabo en apartamentos y viviendas de interés social, centros comerciales entre otros, en el área de urbanismo, excavaciones y obras complementarias ubicadas en Bucaramanga y su Área Metropolitana tomada por medición directa en campo, para así luego poder calcular un análisis estadístico de los rendimientos y/o productividad de la mano de obra de las actividades más comunes en nuestro campo de estudio que sirva como guía o soporte al momento de realizar presupuestos y planeación de proyectos con características muy similares en toda la región que tomamos como objeto de estudio.

3.3 SISTEMA DE RECOLECCIÓN

El sistema de recolección fue elaborado con base en la identificación de las actividades y conociendo de antemano que factores de incidencia (**Ver anexo 3**) en la productividad se trabajarían, para ello se formaron ítems para señalar la actividad detallando su respectiva unidad de medida, la composición del grupo de trabajo que la realiza, la duración en la que el grupo de trabajo lleva a cabo dicha actividad y cada uno de los factores de incidencia que se acordaron era los más representativos para ser tenidos en cuenta para el estudio tales como :

- **Experiencia:** posee un rango de baja, media y alta con su respectivo identificador de 1 a 3.
- **Esquema contractual:** tiene un rango de producido y día trabajado, con un identificador de 1 a 2 respectivamente.
- **Hora de ejecución de la actividad:** cuenta con un amplio rango que va de la siguiente manera 6-8am, 8-10am, 10-12am, 2-4pm, 4-6pm con un identificador de 1 a 5 respectivamente.
- **El clima:** se representa un rango de soleado, nublado, lluvia y tormenta, el cual cuenta con un identificador de 1-4 respectivamente.
- **Supervisión:** su rango es de baja, media, alta, y se maneja un identificador de 1 a 3 respectivamente.

3.4 CAPTURA DE LA INFORMACION

En cada actividad que se llevo a cabo en la investigación se evidencio que los grupos de trabajo era diferentes para la mayoría de actividades sin importar si esta se realizaba dentro de una misma obra o en diferente proyecto, por lo tanto se decidió no unificar las cuadrillas para no tener inconvenientes futuros ya que en algunas actividades solo trabajaba un ayudante y en otras dos ayudantes sin ningún oficial mientras que en otras si laboraban un oficial, más uno o varios ayudantes por tal motivo se decidió manejar así el tema de las cuadrillas por separado para cada una de las actividades de nuestro proyecto. Mientras que para el caso de una actividad como tal la cual poseía 30 muestras las cuales se tomaron en diferentes proyectos y en algunas ocasiones se registro cuadrillas de un oficial y un ayudante o un oficial más varios ayudantes para este caso por actividades se decidió unificar una sola cuadrilla la cual fuera la que más se repitiera en las treinta muestras dejando, consiguiendo así que por actividad solo

se evidenciaría un solo tipo de cuadrilla mientras que de una actividad a otra se diera el caso de tener tipos diferentes de cuadrillas.

Por ejemplo para el caso de él ítem andenes en la actividad llamada formaleta su cuadrilla de trabajo es 1 ayudante la cual fue igual para las treinta muestras de las diferentes obras y no fue necesario hacer un ajuste, mientras que para ese mismo ítem la actividad fundida en concreto su cuadrilla fue de 1 oficial + 3 ayudantes como la cuadrilla que más se repitió en las treinta muestras ya que hubo tomas de tiempo con grupos de trabajo de 1 oficial + dos ayudantes o 1 oficial + cuatro ayudantes, en estos casos si fue necesario unificar la cuadrilla y dejar aquella que más se repitió a lo largo de las treinta muestras ajustando así el rendimiento de una cuadrilla conformada por un oficial y dos ayudantes a una cuadrilla de un oficial más tres ayudantes que para el proyecto fue aquella que estuvo más presente en las treinta muestras.

3.5 EXPLICACION DEL MÉTODO ESTADÍSTICO

Se busco un método que realizara la función de evaluador de toda la información obtenida en campo tomando como soporte en la investigación el análisis de distribución normal, el cual se aplicó en cada una de las actividades de estudio, cuyo finalidad fue conocer el comportamiento de la datos capturados y tomando como referencia la curtosis y el sesgo aquellos datos que estén por fuera de los rangos -2 y 2 no fueron tomados en cuenta en consideración por temor a demeritar el comportamiento normal de la muestra por lo que obligó se realizase la eliminación de los respectivos datos por fuera del margen mencionado.²⁵

Luego de esta primera parte de análisis estadístico en donde se extrajo la información de estadística de tendencia central como la media, moda, desviación estándar, curtosis coeficiente de asimetría y varianza con el propósito de eliminar aquellos rendimientos que no cumplieran el rango de la $(media \pm 1.5 * \sigma)$

²⁵ MARTÍNEZ BENCARDINO, CIRO. Estadística y Muestreo. Ecoe. 9a ed. Santafé de Bogotá, D.C. 1998. P 149.

suponiendo que se podrá trabajar con un 86.64% como mínimo de los rendimientos calculados gracias a la información registrada en las fichas.

Con el procedimiento anterior realizado se procedió a aplicar un análisis de varianza el cual permitió relacionar las variables dependientes (rendimiento de la mano de obra) con los factores de afectación que para nuestra investigación son los valores independientes con el propósito de saber si existe una incidencia positiva o negativa con respecto a la variable asociada. Para nuestro caso saber cuándo el rendimiento en la mano de obra incide negativamente con cada uno de los factores o variables independientes arrojando valores de -1, 0 y 1 lo que nos permitió armar una matriz de correlaciones que se interpreta de la siguiente manera si es -1 es una correlación inversamente proporcional con el rendimiento, si es 0 no produce ninguna correlación, y si es 1 produce una correlación directamente proporcional al rendimiento.

Para finalizar la explicación de nuestro método estadístico se tomaron en cuenta aquellos factores que si tenían una correlación ya sea positiva o negativamente en cada una de las actividades de nuestro estudio, para luego generar una regresión lineal con dichos valores por medio de la herramienta informática Microsoft Excel, de la forma $Y = a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_4 \cdot X_4 + a_5 \cdot X_5 + a_n \cdot X_n \dots\dots\dots$ Donde **Y** es la variable dependiente y representa el rendimiento de la mano de obra (hH/unidad), **X_n** representa los factores de incidencia, **a_n** representa los respectivos valores numéricos de los factores de incidencia y **b** como en toda ecuación lineal es el punto de intersección en el eje de las ordenadas. Con la ecuación anterior se pueden modelar escenarios reales. Para el cálculo de la productividad se empleó el mismo procedimiento visto anteriormente hasta llegar a las ecuaciones descritas.

3.6 MODELACIÓN DE ESCENARIOS

Todo nuestro trabajo se enfatizó con el fin de poder realizar una modelación de escenarios de costos los cuales tendrían que interactuar con los factores de incidencia, se identificó el precio real de la mano de obra en nuestro país teniendo en cuenta los aportes por parte del patrón ya que nos serviría de ayuda para estimar el costo total por actividad a ejecutar.

El siguiente paso después de hallar los costos de la mano de obra, fue mediante la ayuda de Microsoft Excel la elaboración de una hoja de cálculo cuya función era modelar situaciones reales de actividades en obra donde nos arrojará valores de tiempos de ejecución de una labor específica, rendimiento de la cuadrilla de trabajo que realiza determinada actividad (# oficial + # ayudantes) con el propósito de que el usuario perciba que falencias o habilidades posee su cuadrilla de trabajo, pueda llevar mejor control de la calidad generando una disminución en los costos del proyecto.

4. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS Y GENERACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

Para poder tomar el tiempo de una actividad realizada con una unidad de medida confiable era necesario primero realizar una observación detallada de dicha actividad donde se analizaban aspectos como las herramientas o equipos que se utilizaban, materiales indispensables para la ejecución de la labor, grupo de trabajo que llevaba a cabo la tarea, realizando observaciones extras de cada una de las actividades y sus inconvenientes presentes para que se llevara a cabo. Todo con el fin de poder tener una descripción detallada de los pasos que existen para llevarse a cabo todas las actividades de nuestra investigación.

(Ver anexo 2)

Se debe enfatizar en la importancia que se debe tener al observar los pasos o la manera en que se lleva a cabo cada actividad, ya que lo que se busca es que la información que se recoja en campo sea confiable y verídica y a su vez le de validez e interés a la investigación generando de paso mas apoyo y compromiso para futuras investigaciones relacionadas con el estudio de rendimientos.

Tabla 5. Cuadro de especificaciones por actividad.

SUMIDEROS.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Mampostería caja sumidero (0.6m*0.6m) | <p>ladrillo T1 (NTC 2153)</p>  <p>Agregado fino (NTC 174)</p>  <p>cemento (NTC121)</p>  <p>Agua (NTC 3459)</p>  <p>Palustre</p>  | <p>En la actividad se observó que participaban 1 oficial para colocar las hiladas de ladrillo y 1 ayudante que le transporta los materiales y herramientas al oficial.</p> | <p>El sumidero es una estructura con la capacidad de interceptar el agua que fluye por las cunetas para ser transportada a la red pluvial.</p> <p>Para el desarrollo de la mampostería para caja de sumidero, es necesario tener la cuadrilla respectiva, las herramientas, materiales adecuados para su construcción.</p> <p>La toma de información se realizó al momento que el ayudante le transportaba el ladrillo T1 (NTC 2153) al lugar a trabajar, el oficial aplicaba la capa de mortero con ayuda de una espátula, sobre ella se debe colocar la hilada de mampostería, en el momento que el oficial termina de poner el último ladrillo de la hilada, se detenía el tiempo, y se hacía otra medición al comenzar con la siguiente hilada de ladrillos. Al terminar el total de hiladas de la caja de sumideros se detiene la actividad.</p>  |
| Unidad (m ²) | | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|----------------------------|--|--|---|
| Perforación tubería de 10" | <p data-bbox="506 558 625 591">Segueta</p>  | <p data-bbox="789 570 982 781">Generalmente se ejecuta esta actividad con 1 oficial para perforar el tubo.</p> | <p data-bbox="1010 293 1892 435">Para la perforación de la tubería es necesario conocer la localización de las redes de acuerdo con los planos establecidos, y así situar el lugar de la unión para realizar la perforación del tubo con la segueta</p> <p data-bbox="1010 477 1892 651">Esta actividad comienza cuando el oficial con la ayuda de la segueta, perfora el tubo de 10", con las dimensiones correspondientes del tubo que se piensa conectar, la actividad se detiene en el momento que el oficial termina de perforar el tubo y verifica que el diámetro es igual al tubo de conexión.</p>  |
| Unidad (unidad)) | | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|---|---|
| Conexión tubería de 6" a tubo maestro de 10" | Agregado fino (NTC 174)  cemento (NTC121)  Agua (NTC 3459)  | Generalmente se ejecuta esta actividad con 1 oficial para perforar el tubo. | <p>Esta actividad de conexión de tubería pvc (NTC 382), es necesaria para la evacuación de las aguas que son transportadas hacia una tubería maestra.</p> <p>En este caso, la toma de información de la actividad, inicia cuando se prepara el mortero, se realiza la unión de la tubería pvc (NTC 382) de acuerdo con las instrucciones, utilizando soldadura un mortero alrededor de la unión de los tubos pvc (NTC 382) de 6" y 10". Después esta zanja es totalmente cubierta de material de relleno.</p> |
| | Unidad (unidad) | | Palustre  Tubo pvc (NTC 382)  |

TUBERIA GAS

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|--|---|
| Excavación con Maquina para tubería de gas (0.6m*0.8m*1m) | Retroexcavadora  | Generalmente se ejecuta esta actividad con 1 oficial operario de máquina y 1 ayudante. | <p>Para realizar esta actividad es necesario que el operario tenga conocimiento de los planos para poder realizar la excavación, después comenzar con la maquina a excavar las dimensiones apropiadas donde se va a instalar la red de gas.</p> <p>La toma de tiempo de la excavación comienza desde que la maquina rompe el terreno con dimensiones según el diseño. La toma de formación se detiene cuando la maquina excava el volumen deseado.</p>  |
| Unidad (m ³) | | | |

CAJA DE ENERGIA.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|--|---|--|
| Mampostería caja de energía domiciliaria (0.7m*0.85m*0.3m) | ladrillo T1 NTC 2153  Agregado fino (NTC 174)  cemento (NTC121)  Agua (NTC 3459)  Palustre  | en esta actividad participan 1 oficial para colocar las hiladas de ladrillo y 1 ayudante que le transporta los materiales y herramientas al oficial | <p>La caja domiciliaria es una estructura en mampostería sin refuerzos.}</p> <p>Para el desarrollo de la mampostería para la caja eléctrica, es necesario tener las herramientas, materiales y cuadrilla respectiva para su ejecución.</p> <p>La toma de información se realizo al momento que el ayudante le transportaba el ladrillo T1 con el mortero al sitio de trabajo, el oficial aplicaba la capa de mortero con una espátula y luego sobre ella colocaba la hilada de mampostería, en el momento que el oficial termina de poner el ultimo ladrillo de la hilada se detenía el tiempo, y se hacia otra medición al comenzar con la siguiente hilada de ladrillos. Al terminar el total de hiladas de la caja se terminaba la actividad.</p>  |
| | Unidad (UND) | | |

PEDESTAL.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|------------|--|
| Armado formaleta pedestal (3.3m*0.2m) | <p>Pines metálicos</p>  <p>Tubo cuadrado</p>  | 1 ayudante | <p>El armado de formaleta la realiza un ayudante utilizando pines metálicos, tubos cuadrados, martillo y un Flexometro.</p> <p>La toma de información inicia cuando el ayudante toma los tubos cuadrados alineando con otro, utilizando los pines enterrándolos con la ayuda del martillo para brindarle soporte a los tubos con el terreno, tomando medidas del terreno correctamente a lo ancho y largo del pedestal a fundir. La toma de información se detiene cuando el ayudante termina de colocar el último pin del tramo de formaleta deseado.</p> |
| Unidad (M ²) | <p>Martillo</p>  <p>Flexometro</p>  | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---------------------------------------|--|-------------------------|--|
| Fundida pedestal (0.05m*0.2m*3.3m) | <p data-bbox="359 354 632 386">carretilla</p>  <p data-bbox="474 545 548 578">Pala</p>  <p data-bbox="338 760 684 833">Concreto premezclado (NTC 3318).</p> | 1 oficial y 1 ayudante. | <p data-bbox="984 358 1934 391">Para ejecutar esta actividad se requiere la cuadrilla establecida.</p> <p data-bbox="984 431 1948 691">La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante con la ayuda de la carretilla transporta el concreto premezclado (NTC 3318) y lo introducen dentro de la formaleta del pedestal, el oficial se encarga de distribuir el material en el área a fundir, con la ayuda de la pala. La toma de información termina cuando el pedestal este completamente fundido de concreto.</p> |
| Unidad (M ³) |  <p data-bbox="386 1097 638 1130">Llana de madera</p>  | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|------------------------------------|--|------------|---|
| Nivelación pedestal (0.2m*3.3m) | <p>Llana metálica</p>  | 1 ayudante | <p>La superficie del pedestal debe ser estable, la superficie no debe presentar resaltos ni cambios de nivel, los bordillos deben ser resistentes a diferentes tipos de esfuerzos.</p> <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante con la ayuda de la llana metálica nivelar el concreto premezclado (NTC 3318), la toma de información se detiene cuando el ayudante termina de nivelar la superficie del área deseada</p>  |
| Unidad(M ²) | | | |

CERRAMIENTO EN MAMPOSTERIA

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|--|--|--|
| Cerramiento del conjunto en mampostería | <p>Agregado fino (NTC 174)</p>  <p>ladrillo T1 NTC 2153</p>  <p>cimento (NTC121)</p>  | <p>en esta actividad participan 1 oficial para colocar las hiladas de ladrillo y 1 ayudante que le transporta los materiales y herramientas al oficial</p> | <p>Para el desarrollo del cerramiento en mampostería, es necesario tener las herramientas, materiales y cuadrilla respectiva para su ejecución.</p> <p>La toma de información se realizó al momento que el ayudante le transportaba el ladrillo T1 (NTC 2153) con el mortero al lugar de trabajo, el oficial aplica la capa de mortero con una espátula y luego sobre ella coloca la hilada de mampostería, en el momento que el oficial termina de poner el último ladrillo de la hilada se detiene el tiempo, se repite la medición al comenzar con la siguiente hilada de ladrillos. Al terminar el total de hiladas de la caja se termina la actividad de mampostería.</p> |
| Unidad (IM ²) | <p>Agua (NTC 3459)</p>  <p>Palustre</p>  | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|---|--|
| Limpieza muro en Mampostería (4.2m*2.1m) | <p data-bbox="394 383 659 418">Agua (NTC 3459)</p>  <p data-bbox="464 586 590 621">Esponja</p>  <p data-bbox="464 862 583 898">Cepillo</p>  | <p data-bbox="722 667 989 914">esta actividad es realizada por un ayudante, se encarga de limpiar los residuos de cemento en los ladrillos del muro</p> | <p data-bbox="1020 350 1864 456">La limpieza del muro de mampostería es fundamental para eliminar los residuos o impurezas de cemento que ensucian los ladrillos que están a la vista.</p> <p data-bbox="1020 496 1864 643">La toma de información de la limpieza es realizada por el ayudante con la ayuda de una esponja, un cepillo y agua, La actividad finaliza en el tiempo que el área del muro está perfectamente limpia.</p>  |
| Unidad(M2) | | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|--|---|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Instalación poste para muro de cerramiento</p> | <p style="text-align: center;">Tubo de 2"</p>  | <p style="text-align: center;">En esta actividad participan 1 oficial para colocar cada poste.</p> | <p>En la Instalación de postes es necesario verificar la verticalidad, alineamiento y ubicación. Su instalación consta de anclarlos en concreto con una profundidad determinada según diseño, garantizando estabilidad y resistencia, con separación variable a una distancia determinada por el diseñador.</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Unidad (UND)</p> | <p style="text-align: center;">Alambre</p>  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|--|--|
| Armado columna muro de cerramiento Unidad (UND) | <p data-bbox="457 354 716 386">Tablero formaleta</p>  <p data-bbox="527 630 646 662">Grapas</p>  <p data-bbox="527 805 646 837">parales</p>  <p data-bbox="464 1032 709 1065">Nivel de burbuja</p>  | <p data-bbox="785 711 1037 857">en esta actividad participa 1 ayudante para armar la columna</p> | <p data-bbox="1066 354 1969 467">Para realizar esta actividad es necesario tener un sistema de moldes metálicos para darle forma a la columna antes de fraguar.</p> <p data-bbox="1066 505 1969 716">La toma de información de esta actividad inicia en el momento que el ayudante transporta el tablero metálico al lugar de trabajo y comienza a modular los tableros dándole forma a la columna, esta actividad se detiene en el momento que el ayudante termina de apoyar y nivelar adecuadamente el modulo metálico.</p>  |
| Unidad (UND) | | | |

CAJA DOMICILIARIA.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|---|---|
| Excavación hueco para caja domiciliaria (0.6m*0.4m*0.32m) | <p>Pica</p>  <p>Pala</p>  | <p>En esta actividad participa 1 ayudante</p> | <p>La excavación de la zanja debe hacerse conservando las paredes verticales con su respectivo ancho, en esta actividad se necesita de un ayudante con la ayuda de un Flexometro (para medir las dimensiones a romper), una pica (para romper el suelo), una pala (para recoger la tierra del hueco).</p> <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante comienza a romper la tierra con la ayuda de la pica, dando forma al hueco para la caja, después al terminar el hueco con la forma de la caja, la actividad se da por terminada.</p> |
| Unidad (UND) | <p>Flexometro</p>  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|--|--|
| <p>Instalación caja para contador de agua domiciliaria</p> | <p>NIVEL DE BURBUJA</p>  | <p>En esta actividad participa 1 ayudante que transporte la caja a la zanja y 1 oficial para que instale la caja correctamente nivelada.</p> | <p>La caja para contadores a instalar es prefabricada con dimensiones y materiales según diseñador, con tapa en concreto empotrada la tapa metálica de la forma que facilite la lectura del contador.</p> <p>Su instalación requiere de la cuadrilla respectiva, La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante transporta la caja a la zanja para que el oficial ejecute la instalación con la ayuda de un nivel de burbuja y un Flexometro (para la ubicación de la caja dentro de la zanja), la actividad se detiene cuando la caja esta correctamente nivelada dentro de la zanja.</p> |
| <p>Unidad (UND)</p> | <p>FLEXOMETRO Flexometro</p>  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|--|---|
| Conexión tubería caja a punto domiciliario | <p>SEGUETA</p>  <p>SOLDADURA LIQUIDA PVC,</p>  <p>LIMPIADOR REMOVEDOR.</p>  | <p>En esta actividad participa 1 oficial para conectar la tubería a la red domiciliaria.</p> | <p>Es el tramo de tubería que comprende de la red de distribución del acueducto y la caja de contador a la residencia a alimentar.</p> <p>La medición del registro de información inicia cuando el oficial mide la tubería que necesita cortar para la conexión, limpia con la estopa y el removedor las puntas de las uniones para finalmente aplicar la soldadura en los extremos a conectar, en ese instante también se termina la actividad y se detiene el tiempo que tardo en desarrollar el empalme.</p> |
| Unidad (UND) | <p>Estopa</p>  <p>Tubo pvc</p>  <p>Uniones y codos pvc</p>  | |   |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | Descripción |
|--------------------------------|---|--|---|
| Relleno caja agua domiciliaria | <p data-bbox="495 500 569 532">Pala</p>  | <p data-bbox="722 704 957 971">En esta actividad participa 1 ayudante para rellenar con tierra alrededor de la caja.</p> | <p data-bbox="993 347 1955 500">El relleno se efectúa alrededor de la caja domiciliaria hasta llegar al nivel de la tapa de concreto, este material de relleno debe estar libre de materia orgánica, materiales corrosivos y piedras mayor a dos pulgadas</p> <p data-bbox="993 542 1955 769">La toma de información de esta actividad inicia en el momento que el ayudante toma la pala y comienza rellenar alrededor de la caja aplicando unas determinadas capas y compactándola con la ayuda de un pisón manual, la toma de información termina cuando el ayudante termina de compactar la ultima capa de material de relleno al nivel de la tapa de la caja.</p> |
| Unidad (UND) | <p data-bbox="420 876 646 909">Pisón Manual</p>  | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|---|--|
| <p>Nivelación de tapa para caja de agua domiciliaria con mortero</p> | <p>Agregado fino (NTC 174)</p>  <p>cemento (NTC121)</p>  <p>Agua (NTC 3459)</p>  <p>Palustre</p>  | <p>En esta actividad participa 1 ayudante para nivelar la tapa.</p> | <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante con la ayuda de la llana de madera comienza a nivelar el mortero de la tapa de la caja. La toma de información se detiene cuando el ayudante termina de nivelar y esmaltar el área deseada.</p>  |
| <p>Unidad (UND)</p> | | | |

ALCANTARILLADO.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|--|--|
| Excavación con retroexcavadora para tubería de red de alcantarillado | Retroexcavadora de oruga  | . en esta actividad participa 1 oficial operario de la retroexcavadora | <p>La excavación con maquina deberá efectuarse de acuerdo a los planos con sus respectivas líneas Y luego comenzar con la maquina a excavar las dimensiones apropiadas donde se va a instalar las redes de alcantarillado</p> <p>La toma de tiempo de la excavación comienza desde que la maquina rompe el terreno con dimensiones según el diseño. La toma de formación se detiene cuando la maquina excava el volumen deseado.</p> |
| Unidad (M ³) (6m*1.7m*2.5m) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|-----------------------|---|--|---|
| Relleno tubería de 8" | <p data-bbox="394 472 720 548">Agregado fino (NTC 174)</p>  <p data-bbox="489 727 621 760">carretilla</p>  <p data-bbox="520 1024 594 1057">Pala</p>  | <p data-bbox="758 743 989 976">La cuadrilla de esta actividad está conformada por 1 oficial y 2 ayudantes.</p> | <p data-bbox="1020 337 1959 492">La arena de peña es un agregado fino, que se aplica una capa sobre el terreno natural para brindarle a la tubería de alcantarillado seguridad en una superficie estable. Evitando que con el tiempo o los sismos la tubería se quiebre.</p> <p data-bbox="1020 532 1959 719">En la actividad se requiere de la cuadrilla indicada, los ayudantes con la ayuda de las carretillas transportan el agregado fino (NTC 174) hasta la zanja, allí el oficial con la ayuda de una pala manual distribuye el material fino donde se instalara la tubería de 8".</p> <p data-bbox="1020 768 1629 995">La toma de información inicia cuando los ayudantes cargan la carretilla del material y lo transportan hasta la zanja, la actividad se detiene cuando el oficial distribuye completamente el agregado fino donde se instalara la tubería.</p> |
| Unidad(MI) | | |  |

| actividad | cuadrilla | descripción |
|------------------------|---|---|
| Relleno tubería de 16" | La cuadrilla de esta actividad está conformada por 1 oficial y 2 ayudantes. | <p>La arena de peña es un agregado fino, debe nivelarse de tal forma que se garantice la pendiente del diseño, así como para que la Tubería quede apoyada en toda su longitud. Debe estar libre de rocas y material punzante que puedan afectar la Tubería.</p> <p>En la actividad se requiere de la cuadrilla indicada, los ayudantes con la ayuda de las carretillas transportan el agregado fino (NTC 174) hasta la zanja, allí el oficial con la ayuda de una pala manual distribuye el material fino donde se instalara la tubería de 16".</p> <p>La toma de información inicia cuando los ayudantes cargan la carretilla del material y lo transportan hasta la zanja, la actividad se detiene cuando el oficial distribuye completamente el agregado fino donde se instalara la tubería.</p> |
| Unidad (MI) | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|--|---|---|
| Relleno a máquina zanja de tubería A/N y A/LL (0.5m*1.8m*6m) | Retroexcavadora de oruga | . En esta actividad participa 1 oficial operario de la retroexcavadora. | EL relleno se efectúa con la máquina retroexcavadora después de la instalación de la tubería de alcantarillado, esta actividad se ejecuta por variables capas de 50 cm que son compactadas. La toma de información de esta actividad inicia en el momento que la maquina recoge e inicia con el relleno en la zanja por una distancia determinada. la toma de información termina cuando se rellena las dimensiones de la zanja. |
| Unidad (M ³) |  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|--------------------------|---|
| ensamble de tubería de 16" aguas lluvias | <p>Tubería pvc 16"</p>  <p>Hidrosello</p>  | | <p>Para el desarrollo de esta actividad se requiere de la cuadrilla respectiva, tener limpio y seco la parte interior de la campana y/o unión y la parte exterior del tubo de 16" a instalar.</p> |
| Unidad (MI) | <p>Barra de hierro</p>  <p>Madera</p>  | 3 ayudantes y 1 oficial. | <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando los ayudantes descargan el tubo en la zanja, el oficial aplica lubricante en los extremos de la tubería de 16" a unir, para continuar acomodando la tubería alineándola entre sí, con la ayuda de un palo y una barra hacen presión en el extremo de la tubería para introducir más tuberías unidas. La toma de información se detiene en el momento que se verifica que la tubería de 16" está perfectamente instalada.</p>  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|--------------------------|--|
| ensamble de tubería de 8" aguas negras | <p>Tubería pvc 8"</p>  <p>Hidrosello</p>  | 3 ayudantes y 1 oficial. | <p>Para el desarrollo de esta actividad se requiere de la cuadrilla respectiva, tener limpio y seco el caucho, la parte interior de la campana y/o unión y la parte exterior del tubo de 8" a instalar.</p> <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando los ayudantes descargan el tubo en la zanja, el oficial aplica lubricante en los extremos de la tubería de 8" a unir, para continuar acomodando la tubería alineándola entre sí, con la ayuda de un palo y una barra hacen presión en el extremo de la tubería para introducir más tuberías unidas. La toma de información se detiene en el momento que se verifica que la tubería de 8" está perfectamente instalada.</p> |
| Unidad (MI) | <p>Barra de hierro</p>  <p>Madera</p>  | ICONTEC 1087 |   |

| ACTIVIDAD | HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS | CUADRILLA | DESCRIPCION |
|--|---|---|---|
| <p>Compactación por capas relleno de tuberías A/LL y A/N</p> |  <p>Compactador</p> | <p>Se necesita de 1 ayudante que manipule el compactador.</p> | <p>La compactación de suelos aumenta la resistencia y disminuye la capacidad de deformación que se obtiene cuando se somete el suelo a diferentes cargas de presión disminuyendo sus vacíos.</p> |
| <p>Unidad (m³) (1.8m*0.5m*6m)</p> | | | <p>Esta actividad es realizada por el ayudante con la ayuda del compactador (saltarín) y la toma de información inicia cuando la maquina comienza a compactar el área de la zanja. Esta medición es tomada por metro cuadrado. Ya que el área era de 2.20 m de ancho por 6 m de largo. El tiempo de la toma de información se detiene cuando el ayudante termina de compactar el área de la zanja asignada.</p> |

ANDENES.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|----------------------|---|-------------|--|
| Formaleta para andén | <p>Pines metálicos</p>  <p>Tubo cuadrado</p>  | 1 ayudante. | <p>La formaleta para ándena realiza un ayudante utilizando pines metálicos, tubos cuadrados, martillo y un Flexometro.</p> <p>La toma de información inicia cuando el ayudante toma los tubos cuadrados alineando con otro, utilizando los pines enterrándolos con la ayuda del martillo para brindarle soporte a los tubos con el terreno, tomando medidas del terreno correctamente el ancho y largo del andén a fundir. La toma de información se detiene cuando el ayudante termina de colocar el último pin del tramo de formaleta deseado.</p> |
| Unidad (MI) | <p>Martillo</p>  <p>Flexometro</p>  | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--------------------------------|---|---|--|
| Fundida en concreto para andén | <p data-bbox="499 394 632 423">carretilla</p>  <p data-bbox="531 695 604 724">Pala</p>  <p data-bbox="415 922 716 1032">Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  | <p data-bbox="800 808 961 886">1 oficial, 3 ayudantes</p> | <p data-bbox="1024 337 1948 415">Los andenes son áreas específicas para la circulación de peatones en las vías privadas o públicas.</p> <p data-bbox="1024 456 1948 534">Para ejecutar esta actividad se requiere la cuadrilla establecida.</p> <p data-bbox="1024 574 1948 846">La toma de información de esta actividad inicia cuando los ayudantes con las carretillas transportan el concreto premezclado (NTC 3318) que introducen dentro de la formaleta del andén, el oficial se encarga de distribuir el concreto premezclado (NTC 3318). La actividad termina cuando el área este completamente vaciada de dicho material</p> |
| Unidad (M ³) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--------------------------|---|------------|---|
| Llana para andén | <p data-bbox="430 722 682 755">Llana de madera</p>  | 1 ayudante | <p data-bbox="1024 414 1942 560">La superficie del andén deben ser estables, la superficie no debe presentar resaltos ni cambios bruscos de nivel, los bordillos deben ser resistentes a diferentes tipos de esfuerzos.</p> <p data-bbox="1024 600 1942 787">La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante con la ayuda de la llana de madera nivela el concreto premezclado (NTC 3318), la toma de información se detiene en el momento que se termina de nivelar completamente el tramo deseado.</p> |
| Unidad (M ²) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|-------------------------|---|---|---|
| Dilataciones de andenes | <p data-bbox="390 704 625 737">Tubo redondo.</p>  | <p data-bbox="726 850 898 883">1 ayudante</p> | <p data-bbox="961 412 1917 526">Las dilataciones de los andenes la realiza el ayudante con la ayuda de un tubo redondo menor a 1" de diámetro, después de enrasado el concreto premezclado (NTC 3318).</p> <p data-bbox="961 565 1917 753">La toma de información inicia al colocar el tubo sobre el concreto premezclado (NTC 3318), ejerciéndole una presión hasta que el tubo este en el mismo nivel del concreto premezclado (NTC 3318), la actividad finaliza inmediatamente el tubo está a nivel.</p>  |
| Unidad (UND) | | | |

EXCAVACIÓN A MAQUINA.

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|----------------------------------|--|---|--|
| Excavación material conglomerado | <p style="text-align: center;">Retroexcavadora de oruga</p>  | <p>1 Oficial operario de la retroexcavadora</p> | <p>Se utilizan máquina retroexcavadora de oruga para remover el terreno donde se va a realizar una construcción de obra civil, También para desplazamiento de suelos para ejecutar rellenos u otras actividades que necesiten el material conglomerado.</p> <p>La toma de información de esta actividad se realiza cuando el operario de la maquina comienza a excavar y a cargar la volqueta de 15 m³, cuando la maquina completa la carga de la volqueta el tiempo se detiene y se da por terminada la actividad.</p> |
| Unidad (M ³) | | |  |

CAMARAS DE INSPECCION DE ALCANTARILLADO

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|------------------------|--|
| Excavación manual zanja de la cámara de inspección. | <p>Pala</p>  | 1 Oficial y 1 ayudante | <p>La excavación de la zanja debe hacerse conservando las paredes verticales con su respectivo ancho y diámetro de la cámara de inspección, en esta actividad se necesita de un ayudante con la ayuda de un Flexometro (para medir las dimensiones a romper), una pica (para romper el suelo), una pala (para recoger la tierra de la zanja).</p> <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante rompe la tierra con la ayuda de la pica, dando forma a la zanja de la cámara de inspección, en el momento que finaliza de excavar con las dimensiones de la cámara de inspección, la actividad se da por terminada y el tiempo se detiene.</p> |
| Unidad (UND) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|-------------------------------|---|
| <p>Base en concreto para pozos  D: 1.8m H: 0.2m</p> | <p>Pala</p>  <p>Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  | <p>1 Oficial y 1 ayudante</p> | <p>La base tiene un espesor de 20 cm en Concreto premezclado (NTC 3318). Conformar el fondo de la cámara de inspección,</p> <p>En esta Actividad se requiere de la cuadrilla asignada.</p> <p>La toma de información de la actividad inicia cuando el ayudante transporta el Concreto premezclado (NTC 3318) con la ayuda de una caretila hasta el lugar de trabajo, el oficial se encarga de distribuirlo en el área respectiva. En el momento que se llena el espesor de la base con Concreto premezclado (NTC 3318), la toma de información se detiene y se da por terminada la actividad.</p> |
| <p>Unidad (M³)</p> | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|------------------------|--|
| Armado Formaleta para cámara de inspección | <p>Tablero formaleta</p>  <p>Grapas</p>  <p>parales</p>  | | <p>La formaleta deben ser rígidas, acomodadas adecuadamente, arriostradas y amarradas entre sí brindándole resistencia a las presiones que estará sometida.</p> <p>La toma de información de esta actividad se realiza cuando el oficial y el ayudante realizan el montaje de la formaleta interna y formaleta externa amarrada con alambre galvanizado, verificando su nivel respectivo, la actividad se da por terminada cuando la formaleta está perfectamente amarrada y nivelada.</p> |
| Unidad (UND) Dex: 1,8m Dint: 1,2m | <p>Alambre galvanizado</p>  <p>Gancho burbuja y nivel de</p>  | 1 Oficial y 1 ayudante |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|-------------------------|--|
| Fundida del cuerpo de la cámara de inspección. | <p data-bbox="390 410 684 524">Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  <p data-bbox="470 789 604 821">carretilla</p> | 1 Oficial y 2 ayudantes | <p data-bbox="999 370 1969 443">El cuerpo de la cámara de inspección es la parte de principal, su altura varía según diseño de profundidad de la tubería.</p> <p data-bbox="999 488 1969 716">La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante transporta con la ayuda de la carretilla el Concreto premezclado (NTC 3318) hasta el lugar de trabajo, aquí el oficial distribuye el material dentro de la formaleta. La actividad se termina cuando se ha llenado totalmente el cuerpo de la cámara con Concreto premezclado (NTC 3318).</p> |
| Unidad (M ³) |  <p data-bbox="499 1084 575 1117">Pala</p>  | | |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|------------------------------------|--|------------------------|--|
| Cañuela para cámara de inspección. | <p>Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  <p>carretilla</p>  <p>Pala</p>  <p>PALUSTRE</p>  <p>Tubo pvc semicircular</p>  | 1 Oficial y 1 ayudante | <p>Las cañuela en el fondo de la cámara de inspección es semicircular esmaltada con mortero, las zonas a lado y lado deben tener pendientes hacia la misma.</p> <p>La toma de datos de esta actividad se realiza cuando el ayudante le transporta el mortero a el oficial hasta la cámara de inspección, el oficial instala el tubo semicircular y distribuye el Concreto premezclado (NTC 3318) con la ayuda de un palustre, formando las respectivas pendientes. La toma de información termina cuando la cañuela está totalmente esmaltada.</p> |
| Unidad (UND) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|--|------------------------|---|
| Reducción en mampostería Para cámara de inspección. | ladrillo T1 NTC 2153  Agregado fino (NTC 174)  cemento (NTC121)  Agua (NTC 3459)  Palustre  | 1 Oficial y 1 ayudante | <p>La reducción es la parte complementaria y de menor sección que se hace sobre el cuerpo de la cámara de inspección.</p> <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante transporta los materiales al lugar de trabajo, el oficial comienza a distribuir el mortero alrededor del cuerpo de la cámara, y sitúa la mampostería uno tras de otro. En el momento de completar la hilada de mampostería se detiene el tiempo de la actividad y se repiten diferentes mediciones hasta terminar con la altura necesaria de reducción.</p> |
| Unidad (UND) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|------------------|--|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Instalación tubo ventilación Para cámara de inspección.</p> | <p>Tubo pvc 2"</p>  | | <p>El sistema de ventilación es importante para la circulación de los gases que se acumulan en las tuberías y las cámaras; también facilita el acceso de aire a las mismas.</p> <p>La toma de información de esta actividad inicia cuando el oficial con una herramienta corto punzante perfora la parte superior de la tubería con las dimensiones necesarias para la instalación del tubo de ventilación. La actividad se da por terminada cuando el tubo de ventilación está perfectamente instalado.</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Unidad (UND)</p> | <p>Herramienta cortopunzante</p>  | <p>1 Oficial</p> |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|--|------------------------|---|
| Formaleta para corona de Cámara de inspección. | <p>Formaleta metálica</p>  | 1 Oficial y 1 ayudante | <p>La formaleta deben ser rígidas, acomodadas adecuadamente, arriostradas y amarradas entre sí brindándole resistencia a las presiones que estará sometida.</p> <p>La toma de información de esta actividad se realiza cuando el oficial y el ayudante realizan el montaje de la formaleta de la corona, La actividad se termina cuando la formaleta está perfectamente amarrada y nivelada</p> |
| Unidad (UND) formaleta: 1,6m ancho, tapa 0,6m ancho | <p>Nivel de burbuja</p>  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|---|------------------------|---|
| Fundida de corona para Cámara de inspección. | <p data-bbox="384 500 667 607">Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  | 1 Oficial y 1 ayudante | <p data-bbox="978 331 1938 402">La corona está situada en la parte superior de la cámara de inspección, apoyada en su centro la tapa prefabricada.</p> <p data-bbox="978 444 1938 699">La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante transporta con la ayuda de la carretilla el Concreto premezclado (NTC 3318) hasta la formaleta a vaciar, aquí el oficial distribuye el material dentro del área de trabajo, La actividad se termina cuando se ha llenado totalmente la formaleta de la corona de Concreto premezclado (NTC 3318) con dimensiones respectivas.</p> |
| Unidad (M ³) Formaleta ex: 1,2m Fint: 0,6m | <p data-bbox="459 899 583 932">Palustre</p>  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|-------------------|---|
| <p>Relleno en concreto tapa De cámara de inspección.</p> | <p>Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  <p>Llana de madera</p> | <p>1 ayudante</p> | <p>La tapa es un elemento prefabricado relleno de Concreto premezclado (NTC 3318) apoyada en un marco metálico; debe ser removible para facilitar el ingreso a la cámara de inspección, y perfectamente ajustada para prevenir roturas y movimientos.</p> <p>La toma de información inicia cuando el ayudante vacía la parte interior del anillo metálico de Concreto premezclado (NTC 3318) con la ayuda de un palustre distribuyendo el material. La actividad se detiene en el momento que el ayudante nivela el concreto dentro del anillo metálico</p> |
| <p>Unidad (UND)</p> |  <p>Palustre</p>  | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|------------|--|
| Llana y esmaltada de la corona de cámara de inspección. | <p data-bbox="386 724 646 756">Llana de madera</p>  | 1 ayudante | <p data-bbox="995 383 1980 570">La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante con la ayuda de la llana de madera comienza a nivelar o enrasar el concreto premezclado (NTC 3318) de la corona. La toma de información se detiene cuando el ayudante termina de nivelar y esmaltar el área deseada.</p>  |
| Unidad (UND) | | | |

MUROS DE CONTECIÓN

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|----------------------------|---|
| Postura formaleta metálica muro de contención | <p>Tablero formaleta</p>  <p>Grapas</p>  <p>parales</p>  | 1 oficial con 2 ayudantes. | <p>La formaleta deben ser rígidas, acomodadas adecuadamente, arriostradas y amarradas entre sí brindándole resistencia a las presiones que estará sometida.</p> <p>Para realizar esta actividad es necesario tener un sistema de moldes metálicos para darle Forma al modulo del muro de contención con la cuadrilla respectiva.</p> <p>La toma de información de esta actividad se realiza cuando un ayudante transporta el modulo metálico al lugar de trabajo, el oficial y el otro ayudante realizan el montaje de la formaleta, la actividad se da por terminada cuando la pieza metálica está perfectamente amarrada y nivelada</p> |
| Unidad (M ²) | <p>distanciadores</p>  <p>Tensores</p>  | |  |

CUARTO DE BASURAS

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|--|--|-----------------------|---|
| Armado de columna para cuarto de basuras | <p style="text-align: center;">Varilla de 1/2"</p>  <p style="text-align: center;">Alambre</p>  <p style="text-align: center;">Gancho</p>  | 1 oficial 1 ayudante. | <p>La columna es un elemento vertical sometido principalmente a compresión (NTC 673).</p> <p>La actividad de armado inicia cuando el ayudante facilita los materiales necesarios para el armado, y el oficial se encarga de amarrar con alambre dulce, 2 flejes de varilla de 1/2" alrededor de varillas verticales. La actividad se detiene en el momento que los flejes estén bien ajustados.</p> |
| Unidad (UND) | | |  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|-------------------------------|--|---|--|
| Mampostería cuarto de basuras | Agregado fino (NTC 174)  ladrillo T1 NTC 2153  cemento (NTC121)  | en esta actividad participan 1 oficial para colocar las hiladas de ladrillo y 1 ayudante que le transporta los materiales y herramientas al oficial | <p>Para el desarrollo del cerramiento en mampostería, es necesario tener las herramientas, materiales y cuadrilla respectiva para su ejecución.</p> <p>La toma de información se realizó al momento que el ayudante le transportaba el ladrillo T1 (NTC 2153) con el mortero al lugar de trabajo, el oficial aplicaba la capa de mortero con una espátula y luego sobre ella colocaba la hilada de mampostería, en el momento que se termina de poner el último ladrillo de la hilada se detenía el tiempo, y se hacía otra medición al comenzar con la siguiente hilada de ladrillos. Al terminar el total de hiladas de la caja, se da por terminada la actividad.</p> |
| | Unidad (MI) | | Agua (NTC 3459)  Palustre  |

| actividad | herramientas, materiales y equipos | cuadrilla | descripción |
|---|---|--|--|
| Fundida a mano viga de amarre cuarto de basuras | <p data-bbox="396 337 674 440">Concreto premezclado (NTC 3318).</p>  <p data-bbox="474 732 600 760">carretilla</p>  | Se conforma de 1 oficial y 1 ayudante. | <p data-bbox="982 370 1850 435">La viga es un elemento horizontal sometido principalmente a flexión.</p> <p data-bbox="982 480 1925 659">La toma de información de esta actividad inicia cuando el ayudante transporta con la ayuda de la carretilla el Concreto premezclado (NTC 3318) hasta la formaleta a vaciar, aquí el oficial distribuye el material dentro del área de trabajo, La actividad se termina cuando se ha llenado totalmente la viga.</p> |
| Unidad (M ³) | <p data-bbox="499 1024 569 1052">Pala</p>  | |  |

4.2 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN ANALIZADA

Luego de haber finalizado las etapas de captura de la información, registro de la información en formatos y análisis de los factores de incidencia y rendimientos de las cuadrillas de trabajo en etapas de: (excavaciones y urbanismo), en proyectos de construcción de edificaciones en el Área Metropolitana de Bucaramanga daremos a conocer a continuación detalladamente cada uno de los resultados realizados en esta investigación.

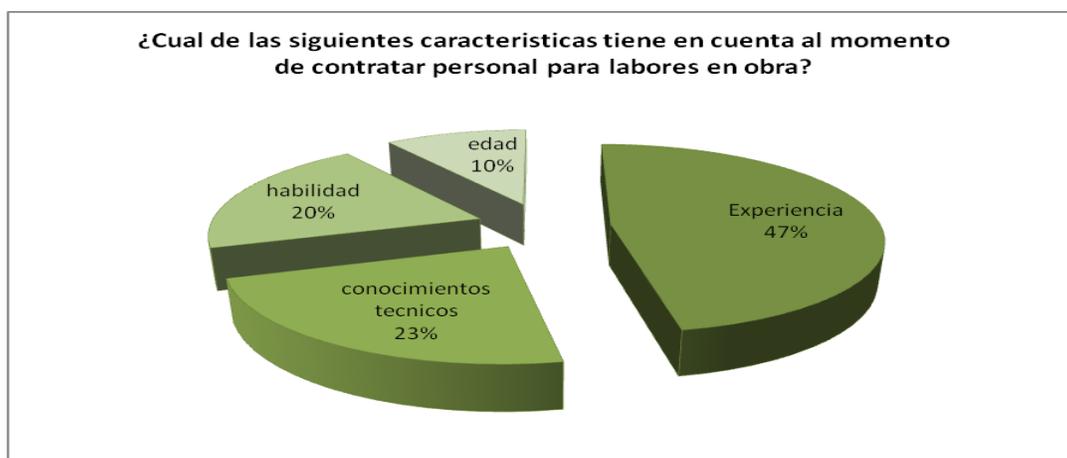
4.2.1 Encuesta dirigida a los constructores de la región y su área metropolitana.

Con el desarrollo de una encuesta realizada en Bucaramanga y su Área Metropolitana se verifico la pertinencia de este tipo de investigaciones, los resultados obtenidos muestran lo siguiente:

(Ver anexo 1)

Dentro del análisis de datos recaudados en la encuesta, se clasificaron los datos conforme cuatro ítems, experiencia, conocimientos técnicos, habilidad y edad, posteriormente se obtuvieron los porcentajes que representan la opinión de los encuestados, y finalmente se interpretaron de la siguiente manera.

Figura 3. Ítem 1 de la encuesta.



Fuente: Resultados de la encuesta.

Teniendo en cuenta que, la experiencia laboral del personal se estructura como la capacidad de realizar labores por medio del conocimiento empírico, el conocimiento técnico parte de la validación que del conocimiento se ha hecho en una institución educativa, la habilidad como la destreza y mejor manejo de las herramientas e insumos y finalmente la edad como factor determinante en la construcción, los encuestados respondieron.

La grafica # 3 nos muestra que el 47% de los encuestados dan mayor relevancia a la experiencia laboral del personal al momento de contratar, en segundo lugar, se encuentran los conocimientos técnicos con 23%, en tercer lugar, con un 20% escogió la habilidad como característica más importante y finalmente en último lugar los encuestados escogieron la edad con un 10%.

Figura 4. Ítem 2 de la encuesta.



Fuente: Resultados de la encuesta.

Respecto de las herramientas o recursos empleadas por los constructores de Bucaramanga y su área metropolitana para programar o planear sus proyectos, el 52% de los encuestados manifestó utilizar tablas sistematizadas del rendimiento de mano de obra, mientras que el 48% dijo utilizar datos empíricos, adquiridos mediante la experiencia para escatimar el tiempo de duración al llevar a cabo una actividad.

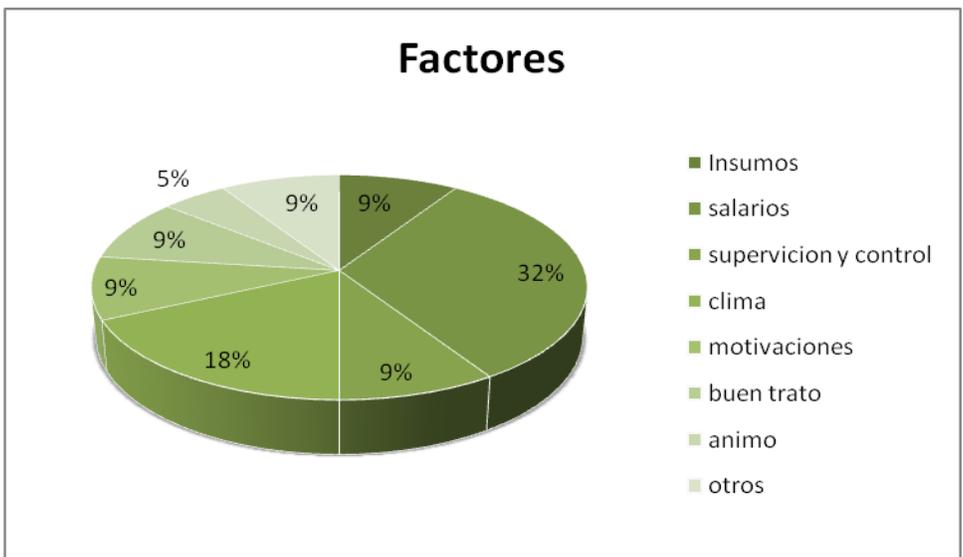
Figura 5. Ítem 3 de la encuesta.



Fuente: Resultados de la encuesta.

En la gráfica # 5 se observa que el porcentaje de los constructores encuestados poseen algún conocimiento o no, acerca de los factores que inciden en la productividad de la mano de obra, y para este caso un 63% respondieron que si tenían un conocimiento de dichos factores (Ver figura 7 factores propuestos por los encuestados) y el 37% manifestaron no tener ningún conocimiento sobre los factores de incidencia.

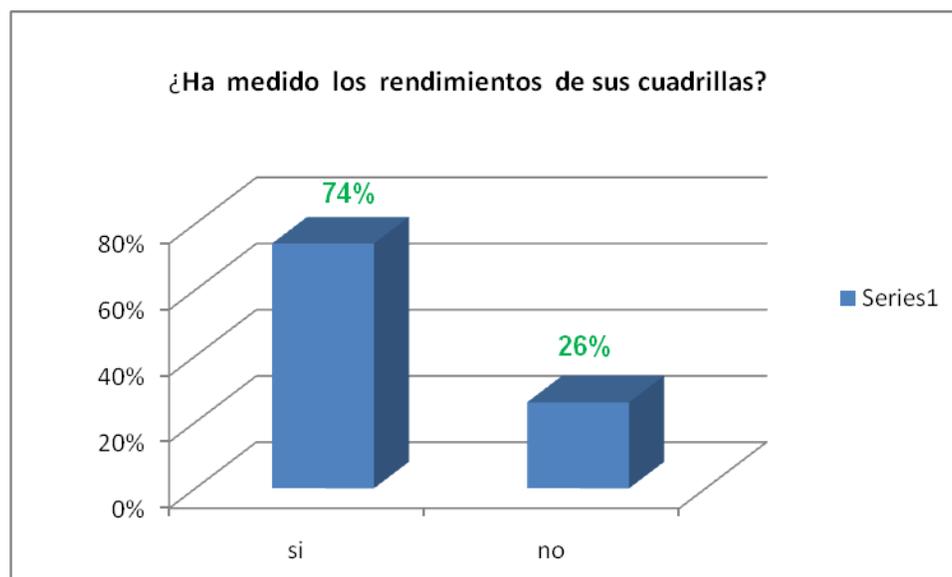
Figura 6. Factores propuestos por los constructores encuestados.



Fuente: Resultados de la encuesta.

Dentro de los constructores que conocen los factores de incidencia de la productividad de la mano de obra, se les consultó sobre cuales conocía, indicando los que aparecen relacionados en la figura y con base en esto el factor que más se tenía conocimiento es salarios con un 32%, seguido del clima con un 18 %, luego con un 9% (insumos, supervisión y control, motivaciones, buen trato, otras, y por ultimo con un 5% el ánimo.

Figura 7. Ítem 4 de la encuesta.

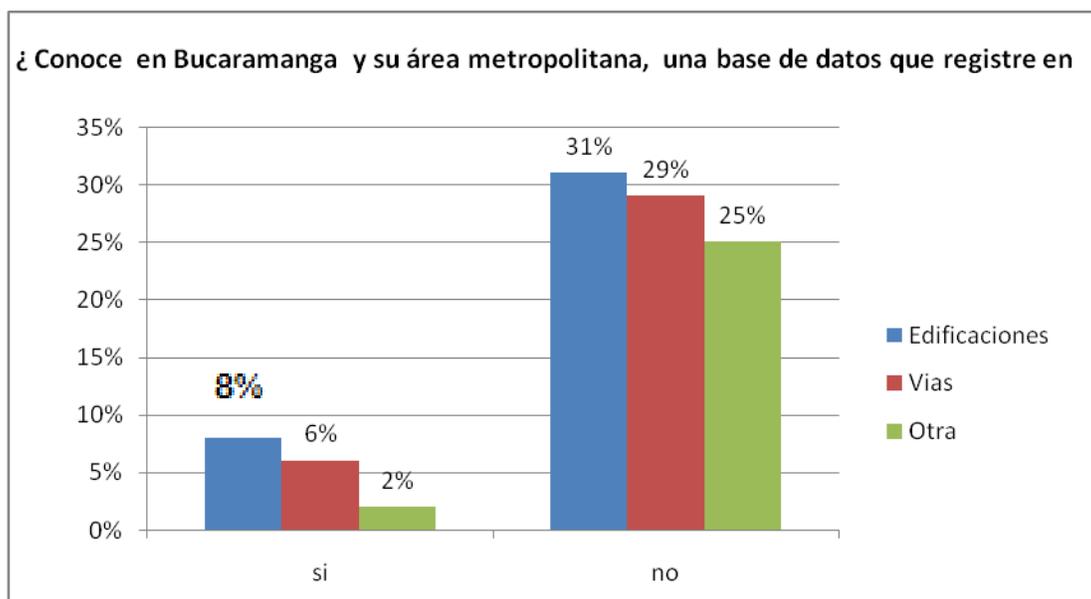


Fuente: Resultados de la encuesta.

El análisis de este factor, permite establecer que el 74% de los encuestados demuestra interés en medir el rendimiento de los trabajadores por parte de los constructores del Área Metropolitana de Bucaramanga, lo que nos confirma que los profesionales en la construcción se podrán beneficiar de esta investigación, y el 26% manifiesta que no han analizado el rendimiento de sus cuadrillas.

El saber que los constructores del Área Metropolitana de Bucaramanga tienen cierto desconocimiento sobre la existencia de una base de datos de rendimientos que sirva para calcular un presupuesto o planear un proyecto de construcción; es un punto de partida sobre la necesidad que se tiene de contar con información real y confiable para poder generar modelación de escenarios que se asemejen a las características de la región.

Figura 8. Ítem 5 de la encuesta.



Fuente: Resultados de la encuesta.

En la grafica # 8 se puede ver que el 16% de los encuestados conocen alguna base datos para Bucaramanga y su área metropolitana que sea posible utilizar en vías, edificaciones u otras semejantes, mientras que el 84% no tiene conocimiento de alguna referencia con credibilidad que les sirva como apoyo en la elaboración de los presupuestos.

4.2.2 Análisis estadístico descriptivo.

En esta parte de nuestro trabajo es donde toda la información que recogimos en campo es analizada y clasificada para una mayor comprensión, lo primero que se hizo fue hallar para cada una de las actividades el rendimiento de las 30 muestras para luego si poder realizar un análisis de distribución normal con el fin de conocer las tendencia y las variaciones que existen entre los treinta datos, generando información como la media, la desviación estándar, la moda, la varianza, la curtosis, el sesgo y coeficiente de asimetría. En donde cada uno de estos valores es de gran importancia para el desarrollo de nuestra investigación. Ver tabla 6.

Era de esperarse que cierta información tomada en campo presente ciertos datos que están muy alejados del promedio o de la media dentro del grupo de las treinta datos tomados en campo, por lo tanto es necesario deshacerse de los datos que estén por debajo o por encima a la media + 1.5 * la desviación estándar todo con el fin de tener un comportamiento parecido a una distribución normal a de de lograr el grado de confianza esperado

Tabla 6. Resumen del análisis estadístico

| ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO DE LOS RENDIMIENTOS | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|--------|---------------------------------|------------|----------|--------|---------|
| Capitulo | Subcapítulo | Descripción | Unidad | Resumen estadístico descriptivo | | | | |
| | | | | X | σ^2 | σ | K | A |
| 1 | Sumideros | | | | | | | |
| | 1,1 | Mampostería caja | MI | 0,117 | 0,000 | 0,010 | -0,172 | -0,392 |
| | 1,2 | Perforación tubería de 10" | UN | 0,195 | 0,000 | 0,015 | -0,467 | -0,109 |
| | 1,3 | conexión de tubería de 6" a tubo maestro de 10" | UN | 0,188 | 0,000 | 0,020 | -0,990 | -0,094 |
| 2 | Tubería de gas | | | | | | | |
| | 2,1 | Excavación con Maquina para tubería de gas | M3 | 0,070 | 0,000 | 0,011 | -1,317 | 0,12877 |
| 3 | Caja de energía | | | | | | | |
| | 3,1 | Mampostería caja de energía domiciliaria | UN | 0,717 | 0,005 | 0,071 | -0,391 | -0,457 |
| 4 | Pedestal | | | | | | | |
| | 4,1 | Armado formaleta pedestal | M2 | 0,191 | 0,000 | 0,018 | -0,719 | -0,209 |
| | 4,2 | Fundida pedestal | M3 | 5,345 | 0,632 | 0,795 | -0,685 | -0,384 |
| | 4,3 | Resane pedestal | M2 | 0,278 | 0,001 | 0,027 | -0,036 | 0,349 |
| 5 | Cerramiento | | | | | | | |
| | 5,1 | Cerramiento del conjunto en mampostería | M2 | 0,041 | 0,000 | 0,007 | -0,637 | -0,048 |
| | 5,2 | Limpieza muro en mampostería | M2 | 0,012 | 0,000 | 0,002 | -1,007 | -0,354 |
| | 5,3 | Instalación poste para muro de cerramiento | UN | 0,206 | 0,001 | 0,036 | -0,786 | -0,088 |
| | 5,4 | Armado columna muro de cerramiento | UN | 0,216 | 0,000 | 0,022 | 0,623 | 0,627 |
| 6 | Caja domiciliaria agua | | | | | | | |
| | 6,1 | Excavación hueco para caja domiciliaria | UN | 0,339 | 0,002 | 0,040 | -1,137 | 0,051 |
| | 6,2 | Instalación caja agua domiciliaria | UN | 0,113 | 0,001 | 0,027 | 0,409 | 0,838 |
| | 6,3 | Conexión tubería caja a punto domiciliario | UN | 0,145 | 0,000 | 0,018 | 0,897 | 0,433 |
| | 6,4 | Relleno caja agua domiciliaria | UN | 0,073 | 0,000 | 0,016 | -0,566 | 0,386 |
| | 6,5 | Enrase con mortero | Un | 0,047 | 0,000 | 0,010 | -0,693 | -0,044 |
| 7 | Alcantarillado | | | | | | | |
| | 7,1 | Excavación con retro para tubería de A/N y A/LL | M3 | 0,014 | 0,000 | 0,002 | -0,783 | 0,326 |

| | | | | | | | | |
|----|----------------------|---|----|-------|-------|-------|--------|----------|
| | 7,2 | Postura de arena de peña para tubería de 8" | ML | 0,026 | 0,000 | 0,004 | -0,965 | -0,063 |
| | 7,3 | Postura de arena de peña para tubería de 16" | ML | 0,017 | 0,000 | 0,003 | -1,003 | -0,108 |
| | 7,4 | Relleno a máquina zanja de tubería A/N y A/LL | M3 | 0,016 | 0,000 | 0,003 | -0,910 | -0,283 |
| | 7,5 | Compactación por capas relleno de tuberías A/LL y A/N | M3 | 0,038 | 0,000 | 0,004 | -0,495 | 0,556 |
| | 7,6 | Postura de tubería de 16" aguas lluvias | ML | 0,008 | 0,000 | 0,002 | 0,181 | 0,54599 |
| | 7,7 | Postura de tubería de 8" aguas negras | ML | 0,005 | 0,000 | 0,001 | -0,458 | -0,384 |
| 8 | Andenes | | | | | | | |
| | 8,1 | Formaleta para anden | ML | 0,023 | 0,000 | 0,011 | -1,023 | 0,339 |
| | 8,2 | Fundida en concreto para anden | M3 | 0,399 | 0,001 | 0,033 | -0,760 | 0,056 |
| | 8,3 | Llana para anden | M2 | 0,038 | 0,000 | 0,009 | 1,826 | 1,622 |
| | 8,4 | Dilataciones de andenes | UN | 0,023 | 0,000 | 0,005 | -1,006 | -0,045 |
| 9 | Excavación a maquina | | | | | | | |
| | 9,1 | Excavación material conglomerado | M3 | 0,004 | 0,000 | 0,001 | -0,803 | 0,224 |
| 10 | Pozos | | | | | | | |
| | 10,1 | Excavación a mano pozo | UN | 2,306 | 0,171 | 0,413 | 1,310 | -0,042 |
| | 10,2 | Base en concreto para pozos | M3 | 0,891 | 0,015 | 0,123 | -0,780 | 0,067 |
| | 10,3 | Armado Formaleta para Pozo de inspección | UN | 0,765 | 0,004 | 0,061 | -1,191 | 0,198 |
| | 10,4 | Fundida de pozo | M3 | 0,992 | 0,007 | 0,083 | -0,849 | 0,068 |
| | 10,5 | Cañuela para pozo | UN | 1,322 | 0,023 | 0,151 | -0,470 | 0,091 |
| | 10,6 | Reducción en mampostería Pozo | UN | 0,099 | 0,000 | 0,016 | -0,139 | -0,122 |
| | 10,7 | Instalación tubo ventilación para pozo | UN | 0,068 | 0,000 | 0,017 | -0,728 | 0,14155 |
| | 10,8 | Formaleta para corona pozo | UN | 0,484 | 0,005 | 0,074 | -1,001 | 0,339 |
| | 10,9 | Fundida para corona pozo | M3 | 1,601 | 0,061 | 0,248 | -0,161 | 0,270 |
| | 10.10 | Relleno en concreto tapa de alcantarilla + enrase | UN | 0,042 | 0,000 | 0,013 | -0,874 | 0,435 |
| | 10.11 | Resane de corona pozo + limpieza y esmaltada | UN | 0,163 | 0,001 | 0,024 | 0,548 | 0,991 |
| 11 | Muros de contención | | | | | | | |
| | 11.1 | Postura formaleta metálica muro de contención | M2 | 0,106 | 0,000 | 0,018 | -0,158 | 0,706 |
| 12 | Cuarto de basuras | | | | | | | |
| | 12.1 | Arranque de columna viga para cuarto de basuras | UN | 0,107 | 0,000 | 0,020 | -0,177 | -0,37544 |
| | 12,2 | Fundida a mano viga de amarre cuarto de basuras | M3 | 0,038 | 0,000 | 0,004 | 0,546 | 0,832 |
| | 12,3 | Mampostería cuarto de basuras | ML | 0,295 | 0,001 | 0,037 | -0,429 | 0,521 |

Fuente: Resultados del análisis estadístico.

En la tabla 6 se puede ver que la variable llamada curtosis y la variable llamada coeficiente de asimetría tienen valores que oscilan entre -2 y 2 y para que esto fuera posible se eliminaron aquellos datos que no estaban dentro de este rango logrando así un comportamiento de distribución normal.

4.2.3 Generación de la matriz de correlaciones de los factores de incidencia con base al rendimiento de la mano de obra.

Se desarrollo una análisis de correlación para cada una de las actividades de obra entre la variable dependiente (el rendimiento) y las variables independientes (cada uno de los factores de incidencia), donde a su vez se tiene en cuenta un coeficiente de correlación (r) como indicador de interdependencias de dos incógnitas aleatorias estando entre los rangos $(-1 \leq r \leq -0.5)$ y $(0.5 \leq r \leq 1)$. Una manera de entender claramente lo mencionado anteriormente es mediante la siguiente tabla donde se podrá observar como para los valores de numero 1 presentan una correlación positiva, aquellos que tengan un valor de -1 se correlacionan desfavorablemente y el valor cero quiere decir que no se presenta ninguna correlación.

Tabla 7. Matriz de correlaciones entre los factores de afectación y el rendimiento.

| MATRIZ DE CORRELACIONES RENDIMIENTO VS FACTORES DE AFECTACION | | | | | | | | | |
|---|-----------------|---|------------------------|----------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| C a p | Sub cap | Descripción | Factores de afectación | | | | | | |
| | | | UN | Inter secc ión | Cli ma | Hora del dia | Experi encia | Superv isión | Esquema contractual |
| 1 | Sumideros | | | | | | | | |
| | 1,1 | Mampostería caja | MI | 1 | -1 | 1 | 0 | -1 | 0 |
| | 1,2 | Perforación tubería de 10" | UN | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 0 |
| | 1,3 | conexión de tubería de 6" a tubo maestro de 10" | UN | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| 2 | Tubería de gas | | | | | | | | |
| | 2,1 | Excavación con Maquina para tubería de gas | M3 | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | 0 |
| 3 | Caja de energía | | | | | | | | |
| | 3,1 | Mampostería caja de energía domiciliaria | UN | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | 0 |
| 4 | Pedestal | | | | | | | | |
| | 4,1 | Armado formaleta pedestal | M2 | 1 | 1 | -1 | -1 | 0 | 1 |
| | 4,2 | Fundida pedestal | M3 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 |
| | 4,3 | Resane pedestal | M2 | 1 | -1 | 1 | 0 | -1 | 1 |
| 5 | Cerramiento | | | | | | | | |
| | 5,1 | Cerramiento del conjunto en | M2 | 1 | -1 | 1 | 0 | -1 | -1 |

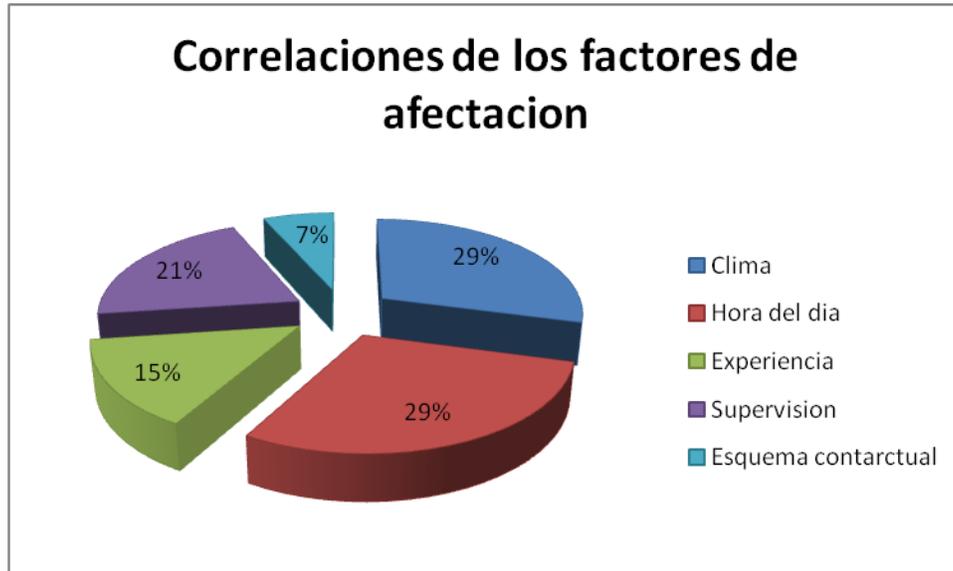
| | | | | | | | | | |
|------|------------------------|---|----|---|----|----|----|----|----|
| | | mampostería | | | | | | | |
| 5,2 | | Limpieza muro en mampostería | M2 | 1 | -1 | 1 | 0 | 0 | -1 |
| 5,3 | | Instalación poste para muro de cerramiento | UN | 1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 |
| 5,4 | | Armado columna muro de cerramiento | UN | 1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | Caja domiciliaria agua | | | | | | | | |
| 6,1 | | Excavación hueco para caja domiciliaria | UN | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | 0 |
| 6,2 | | Instalación caja agua domiciliaria | UN | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | 0 |
| 6,3 | | Conexión tubería caja a punto domiciliario | UN | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 6,4 | | Relleno caja agua domiciliaria | UN | 1 | 1 | -1 | 0 | 1 | 0 |
| 6,5 | | Enrase con mortero | Un | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Alcantarillado | | | | | | | | |
| 7,1 | | Excavación con retro para tubería de A/N y A/LL | M3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 7,2 | | Postura de arena de peña para tubería de 8" | ML | 1 | -1 | 1 | 0 | -1 | 0 |
| 7,3 | | Postura de arena de peña para tubería de 16" | ML | 1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 0 |
| 7,4 | | Relleno a máquina zanja de tubería A/N y A/LL | M3 | 1 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| 7,5 | | Compactación por capas relleno de tuberías A/LL y A/N | M3 | 1 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| 7,6 | | Postura de tubería de 16" aguas lluvias | ML | 1 | -1 | -1 | 0 | -1 | 0 |
| 7,7 | | Postura de tubería de 8" aguas negras | ML | 1 | -1 | -1 | 0 | -1 | 0 |
| 8 | Andenes | | | | | | | | |
| 8,1 | | Formaleta para anden | ML | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8,2 | | Fundida en concreto para anden | M3 | 1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 |
| 8,3 | | Llana para anden | M2 | 1 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| 8,4 | | Dilataciones de andenes | UN | 1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| 9 | Excavación a maquina | | | | | | | | |
| 9,1 | | Excavación material conglomerado | M3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | Pozos | | | | | | | | |
| 10,1 | | Excavación a mano pozo | UN | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 0 |
| 10,2 | | Base en concreto para pozos | M3 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 0 |
| 10, | | Armado Formaleta para Pozo de | UN | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|---|----|---|----|----|----|----|----|
| | 3 | inspección | | | | | | | |
| | 10,4 | Fundida de pozo | M3 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| | 10,5 | Cañuela para pozo | UN | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| | 10,6 | Reducción en mampostería Pozo | UN | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| | 10,7 | Instalación tubo ventilación para pozo | UN | 1 | 1 | -1 | 0 | -1 | 0 |
| | 10,8 | Formaleta para corona pozo | UN | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| | 10,9 | Fundida para corona pozo | M3 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 |
| | 10,10 | Relleno en concreto tapa de alcantarilla + enrase | UN | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 0 |
| | 10,11 | Resane de corona pozo + limpieza y esmaltada | UN | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 0 |
| 1 | 1 | Muros de contención | | | | | | | |
| | 11,1 | Postura formaleta metálica muro de contención | M2 | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 0 |
| 1 | 2 | Cuarto de basuras | | | | | | | |
| | 12,1 | Arranque de columna viga para cuarto de basuras | UN | 1 | 1 | -1 | 0 | 1 | -1 |
| | 12,2 | Fundida a mano viga de amarre cuarto de basuras | M3 | 1 | 1 | 1 | -1 | 0 | 1 |
| | 12,3 | Mampostería cuarto de basuras | ML | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | -1 |

Fuente: Resultados del análisis estadístico.

Gracias a la matriz de correlaciones se pudo conocer para cada una de las actividades, como incidía cada factor ya sea positivamente o negativamente y para algunos casos cuando era nula su incidencia. Obteniendo resultados como el factor que más influencia tuvo en las 44 actividades evaluadas ya sea positiva o negativamente fue el clima y la hora del día sabiendo que son dos factores que están relacionados entre sí, pero a su vez el factor que tuvo mayor incidencia negativa fue la supervisión y el de mayor incidencia negativa fue el clima, lo que se puede interpretar que para el proyecto el clima es uno de los factores que más impacta en el rendimiento seguido por la hora del día en la que se está realizando la actividad.

Figura 9. Correlación de los factores de afectación.



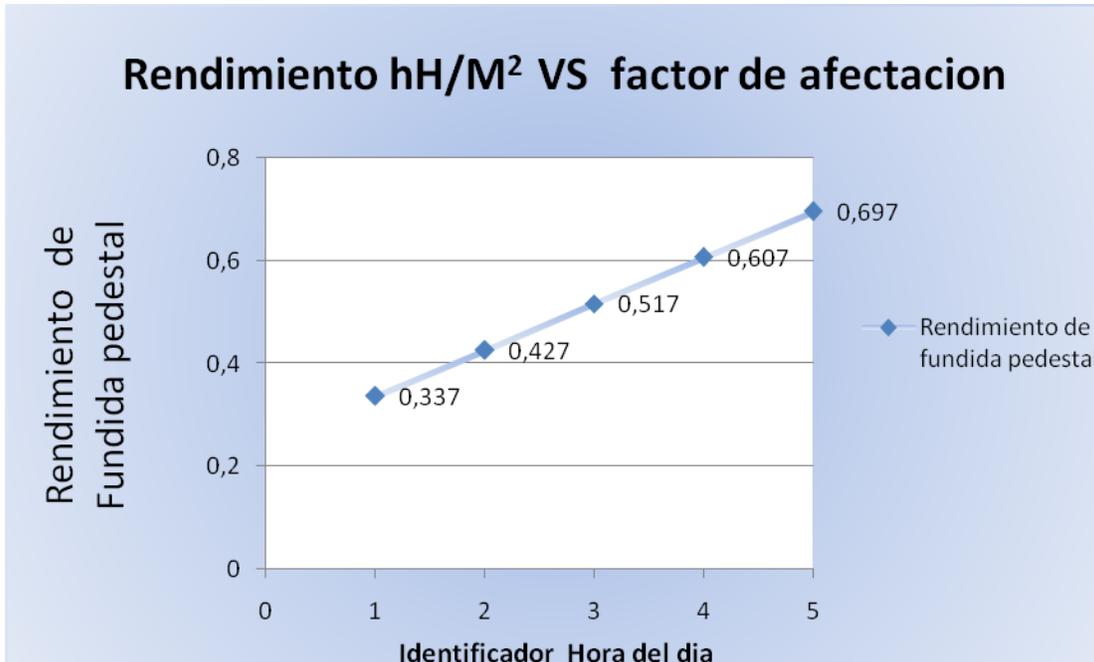
Fuente: resultado de las correlaciones.

En la figura #9 podemos observar aquellas actividades que presentan una mayor correlación con respecto al rendimiento de la mano de obra en el Área Metropolitana de Bucaramanga son el clima y la hora del día en que se realiza la actividad con un porcentaje del 29% de los datos analizados en el proyecto, seguido del factor supervisión con un porcentaje del 21%, lo sigue la experiencia con un porcentaje del 15%, y por último el factor con menor incidencia fue el esquema contractual con un porcentaje mínimo del 7% lo que podemos interpretar de que este valor es casi nulo gracias a que en casi todos los proyectos que visitamos se la mano de obra era contratada con el mismo sistema contractual (subcontratada) y no eran de responsabilidad directa del dueño del proyecto, la que genera que la responsabilidad de divida a varios subcontratistas queriendo buscar un mayor control y calidad en la labor desempeñada.

Se enfatiza en los dos factores que tuvieron mayor incidencia en las actividades analizadas siendo estos el clima y la hora del día en la que se lleva a cabo la labor, y lo que hizo fue analizar cada actividad variando en la unidad correspondiente con respecto al rendimiento de la mano de obre en la

construcción el cual es nuestra variable dependiente observando a continuación lo siguiente:

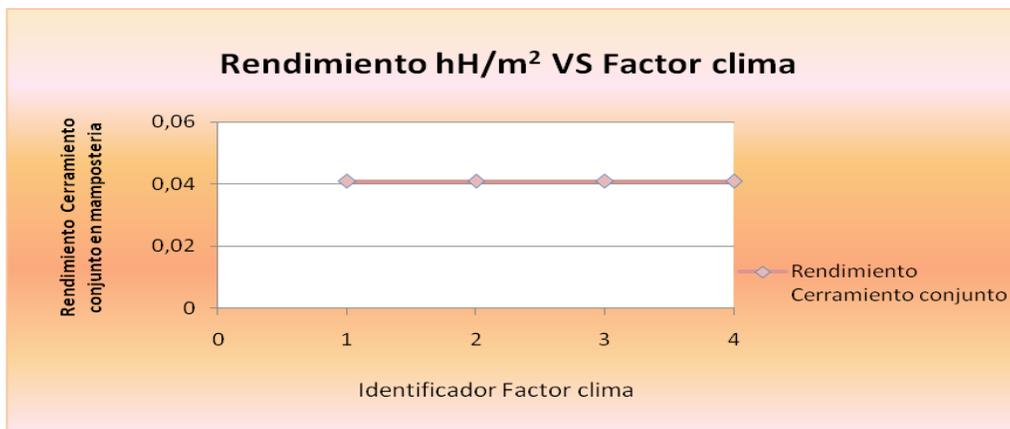
Figura 10. Rendimiento Vs Hora del día Resane pedestal.



Fuente: Analisis estadistico descriptivo.

En la figura 10 se puede observar que el rendimiento es directamente proporcional al factor hora del dia, se puede entender de que a medida que va trascurriendo el tiempo el rendimiento a su vez va aumentando a una tasa muy considerable de 0.337 al inicio de la jornada y un 0.697 al final de la jornada de trabajo.

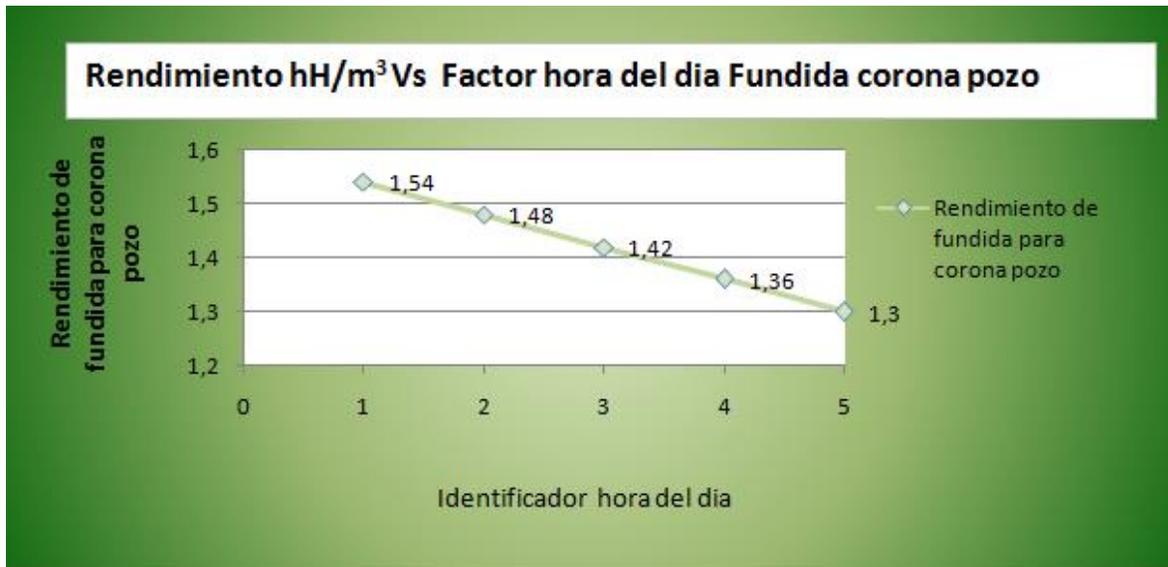
Figura 11. Rendimiento Vs Factor clima cerramiento conjunto en mamposteria.



Fuente: Análisis estadístico descriptivo.

Se puede detallar en la figura 11 que el factor clima no influye su incidencia es nula en la actividad cerramiento conjunto en mampostería por lo tanto su comportamiento es constante.

Figura 12. Rendimientos Vs factor hora del día Fundida para corona pozo.



Fuente: Análisis estadístico descriptivo.

En la figura 12 se puede observar un comportamiento inversamente proporcional del rendimiento con respecto al factor hora del día en la actividad fundida para corona pozo lo que quiere decir que a medida que avanza la jornada de trabajo el rendimiento va disminuirá progresivamente a una tasa muy considerable al inicio de la jornada será de 1.54 (hH/m³) y al final de la jornada decaerá a un valor de 1.3 (hH/M³).

4.3 GENERACIÓN DE LA BASE DA DATOS

Con base en el análisis estadístico descriptivo el cual fue debidamente ajustado a una distribución normal para cada uno de la información que tomamos en campo, enfocándonos principalmente en el rendimiento de la mano de obra, en la siguiente tabla daremos a conocer cada uno de los resultados obtenidos ya sea en campo o mediante los análisis estadísticos que se hicieron para cada actividad de nuestra investigación tales como la productividad (Um/hH), la cual era tomada en campo, rendimiento de la mano de obra (hH/Um), el cual se halla ya teniendo la

productividad y la duración de la actividad, y con los análisis estadísticos en la tabla mostraremos variables como un rendimiento optimista (cuando la cuadrilla de trabajo es más eficiente), y un valor de rendimiento pesimista (cuando la cuadrilla de trabajo es menos eficiente), y la conformación de la cuadrilla para cada actividad de nuestro tema de estudio. (Ver tabla 8).

Tabla 8. Base de datos.

| BASE DE DATOS | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|---|---------------------------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------|---|---|
| Cap | Sub cap | Descripción | Resumen estadístico descriptivo | | | | | | | |
| | | | UN | Optimista | Rendimiento | Pesimista | Productividad | Cuadrilla | | |
| | | | | hH/Um | hH/Um | hH/Um | Um/hH | O | A | M |
| 1 | Sumideros | | | | | | | | | |
| | 1,1 | Mampostería caja | MI | 0,085 6667 | 0,11558 1481 | 0,143 889 | 8,651905 021 | 1 | 1 | 0 |
| | 1,2 | Perforación tubería de 10" | UN | 0,162 2222 | 0,19452 7778 | 0,220 833 | 5,140654 005 | 1 | 0 | 0 |
| | 1,3 | conexión de tubería de 6" a tubo maestro de 10" | UN | 0,153 3333 | 0,18800 4115 | 0,222 778 | 5,319032 505 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | Tubería de gas | | | | | | | | | |
| | 2,1 | Excavación con Maquina para tubería de gas | M3 | 0,029 1667 | 0,06952 1605 | 0,083 97 | 14,38401 776 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | Caja de energía | | | | | | | | | |
| | 3,1 | Mampostería caja de energía domiciliaria | UN | 0,561 3889 | 0,71651 8519 | 0,825 278 | 1,395637 341 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | Pedestal | | | | | | | | | |
| | 4,1 | Armado formaleta pedestal | M2 | 0,158 67 | 0,19141 4141 | 0,221 801 | 5,224274 406 | 0 | 1 | 0 |
| | 4,2 | Fundida pedestal | M3 | 3,686 8687 | 5,34483 7262 | 6,641 414 | 0,187096 436 | 1 | 1 | 0 |
| | 4,3 | Resane pedestal | M2 | 0,233 5859 | 0,27846 2869 | 0,345 96 | 3,591143 056 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | Cerramiento | | | | | | | | | |
| | 5,1 | Cerramiento del conjunto en mampostería | M2 | 0,026 8265 | 0,04063 3537 | 0,052 485 | 24,61021 27 | 1 | 1 | 0 |
| | 5,2 | Limpieza muro en mampostería | M2 | 0,008 7081 | 0,01183 0526 | 0,014 283 | 84,52709 641 | 0 | 1 | 0 |
| | 5,3 | Instalación poste para muro de cerramiento | UN | 0,136 6667 | 0,20647 2222 | 0,27 | 4,843266 514 | 1 | 0 | 0 |
| | 5,4 | Armado columna muro de | UN | 0,176 | 0,21559 | 0,270 | 4,638378 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|---|----|---------------|-----------------|--------------|-----------------|---|---|---|
| | | cerramiento | | 6667 | 2593 | 833 | 286 | | | |
| 6 | Caja domiciliaria agua | | | | | | | | | |
| | 6,1 | Excavación hueco para caja domiciliaria | UN | 0,270 2778 | 0,33938 8889 | 0,407 5 | 2,946472 418 | 0 | 1 | 0 |
| | 6,2 | Instalación caja agua domiciliaria | UN | 0,069 7222 | 0,11279 6296 | 0,179 444 | 8,865539 32 | 1 | 1 | 0 |
| | 6,3 | Conexión tubería caja a punto domiciliario | UN | 0,106 1111 | 0,14462 963 | 0,193 056 | 6,914212 548 | 1 | 0 | 0 |
| | 6,4 | Relleno caja agua domiciliaria | UN | 0,051 9444 | 0,07331 4815 | 0,107 5 | 13,63980 803 | 0 | 1 | 0 |
| | 6,5 | Enrase con mortero | UN | 0,029 4444 | 0,04741 6667 | 0,067 222 | 21,08963 093 | 0 | 1 | 0 |
| 7 | Alcantarillado | | | | | | | | | |
| | 7,1 | Excavación con retro para tubería de A/N y A/LL | M3 | 0,017 7015 | 0,01443 4641 | 0,433 039 | 69,27779 036 | 1 | 0 | 0 |
| | 7,2 | Postura de arena de peña para tubería de 8" | ML | 0,018 287 | 0,02622 9938 | 0,033 75 | 38,12437 489 | 1 | 2 | 0 |
| | 7,3 | Postura de arena de peña para tubería de 16" | ML | 0,011 8056 | 0,01650 1543 | 0,021 343 | 60,60039 278 | 1 | 3 | 0 |
| | 7,4 | Relleno a máquina zanja de tubería A/N y A/LL | M3 | 0,010 4938 | 0,01580 2469 | 0,020 525 | 63,28125 525 | 1 | 0 | 0 |
| | 7,5 | Compactación por capas relleno de tuberías A/LL y A/N | M3 | 0,031 9444 | 0,03770 2332 | 0,045 936 | 26,52355 83 | 0 | 1 | 0 |
| | 7,6 | Postura de tubería de 16" aguas lluvias | ML | 0,005 7407 | 0,00810 0309 | 0,014 954 | 123,4520 861 | 1 | 3 | 0 |
| | 7,7 | Postura de tubería de 8" aguas negras | ML | 0,002 8241 | 0,00477 0062 | 0,006 204 | 209,6408 929 | 1 | 3 | 0 |
| 8 | Andenes | | | | | | | | | |
| | 8,1 | Formaleta para anden | ML | 0,007 5 | 0,02255 8137 | 0,047 531 | 44,32990 132 | 0 | 1 | 0 |
| | 8,2 | Fundida en concreto para anden | M3 | 0,335 3175 | 0,39916 9606 | 0,464 583 | 2,505200 758 | 1 | 3 | 0 |
| | 8,3 | Llana para anden | M2 | 0,029 1481 | 0,03817 3771 | 0,063 148 | 26,19599 755 | 0 | 1 | 0 |
| | 8,4 | Dilataciones de andenes | UN | 0,013 6111 | 0,02262 2549 | 0,032 222 | 44,20368 364 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | Excavación a maquina | | | | | | | | | |
| | 9,1 | Excavación material conglomerado | M3 | 0,002 7222 | 0,00435 0617 | 0,006 056 | 229,8524 404 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | Pozos | | | | | | | | | |
| | 10,1 | Excavación a mano pozo | UN | 1,39 | 2,306 | 3,27 | 0,433651 344 | 1 | 1 | 0 |
| | 10,2 | Base en concreto para pozos | M3 | 0,675 1516 | 0,89121 4656 | 1,121 614 | 1,122064 133 | 1 | 1 | 0 |
| | 10,3 | Armado Formaleta para Pozo de inspección | UN | 0,675 2778 | 0,76538 8889 | 0,870 278 | 1,306525 368 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------|---|----|---------------|-----------------|--------------|-----------------|---|---|---|
| 10, | 4 | Fundida de pozo | M3 | 0,837 963 | 0,99204 6534 | 1,137 464 | 1,008017 231 | 1 | 2 | 0 |
| 10, | 5 | Cañuela para pozo | UN | 1,05 | 1,32166 6667 | 1,65 | 0,756620 429 | 1 | 1 | 0 |
| 10, | 6 | Reducción en mampostería Pozo | UN | 0,063 6111 | 0,09867 5926 | 0,127 778 | 10,13418 41 | 1 | 1 | 0 |
| 10, | 7 | Instalación tubo ventilación para pozo | UN | 0,011 8734 | 0,06766 4298 | 0,093 333 | 14,77884 245 | 0 | 1 | 0 |
| 10, | 8 | Formaleta para corona pozo | UN | 0,378 0556 | 0,48442 5926 | 0,626 389 | 2,064299 094 | 1 | 1 | 0 |
| 10, | 9 | Fundida para corona pozo | M3 | 1,127 451 | 1,60147 0588 | 2,171 569 | 0,624426 079 | 1 | 1 | 0 |
| 10, | 10 | Relleno en concreto tapa de alcantarilla + enrase | UN | 0,024 1667 | 0,04213 8889 | 0,065 833 | 23,73104 812 | 0 | 1 | 0 |
| 10, | 11 | Resane de corona pozo + limpieza y esmaltada | UN | 0,131 9444 | 0,16322 2222 | 0,223 889 | 6,126616 746 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | Muros de contención | | | | | | | | | |
| 11, | 1 | Postura formaleta metálica muro de contención | M2 | 0,078 7037 | 0,10560 0566 | 0,147 377 | 9,469646 228 | 1 | 2 | 0 |
| 12 | Cuarto de basuras | | | | | | | | | |
| 12, | 1 | Arranque de columna viga para cuarto de basuras | UN | 0,016 3903 | 0,10687 9676 | 0,130 833 | 9,356315 795 | 1 | 1 | 0 |
| 12, | 2 | Fundida a mano viga de amarre cuarto de basuras | M3 | 0,031 6239 | 0,03762 3245 | 0,049 786 | 26,57931 3 | 1 | 1 | 0 |
| 12, | 3 | Mampostería cuarto de basuras | ML | 0,242 284 | 0,29499 6259 | 0,381 173 | 3,389873 498 | 1 | 1 | 0 |

Fuente: resultados del análisis estadístico.

La tabla 8 muestra en detalle cada una de las actividades estudiadas con sus respectivos valores estadísticos dando a conocer el valor promedio del rendimiento de la actividad, en condiciones ideales un rendimiento superior y un rendimiento inferior en condiciones desfavorables, por ejemplo la actividad de excavación a mano pozo se puede observar que con un grupo de trabajo de 1 oficial + 1 ayudante su rendimiento promedio es de 2,306 hH/Um, pero en las condiciones más favorables el rendimiento de la mano de obra sería de 1.39 hH/Um y para las condiciones más desfavorables el rendimiento de la mano de obra sería de 3.27 hH/Um.

4.4 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

La función principal de realizar un análisis de regresión lineal es la conformación de las ecuaciones que servirán de modelos para representar matemáticamente la manera en que se comporta cada una de las actividades de nuestra investigación, modificando los valores independientes en la ecuación que para nuestro caso son los factores de incidencia en el rendimiento y la productividad de la mano de obra en proyectos de construcción de el Área Metropolitana de Bucaramanga. En la tabla 9 se podrá observar para cada una de las actividades las características de la ecuación de regresión con las 5 variables identificadas por cada factor de incidencia.

Tabla 9. Ecuaciones de regresión.

| BASE DE DATOS | | | | | | | |
|---------------|-----------------|---|----|---|-----------|---|---|
| C a p | Sub cap | Descripción | UN | Ecuaciones de regresión | Cuadrilla | | |
| 1 | Sumideros | | | | O | A | M |
| | 1,1 | Mampostería caja | MI | $y = 0,1361541 - 0,00529372X1 + 0,0033281X2 + 0X3 - 0,01322796X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 1,2 | Perforación tubería de 10" | UN | $y = 0,23639 + 0,00658978X1 - 0,001081192X2 - 0,01611619X3 - 0,00445677X4 + 0X5$ | 1 | 0 | 0 |
| | 1,3 | conexión de tubería de 6" a tubo maestro de 10" | UN | $y = 0,212570142 - 0,012886X1 + 0,002422786X2 - 0,006842X3 + 0,003951879X4 + 0X5$ | 1 | 0 | 0 |
| 2 | Tubería de gas | | | | | | |
| | 2,1 | Excavación con Maquina para tubería de gas | M3 | $y = 0,09197062 + 0,00145553X1 + 0,00241607X2 + 0X3 - 0,01194633X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| 3 | Caja de energía | | | | | | |
| | 3,1 | Mampostería caja de energía domiciliaria | UN | $y = 0,921714822 + 0,017043865X1 + 0,005673423X2 + 0X3 - 0,115677177X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| 4 | Pedestal | | | | | | |
| | 4,1 | Armado formaleta pedestal | M2 | $y = 0,1438078 + 0,0042253X1 - 0,0019411X2 + 0,00808X3 + 0,01728X4 + 0,004109X5$ | 0 | 1 | 0 |
| | 4,2 | Fundida pedestal | M3 | $y = 5,5801971 + 0,1414609X1 + 0,3275535X2 + 0X3 - 0,5205457X4 - 0,4071149X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 4,3 | Resane pedestal | M2 | $y = 0,28938 - 0,0012584X1 + 0,005619X2 +$ | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | |
|-----|---|----|--|-----------------------------------|---|---|--|
| | | | | $0X3 - 0,0110873X4 + 0,0148052X5$ | | | |
| 5 | Cerramiento | | | | | | |
| 5,1 | Cerramiento del conjunto en mampostería | M2 | $y = 0,04922491 - 0,001276X1 + 0,00136191X2 + 0X3 - 0,00523388X4 - 0,00221069X5$ | 1 | 1 | 0 | |
| 5,2 | Limpieza muro en mampostería | M2 | $y = 0,0131143 - 0,0015925X1 + 0,00045276X2 + 0X3 + 0X4 - 0,00020498X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 5,3 | Instalación poste para muro de cerramiento | UN | $y = 0,22300794 - 0,002049X1 - 0,01226598X2 + 0X3 + 0,00858833X4 + 0,01404634X5$ | 1 | 0 | 0 | |
| 5,4 | Armado columna muro de cerramiento | UN | $y = 0,19206868 - 0,01047215X1 + 0,00518591X2 + 0X3 + 0X4 + 0,01455342X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 6 | Caja domiciliaria agua | | | | | | |
| 6,1 | Excavación hueco para caja domiciliaria | UN | $y = 0,41230676 + 0,00806878X1 + 0,0077657X2 + 0X3 - 0,06179434X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 6,2 | Instalación caja agua domiciliaria | UN | $y = 0,1157122 + 0,00095438X1 + 0,00569398X2 + 0X3 - 0,01615447X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 | |
| 6,3 | Conexión tubería caja a punto domiciliario | UN | $y = 0,13743649 + 0,00045684X1 + 0,0015228X2 + 0X3 + 0X4 + 0X5$ | 1 | 0 | 0 | |
| 6,4 | Relleno caja agua domiciliaria | UN | $y = 0,05137389 + 0,00911567X1 - 0,00287432X2 + 0X3 + 0,01333402X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 6,5 | Enrase con mortero | Un | $y = 0,03724731 + 0,00031772X1 + 0,00316048X2 + 0X3 + 0X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 7 | Alcantarillado | | | | | | |
| 7,1 | Excavación con retro para tubería de A/N y A/LL | M3 | $y = 0,01341708 + 0,000039742X1 + 0,0000068203X2 + 0X3 + 0X4 + 0X5$ | 1 | 0 | 0 | |
| 7,2 | Postura de arena de peña para tubería de 8" | ML | $y = 0,02696464 - 0,00015165X1 + 0,00096612X2 + 0X3 - 0,00180432X4 + 0X5$ | 1 | 2 | 0 | |
| 7,3 | Postura de arena de peña para tubería de 16" | ML | $y = 0,01828532 - 0,00133439X1 - 0,000093549X2 + 0X3 + 0,00037399X4 + 0X5$ | 1 | 3 | 0 | |
| 7,4 | Relleno a máquina zanja de tubería A/N y A/LL | M3 | $y = 0,01682236 + 0,0022049X1 - 0,0002602X2 - 0,00125091X3 + 0X4 + 0X5$ | 1 | 0 | 0 | |
| 7,5 | Compactación por capas relleno de tuberías A/LL y A/N | M3 | $y = 0,04184763 + 0,00036309X1 - 0,00058997X2 - 0,00110348X3 + 0X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 7,6 | Postura de tubería de 16" aguas lluvias | ML | $y = 0,00866521 - 0,00018579X1 - 0,00015088X2 + 0X3 - 0,00011099X4 + 0X5$ | 1 | 3 | 0 | |
| 7,7 | Postura de tubería de 8" aguas negras | ML | $y = 0,0553437 - 0,000028657X1 - 0,000012152X2 + 0X3 - 0,00038672X4 + 0X5$ | 1 | 3 | 0 | |
| 8 | Andenes | | | | | | |
| 8,1 | Formaleta para anden | ML | $y = 0,00331035 + 0,00166334X1 + 0,00235389X2 + 0,00467603X3 + 0X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 | |
| 8,2 | Fundida en concreto para anden | M3 | $y = 0,40513998 - 0,00338271X1 - 0,00826351X2 + 0,01454365X3 + 0X4 + 0X5$ | 1 | 3 | 0 | |
| 8,3 | Llana para anden | M2 | $y = 0,03422071 + 0,00288678X1 -$ | 0 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | |
|----|----------------------|---|----|--|---|---|---|
| | | | | $0,00028033X2 - 0,0005252X3 + 0X4 + 0X5$ | | | |
| | 8,4 | Dilataciones de andenes | UN | $y = 0,03140929 - 0,00079401X1 - 0,00099164X2 - 0,00250452X3 + 0X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 |
| 9 | Excavación a maquina | | | | | | |
| | 9,1 | Excavación material conglomerado | M3 | $y = 0,00336181 + 0,00018835X1 - 0,000066931X2 + 0X3 + 0,00020731X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 |
| 10 | Pozos | | | | | | |
| | 10,1 | Excavación a mano pozo | UN | $y = 2,07554 + 0,0055239X1 + 0,021426X2 + 0,2021402X3 - 0,103741X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,2 | Base en concreto para pozos | M3 | $y = 0,579346 + 0,06881X1 - 0,00885674X2 + 0,199588X3 - 0,07368268X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,3 | Armado Formaleta para Pozo de inspección | UN | $y = 0,688378 - 0,004137X1 + 0,01784299X2 + 0,000402X3 + 0,008898X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,4 | Fundida de pozo | M3 | $y = 0,96232265 + 0,006504X1 + 0,01802878X2 - 0,0275X3 + 0,010783X4 + 0X5$ | 1 | 2 | 0 |
| | 10,5 | Cañuela para pozo | UN | $y = 1,42353165 + 0,00094482X1 + 0,02042X2 - 0,0758X3 + 0,01565X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,6 | Reducción en mampostería Pozo | UN | $y = 0,09333908 + 0,005442X1 + 0,000489X2 - 0,00632X3 + 0,006529X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,7 | Instalación tubo ventilación para pozo | UN | $y = 0,0701305 + 0,0010233X1 - 0,00034878X2 + 0X3 - 0,00081037X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 |
| | 10,8 | Formaleta para corona pozo | UN | $y = 0,41908 + 0,0093X1 + 0,01185X2 - 0,0150X3 + 0,0195X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,9 | Fundida para corona pozo | M3 | $y = 2,19934 - 0,22596559X1 - 0,04400698X2 - 0,0027X3 - 0,071453X4 + 0X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 10,10 | Relleno en concreto tapa de alcantarilla + enrase | UN | $y = 0,0185 + 0,00284616X1 + 0,00637X2 + 0,00077X3 - 0,00359X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 |
| | 10,11 | Resane de corona pozo + limpieza y esmaltada | UN | $y = 0,128995 + 0,00962751X1 + 0,00293X2 + 0,006248X3 - 0,00281X4 + 0X5$ | 0 | 1 | 0 |
| 11 | Muros de contención | | | | | | |
| | 11.1 | Postura formaleta metálica muro de contención | M2 | $y = 0,0814424 + 0,00879363X1 + 0,00829192X2 + 0,00150X3 - 0,010319X4 + 0X5$ | 1 | 2 | 0 |
| 12 | Cuarto de basuras | | | | | | |
| | 12.1 | Arranque de columna viga para cuarto de basuras | UN | $y = 0,138559 + 0,00694625X1 - 0,0001228X2 + 0X3 + 0,00669493X4 - 0,02712X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 12,2 | Fundida a mano viga de amarre cuarto de basuras | M3 | $y = 0,02416245 + 0,001335X1 + 0,00102565X2 - 0,003015X3 + 0X4 + 0,006713X5$ | 1 | 1 | 0 |
| | 12,3 | Mampostería cuarto de basuras | ML | $y = 0,3295349 + 0,01936559X1 + 0,01026539X2 + 0X3 - 0,01439X4 -$ | 1 | 1 | 0 |

Fuente: Resultados del análisis de varianza.

En la tabla 9 están representadas las ecuaciones que pueden pronosticar el rendimiento de la mano de obra (variable dependiente alterando cada uno de los factores de incidencia (variables independientes), cada actividad es específicamente distinta a las demás y es de entender que su comportamiento y ecuación es única, un ejemplo sería tomar la actividad excavación a máquina (retroexcavadora) para tubería de A/N y A/LL la cual tiene posee la siguiente ecuación $y = 0,01341708 + 0,000039742X1 + 0,0000068203X2 + 0X3 + 0X4 + 0X5$, en donde cada una de las X_n representa los factores de incidencia estudiados, para nuestro ejemplo Clima es $X1$, la hora del día es $X2$, la experiencia es $X3$, la supervisión es $X4$, y el esquema contractual es $X5$ a los cuales se les asigna un valor el cual determinara un rendimiento, a continuación haremos algunos ejemplos de la siguiente manera:

Tabla 10. Comparación del rendimiento variando los factores de afectación.

| Ejemplo tomado de la actividad Caja domiciliaria de agua | | |
|--|---|---|
| Ejemplos | Caso 1. $X1 = 3$, $X2 = 1$ | Caso 2. $X1 = 2$, $X2 = 3$ |
| Formula | $y = 0,13743649 + 0,00045684X1 + 0,0015228X2$ | $y = 0,13743649 + 0,00045684X1 + 0,0015228X2$ |
| Reemplazando | $y = 0,13743649 + 0,00045684*(3) + 0,0015228*(1)$ | $y = 0,13743649 + 0,00045684*(1) + 0,0015228*(3)$ |
| Resultado en hH/m^2 | $Y = 0,14032981$ | $Y = 0,14291857$ |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla # 10 se toma como ejemplo la actividad Caja domiciliaria alcantarillado, la cual solo posee dos factores de afectación Clima ($X1$) y hora del día ($X2$). Para el caso 1 el clima es lluvioso y la hora del día en que se ejecuto la actividad es de 8-10 am; con un rendimiento de $0.14032981 hH/m^2$, alterando los

factores en el caso dos el clima es nublado y la hora en que se ejecuto la actividad es de 10-12 de la mañana; con un rendimiento de 0.14291857 hH/m².

5. ANALISIS DE COSTOS DE LA CUADRILLA DE TRABAJO.

En Colombia existen bases de datos como la revista CAMACOL o la revista Construdata donde manejan un patrón de relación entre las cantidades de mano de obra, materiales e insumos indispensables para llevar a cabo una labor de un proyecto de construcción; a los cuales se les calcula su costo más el costo de la mano de obra que lleva a cabo dicha actividad el cual es un valor promedio calculado tomando como referencia las cuatro ciudades más importantes en Colombia (Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla) con el fin de proporcionarle una ayuda o un soporte de estudio para constructores de la región que no poseen esta información de entrada y deben suponer sin saber que tan errados estén de la realidad.

En Colombia el valor de la cuadrilla de trabajo está representado por los siguientes elementos:

Prestaciones Sociales: Son beneficios y garantías ofrecidas al trabajador para cubrir riesgos que se le presenten.²⁶

Aportes patronales: son definidos por la ley, los realiza el empleador y no son recibidos por el trabajador. Está representado por dos grupos (seguridad social y aportes parafiscales).²⁷

Salario: “no solo constituye salario la remuneración ordinaria, fija o variable, sino todo lo que recibe el trabajador en dinero o en especie como contraprestación directa del servicio...”²⁸. El salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV) para el año 2013 es de \$ 589.500.

²⁶ Artículo 338 del Código Sustantivo del Trabajo.

²⁷ Ley 1608 del 2013 República de Colombia

²⁸ Artículo 127 del Código Sustantivo del Trabajo.

En la siguiente tabla se darán a conocer los porcentajes estipulados por las leyes de nuestro país que nos muestra el valor real del salario para los trabajadores en Colombia: en donde se consideran los riesgos profesionales más altos a las actividades de construcción (8.5% del salario), ya que la probabilidad de que este expuesto a un accidente en una obra es muy elevada y su auxilio de transporte es de \$ 70.500, el cual se cancela si el trabajador devenga hasta 2 SMMLV. El factor prestacional es la suma de todos los factores que constituyen salario.

Tabla 11. Factor prestacional para el salario de un trabajador en Colombia.

| PRESTACIONES SOCIALES | |
|-------------------------------|---------------|
| Vacaciones | 4,17% |
| Dotación | 2,90% |
| Preaviso | 2% |
| Intereses sobre cesantías | 1,00% |
| Cesantías | 8,33% |
| Prima | 8,33% |
| Auxilio de transporte | 11,96% |
| APORTES PATRONALES | |
| SEGURIDAD SOCIAL | |
| Riesgos profesionales | 8,70% |
| Pensión | 12,00% |
| Salud | 8,50% |
| Servicios médicos extras | 1,15% |
| APORTES PARAFISCALES | |
| SENA* | 2,00% |
| ICBF* | 3,00% |
| Caja de compensación familiar | 4,00% |
| FACTOR PRESTACIONAL | 78,00% |

Fuente: <http://www.gerencie.com/nomina.html>.

A continuación, la expresión que vincula el valor real que debe pagar un empleador por cada trabajador que este a su cargo es:

1. Para grupos de trabajo que requieren un solo trabajador.
Costo de mano de obra por actividad = consumo de obrero (hH)*Costo de hora hombre.
2. Para grupos de trabajo que requieren dos o más trabajadores.
Costo de mano de obra por actividad = Consumo de oficial (hH) * Costo de hora hombre + Consumo ayudante (hH) * Costo de hora hombre.
3. Si se conoce el consumo de la cuadrilla se puede expresar como:

Costo de mano de obra por actividad = consumo de cuadrilla (hC) * Costo de hora cuadrilla.

4. Se puede expresar el Costo salarial en horas de la siguiente manera:

Costo hora ayudante = $\{(\text{Salario } \$ / \text{mes}) / ((30\text{días} / \text{mes}) * 8\text{h} / \text{día})\} * \text{FP}$

Costo hora oficial = $\{(\text{salario } \$ / \text{mes}) / ((30 \text{ días} / \text{mes}) * 8\text{h} / \text{día})\} * \text{FP}$

FP = Factor prestacional.

La tabla 12 muestra para cada una de las actividades su respectivo grupo de trabajo o cuadrilla y el costo que esta genera al realizar su unidad de medida.

Tabla 12. Costos de la mano de obra

| Descripción | Und | Costo de la mano de obra | | Cuadrilla | | |
|--|-----|--------------------------|------------------|-----------|---|---|
| | | Sin prestaciones | con prestaciones | O | A | M |
| Sumideros | | | | | | |
| Mampostería caja (0.6m*0.6m) | M2 | \$ 3.903,6 | \$ 6.948,4 | 1 | 1 | 0 |
| Perforación tubería de 10" | UN | \$ 1.254,2 | \$ 2.232,6 | 1 | 0 | 0 |
| conexión de tubería de 6" a tubo maestro de 10" | UN | \$ 1.212,2 | \$ 2.157,7 | 1 | 0 | 0 |
| Tubería de gas | | | | | | |
| Excavación con Maquina para tubería de gas (0.6m*0.8m*1m) | M3 | \$ 704,4 | \$ 1.253,8 | 1 | 1 | 0 |
| Caja de energía | | | | | | |
| Mampostería caja de energía domiciliaria (0.7m*0.85m*0.3m) | UN | \$ 7.259,8 | \$ 12.922,4 | 1 | 1 | 0 |
| Pedestal | | | | | | |
| Armado formaleta pedestal (3.3m*0.2m) | M2 | \$ 705,2 | \$ 1.255,3 | 0 | 1 | 0 |
| Fundida pedestal (0.05m*0.2m*3.3m) | M3 | \$ 54.154 | \$ 96.394,2 | 1 | 1 | 0 |
| Resane pedestal (0.2m*3.3m) | M2 | \$ 1.026,0 | \$ 1.826,2 | 0 | 1 | 0 |
| Cerramiento | | | | | | |
| Cerramiento del conjunto en mampostería | M2 | \$ 411,7 | \$ 732,8 | 1 | 1 | 0 |
| Limpieza muro en mampostería (4.2m*2.1m) | M2 | \$ 76,3 | \$ 77,6 | 0 | 1 | 0 |
| Instalación poste para muro de cerramiento | UN | \$ 1.331,3 | \$ 2.369,6 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|--|----|------------|-------------|---|---|---|
| Armado columna muro de cerramiento | UN | \$ 794,3 | \$ 1.413,9 | 0 | 1 | 0 |
| Caja domiciliaria agua | | | | | | |
| Excavación hueco para caja domiciliaria (0.6m*0.4m*0.32m) | UN | \$ 1.250,4 | \$ 2.225,8 | 0 | 1 | 0 |
| Instalación caja agua domiciliaria | UN | \$ 1.142,9 | \$ 2.034,3 | 1 | 1 | 0 |
| Conexión tubería caja a punto domiciliario | UN | \$ 932,5 | \$ 1.659,9 | 1 | 0 | 0 |
| Relleno caja agua domiciliaria | UN | \$ 270,1 | \$ 480,8 | 0 | 1 | 0 |
| Enrase con mortero | UN | \$ 174,7 | \$ 311,0 | 0 | 1 | 0 |
| Alcantarillado | | | | | | |
| Excavación con retro para tubería de A/N y A/LL (6m*1.7m*2.5m) | M3 | \$ 93,1 | \$ 165,7 | 1 | 0 | 0 |
| Postura de arena de peña para tubería de 8" | ML | \$ 362,4 | \$ 645,1 | 1 | 2 | 0 |
| Postura de arena de peña para tubería de 16" | ML | \$ 288,8 | \$ 514,0 | 1 | 3 | 0 |
| Relleno a máquina zanja de tubería A/N y A/LL (0.5m*1.8m*6m) | M3 | \$ 101,9 | \$ 181,4 | 1 | 0 | 0 |
| Compactación por capas relleno de tuberías A/LL y A/N (0.5m*1.8m*6m) | M3 | \$ 138,9 | \$ 247,3 | 0 | 1 | 0 |
| Postura de tubería de 16" aguas lluvias | ML | \$ 141,8 | \$ 252,3 | 1 | 3 | 0 |
| Postura de tubería de 8" aguas negras | ML | \$ 83,5 | \$ 148,6 | 1 | 3 | 0 |
| Andenes | | | | | | |
| Formaleta para anden | ML | \$ 83,1 | \$ 147,9 | 0 | 1 | 0 |
| Fundida en concreto para anden | M3 | \$ 6.985,8 | \$ 12.434,7 | 1 | 3 | 0 |
| Llana para anden | M2 | \$ 140,6 | \$ 250,4 | 0 | 1 | 0 |
| Dilataciones de andenes | UN | \$ 83,3 | \$ 148,4 | 0 | 1 | 0 |
| Excavación a maquina | | | | | | |
| Excavación material conglomerado | M3 | \$ 28,1 | \$ 49,9 | 1 | 0 | 0 |
| Pozos | | | | | | |
| Excavación a mano pozo | UN | \$ 23.364 | \$ 41.588,7 | 1 | 1 | 0 |
| Base en concreto para pozos D:1.8m H:0.2m | M3 | \$ 9.029,8 | \$ 16.073,1 | 1 | 1 | 0 |
| Armado Formaleta para Pozo de inspección Dex:1,8m Dint:1,2m | UN | \$ 7.754,9 | \$ 13.803,8 | 1 | 1 | 0 |
| Fundida de pozo | M3 | \$ 13.706 | \$ 24.397,6 | 1 | 2 | 0 |
| Cañuela para pozo | UN | \$ 13.391 | \$ 23.836,3 | 1 | 1 | 0 |
| Reducción en mampostería Pozo | UN | \$ 999,8 | \$ 1.779,6 | 1 | 1 | 0 |
| Instalación tubo ventilación para pozo | UN | \$ 249,3 | \$ 6.558,2 | 0 | 1 | 0 |
| Formaleta para corona pozo formaleta:1.6m ancho, tapa 0,6m ancho | UN | \$ 4.908,2 | \$ 8.736,6 | 1 | 1 | 0 |
| Fundida para corona pozo Formaleta ex:1,2m Fint:0,6m | M3 | \$ 16.226 | \$ 28.882,5 | 1 | 1 | 0 |
| Relleno en concreto tapa de alcantarilla + enrase | UN | \$ 155,3 | \$ 276,4 | 0 | 1 | 0 |
| Resane de corona pozo + limpieza y esmaltada | UN | \$ 601,4 | \$ 1.070,4 | 0 | 1 | 0 |
| Muros de contención | | | | | | |
| Postura formaleta metálica muro de contención | M2 | \$ 1.459,0 | \$ 2.597,1 | 1 | 2 | 0 |

| Cuarto de basuras | | | | | | |
|---|----|------------|------------|---|---|---|
| Arranque de columna viga para cuarto de basuras | UN | \$ 1.082,9 | \$ 1.927,6 | 1 | 1 | 0 |
| Fundida a mano viga de amarre cuarto de basuras | M3 | \$ 381,2 | \$ 678,5 | 1 | 1 | 0 |
| Mampostería cuarto de basuras | ML | \$ 2.988,9 | \$ 5.320,3 | 1 | 1 | 0 |

Fuente: análisis de costos.

6. MODELACION (HOJA DE EXCEL)

Para la parte final del proyecto, contando con un amplio informe de resultados generado gracias al análisis estadístico se dispuso elaborar una hoja de cálculo en EXCEL (**Ver anexo 5**), con el propósito de simular y predecir situaciones reales en obra las cuales se verán alteradas por varios factores, los cuales tiene un nivel de incidencia determinada en nuestro investigación.

Tomando como principio para el estudio la selección de diversos factores de incidencia, los cuales fueron seleccionados por que cumplían un papel determinante en nuestro tema de estudio, se creó una matriz conformada por cada una de las ecuaciones de regresión, tomando como variables independientes a cada uno de los factores de afectación de tal forma que al alterar su valor se modifique el rendimiento de la actividad analizada. Con respecto a los costos se detalla el valor del salario mínimo legal vigente con cada uno de sus prestaciones sociales y porcentajes de aportes parafiscales. Resumiendo lo anterior o explicándolo más a fondo se calculo el costo del grupo de trabajo que realiza una actividad específica, en este caso para oficiales y ayudantes por horas y/o días, ya teniendo dichos valores se puede obtener el costo total y el tiempo de ejecución de cada una de las actividades de un proyecto de construcción.

La persona que utilice la hoja de cálculo tendrá la facultad de poder llevar un control diario para cada una de las variables que estuvieron involucradas en la ejecución de la actividad, con la finalidad de poder realizar una comparación y así hallar la diferencia entre los valores teóricos (valores obtenidos por medio de nuestro proyecto de estudio) y los valores reales (datos recopilados en cada una de las obras a las cuales obras). Con la ayuda de esta hoja de cálculo será más fácil el análisis de cada una de las actividades comprendidas en nuestra investigación y detección de posibles fallas o errores que traen como consecuencia una posible disminución en el nivel de producción de su capacidad humana.

A continuación se presentara un anexo el cual contiene la hoja de cálculo elaborada en Microsoft Excel mencionada anteriormente, detallando paso a paso su manejo de operación y sus respectivas funciones.

7. CONCLUSIONES.

Gracias a todo el esfuerzo se logró realizar la conformación de una base de datos con valores de productividad y rendimiento de mano de obra en proyectos de nuestra región teniendo en cuenta sus características, la cual sea de ayuda como guía a ingenieros, estudiantes y todo el gremio relacionado a nuestro campo de estudio en proyectos de construcción en Bucaramanga y su Área Metropolitana, simulando situaciones reales mediante modelos matemáticos en donde se puedan variar aquellos factores que inciden en el desempeño de una actividad, con la finalidad de predecir un valor muy cercano al real para el rendimiento de la mano de obra, con el propósito de ser utilizado en la elaboración de la programación, el presupuesto y el control de la mano de obra en proyectos de construcción para el caso específico de las etapas de excavación y urbanismo que se quieran ejecutar. Tales resultados finales son los siguientes:

- Cada actividad contaba con treinta muestras de tiempo y cada una de ellas tenía su respectivo rendimiento, el cual estaba dado por una cantidad producida en una hora de trabajo y para cada actividad se resaltó su rendimiento más bajo (el pesimista) el cual se puede mencionar como el que más recurso humano consume (horas – hombre) para ejecutar una cantidad unitaria de una actividad, y su rendimiento más alto (el valor optimista) siendo el que menor recurso humano consume (horas – hombre) para realizar una actividad en especial.
- Mediante un análisis estadístico descriptivo se logro calcular la media aritmética para cada una de las actividades del proyecto. La cual sirve para observar una tendencia central de los valores de rendimiento (hH/um) y productividad (um/hH).

- Para hacer más verídica la investigación se eliminó aquellos valores de rendimiento que estuvieran por fuera del rango de la (media \pm 1.5 la desviación estándar) ajustando los valores a una distribución normal.
- La base de datos elaborada en nuestra investigación permite conocer la productividad y los rendimientos de cada una de las actividades con su respectiva unidad de medida ajustado a las características de la ciudad de Bucaramanga y su área Metropolitana
- La matriz de correlaciones reveló que los factores de mayor incidencia para el proyecto son el clima y el tiempo ambos con un porcentaje del 29% debido a que las actividades evaluadas son realizadas al aire libre bajo la inclemencia del sol o la lluvia y a su vez se ven afectadas o son suspendidas si el clima no es favorable.
- El análisis de regresión elaborado para esta investigación, ofrece como resultado una ecuación matemática de la interacción de las actividades y los factores de incidencia, dando la posibilidad de simular y predecir situaciones reales en obra generando rendimientos y costos de mano de obra por unidad de trabajo.
- El modelo matemático le permite al usuario llevar un seguimiento constante de los rendimientos, tomando en cuenta las características físicas, ambientales y socio-económicas generadas en la actividad desarrollada. Gracias a esto el usuario podrá entender e identificar posibles alteraciones en la productividad del recurso humano, buscar la manera de mejorar las condiciones de trabajo, controlar de manera eficiente la calidad de los procesos, reduciendo los costos de un proyecto de construcción.

8. RECOMENDACIONES

Nuestra investigación está enfocada en la etapas de urbanismo y movimientos de tierra y se quiere resaltar la importancia de poder abarcar otros campos de la construcción como: Viviendas de interés social, infraestructura y todo aquello que demande la construcción de obras civiles, con el objetivo de ampliar la base de datos, mejorando la calidad de la mano de obra, generando proyectos con una mejor programación que aporten al desarrollo de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Para futuras investigaciones se espera se pueda trabajar con mas factores de incidencia diferentes a los de esta investigación, observando cuales influyen negativamente o positivamente para una cuadrilla de trabajo en la obra, buscando soluciones pertinentes que puedan contrarrestar su afectación y resaltando aquellos factores que presenten una influencia positiva en la investigación.

Mejorar la ficha de recolección para tener más aspectos representativos de las actividades en campo ya que el éxito de nuestra investigación está ligado al tipo y forma en que se capture la información.

Proponer un método que logre unificar eficientemente las cuadrillas de trabajo resaltando la función específica que desempeña un oficial y un ayudante, obteniendo valores de rendimiento de la mano de obra más ajustados a los reales.

Realizar una comparación de costos entre los valores hallados en nuestra investigación con una revista confiable como: la revista CONSTRUDATA o la revista CAMACOL analizando el grado de similitud de ambos resultados y la efectividad del estudio.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR MEJÍA Guillermo y HERNANDEZ Triny Carolina, Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimiento de mano de obra (Diciembre 2007).
- BOTERO, Luis. Análisis de rendimiento y consumos de la mano de obra en actividades de construcción. En: Revista universidad EAFIT. N° 128. (Octubre 2002).
- CANO Antonio, DUQUE Gustavo. Rendimientos y consumos de mano de obra. Medellín, 2000.
- CRUZ BAQUERO, Rafael. Cantidades de Obra y Precios Unitarios en la Construcción. En Universidad Nacional de Colombia. Manual de Construcción. Bogotá D.C., 1995.
- DE ARELLANO AGUDO, Antonio Ramírez. Presupuestario de Obras. tercera Edición. Universidad de Sevilla, 2004.
- GOMEZ Adriana, ECHEVERRY Juan, GIRALDO María, OTALORA Camilo, CANO Martha. Mejoramiento de procesos constructivos a partir de un modelo programable para captura de imágenes y simulación digital. EN: Revista Ingeniería de Construcción [en línea]. Vol. 27. N.8. (Abril, 2002) < http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732012000200003&scrip=sci_arttext > [citado 11 marzo del 2013].
- GONZÁLEZ FORERO, Hernando. El Presupuesto y su Control en un Proyecto Arquitectónico. Bogotá D.C.: Eco ediciones, 2001.

- GUTIÉRREZ Mario. Introducción. EN: Administrar para calidad. 2ª Ed. México D.F Limusa Noriega Editores, 1989.P19.
- HERNANDEZ, Triny Carolina. Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimiento de mano de obra. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, (2007).
- MARTINEZ David Francisco y VALETA Carlos Andrés, Análisis de la productividad y/o rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificaciones de uso residencial en concreto reforzado en el municipio de Sincelejo (2009).
- MARTINEZ BENCARDINO, Ciro. Estadística y muestreo. Ecoe. 9ª ed. Santafé de Bogotá, D.C 1998.886.p.
- POLANCO SANCHEZ, Lina Marithza, Análisis del rendimiento de la mano de obra para actividades de construcción – estudio de caso edificio J de la UPB (Septiembre, 2009).
- SERPELL, Alfredo. Administración de operaciones de construcción: conceptos de productividad en la construcción. 2ª Ed. México D.F: Alfaomega, 2000. 291p.
- SUAREZ Sergio Andrés, Elaboración de una base de datos de rendimiento para la programación y presupuesto de edificaciones en Bucaramanga y su Área Metropolitana. (2008).
- VIECCO MÁRQUEZ Margareth Indira, Productividad y/o rendimiento de la mano de obra en la construcción en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana (2011).

10. CIBERGRAFÍA

- APUNTES DE CLASE de Antonio Morillas, Profesor del curso Estadística Aplicada II, “muestreo en poblaciones finitas” de la Universidad de Málaga. España, Agosto de 2007. [en línea] < [http:// webpersonal.uma.es/-morillas/NOTAS.HTM](http://webpersonal.uma.es/-morillas/NOTAS.HTM)> [citado el 21 de junio del 2013].
- Código Sustantivo del Trabajo. Título VI Jornada de Trabajo. Capítulo II Jornada Máxima. Artículo 161 Duración. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/codigo/codigo_sustantivo_trabajo_pr005.html [citado en 15 de junio de 2013].
- COPNIA. Doctrina y Conceptos. [en línea]. <http://www.copnia.gov.co/doctrina_y_conceptos-65 > [citado 25 Abril 2013].
- DANE, < http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Censo_Edificaciones.pdf > [citado 10 junio de 2013].
- Gerencie.com. Apropiaciones de Nómina. [en línea]. <<http://www.gerencie.com/apropiaciones-de-nomina.html>> [citado 15 junio de 2013].
- GOBERNACION DE SANTANDER, Guía Turística, Santander Tierra Aventura, Edición 2011, Santander, 2011. Págs.49-71.
- Naciones Unidas. Revista de la CEPAL (comisión económica Para América Latina y el Caribe). EN: Publicación de las naciones unidas. [en línea]. N 86 (Agosto, 2005). <<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/22219/G2282e.pdf>> [citado en 14 julio de 2013]. ISSN 1682-0908.
- Unión General de Trabajadores. Prevención de Riesgos Profesionales [en línea]. <http://www.ugt.es/campanas/condicionesdetrabajo.pdf> [citado en 7 julio de 2013].

**A
N
E
X
O
S**

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta dirigida a los constructores de Bucaramanga y su Área Metropolitana.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Encuesta Dirigida a Constructores

Encuestado: _____

Obra en la que ha tenido experiencia: _____

Fecha: _____

Objetivo: Conocer los antecedentes sobre los factores que impactan la productividad de la mano de obra en la construcción, la medición de dicha productividad y el uso de bases de datos por parte de constructores y consultores de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Indicaciones: En las preguntas de selección múltiple puede marcar más de una opción.

1. ¿Cuál de las siguientes características tiene en cuenta al momento de contratar personal para las labores en obra?

- a. Experiencia
- b. Conocimientos técnicos
- c. Habilidad
- d. Edad

2. Al momento de programar las actividades en obra ¿cuáles de estas herramientas emplea para los cálculos?

- a. Tablas sistematizadas de rendimientos de mano de obra
- b. Datos empíricos
- c. No tiene en cuenta este aspecto

Marque con una X

3 ¿Conoce usted los factores que inciden en la productividad de la mano de obra?

Si

No

Si conoce alguno o varios, por favor menciónelos: _____

4 ¿Ha medido usted los rendimientos de las cuadrillas?

Si

No

¿Cuántas veces?

5 (Marque con una X) Conoce usted en Bucaramanga y su Área Metropolitana una base de datos que registre el rendimiento de la mano de obra en la construcción de:

| | SI | NO | CUAL? |
|---------------|----|----|-------|
| Edificaciones | | | |
| Vías | | | |
| Otra | | | |

Muchas gracias

Anexo 2. Formato de recolección de datos.

| UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Faculta De Ingeniería Civil | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---------------------|-----------|---|---|-------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------------------|
|  | | | | | | | | | | | |
| Formato de recolección | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la actividad | | | | | | | | Unidad | | | |
| N. | Producido | Tiempo de ejecución | Cuadrilla | | | Clima | Hora del día | Experiencia | Supervisión | Esquema contractual | Descripción de la obra |
| | | | M | O | A | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Tabla de rangos e identificadores de los factores de afectación.

| Variable | Descripción | Rango | Identificador |
|-----------------|--|----------------------|----------------------|
| A | Clima | Caluroso | 1 |
| | | Nublado | 2 |
| | | Lluvia | 3 |
| | | Tormenta | 4 |
| B | Hora de ejecución de la actividad | 6 - 8 am | 1 |
| | | 8 - 10 am | 2 |
| | | 10 - 12 am | 3 |
| | | 2 - 4 pm | 4 |
| | | 4 - 6 pm | 5 |
| C | Experiencia | Baja | 1 |
| | | Media | 2 |
| | | Alta | 3 |
| D | Supervisión | Baja | 1 |
| | | Media | 2 |
| | | Alta | 3 |
| E | Esquema contractual | Producido | 1 |
| | | Día trabajado | 2 |

Fuente: Resultados del estudio de productividad.

Anexo 4. Formato de información de rendimientos.

| | Actividad | | | | Unidad | MI |
|----|-----------------------------|-------|--------------|-------------|-------------|---------------------|
| | A. | B | C | D | E | F |
| | Rendimiento de la cuadrilla | Clima | Hora del día | Experiencia | Supervisión | Esquema contractual |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |
| 27 | | | | | | |
| 28 | | | | | | |
| 29 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Información de los proyectos investigados en el proyecto.

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Arboleda Campestre |
| DIRECCION: | Calle 22 No 16 - 07, Girón |
| ZONA: | Sur-Occidente |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de apartamentos con 8 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 4 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Sumideros, Cerramiento conjunto, Alcantarillado, Andenes, Pozos, Cuarto de basuras |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Enero -Marzo |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Bodegas San Jorge |
| DIRECCION: | Sobre el anillo vial Girón - Floridablanca |
| ZONA: | Giron- Floridablanca |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Bodegas Comerciales |
| ESTRATO: | Comercial |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Sendero peatonal en concreto (ANDEN) |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Marzo -Mayo |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Bodegas Anillo vial |
| DIRECCION: | Sobre el anillo vial Girón - Floridablanca |
| ZONA: | Giron |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Bodegas comerciales |
| ESTRATO: | COMERCIAL |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Excavación a maquina |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Marzo - Abril |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | La Fuente Apartamentos |
| ZONA: | Giron, Nor-Occidente |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de apartamentos con 6 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 4 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Alcantarillado, Excavación a maquina, Pozos |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Febrero -Abril |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Gironela |
| ZONA: | Giron, Nor-Occidente |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de Apartamentos con 10 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 4 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Cerramiento conjunto, Cuarto de basuras |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Abril - Junio |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Torino |
| DIRECCION: | Calle 200 # 2 - 56 |
| ZONA: | Floridablanca |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de apartamentos con diez niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 5 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Alcantarillado, Excavación a maquina, Pozos |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Abril - Junio |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Mirador de versalles |
| DIRECCION: | Calle 200 con carrera 15 |
| ZONA: | Floridablanca sector versalles |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de 5 torres con 14 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 5 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Cerramiento conjunto, Anden |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Enero - Marzo |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Sierra Colina |
| ZONA: | Floridablanca, Sector Versalles |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de 3 torres con 18 pisos de vivienda. |
| ESTRATO: | 5 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Cerramiento conjunto, Pozos, muros de contencion |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Febrero - Abril |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Santa helena |
| DIRECCION: | Cra 25 # 62 -158 |
| ZONA: | Floridablanca barrio Santa Helena de la sierra |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Muro de contención |
| ESTRATO: | 2 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Muros de contención |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Abril - Junio |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Luxe |
| DIRECCION: | Lagos Del Cacique |
| ZONA: | Bucaramanga |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Casas de vivienda familiar |
| ESTRATO: | 6 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Tuberia de gas, Sumideros, Cajas de energia, Caja domiciliaria agua, Excavaciona maquina, Muros de contención. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Mayo - Junio |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | El Prado |
| DIRECCION: | Cra 36 # 35 - 63 |
| ZONA: | El Prado Bucaramanga |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Apartamentos con 15 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 5 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Andenes |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Abril - Junio |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Paladio Condominio |
| DIRECCION: | Calle 34 con Cra 28 Esquina |
| ZONA: | Bucaramanga |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Apartamentos de 17 niveles de vivienda |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Andenes, Excavaciona maquina, Pozos |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Mayo - Junio |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Paseo del Puente |
| DIRECCION: | Cra 6 con- calle 21 |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto de casas (viviendas) |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Tuberia de gas, Sumideros, Cajas de energia, Pedestales, Caja domiciliaria agua, Alcantarillado, Andenes. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Noviembre -Enero |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Pasdeo Real |
| DIRECCION: | Cra 2 con Calle 21 |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | 25 Torres de apartamentos con 5 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Pedestales, Cerramiento conjunto, Andenes, Excavación a maquina, Pozos, cuarto de basuras. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Octubre - Enero |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Miraflores |
| DIRECCION: | Cra 8 con Calle 19 |
| ZONA: | Piedecuesta norte |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | 33 Torres de apartamentos con 5 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Sumideros, Pedestales, Cerramiento conjunto, Alcantarillado, Andenes, Pozos, Cuarto de basuras. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Noviembre - Febrero |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Villa Marcela |
| DIRECCION: | Barro blanco |
| ZONA: | Piedecuesta Norte |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | 10 Torres de Apartamentos con 11 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Alcantarillado, Excavación a maquina, Pozos, cuarto de basuras. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Enero - Abril |

| | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Entre parques |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Conjunto residencial 4 Torres |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Pedestales, Cerramiento conjunto, Pozos, cuarto de basuras. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Diciembre - Febrero |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Navarra Real |
| DIRECCION: | Cra 7 1D - 35 |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Apartamentos Conjunto cerrado(2 torres de 10 |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Ceramiento conjunto, Andenes |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Noviembre - Enero |

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Junin |
| DIRECCION: | Calle 6 Norte 7 - 11 |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | 24 Lotes de urbanizacion Abierta |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Sumideros, Tuberia de gas, Alcantarillado, Andenes, Pozos. |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Septiembre - Diciembre |

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | Pinares Condominio |
| DIRECCION: | Avenida 10N # 15 |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | 2 torres con 11 niveles de vivienda |
| ESTRATO: | 3 |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Cerramiento conjunto, Pozos |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Mayo - Julio |

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| NOMBRE DEL PROYECTO: | C.C.De La Cuesta |
| DIRECCION: | La Rioja Piedecuesta |
| ZONA: | Piedecuesta |
| CARACTERISTICAS DEL PROYECTO: | Centro Comercial |
| ESTRATO: | Comercial |
| ACTIVIDADES ANALIZADAS: | Excavación a maquina |
| FECHA TOMA DE DATOS: | Diciembre -Enero |

Anexo 6. Modelación de escenarios de costos (CD que contiene archivo en Excel).

Fuente: Resultado análisis de costos.