

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(260)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>CRISTIAN LEONARDO RIZO SANGUINO ANDRY CASTILLA RODRIGUEZ</b>		
FACULTAD	<b>INGENIERÍA</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>INGENIERÍA CIVIL</b>		
DIRECTOR	<b>PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI</b>		
TÍTULO DE LA TESIS	<b>ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DEL PERSONAL Y EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO Y MORTEROS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p>LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE DESARROLLÓ EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER CON EL PROPÓSITO DE ESTIMAR LA PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DEL PERSONAL Y EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO Y MORTEROS EN OBRA, LAS CUALES SE COMPARARON CON LOS ESTÁNDARES DE PRODUCTIVIDADES NACIONALES, REGIONALES Y LOCALES, REALIZANDO LOS DIFERENTES ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, POR CUADRILLAS, RESISTENCIA Y DOSIFICACIÓN, PARA LOS CUALES SE HACE UN COMPARATIVO SU ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DEL PERSONAL Y EQUIPO  
PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO Y MORTEROS EN OBRAS DE  
CONSTRUCCIÓN EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER**

**AUTORES:**

**ANDRY CASTILLA RODRIGUEZ**

**CRISTIAN LEONARDO RIZO SANGUINO**

**Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director:**

**PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI**

**ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE INGENIERIAS**

**INGENIERÍA CIVIL**

**Ocaña, Colombia**

**Agosto, 2018**

## **Dedicatoria**

Al dador de la vida porque nos dió de fuerza y sabiduría en todo momento, reconocemos que fue Él quien guio y afirmó nuestros pasos para hoy ver los resultados y permitimos disfrutar de este logro.

A nuestros padres por brindarnos todo su esfuerzo, dedicación, y apoyo en todo el proceso de formación como personas y profesionales íntegros.

A nuestras familias, por ser los impulsores de este sueño.

A todas y cada una de esas personas que nos aportaron los conocimientos y nos apoyaron durante todo este proceso de formación ayudándonos a construir nuestro sueño para hoy verlo hecho realidad.

**Cristian Rizo, Andry Castilla**

## **Agradecimientos**

Agradecemos a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por la oportunidad que nos brindó de formarnos como profesionales, y a cada una de las personas que nos permitieron llevar a cabo el desarrollo de esta investigación: inicialmente a nuestro director y amigo Ing. PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI por su apoyo y aporte en el conocimiento técnico y disposición para obtener los mejores resultados.

A los ingenieros y maestros de construcción de la ciudad de Ocaña por su colaboración y disposición en permitirnos los espacios para la toma de datos en las diferentes obras de construcción de la ciudad.

**Andry Castilla**  
**Cristian Rizo**

## Índice

<b>Capítulo 1. Estimación de la productividad específica del personal y equipo para la elaboración de concreto y morteros en obras de construcción en Ocaña, Norte de Santander.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General. ....	2
1.3.2 Específicos. ....	3
1.4 Justificación .....	3
1.5 Delimitaciones .....	4
1.5.1 Operativa. ....	4
1.5.2 Conceptual. ....	4
1.5.3 Geográfica. ....	5
1.5.4 Temporal. ....	5
<b>Capítulo 2. Marco Referencial.....</b>	<b>6</b>
2.1 Marco Histórico .....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales. ....	8
2.2 Marco teórico.....	10
2.2.1 Productividad. ....	11
2.2.2 Estudio de métodos. ....	12
2.2.3 Estudio de tiempos. ....	12
2.2.4 Estudio de Tiempos con Cronómetro.....	14
2.2.5 Estudio de movimientos.....	15
2.3 Marco conceptual.....	22
2.3.1 Productividad. ....	22
2.3.2 Mano de obra. ....	22
2.3.3 Ingeniería de métodos. ....	24

2.3.4 Estudio de tiempos.....	25
2.3.5 Estudio de movimientos.....	26
2.3.6 Concreto.....	27
2.3.7 Mortero.....	28
2.3.8 Mezcladora.....	28
2.4 Marco legal.....	29
<b>Capítulo 3. Diseño Metodológico.....</b>	<b>31</b>
3.1 Tipo de investigación.....	31
3.2 Población y muestra.....	31
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.....	32
3.4 Procesamiento y análisis de la información.....	32
<b>Capítulo 4. Presentación de resultados.....</b>	<b>34</b>
4.1 Definir los parámetros de medición del ciclo teórico del proceso de elaboración de concretos y morteros, mediante el trabajo de campo en las obras seleccionadas para el estudio en la ciudad de Ocaña.....	34
4.1.1. Estado del arte de la estimación de la productividad en el sector de la construcción.....	34
4.1.2. Definición de los ciclos teóricos para la elaboración de concreto y mortero.....	37
4.1.3. Población de estudio.....	39
4.1.4 Tamaño óptimo de la muestra.....	40
4.2 Determinar la productividad real en la fabricación de concretos y morteros a partir del tiempo medido, afectado por un factor de productividad real que involucra un decremento de la productividad teórica.....	42
4.3 Elaboración de una matriz comparativa de los datos de productividad obtenidos con los datos de estándares regionales y nacionales para elaboración de concretos y morteros.....	112
4.3.1. Concretos.....	113
4.3.2. Morteros.....	116
4.3.3. Análisis de precios unitarios A.P.U.....	118
<b>Capítulo 5. Conclusiones.....</b>	<b>124</b>
<b>Capítulo 6. Recomendaciones.....</b>	<b>128</b>

<b>Referencias.....</b>	<b>129</b>
<b>Apéndices.....</b>	<b>133</b>
Apéndice A. Licencias expedidas por la Alcaldía Municipal de Ocaña.....	133
Apéndice B. Información básica y ubicación de las obras de construcción estudiadas.	138
Apéndice C. Listas de precios de Materiales, Equipos y Mano de obra.....	143
Apéndice D. Formatos de Análisis de Precios Unitarios.....	145
Apéndice E. Evidencias fotográfica.....	239
Apéndice F. Formatos de Análisis de Precios Unitarios .....	242

## Listado de tablas

<b>Tabla 1.</b> Therbligs efectivos .....	17
<b>Tabla 2.</b> Thebligs no efectivos.....	17
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra. ....	23
<b>Tabla 4.</b> Valores de confianza .....	41
<b>Tabla 5.</b> Usos del concreto en las muestras obtenidas.....	44
<b>Tabla 6.</b> Muestras obtenidas según la resistencia del concreto .....	45
<b>Tabla 7.</b> Muestras obtenidas según la dosificación del mortero.....	47
<b>Tabla 8.</b> Valores de productividad en concreto y mortero .....	48
<b>Tabla 9.</b> .....	53
<b>Tabla 10.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto .....	54
<b>Tabla 11.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:3 .....	55
<b>Tabla 12.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto .....	56
<b>Tabla 13.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:4 .....	57
<b>Tabla 14.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto .....	58
<b>Tabla 15.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:5 .....	58
<b>Tabla 16.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:5, Mezcladora de 1 bulto .....	59
<b>Tabla 17.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 0:1 .....	60
<b>Tabla 18.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:1 .....	60
<b>Tabla 19.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	61
<b>Tabla 20.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:2 .....	62
<b>Tabla 21.</b> .....	63
<b>Tabla 22.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:3 .....	64
<b>Tabla 23.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto .....	65
<b>Tabla 24.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto.....	66
<b>Tabla 25.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1/2 bulto .....	67

<b>Tabla 26.</b> Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto.....	67
<b>Tabla 27.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1/2 bulto .....	68
<b>Tabla 28.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:1 .....	69
<b>Tabla 29.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1 bulto .....	70
<b>Tabla 30.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:2 .....	70
<b>Tabla 31.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto .....	71
<b>Tabla 32.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:3 .....	72
<b>Tabla 33.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto .....	73
<b>Tabla 34.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:4 .....	74
<b>Tabla 35.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto .....	75
<b>Tabla 36.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 0:1 .....	75
<b>Tabla 37.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:1 .....	76
<b>Tabla 38.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	77
<b>Tabla 39.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:2 .....	78
<b>Tabla 40.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto.....	78
<b>Tabla 41.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1 bulto .....	79
<b>Tabla 42.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto.....	80
<b>Tabla 43.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto .....	81
<b>Tabla 44.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:3 .....	82
<b>Tabla 46.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto .....	83
<b>Tabla 47.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:3 .....	83
<b>Tabla 48.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto .....	84
<b>Tabla 49.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto.....	85
<b>Tabla 50.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1 bulto .....	86

<b>Tabla 51.</b> Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto.....	87
<b>Tabla 52.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto .....	88
<b>Tabla 53.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1 bulto, cuadrilla 0:1 .....	88
<b>Tabla 54.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto .....	89
<b>Tabla 55.</b> .....	90
<b>Tabla 56.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	91
<b>Tabla 57.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1 bulto .....	92
<b>Tabla 58.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, Mezcladora de 1 bulto .....	92
<b>Tabla 59.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1/2 bulto .....	93
<b>Tabla 60.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, Mezcladora de 1/2 bulto.....	94
<b>Tabla 61.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1 bulto, cuadrilla 0:1 .....	95
<b>Tabla 62.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:3, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto .....	96
<b>Tabla 63.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 0:1 ....	97
<b>Tabla 64.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 1:1 ....	97
<b>Tabla 65.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1 bulto .....	98
<b>Tabla 66.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:3, Mezcladora de 1 bulto .....	99
<b>Tabla 67.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1/2 bulto .....	100
<b>Tabla 68.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto.....	101
<b>Tabla 69.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1 bulto, cuadrilla 0:1 .....	101
<b>Tabla 70.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto .....	102
<b>Tabla 71.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 0:1 ..	103
<b>Tabla 72.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	104
<b>Tabla 73.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1 bulto .....	105
<b>Tabla 74.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, Mezcladora de 1 bulto .....	106
<b>Tabla 75.</b> Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1 bulto .....	106
<b>Tabla 76.</b> Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, Mezcladora de 1/2 bulto.....	107
<b>Tabla 77.</b> Porcentajes de tiempos ociosos y contributivos del equipo .....	108
<b>Tabla 78.</b> Matriz comparativa productividad de cuadrillas, en la elaboración de concretos (Equipo de 1 bulto).....	113
<b>Tabla 79.</b> Matriz comparativa productividad de cuadrillas en la elaboración de concretos (equipo de 1/2 bulto) .....	114

<b>Tabla 80.</b> Matriz comparativa productividad de mezcladoras en la elaboración de concretos .....	116
<b>Tabla 81.</b> Matriz comparativa productividad de cuadrillas en la elaboración de morteros (equipo de 1 bulto).....	116
<b>Tabla 82.</b> Matriz comparativa productividad de cuadrillas en la elaboración de morteros (equipo de 1 bulto).....	117
<b>Tabla 83.</b> Matriz comparativa productividad de mezcladoras en la elaboración de morteros .....	118
<b>Tabla 84.</b> Matriz comparativa de Análisis de precios unitarios para el concreto .....	120
<b>Tabla 85.</b> Matriz comparativa de Análisis de precios unitarios para el mortero .....	121
<b>Tabla 86.</b> Licencias expedidas desde Enero hasta Junio. ....	133
<b>Tabla 87.</b> Información de las obras en estudio. ....	138
<b>Tabla 88.</b> Lista de precios de Materiales .....	143
<b>Tabla 89.</b> Lista de precios Equipos.....	143
<b>Tabla 90.</b> Lista de precios mano de obra .....	144

## Listado de figuras

<b>Figura 1.</b> Movimientos propuestos por los esposos Gilbreth.....	27
<b>Figura 2.</b> Procedimiento de la mano de obra en el proceso de elaboración de concreto....	37
<b>Figura 3.</b> Procedimiento de la mano de obra en el proceso de elaboración de mortero.....	38
<b>Figura 4.</b> Procedimiento del equipo .....	39
<b>Figura 5.</b> Ubicación de la muestra de estudio, obras de construcción .....	43
<b>Figura 6</b> Representación gráfica de la distribución de las muestras según su uso. ....	45
<b>Figura 7.</b> Representación gráfica de la distribución de las muestras de concreto. ....	46
<b>Figura 8.</b> Representación gráfica de la distribución de las muestras de mortero. ....	47
<b>Figura 9</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto .....	54
<b>Figura 10.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto .....	56
<b>Figura 11.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto .....	57
<b>Figura 12.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:5, Mezcladora de 1 bulto .....	59
<b>Figura 13.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	61
<b>Figura 14.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1/2 bulto .....	63
<b>Figura 15.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto .....	64
<b>Figura 16.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1 bulto.....	66
<b>Figura 17.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1/2 bulto.....	68
<b>Figura 18.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1 bulto .....	70
<b>Figura 19.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto .....	71
<b>Figura 20.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto .....	73
<b>Figura 21.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto .....	75
<b>Figura 22.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	77
<b>Figura 23.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1 bulto.....	79

<b>Figura 24.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto.....	81
<b>Figura 25.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto .....	84
<b>Figura 26.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1 bulto.....	86
<b>Figura 27.</b> Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto.....	87
<b>Figura 28.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto .....	89
<b>Figura 29.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 bulto .....	91
<b>Figura 30.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, Mezcladora de 1 bulto....	92
<b>Figura 31.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, Mezcladora de 1/2 bulto.	94
<b>Figura 32.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:3, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto .....	96
<b>Figura 33.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:3, Mezcladora de 1 bulto....	99
<b>Figura 34.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto	100
<b>Figura 35.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto .....	102
<b>Figura 36.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 .....	104
<b>Figura 37.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, Mezcladora de 1 bulto..	105
<b>Figura 38.</b> Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, Mezcladora de 1/2 bulto	107
<b>Figura 41.</b> Visita técnica.....	239
<b>Figura 42.</b> Recolección de datos .....	239
<b>Figura 43.</b> Recolección de materiales .....	240
<b>Figura 44.</b> Vaciado de materiales .....	240
<b>Figura 45.</b> Vaciado de concreto.....	240
<b>Figura 46.</b> Preparación de equipo.....	240

## Introducción

La productividad es un factor que genera incertidumbre en la proyección de costos y tiempos en los diferentes proyectos de construcción, es por esta razón que (Ortigosa, 2010), afirma que la industria de la construcción presenta un grado bajo de desarrollo en los países de América Latina, con un atraso significativo con respecto a los países desarrollados. (Serpell, 2002), considera que proyecto exitoso es aquel que cumple cuatro características fundamentales: alcance, tiempo, costo y calidad. Por esta razón para lograr alcanzar un alto desarrollo se debe determinar la productividad específica y de este modo cumplir con el alcance total, los tiempos estipulados, los costos y de esta manera obtener la calidad.

La productividad para todo tipo de industria representa gran importancia puesto que es un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recurso utilizado con la cantidad de recurso obtenido. La búsqueda de la productividad sugiere tener en cuenta técnicas y estudios que se han contemplado con el transcurrir de los años, como lo es el estudio de tiempos y movimientos, que unidos dan lugar a la ingeniería de métodos, la cual busca reducir el desperdicio de tiempo, recursos y materiales.

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander en las diferentes obras de construcción con licencias expedidas durante el transcurso del primer semestre del año 2017, entre el 1 de enero de hasta el 31 de junio, por la secretaria de planeación municipal, con el propósito de estimar la productividad específica del personal y equipo para la

elaboración de concreto y morteros, para ello se realizó el estado del arte de las diferentes metodologías, se definieron los ciclos de cada uno de los procesos y se diseñaron formatos para la recolección de la información de una manera cuantitativa en la toma de datos y descriptiva en el comportamiento de cada uno de los procesos y por medio de los diferentes métodos estadísticos se logró obtener finalmente los resultados, los cuales se analizaron y compararon con las diferentes productividades nacionales y regionales, por medio de matrices y A.P.U (análisis de precios unitarios).

Por último, la información obtenida se recopila en una revista, la cual contiene comparativos de análisis de precios unitarios, rendimientos por cuadrilla y precios de materiales en la ciudad, con el fin de socializar los resultados alcanzados y que sea una fuente de información útil para los profesionales dedicados a la industria de la construcción.

# **Capítulo 1. Estimación de la productividad específica del personal y equipo para la elaboración de concreto y morteros en obras de construcción en Ocaña, Norte de Santander**

## **1.1 Planteamiento del Problema**

La productividad para todo tipo de industria representa una gran importancia, puesto que esta permite optimizar los recursos para obtener altos resultados, y más aún en una época donde la competitividad exige buscar los mejores desarrollos sin incrementar los recursos. Según un estudio de Tucker (1998), para el caso del trabajador de la industria de la construcción en Estados Unidos, la productividad real está afectada por factores que decrementan la productividad teórica y que solo el 40% de la jornada de trabajo resulta ser productiva. (Ortigosa, 2010, p.2).

De acuerdo a lo anterior son muchos los esfuerzos e investigaciones que se han realizado para conocer la productividad a nivel mundial, ya que este es un factor que afecta directamente la planeación y control de obra. En el caso de la ciudad de Ocaña y la región, la construcción ha presentado un crecimiento donde su principal actividad es la elaboración de concreto y mortero, ya que estas, representan la base de todo proyecto en campo, por lo cual es de suma importancia su estudio.

Generalmente, los proyectos ejecutados en la ciudad, no han sido totalmente exitosos, puesto que no se cuenta con un indicador de eficiencia que relacione la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida, si no que se recurre a datos de otros lugares, los cuales no representan la productividad real de mano de obra y equipos necesarios, creando un alto nivel de desconfianza entre los profesionales de la construcción, quienes han intentado ajustarlos a las necesidades o conveniencias donde en ocasiones se convierte en intentos fallidos, que se ven reflejados en el incremento de los costos y tiempos del proyecto, lo que hace que surja la necesidad de realizar la estimación de la productividad específica de la mano de obra y de los equipos, en la producción de dichos recursos.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál es la productividad específica del personal y equipo para la elaboración del concreto y morteros en obras de construcción de Ocaña norte de Santander?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General.**

Estimar la productividad específica del personal y equipo para la elaboración de concretos y morteros en obras de construcción en Ocaña, Norte de Santander.

### **1.3.2 Específicos.**

Definir los parámetros de medición del ciclo teórico del proceso de elaboración de concretos y morteros, mediante el trabajo de campo en las obras seleccionadas para el estudio en la ciudad de Ocaña.

Determinar la productividad real en la fabricación de concretos y morteros a partir del tiempo medido, afectado por un factor de productividad real que involucra un decremento de la productividad teórica.

Elaborar una matriz comparativa de los datos de productividad obtenidos con los datos de estándares regionales y nacionales para elaboración de concretos y morteros.

### **1.4 Justificación**

La realización de este proyecto es importante puesto que facilitará la adquisición de datos reales en la elaboración de concretos y morteros en obras de construcción de la ciudad de Ocaña, con un nivel de confianza mayor que los datos que actualmente se utilizan en los proyectos desarrollados en la región. De esta manera, los profesionales dedicados a la industria de la construcción podrán obtener datos valiosos de la productividad real de tan importante actividad, que es la más repetitiva y representativa en toda labor constructiva, facilitando así, los procesos de planeación, programación y control de obra, garantizando, además, el éxito de los proyectos de construcción.

Con la obtención de estos valores se podrá tener un efecto positivo sobre los procesos constructivos, mejorando la productividad y la competitividad de la industria de la construcción en Ocaña y la región, puesto que con los datos obtenidos se pretende disminuir los costos y los tiempos en la elaboración de concretos y morteros, lo que permitirá la optimización de los procesos de producción.

## **1.5 Delimitaciones**

### **1.5.1 Operativa.**

Este proyecto de investigación está determinado por una metodología de tipo cuantitativa descriptiva, ya que se observará y describirá el comportamiento de un problema, se tomarán mediciones, se recopilará información por medio de visitas de trabajo de campo, y se utilizarán métodos estadísticos en la interpretación y análisis de los datos obtenidos en las diferentes obras seleccionadas, las cuales cuentan con sus respectivas licencias, expedidas por la secretaría de planeación en el primer semestre del año 2017.

### **1.5.2 Conceptual.**

Los términos dentro de los cuales se enmarca este proyecto son los siguientes: productividad, mano de obra, equipo, concreto, mortero, obras de construcción, estudio de tiempos y estudio de movimientos.

### **1.5.3 Geográfica.**

La investigación se llevará a cabo en Ocaña, segunda Ciudad del departamento Norte de Santander con una extensión territorial de 460 km<sup>2</sup>, en la cual se tomarán como puntos de información las diferentes obras de construcción que se estén ejecutando en la Ciudad.

### **1.5.4 Temporal.**

Tiempo de 6 meses con una población comprendida por todas las obras de construcción, las cuales cuentan con licencias expedidas por la secretaría de planeación municipal, en el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 junio del año 2017.

## **Capítulo 2. Marco Referencial**

### **2.1 Marco Histórico**

La productividad es un factor que se ha contemplado en muchas industrias, no solo en la de la construcción; esto tanto a nivel nacional como internacional, de allí que se pueden encontrar muchos antecedentes ya que por medio de esta se optimizan procesos, lo que influye directamente en los tiempos y costos de cualquier empresa y/o proyecto.

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales.**

Borcherding (1976) afirma que:

Al contrario de lo que ocurre en la industria en general, en la industria de la construcción las actividades bien organizadas y planeadas, que permiten que los trabajadores sean productivos, traen consigo satisfacción en el trabajo; en tanto, la insatisfacción acompaña a proyectos pobremente planeados. Por ello, una buena estrategia consiste en proporcionar al sitio de trabajo la mejor ingeniería y soporte de planeación para asegurar el flujo adecuado y eficiente de la información necesaria, y la disponibilidad, cuando se requiera, de materiales, maquinaria, equipo y herramienta.

En algunos países la productividad aún no ha sido un factor importante para la realización de sus proyectos de construcción.

La productividad es un aspecto crucial en la industria de la construcción en extensas áreas del mundo. En Palestina, al igual que en muchos otros países, la productividad en la construcción aún sufre de un déficit de medidas precisas y de estrategias eficientes para aumentar la productividad de la construcción. El poco interés en la productividad y el proceso constructivo sin control en la Franja de Gaza, han provocado la interrupción de numerosos proyectos. (Adnan Enshassi, 2013, p.8).

También Hazeltine (1976) afirma:

Es escasa la investigación que se ha realizado en este campo en Estados Unidos, por lo que muchas preguntas relativas a la productividad de la industria de la construcción quedan sin respuesta. Pero también establece que los estudios exploratorios realizados permiten discernir que en la industria de la construcción existe un gran potencial de motivación efectiva. También reconoce que la productividad de esta industria es baja y que no ha seguido los patrones de crecimiento de otras industrias.

La industria de la construcción trata de destacarse en algunos países, aunque sean pocos los intentos por incrementar la productividad en los procesos.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe se pueden observar importantes diferencias entre los países, en términos generales a principios del año el enfriamiento de la demanda de los hogares se reflejó en un menor impulso en el sector del

comercio. La actividad en la construcción se contrajo en varios países, mientras que en otros (Colombia, Panamá, el Paraguay y la República Dominicana) creció a tasas de dos dígitos. También la industria manufacturera ha registrado un desempeño heterogéneo, con una expansión creciente en Colombia y varios países del norte de la región y tasas de crecimiento bajas y en retroceso y, en algunos casos, contracciones en América del Sur. (CEPAL, 2014, p.1)

“La industria de la construcción presenta un grado bajo de desarrollo en los países de América Latina con un atraso significativo con respecto a los países desarrollados.” (Serpell, 2002, p.7).

### **2.1.2 Antecedentes nacionales.**

Según el DANE en el 2008:

El sector de la construcción en Colombia ha tenido grandes avances en los últimos años y ha generado un impacto significativo en todo el contexto de la economía colombiana. No solo es evidente de que el sector de la construcción se encuentra en una fase expansiva, sino que también su participación dentro del PIB (producto interno bruto) ha ganado mayor importancia después de la crisis de 1999, (Moreno, López, & Díaz Castro, 2014, p.66), esta representa el 6,1% del PIB y el 5% del empleo (920,000 personas).

El sector de la construcción es para Colombia, uno de los sectores más importantes por la generación de empleo y por su crecimiento anual. En los últimos 5 años el porcentaje de PIB aportado por el sector es en promedio 7.4%, pero durante el primer trimestre de 2013, el sector de la construcción, representó 8,2% del total del Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia” (DANE, 2013) mientras que otros sectores (aproximadamente 40 en total) tienen un promedio de 2%. (DANE, 2013).

La industria de la construcción es un sector importante en el país, (Henao, 2010, p.5) afirma:

La baja productividad está generalizada en todos los sectores económicos, incluyendo la construcción,” (Camacol Consejo privado de competitividad, 2007); “el cual es uno de los principales motores de la economía, por lo cual este sector está en búsqueda de métodos que permitan planear y desarrollar proyectos eficientes, que no incurran en sobrecostos ni reprocesos y que disminuya su nivel de incertidumbre.

“De otro lado, el recurso humano es el más importante para la ejecución de una obra y es quien, con su rendimiento, varía el rendimiento de los otros recursos”, (Mohamed, Eshassi, & Abushaban, 2009, p.275).

Todo estudio para determinar la productividad en cualquier sector, debe considerar como principal factor el recurso humano y tener en cuenta los elementos que alteran directamente su intervención en cualquier proceso.

Sin embargo y de acuerdo con los análisis realizados por el Consejo Privado de Competitividad, una de las brechas de productividad está dada por el recurso humano, quien desafortunadamente se ve afectado por diferentes factores que reducen directamente los niveles de productividad. En la búsqueda de la medición de la productividad se han diseñado herramientas y estudios en los que se identifiquen estas falencias, ya que se plantea que al identificar dentro del proceso constructivo las causas de estas pérdidas y reduciéndolas, hay un incremento en la productividad. (Botero L., 2011).

Las áreas de mayor impacto en el mejoramiento de la productividad se centran en la planeación, la gerencia y construcción, y no necesariamente implica un mayor costo, consumo de tiempo u otras dificultades. Sin embargo, se requiere de compromiso para identificar las áreas a mejorar para aplicar las modificaciones de mejora y mantenerlas en el tiempo. (Botero L., 2011)

## 2.2 Marco teórico

Se conocerán las teorías y postulados de los diferentes autores que tratan los temas que conciernen a este proyecto, se busca dar a conocer el estado del arte el cual es fundamental para

comprender las diferentes metodologías y técnicas que resultan importantes para la realización de esta investigación.

### **2.2.1 Productividad.**

Para todo tipo de industria, la productividad tiene gran importancia, puesto que esta representa un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recurso utilizado con la cantidad de producción obtenida, y a través de estas se logra la productividad optimizada, que es el principal objetivo de toda persona que lidera una empresa o proyecto. Según (Niebel B., 1996) “la única manera en que una empresa puede aumentar y hacer crecer sus ganancias es incrementando la productividad y menciona como la principal herramienta el estudio del trabajo”

Es importante destacar que para lograr un aumento en la productividad, es necesario conocer cómo se emplean los recursos con los cuales se cuenta en obra, para que de esta manera se pueda maximizar y lograr rendimientos que se ajustan a la realidad.

Según Ortigosa (2010):

Un proyecto exitoso es aquel que cumple cuatro características fundamentales alcance, tiempo, costo y calidad. Cuando logramos conocer la productividad real de tan importantes recursos en obra, se pueden alcanzar proyectos éxitos, puesto que permitirá contar con una mejor planeación, programación, y presupuesto de obra.

### 2.2.2 Estudio de métodos.

El estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y sustituir métodos malos por buenos. La medición del trabajo, a su vez sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea. (Freivalds, 2004).

La fase del estudio de métodos, se define como “El registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”. (Meyers, 2000, p.16).

### 2.2.3 Estudio de tiempos.

La fase del estudio de tiempos se puede definir como: “La aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierta un trabajador calificado en llevar a cabo una actividad definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.” (Barnes, 1972, p.85)

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 1880's, allí desarrolló el concepto de la “tarea”, en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado. (López, Gestipolis, 2001).

Objetivos del estudio de tiempos.

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

Para Barnes (1980):

El resultado de un estudio de tiempos es el tiempo que una persona situada en su área de trabajo y entrenada en el método, necesitará para desarrollar el trabajo considerándolo como un trabajador normal y dicho tiempo también podrá ser llamado tiempo estándar. (p.9)

El estallido de la Revolución industrial significó la sustitución de trabajo artesanal por trabajo fabril industrial, trayendo consigo aumento de la producción y el rendimiento notable. Primero se cambió el artesanado por la manufactura y luego por la industria mecanizada. (Rivero, 2012, p.12).

Los primeros estudios se desarrollaron en 1760, un francés, Perronet, quien un amplio estudios de tiempo acerca de la fabricación de alfileres comunes No. 6 en una empresa hasta llegar al estándar de 494 piezas por hora. Posteriormente Adam Smith estudió la fábrica de alfileres en una empresa en escocia, que producía cerca de 20 alfileres día, haciendo cada obrero

todo el alfiler, pero separando las actividades de cada obrero, la producción diaria alcanzó los 400. De ahí se desarrolla la base de la División Social del Trabajo que dará luz a la separación de técnica del trabajo.

Fred Taylor, permitió brindar las bases del estudio del tiempo de trabajo desarrollo estudio de tiempos, junto con los implementos y métodos para llevarlos a cabo adecuadamente. La estandarización o normalización de todas las herramientas e implementos usados en la fábrica, así como las acciones y movimientos de los obreros para cada clase de trabajo. (Rivero, 2012, p.12)

Primeramente, Sellie (1996) define al estudio de tiempos como “el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado”. (Rivero, 2012, p.13)

#### **2.2.4 Estudio de Tiempos con Cronómetro.**

“El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.” (Jáuregui, 2001, p.4).

Para el desarrollo de tiempos con cronometro se deben seguir los siguientes pasos. La preparación consta de las siguientes 4 pautas:

- Se selecciona la operación.
- Se selecciona al trabajador.
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

Asimismo, para la ejecución se contemplan los siguientes 4 pasos:

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

Y por último, se requiere realizar la valoración.

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.
- Suplemento

### **2.2.5 Estudio de movimientos.**

Los esposos Frank y Lillian Gilbreth (1868-1924); fueron los fundadores de las técnicas modernas del estudio de movimiento, basados en los estudios de Taylor, ampliaron este trabajo y lo lograron estandarizar, dividiendo el trabajo en 17 movimientos corporales fundamentales, los

cuales el cuerpo humano realiza para ejecutar una actividad; eliminando los movimientos innecesarios. Simplificando los necesarios, y determinando una secuencia y de esta manera lograr estandarizarlos para la realizan para para ejecutar una operación, hoy son conocidos como los movimientos Therbligs (su apellido al revés).

Originalmente, Frank Gilbreth introdujo sus ideas y filosofías en una comercializadora de ladrillos, en la que estaba empleado.

Aunque más que cualquier otra cosa, los Gilbreth fueron responsables de que la industria reconociera la importancia de un estudio detallado de los movimientos del cuerpo para incrementar la producción, reducir la fatiga y capacitar a los operadores acerca del mejor método para realizar una operación. En la tabla 1 se puede observar en detalle cada uno de los movimientos efectivos definidos por los Gilbreth y en la tabla 2 los movimientos no efectivos.

Desarrollaron la técnica de filmar los movimientos para estudiarlos mediante una técnica llamada estudio de los micromovimientos .

El estudio de movimientos corporales a través de la ayuda de la cinematografía de baja velocidad de ninguna manera está restringido a aplicaciones industriales.

Además, los Gilbreth desarrollaron las técnicas de análisis ciclográficas y cronociclográficas que se utilizan para estudiar las trayectorias de los movimientos que realiza un operador. (Gómez, 2017)

**Tabla 1.***Therbligs efectivos*

<b>THERBLIG</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena, el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento en general está precedido por tomar y seguido de soltar o posiciona.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto se logra el control; depende del tipo de tomar; en general está precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.
Ensamble	E	Unir dos partes que van juntas; se detectan con facilidad en el avance del trabajo.
Desensambla	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover, seguido de soltar.

Fuente: Benjamín Niebel, ingeniería Industrial

**Tabla 2.***Thebligs no efectivos*

<b>THERBLIG</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.

Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios, comúnmente sigue a buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general va precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación; por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Retraso evitable	R	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos; depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: Benjamín, Niebel

Los movimientos estudiados por los esposos Gilbreth se agrupan de la siguiente manera:

- Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.
- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y precolocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

En lo relativo al uso del cuerpo humano de debe tener en cuenta:

- Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
- Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.
- Siempre que sea posible deben aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al trabajador y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos en línea recta en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer que los movimientos simultáneos de los pies y las manos son difíciles de realizar.
- Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.
- Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
- Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.

- Para agarrar herramientas deben emplearse las falanges o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano.

Lo relativo a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo considera lo siguiente:

- Deben destinarse sitios fijos para toda la herramienta y todo el material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therblings buscar y seleccionar.
- Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
- Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.
- Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.
- Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.

- Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

Lo relativo al diseño del equipo y las herramientas considera:

- Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).
- Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al operario y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
- Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
- Siempre que exista la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprietatuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, debe hacerse. (López, 2001, p.5).

## **2.3 Marco conceptual.**

### **2.3.1 Productividad.**

De acuerdo con los parámetros de Centro Nacional de Productividad y Calidad (CNCP), por productividad debemos entender la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e, incluso, la información. Una productividad mayor significa la obtención de más resultados con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor productividad en volumen y calidad con el mismo insumo. (Flores, 2008, p.2).

El mejoramiento de la productividad se refiere al incremento de la producción por hora-trabajo o por tiempo invertido. Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo. (Freivalds, 2004, p.12).

La mano de obra es el factor más influyente en la productividad.

### **2.3.2 Mano de obra.**

Se refiere únicamente a la oferta que, de sus servicios personales, hacen los trabajadores predominantemente manuales. Pueden distinguirse dos géneros, por lo menos, de mano de obra: la calificada y la no calificada. (Martínez, 2015).

### 2.3.2.2 *Mano de obra no calificada.*

“No requiere mayor aprendizaje ni conocimientos especiales. Está al alcance de cualquier persona de educación elemental. Y su remuneración es menor que la de los trabajadores calificados.” (Martínez, 2015).

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible. (Botero, 2002, p.5). Los rangos de clasificación se pueden ver en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

*Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.*

<b>Eficiencia de la productividad</b>	<b>Rango</b>
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

Fuente: Estimator's general construction man – hour manual, John S. Page

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente. (Botero, 2002, p.6)

Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en la productividad los cuales se pueden agrupar bajo siete categorías las cuales son: La economía general, aspectos laborales, el clima, la actividad, el equipamiento, la supervisión y el trabajador. (Page, 1997, p.8)

### **2.3.3 Ingeniería de métodos.**

Es la técnica que se ocupa de incrementar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y de esfuerzo; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndoles al alcance del mayor número de consumidores. Su objetivo principal es aumentar la productividad con los mismos o menores recursos si entendemos al trabajo como la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria, con el fin de producir los bienes o servicios. Los costos se establecen o se presentan cuando los recursos invertidos se utilizan a un nivel determinado de productividad; entonces, cuando la productividad crece, los costos disminuyen. Este es el objetivo final que se persigue cuando se aplica la ingeniería de métodos. (Criollo, 2002, p.16)

Criollo también dice que el estudio de métodos divide y desglosa la tarea en una parte razonable de operaciones. De esta manera se entiende mejor cómo se ejecuta la tarea y de este modo sirve para unificar un método operatorio para todos los implicados en su ejecución. Además, es el punto de partida para su mejora. Si bien se hace notar que el hecho de describir un método operatorio ya es en sí una mejora, probablemente la más importante.

#### **2.3.4 Estudio de tiempos.**

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. (Freivalds, 2004, p.12).

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, aunque no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica. El denominado padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's del siglo XIX, y desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado. Hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos: el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo, se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento,

mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

En el método de regresos a cero, el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento, el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio. (Camacol, 2008, p.14)

### **2.3.5 Estudio de movimientos.**

Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

Fueron los esposos Frank y Lilian Gilbreth quienes, basados en los estudios de Taylor, ampliaron este trabajo y desarrollaron el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés). (López, 2011, p.17). Los cuales se pueden observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Movimientos propuestos por los esposos Gilbreth.

Fuente: López (2011)

### 2.3.6 Concreto.

El concreto hidráulico u hormigón, es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena y grava y en algunos casos de aditivos. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía.

El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con

las características de economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación.

El concreto presenta como las piedras naturales una alta resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción (generalmente es el 10% de su resistencia a los esfuerzos de compresión) por lo cual se refuerza con varillas de acero, para que sean éstas las que soporten tales esfuerzos (concreto armado). (Tecnología del concreto, 2017, p.1)

### 2.3.7 Mortero.

“El mortero es una mezcla homogénea de un material cementante (cemento), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y en algunas ocasiones aditivos, prácticamente es hormigón sin el agregado grueso.” (Gutiérrez, 2003, p.117)

### 2.3.8 Mezcladora.

Están compuestas, principalmente, por un recipiente metálico denominado tambor o cuba, provisto de paletas en su interior. Ahora bien esta mezcla se efectúa, cuando cada una de las partes del concreto es elevada, vuelta a vuelta, por las paletas durante la rotación del tambor, de manera que en un cierto punto, en cada revolución, son vertidas hacia la parte inferior para mezclarse con las otras porciones, hasta constituir una masa homogénea. (ARQHYS, 2017)

## 2.4 Marco legal.

Es necesario partir de Constitución Política de Colombia de 1991, que trata el tema de los trabajadores en varios artículos, siendo relevantes para el caso los siguientes:

**Artículo 53.** El Congreso expedirá el estatuto del trabajo. La ley correspondiente tendrá en cuenta por lo menos los siguientes principios mínimos fundamentales: Igualdad de oportunidades para los trabajadores remuneración mínima vital y móvil, proporcional a la cantidad y calidad de trabajo estabilidad en el empleo irrenunciabilidad a los beneficios mínimos establecidos en normas laborales facultades para transigir y conciliar sobre derechos inciertos y discutibles situación más favorable al trabajador en caso de duda en la aplicación e interpretación de las fuentes formales de derecho primacía de la realidad sobre formalidades establecidas por los sujetos de las relaciones laborales garantía a la seguridad social, la capacitación, el adiestramiento y el descanso necesario protección especial a la mujer, a la maternidad y al trabajador menor de edad. El estado garantiza el derecho al pago oportuno y al reajuste periódico de las pensiones legales. Los convenios internacionales del trabajo debidamente ratificados, hacen parte de la legislación interna. La ley, los contratos, los acuerdos y convenios de trabajo, no pueden menoscabar la libertad, la dignidad humana ni los derechos de los trabajadores.

**Artículo 57.** La ley podrá establecer los estímulos y los medios para que los trabajadores participen en la gestión de las empresas.

**NTC-3356. Norma técnica colombiana concretos. Mortero premezclado para mampostería.** Norma colombiana donde nos especifica el procedimiento y requerimientos técnicos en la elaboración de concretos y morteros y a su vez las características mínimas que deben cumplir los diferentes materiales.

**NTC 3318.** Norma técnica colombiana – Producción de concreto, 4ta actualización (2008/03/07), especificación colombiana que establece los requisitos para la producción de concreto entregado en obra (estado fresco), sin incluir las técnicas para la colocación, compactación y protección del concreto después de entregado, definimos los parámetros de medición del ciclo teórico de la fabricación de concretos y morteros en obra.

## **Capítulo 3. Diseño Metodológico**

### **3.1 Tipo de investigación.**

El tipo de investigación desarrollada en este trabajo es de carácter cuantitativo - descriptivo resaltando que se logra conocer el valor de productividad en la elaboración de concretos y morteros bajo distintas circunstancias, para lo cual se observó y describió el comportamiento de los procedimientos sin afectar cada uno de ellos, de donde para cada descripción de una situación corresponde un valor de productividad.

### **3.2 Población y muestra**

La población de estudio está comprendida por todas las obras de construcción que se están ejecutando en la ciudad de Ocaña durante el transcurso del año 2017, con su respectiva licencia, para lo cual fue necesario solicitar ante la Alcaldía todas las licencias expedidas durante el transcurso del primer semestre del año 2017, entre el 1 de enero de hasta el 31 de junio.

La muestra de estudio se determinó en base a la población suministrada por la secretaría de planeación municipal, para dicho periodo de tiempo, mediante la fórmula estadística para poblaciones finitas.

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

Se hizo el trabajo de campo en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, en las obras que se estaban ejecutando y se encontraban en la actividad de elaboración de concretos y morteros.

**Etapa I.** Se escogieron las obras de construcción con su respectiva licencia, expedidas por la Alcaldía Municipal de Ocaña durante el transcurso del primer semestre del año 2017, entre el 1 de enero de hasta el 31 de junio, las cuales fueron tenidas en cuenta para la realización del estudio y se elaboraron los formatos con los ciclos teóricos para registrar la información.

**Etapa II.** Se realizaron 3 visitas por obra, en cada inspección se tomaron las muestras que, según la fórmula estadística, son necesarias para que haya confiabilidad en el estudio.

Para la recolección de la información se midieron los tiempos bajo la técnica de vuelta de ceros, de cada sub-actividad del ciclo teórico de acuerdo a los formatos en cada obra seleccionada, tanto para mano de obra como para equipo. De igual manera, se tuvieron registros de los movimientos realizados en cada actividad, mediante grabaciones en cada uno de los procesos.

### 3.4 Procesamiento y análisis de la información.

La información recolectada mediante las visitas a las obras de construcción, fue tomada directamente por los autores de esta investigación, por medio de la grabación de los procesos y cronometraje de los mismos, posteriormente se tabularon y se ordenaron mediante una base de datos (Microsoft Excel), para luego ser presentada mediante tablas que resumen y muestran los datos obtenidos de productividad y de esta manera se realizó un análisis comparativo de la productividad obtenida con los datos de estándares regionales y nacionales.

## **Capítulo 4. Presentación de resultados**

Los resultados obtenidos se presentarán a continuación de acuerdo a los objetivos planteados y las actividades trazadas para el cumplimiento de cada uno de ellos, con el propósito de obtener la estimación de la productividad específica del personal y equipo en la elaboración de concretos y morteros en la ciudad de Ocaña.

### **4.1 Definir los parámetros de medición del ciclo teórico del proceso de elaboración de concretos y morteros, mediante el trabajo de campo en las obras seleccionadas para el estudio en la ciudad de Ocaña.**

#### **4.1.1. Estado del arte de la estimación de la productividad en el sector de la construcción.**

El estado del arte en el desarrollo de esta investigación es importante puesto que la recopilación de información acerca de la productividad permite conocer de qué manera ha sido abordado dicho tema en la industria de la construcción, el cual es un factor influyente en la programación de obra y costos del proyecto a nivel internacional, nacional y regional. Según (Niebel B., 1996) “la única manera en que una empresa puede aumentar y hacer crecer sus ganancias es incrementando la productividad y menciona como la principal herramienta el estudio del trabajo”, en la productividad se revela cuánto producto generan los recursos utilizados en una actividad, considerando que el tiempo empleado en ello es lo que hace la diferencia, ya que esto indica si se es, o no, productivo. Este indicador no solo ha sido

contemplado por el sector de la construcción, sino también por muchas otras industrias, para las cuales el estar a la vanguardia les permite mantenerse en competencia, aumentando sus ingresos y mejorando la satisfacción del cliente. La optimización de los recursos y el aumento de los resultados, es el objetivo principal de cualquier sector que se encuentre en busca de aumentar su productividad.

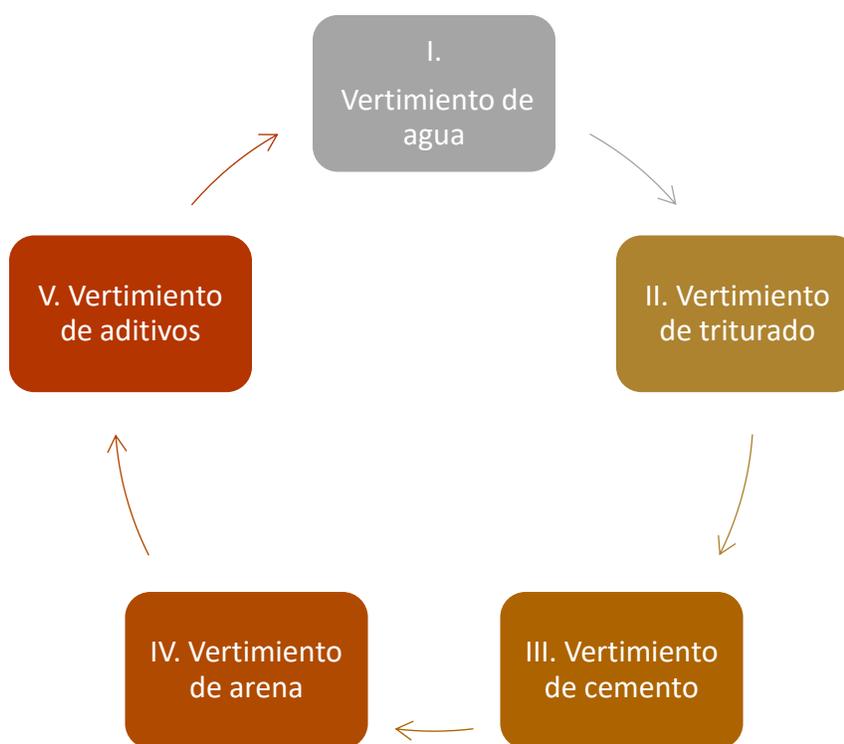
El artículo desarrollado por la revista Ingenio UFPSO, Vol. 11, núm. 1, Julio – Diciembre,(2016) “*Variables que inciden en baja productividad en mano de obra*” menciona que en la industria de la construcción la productividad de los diferentes recursos empleados es de gran importancia en el desarrollo exitoso de un proyecto, ya que su dinámica, es un motor que impulsa permanentemente el progreso de la obra, sin embargo, en la construcción el trabajo del recurso humano en general es poco eficiente, convirtiéndose en un factor crítico para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que un gran porcentaje de la jornada laboral es improductiva por parte de los frentes de trabajo para elaborar las actividades en una obra, esto se ve reflejado en la línea base del proyecto, en cuanto al alcance, tiempo, costo y calidad. En el libro Ingeniería de costos en la construcción, reimp. 2012, se sugiere afectar la productividad teórica por un coeficiente que permita encontrar la productividad real, ya que según un estudio realizado por Tucker (1988) en la industria de la construcción en Estados Unidos, solo el 40% de la jornada laboral es realmente productiva, puesto que hay factores que decrementan la productividad teórica. Contemplando este estudio, en la estimación de la productividad de esta investigación se tendrá en cuenta el factor de decremento propuesto por Tucker, para brindar un alto nivel de confiabilidad en el hallazgo de este indicador.

La búsqueda de la productividad sugiere tener en cuenta técnicas y estudios que se han contemplado con el transcurrir de los años, como lo es el estudio de tiempos y movimientos, que unidos dan lugar a la ingeniería de métodos, la cual busca reducir el desperdicio de tiempo, recursos y materiales. El estudio de tiempos se define gracias a los postulados de Taylor y es una técnica que permite medir la inversión de tiempo en cierta actividad por determinados recursos, de ese modo es posible calcular y cuantificar la productividad en obra. Asimismo, el estudio de movimientos se le atribuye a los esposos Gilbreth, quienes se apoyaron en los estudios de Taylor para fundamentar el estudio de movimientos, con el cual se pretende eliminar aquellos actos innecesarios en la realización de una tarea.

En el artículo de la Revista 3C Empresa, edición especial, Diciembre de 2017, *“Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD”* se describe el estudio de tiempo y movimiento como una herramienta que sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación. El fin del estudio de tiempo y movimiento es evitar movimientos innecesarios que solo hacen que el tiempo de operación sea mayor. En base a esta técnica se lleva a cabo el desarrollo de esta investigación, desglosando la actividad de elaboración tanto de concreto como de mortero en sus diferentes sub-actividades, para la medición de los tiempos en cada operación y así poder cuantificar la productividad en esta tarea que es vital en la industria de la construcción.

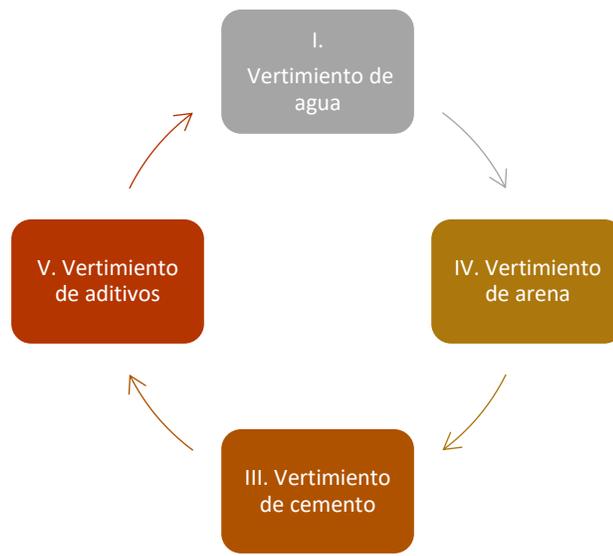
#### 4.1.2. Definición de los ciclos teóricos para la elaboración de concreto y mortero.

Se definieron las sub-actividades del ciclo teórico de los diferentes procesos en la elaboración de concreto y morteros en obra, para la mano de obra y para el equipo según la especificación técnica y visitas técnicas en campo, procediendo así a realizar un análisis de las diferentes actividades, dividiéndolas de manera sistemática y ordenada como se observan en la figura 2, procedimiento de la mano de obra en el proceso de elaboración de concreto, figura 3, procedimiento de la mano de obra en la elaboración de morteros, donde difiere que en este proceso no se adiciona triturado.



**Figura 2.** Procedimiento de la mano de obra en el proceso de elaboración de concreto

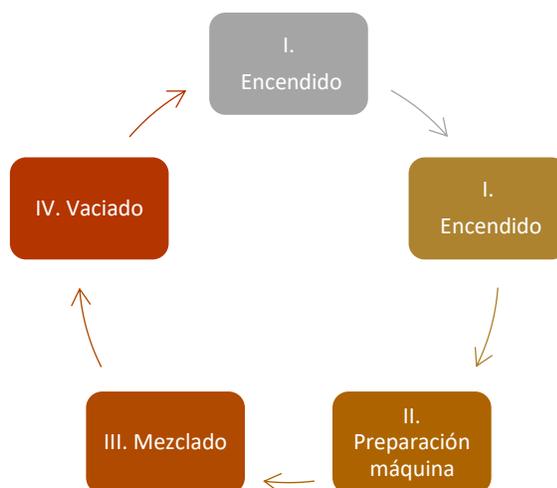
Fuente: Autores



**Figura 3.** Procedimiento de la mano de obra en el proceso de elaboración de mortero

Fuente: Autores.

De igual manera se definieron los diferentes ciclos del equipo como se observa en la figura 4, proceso de manejo del equipo, teniendo en cuenta tipo de motor y capacidad para la toma de datos mediante formatos.



**Figura 4.** Procedimiento del equipo

Fuente: Autores 2018.

Luego de determinar los ciclos ajustados a la norma NTC, se procedió al diseño de los diferentes formatos para la recolección de información como de equipo y maquinaria como se describen en el apéndice F.

#### 4.1.3. Población de estudio.

La población de estudio fueron las obras de construcción civil que se estaban ejecutando en la ciudad de Ocaña con licencias expedidas durante el transcurso del primer semestre del año 2017, entre el 1 de enero de hasta el 31 de junio, que cumplieron con los requisitos legales que se aplican por parte de los entes locales, quienes son los encargados de su regulación y supervisión. Por tanto, fue necesario solicitar ante la alcaldía del municipio de Ocaña, el reporte de dichas licencias en la dependencia de planeación.

La Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander proporcionó un listado de licencias expedidas en dicho trascurso de tiempo. Véase Apéndice A. (Licencias expedidas por la Alcaldía Municipal de Ocaña.).

Se realizaron 3 visitas por obra, en cada inspección se tomaron las diferentes muestras para la recolección de la información, se midieron los tiempos bajo la técnica de vuelta de ceros de cada sub-actividad del ciclo teórico de acuerdo a los formatos en cada obra seleccionada, tanto para mano de obra como para equipo. De igual manera, se registraron los movimientos realizados en cada actividad, mediante grabaciones en cada uno de los procesos.

#### 4.1.4 Tamaño óptimo de la muestra.

La muestra de estudio se determinó en base a la población suministrada por la secretaría de planeación municipal, para dicho periodo de tiempo, mediante la fórmula estadística para poblaciones finitas.

Una fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

Fuente: Murray R. Spiegel y Larry J. Stephens. (2009). Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

$Z_{\alpha}$ : es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

P: probabilidad de éxito, o proporción esperada

q: probabilidad de fracaso

e: Precisión

Los valores de  $Z_{\alpha}$  más utilizados y sus niveles de confianza son:

**Tabla 4.**

*Valores de confianza*

Valor de $Z_{\alpha}$	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,4	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Fuente: Murray R. Spiegel y Larry J. Stephens. (2009). Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.

Para el cálculo de la muestra con la ecuación 1 se toman los siguientes valores:

- N=60
- Z=1.96
- p=0.95 (95%) y q=0.05 (5%)
- e=0.04 (4%)

$$n = \frac{(1.96)^2 * 60 * 0.05 * 0.95}{((0.04)^2 * (60 - 1)) + ((1.96)^2 * 0.05 * 0.95)}$$

$$n \approx 39,54 \therefore N = 40$$

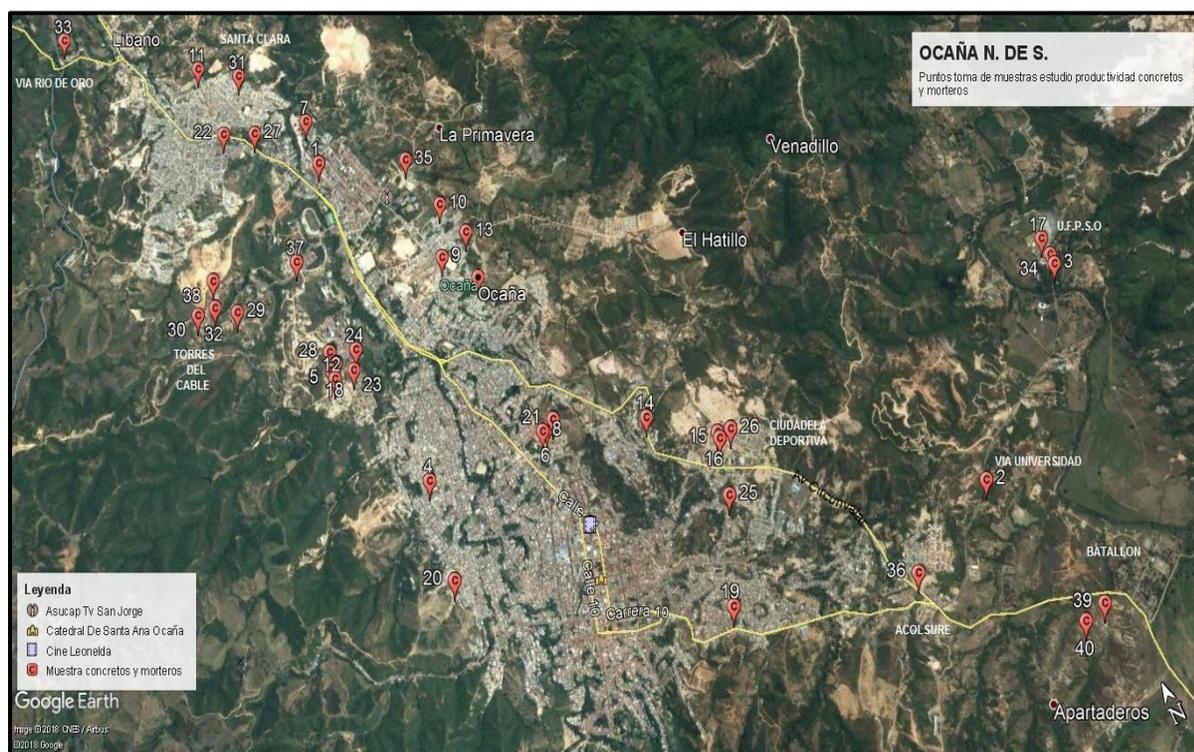
Lo anterior indica que las 40 muestras representativas son suficientes.

#### **4.2 Determinar la productividad real en la fabricación de concretos y morteros a partir del tiempo medido, afectado por un factor de productividad real que involucra un decremento de la productividad teórica.**

Las obras que conformaron la muestra se escogieron aleatoriamente para la toma de los datos a lo largo del perímetro urbano, con el fin de obtener la información pertinente de los diferentes tipos de obras de construcción que se ejecutan en la ciudad.

La información detallada de las obras seleccionadas en las cuales se realizó la toma de datos se puede visualizar en el Apéndice B (Información básica de las obras de construcción estudiadas), en donde se encuentra el nombre de la obra, la dirección, tipo de muestra adquirida, nombre de la persona a cargo y su correspondiente número telefónico. De allí se puede extraer lo siguiente: De las 40 obras que conforman la totalidad de la muestra, se obtuvieron 43 datos de concreto y 18 de mortero, obteniéndose un total de 61 datos, puesto que en algunas obras se tomaron diferentes tipos de muestras.

La distribución y ubicación de las obras de estudio se pueden observar en la Figura 5, enumeradas de acuerdo al registro del Apéndice B.



**Figura 5.** Ubicación de la muestra de estudio, obras de construcción

Fuente: Google earth 2018.

La distribución de las muestras se puede apreciar en la tabla 5, teniendo en cuenta que 43 datos corresponden a concreto y 18 a mortero.

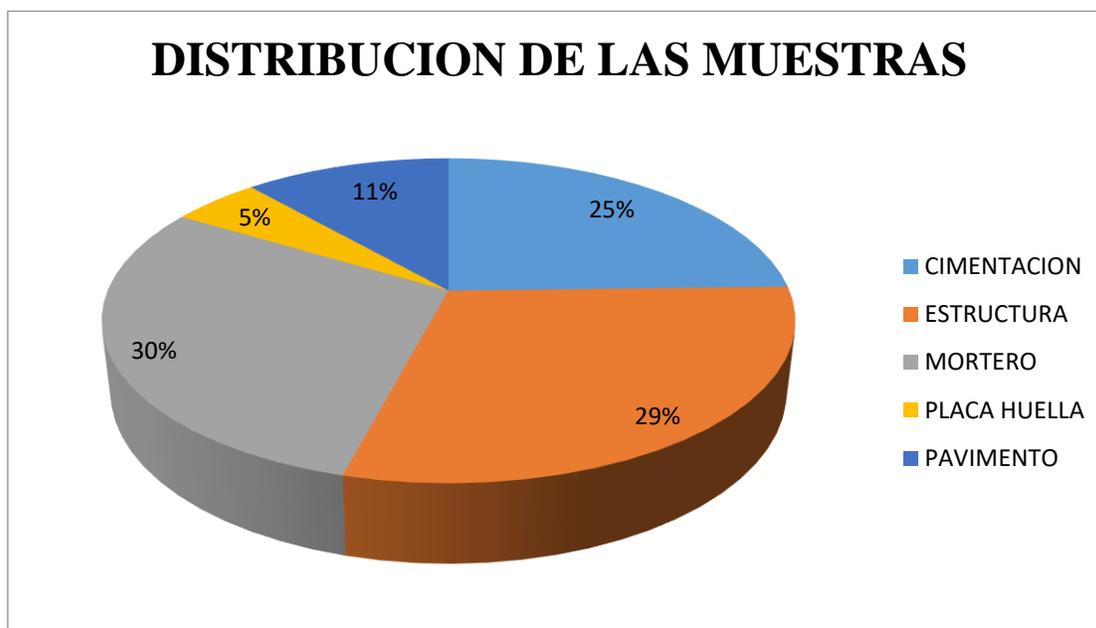
**Tabla 5.**

*Usos del concreto en las muestras obtenidas*

<b>Uso concreto</b>	<b>Numero</b>	<b>%</b>
Cimentación	15	25%
Estructura	18	30%
Mortero	18	30%
Placa huella	3	5%
Pavimento	7	11%
Total muestras	61	100%

Fuente: Autores, 2018.

La muestra de concreto presenta un alto porcentaje en cimentación y estructura por ser los procesos que más se ejecutaron, en la figura 6 se puede observar la distribución según el uso de cada muestra.



**Figura 6.** Representación gráfica de la distribución de las muestras según su uso.

Fuente: Autores, 2018.

Asimismo, para las 43 muestras de concreto se puede observar la distribución de acuerdo a la resistencia como se aprecia en la tabla 6.

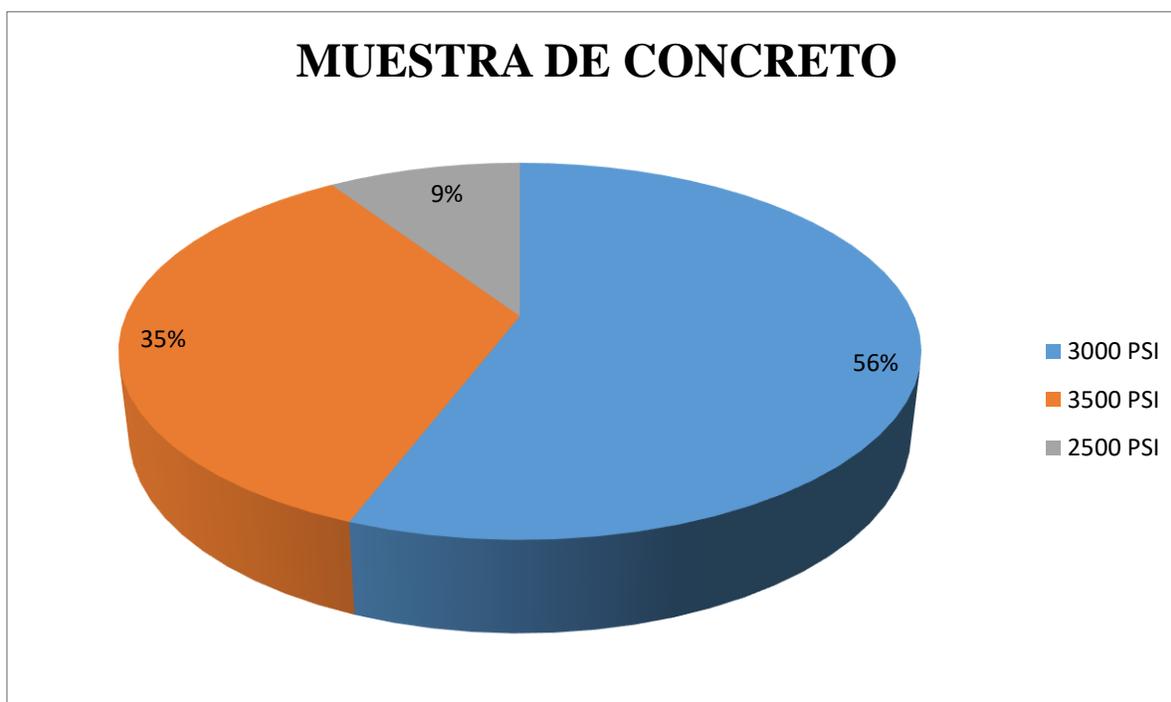
**Tabla 6.**

*Muestras obtenidas según la resistencia del concreto*

Resistencia	Número	%
3000 PSI	24	56%
3500 PSI	15	35%
2500 PSI	4	9%
Total muestras	43	100%

Fuente: Autores, 2018

La muestra con mayor frecuencia presente en el estudio para concreto es la de dosificación 1:2:3 correspondiente a la resistencia de 3000PSI, en la figura 7 se visualiza la distribución de la muestra de concreto según su resistencia.



**Figura 7.** Representación gráfica de la distribución de las muestras de concreto.

Fuente: Autores, 2018

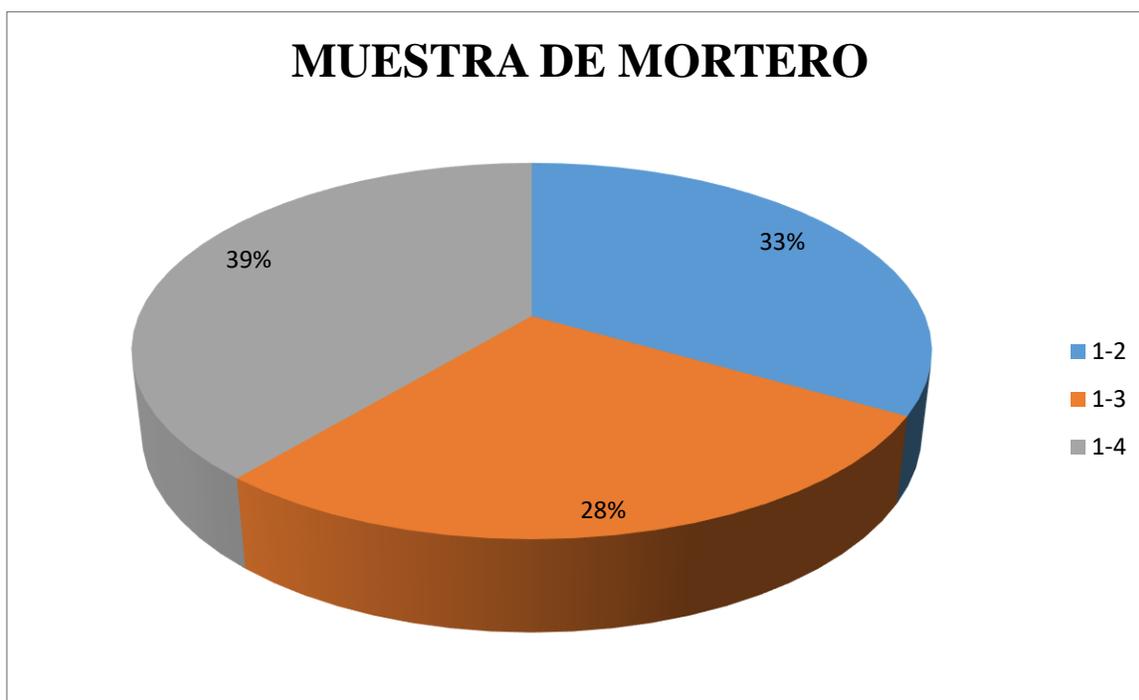
Para las muestras de mortero se realizó la distribución de acuerdo a la dosificación de este, teniendo en cuenta los 18 datos de mortero obtenidos, lo cual se puede observar en la tabla 7.

**Tabla 7.***Muestras obtenidas según la dosificación del mortero*

Dosificación	Numero	%
1-2	6	33%
1-3	5	28%
1-4	7	39%
Total muestras	18	100%

Fuente: Autores, 2018

La dosificación 1:4 para mortero representa el 39% del total de la muestra, ya que es la más utilizada en obra seguidamente de la dosificación 1:2 como se puede apreciar en la figura 8.

**Figura 8.** Representación gráfica de la distribución de las muestras de mortero.

Fuente: Autores, 2018

A continuación, en la tabla 8 se muestran de forma general y detallada los valores obtenidos para la diferentes muestras luego de organizar, tabular y analizar preliminarmente la información recolectada de la productividad en concreto y mortero en las diferentes obras de construcción en estudio, tanto para la mano de obra como para el equipo, teniendo en cuenta el número de hombres que conforman las cuadrillas, el tipo de resistencia y dosificación.

Para el equipo se observó que las mezcladoras con capacidad de 1 bulto son de tipo Diesel y para las de capacidad de ½ bulto son de sistema eléctrico.

**Tabla 8.**

*Valores de productividad en concreto y mortero*

<b>Obra</b>	<b>Tipo muestra</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Dosificación</b>	<b>MDO</b>	<b>Productividad Teórica MDO</b>	<b>Productividad Real MDO</b>	<b>Productividad Equipo</b>
1ob	Concreto	1/2 Bulto	1:2:2	4	0,47	0,19	1,87
2ob	Concreto	1/2 Bulto	1:2:2	4	0,45	0,18	1,78
2ob	Mortero	1 1 Bulto	1:3	1	0,87	0,35	0,87
		2 1 Bulto	1:3		0,85	0,34	0,85
		3 1 Bulto	1:3		0,87	0,35	0,87
3ob	Concreto	1 1 Bulto	1:2:3	3	1,01	0,41	3,04
		2 1 Bulto	1:2:3		0,93	0,37	2,80
		3 1 Bulto	1:2:3		0,77	0,31	2,32
4ob	Concreto	1 1/2 Bulto	1:2:2	1	0,71	0,28	1,41
4ob	Mortero	1 1 Bulto	1:4	1	1,00	0,40	1,00
		2 1 Bulto	1:4		0,99	0,40	0,99
		3 1 Bulto	1:4		0,97	0,39	0,97
5ob	Concreto	1/2 Bulto	1:2:2	2	0,66	0,26	1,33
6ob	Concreto	1 1 Bulto	1:2:2	6	0,42	0,17	2,50
		2 1 Bulto	1:2:2		0,55	0,22	3,30

		3	1 Bulto	1:2:2		0,58	0,23	3,50
7ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:2	2	0,70	0,28	1,38
8ob	Mortero		1/2 Bulto	1:4	1	1,00	0,40	1,00
8ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	5	0,61	0,24	3,10
		2	1 Bulto	1:2:2		0,48	0,19	2,40
		3	1 Bulto	1:2:2		0,56	0,22	2,80
9ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:2	2	0,70	0,28	1,40
10ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	5	0,60	0,24	3,02
		2	1 Bulto	1:2:2		0,47	0,19	2,37
		3	1 Bulto	1:2:2		0,55	0,22	2,75
11ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	6	0,49	0,20	2,94
		2	1 Bulto	1:2:2		0,48	0,19	2,90
		3	1 Bulto	1:2:2		0,48	0,19	2,87
12ob	Mortero		1/2 Bulto	1:3	1	0,44	0,18	0,88
12ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	5	0,68	0,27	3,40
		2	1 Bulto	1:2:3		0,62	0,25	3,10
		3	1 Bulto	1:2:3		0,60	0,24	3,00
13ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	5	0,55	0,22	2,75
		2	1 Bulto	1:2:3		0,58	0,23	2,89
		3	1 Bulto	1:2:3		0,55	0,22	2,76
14ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	3	0,62	0,25	1,86
		2	1 Bulto	1:2:3		0,72	0,29	2,15
		3	1 Bulto	1:2:3		0,70	0,28	2,10
14ob	Mortero	1	1 Bulto	1:4	2	0,60	0,24	0,60
		2	1 Bulto	1:4		0,64	0,26	0,64
		3	1 Bulto	1:4		0,59	0,24	0,59
14ob	Mortero		1/2 Bulto	1:4	1	0,97	0,39	0,97
15ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,39	0,16	1,57
		2	1 Bulto	1:2:2		0,40	0,16	1,61
		3	1 Bulto	1:2:2		0,47	0,19	1,88
16ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	3	0,36	0,14	1,07
		2	1 Bulto	1:2:2		0,37	0,15	1,12
		3	1 Bulto	1:2:2		0,36	0,14	1,07
17ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,51	0,21	2,05
		2	1 Bulto	1:2:2		0,52	0,21	2,07
		3	1 Bulto	1:2:2		0,54	0,21	2,15
18ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:3	1	0,92	0,37	0,92
19ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:3	3	0,43	0,17	1,30
20ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	4	0,68	0,27	2,70
		2	1 Bulto	1:2:3		0,72	0,29	3,00

		3	1 Bulto	1:2:3		0,73	0,29	2,80
20ob	Mortero		1/2 Bulto	1:4	1	0,88	0,35	0,88
21ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	5	0,68	0,27	3,41
		2	1 Bulto	1:2:3		0,62	0,25	3,11
		3	1 Bulto	1:2:3		0,60	0,24	3,02
22ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	5	0,99	0,40	4,95
		2	1 Bulto	1:2:2		0,97	0,39	4,86
		3	1 Bulto	1:2:2		0,96	0,38	4,79
23ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:2	3	0,37	0,15	1,12
24ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:3	2	0,70	0,28	1,40
25ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,92	0,37	3,68
		2	1 Bulto	1:2:2		0,82	0,33	3,30
		3	1 Bulto	1:2:2		0,87	0,35	3,50
25ob	Concreto		1 Bulto	1:2:3	2	0,61	0,24	1,10
25ob	Mortero	1	1 Bulto	1:4	2	0,65	0,26	1,30
		2	1 Bulto	1:4		0,69	0,28	1,20
		3	1 Bulto	1:4		0,64	0,26	1,30
26ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,37	0,15	1,48
		2	1 Bulto	1:2:2		0,41	0,16	1,64
		3	1 Bulto	1:2:2		0,40	0,16	1,60
26ob	Mortero	1	1 Bulto	1:3	1	0,80	0,32	0,80
		2	1 Bulto	1:3		0,81	0,32	0,81
		3	1 Bulto	1:3		0,79	0,32	0,79
27ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	2	0,78	0,31	1,55
		2	1 Bulto	1:2:3		0,83	0,33	1,67
		3	1 Bulto	1:2:3		0,90	0,36	1,80
27ob	Mortero	1	1 Bulto	1:3	1	0,79	0,32	0,79
		2	1 Bulto	1:3		0,81	0,32	0,81
		3	1 Bulto	1:3		0,78	0,31	0,78
28ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:2	3	0,58	0,23	1,73
29ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	5	0,32	0,13	1,60
		2	1 Bulto	1:2:3		0,33	0,13	1,66
		3	1 Bulto	1:2:3		0,35	0,14	1,74
29ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:3	2	0,76	0,30	0,80
29ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:4	4	0,66	0,26	2,63
30ob	Concreto		1/2 Bulto	1:2:2	2	0,45	0,18	0,89
30ob	Mortero	1	1 Bulto	1:2	1	0,75	0,30	0,75
		2	1 Bulto	1:2		0,77	0,31	0,77
		3	1 Bulto	1:2		0,73	0,29	0,73
31ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	3	0,60	0,24	1,90

		2	1 Bulto	1:2:3		0,70	0,28	2,00
		3	1 Bulto	1:2:3		0,68	0,27	2,10
32ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,35	0,14	1,07
		2	1 Bulto	1:2:2		0,40	0,16	1,20
		3	1 Bulto	1:2:2		0,43	0,17	1,07
33ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,39	0,16	1,57
		2	1 Bulto	1:2:2		0,45	0,18	1,78
		3	1 Bulto	1:2:2		0,55	0,22	1,88
33ob	Mortero	1	1 Bulto	1:2	1	0,65	0,26	0,65
		2	1 Bulto	1:2		0,68	0,27	0,68
		3	1 Bulto	1:2		0,63	0,25	0,63
34ob	Mortero	1	1 Bulto	1:2	2	0,53	0,21	1,06
		2	1 Bulto	1:2		0,65	0,26	1,30
		3	1 Bulto	1:2		0,59	0,24	1,20
35ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:3	4	0,68	0,27	3,40
		2	1 Bulto	1:2:3		0,62	0,25	3,00
		3	1 Bulto	1:2:3		0,60	0,24	3,00
36ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	4	0,51	0,20	2,05
		2	1 Bulto	1:2:2		0,55	0,22	2,10
		3	1 Bulto	1:2:2		0,58	0,23	2,15
36ob	Mortero	1/2	Bulto	1:2	1	0,53	0,21	0,53
37ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	5	0,61	0,24	3,05
		2	1 Bulto	1:2:2		0,53	0,21	2,40
		3	1 Bulto	1:2:2		0,56	0,22	2,78
38ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:2	6	0,42	0,17	2,50
		2	1 Bulto	1:2:2		0,57	0,23	3,20
		3	1 Bulto	1:2:2		0,58	0,23	3,50
38ob	Mortero	1	1 Bulto	1:2	1	0,78	0,31	0,78
		2	1 Bulto	1:2		0,79	0,32	0,79
		3	1 Bulto	1:2		0,73	0,29	0,73
39ob	Concreto	1/2	Bulto	1:2:4	4	0,61	0,24	2,44
39ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:4		0,99	0,40	3,98
		2	1 Bulto	1:2:4		0,96	0,38	3,85
		3	1 Bulto	1:2:4	4	0,97	0,39	3,87
40ob	Concreto	1	1 Bulto	1:2:4		0,68	0,27	2,70
		2	1 Bulto	1:2:4		0,70	0,28	2,81
		3	1 Bulto	1:2:4	4	0,70	0,28	2,80
40ob	Mortero	1	1 Bulto	1:2	1	0,68	0,27	0,68
		2	1 Bulto	1:2		0,71	0,28	0,71
		3	1 Bulto	1:2		0,69	0,28	0,69

40ob	Mortero	1/2 Bulto	1:2	1	0,58	0,23	0,58
------	---------	-----------	-----	---	------	------	------

Fuente: Autores, 2018

El cálculo de productividad teórica de la tabla 8 se realizó de la siguiente manera:

$$P = \frac{1}{\text{Trabajo}} = \frac{m^3}{hH}$$

De donde, ( $\text{Trabajo} = (\text{Recurso} * \text{Tiempo})$ )

**Recurso:** Cantidad de hombres presentes en la actividad

**Tiempo:** Tiempo empleado en la ejecución de cada proceso

La productividad real según el estudio de Tucker corresponde al 40% de la productividad teórica.

A partir de estos valores de productividad calculados y obtenidos, se emplea métodos estadísticos y la fórmula de tiempo esperado, se realiza el cálculo de productividad esperada para cada una de las cuadrillas de mano de obra y resistencias encontradas durante el estudio, de la misma manera para el equipo de acuerdo a su capacidad y tipo de motor.

Fórmula de tiempo esperado:

$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6}$$

Fuente: Metodología PERT

De donde:

Te: Tiempo esperado

To: Tiempo optimista

Tn: Tiempo normal

Tp: Tiempo pesimista

Después del cálculo de Tiempo esperado se procede a calcular la productividad esperada, haciendo uso del tiempo esperado en la fórmula antes propuesta para el cálculo de productividad.

### Concreto 3500 PSI mezcladora de 1 bulto

#### Cuadrilla 1:2

**Tabla 9.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:2*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.8967	OPTIMISTA	0.8967	0.8967
PROMEDIO	0.91515	NORMAL	0.9146	0.9146
MAYOR	0.9336	PESIMISTA	0.9336	0.9325 0.93305

Fuente: Autores 2018.

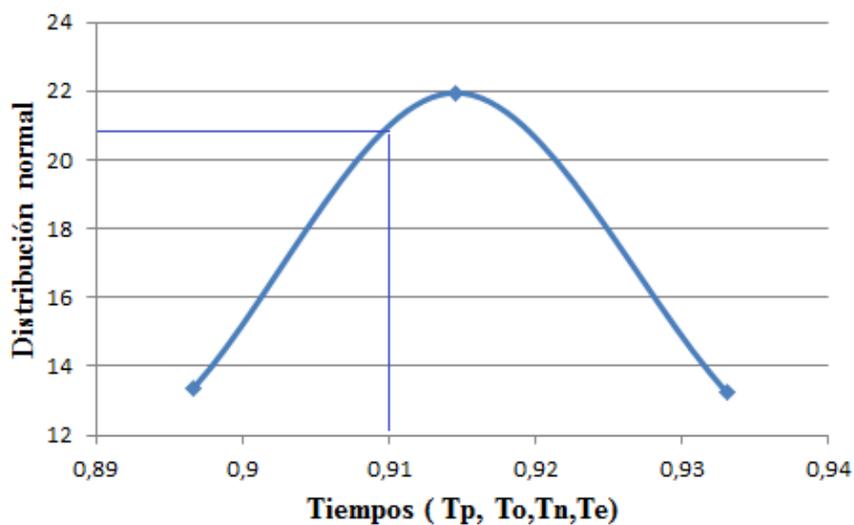
$$0.8967 \leq X \leq 0.906$$

$$0.9059 > X \leq 0.924$$

$$0.924 > X \leq 0.9336$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.91h$$

**Pe (m3/hH)    40% Pe**  
**0.364421526    0.145768611**



**Figura 9** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 10.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,91478333

Error Estándar	0,01049374
Mediana	0,9146
Desvío Estándar	0,01817569
Varianza de la muestra	0,00033036
Asimetría/Sesgo	0,04538567
Rango	0,03635
Mínimo	0,8967
Máximo	0,93305
Suma	2,74435
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:3

**Tabla 11.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:3*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.29	OPTIMISTA	0.29	0.29
PROMEDIO	0.465	NORMAL	0.48	0.55 0.46 0.49666667
MAYOR	0.64	PESIMISTA	0.64	0.6 0.64 0.62666667

Fuente: Autores 2018.

$$0.29 \leq X \leq 0.378$$

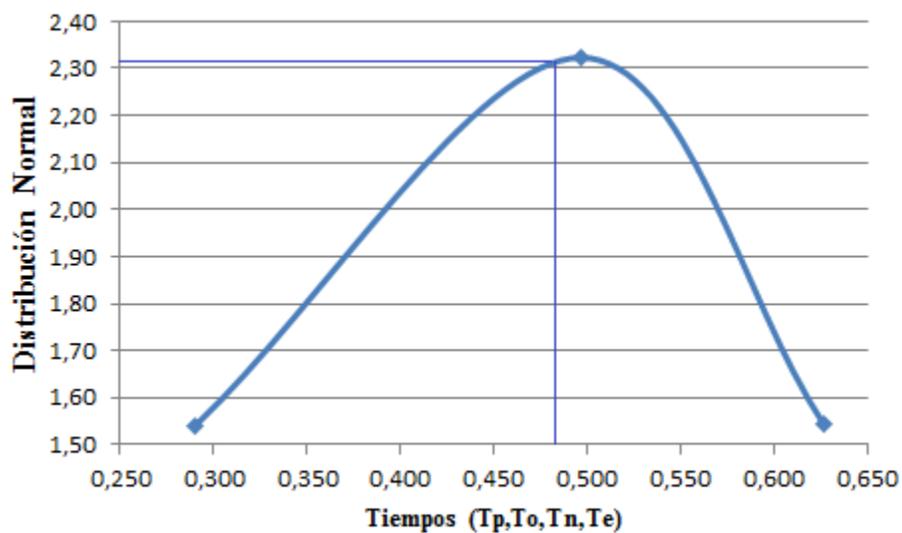
$$0.3775 > X \leq 0.553$$

$$0.5525 > X \leq 0.640$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.48h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**

**0.516647532 0.206659013**



**Figura 10.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 12.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,47111111
Error Estándar	0,09802368
Mediana	0,49666667
Desvío Estándar	0,169782
Varianza de la muestra	0,02882593
Asimetría/Sesgo	-0,6619933
Rango	0,33666667
Mínimo	0,29
Máximo	0,62666667
Suma	1,41333333
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:4

**Tabla 13.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:4*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.21	OPTIMISTA	0.21	0.21
PROMEDIO	0.29	NORMAL	0.29	0.29
MAYOR	0.37	PESIMISTA	0.37	0.37
			0.35	0.36333333

Fuente: Autores 2018.

$$0.21 \leq X \leq 0.250$$

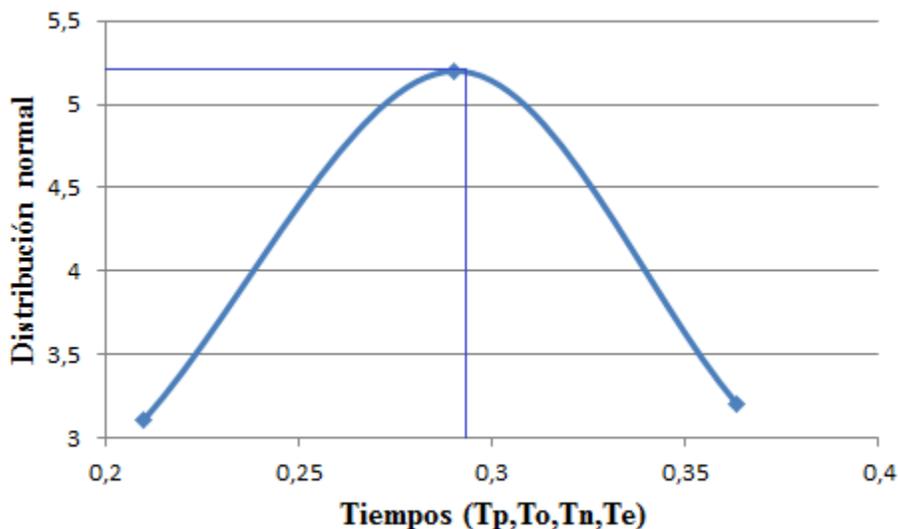
$$0.25 > X \leq 0.330$$

$$0.33 > X \leq 0.370$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.29h$$

**Pe (m3/hH)                      40% Pe**

**0.69                                      0.28**



**Figura 11.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 14.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,287777778
Error Estándar	0,044277464
Mediana	0,29
Desvío Estándar	0,076690817
Varianza de la muestra	0,005881481
Asimetría/Sesgo	-0,130284225
Rango	0,153333333
Mínimo	0,21
Máximo	0,363333333
Suma	0,863333333
Cuenta	3

Fuente: Autores

### Cuadrilla 1:5

**Tabla 15.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:5*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.33	OPTIMISTA	0.33	0.33
PROMEDIO	0.335	NORMAL	0.335	0.335
MAYOR	0.34	PESIMISTA	0.34	0.34

Fuente: Autores 2018.

$$0.33 \leq X \leq 0.333$$

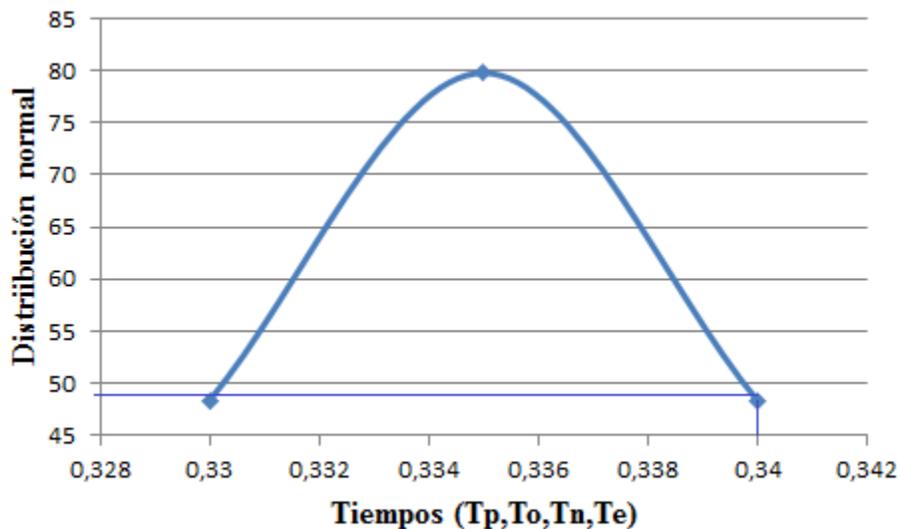
$$0.3325 > X \leq 0.338$$

$$0.3375 > X \leq 0.340$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.34h$$

$$Pe (m3/hH) \quad 40\% Pe$$

$$0.497512438 \quad 0.199004975$$



**Figura 12.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:5, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 16.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:5, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,335
Error Estándar	0,002886751
Mediana	0,335
Desvío Estándar	0,005
Varianza de la muestra	0,000025
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,01
Mínimo	0,33
Máximo	0,34
Suma	1,005
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

## Concreto 3500 PSI mezcladora de 1/2 bulto

### Cuadrilla 0:1

**Tabla 17.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 0:1*

<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
MENOR	1.41	OPTIMISTA	1.41	1.41
PROMEDIO	1.41	NORMAL	1.41	1.41
MAYOR	1.41	PESIMISTA	1.41	1.41

Fuente: Autores 2018.

$$1.41 \leq X \leq 1.410$$

$$1.41 > X \leq 1.410$$

$$1.41 > X \leq 1.410$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1.41h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**

**0.709219858 0.283687943**

### Cuadrilla 1:1

**Tabla 18.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:1*

<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
MENOR	0.71	OPTIMISTA	0.71	0.71	0.72666667
PROMEDIO	0.915	NORMAL	0.825		0.825
MAYOR	1.12	PESIMISTA	1.12		1.12

Fuente: Autores 2018.

$$0.71 \leq X \leq 0.813$$

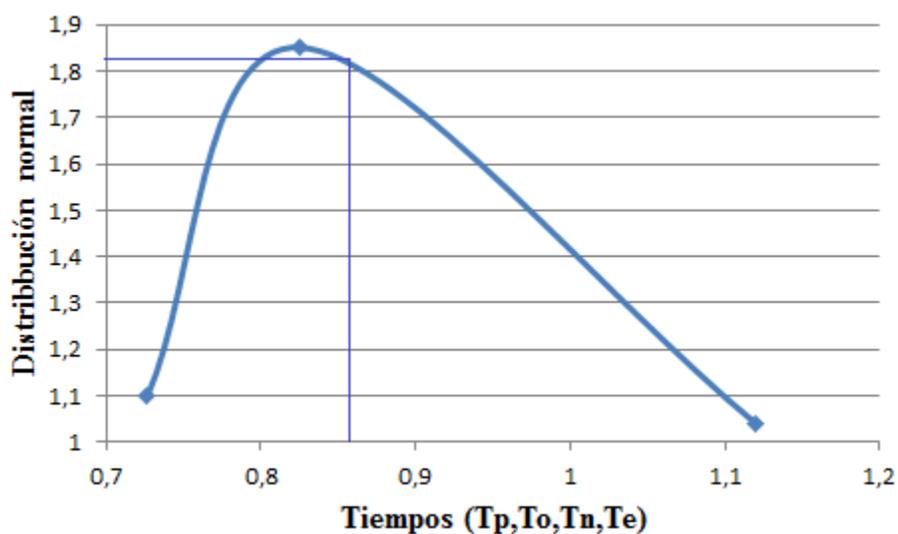
$$0.8125 > X \leq 1.018$$

$$1.0175 > X \leq 1.120$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.86h$$

Pe (m3/hH) 40% Pe

0.582901554 0.233160622



**Figura 13.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 19.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,89055556
Error Estándar	0,11818196
Mediana	0,825
Desvío Estándar	0,20469716
Varianza de la muestra	0,04190093
Asimetría/Sesgo	1,29334278

Rango	0,39333333
Mínimo	0,72666667
Máximo	1,12
Suma	2,67166667
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:2

**Tabla 20.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:2*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.58	OPTIMISTA	0.58	0.58
PROMEDIO	0.735	NORMAL	0.735	0.735
MAYOR	0.89	PESIMISTA	0.89	0.89

Fuente: Autores 2018.

$$0.58 \leq X \leq 0.658$$

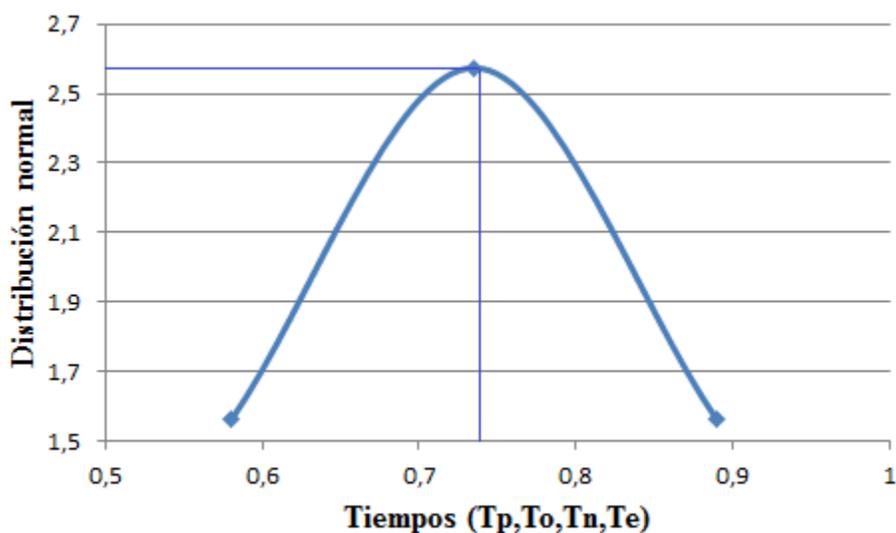
$$0.6575 > X \leq 0.813$$

$$0.8125 > X \leq 0.890$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.74h$$

$$Pe \text{ (m}^3\text{/hH)} \quad 40\% Pe$$

$$0.453514739 \quad 0.181405896$$



**Figura 14.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1/2 bulo

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 21.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1/2 bulo*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,735
Error Estándar	0,08948929
Mediana	0,735
Desvío Estándar	0,155
Varianza de la muestra	0,024025
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,31
Mínimo	0,58
Máximo	0,89
Suma	2,205
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:3

**Tabla 22.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:3*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.53	OPTIMISTA	0.53	0.53
PROMEDIO	0.545	NORMAL	0.545	0.545
MAYOR	0.56	PESIMISTA	0.56	0.56

Fuente: Autores 2018.

$$0.53 \leq X \leq 0.538$$

$$0.5375 > X \leq 0.553$$

$$0.5525 > X \leq 0.560$$

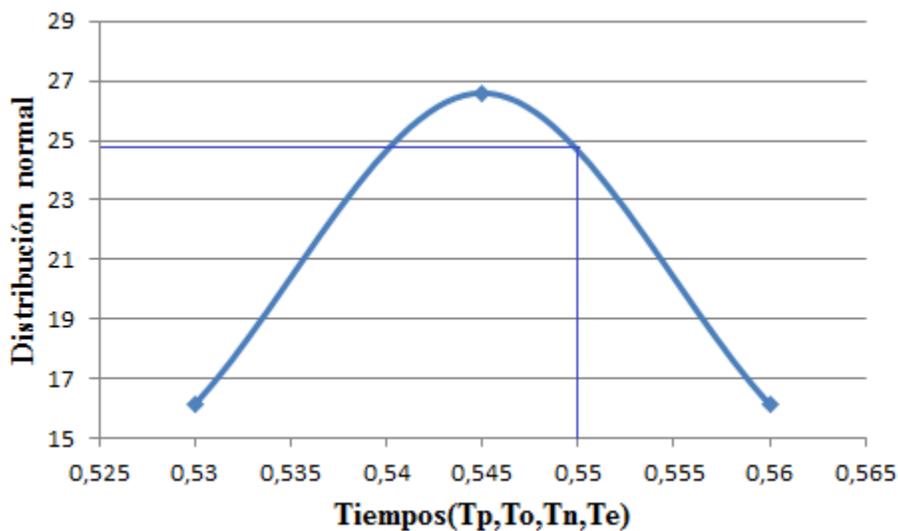
$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6} = 0.55h$$

**Pe (m3/hH)**

**40% Pe**

**0.458715596**

**0.183486239**



**Figura 15.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 23.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,545
Error Estándar	0,00866025
Mediana	0,545
Desvío Estándar	0,015
Varianza de la muestra	0,000225
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,03
Mínimo	0,53
Máximo	0,56
Suma	1,635
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

## Equipo 1 bulto

**Tabla 24.**

*Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h						h		
MENOR	0.21	OPTIMISTA	0.29	0.21	0.36	0.36	0.37	0.32	0.34	0.33	0.3225
PROMEDIO	0.565	NORMAL	0.59	0.48	0.64	0.57	0.48				0.552
MAYOR	0.92	PESIMISTA	0.92	0.9							0.91

Fuente: Autores 2018.

$$0.21 \leq X \leq 0.388$$

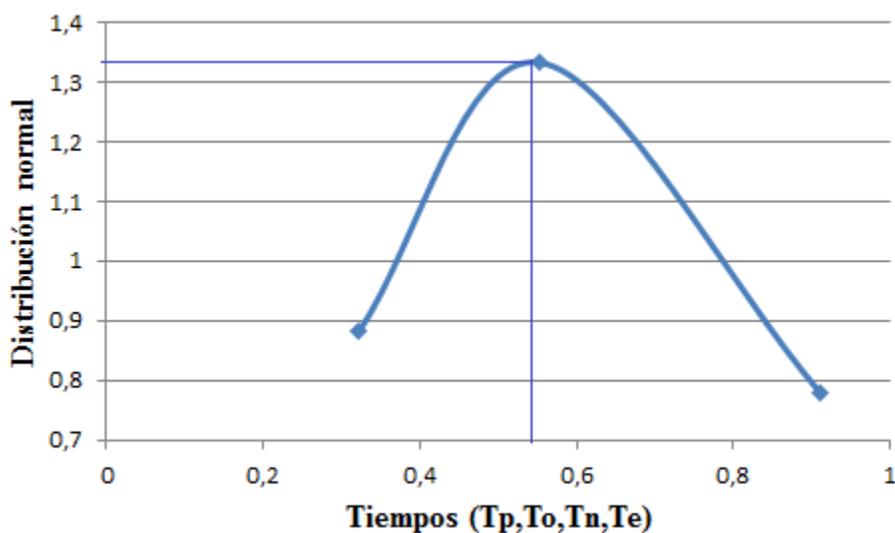
$$0.388 > X \leq 0.74$$

$$0.7425 > X \leq 0.920$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.57h$$

Pe (m3/h)

1.743932568



**Figura 16.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 25.***Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,59483333
Error Estándar	0,17094354
Mediana	0,552
Desvío Estándar	0,2960829
Varianza de la muestra	0,08766508
Asimetría/Sesgo	0,63737569
Rango	0,5875
Mínimo	0,3225
Máximo	0,91
Suma	1,7845
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

**Equipo 1/2 bulto****Tabla 26.***Tiempos elaboración de concreto 3500PSI, mezcladora de 1/2 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h				
MENOR	0.53	OPTIMISTA	0.58	0.53	0.56	0.55666667		
PROMEDIO	0.825	NORMAL	0.71	0.75	0.72	0.71	0.89	0.756
MAYOR	1.12	PESIMISTA	1.12					1.12

Fuente: Autores 2018.

$$0.53 \leq X \leq 0.678$$

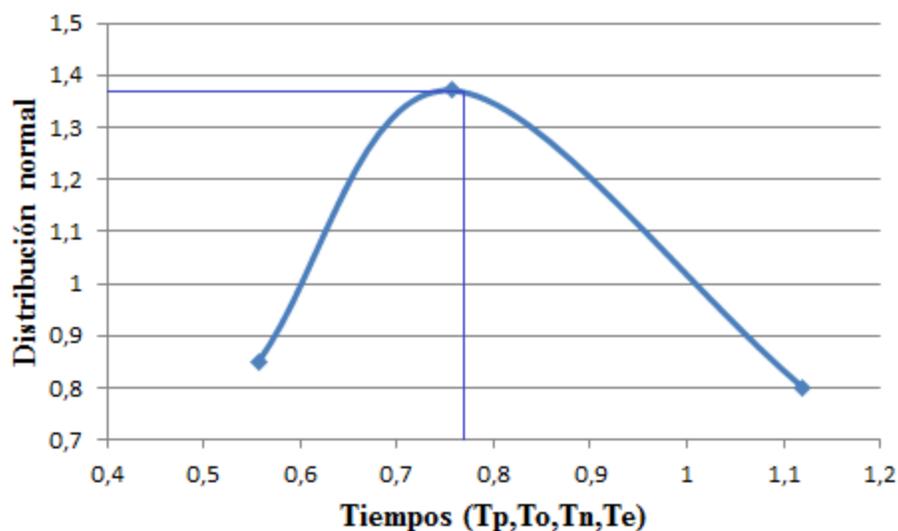
$$0.678 > X \leq 0.97$$

$$0.9725 > X \leq 1.120$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.78h$$

Pe (m<sup>3</sup>/h)

1.276414693



**Figura 17.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 27.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3500PSI, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,810888889
Error Estándar	0,164919883
Mediana	0,756
Desvío Estándar	0,285649617
Varianza de la muestra	0,081595704
Asimetría/Sesgo	0,832768217
Rango	0,563333333
Mínimo	0,556666667
Máximo	1,12
Suma	2,432666667
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Concreto 3000 PSI mezcladora de 1 bulto

#### Cuadrilla 1:1

**Tabla 28.**  
*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.55	OPTIMISTA	0.55	0.55
PROMEDIO	0.595	NORMAL	0.6	0.6
MAYOR	0.64	PESIMISTA	0.64	0.64

Fuente: Autor 2018.

$$0.55 \leq X \leq 0.573$$

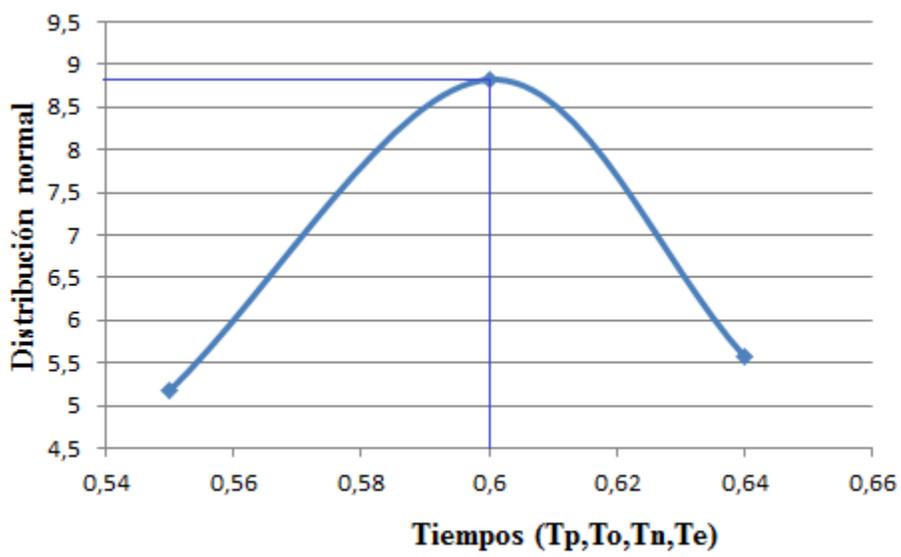
$$0.5725 > X \leq 0.618$$

$$0.6175 > X \leq 0.640$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.60h$$

Pe (m3/hH) 40% Pe

0.835654596 0.334261838



**Figura 18.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 29.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,59666667
Error Estándar	0,02603417
Mediana	0,6
Desvío Estándar	0,0450925
Varianza de la muestra	0,00203333
Asimetría/Sesgo	-0,3308318
Rango	0,09
Mínimo	0,55
Máximo	0,64
Suma	1,79
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:2

**Tabla 30.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:2*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.37	OPTIMISTA	0.37	0.37
PROMEDIO	0.44	NORMAL	0.44	0.44
MAYOR	0.51	PESIMISTA	0.49	0.51

Fuente: Autores 2018.

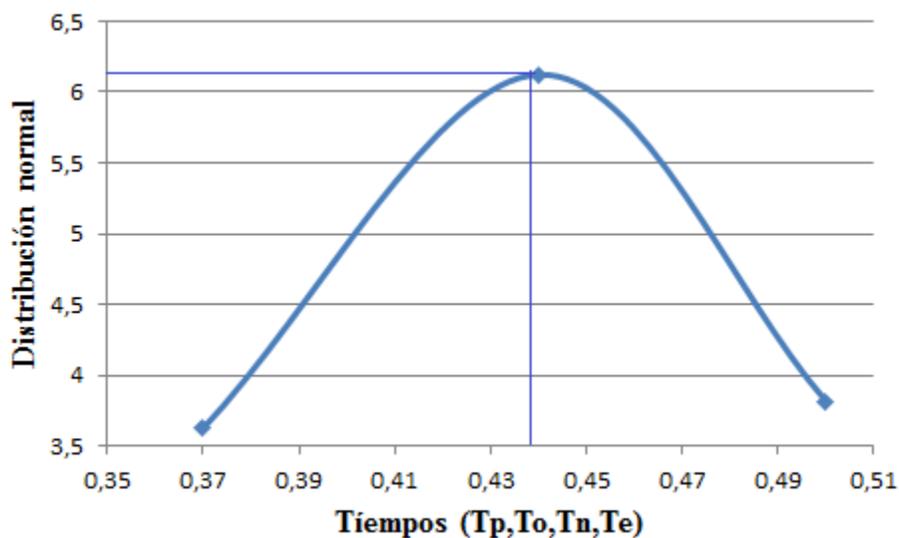
$$0.37 \leq X \leq 0.405$$

$$0.405 > X \leq 0.475$$

$$0.475 > X \leq 0.510$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.44h$$

**Pe (m<sup>3</sup>/hH)    40% Pe**  
**0.760456274    0.30418251**



**Figura 19.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 31.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:2, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,43666667
Error Estándar	0,03756476
Mediana	0,44
Desvío Estándar	0,06506407

Varianza de la muestra	0,00423333
Asimetría/Sesgo	-0,2299369
Rango	0,13
Mínimo	0,37
Máximo	0,5
Suma	1,31
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:3

**Tabla 32.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:3*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.35	OPTIMISTA	0.35	0.35
PROMEDIO	0.37	NORMAL	0.37	0.37
MAYOR	0.39	PESIMISTA	0.39	0.39

Fuente: Autores 2018.

$$0.35 \leq X \leq 0.360$$

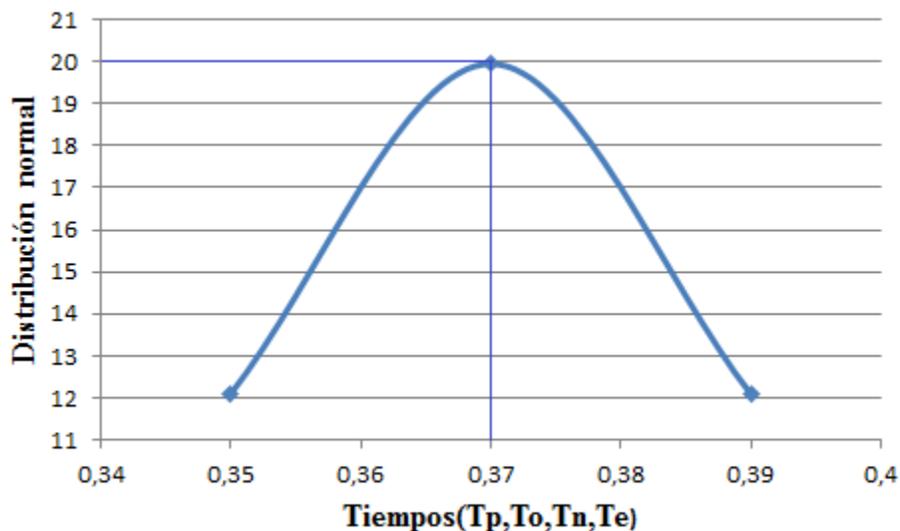
$$0.36 > X \leq 0.380$$

$$0.38 > X \leq 0.390$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.37h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**

**0.675675676 0.27027027**



**Figura 20.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 33.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,37
Error Estándar	0,01154701
Mediana	0,37
Desvío Estándar	0,02
Varianza de la muestra	0,0004
Asimetría/Sesgo	2,448E-14
Rango	0,04
Mínimo	0,35
Máximo	0,39
Suma	1,11
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 1:4

**Tabla 34.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:4*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.32	OPTIMISTA	0.32	0.36
PROMEDIO	0.46	NORMAL	0.4	0.4
MAYOR	0.6	PESIMISTA	0.6	0.6

Fuente: Autores 2018.

$$0.32 \leq X \leq 0.390$$

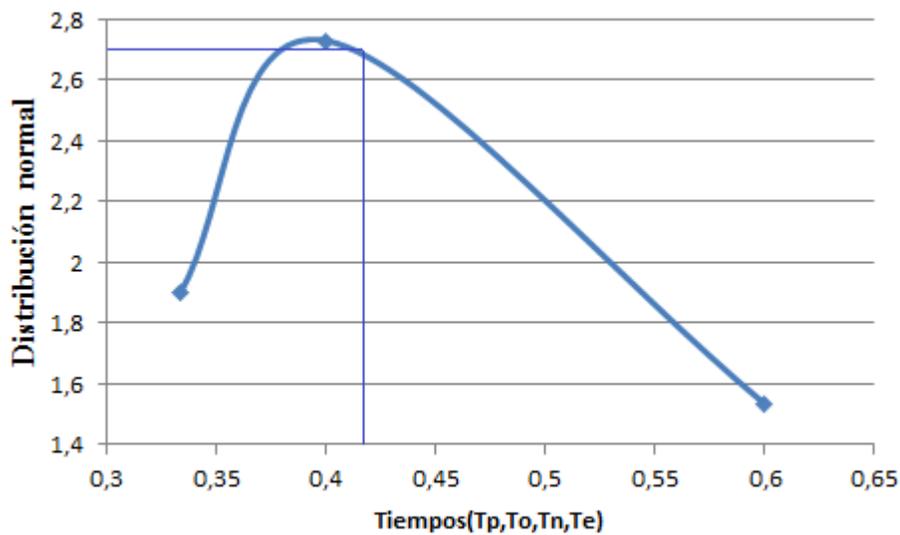
$$0.39 > X \leq 0.530$$

$$0.53 > X \leq 0.600$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.42h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**

**0.473684211 0.189473684**



**Figura 21.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores

**Tabla 35.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:4, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,44444444
Error Estándar	0,08012336
Mediana	0,4
Desvío Estándar	0,13877773
Varianza de la muestra	0,01925926
Asimetría/Sesgo	1,29334278
Rango	0,26666667
Mínimo	0,33333333
Máximo	0,6
Suma	1,33333333
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

**Concreto 3000 PSI mezcladora de ½ bulto**

**Cuadrilla 0:1**

**Tabla 36.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.09	OPTIMISTA	1.09	1.09
PROMEDIO	1.09	NORMAL	1.09	1.09
MAYOR	1.09	PESIMISTA	1.09	1.09

Fuente: Autores, 2018.

$$1.09 \leq X \leq 1.090$$

$$1.09 > X \leq 1.090$$

$$1.09 > X \leq 1.090$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1.09h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**

**0.917431193 0.366972477**

### **Cuadrilla 1:1**

#### **Tabla 37.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:1*

<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
MENOR	0.66	OPTIMISTA	0.66	0.66
PROMEDIO	0.74	NORMAL	0.71	0.71
MAYOR	0.82	PESIMISTA	0.82	0.82

Fuente: Autores 2018.

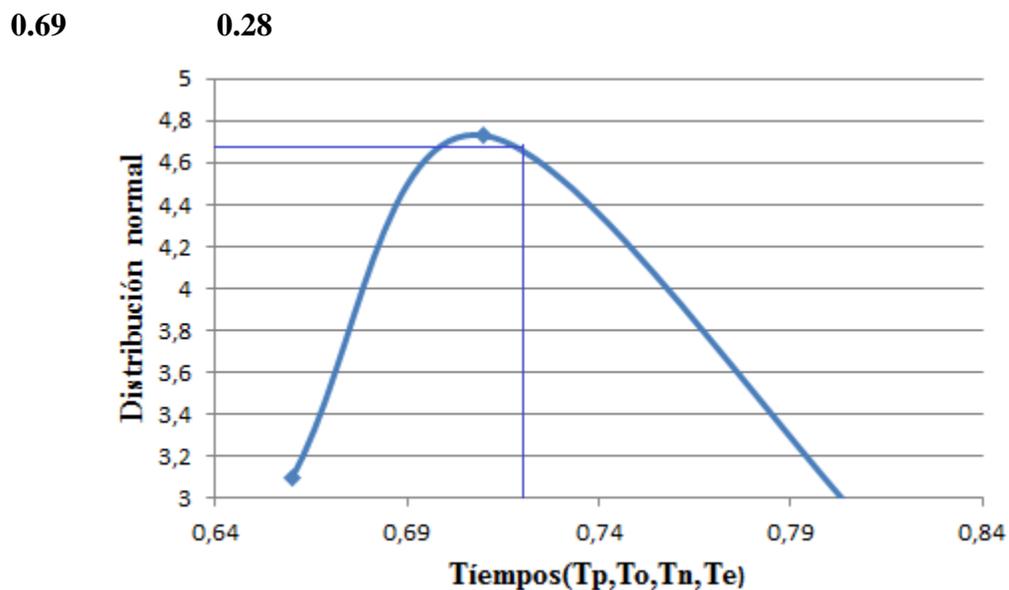
$$0.66 \leq X \leq 0.700$$

$$0.7 > X \leq 0.780$$

$$0.78 > X \leq 0.820$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.72h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**



**Figura 22.**Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores

**Tabla 38.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, cuadrilla 1:1, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,73
Error Estándar	0,04725816
Mediana	0,71
Desvío Estándar	0,08185353
Varianza de la muestra	0,0067
Asimetría/Sesgo	1,03388172
Rango	0,16
Mínimo	0,66
Máximo	0,82
Suma	2,19
Cuenta	3

Fuente: Autores, 2018.

**Cuadrilla 1:2****Tabla 39.***Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:2*

<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
MENOR	0.77	OPTIMISTA	0.77	0.77
PROMEDIO	0.77	NORMAL	0.77	0.77
MAYOR	0.77	PESIMISTA	0.77	0.77

Fuente: Autores 2018.

$$0.77 \leq X \leq 0.770$$

$$0.77 > X \leq 0.770$$

$$0.77 > X \leq 0.770$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.77h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe****0.432900433 0.17316017****Equipo 1 bulto****Tabla 40.***Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto*

<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>Tiempo</b>	<b>h</b>	<b>h</b>
MENOR	0.31	OPTIMISTA	0.37 0.36	0.31 0.32 0.35 0.31 0.33666667
PROMEDIO	0.455	NORMAL	0.5 0.49	0.495
MAYOR	0.6	PESIMISTA	0.6 0.6	0.6

Fuente: Autores 2018.

$$0.31 \leq X \leq 0.383$$

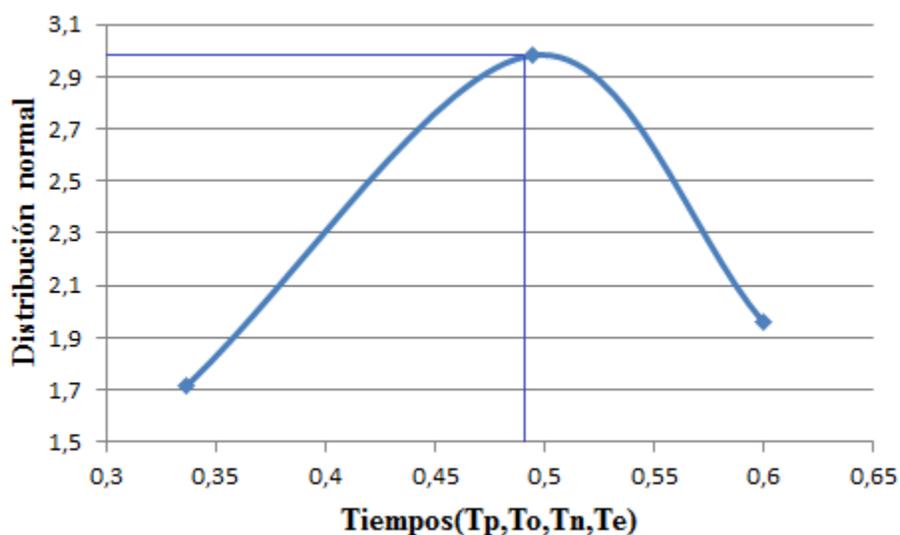
$$0.3825 > X \leq 0.53$$

$$0.5275 > X \leq 0.600$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6} = 0.49h$$

Pe (m3/h)

2.057142857



**Figura 23.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores

**Tabla 41.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,47722222
Error Estándar	0,07653572
Mediana	0,495
Desvío Estándar	0,13256375
Varianza de la muestra	0,01757315

Asimetría/Sesgo	-0,5926297
Rango	0,26333333
Mínimo	0,33666667
Máximo	0,6
Suma	1,43166667
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Equipo ½ bulto

**Tabla 42.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1/2 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h	h
MENOR	0.71	OPTIMISTA	0.71	0.77	0.74
PROMEDIO	0.98	NORMAL	1.09	0.91	1
MAYOR	1.25	PESIMISTA	1.25		1.25

Fuente: Autores 2018.

$$0.71 \leq X \leq 0.845$$

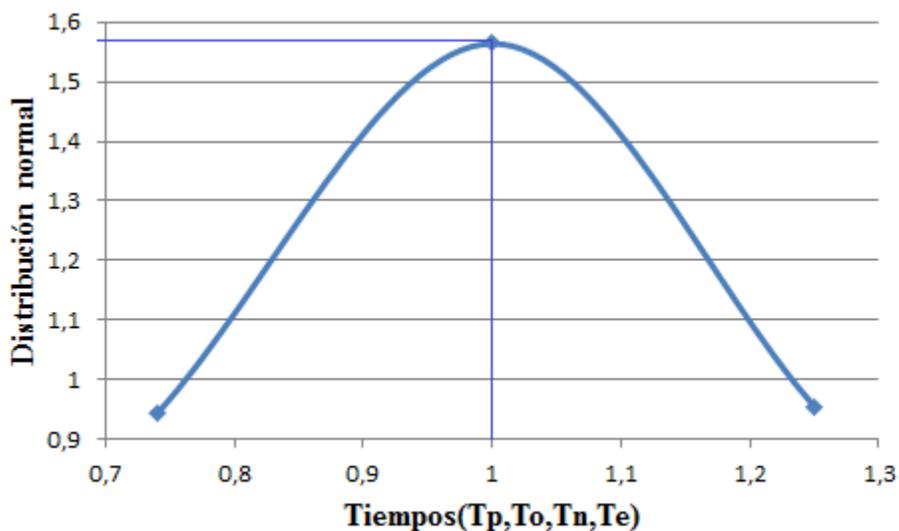
$$0.845 > X \leq 1.12$$

$$1.115 > X \leq 1.250$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1h$$

**Pe (m3/h)**

**1.001669449**



**Figura 24.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto  
Fuente: Autores 2018.

**Tabla 43.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 3000 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,99666667
Error Estándar	0,14723375
Mediana	1
Desvío Estándar	0,25501634
Varianza de la muestra	0,06503333
Asimetría/Sesgo	-0,0588097
Rango	0,51
Mínimo	0,74
Máximo	1,25
Suma	2,99
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

**Concreto 2500 PSI mezcladora de 1 bulto**

**Cuadrilla 1:3**

**Tabla 44.**

*Tiempos elaboración de concreto 3000PSI, mezcladora de 1 bulto, Cuadrilla 1:3*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.26	OPTIMISTA	0.26	0.26
PROMEDIO	0.31	NORMAL	0.31	0.31
MAYOR	0.36	PESIMISTA	0.36	0.36

Fuente: Autores 2018.

$$0.26 \leq X \leq 0.285$$

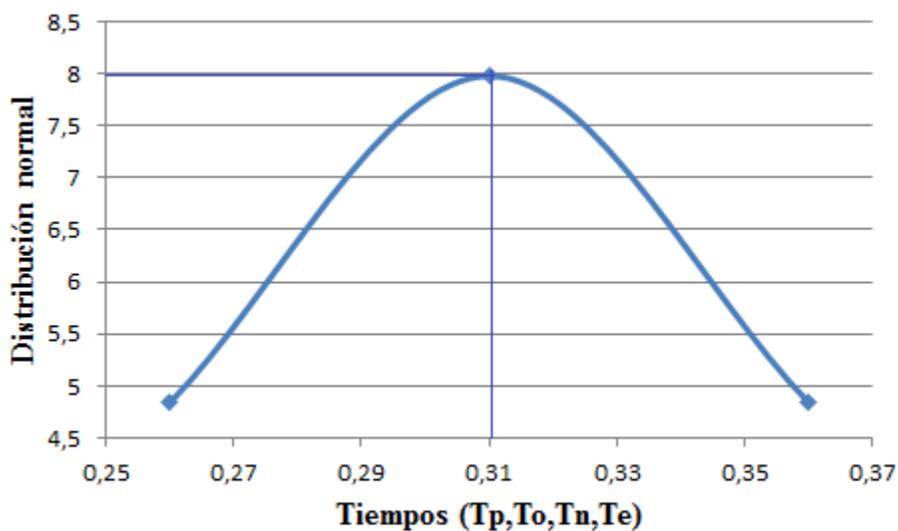
$$0.285 > X \leq 0.335$$

$$0.335 > X \leq 0.360$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.31 h$$

Pe (m3/hH) 40% Pe

0.806451613 0.322580645



**Figura 25.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 45.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,31
Error Estándar	0,028867513
Mediana	0,31
Desvío Estándar	0,05
Varianza de la muestra	0,0025
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,1
Mínimo	0,26
Máximo	0,36
Suma	0,93
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Concreto 2500 PSI mezcladora de ½ bulto

#### Cuadrilla 1:3

**Tabla 46.**

*Tiempos elaboración de concreto 2500PSI, mezcladora de 1/2 bulto, Cuadrilla 1:3*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.38	OPTIMISTA	0.38	0.38
PROMEDIO	0.395	NORMAL	0.395	0.395
MAYOR	0.41	PESIMISTA	0.41	0.41

Fuente: Autores 2018.

$$0.38 \leq X \leq 0.388$$

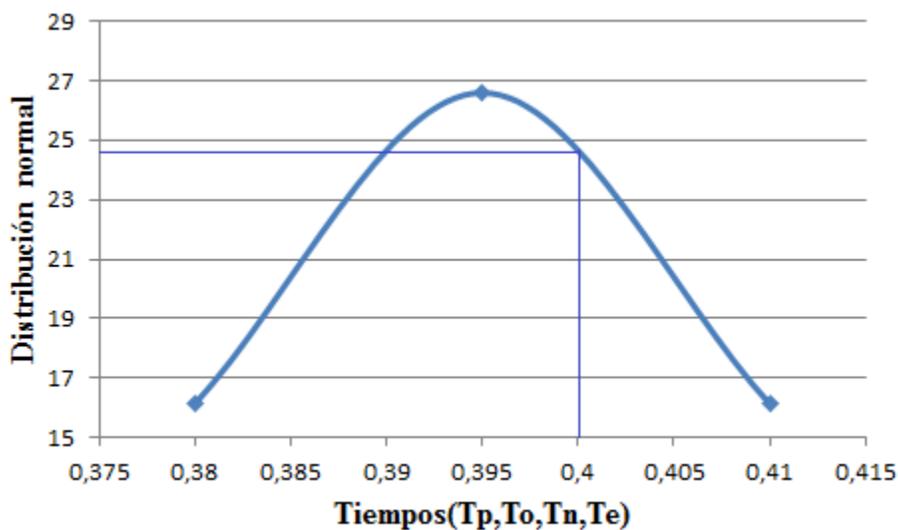
$$0.3875 > X \leq 0.403$$

$$0.4025 > X \leq 0.410$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6} = 0.40 \text{ h}$$

Pe (m3/hH) 40% Pe

0.632911392 0.253164557



**Figura 26.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 47.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, cuadrilla 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,395
Error Estándar	0,008660254
Mediana	0,395
Desvío Estándar	0,015
Varianza de la muestra	0,000225
Asimetría/Sesgo	-1,64868E-14

Rango	0,03
Mínimo	0,38
Máximo	0,41
Suma	1,185
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Equipo 1 bulto

**Tabla 48.**

*Tiempos elaboración de concreto 2500PSI, mezcladora de 1 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.26	OPTIMISTA	0.26	0.26
PROMEDIO	0.31	NORMAL	0.31	0.31
MAYOR	0.36	PESIMISTA	0.36	0.36

Fuente: Autores 2018.

$$0.26 \leq X \leq 0.285$$

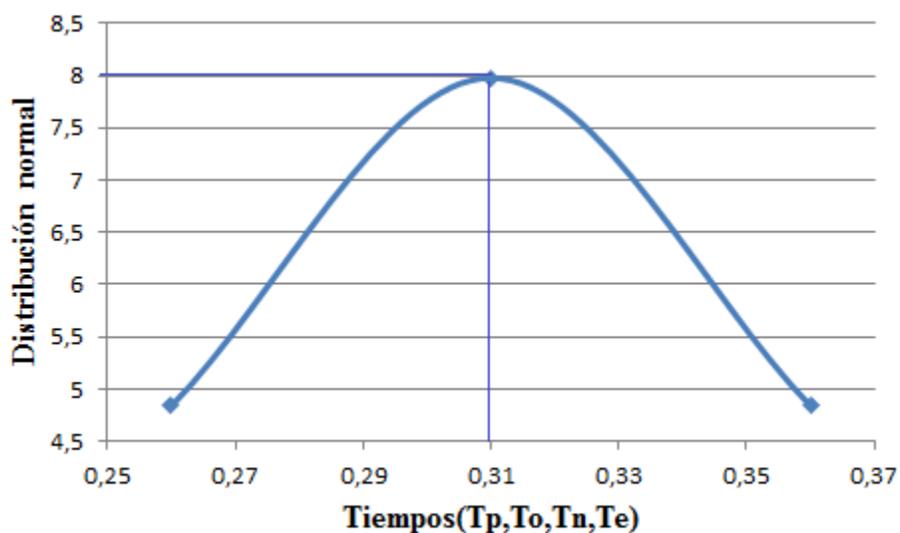
$$0.285 > X \leq 0.34$$

$$0.335 > X \leq 0.360$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.31 h$$

**Pe (m3/hH)**

**3.225806452**



**Figura 27.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores, 2018.

**Tabla 49.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,31
Error Estándar	0,0288675
Mediana	0,31
Desvío Estándar	0,05
Varianza de la muestra	0,0025
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,1
Mínimo	0,26
Máximo	0,36
Suma	0,93
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Equipo ½ bulto

**Tabla 50.**

*Tiempos elaboración de concreto 2500PSI, mezcladora de 1/2 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.38	OPTIMISTA	0.38	0.38
PROMEDIO	0.395	NORMAL	0.395	0.395
MAYOR	0.41	PESIMISTA	0.41	0.41

Fuente: Autores 2018.

$$0.38 \leq X \leq 0.388$$

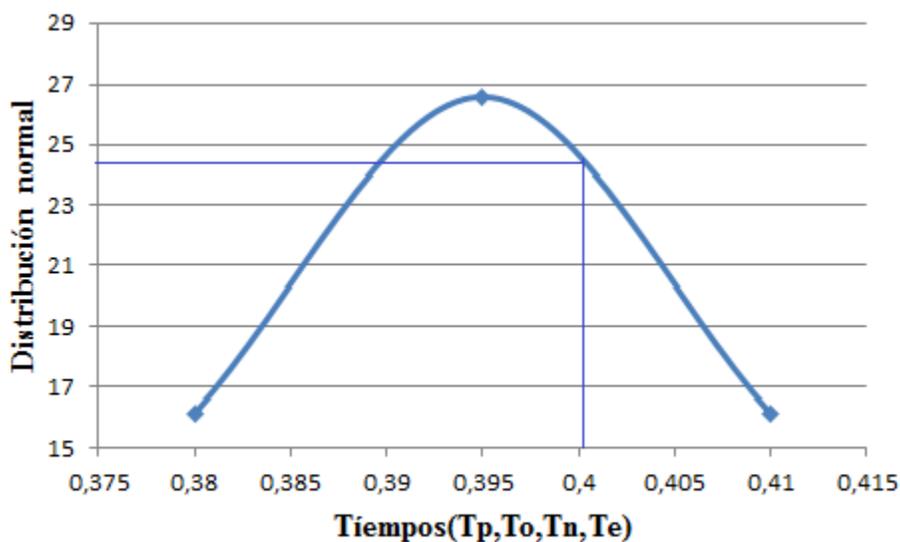
$$0.3875 > X \leq 0.40$$

$$0.4025 > X \leq 0.410$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.40 h$$

Pe (m3/hH)

2.53164557



**Figura 28.** Distribución normal de tiempo para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 51.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un concreto de 2500 PSI, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	valor
Media	0,395
Error Estándar	0,00866025
Mediana	0,395
Desvío Estándar	0,015
Varianza de la muestra	0,000225
Asimetría/Sesgo	-1,649E-14
Rango	0,03
Mínimo	0,38
Máximo	0,41
Suma	1,185
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### **Mortero 1:2 mezcladora de 1 bulto**

#### **Cuadrilla 0:1**

**Tabla 52.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1 bulto, cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.31	OPTIMISTA	1.31	1.33
PROMEDIO	1.42	NORMAL	1.44	1.44

Fuente: Autores 2018.

$$1.31 \leq X \leq 1.365$$

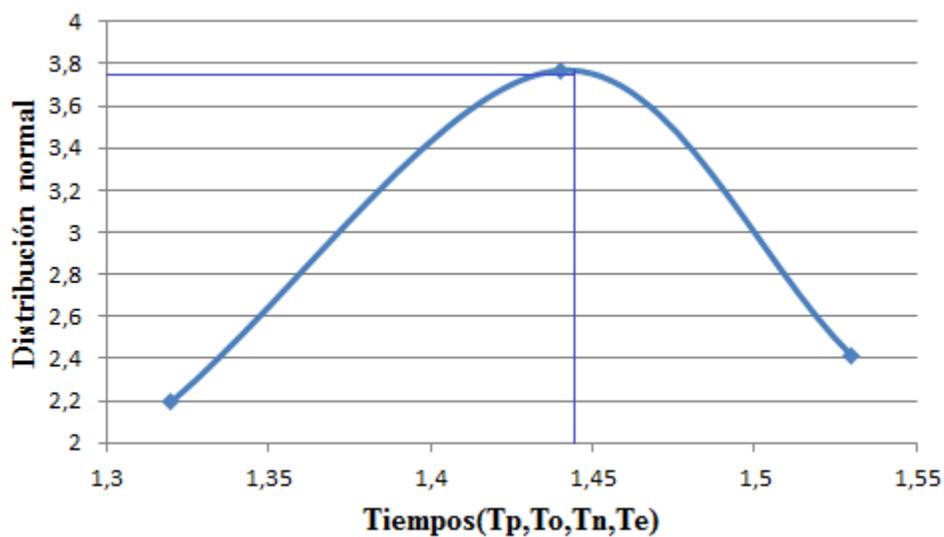
$$1.365 > X \leq 1.475$$

$$1.475 > X \leq 1.530$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1.44 \text{ h}$$

**Pe (m<sup>3</sup>/hH)      40% Pe**

**0.696864111      0.278745645**



**Figura 29.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 53.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,43
Error Estándar	0,06082763
Mediana	1,44

Desvío Estándar	0,10535654
Varianza de la muestra	0,0111
Asimetría/Sesgo	-0,4232732
Rango	0,21
Mínimo	1,32
Máximo	1,53
Suma	4,29
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Cuadrilla 0:1 mezcladora ½ bulto

**Tabla 54.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.72	OPTIMISTA	1.72	1.72
PROMEDIO	1.805	NORMAL	1.805	1.805
MAYOR	1.89	PESIMISTA	1.89	1.89

Fuente: Autores 2018.

$$1.72 \leq X \leq 1.763$$

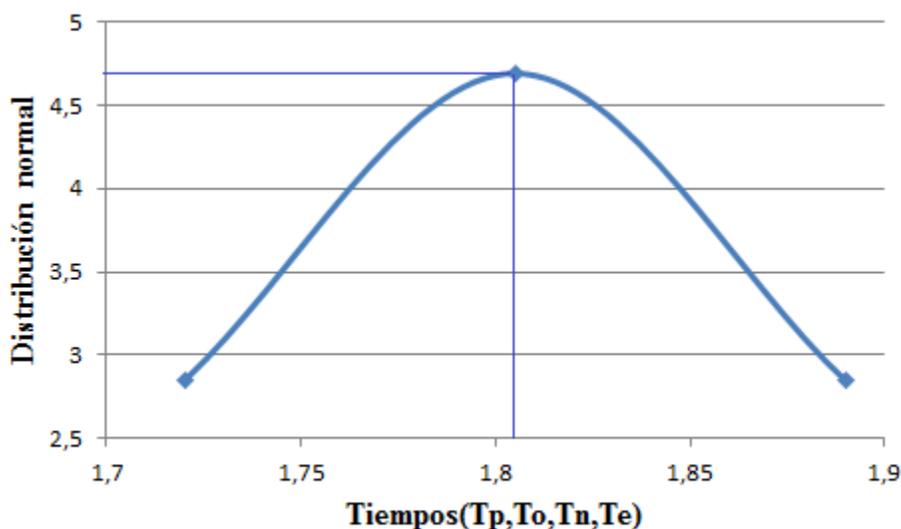
$$1.7625 > X \leq 1.848$$

$$1.8475 > X \leq 1.890$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4tn + tp)}{6} = 1.44 h$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe**

**0.55401662 0.221606648**



**Figura 30.**Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores

**Tabla 55.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,805
Error Estándar	0,04907477
Mediana	1,805
Desvío Estándar	0,085
Varianza de la muestra	0,007225
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,17
Mínimo	1,72
Máximo	1,89
Suma	5,415
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

## Equipo mezcladora de 1 bulto

**Tabla 56.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.3	OPTIMISTA	1.33	1.33
PROMEDIO	1.415	NORMAL	1.44	1.44
MAYOR	1.53	PESIMISTA	1.53	0.77

Fuente: Autores 2018.

$$1.3 \leq X \leq 1.358$$

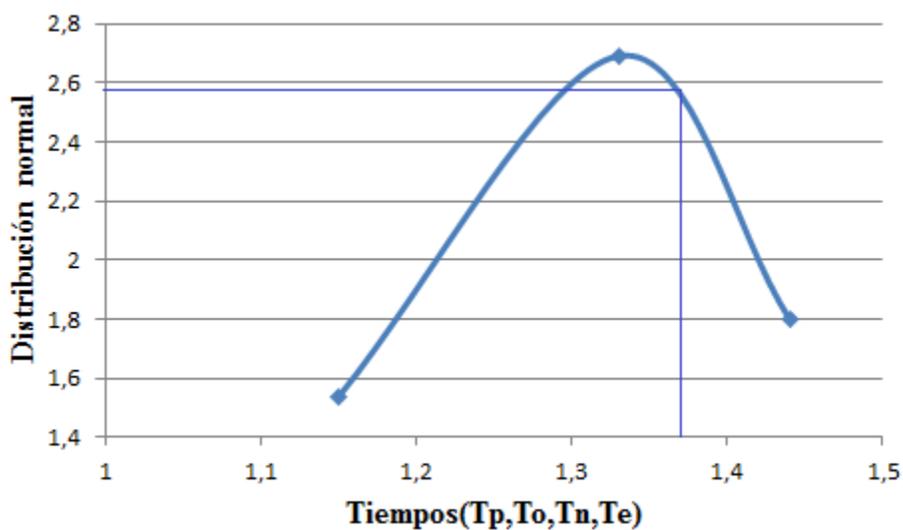
$$1.3575 > X \leq 1.47$$

$$1.4725 > X \leq 1.530$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1.37 h$$

**Pe (m3/h)**

**0.72815534**



**Figura 31.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 57.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,30666667
Error Estándar	0,08452482
Mediana	1,33
Desvío Estándar	0,14640128
Varianza de la muestra	0,02143333
Asimetría/Sesgo	-0,6989885
Rango	0,29
Mínimo	1,15
Máximo	1,44
Suma	3,92
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Equipo mezcladora de ½ bulto

**Tabla 58.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:2, mezcladora de 1/2 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.72	OPTIMISTA	1.72	1.72
PROMEDIO	1.805	NORMAL	1.805	1.805
MAYOR	1.89	PESIMISTA	1.89	1.89

Fuente: Autores 2018.

$$1.72 \leq X \leq 1.763$$

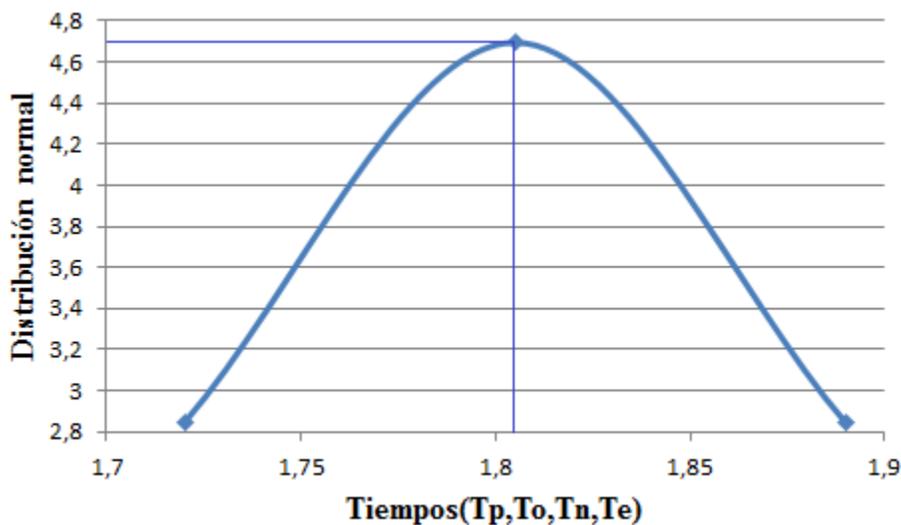
$$1.7625 > X \leq 1.85$$

$$1.8475 > X \leq 1.890$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1.81 h$$

Pe (m<sup>3</sup>/h)

0.55401662



**Figura 32.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:2, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 59.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:2, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,805
Error Estándar	0,04907477
Mediana	1,805
Desvío Estándar	0,085
Varianza de la muestra	0,007225
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,17
Mínimo	1,72
Máximo	1,89
Suma	5,415
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### Mortero 1:3 mezcladora de 1 bulto

#### Cuadrilla 0:1

#### Tabla 60.

*Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1 bulto, cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.16	OPTIMISTA	1.16	1.16
PROMEDIO	1.215	NORMAL	1.215	1.215
MAYOR	1.27	PESIMISTA	1.25	1.27

Fuente: Autores 2018.

$$1.16 \leq X \leq 1.188$$

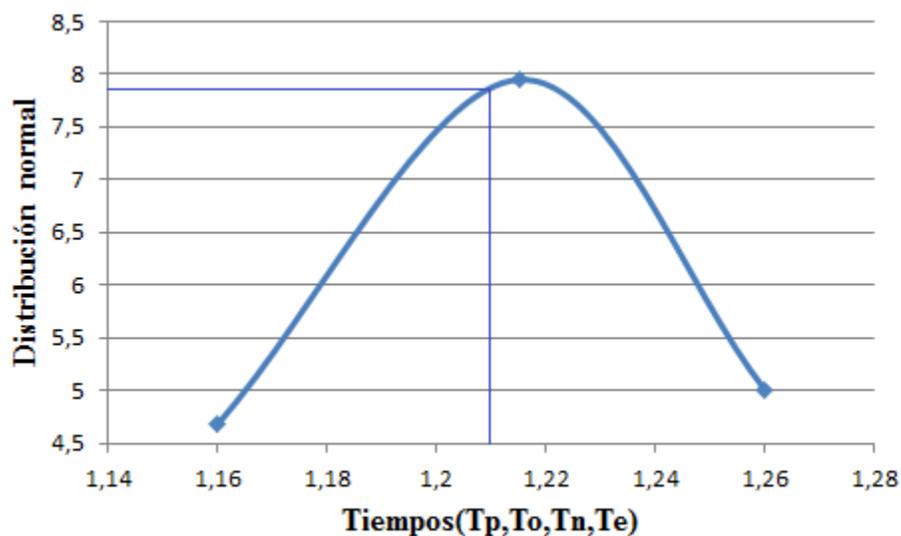
$$1.1875 > X \leq 1.243$$

$$1.2425 > X \leq 1.270$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4tn + tp)}{6} = 1.21 h$$

Pe (m<sup>3</sup>/hH) 40% Pe

0.824175824 0.32967033



**Figura 33.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:3, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 61.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:3, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,21166667
Error Estándar	0,02891559
Mediana	1,215
Desvío Estándar	0,05008326
Varianza de la muestra	0,00250833
Asimetría/Sesgo	-
	0,29817455
Rango	0,1
Mínimo	1,16
Máximo	1,26
Suma	3,635
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

**Mortero 1:3 mezcladora de 1/2 bulto****Cuadrilla 0:1****Tabla 62.***Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1	OPTIMISTA	1	1
PROMEDIO	1	NORMAL	1	1
MAYOR	1	PESIMISTA	1	1

Fuente: Autores 2018.

$$1 \leq X \leq 1.000$$

$$1 > X \leq 1.000$$

$$1 > X \leq 1.000$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4tn + tp)}{6} = 1 \text{ h}$$

**Pe (m3/hH) 40% Pe****1 0.4****Cuadrilla 1:1****Tabla 63.***Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 1:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.14	OPTIMISTA	1.14	1.14

PROMEDIO	1.14	NORMAL	1.14	1.14
MAYOR	1.14	PESIMISTA	1.14	1.14

Fuente: Autores 2018.

$$1.14 \leq X \leq 1.140$$

$$1.14 > X \leq 1.140$$

$$1.14 > X \leq 1.140$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6} = 1.14 \text{ h}$$

$$P_e \text{ (m}^3\text{/hH)} \quad 40\% P_e$$

$$0.438596491 \quad 0.175438596$$

### Equipo mezcladora de 1 bulo

**Tabla 64.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1 bulo*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.16	OPTIMISTA	1.16	0.98
PROMEDIO	1.21	NORMAL	1.223	1.223
MAYOR	1.26	PESIMISTA	1.25	1.255

Fuente: Autores 2018.

$$1.16 \leq X \leq 1.185$$

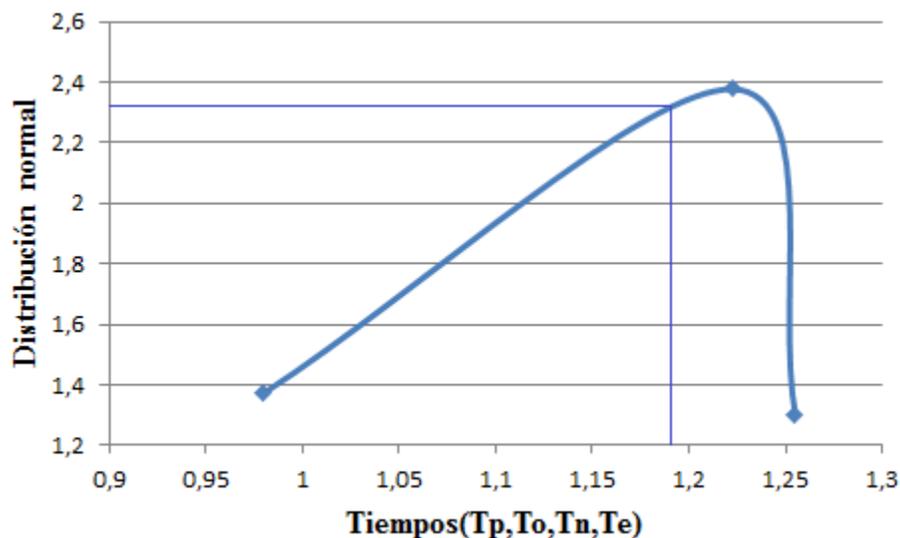
$$1.185 > X \leq 1.24$$

$$1.235 > X \leq 1.260$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6} = 1.19 \text{ h}$$

$$P_e \text{ (m}^3\text{/h)}$$

0.841868949



**Figura 34.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:3, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 65.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:3, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,15266667
Error Estándar	0,08682614
Mediana	1,223
Desvío Estándar	0,15038728
Varianza de la muestra	0,02261633
Asimetría/Sesgo	-1,6442432
Rango	0,275
Mínimo	0,98
Máximo	1,255
Suma	3,458
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

## Equipo mezcladora de 1/2 bulto

**Tabla 66.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:3, mezcladora de 1/2 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1	OPTIMISTA	1	1
PROMEDIO	1.07	NORMAL	1.07	1.07
MAYOR	1.14	PESIMISTA	1.14	1.14

Fuente: Autores 2018.

$$1 \leq X \leq 1.035$$

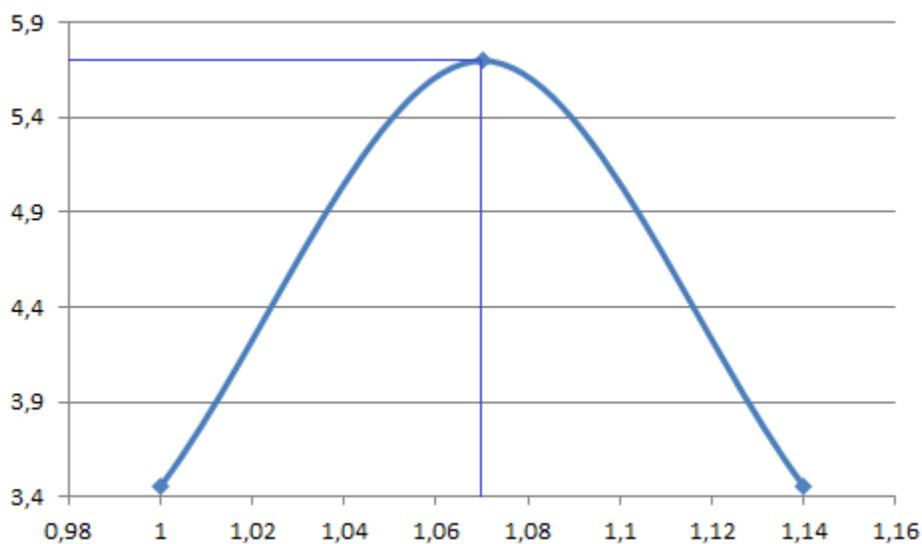
$$1.035 > X \leq 1.11$$

$$1.105 > X \leq 1.140$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 1.07h$$

Pe (m3/h)

**0.934579439**



**Figura 35.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 67.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:3, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,07
Error Estándar	0,04041452
Mediana	1,07
Desvío Estándar	0,07
Varianza de la muestra	0,0049
Asimetría/Sesgo	-1,399E-14
Rango	0,14
Mínimo	1
Máximo	1,14
Suma	3,21
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### **Mortero 1:4 mezcladora de 1 bulto**

#### **Cuadrilla 0:1**

**Tabla 68.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1 bulto, cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1	OPTIMISTA	1	1
PROMEDIO	1.015	NORMAL	1.01	1.01
MAYOR	1.03	PESIMISTA	1.03	1.03

Fuente: Autores 2018.

$$1 \leq X \leq 1.008$$

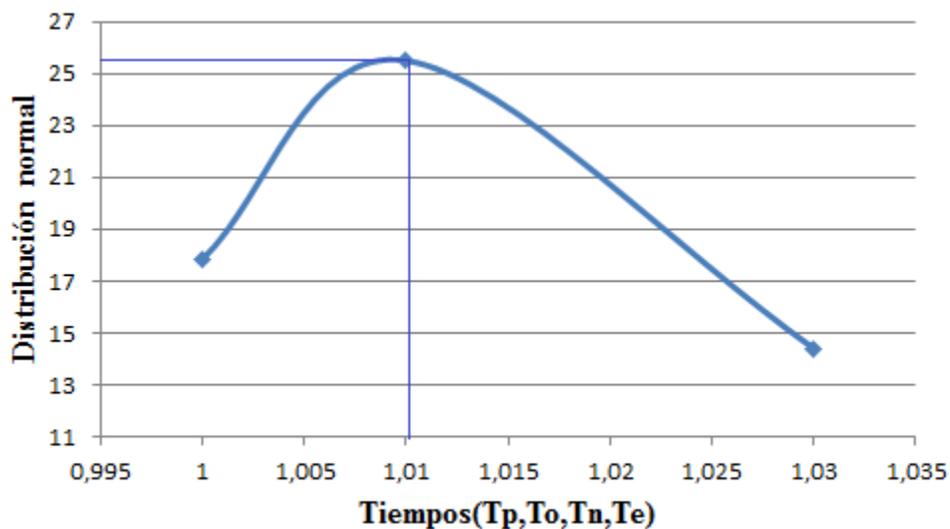
$$1.0075 > X \leq 1.023$$

$$1.0225 > X \leq 1.030$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4t_n + t_p)}{6} = 1.01h$$

Pe (m<sup>3</sup>/hH)      40% Pe

0.988467875      0.39538715



**Figura 36.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 69.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,01333333
Error Estándar	0,00881917
Mediana	1,01
Desvío Estándar	0,01527525
Varianza de la muestra	0,00023333
Asimetría/Sesgo	0,93521953
Rango	0,03
Mínimo	1

Máximo	1,03
Suma	3,04
Cuenta	3

---

Fuente: Autores 2018.

### Mortero 1:4 mezcladora de 1/2 bulto

#### Cuadrilla 0:1

#### Tabla 70.

*Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1/2 bulto, cuadrilla 0:1*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	1.03	OPTIMISTA	1.03	1.03
PROMEDIO	1.085	NORMAL	1.085	1.085
MAYOR	1.14	PESIMISTA	1.14	1.14

Fuente: Autores 2018.

$$1.03 \leq X \leq 1.058$$

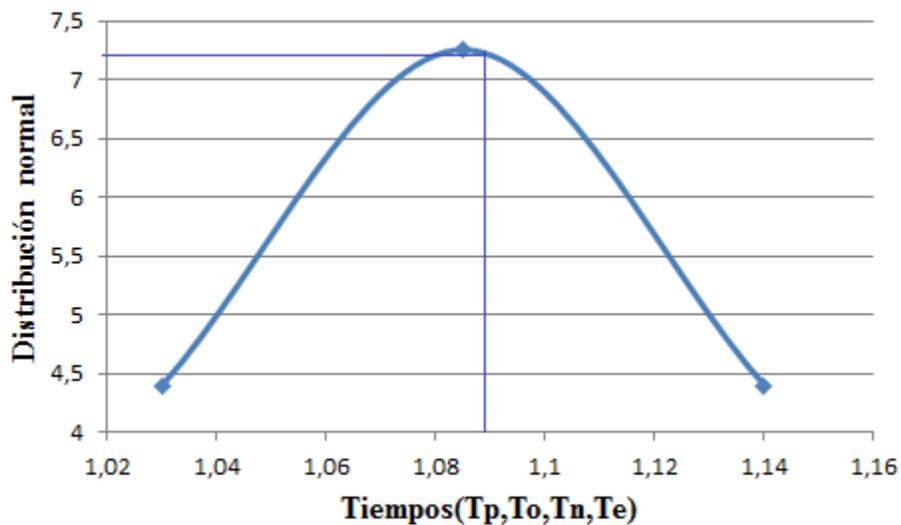
$$1.0575 > X \leq 1.113$$

$$1.1125 > X \leq 1.140$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4tn + tp)}{6} = 1.09 h$$

$$P_e \text{ (m}^3\text{/hH)} \quad 40\% P_e$$

$$0.921658986 \quad 0.368663594$$



**Figura 37.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 71.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, cuadrilla 0:1, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,085
Error Estándar	0,03175426
Mediana	1,085
Desvío Estándar	0,055
Varianza de la muestra	0,003025
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,11
Mínimo	1,03
Máximo	1,14
Suma	3,255
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

**Equipo mezcladora de 1 bulto**

**Tabla 72.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	h	h
MENOR	0.79	OPTIMISTA	0.79	0.82
PROMEDIO	0.9	NORMAL	0.856	0.82
MAYOR	1.01	PESIMISTA	1.01	0.8175
				0.856
				1.0

Fuente: Autores 2018.

$$0.79 \leq X \leq 0.845$$

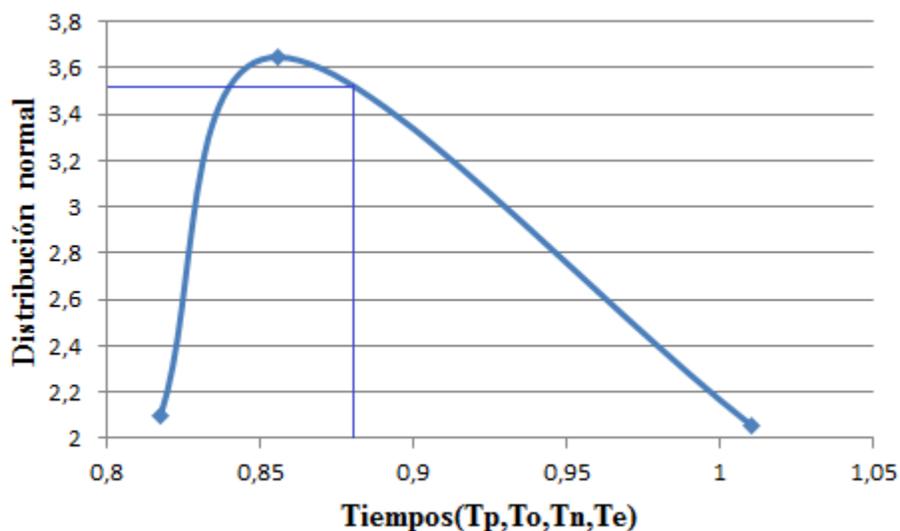
$$0.845 > X \leq 0.96$$

$$0.955 > X \leq 1.010$$

$$Te = \frac{(To + 4tn + tp)}{6} = 0.88 h$$

Pe (m3/h)

1.142530706



**Figura 38.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, Mezcladora de 1 bulto

Fuente: Autores

**Tabla 73.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, Mezcladora de 1 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	0,8945
Error Estándar	0,05880972
Mediana	0,856
Desvío Estándar	0,10186143
Varianza de la muestra	0,01037575
Asimetría/Sesgo	1,45786297
Rango	0,1925
Mínimo	0,8175
Máximo	1,01
Suma	2,6835
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

### **Equipo mezcladora de 1 bulto**

**Tabla 74.**

*Tiempos elaboración de mortero 1:4, mezcladora de 1 bulto*

Tiempo	h	Tiempo	M3/h	M3/Hh
MENOR	1.03	OPTIMISTA	1.03	1.03
PROMEDIO	1.085	NORMAL	1.085	1.085
MAYOR	1.14	PESIMISTA	1.14	1.14

Fuente: Autores 2018.

$$1.03 \leq X \leq 1.058$$

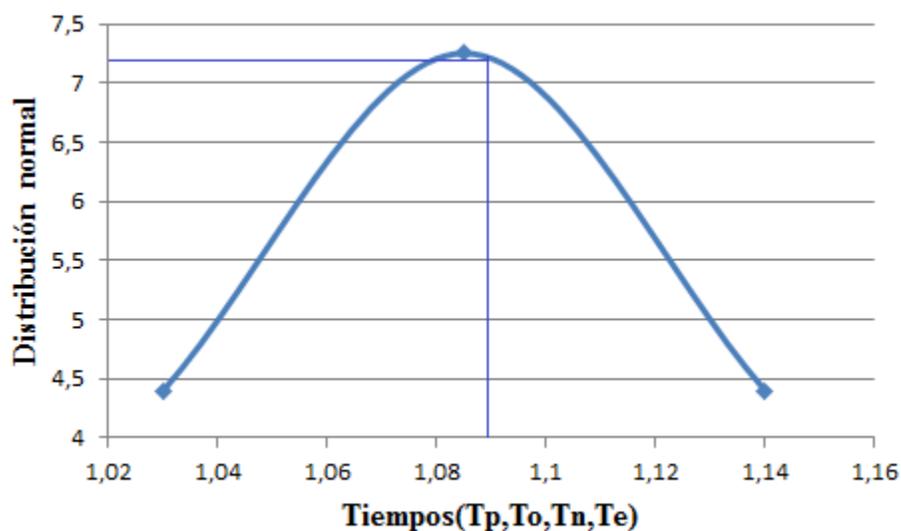
$$1.0575 > X \leq 1.11$$

$$1.1125 > X \leq 1.140$$

$$T_e = \frac{(T_o + 4tn + tp)}{6} = 1.09 h$$

**Pe (m3/h)**

**0.921658986**



**Figura 39.** Distribución normal de tiempo para un mortero 1:4, Mezcladora de 1/2 bulto

Fuente: Autores 2018.

**Tabla 75.**

*Medidas descriptivas de los tiempos para un mortero 1:4, Mezcladora de 1/2 bulto*

Medida descriptiva	Valor
Media	1,085
Error Estándar	0,03175426
Mediana	1,085
Desvío Estándar	0,055
Varianza de la muestra	0,003025
Asimetría/Sesgo	0
Rango	0,11
Mínimo	1,03
Máximo	1,14
Suma	3,255
Cuenta	3

Fuente: Autores 2018.

Asimismo, para la productividad del equipo se tuvieron en cuenta los tiempos ociosos y contributivos tanto en el proceso de elaboración de concreto como en el de mortero, presentándose así los porcentajes de cada uno en dichos procesos en la tabla 77.

**Tabla 76.**

*Porcentajes de tiempos ociosos y contributivos del equipo*

Obra	Tipo muestra	Capacidad	Dosificación	MDO	Rendimiento Equipo	%Tiempo Ocioso (Equipo)	%Tiempo contributivo (Equipo)
1ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	4	1,87	9,49	90,51
2ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	4	1,78	13,35	86,65
2ob	mortero	1 Bulto	1:3	1	0,87	17,67	82,33
		1 Bulto	1:3		0,85	18,00	82,00
		1 Bulto	1:3		0,87	12,57	87,43
3ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	3	3,04	25,45	74,55
		1 Bulto	1:2:3		2,80	4,17	95,83
		1 Bulto	1:2:3		2,32	11,69	88,31
4ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	1	1,41	8,87	91,13
4ob	mortero	1 Bulto	1:4	1	1,00	7,90	92,10
		1 Bulto	1:4		0,99	7,60	92,40
		1 Bulto	1:4		0,97	8,18	91,82
5ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	2	1,33	17,67	82,33
6ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	6	2,50	40,00	60,00
		1 Bulto	1:2:2		3,30	33,00	67,00
		1 Bulto	1:2:2		3,50	30,69	69,31
7ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	2	1,38	9,88	90,13
7ob	mortero	1 Bulto	1:4		1,12	5,25	94,75
		1 Bulto	1:4		1,30	3,87	96,10
		1 Bulto	1:4	2	1,22	4,60	95,40
8ob	mortero	1/2 Bulto	1:2:2	1	1,00	18,00	82,00
8ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	5	3,10	25,45	74,55
		1 Bulto	1:2:2		2,40	17,42	82,58
		1 Bulto	1:2:2		2,80	21,69	78,31
9ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	2	1,40	22,54	77,46

10ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	5	3,02	11,21	88,79
		1 Bulto	1:2:2		2,37	26,19	73,81
		1 Bulto	1:2:2		2,75	24,17	75,83
11ob	Concreto	1 Bulto	1:2:2	6	2,94	8,82	91,18
		1 Bulto	1:2:2		2,90	10,59	89,41
		1 Bulto	1:2:2		2,87	12,57	87,43
12ob	mortero	1/2 Bulto	1:3	1	0,88	6,67	93,33
12ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	5	3,40	17,67	82,33
		1 Bulto	1:2:3		3,10	18,00	82,00
		1 Bulto	1:2:3		3,00	15,53	84,47
13ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	5	2,75	6,39	93,61
		1 Bulto	1:2:3		2,89	4,29	95,71
		1 Bulto	1:2:3		2,76	4,57	98,29
14ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	3	1,86	35,19	64,81
		1 Bulto	1:2:3		2,15	25,53	74,47
		1 Bulto	1:2:3		2,10	22,92	77,08
14ob	mortero	1 Bulto	1:4	2	0,60	4,83	95,17
		1 Bulto	1:4		0,64	2,75	97,25
		1 Bulto	1:4		0,59	3,07	96,93
14ob	mortero	1/2 Bulto	1:4	1	0,97	3,87	96,10
15ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	1,57	5,31	94,69
		1 Bulto	1:2:2		1,61	3,87	96,13
		1 Bulto	1:2:2		1,88	4,53	95,47
16ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	3	1,07	23,66	76,34
		1 Bulto	1:2:2		1,12	20,00	80,00
		1 Bulto	1:2:2		1,07	20,43	79,57
17ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	2,05	22,45	77,55
		1 Bulto	1:2:2		2,07	27,08	72,92
		1 Bulto	1:2:2		2,15	27,66	72,34
18ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:3	1	0,92	10,09	89,91
19ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:3	3	1,30	10,91	89,09
20ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	4	2,70	4,47	95,53
		1 Bulto	1:2:3		3,00	4,47	95,53
		1 Bulto	1:2:3		2,80	2,75	97,25
20ob	mortero	1/2 Bulto	1:4	1	0,88	5,07	94,93
21ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	5	3,41	7,59	92,41
		1 Bulto	1:2:3		3,11	7,50	92,50
		1 Bulto	1:2:3		3,02	6,97	93,03
22ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	5	4,95	7,00	93,00
		1 Bulto	1:2:2		4,86	7,62	92,38

		1 Bulto	1:2:2		4,79	7,14	92,86
23ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	3	1,12	23,60	76,40
24ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:3	2	1,40	5,07	94,93
25ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	3,68	3,07	96,93
		1 Bulto	1:2:2		3,30	7,33	92,67
		1 Bulto	1:2:2		3,50	4,83	95,17
25ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	2	1,10	10,00	90,00
25ob	mortero	1 Bulto	1:4	2	1,30	2,45	97,55
		1 Bulto	1:4		1,20	7,08	92,92
		1 Bulto	1:4		1,30	3,00	97,00
26ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	1,48	28,36	71,64
		1 Bulto	1:2:2		1,64	27,87	72,13
		1 Bulto	1:2:2		1,60	27,42	72,58
26ob	mortero	1 Bulto	1:3	1	0,80	7,50	92,50
		1 Bulto	1:3		0,81	6,97	93,03
		1 Bulto	1:3		0,79	7,00	93,00
27ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	2	1,55	32,81	67,19
		1 Bulto	1:2:3		1,67	31,67	68,33
		1 Bulto	1:2:3		1,80	27,27	72,73
27ob	mortero	1 Bulto	1:3	1	0,79	4,07	95,93
		1 Bulto	1:3		0,81	3,87	96,10
		1 Bulto	1:3		0,78	5,31	94,69
28ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	3	1,73	12,07	87,93
29ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	5	1,60	33,33	66,67
		1 Bulto	1:2:3		1,66	33,33	66,67
		1 Bulto	1:2:3		1,74	29,82	70,18
29ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:3	2	0,80	7,87	92,13
29ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:4	4	2,63	4,00	96,00
30ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:2	2	0,89	19,64	80,36
30ob	mortero	1 Bulto	1:2	1	0,75	6,31	93,69
		1 Bulto	1:2		0,77	4,87	95,13
		1 Bulto	1:2		0,73	5,53	94,47
31ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	3	1,90	5,07	94,93
		1 Bulto	1:2:3		2,00	8,00	92,00
		1 Bulto	1:2:3		2,10	7,45	92,55
32ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	1,07	32,33	67,67
		1 Bulto	1:2:2		1,20	30,33	69,67
		1 Bulto	1:2:2		1,07	29,82	70,18
33ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	1,57	3,07	96,93
		1 Bulto	1:2:2		1,78	7,33	92,67

		1 Bulto	1:2:2		1,88	4,83	95,17
33ob	mortero	1 Bulto	1:2	1	0,65	10,43	89,57
		1 Bulto	1:2		0,68	12,94	87,06
		1 Bulto	1:2		0,63	9,53	90,47
34ob	mortero	1 Bulto	1:2:3	2	1,06	18,82	81,18
		1 Bulto	1:2:3		1,30	13,45	86,55
		1 Bulto	1:2:3		1,20	17,63	82,37
35ob	concreto	1 Bulto	1:2:3	4	3,40	6,07	93,93
		1 Bulto	1:2:3		3,00	9,00	91,00
		1 Bulto	1:2:3		3,00	7,45	92,55
36ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	4	2,05	7,59	92,41
		1 Bulto	1:2:2		2,10	7,50	92,50
		1 Bulto	1:2:2		2,15	6,97	93,03
36ob	mortero	1/2 Bulto	1:2	1	0,53	29,00	71,00
37ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	5	3,05	27,87	72,13
		1 Bulto	1:2:2		2,40	27,45	72,55
		1 Bulto	1:2:2		2,78	4,07	95,93
38ob	concreto	1 Bulto	1:2:2	6	2,50	3,87	96,10
		1 Bulto	1:2:2		3,20	5,31	94,69
		1 Bulto	1:2:2		3,50	8,82	91,18
38ob	mortero	1 Bulto	1:2	1	0,78	10,59	89,41
		1 Bulto	1:2		0,79	12,57	87,43
		1 Bulto	1:2		0,73	14,35	85,65
39ob	concreto	1/2 Bulto	1:2:4	4	2,44	17,67	82,33
39ob	concreto	1 Bulto	1:2:4		3,98	20,00	80,00
		1 Bulto	1:2:4		3,85	18,82	81,18
		1 Bulto	1:2:4	4	3,87	10,43	89,57
40ob	concreto	1 Bulto	1:2:4		2,70	12,94	87,06
		1 Bulto	1:2:4		2,81	10,53	89,47
		1 Bulto	1:2:4	4	2,80	8,36	91,64
40ob	mortero	1 Bulto	1:2	1	0,68	27,87	72,13
		1 Bulto	1:2		0,71	27,42	72,58
		1 Bulto	1:2		0,69	29,82	70,18
40ob	mortero	1/2 Bulto	1:2	1	0,58	12,07	87,93

---

Fuente: Autores, 2018

Como se puede observar en la anterior tabla, en todas las obras de estudio se presentó tiempos ociosos, que representa en promedio el 13,85% del tiempo total de todo el ciclo de elaboración de concreto y mortero para el equipo.

#### **4.3 Elaboración de una matriz comparativa de los datos de productividad obtenidos con los datos de estándares regionales y nacionales para elaboración de concretos y morteros.**

La Estimación de las productividades en la elaboración de concretos y morteros que se obtuvo como resultado de todo el proceso de análisis e investigación, para las obras en la ciudad de Ocaña, norte de Santander se muestra a continuación, y se compara con datos nacionales como: la plataforma *Construdata* que integra información y herramientas para planeación, de obras de ingeniería en las principales ciudades del país, la revista *Construprecios* la cual suministra el Informe de los Precios y rendimientos de Construcción a nivel regional en ciudades como Cúcuta y Bucaramanga, a nivel local se logró alimentar una base de datos de estimación de análisis precios unitarios de diferentes profesionales dedicados a la construcción, que permitió así obtener el dato de las productividades con las que se están realizando dichos análisis en la ciudad .

A continuación se describen cada uno de las tablas comparativas para las diferentes cuadrillas (personal) para elaboración de concreto y morteros y de igual manera los comparativos para el equipo.

### 4.3.1. Concretos.

A continuación, se presentarán las matrices comparativas de la productividad del equipo y la mano de obra para la elaboración de concreto, con mezcladora de capacidad de un bulto y medio bulto.

**Tabla 77.**

*Matriz comparativa productividad de cuadrillas, en la elaboración de concretos (Equipo de 1 bulto)*

CONCRETOS	Personal	Und	NACIONAL				REGIONAL			LOCAL		
			Resistencia	cuadrilla	Bogotá	Cali	B/quilla	Medellín	Cúcuta	Bu/amaga	Ocaña	Estudio productividad teórica (Ocaña)
<b>1 B U L T O</b>	<b>2500 PSI</b>	1:3	M3/ hH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.81	0.32
		1:1*	M3/ hH	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.84	0.33
	<b>3000 PSI</b>	1:2	M3/ hH	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.76	0.30
		1:3	M3/ hH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.68	0.27
	<b>3500 PSI</b>	1:4*	M3/ hH	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.47	0.19
		1:2	M3/ hH	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.36	0.15
		1:3	M3/ hH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.52	0.21
		1:4*	M3/ hH	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.69	0.28

	1:5	M3/ hH	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.50	0.20
--	-----	-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Autores, 2018

**Tabla 78.**

*Matriz comparativa productividad de cuadrillas en la elaboración de concretos (equipo de 1/2 bulto)*

CONCRETOS		Personal cuadrilla	Und	NACIONAL				REGIONAL			LOCAL	
Resistencia				Bogotá	Cali	B/anquilla	Medellín	Cúcuta	Bu/amaga	Ocaña	Estudio productividad teorica (ocaña)	Estudio productividad real (ocaña)
<b>½ B U L T O</b>	<b>2500 psi</b>	1:3	m3/ hH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.63	0.25
		0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1	0.92	0.37
	<b>3000 psi</b>	1:1	m3/ hH	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.69	0.28
		1:2	m3/ hH	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.43	0.17
		0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1	0.71	0.28
	<b>3500 psi</b>	1:1	m3/ hH	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.58	0.23
		1:2	m3/ hH	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.45	0.18
		1:3	m3/ hH	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.46	0.18

Fuente: Autores, 2018.

Como se pudo apreciar en las tabla 78 y tabla 79, mediante un análisis a la plataforma **construdata** y la revista **constuprecios**, para las diferentes ciudades en las cuales se describen sus estimaciones de productividad ( Bogotá ,Cali, Barranquilla, Medellín, Bucaramanga y Cúcuta),ellos coinciden en calcular dichas productividades bajo la hipótesis de que el *TIEMPO* para la elaboración de cualquier tipo de concreto, sin importar su dosificación es de 1hora, difiriendo en la productividad solamente por el número de hombres que conforman las cuadrillas de trabajo, de igual manera se calcula en los proyectos de la ciudad, ya que se utiliza estas dos bases de datos que son la fuentes de información.

En la tabla 78 para concretos elaborados en mezcladora con capacidad de 1bulto, se puede ver que la productividad en la ciudad de Ocaña es mayor que la que se maneja en los diferentes estándares nacionales y regionales puesto que en estos se sobre-estima el tiempo de elaboración, el cual en la ciudad se realiza en un menor tiempo, lo que conlleva a que la productividad en la ciudad está en promedio un **54%** por encima de los estándares.

Para los concretos elaborados con mezcladora con capacidad de ½ bulto, como se observa la tabla 79, la productividad de la ciudad comparada con los estándares se encuentra en promedio un **33%** por encima de los estándares, excepto para las cuadrillas 0:1, en la cual este tipo de formación representa valores de productividad por debajo de los estándares.

**Tabla 79.**

*Matriz comparativa productividad de mezcladoras en la elaboración de concretos*

EQUIPO		Productividad en concretos				LOCAL
(TIPO DE MOTOR )	Capacidad	UND	komax 4.2	Honda	DAEWOO	Estudio productividad real (ocaña)
<b>A.C.P.M</b>	1 Bulto	M3/h	1.7	1.6	1.8	1.65
<b>ELECTRICA</b>	1/2 Bulto	M3/h	1.2	1.3	1.2	1.10

Fuente: Autores, 2018

Como se observó en la tabla 80, para el equipo en la elaboración de concretos, la productividad está por debajo de las productividades estándares dadas por fabricantes, para la mezcladoras con capacidad de un bulto en la ciudad está un 3% por debajo, y para la mezcladora de ½ bulto un 11%.

#### 4.3.2. Morteros.

A continuación, se presentarán las matrices comparativas de la productividad del equipo y la mano de obra para la elaboración de mortero, con mezcladora de capacidad de un bulto y medio bulto.

**Tabla 80.**

*Matriz comparativa productividad de cuadrillas en la elaboración de morteros (equipo de 1 bulto*

MORTEROS dosificación	Personal cuadrilla	Und	Nacional	Regional	Local
-----------------------	--------------------	-----	----------	----------	-------

1 B U L T O											Estudio
											productividad
											real (ocaña)
	Bogotá	Cali	B/quilla	Medellín	Cúcuta	Bu/amaga	Ocaña	Teórica			
1:2	0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1	0.70	0.28
1:3	0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1	0.82	0.33
1:4	0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.40

Fuente: Autores, 2018

**Tabla 81.**

*Matriz comparativa productividad de cuadrillas en la elaboración de morteros (equipo de 1/2 bulto)*

MORTERO S dosificación	Personal cuadrilla	Und	Nacional				Regional			Local		
			Bogotá	Cali	B/quilla	Medellín	Cúcuta	Bu/amaga	Ocaña	Teórica	Estudio productivida d real (ocaña)	
1/2	1:2	0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1	0.55	0.22
1:3				1	1	1	1	1	1	1.00	0.40	
				1:1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.44	0.18
1:4				0:1	m3/ hH	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Autores, 2018

Como se pudo observar en la Tabla 81 .para morteros elaborados con mezcladora de 1 bulto los rendimientos para la mano de obra están por debajo de los estándares nacionales en promedio 16%. La productividad de la mano de obra con mezcladora de 1/2 de la tabla 82 está en promedio 22% por debajo de los estándares nacionales.

**Tabla 82.***Matriz comparativa productividad de mezcladoras en la elaboración de morteros*

EQUIPO		productividad en morteros				Local
		Komax 4.2	Honda	Daewoo	Estudio productividad real (ocaña)	
tipo de motor	Capacidad	Und				
<b>a.c.p.m</b>	1 bulto	m3/h	1.7	1.6	1.8	0.90
<b>Electrica</b>	1/2 bulto	m3/h	1.2	1.3	1.2	0.68

Fuente: Autores, 2018

Para el equipo en la elaboración de mortero de la Tabla 83 la productividad de la mezcladora de 1 bulto Diesel está un 47% por debajo de la suministrada por el fabricante, del mismo la productividad del equipo de ½ bulto eléctrica se disminuye en un 45%.

#### 4.3.3. Análisis de precios unitarios A.P.U.

Obtenidos los valores de productividad para la Ciudad de Ocaña, Norte de Santander, se procede a elaborar el análisis de precios unitarios (APU), para lo cual es necesario adquirir una base de datos de los diferentes de precios de Mano de obra, materiales y Equipos manejados en el mercado de la construcción en la Ciudad, los cuales permitan realizar un análisis de precios más acertado. Apéndice C Lista de precios de Materiales, Equipos y Mano de obra.

En las tablas 84 y 85 se pueden observar el resumen y comparativo del análisis de precios unitarios contemplando la productividad nacional, teórica y la productividad real.

El análisis de precios unitarios contemplando la productividad nacional, teórica y real se encuentra desglosado en el apéndice D, Formatos de Análisis de Precios Unitarios

**Tabla 83.***Matriz comparativa de Análisis de precios unitarios para el concreto*

Concreto	UND	Nacional		Teórica		Real	
		Valor (Equipo 1 Bulto)	Valor (Equipo 1/2 Bulto)	Valor (Equipo 1 Bulto)	Valor (Equipo 1/2 Bulto)	Valor (Equipo 1 Bulto)	Valor (Equipo 1/2 Bulto)
Concreto 2500 PSI	M3						
Cuadrilla 1:3		\$ 325.825,38	\$ 315.627,18	\$ 465.196,36	\$ 410.118,69	\$ 342.868,49	\$ 315.252,18
Concreto 3000 PSI	M3						
Cuadrilla 0:1		-	\$ 335.205,17	-	\$ 330.074,96	-	\$ 297.382,86
Cuadrilla 1:1		\$ 325.632,39	\$ 341.149,19	\$ 395.376,33	\$ 365.620,18	\$ 328.684,46	\$ 312.005,14
Cuadrilla 1:2		\$ 348.732,02	\$ 338.533,82	\$ 430.089,39	\$ 357.179,67	\$ 342.593,46	\$ 307.725,45
Cuadrilla 1:3		\$ 348.375,38	-	\$ 455.292,02	-	\$ 352.936,05	-
Cuadrilla 1:4		\$ 347.780,98	-	\$ 430.802,67	-	\$ 344.257,79	-
Concreto 3500PSI	M3						
Cuadrilla 0:1		-	\$ 360.440,17		\$ 342.827,52		\$ 317.268,25
Cuadrilla 1:1		-	\$ 365.976,09		\$ 376.062,56		\$ 330.293,63
Cuadrilla 1:2		\$ 373.967,02	\$ 363.768,82	\$ 379.240,97	\$ 386.218,84	\$ 339.297,18	\$ 334.862,54
Cuadrilla 1:3		\$ 373.610,38	\$ 363.412,18	\$ 440.583,23	\$ 415.463,41	\$ 363.192,13	\$ 345.561,77
Cuadrilla 1:4		\$ 373.015,98	-	\$ 524.037,23	-	\$ 397.310,79	-
Cuadrilla 1:5		\$ 373.848,14	-	\$ 495.030,42	-	\$ 384.471,71	-

Fuente: Autores, 2018

De la anterior matriz comparativa se pudo observar que para el concreto de 3500PSI en el equipo de 1 bulto para la cuadrilla 1:2, se presenta un aumento del 2,53% del análisis de precios con productividad teórica respecto a la nacional, lo cual representa el porcentaje más bajo de incremento a nivel general. Por otro lado, el precio con productividad teórica respecto a la nacional que muestra mayor incremento, siendo este de 31,32% respectivamente, se presenta en el concreto de 2500PSI para una cuadrilla 1:3.

No ocurre lo mismo para el equipo de medio bulto, en el cual el incremento más alto y más bajo se presenta en el concreto de 2500PSI para la cuadrilla 1:3, el más alto corresponde a la

comparación entre precio con productividad teórica en relación a la nacional, que es en un 24,58%, y la diferencia más baja se denota con la productividad teórica compara con la real, que corresponde a un 0,13% de incremento.

**Tabla 84.**

*Matriz comparativa de Análisis de precios unitarios para el mortero*

		Nacional		Teórica		Real	
		Valor (Equipo 1 Bulto)	Valor (Equipo 1/2 Bulto)	Valor (Equipo 1 Bulto)	Valor (Equipo 1/2 Bulto)	Valor (Equipo 1 Bulto)	Valor (Equipo 1/2 Bulto)
Mortero	UND						
Mortero 1:2	M3						
Cuadrilla 0:1		375280,8518	365082,6518	366742,9562	360701,0085	364473,4225	358917,8034
Mortero 1:3	M3						
Cuadrilla 0:1		302817,8518	292619,6518	294928,3944	290669,6518	292280,6051	287427,4607
Cuadrilla 1:1	-		293160,0169	-	290496,7349	-	287286,9658
Mortero 1:4	M3						
Cuadrilla 0:1		260367,8518	249791,3961	253397,0152	247787,3596	250208,8607	244815,3511

Fuente: Autores, 2018

Para el caso del mortero, la diferencia de aumento en los precios no sobrepasa el 5%, siendo el mayor incremento del 4,22% que pertenece a la comparación de precios con productividad nacional respecto a la real, para un mortero 1:4 con una cuadrilla 0:1.

Teniendo en cuenta lo anterior se obtuvo la información necesaria para proceder a adquirir los valores de productividad del equipo y de la mano de obra, asimismo mediante las grabaciones visuales se pudo observar que los movimientos Therblig más comunes en la elaboración de concreto y mortero son:

- **Buscar:** Se presenta cuando el obrero trata de localizar una herramienta o elemento que requiere para el proceso.
- **Tomar:** Se da lugar cuando el obrero se posesiona sobre un objeto.
- **Alcanzar:** Se presenta cuando el obrero procura obtener un elemento necesario en el proceso que se encuentra ejecutando.
- **Mover:** Es observado cuando el obrero pretende cambiar de lugar algún elemento o material.
- **Sostener:** Se da lugar cuando el obrero soporta un elemento que interviene en el proceso.
- **Soltar:** Se evidencia principalmente cuando la mano de obra encargada de los materiales, se despojan de estos en el equipo.
- **Colocar en posición:** Se da lugar cuando se hace el vaciado de materiales en el equipo y la mano de obra se prepara para empezar el proceso de llenado para un nuevo ciclo.

- Usar: Se presenta cuando la mano de obra tiene control de cualquier herramienta y/o equipo.
- Demora inevitable: Este movimiento es evidenciado cuando alguno de la mano de obra tiene que esperar a ejecutar un movimiento a causa de la interrupción de otro sujeto.
- Demora evitable: Se presenta cuando el obrero deja de realizar la tarea encomendada y ocupa su tiempo en otro evento, retrasando así el proceso.

De lo anterior se puede decir que de los 17 movimientos propuestos por los esposos Gilbreth, el 58,82% intervienen en los procesos de elaboración de concretos y morteros.

## Capítulo 5. Conclusiones

Con el desarrollo de esta investigación se observó que en la ciudad de Ocaña se han venido ejecutando importantes proyectos de construcción, los cuales presentan un aumento cada día, por la necesidad de desarrollo urbanístico. En las diferentes visitas de campo a las obras seleccionadas, se logró evidenciar que las actividades más repetitivas en los diversos procesos constructivos que se han venido realizando, son las de concretos y morteros, para los cuales se definieron los ciclos teóricos de elaboración, considerando las especificaciones técnicas y teniendo en cuenta la forma de producción en la ciudad, y bajo estas consideraciones se diseñaron los formatos de recolección de información.

Posterior a la recolección, tabulación, análisis e interpretación de la información se determinó la productividad específica del personal y equipo para la elaboración de concretos y morteros, resaltando que se encontró en campo cuadrillas de trabajo desde 0:1 hasta 1:5 en concretos, esto, teniendo en cuenta que estas varían dependiendo la demanda del concreto. Asimismo, para la elaboración de morteros las cuadrillas de trabajo encontradas son de 0:1 y 1:1, ya que la demanda del mortero es en pequeñas cantidades. Las variaciones presentadas en el hallazgo de productividad se deben a que en la mayoría de casos, se presenta desperdicio de tiempo en la ejecución de las tareas, esto como consecuencia de la falta de organización en los procesos, alterando así los valores de productividad y no permitiendo observar una secuencia lógica de los mismos, puesto que lo más adecuado sería que a mayor recurso, menor tiempo de producción y por ende, mayor productividad.

Se solicitó a los profesionales que se dedican a la industria de la construcción, la información de los diferentes valores con los cuales estiman la productividad para el análisis de precios unitarios de estas 2 actividades en la ciudad y se logró concluir que los datos utilizados en la ciudad son los que suministra la *revista costrudata* a nivel nacional y la revista *construprecios* a nivel regional, y la manera de estimar la productividad de estas revistas es estipulando un tiempo total de 1 hora para la elaboración de 1  $m^3$  de concreto o mortero, difiriendo en la productividad el número de hombres que conforman la cuadrilla de trabajo, teniendo en cuenta que contemplan cuadrillas 1:4 por ser la más óptima.

Por lo cual comparando la productividad estimada para el personal de la ciudad con los diferentes estándares, se puede concluir que para la elaboración de **concretos** con mezcladora de un bulto la productividad del personal se encuentra por encima de los estándares en un 54% en promedio, para concretos elaborados con mezcladora de ½ bulto en un 33% en promedio por encima de los estándares, con la excepción de las cuadrillas 0:1 puesto que una sola persona debe realizar todas las actividades y esto hace que se encuentre un 25% en promedio por debajo de los estándares por lo cual este tipo de cuadrillas no es tan recomendada.

Para el caso de los **morteros** elaborados en mezcladora de 1 bulto la productividad del personal se encuentra un 16% en promedio por debajo de los estándares, y los elaborados en mezcladora de ½ bulto un 22% en promedio por debajo de los estándares de productividad.

Para los equipos utilizados en la ciudad para elaboración de concretos la productividad se encuentra un 3% en promedio por debajo de la productividad estimada por el fabricante para las mezcladoras de 1 bulto con motor diesel, y un 11% en promedio para mezcladoras eléctricas con capacidad de ½ bulto.

En los equipos utilizados en la elaboración de morteros con capacidad de 1 bulto y motor diesel se encuentran un 47% en promedio por debajo de las productividades estimadas por los fabricantes, y un 45% en promedio para mezcladoras eléctricas con capacidad de ½ bulto.

De acuerdo al comparativo realizado para el costo de elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto y de mortero, se puede afirmar que cuando la productividad es baja el costo disminuye pero esto influye directamente en el tiempo requerido para la ejecución de este proceso, el cual aumenta y representa un retraso en la programación de obra, por ende aunque la actividad por si sola representa un bajo costo, implicaría un aumento en el costo del proyecto en general, puesto que muchas actividades dependen de la realización de esta, siendo esto así, y considerando el comportamiento en la mayoría de las cuadrillas de la elaboración de concreto es adecuado emplear la productividad teórica en el análisis de los precios unitarios, que disminuye el tiempo significativamente y aunque eleva el precio unitario de esta actividad, no incrementa el de las otras relacionadas con esta.

Para el caso de la elaboración de mortero y según lo mencionado anteriormente, es la productividad nacional la que muestra un índice elevado de este valor, por tanto, se tiene un alto costo pero un corto tiempo en el proceso.

De la información obtenida en la investigación en el desarrollo de trabajo de campo respecto a la determinación de la productividad específica para la ciudad de Ocaña, se muestran variaciones respecto a los estándares nacionales y regionales por los siguientes factores que inciden en dichos cambios como lo son: la planeación, organización, administración de quienes lideran los proyectos y el trabajador, pues es quien ejecuta la actividad, y por último, el equipo y el material.

La estimación de la productividad del personal y equipo, para construcción representa gran importancia puesto que un correcto cálculo de estos valores, permiten obtener datos valiosos para la determinación de costos y tiempos, lo que permite el cumplimiento del alcance y calidad los cuales se ven reflejados en el desarrollo y ejecución de proyectos exitosos.

## Capítulo 6. Recomendaciones

Considerando lo observado en los procesos de elaboración de concretos y morteros, se puede decir que existen demoras que se pueden evitar si se trabaja de una manera organizada, se cuentan con los suficientes materiales en el área de trabajo y la cuadrilla empleada en esta actividad se dedica exclusivamente a ejecutar la tarea a la que fue asignada y realizándola con diligencia, de manera que se reduzca el tiempo de elaboración.

A los profesionales de la construcción se les recomienda manejar charlas permanentes al personal con el propósito de mejorar y establecer con precisión las funciones establecidas para división del trabajo y de esta manera lograr alcanzar los resultados de una manera óptima, de igual manera manejar esquemas de seguridad de trabajo las cuales brinden mejores condiciones de seguridad y de esta manera crear mejores ambientes de trabajo.

Con la realización de esta investigación, se evidenció la necesidad de seguir realizando estos estudios en otro tipo de actividades de los procesos constructivos presentados en obra, los cuales afectan directamente factores como lo son el alcance, tiempo, costos y calidad de un proyecto de construcción, ya que se vienen trabajando con datos que no representan un nivel de confiabilidad real y en los cuales hay discrepancias, debido a los factores que alteran la productividad de cada proceso.

## Referencias

- (Camacol), C. d. (Noviembre de 2007). *Consejo privado de competitividad*. Obtenido de [https://camacol.co/sites/default/files/secciones\\_internas/ArtPres\\_20090612060544\\_0.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/ArtPres_20090612060544_0.pdf)
- (Camacol), C. d. (2008). Ingeniería de métodos - tiempos y movimientos. *Virtual Pro*, 9.
- (CEPAL), C. E. (2014). Estudio económico de America Latina y el Caribe. *Desafíos para la sostenibilidad del crecimiento en un nuevo contexto externo*. Santiago de Chile.
- Adnan Enshassi, B. K. (2013). Tendencias para optimizar la productividad en los proyectos de construcción en Palestina. *Revista Ingeniería de construcción*, 175.
- ARQHYS. (12 de 12 de 2017). *ARQUITECTURA ARQHYS*. Obtenido de Mezclado del concreto: <http://www.arqhys.com/construccion/concreto-mezclado.html>
- Barnes, R. M. (1972). *Estudio de Movimientos y tiempos*. Quinta edición.
- Borcherding, J. D. (1976). *Managerial Strategies for More Effective Utilization of Human Resources*. *Journal of the American Professional Constructor*.
- Borja, R. (12 de 12 de 2017). *Enciclopedia de la política*. Obtenido de Mano de obra: <https://es.slideshare.net/yenasuvari/mano-de-obra-costos>
- Botero L., A. H. (2011). Simulación de operaciones y líneas de balance. Ingeniería y ciencia.
- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 11-12.

construcción, F. I. (2006). *Diccionario de la construcción*. Obtenido de

<http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/ejecucion-de-obra/mano-de-obra-directa>

Criollo, R. G. (2002). *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.

DANE. (2013). *Indicadores económicos alrededor de la construcción*. Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística del DANE.

Flores, J. L. (21 de Mayo de 2008). *Construction Management*. Obtenido de

<http://gerenciadeconstruccion.blogspot.com.co/2008/05/indice-de-productividad-en-la.html>

Freivalds, B. (2004). *Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.

Gómez, A. (05 de 10 de 2017). Obtenido de Definición de estudio de movimientos:

<https://sites.google.com/site/et111221057312211582/definicion-de-estudio-de-movimientos>

Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Obtenido de

<http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/>

Hazeltine. (1976). *Arq.com.mx - Buscador de arquitectura*. Obtenido de

[http://noticias.arq.com.mx/Detalles/20542.html#.WXoEm4Q1\\_IU](http://noticias.arq.com.mx/Detalles/20542.html#.WXoEm4Q1_IU)

Hazeltine, C. S. (1976). *Motivation of Construction Workers. Journal of the Construction Division, American Society of Civil Engineers.*

Henao, J. C. (2010). *Mejoramiento de la productividad en construcción : time-lapse y simulación digital como herramientas de análisis.* Bogotá: Universidad de los Andes.

Jáuregui, A. (11 de 01 de 2001). *Gestiopolis.* Obtenido de Principios de la administración científica, Taylor y Ford. : <https://www.gestiopolis.com/principios-de-la-administracion-cientifica-taylor-y-ford/>

López, C. (01 de 03 de 2001). *Gestiopolis.* Obtenido de El estudio de tiempos y movimientos : <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

López, C. (11 de Marzo de 2011). *El estudio de tiempos y movimientos.* Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

Martínez, Y. (15 de ABRIL de 2015). *slideshare.net.* Obtenido de slideshare.net: <https://es.slideshare.net/yenasuvari/mano-de-obra-costos>

Meyers, F. (2000). *Estudios de métodos y tiempos para la manufactura.* México: Segunda edición.

Mohamed, S., Eshassi, A., & Abushaban, S. (2009). Factors affecting the performance of construction projects in the Gaza strip. En Taylor&Francis, *Journal of Civil Engineering and management* (págs. 269 - 280). Edmundas K. Zavadskas.

Mora, M. A. (2009). *Repositorio académico de la Universidad de Chile.* Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103434>

- Moreno, J. D., López, O., & Díaz Castro, J. (2014). Productividad, eficiencia y sus factores explicativos en el sector de la construcción en Colombia 2005-2010. *Cuadernos de economía*, 569.
- Niebel B., F. A. (1996). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12<sup>o</sup> edic.). México: McGraw- Hill Education.
- Ortigosa, D. A. (2010). *Ingeniería de costos para la construcción* . México: Trillas.
- Page, J. S. (1997). *Estimator's General Construction Man-Hour -manual*. Houston,TX: Gulf Professional Publishing.
- Rivero, A. S. (2012). *Estudio de tiempos y movimientos*.
- Serpell. (2002). *Trabajo de grado*. Obtenido de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/economia/tesis189.pdf>
- Teconologadelconcreto. (12 de 12 de 2017). *Concepto de concreto hidráulico*. Obtenido de <https://tecnologadelconcreto.weebly.com/concepto-de-concreto-hidraacuteulico.html>
- Tucker. (1998). En D. A. Ortigosa, *Ingeniería de costos en la construcción*. México: Trillas.

## Apéndices

### Apéndice A. Licencias expedidas por la Alcaldía Municipal de Ocaña.

**Tabla 85.**

*Licencias expedidas desde Enero hasta Junio.*

	Fecha	Permiso	Dirección	Barrio	propietario	Área
1	11-ene-17	concede licencia de construcción obra nueva	lote 15mz 2 monte lago tv2b	monte lago	belki del rosario sepulveda	223,04
2	11-ene-17	concede licencia de construcción obra nueva	cra35 No 10-07	buenos aires	leonardo jaime angarita	35,00
3	19-ene-17	Licencia de construcción Modalidad Obra Nueva	calle 12 #25a-51	el retiro	marina del carmen arevalo	327,00
4	20-ene-17	concede licencia de ampliación	calle 11#16a-29	san agustin	volmar arevalo toscano	5.0 14,40
5	27-ene-17	Licencia de construcción Modalidad Obra Nueva	cra40 No 6a -12	la riviera	yaleisi serna san juan	254,60
6	30-ene-17	concede de licencia de construcción obra nueva	calle 11 # 18-190	el martine te	wilson lobo rueda	395,88
7	31-ene-17	concede licencia de construcción obra nueva	mz C lote 2	villa carolina	yeison orlando sanchez	121,55
8	01-feb-17	concede licencia de construcción obra nueva	lote 5 mz A	villa margarita	david f manzano ibañez	155,76
9	03-feb-17	licencia de construcción de obra nueva	cra 30b# 1-35 lote 6	urb caracoli	jose rodrigo andrade	795,04
10	06-feb-17	concede reconocimient o de ampliación	dg 13#12-100		nohora elena pardo	52,95

11	06-feb-17	concede licencia de construcción obra nueva	cra 20#5-05	santa ana	pedro guacho hipo	154,00
12	07-feb-17	licencia de construcción obra nueva	cra28c #13-56 lote 1 y 2 mz 2	el carmen	juan pablo cabrales	975,91
13	16-feb-17	concede licencia de construcción obra nueva	cra 14No 9-29	el centro	omaira lizbeth	613,00
14	16-feb-17	Reconocimiento y licencia de construcción, ampliación	cra 27#2b-10	IV centenario	karen ximena garcia y otros	165,58
15	23-feb-17	licencia de construcción obra nueva	calle 24#11b-21mz10 lote 4	villa de los caros	diana maria quintero	81,00
16	23-feb-17	se concede licencia de construcción obra nueva	Carrera 10A	los alamos	guillermo ibañez y ricardo antonio rojas castro	443,00
17	23-feb-17	Concede reconocimiento de la edificación y licencia de construcción	cra 11B#6-19	urb central	elia mercedes reyes de picon	187,17
18	23-feb-17	se concede obra nueva	EL RHIN	LA RINCO NADA	ufps ocaña	675,00
19	23-feb-17	se concede obra nueva	Lote 4 modulo H	Miradores del Lago	yimidiam clavijo ovalle	202,62
20	23-feb-17	Se concede de licencia construcción obra nueva	lote 25 etapa2 conjunto algodonal de campo	club de campo	betty cecelia vasquez	309,00
21	06-mar-17	se concede licencia de construcción modalidad cerramiento para la instalación de una celda portatil	calle 2f No 22-71	nueva españa	hilda maria pardo hasche	36,00

22	06-mar-17	se concede licencia de construccion modalidad obra nueva	predio28	Condomini o Campestre Torres del cable	juliana torcoroma osorio sanchez	467,53
23	07-mar-17	se concede licencia de demolicion y licencia de construccion	carrera 14 no 11-33	el barrio el centro	yolanda cristina arevalo de cabrales	196,71
24	08-mar-17	se concede licencia de construccion modalidad obra nueva	lote 21 mz 2	urbabanizacion monte lago	emiro castro martinez	242,94
25	08-mar-17	se concede licencia de construccion obra nueva	carrera 13 No 19-42	barrio camino real	geovanny bacca arengas	458,40
26	21-mar-17	se concede reconocimiento de edificacion y licencia de construccion modalidad ampliacion	calle 6 No 16-57	sitio nuevo	denis omaira arias madariaga	90,60
27	22-mar-17	Se concede licencia construccion modalidad obra nueva	lote 11 manzana 4 urbanizacion montelago	monte lago	francisco javier carrascal picon	239,84
28	24-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Carrera 15 No. 56-07	Garrapatero	celiar navarro ballesteros	135,50
29	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción de Ampliación	Carrera 49 No. 3-05	Santa Clara	pedro alcantara claro	227,4
30	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Trv. 43A No. 15-10	santa ana	Francisco uribe navarro	155,7
31	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Carrera 40 No. 4-34	La Riviera	belsaid quintero	228,00
32	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Carrera 7A No. 14B-42	Carrretera Central	jahiber florez perez	181,00

33	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Calle 12A No. 3-13 Lote 1	Jesus Cautivo	freddy rios quintero	95.7
34	03-abr-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Calle 18 No.28-02		hugo alonso bohorquez niño	40.2
35	03-abr-17	Se Concede Reconocimiento de Edificación y Licencia de Ampliación	Calle 8 No. 11-71	Jose Eusebio Caro	dorgar garay arenas	
36	06-abr-17	Mod ADT 038 Feb/15 Lic. Demolición y Obra Nueva	Calle 12 No. 15-75-79	San Agustin	ciro arevalo barbosa	
37	19-abr-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Carrera 26 No. 2A.02	IV centenario	alonso duarte pineda	42.00
38	20-abr-17	Licencia de Construcción Modalida Obra Nueva	Calle 2 No. 24A13	El Landia	neidy pacheco sanchez	483.26
39	20-abr-17	Licencia de Construcción Modalida Obra Nueva	Calle 12 Manzana B Lote 13	Alejandria	pierre paolo ortiz franco	270.48
40	27-abr-17	Se Concede Reconocimiento y Licencia de Ampliación	Carrera 10 No. 7-95	ELTeajrito	rita maria garay quintero	127.43 99.78
41	03-may-17	Licencia de Construcción Modalida Obra Nueva	Calle 2 Bis 26A-18	El Mirador	betsy alejandra paba coronel	355.34
42	03-may-17	Licencia de Construcción Modalida Obra Nueva	Carrera 24A No. 2B-03	nueva españa	dora cecilia chinchilla y jaidy liliana barbosa	50.93
43	04-may-17	Licencia de Construcción Modalida Obra Nueva	Calle 18 No. 9-06	Los Almendros	enario suarez rodriguez	164.34
44	09-may-17	Se Concede Reconocimiento y Licencia de Ampliación	Calle 3 No. 22-24	Marabel	oliva acosta de toro	84.02 99.05

45	09-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Carrera 22B No. 15-29	El Peñon	noris sanchez lozada	121 .83
46	10-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Calle 11 No. 2-10	La Esperanza	janer sanchez contreras y otros	200 .47
47	16-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Lote 16 Manzana 5 y Lote 17 y manzana 3	Urb Bellaterra	edwin hernando trigos quintana y ray dennis guerrero galvan	379 .21
48	25-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Carrera 9 No. 30-21	El Tejar	yesika alejandra gomez sanchez	80. 33
49	25-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Carrera 11 No. 19-220 lote 3	Avenida Circunvala r	carlos emel vega coronel	365 .47
50	25-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	manzana 4 Lote 4 y manzana 4 Lote 15	Alejandria	amparo elena arevalo	
51	25-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Lote 8 manzana 3	Urb. Villa del Rosario	saulder sanchez	132 .3
52	30-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Carrrea 21 No. 12-60	Gimnasio Campestre	ana karina carrascal de la rosa y luis geovanny carrascal de la rosa	115 5.4
53	31-may-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Lote las Peñitas		ana dolores barraza castro	138 5.2
54	05-jun-17	Concede Licencia de Demolición y Cerramiento	Carrera 11A No. 13-83	El Tamaco	camilo ernesto tamayo salazar y yerson leonardo rodriguez s.	12. 40
55	05-jun-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva Primera Etapa	Carrera 10 No. 13A-33	La Palmita	carlos jorge jaime ojeda	157 .88

56	07-jun-17	Licencia de Construcción Modalidad Obra Nueva	Calle 2, Los Lagos	Los lagos etapa 3	yefrey alonso	134,00
57	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Carrera 7A No. 14B-42	Carretera Central	jahiber florez perez	181,00
58	27-mar-17	Se Concede Licencia de Construcción Obra Nueva	Calle 12A No. 3-13 Lote 1	Jesus Cautivo	freddy rios quintero	95.7
59	16-feb-17	Reconocimiento y licencia de contruccion, ampliacion	cra 27#2b-10	IV centenario	karen ximena garcia y otros	165,58
60	23-feb-17	licencia de construccion modalida obra nueva	calle 24#11b-21mz10 lote 4	villa de los caros	diana maria quintero	81,00

Fuente: Alcaldía municipal de Ocaña, Norte de Santander (2017)

### Apéndice B. Información básica y ubicación de las obras de construcción estudiadas.

**Tabla 86.**

*Información de las obras en estudio.*

Numero de obra	Nombre de la obra	Dirección	Director obra	Tipo de muestra	Utilidad	Contacto
1	Buenos aires	Calle 7- la primavera	Arquitecto Mauricio	Concreto	Cimentación y estructura	3183543722
2	Santa teresa	Lote "Las peñitas" - vía la universidad	Alonso barriga	Concreto	Cimentación, mortero	3212141460
3	Universidad	Algodonal	Ing. Joaquín	Concreto	Placa huella	3154900649

4	Nueva españa esquina	Kdx 315- 100	Alonso barriga	Concreto y mortero	Estructura	3212141 460
5	Montela go	Calle n°3	Maestro alfonzo	Concreto	Cimentación	3106000 973
6	Cancha Villa margarit a	Transversa l rio chiquito alejandria CANCHA	Ing. Felipe San Juan	Concreto y mortero	Estructura	3178547 674
7	Planta de beneficio animal, Matader o	La gloria	Jorge villamar in	Concreto, mortero	Estructura	3202219 366
8	Colegio Villa margarit a	Paralela rio chiquito	Ing. Felipe San Juan	Mortero	Muro	3178547 674
9	Principal del dorado, esquina 5 pisos	El dorado	Fabian becerra	Concreto	Cimentación	3203312 183
10	Polaco 1	El polaco 1	Alexand er santiago	Concreto	Pavimento	3165701 581
11	Losa de paviment o	La perla union bermejál	Alexand er santiago	Concreto	Pavimento	3165701 581
12	Urbaniza ción montelag o	Montelago transversal 2b mz 8	Alexand er santiago	Concreto y mortero	Pega, cimentación	3165701 581
13	Nuevo horizonte	Cr 29 principal de nuevo horizonte	Erasm o ortega	Concreto	Pavimentos	3218767 998

14	Bodegas circunvalar	Avenida circunvalar lote 6 entrada antiguo botadero de basura	Jaider trigos	Concreto, mortero	Estructura	3205818212
15	Ciudadela deportiva - Losa de entrepiso	Kdx 853-280	Wilmar contreras	Concreto	Estructura	3222212027
16	Los arales-losa de pavimento	Los arales kdx-865-120	Tomas navarro	Concreto	Pavimento	3213075618
17	UFPSO-Vía para a granja	Ufpso	Planeación UFPSO	Concreto	Placa huella	3154900649
18	Los lagos etapa 3	Calle 2, los lagos	Yefrey alonso	Concreto	Cimentación	-----
19	Losa en el Bambo	Esquina en Hambriento	Elmer palacio	Concreto	Pavimento	3112630375
20	Juan xxiii parte alta	Juan xxiii parte alta	Alejandro peña	Concreto, mortero	Estructura	3155273813
21	Conjunto residencial alejandria	Conjunto residencial alejandria calle principal	Maestro quintero	Concreto	Pavimento	-----
22	Colinas de la floriada asovispa	La principal	Alexander santiago	Concreto	Pavimento	3165701581
23	Casa Montelagos	Los lagos	Ing. Epon	Concreto	Cimentación	3155007486

24	Los lagos Etapa 2	Los lagos 2	Maestro	Concreto	Cimentación	3204029 560
25	Casa Promesa de Dios	Promesa de Dios	Jorge duran jacome	Concreto, mortero	Estructura	3201191 235
26	Ciudadela deportiva - casa	Ciudadela deportiva calle iglesia juan pablo ii	Luis fernado angarita	Concreto, mortero	Estructura	3186455 379
27	Bodegas	Segundo puente la gloria	Wilmar perez	Concreto, mortero	Estructura	3125395 459
28	Montelago	Calle 11	Eudes lazaroz	Concreto	Pavimento	3112448 729
29	Cabaña 63	Torres del cable	Carol barriga martinez	Concreto	Cimentación	3138548 459
30	Cabaña 111	Torres del cable	Brandon guerrero	Concreto, mortero	Estructura	3155413 989
31	Casa	Villa paraiso cra 48	Maestro pablo emillo	Concreto	Cimentación	-----
32	Cabaña 89	Torres cable	Cristian ortiz	Concreto	Cimentación	3115458 024
33	Motel el rey leon	Via a rio de oro	Ing. Alveiro sanchez	Concreto, mortero	Estructura	3186336 256
34	Portal	Ufpso algodonel	Ing. Jose barbosa	Mortero y concreto	Cimentación antepiso y pisos	3224443 644
35	Parque 34	Buenos aires via a pesqui coma	Marcela	Concreto	Estructura	3164303 854
36	Edificio acolsures	Acolsure esquina via centro	Maestro	Concreto, MORTERO	Estructura, pisos	3106000 973

37	Edificio via a totrres	Parte atrás del estadio	Ing. Epson	Concreto	Cimentación	3155007 486
38	Cabaña 78	Torres del cable	Ing. Anamar ia vergel	Concreto mortero	Estructura	3138548 459
39	Etapa andaluci a europa condomi nio campestr e	Via a cucuta frente al batallon	Ing sandra ortiz	Concreto	Estructura	3212141 460
40	Etapa la toscana c.c europa	Villa mar	Ing sandra ortiz	Concreto, mortero	Estructura	3212141 460

---

Fuente: Autores

### Apéndice C. Listas de precios de Materiales, Equipos y Mano de obra.

**Tabla 87.**

*Lista de precios de Materiales*

MATERIAL	UNIDA D	PLANT A PROVI AS	COST O A	COST O B	COSTO OPTIMIS TA	COSTO MAS PROBAB LE	COSTO PESIMIS TA	COSTO ESPERA DO
Material seleccionado	M3	15.000	12.500	14.000	12.500	14.000	15.000	13.917
Triturado	M3	65.000	55.000	50.000	50.000	55.000	65.000	55.000
Arena clasificada	M3	35.000	30.000	25.000	25.000	30.000	35.000	30.000
Grava	M3	55.000	49.000	51.000	49.000	51.000	55.000	51.333
Piedra rajon	M3	14.000	11.200	12.600	11.200	12.600	14.000	12.600
Agua	LTS	30,00	30,10	30,00	30,00	30,00	30,10	30,00
Cemento Argos	50 Kg	510	476	496	476	496	510	495

Nota: Se tuvo en cuenta los precios proporcionados por los diferentes proveedores (Ferreterías).

Fuente: Autores, 2018

**Tabla 88.**

*Lista de precios Equipos*

EQUIPO	UNIDAD	COST O F	COST O G	COST O H	COSTO OPTIMIS TA	COSTO MAS PROBAB LE	COSTO PESIMIS TA	COSTO ESPERA DO
Mezcladora capacidad 1/2 bulto	TARIFA/HO RA	4.000, 00	3.750, 00	3.600, 00	3.600,00	3.750,00	4.000,00	3.750,00
Mezcladora capacidad 1 bulto	TARIFA/HO RA	9.375, 00	7.500, 00	8.750, 00	7.500,00	8.750,00	9.375,00	8.646,00

Nota: Se tuvo en cuenta los precios proporcionados por los diferentes proveedores (Ferreterías).

Fuente: Autores, 2018

**Tabla 89.**Lista de precios mano de obra

DESCRIPCION	S.M.M.L.V.	VR MES	VR. JORNAL	PRESTACIO N	JORN. TOTAL
S.M.M.L.V.	1,00	\$589.500,00	\$ 29.475,00	\$ 0,00	\$ 29.475,00
Obrero	1,00	\$589.500,00	\$29.475,00	\$0,00	\$ 29.475,00
Obrero	1,20	\$707.400,00	\$ 35.370,00	\$ 0,00	\$ 35.370,00
Especializado					
Oficial	1,50	\$884.250,00	\$44.213,00	\$0,00	\$ 44.213,00
Oficial	2,00	\$1.179.000,0	\$58.950,00	\$ 0,00	\$ 58.950,00
Especializado		0			
Tecnico	2,50	\$1.473.750,0	\$73.688,00	\$0,00	\$ 73.688,00
		0			
Maestro	3,00	\$1.768.500,0	\$ 88.425,00	\$ 0,00	\$ 88.425,00
		0			
CUADRILLA	RECURSO HUMANO	VR MES	VR. JORNAL	PRESTACIO N	JORN. TOTAL
0*1	Obrero	\$589.500,00	\$29.475,00		\$54.036,52
0*2	2 Obrero	\$1.179.000,0	\$ 58.950,00		\$108.073,04
		0			
1*1	Maestro*Obrero	\$2.063.250,0	\$103.162,5		\$189.127,81
		0	0		
1*1	1 Oficial*1Obrero	\$1.296.900,0	\$64.845,00		\$118.880,34
		0			
1*2	1 Oficial*2 Obrero	\$1.886.400,0	\$94.320,00		\$172.916,86
		0			
1*3	1 Oficial*3 Obrero	\$2.475.900,0	\$123.795,0		\$226.953,37
		0	0		
1*3	1 Of.Esp*3 Obrero	\$2.475.900,0	\$123.795,0		\$226.953,37
		0	0		
1*4	1 Oficial*4 Obrero	\$3.065.400,0	\$153.270,0		\$280.989,89
		0	0		
1*5	1 Oficial*5 Obrero	\$3.654.900,0	\$182.745,0		\$335.026,41
		0	0		
1*1	1 O.Electricista*1 Obrero	\$1.768.500,0	\$88.425,00		\$162.109,55
		0			
0*1*1	*1 Ob.Esp*1 Obrero	\$3.242.250,0	\$162.112,5		\$297.200,85
		0	0		
Topografica	1 Topografo*1 Cadenero*1 Ayudante	\$2.358.000,0	\$117.900,0		\$216.146,07
		0	0		

Fuente: Autores, 2018

### Apéndice D. Formatos de Análisis de Precios Unitarios.

Precios con productividad Nacional

Para concreto de 2500PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 2500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario		Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735		0,25	56738,34
				<b>Total</b>	<b>56738,34</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	150	30	4500	
Cemento	Kg	300	495	148500	
Arena	m3	0,5	30000	15000	
Triturado	m3	1	55000	55000	
			<b>Total</b>	<b>223000</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5673,834
				<b>Total</b>	<b>20372,03</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>325825,4</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 2500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,25	56738,34	
			<b>Total</b>	<b>56738,34</b>	
Material	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	150	30	4500	
Cemento	Kg	300	495	148500	
Arena	m3	0,5	30000	15000	
Triturado	m3	1	55000	55000	
			<b>Total</b>	<b>223000</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5673,834
				<b>Total</b>	<b>10173,83</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>315627,2</b>

Fuente: Autores 2018

Para un concreto de 3000PSI

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi		Unidad	M3	
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,5	59440,17	
			<b>Total</b>	<b>59440,17</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5944,017
				<b>Total</b>	<b>20642,22</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>325632,4</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,33	57062,56	
			<b>Total</b>	<b>57062,56</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5706,256
				<b>Total</b>	<b>20404,46</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>348732,019</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,25	56738,34	
			<b>Total</b>	<b>56738,34</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5673,834
				<b>Total</b>	<b>20372,03</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>348375,378</b>	

Fuente: Autores 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:4				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:4	\$/día	280989,891	0,2	56197,98	
			<b>Total</b>	<b>56197,98</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5619,798
				<b>Total</b>	<b>20318</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>347780,976</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1	54036,52	
			<b>Total</b>	<b>54036,52</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>9903,652</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>335205,169</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,5	59440,17	
			<b>Total</b>	<b>59440,17</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5944,017
				<b>Total</b>	<b>10444,02</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>341149,186</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,33	57062,56	
			<b>Total</b>	<b>57062,56</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5706,256
				<b>Total</b>	<b>10206,26</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>338533,819</b>	

Fuente: Autores, 2018

Para un concreto de 3500PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND		Vr unitario	Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:2	\$/día		172916,856	0,33	57062,56
				<b>Total</b>	<b>57062,56</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5706,256
				<b>Total</b>	<b>20404,46</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>373967</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,25	56738,34	
			<b>Total</b>	<b>56738,34</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5673,834
				<b>Total</b>	<b>20372,03</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>373610,4</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi		Unidad	M3	
CUADRILLA	1:4				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:4	\$/día	280989,891	0,2	56197,98	
			<b>Total</b>	<b>56197,98</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5619,798
				<b>Total</b>	<b>20318</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>373016</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:5				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:5	\$/día	335026,4085	0,17	56954,49	
			<b>Total</b>	<b>56954,49</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5695,449
				<b>Total</b>	<b>20393,65</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>373848,1</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1	54036,52	
			<b>Total</b>	<b>54036,52</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>9903,652</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>360440,2</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,5	59440,17	
			<b>Total</b>	<b>59440,17</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	23917	16741,9	
Triturado	m3	0,7	60500	42350	
			<b>Total</b>	<b>272091,9</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5944,017
				<b>Total</b>	<b>10444,02</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>365976,1</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi		Unidad	M3	
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,33	57062,56	
			<b>Total</b>	<b>57062,56</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5706,256
				<b>Total</b>	<b>10206,26</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>363768,8</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3
CUADRILLA	1:3		
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,25
			<b>Total</b>
			<b>56738,34</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario
Agua	Lt	170	30
Cemento	Kg	420	495
Arena	m3	0,7	30000
Triturado	m3	0,7	55000
			<b>Total</b>
			<b>272500</b>
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750
Herramienta menor (10%MDO)			
			<b>Total</b>
			<b>10173,83</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000
			<b>Total</b>
			<b>24000</b>
			<b>Costo Total</b>
			<b>363412,2</b>

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:2

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:2	Unidad	M3
CUADRILLA	0:1		
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1
			<b>Total</b>
			54036,52
Material	UND	Cantidad	Vr unitario
Agua	Lt	250	30
Cemento	Kg	610	495
Arena	m3	0,97	30000
			<b>Total</b>
			338550
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646
Herramienta menor (10%MDO)			
			<b>Total</b>
			20101,85
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario
Volqueta 7m3	\$/hora	1	16629
			<b>Total</b>
			16629
			<b>Costo Total</b>
			375280,9

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:2	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1	54036,52	
			<b>Total</b>	<b>54036,52</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	250	30	7500	
Cemento	Kg	610	495	301950	
Arena	m3	0,97	30000	29100	
			<b>Total</b>	<b>338550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>9903,652</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	16629	16629	
			<b>Total</b>	<b>16629</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>365082,7</b>	

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:3

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3			Unidad	M3
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1	54036,52	
				<b>Total</b>	<b>54036,52</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>20101,85</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
					<b>Costo Total</b>
					<b>302817,9</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1	54036,52	
			<b>Total</b>	<b>54036,52</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>9903,652</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>292619,7</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,5	59440,17	
			<b>Total</b>	<b>59440,17</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5944,017
				<b>Total</b>	<b>10444,02</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>293160</b>	

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:4

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:4			Unidad	M3
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND		Vr unitario	Rendimiento	Total
Cuadrilla 0:1	\$/día		54036,5175	1	54036,52
				<b>Total</b>	<b>54036,52</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	180	30	5400	
Cemento	Kg	364	495	180180	
Arena	m3	1,16	30000	34800	
			<b>Total</b>	<b>220380</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,7	14698,2
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>20101,85</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	19886	19886	
			<b>Total</b>	<b>19886</b>	
					<b>Costo Total</b>
					<b>260367,9</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:4	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,93	50253,96	
			<b>Total</b>	<b>50253,96</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	180	30	5400	
Cemento	Kg	364	495	180180	
Arena	m3	1,16	30000	34800	
			<b>Total</b>	<b>220380</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,2	4500
Herramienta menor (10%MDO)					5025,396
				<b>Total</b>	<b>9525,396</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	19886	19886	
			<b>Total</b>	<b>19886</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>249791,4</b>	

Fuente: Autores, 2018

Precios con productividad Teórica

Para concreto de 2500PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 2500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario		Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735		0,81	183832,2
				<b>Total</b>	<b>183832,2</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	150	30	4500	
Cemento	Kg	300	495	148500	
Arena	m3	0,5	30000	15000	
Triturado	m3	1	55000	55000	
			<b>Total</b>	<b>223000</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					18383,22
				<b>Total</b>	<b>32649,12</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>465196,4</b>

Fuente: Autores, 2018



Para concreto de 3000PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario		Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385		0,84	99859,48
				<b>Total</b>	<b>99859,48</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					9985,948
				<b>Total</b>	<b>24251,85</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>395376,3</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,76	131416,8	
			<b>Total</b>	<b>131416,8</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					13141,68
				<b>Total</b>	<b>27407,58</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>430089,39</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi		Unidad	M3	
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,68	154328,3	
			<b>Total</b>	<b>154328,3</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					15432,83
				<b>Total</b>	<b>29698,73</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>455292,02</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:4				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:4	\$/día	280989,891	0,47	132065,2	
			<b>Total</b>	<b>132065,2</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					13206,52
				<b>Total</b>	<b>27472,42</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>430802,67</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,92	49713,6	
			<b>Total</b>	<b>49713,6</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					4971,36
				<b>Total</b>	<b>9096,36</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>330074,96</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,69	82027,43	
			<b>Total</b>	<b>82027,43</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					8202,743
				<b>Total</b>	<b>12327,74</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>365620,18</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3
CUADRILLA	1:2		
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,43
			<b>Total</b>
			74354,25
Material	UND	Cantidad	Vr unitario
Agua	Lt	160	30
Cemento	Kg	350	495
Arena	m3	0,6	30000
Triturado	m3	0,9	55000
			<b>Total</b>
			245550
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750
Herramienta menor (10%MDO)			
			<b>Total</b>
			11560,42
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715
			<b>Total</b>
			25715
			<b>Costo Total</b>
			357179,67

Fuente: Autores, 2018

Para concreto de 3500PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND		Vr unitario	Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:2	\$/día		172916,856	0,36	62250,07
				<b>Total</b>	<b>62250,07</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					6225,007
				<b>Total</b>	<b>20490,91</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>379241</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,52	118015,8	
			<b>Total</b>	<b>118015,8</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					11801,58
				<b>Total</b>	<b>26067,48</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>440583,2</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:4				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:4	\$/día	280989,891	0,69	193883	
			<b>Total</b>	<b>193883</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					19388,3
				<b>Total</b>	<b>33654,2</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>524037,2</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:5				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:5	\$/día	335026,4085	0,5	167513,2	
			<b>Total</b>	<b>167513,2</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					16751,32
			<b>Total</b>		<b>31017,22</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>495030,4</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,71	38365,93	
			<b>Total</b>	<b>38365,93</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					3836,593
				<b>Total</b>	<b>7961,593</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>342827,5</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,58	68950,6	
			Total	68950,6	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	23917	16741,9	
Triturado	m3	0,7	60500	42350	
			Total	272091,9	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					6895,06
				Total	11020,06
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			Total	24000	
			<b>Costo Total</b>	<b>376062,6</b>	

Fuente: Autores, 2018





## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,46	104398,6	
			<b>Total</b>	<b>104398,6</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					10439,86
				<b>Total</b>	<b>14564,86</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>415463,4</b>	

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:2

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:2	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,7	37825,56	
			<b>Total</b>	<b>37825,56</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	250	30	7500	
Cemento	Kg	610	495	301950	
Arena	m3	0,97	30000	29100	
			<b>Total</b>	<b>338550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	0,9	7781,4
Herramienta menor (10%MDO)					3782,556
				<b>Total</b>	<b>11563,96</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	16629	16629	
			<b>Total</b>	<b>16629</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>366743</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:2	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,55	29720,08	
			<b>Total</b>	<b>29720,08</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	250	30	7500	
Cemento	Kg	610	495	301950	
Arena	m3	0,97	30000	29100	
			<b>Total</b>	<b>338550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					2972,008
				<b>Total</b>	<b>5522,008</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	16629	16629	
			<b>Total</b>	<b>16629</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>360701</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,82	44309,94	
			<b>Total</b>	<b>44309,94</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	0,9	7781,4
Herramienta menor (10%MDO)					4430,994
				<b>Total</b>	<b>12212,39</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>294928,4</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	1	54036,52	
			<b>Total</b>	<b>54036,52</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					5403,652
				<b>Total</b>	<b>7953,652</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>290669,7</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3		Unidad	M3	
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,44	52307,35	
			<b>Total</b>	<b>52307,35</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					5230,735
			<b>Total</b>	<b>7780,735</b>	
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>290496,7</b>

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:4

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:4		Unidad	M3	
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,99	53496,15	
			<b>Total</b>	<b>53496,15</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	180	30	5400	
Cemento	Kg	364	495	180180	
Arena	m3	1,16	30000	34800	
			<b>Total</b>	<b>220380</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	0,9	7781,4
Herramienta menor (10%MDO)					5349,615
				<b>Total</b>	<b>13131,02</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	19886	19886	
			<b>Total</b>	<b>19886</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>253397</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:4	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,92	49713,6	
			<b>Total</b>	<b>49713,6</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	180	30	5400	
Cemento	Kg	364	495	180180	
Arena	m3	1,16	30000	34800	
			<b>Total</b>	<b>220380</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					4971,36
				<b>Total</b>	<b>7521,36</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	19886	19886	
			<b>Total</b>	<b>19886</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>247787,4</b>	

Fuente: Autores, 2018

Precios con productividad Real

Para concreto de 2500PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 2500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario		Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735		0,32	72625,08
				<b>Total</b>	<b>72625,08</b>
Material	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	150	30	4500	
Cemento	Kg	300	495	148500	
Arena	m3	0,5	30000	15000	
Triturado	m3	1	55000	55000	
			<b>Total</b>	<b>223000</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					7262,508
				<b>Total</b>	<b>21528,41</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>342868,5</b>

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 2500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,25	56738,34	
			<b>Total</b>	<b>56738,34</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	150	30	4500	
Cemento	Kg	300	495	148500	
Arena	m3	0,5	30000	15000	
Triturado	m3	1	55000	55000	
			<b>Total</b>	<b>223000</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					5673,834
				<b>Total</b>	<b>9798,834</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>315252,2</b>

Fuente: Autores, 2018

Para concreto de 3000 PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND		Vr unitario	Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:1	\$/día		118880,3385	0,33	39230,51
				<b>Total</b>	<b>39230,51</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					3923,051
				<b>Total</b>	<b>18188,95</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
					<b>Costo Total 328684,5</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,3	51875,06	
			<b>Total</b>	<b>51875,06</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					5187,506
				<b>Total</b>	<b>19453,41</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>342593,46</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3
CUADRILLA	1:3		
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,27
			<b>Total</b>
			61277,41
<b>Materiales</b>	<b>UND</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vr unitario</b>
Agua	Lt	160	30
Cemento	Kg	350	495
Arena	m3	0,6	30000
Triturado	m3	0,9	55000
			<b>Total</b>
			245550
<b>Equipo</b>	<b>UND</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vr unitario</b>
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646
Herramienta menor (10%MDO)			
			<b>Total</b>
			20393,64
<b>Transporte</b>	<b>UND</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vr unitario</b>
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715
			<b>Total</b>
			25715
			<b>Costo Total</b>
			352936,05

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:4				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:4	\$/día	280989,891	0,19	53388,08	
			<b>Total</b>	<b>53388,08</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					5338,808
				<b>Total</b>	<b>19604,71</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>344257,79</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,37	19993,51	
			<b>Total</b>	<b>19993,51</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					1999,351
				<b>Total</b>	<b>6124,351</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>297382,86</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,28	33286,49	
			<b>Total</b>	<b>33286,49</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	160	30	4800	
Cemento	Kg	350	495	173250	
Arena	m3	0,6	30000	18000	
Triturado	m3	0,9	55000	49500	
			<b>Total</b>	<b>245550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					3328,649
				<b>Total</b>	<b>7453,649</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715	25715	
			<b>Total</b>	<b>25715</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>312005,14</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3000Psi	Unidad	M3
CUADRILLA	1:2		
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,17
			<b>Total</b>
			29395,87
Material	UND	Cantidad	Vr unitario
Agua	Lt	160	30
Cemento	Kg	350	495
Arena	m3	0,6	30000
Triturado	m3	0,9	55000
			<b>Total</b>
			245550
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750
Herramienta menor (10%MDO)			
			<b>Total</b>
			7064,587
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario
Volqueta 7m3	\$/hora	1	25715
			<b>Total</b>
			25715
			<b>Costo Total</b>
			307725,45

Fuente: Autores, 2018



Para concreto de 3500PSI

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND		Vr unitario	Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:2	\$/día		172916,856	0,15	25937,53
				<b>Total</b>	<b>25937,53</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					2593,753
				<b>Total</b>	<b>16859,65</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>339297,2</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi			Unidad	M3
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario		Rendimiento	Total
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735		0,21	47660,21
				<b>Total</b>	<b>47660,21</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					4766,021
				<b>Total</b>	<b>19031,92</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>363192,1</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:4				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:4	\$/día	280989,891	0,28	78677,17	
			<b>Total</b>	<b>78677,17</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					7867,717
				<b>Total</b>	<b>22133,62</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>397310,8</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:5				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:5	\$/día	335026,4085	0,2	67005,28	
			<b>Total</b>	<b>67005,28</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	1,65	14265,9
Herramienta menor (10%MDO)					6700,528
				<b>Total</b>	<b>20966,43</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>384471,7</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,28	15130,22	
			<b>Total</b>	<b>15130,22</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					1513,022
				<b>Total</b>	<b>5638,022</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>317268,2</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,23	27342,48	
			<b>Total</b>	<b>27342,48</b>	
Material	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	23917	16741,9	
Triturado	m3	0,7	60500	42350	
			<b>Total</b>	<b>272091,9</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					2734,248
				<b>Total</b>	<b>6859,248</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>330293,6</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:2				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:2	\$/día	172916,856	0,18	31125,03	
			<b>Total</b>	<b>31125,03</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					3112,503
				<b>Total</b>	<b>7237,503</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>334862,5</b>	

Fuente: Autores, 2018



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de concreto 3500Psi	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:3				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:3	\$/día	226953,3735	0,18	40851,61	
			<b>Total</b>	<b>40851,61</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	170	30	5100	
Cemento	Kg	420	495	207900	
Arena	m3	0,7	30000	21000	
Triturado	m3	0,7	55000	38500	
			<b>Total</b>	<b>272500</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	1,1	4125
Herramienta menor (10%MDO)					4085,161
				<b>Total</b>	<b>8210,161</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	24000	24000	
			<b>Total</b>	<b>24000</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>345561,8</b>	

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:2

 <b>Universidad Francisco de Paula Santander</b> Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:2			Unidad	M3
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND		Vr unitario	Rendimiento	Total
Cuadrilla 0:1	\$/día		54036,5175	0,28	15130,22
				<b>Total</b>	<b>15130,22</b>
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	250	30	7500	
Cemento	Kg	610	495	301950	
Arena	m3	0,97	30000	29100	
			<b>Total</b>	<b>338550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	0,9	7781,4
Herramienta menor (10%MDO)					1513,022
				<b>Total</b>	<b>9294,422</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	16629	16629	
			<b>Total</b>	<b>16629</b>	
					<b>Costo Total</b>
					<b>364473,4</b>

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:2	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,22	11888,03	
			<b>Total</b>	<b>11888,03</b>	
Material	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	250	30	7500	
Cemento	Kg	610	495	301950	
Arena	m3	0,97	30000	29100	
			<b>Total</b>	<b>338550</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					1188,803
				<b>Total</b>	<b>3738,803</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	16629	16629	
			<b>Total</b>	<b>16629</b>	
				<b>Costo Total</b>	<b>358917,8</b>

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:3

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,33	17832,05	
			<b>Total</b>	<b>17832,05</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	0,9	7781,4
Herramienta menor (10%MDO)					1783,205
				<b>Total</b>	<b>9564,605</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>292280,6</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,4	21614,61	
			<b>Total</b>	<b>21614,61</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					2161,461
				<b>Total</b>	<b>4711,461</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>287427,5</b>	

Fuente: Autores, 2018.

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:3	Unidad	M3		
CUADRILLA	1:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 1:1	\$/día	118880,3385	0,17	20209,66	
			<b>Total</b>	<b>20209,66</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	220	30	6600	
Cemento	Kg	454	495	224730	
Arena	m3	1,09	30000	32700	
			<b>Total</b>	<b>264030</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					2020,966
				<b>Total</b>	<b>4570,966</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	18686	18686	
			<b>Total</b>	<b>18686</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>287287</b>	

Fuente: Autores, 2018

Para mortero 1:4

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:4	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,4	21614,61	
			<b>Total</b>	<b>21614,61</b>	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	180	30	5400	
Cemento	Kg	364	495	180180	
Arena	m3	1,16	30000	34800	
			<b>Total</b>	<b>220380</b>	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1 bulto	\$/hora	1	8646	0,9	7781,4
Herramienta menor (10%MDO)					2161,461
				<b>Total</b>	<b>9942,861</b>
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	19886	19886	
			<b>Total</b>	<b>19886</b>	
			<b>Costo Total</b>	<b>250208,9</b>	

Fuente: Autores, 2018

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	Elaboración de mortero 1:4	Unidad	M3		
CUADRILLA	0:1				
Mano de Obra	UND	Vr unitario	Rendimiento	Total	
Cuadrilla 0:1	\$/día	54036,5175	0,37	19993,51	
			Total	19993,51	
Materiales	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Agua	Lt	180	30	5400	
Cemento	Kg	364	495	180180	
Arena	m3	1,16	30000	34800	
			Total	220380	
Equipo	UND	Cantidad	Vr unitario	Rendimiento	Total
Mezcladora de 1/2 bulto	\$/hora	1	3750	0,68	2550
Herramienta menor (10%MDO)					1999,351
				Total	4549,351
Transporte	UND	Cantidad	Vr unitario	Total	
Volqueta 7m3	\$/hora	1	19886	19886	
			Total	19886	
			<b>Costo Total</b>	<b>244815,4</b>	

Fuente: Autores, 2018.

**Apéndice E. Evidencias fotográfica**



**Figura 40.** Visita técnica



**Figura 41.** Recolección de datos



**Figura 42.** Recolección de materiales



**Figura 43.** Vaciado de materiales



**Figura 44.** Vaciado de concreto



**Figura 45.** Preparación de equipo



Apéndice F. Formatos de Análisis de Precios Unitarios

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia <small>Vigilada Mineducación</small>		<b>FORMATO DE ESTUDIO Y MOVIMIENTOS PARA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DEL PERSONAL Y EQUIPO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO Y MORTEROS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER</b>																	
NOMBRE DE LA OBRA:		Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña -Obra el portal				DIRECCION:								TIPO DE MOTOR		Eléctrico 110V			
FECHA:		04-oct-17				CLIMA:				Soleado				MARCA					
CONCRETO <u>X</u>		MORTERO ___		CAPACIDAD		1 bulto		CUADRILLA:				1:2							
MAÑANA _____				1		2		3		4		5		6		7			
TARDE <u>X</u>																			
<b>EQUIPO</b>	N° Actividad	DESCRIPCION DEL PROCESO		TIEMPO OCIOSO	TIEMPO CONTRIBUTIVO	TIEMPO OCIOSO	TIEMPO CONTRIBUTIVO	TIEMPO PROMEDIO											
	1	Encendido		00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
	2	Preparación máquina		00:00:12	00:00:11	00:00:15	00:00:21	00:00:05	00:00:20	00:00:11	00:00:14	00:00:08	00:00:15	00:00:10	00:00:15	00:00:14	00:00:12	00:00:12	00:00:12
	3	Mezclado		00:00:00	00:01:57	00:00:00	00:01:21	00:00:00	00:01:20	00:00:00	00:01:18	00:00:00	00:01:39	00:00:00	00:01:15	00:00:00	00:01:22	00:00:49	00:01:22
	4	Vaciado		00:01:06	00:00:43	00:01:22	00:00:46	00:01:07	00:00:43	00:00:50	00:00:48	00:01:01	00:00:42	00:01:00	00:00:46	00:00:52	00:00:49	00:00:49	00:00:49
TOTAL				00:01:18	00:02:51	00:01:37	00:02:28	00:01:12	00:02:23	00:01:01	00:02:20	00:01:09	00:02:36	00:01:10	00:02:16	00:01:06	00:02:23	00:01:06	00:02:23
Total Ciclo				0:04:09		0:04:05		0:03:35		0:03:21		0:03:45		0:03:26		0:03:29		0:03:41	

Modelo de Formato diligenciado del equipo Fuente: Autores, 2018



Universidad Francisco  
de Paula Santander  
Ocaña - Colombia  
Vigilada M. educación

**FORMATO DE ESTUDIO Y MOVIMIENTOS PARA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ESPECÍFICA DEL PERSONAL Y EQUIPO PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO Y MORTEROS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER**

<b>NOMBRE DE LA OBRA:</b>	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Obra el portal			<b>DIRECCION:</b>						
<b>FECHA:</b>	04-oct-17			<b>CLIMA:</b>	Soleado					
<b>CONCRETO</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>MORTERO</b> <input type="checkbox"/>			<b>CUADRILLA:</b>	1:2	<b>DOSIFICACION:</b>	1:2:3			
<b>MAÑANA</b> <input checked="" type="checkbox"/>										
<b>TARDE</b> <input type="checkbox"/>										
N° Actividad	Descripción del proceso	Baldes (*Bultos)	TIEMPO (1)	TIEMPO (2)	TIEMPO (3)	TIEMPO (4)	TIEMPO (5)	TIEMPO (6)	TIEMPO (7)	TIEMPO PROMEDIO
1	Vertimiento de agua	1	00:00:32	00:00:36	00:00:23	00:00:22	00:00:12	00:00:14	00:00:29	00:00:24
2	Vertimiento de triturado	12	00:02:35	00:03:08	00:02:57	00:02:56	00:01:46	00:02:50	00:02:49	00:02:43
3	Vertimiento de cemento	1*	00:00:40	00:00:34	00:01:04	00:00:25	00:00:31	00:00:32	00:00:35	00:00:37
4	Vertimiento de arena	8	00:01:19	00:02:15	00:01:44	00:02:57	00:01:12	00:02:41	00:01:52	00:02:00
5	Vertimiento de aditivos	-	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
	Total		00:02:32	00:03:02	00:02:55	00:03:00	00:02:07	00:03:30	00:02:38	00:19:44

Tiempo (Seg) 1184  
Tiempo (H) 0,33