



**"ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE TIEMPOS EN EL ARMADO DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE
BÁSICAS DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE
PARA LA DETERMINACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR ESTRUCTURA"**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTROMECAÁNICO**

AUTORA: CEDEÑO BERRONES, ANGIE SOLANGE

DIRECTOR: ING. FREIRE LLERENA, WASHINGTON RODRIGO

LATACUNGA, FEBRERO 2022

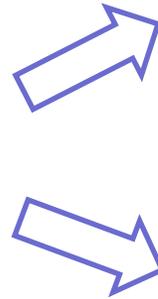


Agenda

- Planteamiento del problema
- Justificación e Importancia
- Objetivos
- Hipótesis
- **Fundamentación Teórica**
- Metodología
- Análisis de Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía

Planteamiento del Problema

Las redes eléctricas son construidas por varias empresas de distribución, por lo cual se ha constituido un libre mercado, cuyo servicio es de suministro de materiales y mano de obra para la construcción.



No poseen la información documentada, o regulada por algún ente, necesaria para determinar los tiempos de rendimiento de los linieros.

El análisis de los precios unitarios solo considera una técnica de asenso pero existen otras formas que no han sido analizadas.



Justificación e Importancia

La falta de información documentada respecto a los tiempos de rendimiento da como resultado que las empresas de distribución eléctrica se alejen de la realidad.

Es importante analizar el rendimiento de tiempos ya que establece el tiempo de duración de la actividad a realizar y por ende es necesario para determinar la viabilidad del proyecto, así como de su costo.

Se propone actualizar los rendimientos y valoración de mano de obra con los resultados obtenidos a través de la toma de datos.

Objetivos

Objetivo General

- Establecer un análisis del rendimiento de tiempos de construcción en el armado de estructuras de soporte básicas de redes eléctricas de distribución aéreas de medio y bajo voltaje para la determinación de precios unitarios por estructura.

Objetivos

Objetivos Específicos

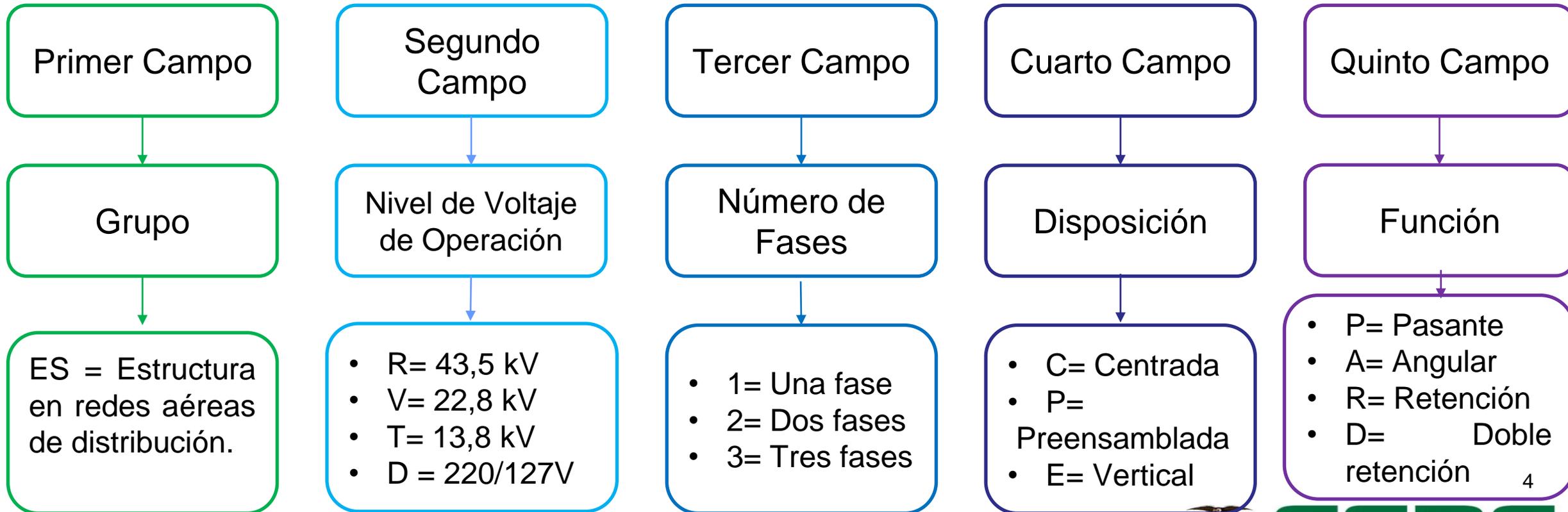
- Investigar las técnicas de ascenso para redes de distribución.
- Determinar los tiempos de ejecución en el armado de estructuras de soporte centradas de medio y bajo voltaje a través de las diferentes técnicas de ascenso.
- Obtener los precios unitarios referente a la mano de obra calificada para estructuras homologadas de bajo y medio voltaje considerando los nuevos tiempos de rendimiento.

Hipótesis

¿Es posible que, con la determinación de tiempos de rendimiento para el armado de estructuras básicas, se pueda estimar un análisis de los precios unitarios en la construcción de redes eléctricas?

Fundamentación Teórica

Unidades de Propiedad y Construcción en el Sistema Eléctrico de Distribución



Análisis de Precios Unitarios

Costos directos:

- Materiales
- Equipo y herramientas
- Transporte
- Mano de obra



Residente de obra

Jefe de grupo

Liniero

Ayudante peón.

Asistente técnico

Chofer



Costos indirectos

- Utilidad



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Análisis de Rendimientos

Se basa en la cantidad de trabajo y tiempo útil ejecutado por una persona o un grupo de trabajo dentro de un proceso productivo a lo largo de un tiempo determinado.

Economía
general

Aspectos
laborales

Clima

Equipamiento

Supervisión

Trabajador

Técnicas de ascenso y descenso de postes



Metodología

Recopilación de información

Recolectar datos de pruebas realizadas en el campo/
Encuestas al personal de las empresas de distribución
EEASA y ELEPCO S.A.

Procesamiento de Datos

Seleccionar y ordenar la información válida para el análisis.

Cálculos de tiempos estándares

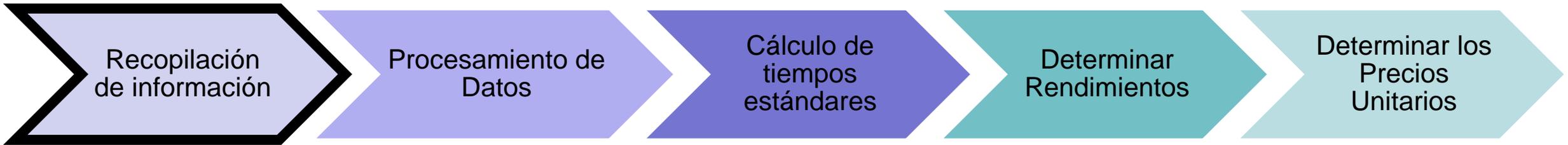
Calcular los tiempos estándares de cada una de las estructuras y por su técnica de ascenso.

Determinar Rendimientos

Determinación de los rendimientos con los nuevos tiempos totales de armado de estructuras.

Determinar los Precios Unitarios

Determinación de precios unitarios mediante una hoja de cálculo.



Muestras para el número de tiempos

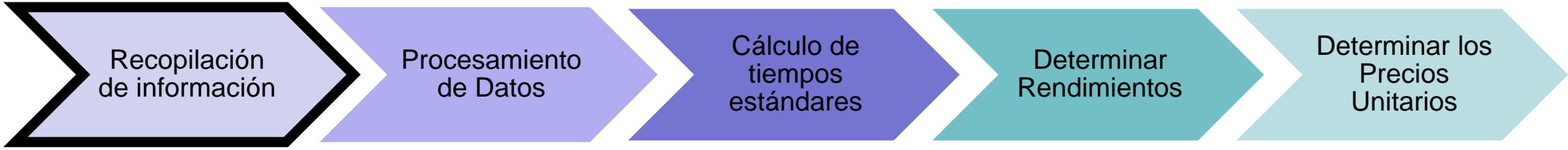
$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

$$n = \frac{1,92^2 * 0,03 * (1 - 0,03)}{0,20^2}$$

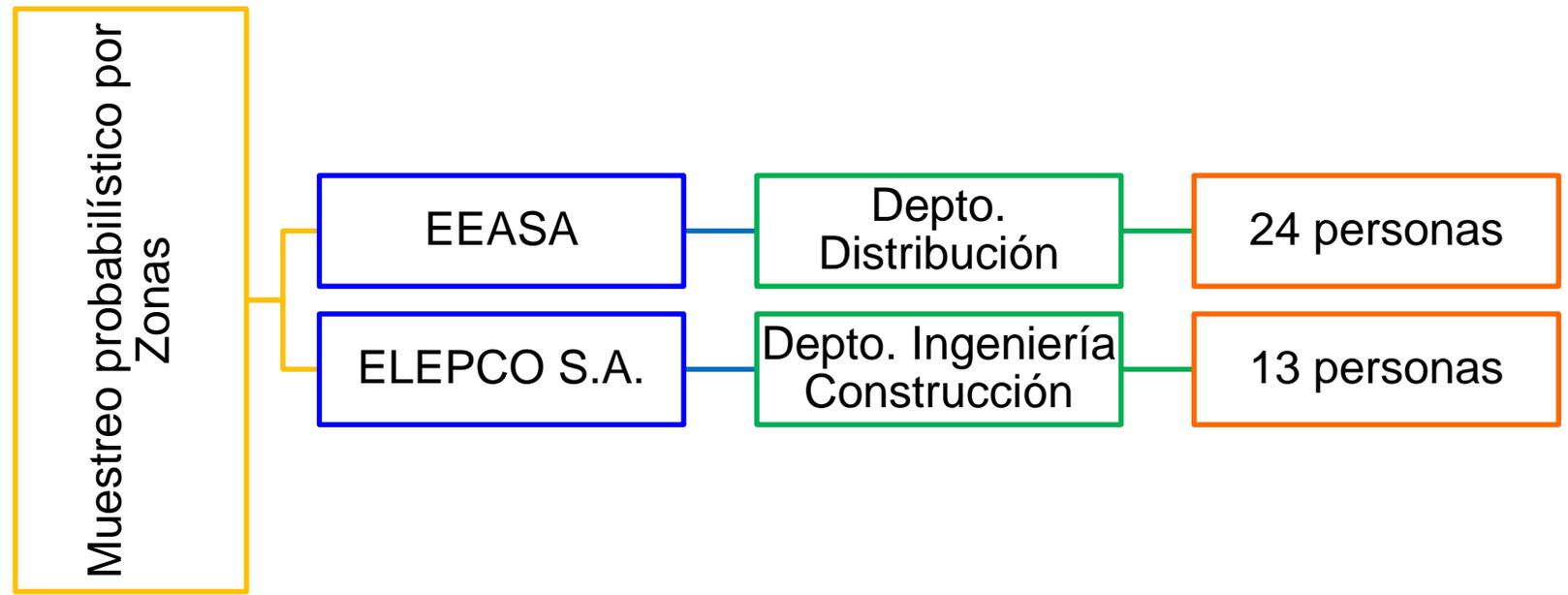
$$n = 2,79 = 3 \text{ muestras}$$

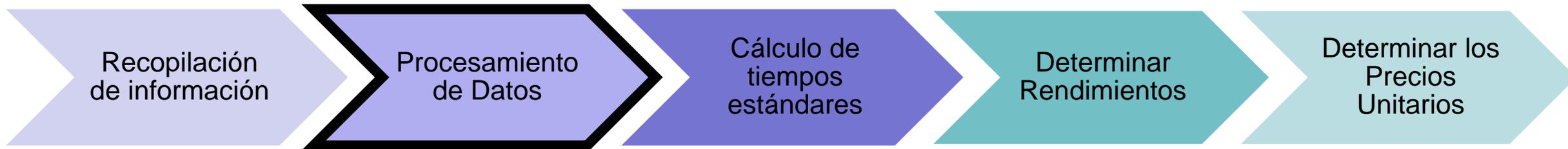
Nivel de confianza	80%	85%	90%	95%	99%
Desviación estándar	1,28	1,44	1,65	1,96	2,58

- n = Numero de observaciones o tamaño de muestra que determinar.
- p : Proporción estimada de tiempo ocioso.
- q : Porcentaje de tiempo de las actividades de interés
 $q = 1 - p$.
- z : Desviación normal estándar para un nivel de confianza deseado (1,96).
- e : Error máximo para el nivel de precisión.



Muestras de Encuestas





Hoja de cálculo Excel

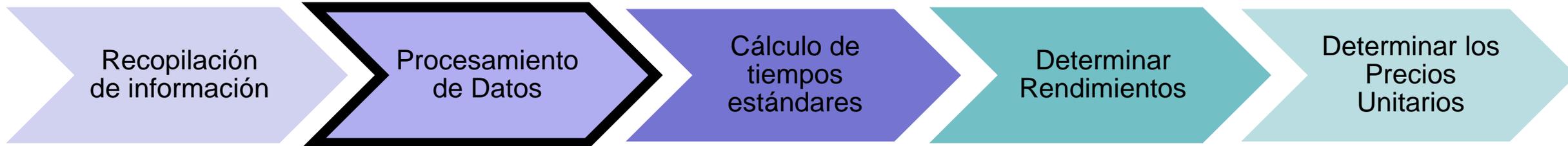


Tiempos con trepadoras

TIEMPOS CRONOMETRADOS			
Código UP-UC	Tiempo 1 (min)	Tiempo 2 (min)	Tiempo 3 (min)
ESD-1PP3	06:03,41	07:29,75	06:14,45
ESD-1PR3	05:42,60	05:04,66	06:11,09
ESD-1PD3	07:08,46	08:05,20	07:16,93
ESD-1EP	06:07,69	07:10,19	06:34,06
ESD-1ER	07:18,77	06:49,43	07:39,31
ESD-1ED	08:22,98	08:34,76	09:40,09
EST-1CP	08:30,00	08:47,71	08:08,74
EST-1CD	11:08,70	12:16,54	10:45,09
EST-1CR	06:44,02	06:50,48	07:45,78
ESD-1CA	09:22,68	10:24,74	10:06,66
EST-3CP	31:45,03	33:20,67	29:27,68
EST-3CD	42:57,18	47:55,82	41:07,69
EST-3CR	23:09,00	23:06,88	27:58,80
EST-3CA	33:31,39	38:31,77	37:16,78

TIEMPOS DE ENCUESTAS		
Código UP-UC	EEASA	ELEPCO S.A.
ESD-1PP3	30:00,0	20:00,0
ESD-1PR3	45:00,0	30:00,0
ESD-1PD3	45:00,0	30:00,0
ESD-1EP	45:00,0	20:00,0
ESD-1ER	40:00,0	30:00,0
ESD-1ED	40:00,0	30:00,0
EST-1CP	30:00,0	20:00,0
EST-1CD	45:00,0	25:00,0
EST-1CR	50:00,0	30:00,0
ESD-1CA	30:00,0	30:00,0
EST-3CP	50:00,0	40:00,0
EST-3CD	50:00,0	50:00,0
EST-3CR	50:00,0	50:00,0
EST-3CA	50:00,0	50:00,0





Hoja de cálculo Excel



Tiempos con escalera

TIEMPOS CRONOMETRADOS			
Código UP-UC	Tiempo 1 (min)	Tiempo 2 (min)	Tiempo 3 (min)
ESD-1PP3	09:07,43	10:33,77	11:00,88
ESD-1PR3	08:46,62	08:08,68	08:34,51
ESD-1PD3	10:12,48	10:09,00	10:20,95
ESD-1EP	09:11,71	10:14,21	09:38,08
ESD-1ER	10:22,79	09:53,45	10:43,33
ESD-1ED	11:27,00	11:38,78	12:15,49
EST-1CP	11:30,10	11:47,81	11:08,84
EST-1CD	14:08,80	15:16,64	13:45,19
EST-1CR	09:44,12	09:50,58	10:45,88
ESD-1CA	12:22,78	13:24,84	13:06,76
EST-3CP	34:45,13	36:20,77	32:27,78
EST-3CD	45:57,28	50:55,92	44:07,79
EST-3CR	26:09,10	26:06,98	30:58,90
EST-3CA	36:31,49	41:31,87	40:16,88

TIEMPOS DE ENCUESTAS		
Código UP-UC	EEASA	ELEPCO S.A.
ESD-1PP3	25:00,0	00:00,0
ESD-1PR3	25:00,0	00:00,0
ESD-1PD3	25:00,0	00:00,0
ESD-1EP	20:00,0	00:00,0
ESD-1ER	20:00,0	00:00,0
ESD-1ED	20:00,0	00:00,0
EST-1CP	40:00,0	00:00,0
EST-1CD	20:00,0	00:00,0
EST-1CR	20:00,0	00:00,0
ESD-1CA	20:00,0	00:00,0
EST-3CP	30:00,0	00:00,0
EST-3CD	30:00,0	00:00,0
EST-3CR	30:00,0	00:00,0
EST-3CA	30:00,0	00:00,0





Hoja de cálculo Excel



Tiempos con pretales

TIEMPOS CRONOMETRADOS			
Código UP-UC	Tiempo 1 (min)	Tiempo 2 (min)	Tiempo 3 (min)
ESD-1PP3	07:23,55	08:49,89	06:14,45
ESD-1PR3	07:02,74	06:24,80	07:31,23
ESD-1PD3	08:28,60	09:25,34	08:37,07
ESD-1EP	07:27,83	08:30,33	07:54,20
ESD-1ER	08:38,91	08:09,57	08:59,45
ESD-1ED	09:43,12	09:54,90	11:00,23
EST-1CP	10:01,13	10:18,84	09:39,87
EST-1CD	12:39,83	13:47,67	12:16,22
EST-1CR	08:15,15	08:21,61	09:16,91
ESD-1CA	10:53,81	11:55,87	11:37,79
EST-3CP	33:16,16	34:51,80	30:58,81
EST-3CD	44:28,31	49:26,95	42:38,82
EST-3CR	24:40,13	24:38,01	29:29,93
EST-3CA	35:02,52	40:02,90	38:47,91





Porcentajes de tiempos suplementarios de movilización

Descripción	Porcentaje
Retiro del material, equipos y herramientas en bodega.	10%
Distribución del material.	10%
Traslado de poste a poste.	10%
Organización del trabajo.	5%
Total de movilización	35%

Concesiones OIT para suplementos

Detalle	Porcentaje
Necesidades personales	5%
Por fatiga.	4%
Por trabajar de pie.	2%
Por postura incómoda.	2%
Ruido intermitente y fuerte.	2%
Proceso algo complejo.	1%
Total	16%

Recopilación
de información

Procesamiento
de Datos

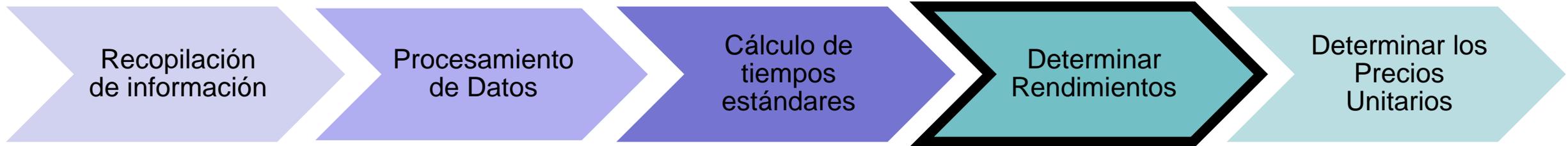
Cálculo de
tiempos
estándares

Determinar
Rendimientos

Determinar los
Precios
Unitarios

Tiempos Totales

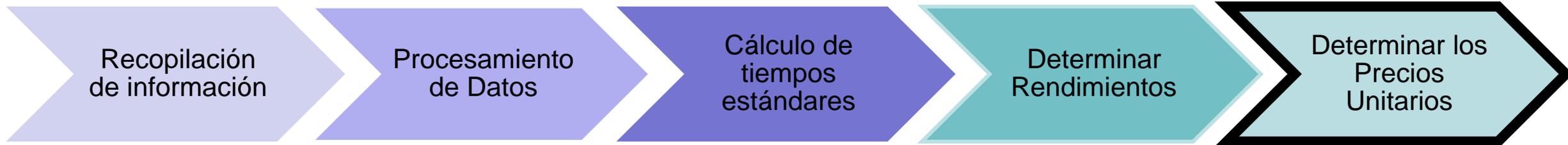
Código UC-UP	Tiempo de armado (min)	Tiempo de movilización (min)	Tiempo concesiones OIT (min)	Tiempo Estándar (min)
ESD-1PP3	07:29,75	02:37,41	01:11,96	11:19,12
ESD-1PR3	06:11,09	02:09,88	00:59,37	09:20,34
ESD-1PD3	08:05,20	02:49,82	01:17,63	12:12,65
ESD-1EP	07:10,19	02:30,57	01:08,83	10:49,58
ESD-1ER	07:39,31	02:40,76	01:13,49	11:33,56
ESD-1ED	09:40,09	03:23,03	01:32,81	14:35,93
ESD-1CPT	08:47,71	03:04,70	01:24,43	13:16,84
ESD-1CDT	12:16,54	04:17,79	01:57,85	18:32,18
ESD-1CRT	07:45,78	02:43,02	01:14,52	11:43,33
ESD-1CAT	10:24,74	03:38,66	01:39,96	15:43,36
ESD-3CPT	33:20,67	11:40,23	05:20,11	50:21,01
ESD-3CDT	47:55,82	16:46,54	07:40,13	12:22,49
ESD-3CRT	27:58,80	09:47,58	04:28,61	42:14,99
ESD-3CAT	38:31,77	13:29,12	06:09,88	58:10,77



➤ El rendimiento es ideal ya que no se consideran pérdidas de tiempos

➤ Se analiza cuántas estructuras se puede armar en una hora de trabajo.

Código UC- UP	Rendimiento		
	Trepadoras	Escalera	Pretales
ESD-1PP3	5,30	3,61	4,50

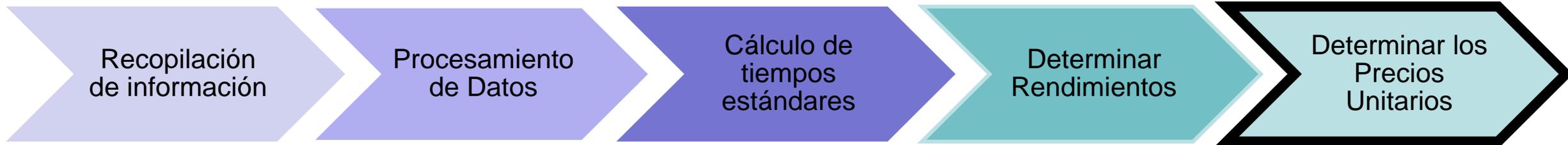


Mano de Obra

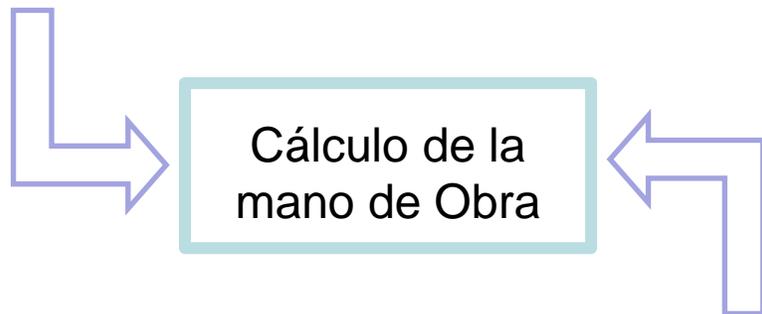


Salarios Mínimos por Ley

Categorías Ocupacionales	Costo Horario
Residente de obra	\$ 4,31
Técnico en seguridad	\$ 4,30
Jefe de grupo/Maestro eléctrico	\$ 4,29
Liniero	\$ 3,87
Ayudante peón	\$ 3,83
Asistente técnico/	\$ 4,29
Chofer	\$ 5,62



Mano de Obra



$$MO = \frac{\text{Cantidad Personal} * \text{Costo Hora}}{\text{Rendimiento}}$$

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de obra	1	4,31	5,3004	0,81
Técnico en seguridad y salud en el trabajo.	1	4,30	5,3004	0,81
Jefe de grupo	1	4,29	5,3004	0,81
Liniero	2	3,87	5,3004	1,46
Ayudante peón	2	3,83	5,3004	1,45
Asistente técnico	1	4,29	5,3004	0,81
Chofer	1	5,62	5,3004	1,06
SUBTOTAL				7,21

Recopilación de información

Procesamiento de Datos

Cálculo de tiempos estándares

Determinar Rendimientos

Determinar los Precios Unitarios

➤ Para el cálculo del Precio Unitario se considera la Mano de Obra, la herramienta menor y además se incluyen los costos indirectos y utilidades pertenecientes al rubro.

RUBRO: 1			UNIDAD: C/U		
DETALLE: ESD-1PP3					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor	5%MO				0,36
SUBTOTAL M					0,36
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de obra	1	4,31	4,31	5,3004	0,81
Técnico en seguridad y salud en el trabajo	1	4,30	4,30	5,3004	0,81
Jefe de grupo	1	4,29	4,29	5,3004	0,81
Liniero	2	3,87	3,87	5,3004	1,46
Ayudante peón	2	3,83	3,83	5,3004	1,45
Asistente técnico	1	4,29	4,29	5,3004	0,81
Chofer	1	5,62	5,62	5,3004	1,06
SUBTOTAL					7,21
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,57
INDIRECTOS Y UTILIDADES				10,00%	0,76
OTROS INDIRECTOS				10,00%	0,76
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,08
VALOR PROPUESTO					9,08

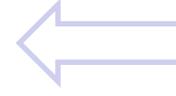


Análisis de Resultados

Tiempos
cronometrados



Tiempos estándares



Tiempos de encuestas

Código UC-UP	Trepadoras	Escalera	Pretales
ESD-1PP3	11:19,12	16:37,93	13:20,13
ESD-1PR3	09:20,34	13:15,20	11:21,36
ESD-1PD3	12:12,65	15:37,63	14:13,66
ESD-1EP	10:49,58	15:27,46	12:50,60
ESD-1ER	11:33,56	16:11,43	13:34,57
ESD-1ED	14:35,93	18:30,59	16:36,95
ESD-1CPT	13:16,84	17:48,79	15:34,45
ESD-1CDT	18:32,18	23:04,13	20:49,78
ESD-1CRT	11:43,33	16:15,28	14:00,93
ESD-1CAT	15:43,36	20:15,31	18:00,96
ESD-3CPT	50:21,01	54:52,96	52:38,62
ESD-3CDT	12:22,49	1:16:54,44	1:14:40,09
ESD-3CRT	42:14,99	46:46,94	44:32,59
ESD-3CAT	58:10,77	1:02:42,72	1:00:28,38

Código UC-UP	EEASA		ELEPCO S.A.
	Trepadoras	Escalera	Trepadoras
ESD-1PP3	45:00,0	25:00,0	20:00,0
ESD-1PR3	40:00,0	25:00,0	30:00,0
ESD-1PD3	40:00,0	25:00,0	30:00,0
ESD-1EP	30:00,0	20:00,0	20:00,0
ESD-1ER	45:00,0	20:00,0	30:00,0
ESD-1ED	45:00,0	20:00,0	30:00,0
ESD-1CPT	30:00,0	40:00,0	20:00,0
ESD-1CDT	45:00,0	20:00,0	25:00,0
ESD-1CRT	50:00,0	20:00,0	30:00,0
ESD-1CAT	30:00,0	20:00,0	30:00,0
ESD-3CPT	50:00,0	30:00,0	40:00,0
ESD-3CDT	50:00,0	30:00,0	50:00,0
ESD-3CRT	50:00,0	30:00,0	50:00,0
ESD-3CAT	50:00,0	30:00,0	50:00,0



Análisis de Resultados

Rendimientos

➤ Tiempos totales cronometrados

Código UC- UP	Rendimiento		
	Trepadoras	Escalera	Pretales
ESD-1PP3	5,30	3,61	4,50
ESD-1PR3	6,42	4,53	5,28
ESD-1PD3	4,91	3,84	4,22
ESD-1EP	5,54	3,88	4,67
ESD-1ER	5,19	3,71	4,42
ESD-1ED	4,11	3,24	3,61
ESD-1CPT	4,52	3,37	3,85
ESD-1CDT	3,24	2,60	2,88
ESD-1CRT	5,12	3,69	4,28
ESD-1CAT	3,82	2,96	3,33
ESD-3CPT	1,19	1,09	1,14
ESD-3CDT	0,83	0,78	0,80
ESD-3CRT	1,42	1,28	1,35
ESD-3CAT	1,03	0,96	0,99

➤ Tiempos de encuestas

Código UC- UP	EEASA		ELEPCO S.A.
	Trepadoras	Escalera	Trepadoras
ESD-1PP3	1,33	2,40	3,00
ESD-1PR3	1,50	2,40	2,00
ESD-1PD3	1,50	2,40	2,00
ESD-1EP	2,00	3,00	3,00
ESD-1ER	1,33	3,00	2,00
ESD-1ED	1,33	3,00	2,00
ESD-1CPT	2,00	1,50	3,00
ESD-1CDT	1,33	3,00	2,40
ESD-1CRT	1,20	3,00	2,00
ESD-1CAT	2,00	3,00	2,00
ESD-3CPT	1,20	2,00	1,50
ESD-3CDT	1,20	2,00	1,20
ESD-3CRT	1,20	2,00	1,20
ESD-3CAT	1,20	2,00	1,20

Análisis de Resultados

Precios Unitarios

▶ Tiempos totales cronometrados

Código UP-UC	P.U.	P.U.	P.U.
	(USD/unidad) Trepadora	(USD/unidad) Escalera	(USD/unidad) Pretales
ESD-1PP3	9,08	13,35	10,70
ESD-1PR3	7,49	10,64	9,11
ESD-1PD3	9,80	12,54	11,42
ESD-1EP	8,69	12,40	10,31
ESD-1ER	9,28	12,99	10,89
ESD-1ED	11,72	14,85	13,33
EST-1CP	10,66	14,30	12,50
EST-1CD	14,88	18,51	16,72
EST-1CR	9,41	13,04	11,25
EST-1CA	12,62	16,25	14,46
EST-3CP	40,41	44,04	42,25
EST-3CD	58,08	61,72	59,92
EST-3CR	33,91	37,54	35,75
EST-3CA	46,69	50,33	48,53

▶ Tiempos de encuestas

Código UP-UC	EEASA		ELEPCO S.A.
	P.U. (USD/unidad) Trepadora	P.U. (USD/unidad) Escalera	P.U. (USD/unidad) Trepadora
ESD-1PP3	36,20	20,06	16,05
ESD-1PR3	32,10	20,06	24,07
ESD-1PD3	32,10	20,06	24,07
ESD-1EP	24,07	16,05	16,05
ESD-1ER	36,20	16,05	24,07
ESD-1ED	36,20	16,05	24,07
EST-1CP	24,07	32,10	16,05
EST-1CD	36,20	16,05	20,06
EST-1CR	40,12	16,05	24,07
EST-1CA	24,07	16,05	24,07
EST-3CP	40,12	24,07	32,10
EST-3CD	40,12	24,07	40,12
EST-3CR	40,12	24,07	40,12
EST-3CA	40,12	24,07	40,12

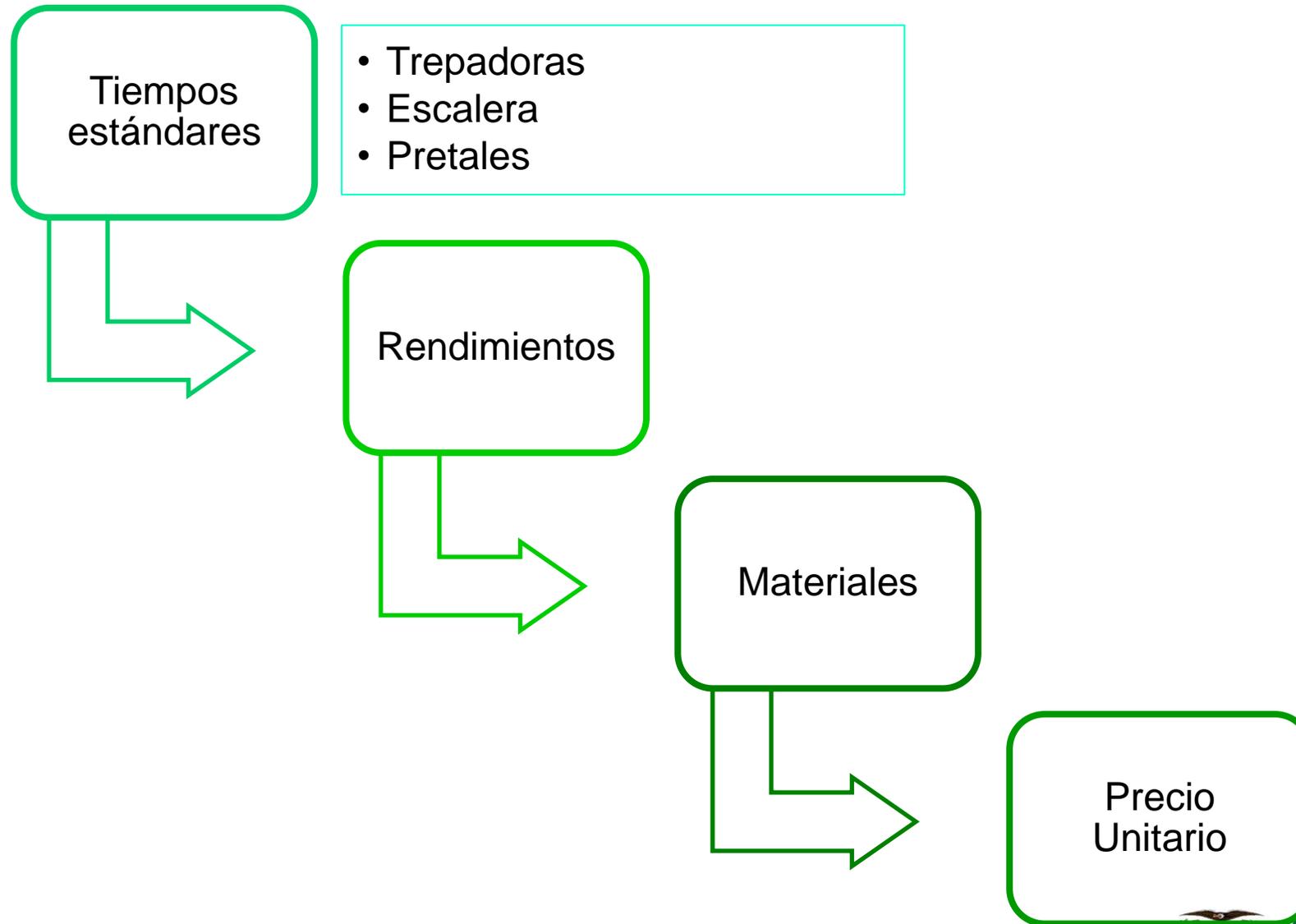
Análisis de Resultados

Análisis comparativo

➤ Tiempos totales cronometrados vs Empresas de Distribución

Código UP-UC	Tiempo Estándares Cronometrados			ELEPCO S.A.	EEASA	EEQ
	Trepadora	Escalera	Pretales			
ESD-1PP3	9,08	13,35	10,70	10,98	10,8	5,42
ESD-1PR3	7,49	10,64	9,11	11,38	10,8	5,42
ESD-1PD3	9,80	12,54	11,42	11,38	10,8	5,42
ESD-1EP	8,69	12,40	10,31	10,98	10,8	5,42
ESD-1ER	9,28	12,99	10,89	11,38	10,8	5,42
ESD-1ED	11,72	14,85	13,33	11,38	10,8	5,42
EST-1CP	10,66	14,30	12,50	11,21	14,03	15,05
EST-1CD	14,88	18,51	16,72	12,65	14,03	15,05
EST-1CR	9,41	13,04	11,25	13,01	14,03	15,05
EST-1CA	12,62	16,25	14,46	11,21	14,03	15,05
EST-3CP	40,41	44,04	42,25	24,68	25,36	25,02
EST-3CD	58,08	61,72	59,92	25,9	25,36	25,02
EST-3CR	33,91	37,54	35,75	25,9	25,36	25,02
EST-3CA	46,69	50,33	48,53	24,68	25,36	25,02

Propuesta de Estudio



Cálculo de rendimientos

$$Rend = \frac{60 \text{ min}}{\text{Tiempo Total} * \text{Parte que intervienen}} * \frac{2 * Tef}{T}$$

$$Rend = \frac{60 \text{ min}}{\text{Tiempo Total} * \text{Parte que intervienen}} * \frac{2 * 193,82 \text{ min}}{480 \text{ min}}$$

$$Rend = \frac{48,455 \text{ min}}{\text{Tiempo Total} * 0,31}$$

Donde:

Rend: Rendimiento de la mano de obra.

60: una de trabajo en minutos.

Tiempo Total :Tiempo total del armado de las estructuras.

Parte que intervienen: es la cantidad de personal que interviene en un trabajo determinado sobre el total de personal necesario, el factor es 0,31.

Tef: media jornada efectiva de trabajo considerando demoras, es 193,82 minutos.

T: jornada de trabajo de ocho horas diarias (480 min).



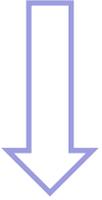
Código UC-UP	Rendimiento		
	Trepadoras	Escalera	Pretales
ESD-1PP3	13,81	9,40	11,72
ESD-1PR3	16,74	11,79	13,76
ESD-1PD3	12,80	10,00	10,99
ESD-1EP	14,44	10,11	12,17
ESD-1ER	13,52	9,65	11,51
ESD-1ED	10,71	8,44	9,41
ESD-1CPT	11,77	8,77	10,04
ESD-1CDT	8,43	6,78	7,50
ESD-1CRT	13,33	9,62	11,15
ESD-1CAT	9,94	7,72	8,68
ESD-3CPT	3,10	2,85	2,97
ESD-3CDT	2,16	2,03	2,09
ESD-3CRT	3,70	3,34	3,51
ESD-3CAT	2,69	2,49	2,58

Materiales

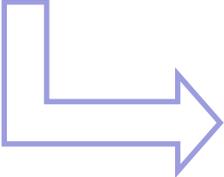
- La determinación del precio se realiza conforme un análisis estadístico de precios de mercado, donde se recaba información de diferentes empresas proveedoras y se selecciona la que presenta los precios más bajos del mercado

PARTIDA A: POSTES TORRES Y ACCESORIOS			
ITEM No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO
1	Abrazadera Acero Galvanizado, pletina 38 x4mm, 4 pernos de rosca corrida de 150x13mm	u	5,40
2	Abrazadera Acero Galvanizado, pletina 38 x4mm, 3 pernos de rosca corrida de 150x13mm	u	4,50
3	Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2	u	2,16
4	Bastidor Acero Galvanizado, 1 vía, 38x4mm	u	3,29
5	Bloque de hormigón armado, 20mm de altura total, con orificio 20 mm de diámetro.	u	6,00
7	Cable de acero galvanizado grado siemens martin 7 hilos, 9,51 mm (3/8") de diámetro.	u	1,17
8	Cruceta de Acero Galvanizado, Perfil L, 75x75x6mm, 1500mm	u	32,00
9	Guardacabo para cable de acero de 9,51 mm (3/8") de diámetro.	u	0,78
10	Horquilla de anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diam x 75 mm (3") de long. (eslabón U para sujeción)	u	3,54
11	Perno punta de poste simple galvanizado, 19mm (3/4") de diam x 300 mm (12") de long	u	11,1

Precios Unitarios



Hoja de cálculo Excel



DETALLE: EST-1CP					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor	5%MO				0,16
SUBTOTAL M					0,16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de obra	1	4,31	4,31	11,7694	0,37
Técnico en seguridad y salud en el trabajo	1	4,30	4,30	11,7694	0,37
Jefe de grupo	1	4,29	4,29	11,7694	0,36
Liniero	2	3,87	3,87	11,7694	0,66
Ayudante peón	2	3,83	3,83	11,7694	0,65
Asistente técnico	1	4,29	4,29	11,7694	0,36
Chofer	1	5,62	5,62	11,7694	0,48
SUBTOTAL N					3,25
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5	c/u	1,00	6,80	6,80	
Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	c/u	1,00	11,10	11,10	
Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	m	2,00	0,98	1,96	
Cinta de armar preformada simple, para cable de Al	c/u	1,00	0,96	0,96	
SUBTOTAL O					20,82
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Camioneta 1 Ton.	u	1	3,97	3,97	
Grúa hidráulica 5 Ton.	u			0,00	
SUBTOTAL P					3,97
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					28,20
INDIRECTOS Y UTILIDADES				10,00%	2,82
OTROS INDIRECTOS				10,00%	2,82
COSTO TOTAL DEL RUBRO					33,84
VALOR PROPUESTO					33,84



► Precio Unitario

Código UP-UC	Precio Unitario Total (USD/unidad)		
	Trepadora	Escalera	Pretales
ESD-1PP3	15,00	17,04	15,78
ESD-1PR3	20,23	21,73	21,00
ESD-1PD3	24,64	25,96	25,42
ESD-1EP	17,74	19,52	17,53
ESD-1ER	16,96	18,75	17,74
ESD-1ED	34,97	36,47	35,75
EST-1CP	30,09	31,84	30,98
EST-1CD	114,77	116,52	115,65
EST-1CR	44,76	46,50	45,64
EST-1CA	41,55	43,29	42,43
EST-3CP	145,71	147,45	146,59
EST-3CD	448,17	449,92	449,06
EST-3CR	255,66	257,40	256,54
EST-3CA	302,20	303,95	303,09

► Comparación de Precios Unitarios finales.

Código UP-UC	Precios Unitarios incluido material (USD/unidad)	
	P. Propuestos	EERSA Proyecto
ESD-1PP3	15,00	17,42
ESD-1PR3	20,23	24,19
ESD-1PD3	24,64	40,28
ESD-1EP	17,74	18,03
EST-1CP	30,09	34,09
EST-1CD	114,77	111,62
EST-1CR	44,76	51,61
EST-1CA	41,55	50,76
EST-3CP	145,71	110,72
EST-3CD	448,17	400,40
EST-3CR	255,66	252,91
EST-3CA	302,20	350,99

Conclusiones

- Mediante la investigación realizada en la zona 3 del país se determinó que la técnica de ascenso más utilizada, en la construcción de redes eléctricas nuevas de distribución, es con trepadoras debido a que el liniero se siente seguro y confiando al realizar trabajos en altura, por otra parte cuando se utiliza la escalera el liniero no está acostumbrado a utilizar este instrumento, por lo cual, existe un incremento de tiempo en el armado de estructuras debido a la falta de experiencia, finalmente, los pretales son una técnica de ascenso poco conocida en el país, pero que al igual que las dos anteriores técnicas, cumple el mismo nivel de efectividad para realizar trabajos de construcción de estructuras de MV y BV.
- De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a la construcción de estructuras con trepadoras, se concluye que el tiempo de armado y montaje para estructuras de BV varía de 10 a 15 min, para estructuras de MV monofásicas es de 13 a 20 min y para estructura de MV trifásicas el tiempo es de 45 a 75 min, considerando condiciones óptimas de trabajo.

Conclusiones

- El método que se seleccionó para la medición del trabajo es el estudio de tiempos con cronometro, este procedimiento permitió el registro y la tabulación de tiempos estándares empleados en la construcción de estructuras de soporte básicas de redes eléctricas de distribución aéreas de medio y bajo voltaje, utilizando las diferentes técnicas de ascenso, trepadoras, escalera y pretales, obtenido así, tiempos aplicables y confiables para un correcto control y manejo de precios, además, se constató que mientras más bajo es el rendimiento del trabajador, más alto es el precio del rubro.
- En la actualidad, las empresas de distribución tienen ciertas variaciones en algunos materiales, lo que significa que no todos los materiales se encuentran homologados como lo establece el MERNNR, esta variación se da porque se considera que con estas modificaciones el mantenimiento es mucho más sencillo para el personal, algo semejante ocurre con el criterio para determinar las actividades de mano de obra que intervienen en la construcción de redes eléctricas aéreas de distribución, ya que no manejan la misma perspectiva generando así, dificultad para realizar un adecuado control de los proyectos eléctricos de distribución.

Conclusiones

- De acuerdo al análisis de resultados de valoración de mano de obra se determinó que los precios obtenidos, referentes a estructuras de BV, frente a los precios de las diferentes empresas de distribución discrepan entre ellos, siendo la empresa ELEPCO S.A. la que maneja precios mucho más altos en comparación con el resto de empresas y de los valores propuestos, cabe destacar que EEQ es la empresa que menor remuneración tiene de estos rubros. Para las estructuras monofásicas de MV, pasa todo lo contrario, la EEQ es la que mejor remuneración tiene mientras que los precios propuestos mediante el ascenso con trepadoras es el bajo. Para finalizar, las estructuras trifásicas de medio voltaje poseen un precio similar entre las empresas de distribución, mientras que los precios propuestos son superiores independientemente de la técnica de ascenso. Una de las posibles causas de que existan estas diferencias entre precios se debe al rendimiento del personal, al uso de nuevos materiales, la remuneración salarial, entre otras. Se debe recalcar, que en la valoración de mano de obra de la EEASA se incluye el neutro en el armado de las estructuras de MV, es así que se arma una estructura monofásica o trifásica de MV y una estructura de BV, por el precio de una sola.

Recomendaciones

- El personal encargado de la construcción de redes eléctricas de distribución de medio voltaje y bajo voltaje debe ser capacidad de forma continua, acerca de los procedimientos recomendados para una efectiva ejecución en el armado y montaje de estructuras, con la finalidad de optimizar tiempos de construcción y por ende el rendimiento, así como para resguardar la integridad del personal.
- Los equipos y herramientas, en ocasiones se encuentran en mal estado, por lo que dificulta el tiempo de ejecución de la obra, por lo consiguiente se debe supervisar que no vuelva a existir estos contratiempos y que a la vez se dé cumplimiento a las normas de seguridad con el fin de mejorar la calidad de trabajo.
- Es necesario establecer un proceso donde se pueda determinar los tiempos máximos y mínimos de construcción, para que los contratistas no disminuyan ni aumente el rendimiento del grupo de trabajo del precio unitario sin considerar, a veces, que un rendimiento mal estimando puede generar sobrecarga laboral para cumplir con el cronograma de trabajo en la obra requerida.
- Es importante que todas las empresas de distribución del país actualicen los precios de sus materiales y se acojan a la homologación por parte del MERNNR, a fin de que existan un mejor control de precios unitarios y de procesos de contratación

Bibliografía

- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), . (2018). RESOLUCIÓN Nro. 018/18.
- Comisión de Homologación. (03 de Junio de 2011). Recuperado el 18 de Diciembre de 2021, de Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica.: https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc1-Hom_UP/S1_MT_HUP.pdf
- Comisión Federal de Electricidad CFE. (Septiembre de 2010).
- Contraloría General del Estado. (21 de Diciembre de 2021). Dirección Nacional de Auditoría de Transporte, Vialidad, Infraestructura Portuaria y Aeroportuaria.
- ELEPCO S.A. (2019). Menor cuantía de servicios.
- Empresa Puente Alto. (22 de Agosto de 2017). INSTRUCTIVO TREPADO DE ESTRUCTURA.
- INECEL. (Abril de 1978). *Plan Nacional de Electrificación Rural*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2021, de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6106/1/INECEL1978_3365.pdf
- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública. (17 de Febrero de 2021). Recuperado el 18 de Septiembre de 2021, de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/Ley-Organica-del-Sistema-Nacional-de-Contratacion-Publica_act_feb-2021.pdf
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (s.f.). *Catalogo Digital Redes de Distribución de Energía Eléctrica*. Recuperado el 12 de Octubre de 2021, de <https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/CHME/Postes.pdf>
- Zapata, C. J. (2011). Confiabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia. En *El Sistema Eléctrico de Potencia* (págs. 8-10). Pereira.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

