

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**“CONTROL DE CALIDAD PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE
ELECTROMECAÁNICO DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS
APLICADO A UNA EMPRESA CONSTRUCTORA”**

TESIS

PRESENTADO POR:

AURELIO CHAGUA ADUVIRI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“CONTROL DE CALIDAD PARA EL SUMINISTRO Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS APLICADO A UNA EMPRESA CONSTRUCTORA”

TESIS PRESENTADA POR:
AURELIO CHAGUA ADUVIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29/12/2017



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO:

PRESIDENTE

: 
Ing. LEONEL MARINO CASTILLO ENRÍQUEZ

PRIMER MIEMBRO

: 
M.Sc. MARIO MAMANI PAMPA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. ÁNGEL MARIO HURTADO CHÁVEZ

DIRECTOR/ASESOR

: 
M.Sc. JOSÉ MANUEL RAMOS CUTIPA

Área : Eléctrica

Tema : Control de Calidad

DEDICATORIA

A mis padres Juan y Paulina por el apoyo incondicional para culminar mi estudio en nuestra primera casa de estudio Universidad Nacional del Altiplano.

A mis Hermanos (as) Delia, Inés, Ireneo Luis, Emigdio, Pablo Macario, Dionisio y Mario quienes siempre me guiaron aconsejando para ser un mejor persona.

A mi abuela Úrsula que siempre me apoyó estando con vida y ahora espiritualmente me guiará desde el más allá.

A Delia Supo quién desde el día que conocí me incentivó ser una persona de valores.

Atte. Aurelio Chagua Aduviri

AGRADECIMIENTO

Agradezco al todopoderoso por su bendición de haberme concedido esta etapa para seguir superando en mi vida profesional.

A mis padres, nunca podré lograr alcanzar el agradecimiento sobre mi formación profesional que ellos apostaron.

A los docentes de mi querida Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de haber brindado sus conocimientos, aprecio, valores y responsabilidad durante etapa de mis estudios.

A mis compañeros y amigos de la universidad, quienes compartimos momentos inolvidables para cumplir la meta de servir a nuestro querido Perú.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	15
ABSTRACT	16
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.	19
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.4. OBJETIVOS.....	20
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.	20
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.5. HIPÓTESIS.....	20
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	20
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	20
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	21
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	21
2.2. SECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ	24
2.2.1. CLASIFICACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ.....	25
2.2.2. ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ.....	25
2.2.3. POLÍTICA Y REGULACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ.	26
2.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	27
2.3.1. ACTIVIDADES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.	28
2.3.1.1. ESTUDIO, DISEÑO Y GESTIÓN DE SERVIDUMBRE	28
2.3.1.2. CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN	28
2.3.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	29
2.3.2. .ARMADOS DE MEDIA TENSIÓN.....	30
2.3.2.1. ARMADO DE ALINEACIÓN.....	30
2.3.2.2. ARMADO DE ÁNGULO.....	30
2.3.2.3. ARMADO DE ANCLAJE.....	31
2.3.2.4. ARMADO FIN DE LÍNEA.....	32
2.3.2.5. ARMADO DE ÁNGULO RECTO.....	32
2.3.3. ESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN.....	33
2.3.3.1. ESTRUCTURA EN ALINEACIÓN.....	33

2.3.3.2. ESTRUCTURA EN ÁNGULO.	33
2.3.3.3. ESTRUCTURAS EN ANCLAJE.....	34
2.3.3.4. ESTRUCTURA FIN DE LÍNEA.....	35
2.3.3.5. ESTRUCTURAS EN H.....	35
2.3.3.6. ESTRUCTURAS MIXTAS.....	36
2.3.4. ARMADO DE ESTRUCTURAS UTILIZADOS EN LA OBRA	36
2.4. SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA OBRA.....	38
2.4.1. MATERIALES REQUERIDAS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.....	39
2.4.1.1. POSTES.	39
2.4.1.2. CONDUCTORES.	40
2.4.1.3. CRUCETAS.	40
2.4.1.4. AISLADORES.	41
2.4.1.5. ACCESORIOS PARA ARMADO DE ESTRUCTURAS.	43
2.4.1.6. EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO.	44
2.4.1.7. PARARRAYOS.	45
2.4.1.8. TRANSFORMADORES.....	46
2.4.1.9. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	47
2.4.2. CERTIFICACIÓN Y PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS... 48	
2.4.3. PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA.....	49
2.4.3.1. TRAZABILIDAD EN EL SUMINISTRO.....	49
2.4.4. PROCESO DE COMPRAS EN LA EMPRESA.	50
2.4.4.1. VERIFICACIÓN ESTADO DE SOLICITUD INTERNA.....	50
2.4.4.2. COTIZACIÓN DE PROVEEDORES.	50
2.4.4.3. GENERACIÓN Y APROBACIÓN DE ORDEN DE COMPRA (OC).....	50
2.4.4.4. SEGUIMIENTO DE COMPRAS.....	51
2.4.4.5. PAGO A PROVEEDORES.	51
2.4.4.6. INGRESO DE SUMINISTRO A LA OBRA.	51
2.5. MONTAJE ELECTROMECAÁNICO EN LA OBRA	51
2.5.1. UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS.	52
2.5.2. EXCAVACIÓN Y SOLADO.....	52
2.5.3. TRASLADO DE POSTES.	53
2.5.4. INSTALACIÓN DE POSTES.	54
2.5.5. CIMENTACIÓN DE POSTES.....	54
2.5.6. INSTALACIÓN DE ARMADOS.	55

2.5.7.	INSTALACIÓN DE RETENIDAS Y ANCLAJES.	56
2.5.8.	TENDIDO DE CONDUCTORES Y PUESTA EN FLECHA.	57
2.5.8.1.	CARGA Y DESCARGA DE CONDUCTORES.	57
2.5.8.2.	TRANSPORTE DE CONDUCTORES.....	57
2.5.8.3.	TENDIDO DE CONDUCTOR.....	58
2.5.9.	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	59
2.5.10.	INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.....	59
2.5.11.	INSTALACIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.	60
2.5.12.	LIQUIDACIÓN Y PRUEBAS.	61
2.6.	CONCEPTO DE LA CALIDAD	61
2.7.	CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.....	62
2.7.1.	COSTOS DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.	66
2.7.1.1.	COSTOS DE CALIDAD.....	67
2.7.1.2.	COSTOS DE NO CALIDAD.	67
2.7.2.	CONTROL DE PRODUCCIÓN (CP) Y CONTROL DE RECEPCIÓN (CR).	68
2.7.3.	MODOS DE CONTROL.....	69
2.7.4.	ANÁLISIS DE LAS FASES DE UN PROYECTO.	69
2.7.4.1.	FASE PROYECTO.	69
2.7.4.2.	FASE EJECUCIÓN DE OBRA.	69
2.7.4.3.	FASE DE EXPLOTACIÓN.....	70
2.8.	CONTROL EN LOS MATERIALES	70
2.9.	CONTROL EN LA EJECUCIÓN	71
2.9.1.	PLANIFICACIÓN EN LA EJECUCIÓN.	71
2.9.2.	TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN.....	72
2.9.3.	CONTROL DE PRODUCCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN.	73
2.9.4.	CONTROL DE RECEPCIÓN.....	73
2.9.5.	AUTOCONTROL DEL CONTRATISTA.....	74
2.9.6.	CONTROL DE CALIDAD EN LA DIRECCIÓN DE OBRA.	75
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	77
3.1.	METODOLOGÍA	77
3.1.1.	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	77
3.1.2.	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA – DOCUMENTAL.....	78
3.1.3.	INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA.	78
3.1.4.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.	79

3.1.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN.	79
3.1.6.	LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	80
3.2.	MATERIALES Y TÉCNICAS.....	80
3.2.1.	DIAGRAMA DE PARETO.....	81
3.2.1.1.	CARACTERÍSTICAS DEL DIAGRAMA DE PARETO.	82
3.2.1.2.	PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA PARETO.....	82
3.2.2.	DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO (ISHIKAWA).	83
3.2.3.	DIAGRAMA DE FLUJO.	84
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	86
4.1.	RESULTADOS	86
4.1.1.	IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS EN EL SUMINISTRO (DIAGRAMA DE ISHIKAWA)...	86
4.1.1.1.	REQUERIMIENTO DE LA OBRA.	86
4.1.1.2.	CONTROL DE INVENTARIO.	87
4.1.1.3.	GESTIÓN DE COMPRAS.....	88
4.1.1.4.	ADMINISTRACIÓN DE PAGOS.	88
4.1.1.5.	COORDINACIÓN DE ENTREGA.	89
4.1.1.6.	TRANSPORTE DEL MATERIAL.	89
4.1.2.	ANÁLISIS DE CAUSAS EN EL SUMINISTRO MEDIANTE DIAGRAMA DE PARETO. ..	90
4.1.3.	CAUSAS EN EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO (DIAGRAMA DE ISHIKAWA).	93
4.1.3.1.	MANO DE OBRA.....	93
4.1.3.2.	MATERIAL.	94
4.1.3.3.	MEDIO AMBIENTE.	94
4.1.3.4.	MÉTODO.....	95
4.1.3.5.	MÁQUINA.	96
4.1.3.6.	MEDICIÓN.....	96
4.1.4.	ANÁLISIS DE CAUSAS EN MONTAJE ELECTROMECAÁNICO (DIAGRAMA DE PARETO).	97
4.2.	DISCUSIÓN.....	100
V.	CONCLUSIONES.....	102
VI.	RECOMENDACIONES	104
VII.	REFERENCIAS	105
VIII.	ANEXOS	109

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1. ARMADO DE ALINEACIÓN.....	30
FIGURA 2. ARMADO DE ÁNGULO.....	31
FIGURA 3. ARMADO DE ANCLAJE.	31
FIGURA 4. ARMADO FIN DE LÍNEA.....	32
FIGURA 5. ARMADO DE ÁNGULO RECTO.....	32
FIGURA 6. ARMADO EN ALINEACIÓN.	33
FIGURA 7. ESTRUCTURA EN ÁNGULO.....	34
FIGURA 8. ESTRUCTURA EN ANCLAJE.	34
FIGURA 9. ESTRUCTURA FIN DE LÍNEA.	35
FIGURA 10. ESTRUCTURA EN H.....	36
FIGURA 11. ESTRUCTURA MIXTA.	36
FIGURA 12. POSTE DE C.A.C., Y PUNTOS DE APOYO.....	39
FIGURA 13. CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AAAC.....	40
FIGURA 14. FIERRO GALVANIZADO TIPO L PARA CRUCETAS Y MÉNSULAS.....	41
FIGURA 15. AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN.	42
FIGURA 16. AISLADORES TIPO SUSPENSIÓN POLIMÉRICOS.....	42
FIGURA 17. ACCESORIOS UTILIZADOS PARA ENSAMBLE DE AISLADORES.	44
FIGURA 18. ACCESORIOS UTILIZADOS PARA POSTES Y CRUCETAS.....	44
FIGURA 19. ACCESORIOS UTILIZADOS PARA CONDUCTORES.	44
FIGURA 20. CORTACIRCUITOS DE EXPULSIÓN IMCX.	45
FIGURA 21. PARARRAYO TIPO DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN.....	46
FIGURA 22. TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.....	46
FIGURA 23. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.	47
FIGURA 24. UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS CONFORME A LOS PLANOS.....	52
FIGURA 25. EXCAVACIÓN DE HOYO PARA IZAJE DE POSTE.	53
FIGURA 26. DESCARGA DE LOS POSTES EN EL SITIO DE LA OBRA.....	53
FIGURA 27. TRASLADO DEL POSTE DESDE ALMACÉN HASTA PUNTO DE IZAJE.	54
FIGURA 28. IZAJE DE POSTES MEDIANTE GRÚA Y MANUAL.	54
FIGURA 29. CIMENTACIÓN DE POSTE, ACABADO Y LIMPIEZA.	55
FIGURA 30. INSTALACIÓN DE ARMADOS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	56
FIGURA 31. APERTURA, RELLENO E INSTALACIÓN DE LA RETENIDA.	56
FIGURA 32. CARGA Y DESCARGA DE CONDUCTOR EN GRÚA.....	57
FIGURA 33. TRANSPORTE DE CONDUCTOR.....	57

FIGURA 34. TENDIDO DE CONDUCTOR.....	58
FIGURA 35. EXCAVACIÓN, TRATADO Y MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	59
FIGURA 36. MONTAJE DEL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.....	60
FIGURA 37. INSTALACIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	60
FIGURA 38. PRUEBAS DE INSPECCIÓN.....	61
FIGURA 39. ORGANIZACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN UN PROCESO.....	65
FIGURA 40. CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE CALIDAD.....	68
FIGURA 41. MUESTRA DE LA GRÁFICA DEL PRINCIPIO DE PARETO.....	81
FIGURA 42. CURVA ABC O PARETO.....	82
FIGURA 43. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO (ISHIKAWA).....	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CAUSAS DE RETRASO EN SUMINISTRO DE MATERIALES.....	90
GRÁFICO 2: GRAFICA DEL DIAGRAMA DE PARETO PARA EL SUMINISTRO.....	92
GRÁFICO 3: CAUSAS DE RETRASO EN MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	97
GRÁFICO 4: GRAFICA DEL DIAGRAMA DE PARETO PARA MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	99

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: ARMADO DE ESTRUCTURAS UTILIZADOS EN LA OBRA SEGÚN DGE.	37
TABLA 2: INSPECCIÓN, PRUEBA Y FABRICACIÓN DE CONDUCTORES.	40
TABLA 3: ESPECIFICACIÓN PARA FABRICACIÓN, MATERIAL Y ACABADO DE CRUCETAS. ..	41
TABLA 4: NORMA DE FABRICACIÓN DEL AISLADOR TIPO PIN.	42
TABLA 5: NORMA DE FABRICACIÓN DEL AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN.	42
TABLA 6: NORMA DE FABRICACIÓN PARA ACCESORIOS DE ARMADOS DE ESTRUCTURA. ..	43
TABLA 7: NORMA DE FABRICACIÓN DEL AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN.	45
TABLA 8: NORMA DE FABRICACIÓN PARA TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.	47
TABLA 9: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS.	48
TABLA 10: PROTOCOLO DE MATERIALES.	49
TABLA 11: COMO PASAR DEL ENFOQUE TRADICIONAL AL ENFOQUE DE CALIDAD.	63
TABLA 12: ACTIVIDADES EN LOS CONTROLES DE PRODUCCIÓN Y RECEPCIÓN.	68
TABLA 13: MODOS DE CONTROL.	69
TABLA 14: CONTROL AL PREVIO DE LA EJECUCIÓN DE OBRA.	76
TABLA 15: CONTROL DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA.	76
TABLA 16: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	80
TABLA 17: PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA ISHIKAWA.	84
TABLA 18: SÍMBOLOS DE DIAGRAMA DE FLUJO.	85
TABLA 19: CAUSAS EN EL SUMINISTRO PARA EL DIAGRAMA DE PARETO.	91
TABLA 20: CAUSAS EN MONTAJE ELECTROMECAÁNICO PARA EL DIAGRAMA DE PARETO.	98

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO 1: SOPORTES NORMALIZADOS PARA LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS.....	109
ANEXO 2: SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA OBRA.....	146
ANEXO 3: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	147
ANEXO 4: PROTOCOLO DE PRUEBAS.	155
ANEXO 5: COTIZACIÓN DE MATERIALES.....	164
ANEXO 6: ORDEN DE COMPRA.....	167
ANEXO 7: DIAGRAMA DE FLUJO EN MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	168
ANEXO 8: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE PARETO.....	169

ÍNDICE ACRÓNIMOS

AHP	:	ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS.
ANSI	:	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (INSTITUTO AMERICANO DE NORMAS).
ASTM	:	AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASOCIACIÓN AMERICANA DE ENSAYO DE MATERIALES).
ASQ	:	AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY.
CIRA	:	CERTIFICADO DE INEXISTENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS.
COES	:	COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA.
CTE	:	COMISIÓN DE TARIFAS ELÉCTRICAS.
DGE	:	DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA.
DGER	:	DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL.
IEC	:	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL).
IC	:	ÍNDICE DE CALIDAD.
INDECOPI	:	INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL.
ISO	:	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
LCE	:	LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS.
MEM	:	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.
NMP	:	NORMA METROLÓGICA PERUANA.
NTP	:	NORMA TÉCNICA PERUANA.
OEFA	:	ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.
OSINERGMIN	:	ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA.
PMBOK	:	PROJECT MANAGEMENT BOOK OF KNOWLEDGE.
PNER	:	PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN.
UNE	:	UNA NORMA ESPAÑOLA.

RESUMEN

En la presente Tesis denominada “Control de Calidad para el Suministro y Montaje Electromecánico de Líneas y Redes Primarias Aplicado a una Empresa Constructora” que lleva por objetivo, mejorar la calidad en el suministro y montaje electromecánico en diferentes proyectos de líneas y redes primarias a desarrollarse. La investigación que lleva a cabo es una investigación descriptiva con un enfoque cuantitativo y cualitativo, donde se estudia y analiza para mejorar la calidad en el dicho proyecto, es aplicar a las empresas constructoras en el rubro eléctrico en el suministro y montaje electromecánico mediante diagramas de Ishikawa y Pareto, son herramientas básicas para la solución de problemas como inspección y aseguramiento de la calidad, donde la calidad se vuelve necesaria por las exigencias contractuales de conseguir la eficiencia y eficacia para un atributo de competitividad en sus trabajos con total satisfacción y finalmente comprobaremos los resultados de verificación en donde se establezcan las actividades en el suministro y montaje electromecánico.

Palabras Claves: Control de Calidad, Suministro, Montaje Electromecánico.

ABSTRACT

In this thesis called “Quality Control for the Supply and Electromechanical Assembly Lines and Primary Networks Applied to a Construction Company” That leads to, to improve the quality in the supply and electromechanical assembly in different projects of primary lines and networks to develop. The research is a descriptive research with a qualitative and quantitative approach, Where is studied and analyzed to improve the quality of the project, it’s applied to the construction companies in the electrical sector in the supply and electromechanical by Ishikawa and Pareto diagrams, are basic tools for the solution of problems such as inspection and quality assurance, Where the quality becomes necessary for the contractual requirements to ensure the efficiency and effectiveness for an attribute of competitiveness in its work with total satisfaction and finally we will see the results of verification, where the activities in the supply and mechanical assembly.

Keywords: Quality Control, Supplying, Electromechanical

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo del proyecto de tesis ha sido elaborado en seis capítulos, siendo el **CAPÍTULO I**, se presentan los contenidos de este proyecto de investigación y una breve descripción de la propuesta que se pretende implementar como, el control de calidad para mejorar el suministro y montaje electromecánico en diferentes proyectos de construcción en nuestra región y del país de rubro eléctrico, sobre todo aquellas que construyen obras de líneas y redes de distribución eléctrica.

En el **CAPÍTULO II**, se presentaron los antecedentes de investigación que se realizaron respecto a la presente tesis, describiendo clara y concisa la revisión de literatura empleado para la elaboración del presente proyecto de Tesis.

En el **CAPÍTULO III**, se describe el control de calidad para el suministro y montaje electromecánico utilizados en diferentes proyectos de la presente Tesis, los objetivos, hipótesis, nivel de investigación, población y muestra, localización de la zona de estudio y los fundamentos de diseño para el sistema propuesto titulado Control de Calidad para

el Suministro y Montaje Electromecánico de Líneas y Redes Primarias Aplicado a una Empresa Constructora.

En el CAPÍTULO IV, se presentan los resultados y discusión realizados mediante los diagramas de Causa – Efecto (Ishikawa) y Pareto, para realizar el trabajo adecuado e incentivar el uso hacia el control de calidad.

Finalmente en los CAPÍTULOS V - VI, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las cuales el presente trabajo del proyecto de Tesis llegó. Se hace la prueba en este proyecto de investigación para lograr los objetivos y la labor más fácil del ingeniero.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La energía eléctrica es uno de los servicios básicos más esenciales para los usuarios, por ende, es una de las principales vías de desarrollo del país. Dependiendo de la forma de su obtención, se utilizan diferentes medios para su distribución, siendo uno de los más principales y los más importantes son los armados de estructuras para las líneas y redes de distribución de energía eléctrica. Este tipo de armados de estructuras se realiza debido, a que la energía eléctrica debe recorrer grandes distancias para su distribución, ya que, no todas las poblaciones cuentan con una fuente generadora de dicha energía. Donde se realizan construcciones nuevas o renovaciones, el control de calidad en el suministro y montaje electromecánico en dicho proyecto se tiene el aseguramiento de correcta instalación de materiales en diferentes puntos donde se encuentra cada estructura, ya que forman parte de proyectos que representan inversiones para un país de desarrollo.

Las empresas dedicadas en la construcción de obras en el rubro eléctrico, necesitan apostar por la innovación tecnológica, capacitación, seguridad, responsabilidad, medio ambiente y sobre todo la calidad, conceptos que deben estar claros para ser electas

dentro del mercado nacional. El ingeniero encargado debe realizar el control de calidad en la obra para obtener la mejora de calidad de servicio en ejecución de proyectos en las obras eléctricas.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General.

¿Cómo mejorar el control de calidad en suministro y montaje electromecánico?

1.2.2. Problemas Específicos.

- a. ¿Cómo aplicar el sistema control de calidad para mejorar los proyectos que se desarrollan en la actualidad?
- b. ¿Cómo elevar el desempeño continuo en la obra?
- c. ¿Cómo realizar el balance de calidad en una obra?

1.3.JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente hay muchas empresas dedicadas en ejecución de obras eléctricas de construcción, mejoramiento y renovación desconocen el manejo del control de calidad para el suministro y montaje electromecánico, provocando situaciones de deficiencias en el tiempo de ejecución en una actividad o una tarea al personal asignado para desempeñar la labor que presta el servicio a la empresa, el cual los resultados nos arroje concisos y muy razonables y a través de ellos sabremos si tenemos los recursos necesarios para llevarlos a cabo o saber hasta dónde podemos llegar, de esa manera se pueda construir los trabajos a cabo de una buena planificación para mejorar la calidad en la construcción.

Por otro lado, no es novedad decir que la mayor cantidad de empresas que se dedican en área donde se está ejerciendo en nuestro país se gestionan empíricamente en suministro y montaje electromecánico, que necesiten para determinar los proyectos en ejecución. Al respecto, las empresas no realizan diagnósticos y evaluaciones, gran

cantidad de las mismas inician o reinician sus actividades en cada ejercicio económico sin realizar una diagnosis interna y otra en relación con su entorno para definir las perspectivas y los indicadores para la toma adecuada de decisiones.

1.4.OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General.

Mejorar la calidad en el suministro y montaje electromecánico en diferentes proyectos de líneas y redes primarias a desarrollarse.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- a. Aplicar el sistema control de calidad para mejorar los proyectos que se desarrollan en la actualidad.
- b. Elevar el desempeño continuo en suministro y montaje electromecánico de los proyectos hacia la calidad y eficiencia.
- c. Realizar el balance de calidad en el manejo de suministro y montaje electromecánico para diferentes armados de estructuras.

1.5.HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

Con el control de calidad, la tesis será una alternativa de mejora continua en los proyectos de redes de distribución eléctrica para las empresas constructoras.

1.5.2. Hipótesis Específicos

- a. Con la aplicación del sistema se implantará un modelo de control para el desarrollo de los proyectos.
- b. La elevación del desempeño continuo se logrará mediante el esfuerzo de trabajo en equipo.
- c. Con el balance de calidad en los armados de estructuras especificadas en cada lámina de detalle se mostrará las especificaciones mínimas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Tesis: “*La Gestión de Calidad en Obras de Líneas de Transmisión y su Impacto en el Éxito de las Empresas Constructoras*”. Tiene como objetivo mostrar la utilidad de la aplicación de las herramienta de Gestión de Calidad y su un impacto positivo en los diferentes proyectos de construcción; en particular en los proyectos de Líneas de Transmisión (Aguilar, 2011).

Analizando los parámetros han llegado a las siguientes conclusiones: La evolución de la calidad a través de tiempo se dio primero en la industria manufacturera tradicional luego esta repercutió en el sector de la construcción, hoy en día la calidad en la construcción se ha convertido en una herramienta de más competitividad estratégica para el éxito de los proyectos constructivos; La calidad de los cinco continentes no ha tenido un igual desarrollo, los países desarrollados han alcanzado rápidamente los

conceptos de calidad en la construcción, mientras que los países en desarrollo aún tienen dificultades en desarrollar la cultura de calidad en sus obras; La calidad en la construcción está relacionada con la vida de las personas, por esta razón también tiene en cuenta el impacto social de una obra en la sociedad.

En sus recomendaciones tenemos: Para mejorar la aplicación de los principios de gestión de la calidad, las deben volver a las raíces de la gestión de calidad, deben entenderlas y a la vez entender el tipo de trabajo que desarrollan (en este caso la construcción) para así encontrar su propia fórmula de mejoramiento. Todo está fundamentado en el compromiso de la dirección con la gestión de calidad; Las empresas deben potenciar el de los indicadores de desempeño para retroalimentar por procesos, ya que es una muy buena forma de fundar las políticas de mejora continua y de seguir un camino más directo hacia mejores estándares de calidad; Por otro lado, se propone incentivar a las empresas constructoras a establecer parámetros (indicadores) de acuerdo a los resultados de esta investigación para posteriormente evaluar el cumplimiento de los principios de gestión de la calidad a partir de datos (valores) más duros, no solo persecuciones subjetivas de personas ligadas a las empresas; El grado de implementación de un SGC (Sistema de Gestión de Calidad) tiene mucha relación con la capacitación del personal, por lo que se recomienda que todo el personal debe estar capacitado y enterado de los objetivos y metodologías de gestión de los procesos y de la calidad y que esta no solo es efectiva hasta el nivel de mandos medios.

Tesis “*Gestión del Control de Calidad en la Promoción Pública de Obras de Construcción y propuesta de un Índice de Calidad*”. Tiene como objetivo de su investigación, proporcionar un método que facilite a las organizaciones públicas asegurarse de la eficacia y eficiencia de la actividad de control de calidad de los procesos constructivos a través de la gestión de dicho control (Fernandez, 2013).

Llegando a las siguientes conclusiones: El análisis del concepto de calidad en general, las herramientas tradicionales de medición de la misma y los actuales sistemas de gestión en las organizaciones, han proporcionado el punto de partida para la elaboración de esta tesis. Asimismo, la contratación de la existencia de sistemas voluntarios de contribución a la calidad y sostenibilidad específicos en el sector de la construcción, ha facilitado el camino para desarrollar el objetivo inicial; En cuanto al análisis del sector público el marco normativo al que se somete en términos de calidad, ha permitido centrar el trabajo en este singular entorno a la hora de acometer obras de construcción; El control de calidad puede utilizarse para la gestión de las Organizaciones Públicas. Con la herramienta que se propone, los datos técnicos de control de calidad aportan información relevante para la gestión de la Organizaciones Públicas. Por un lado, se obtiene el IC (Índice de Calidad) durante la proceso de mando de cada departamento.

En sus recomendaciones tenemos: La definición de un modelo de futuro, es decir, horizonte para el valor del IC (Índice de Calidad) desde la fase de proyecto, pudiendo conocer las desviaciones durante el desarrollo de la obra. Este valor, obtenido con técnicas AHP (Analytical Hierarchy Process) o técnicas matemáticas, permitía medir desviaciones durante el proceso constructivo. Se trataría de someter al modelo propuesto técnicas probabilísticas tipo simulación de Montecarlo o bien a la matemática difusa; La selección de indicadores podría someterse a una comparación por pares para determinar valores más consistentes, crear a correspondiente matriz de consistencia y tecnificar el modelo; La probabilidad de contemplar la herramienta con datos estadísticos de otras obras. Esto proporcionaría al gestor una visión más completa de su departamento y de los proveedores de sus obras. También podría contemplarse un histórico de datos.

Tesis “*Diseño de una Metodología para la Gestión de Proyectos Aplicado a un Sistema de Utilización en Media Tensión*”. Su objetivo del proyecto de investigación fue diseñar una metodología de gestión para el montaje y puesta en servicio de los sistemas de utilización en media tensión de 20 kV con operación inicial de 10 kV en cumplimiento con los requisitos legales y técnicos exigidos basado en el proyecto modelo de la empresa Silvestre Perú S.A.C (Herrera, 2015).

Llegando a las siguientes conclusiones: La elaboración de una metodología para la gestión en proyectos de sistemas de utilización, aumenta las posibilidades de éxito del mismo en los alcances de tiempos y costos; Es importante reconocer las herramientas y procedimientos necesarios para cada proyecto a fin de no realizar sobre trabajos a proyectos que no lo ameriten.

En sus recomendaciones tenemos: La implementación de la metodología de gestión de Proyectos para el desarrollo de los sistemas de utilización para optimizar la calidad de entrega de los proyectos; Se recomienda comprender los conceptos, herramientas, principios y técnicas propuestas por el PMBOK (Project Management Book of Knowledge) a fin de no darles mal uso para el desarrollo de los proyectos.

2.2.SECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ

En 1992 se produce la reestructuración del sector eléctrico con la promulgación de la *Ley de Concesiones Eléctricas*, cuyo principal objetivo era promover la competencia y las inversiones privadas en el sector y propiciar el mejoramiento del servicio de energía eléctrica en el país.

La importancia de la *Ley de Concesiones* radicó en el hecho de que las actividades eléctricas fueran separadas en tres subsectores: *Generación, Transmisión y Distribución* que pudieran ser desarrollados y operadas por las empresas privadas. Así mismo, esta

Ley permitió definir un nuevo esquema tarifario para el desarrollo de estas actividades (Aguilar, 2011).

2.2.1. Clasificación del Sector Eléctrico en el Perú.

La normativa peruana clasifica las actividades del sector eléctrico en tres: Generación, Transmisión y Distribución.

- **Generación:** La generación se refiere a la producción de energía eléctrica a través de distintas técnicas, como son: la hidráulica, térmica, eólica, nuclear, geotérmica, ciclo combinado, etc.
- **Transmisión:** La actividad de transmisión se refiere al transporte de energía desde los generadores hacia los centro de consumo, se compone de líneas o redes de transmisión y subestaciones de transformación o barras base.
- **Distribución:** En esta fase se transporta la energía desde las subestaciones o barras base a los consumidores finales, vía líneas y redes de distribución de media tensión que antes de llegar al consumidor final es transformada a baja tensión.

2.2.2. Estructura del Sector Eléctrico en el Perú.

De acuerdo a la *Ley de Concesiones Eléctricas – Decreto Ley N° 25844*, La estructura del Sector Eléctrico, está conformada por:

- Los clientes o usuarios, que están divididos en dos categorías: clientes libres y clientes regulados.
- Las empresas eléctricas, que pueden ser generadoras, transmisoras o distribuidoras, y que operan en forma independiente.
- El Comité de Operación Económica del Sistema (COES), es el organismo de carácter técnico que coordina la operación del sistema al mínimo costo, garantizando la seguridad en el abastecimiento de electricidad.

- El Estado, representado por el MEM (Ministerio de Energía y Minas) a través de la Dirección General de Electricidad (DGE), que ejerce las funciones en materia normativa dentro del sector y es responsable del otorgamiento de concesiones y autorizaciones para participar en el sector eléctrico.
- El Sistema Supervisor de la Inversión en Energía, encargado de la regulación del sector eléctrico e integrado por la Comisión de Tarifas Eléctricas (CTE), Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) y el Instituto de Defensa de la Libre Competencia y la Propiedad Intelectual (INDECOPI).

2.2.3. Política y Regulación del Sector Eléctrico en el Perú.

En la política y regulación en el sector eléctrico peruano, esta reestructuración de las leyes y normas promulgadas, en la actualidad cuenta con las siguientes entidades encargadas:

- **Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)**, creado en 1996 como OSINERG (las competencias sobre minería fueron agregadas en enero de 2007, posteriormente la competencia específica sobre aspectos minero ambientales siendo transmitidos a la OEFA) desempeña sus funciones en el sector según lo establecido en la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) de 1992, la Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la Generación Eléctrica (Ley de Generación Eficiente) de 2006, entre otra. Además, el OSINERGMIN es el organismo responsable de hacer cumplir las obligaciones fiscales de los licenciatarios según lo establecido por las Ley y su Regulación. y Responsable de controlar que se cumplan las funciones del Comité de Operación Económica del Sistema (COES), así determinando semestralmente el porcentaje de la participación de las compañías.

- **Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)**, se encarga de controlar el cumplimiento de la Ley Antimonopolio (para que exista un monopolio, es necesario que en dicho mercado no existan productos sustitutos, es decir, no existe ningún otro bien que pueda reemplazar el producto determinado y, por lo tanto, es la única alternativa que tiene el consumidor para comprar) y Antioligopolio (es un mercado dominado por un pequeño número de vendedores o prestadores de servicio, estas empresas mantienen dicho poder colaborando entre ellas evitando así la competencia).
- **Dirección General de Electricidad (DGE)**, dependiente del Ministerio de Energía y Minas (MEM), está a cargo del establecimiento de políticas y regulaciones de electricidad y de otorgar concesiones. También es la responsable de elaborar los planes de expansión de la generación y la transmisión teniendo que aprobar los procedimientos pertinentes para el funcionamiento del sistema eléctrico.
- **Dirección General de Electrificación Rural (DGER)**, dependiente del Ministerio de Energía y Minas (MEM), está a cargo del Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER), que se enmarca en las pautas de las políticas establecidas de dicha institución. La DGER está a cargo de la ejecución y coordinación de los proyectos en áreas Rurales y Regiones de pobreza extrema (Davila, 2013).

2.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica desde una subestación de distribución hasta un centro de transformación de media tensión, el cual puede pertenecer a una subestación de distribución de menor

capacidad del tipo poste. La red de media tensión está comprendida entre 1 – 33 kV, se utiliza tanto para llegar a instalaciones industriales de alto consumo, como también para la distribución de energía a la población. Las redes de diferentes niveles de tensión requieren transformadores para interconectarlas, respecto de la configuración y tecnología de las redes, estas se clasifican en:

- Sistemas radiales, las cuales están constituidas por líneas de derivación abiertas.
- Sistemas en anillo, está constituido por una línea cerrada (varias fuentes).
- Sistemas enmallados, está constituido por redes cerradas unidas eléctricamente.

2.3.1. Actividades en Redes de Distribución Eléctrica.

Las actividades que comprenden las redes de distribución, están divididas en tres fases:

- Estudio, Diseño y Gestión de Servidumbre.
- Construcción de Redes de Distribución.
- Operación y Mantenimiento.

2.3.1.1. Estudio, Diseño y Gestión de Servidumbre

Comprende la ingeniería de detalle, replanteo topográfico de líneas y redes de distribución para la ubicación de las estructuras, gestión y elaboración del expediente de la franja de servidumbre.

2.3.1.2. Construcción de Redes de Distribución

Comprende de las siguientes actividades:

- **Suministro de Materiales.-** Es el abastecimiento de diferentes elementos como son: Ferretería, Aislador, Poste de Concreto, Conductores y Equipos de protección a utilizarse en el proyecto.
- **Trabajos Preliminares.-** Comprende la construcción de almacenes, talleres temporales, servicios higiénicos, movilización de equipos y maquinarias,

transporte de conductores y postes a los almacenes, etc.

- **Montaje Electromecánico de Redes de Distribución.-** Contempla de actividades como: Corte y Limpieza del terreno de Servidumbre, Manipulación y Regado de Postes y Carretes de Conductores, Excavación de Zanjas, Izado de Postes, Montaje de Accesorios y Aisladores, Montaje de Subestaciones, etc. Todas las actividades aquí comprendidas las detallamos, por ser una actividad de suma importancia para los fines de trabajo de investigación.
- **Desmontaje Electromecánico.-** Comprende del retiro de las redes obsoletas.
- **Pruebas y Puesta en Servicio.-** Después de los trabajos realizados mencionados anteriormente se encuentran concluidos, esto procede con las pruebas y ensayos, empleándose instrumentos y métodos de trabajo apropiado.

2.3.1.3. Operación y Mantenimiento.

Comprende la operación y mantenimiento de las nuevas redes de distribución aérea y que constituye la principal actividad de las empresas concesionarias del país, las cuales son:

- **Mantenimiento predictivo.-** Se realiza a través de un seguimiento que determina el momento en que debe de realizarse la referida manutención.
- **Mantenimiento preventivo.-** Tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento.
- **Mantenimiento correctivo.-** Se caracteriza por el arreglo de la máquina o equipo por medio del cambio de la pieza dañada por otra logrando que el sistema vuelva a funcionar correctamente.

2.3.2. Armados de Media Tensión.

Los armados tienen la función de mantener a los conductores separados a su entorno del uno al otro. A mayor tensión requieren una mayor separación, debido al campo electromagnético. Presentando los armados más utilizados en el sector distribución:

2.3.2.1. Armado de Alineación.

Este tipo de armado se utiliza cuando el conductor de la red forma un ángulo de 0° a 5° al pasar por el punto o apoyo donde se va a instalar el armado. Los armados en alineación cuentan básicamente, una cruceta, accesorios y aisladores.

Figura 1. Armado de alineación.



Elaboración: Propia.

2.3.2.2. Armado de Ángulo.

Este armado se utiliza cuando el conductor de la red de distribución forma un ángulo entre 5° a 30° al realizar un cambio de dirección. Estos cambios de dirección en el conductor se pueden deber a la forma de la carretera, en el caso que las líneas se encuentren paralelas a alguna vía, que en un punto realiza una curva.

Este tipo de armados está formado por dos crucetas, sus respectivos accesorios y aisladores. La cantidad de aisladores siempre será el doble de la cantidad de conductores que tenga la red.

Figura 2. Armado de ángulo.



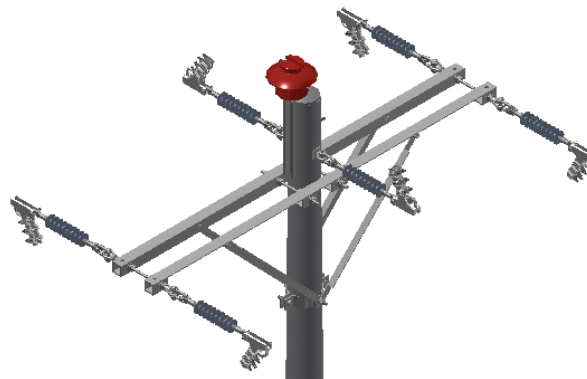
Elaboración: Propia.

2.3.2.3. Armado de Anclaje.

Este armado se utiliza cuando el conductor de la red forma un ángulo de 30° a 60° al realizar un cambio de dirección en su paso por este apoyo o cuando en un puno de la red se quiere realizar un corte de amarre. Cuando se está construyendo una línea nueva, normalmente se colocan los anclajes según la longitud de los conductores que vienen en cada bobina, aunque esto lo define el diseñador.

Este tipo de armados está formado por dos crucetas, accesorios y aisladores de suspensión. La cantidad de aisladores siempre será el doble de la cantidad de conductores que tenga la red. En este tipo de armados se usa algo conocido como cadenas de amarre, conformadas por una grapa de suspensión o amarre con la cual se sujeta el conductor, aislador tipo suspensión y otros accesorios como grillete o tuerca ojo que sirven para sujetar el conjunto con la cruceta.

Figura 3. Armado de anclaje.



Elaboración: Propia.

2.3.2.4. Armado Fin de Línea.

Este armado se utiliza en el inicio de un tramo de red aérea luego de un tramo subterráneo como la salida de una subestación de distribución, en el comienzo y final de una derivación o ramal.

Los armados fin de línea está formado con los mismos materiales de un armado en anclaje, con la única diferencia que las cadenas de amarre utilizadas en este son la misma cantidad de líneas que tiene la red.

Figura 4. Armado fin de línea.



Elaboración: Propia.

2.3.2.5. Armado de Ángulo Recto.

Este armado se utiliza cuando el desvío o cambio de dirección que sufre la línea es un ángulo 60° a 90° . Es muy común encontrar estos armados en algunas esquinas dentro de las ciudades o curvas de carreteras (Narvaez & Prado, 2012).

Figura 5. Armado de ángulo recto.



Elaboración: Propia.

2.3.3. Estructuras de Media Tensión.

Las estructuras usadas en la distribución varían de acuerdo a su función y de disposición de los armados en el montaje. Su característica principal son los armados, los cuales la identifican, pero varían dependiendo la combinación de estos y el tipo de apoyo que utiliza:

2.3.3.1. Estructura en Alineación.

Este tipo de estructura está compuesta por un apoyo y un armado en alineación. Los apoyos utilizados en este tipo de estructura son generalmente los de menor resistencia en comparación con otro tipo de estructuras debido a que las fuerzas que debe resistir son menores en magnitud y cantidad.

Figura 6. *Armado en Alineación.*



Elaboración: Propia.

2.3.3.2. Estructura en Ángulo.

Este tipo de estructura está compuesta por un apoyo y por un armado en ángulo y dependiendo de los cálculos puede llevar retenida, que está conformada por unos metros de cable de acero galvanizado, un ancla de hormigón y una varilla de anclaje. La retenida en este tipo de estructuras se utiliza para evitar que el apoyo ceda ante la componente horizontal de la resultante de las fuerzas. Para evitar las retenidas es

necesario instalar un poste de capacidad y resistencia acorde a las fuerzas que debe soportar el apoyo.

Figura 7. *Estructura en Ángulo.*



Elaboración: Propia.

2.3.3.3. *Estructuras en Anclaje.*

Este tipo de estructura está conformado por un apoyo, un armado en anclaje y las retenidas. También se utiliza cuando se hace necesario realizar un amarre en las líneas. Los amarres se utilizan para establecer cantones y facilitar los tendidos de líneas. Por lo general se usan postes de mayor resistencia en estas estructuras debido a que serán expuestos a mayores esfuerzos.

Figura 8. *Estructura en Anclaje.*



Elaboración: Propia.

2.3.3.4. Estructura Fin de Línea.

Estas estructuras cumplen la función de asegurar las redes en el punto final de un circuito o de laguna extensión de red y en el inicio de un ramal o derivación. Estas estructuras siempre llevan una retenida como compensación por el esfuerzo generado por las líneas en el poste. Esta estructura está compuesta por el apoyo, un armado fin de línea y en la mayoría de los casos una retenida. El uso de la retenida depende del apoyo utilizado y su tensado del conductor.

Figura 9. Estructura Fin de Línea.



Elaboración: Propia.

2.3.3.5. Estructuras en H.

Este tipo de estructuras son necesarias para mantener y asegurar una distancia mayor entre las líneas de media tensión, para amarrar la línea entre dos puntos a una muy larga distancia y evitar que el viento las uniera y provocara el cortocircuito a mitad del vano. Estas largas distancias entre las estructuras se generan cuando el terreno no es plano y está conformado por pequeños cerros y montañas.

Las estructuras en H están conformadas por dos apoyos unidos entre sí.

Figura 10. *Estructura en H.*

Elaboración: Propia.

2.3.3.6. Estructuras Mixtas.

Son las estructuras que contienen más de un armado, siendo la más común la que contienen un armado en alineación y un armado fin de línea, esta combinación es más utilizada en las derivaciones de los circuitos.

Hacen parte de las estructuras mixtas, las estructuras en doble nivel, en estas van en dos circuitos sobre el mismo apoyo en paralelo.

Figura 11. *Estructura Mixta.*

Elaboración: Propia.

2.3.4. Armado de Estructuras Utilizados en la Obra

Los armados de estructuras son pliego de especificaciones mínimas para la ejecución de la obra, presupuesto y planilla, que todas las estructuras queden bien acabadas e instalados los accesorios, ajuste de los pernos, tuercas, contratueras de acuerdo a los

detalles mostrados en los dibujos, cuidando como armar las estructuras usando los agujeros correctos del poste para cada montaje en particular, en la obra se utilizó las siguientes láminas de detalle (Ver Anexo 01):

Tabla 1: *Armado de Estructuras Utilizados en la Obra según DGE.*

Ítem	Descripción	Tipo	Lamina N°
1	Soporte Suspensión 0° - 5°, Trifásico sin Neutro	PS1-3	004
2	Soporte de Ángulo 5° - 30°, Trifásico sin Neutro	PA1-3	008
3	Soporte de Ángulo 30° - 60°, Trifásico sin Neutro	PA2-3	012
4	Soporte de Ángulo 60° - 90°, Trifásico sin Neutro	PA3-3	016
5	Soporte de Retención o Anclaje, Trifásico sin Neutro	PR3-3	020
6	Soporte Terminal Vertical, Trifásico sin Neutro	PTV-3	024
7	Soporte de Suspensión Biposte en H, 0° - 5° Trifásico sin Neutro	PSH-3	027
8	Soporte de Retención o Anclaje Biposte en H, Trifásico sin Neutro	PRH-3	029
9	Soporte de Seccionamiento 3 ϕ , sin Neutro con Pararrayos	PSEC-3	046
10	Subestación Trifásica Biposte	STB	064 (1/2)
11	Subestación Trifásica Biposte	STB	064 (2/2)
12	Diagrama Unifilar Tablero de Distribución Trifásico 280/200 V, 60 Hz	-	064 - A
13	Aislador Polimérico	Line Post	065 - A
14	Aislador Polimérico Suspensión	-	065 - B
15	Accesorios de Conductores	-	068
16	Accesorios de Conductores	-	069
17	Accesorios Metálicos para Aisladores	Carrete	070
18	Accesorios Metálicos para Postes y Crucetas	-	071 - A
19	Accesorios Metálicos para Postes y Crucetas	-	071
20	Placas de Señalización	-	072
21	Instalación de Crucetas	-	073 - A
22	Detalle de Amarre Típico	DAT1	073
23	Retenida Inclinada sin Aislar	RI	074

Continúa...

24	Retenida Vertical sin Aislar	RV	075
25	Elementos de Retenidas	-	076 - A
26	Elementos de Retenidas	-	076
27	Detalles de Puesta a Tierra para Estructuras de las Líneas y Redes Primarias	PAT-1	077
28	Materiales para Puesta a Tierra	-	078 – A
29	Detalles de Puesta a Tierra para Estructuras de Línea y Red Primaria	PAT-1C	078
30	Soporte de Ángulo Vertical 10° - 30°, Trifásico Red Primaria, sin Neutro	PA1VE	082
31	Soporte de Suspensión Vertical 0° - 10°, Trifásico Red Primaria, sin Neutro	PSVE	088
32	Sistema de Puesta a Tierra en PAT-1, PAT-2, PAT-3	-	089
33	Detalles de Postes de Concreto Armado para Líneas Primarias 3 ϕ	-	090
34	Detalle de Cimentación de Poste de Concreto	-	092
35	Detalle de Crucetas de Madera	-	093
36	Disposición de Amortiguadores	Espiral	094

Fuente: (DGE, 2005).

En esta investigación del proyecto de tesis, se estudia en la fase de construcción de redes de distribución como: suministro y montaje electromecánico. Debido a estos temas nos permiten conocer las causas ocurridas en la obra y nos muestra el efecto generado en la obra, para mejorar la calidad en las siguientes obras a desarrollarse.

2.4.SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA OBRA

Las empresas constructoras que se dedican en las ejecuciones de obras públicas y privadas de líneas y redes de distribución eléctrica, por lo cual el proceso de suministro recae principalmente en la gestión de compras, pero a su vez esta necesita de la integración de otras áreas para poder realizar con éxito el flujo de abastecimiento. A continuación en la figura siguiente se puede observar el diagrama de flujo en el proceso de suministro (Ver Anexo 02) (Vargas, 2014):

2.4.1. Materiales Requeridas para Construcción de la Obra.

Todos los productos para los armados referidos en Perú deberán cumplir con las NTP (Norma Técnica Peruana) y DGE (Dirección General de Energía), en los casos que estas respondan a las exigencias internacionales (IEC) u otras que sean reconocidas y respondan a exigencias internacionales y en la situación particular, que no existan ninguna de las anteriores, se utilizarán normas específicas que sean de uso internacional.

Como la mayoría de las redes se usan como apoyos los postes, salvo en casos especiales, estos son los que tendrán en cuenta a continuación para realizar la descripción de piezas utilizadas en redes aéreas de media tensión:

2.4.1.1. Postes.

Son la columna vertebral de las redes de distribución eléctrica, utilizado para los apoyos de armados de estructuras de media y baja tensión. Además sirven para dar la altura adecuada a los conductores de la red de distribución, clasificando según su resistencia, longitud o material de construcción. Además los postes vienen con una identificación según lo corresponda como: Resistencia, Longitud y el Material de construcción.

INDECOPI NTP339.027 Postes de Hormigón (Concreto) Armado para Líneas Aéreas.

Figura 12. Poste de C.A.C., y puntos de apoyo.



Fuente: (IDS, 2011).

2.4.1.2. Conductores.

Los conductores son los encargados de transporte de energía desde las subestaciones de distribución hasta las subestaciones tipo poste. Son el elemento más delicado de todo el conjunto en las redes de distribución ya que dependiendo del buen estado de estos así será la calidad en los servicio de energía.

Tabla 2: *Inspección, prueba y fabricación de conductores.*

Ítem	Inspección y Prueba	Fabricación
1	IEC 61089 Round Wire Concentric Lay Overhead Electrical Stranded Conductors	ASTM B398 Aluminium Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes
2	IEC 60104 Aluminium-Magnesium-Silicon Alloy Wire for Overhead Line Conductors	ASTM B399 Concentric-Lay-Stranded Aluminium Alloy 6201-T81 Conductors

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 13. *Conductor de aleación de aluminio tipo AAAC.*



Fuente: (CELSA, 2013).

2.4.1.3. Crucetas.

Son la estructura que va anclada a los postes por medio de herrajes, sobre estas se colocan los aisladores, dependiendo del tipo de estructura así será la cantidad de crucetas necesarias y el tipo de aisladores que se instalarán en estas. Su función es sostener horizontalmente las líneas y cuentan con el tamaño adecuado para dar la separación mínima adecuada a cada nivel de tensión.

El tipo de crucetas usadas en sistemas de distribución depende del tipo de armado, en algunos casos se hará necesaria la presencia de un herraje adicional sobre el cual vaya una de las líneas de la red para que pueda cumplir con las distancias mínimas de seguridad. En general existen grupos o tipos de crucetas y se diferencian debido al material con el que están hechas: crucetas de madera y crucetas metálicas.

Tabla 3: *Especificación para fabricación, material y acabado de crucetas.*

Ítem	Norma de Fabricación	Material	Acabado
1	ASTM – A36	Acero Estructural A36	En caliente ASTM – 153; ASTM A – 123

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 14. *Fierro Galvanizado tipo L para crucetas y ménsulas.*



Fuente: (El Detalle, 2017).

2.4.1.4. Aisladores.

Estos son los encargados de aislar las líneas de las estructuras o armados en cada poste. Se usan dependiendo del nivel de la tensión y el tipo de armado que hay en cada apoyo. Los aisladores usados en anclajes y fin de líneas son diferentes a los usados en alineaciones y pequeños ángulos.

Los materiales aislantes deben ser equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, ofreciendo una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos y protegidos contra corrosión para el medio donde se disponga su instalación.

- **Aisladores de Porcelana tipo PIN.-** Los aisladores tipo pin, materia de la presente especificación cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

Tabla 4: Norma de fabricación del aislador tipo PIN.

Ítem	Norma de Fabricación	
1	ANSI C.29.1	American National Standard Test Methods for Electrical Power Insulators
2	ANSI C29.6	American National Standard for Wet-Process Porcelain Insulators (High-Voltage Pin Type)

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 15. Aislador de porcelana tipo PIN.



Fuente: (Gamma, 2017).

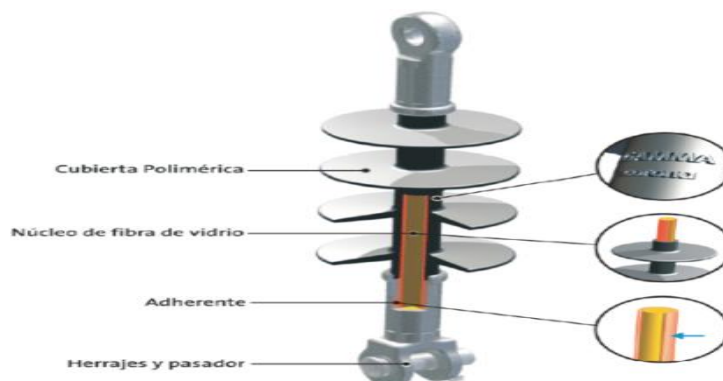
- **Aislador Polimérico tipo Suspensión.-** Los aisladores poliméricos tipo suspensión materia de la especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

Tabla 5: Norma de fabricación del aislador tipo Suspensión.

Ítem	Norma de Fabricación	
1	ANSI C29.11:	American National Standard for Composite Suspension Insulator for Overhead Transmission Lines Tests
2	IEC 1109:	Composite Insulators for A.C. Overhead Lines with a Nominal Voltage Greater Than 1000v-Definitions, Test Methods and Acceptance Criteria.
3	IEC 815:	Guides for Selection of Insulators in Respect of Polluted Conditions
4	ASTM A153:	Specification for Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 16. Aisladores tipo suspensión poliméricos.



Fuente: (Gamma, 2017).

2.4.1.5. Accesorios para armado de estructuras.

Se considera productos a todas las partes metálicas presentes en cada tipo de estructura o armado cuya función es fijar o asegurar todos los elementos usados en el poste y entre estos mismos.

También llamados herrajes de fijación en anclaje no deben ser exigidos a más de 80% de su resistencia a la rotura nominal, bajo las cargas de la regla.

Los herrajes usados en media tensión deben ser de acero galvanizado y los herrajes más usados en las redes aéreas son los tornillos, pernos rosca corrida, abrazaderas y grapas de amarre.

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

Tabla 6: Norma de fabricación para accesorios de armados de estructura.

Ítem	Norma de Fabricación
1	ASTM A 7: Forged Steel
2	ANSI A 153: Zinc Coating (Hot Dip) On Iron and Steel Hardware
3	ANSI C 135.1: American National Standards for Galvanized Steel Bolts and Nuts for Overhead Line Construction
4	ANSI C 135.4: American National Standards for Galvanized Ferrous Eyebolts and Nuts for Overhead Line Construction
5	ANSI C 135.5: American National Standards for Galvanized Ferrous Eyelets and Eyelets for Overhead Line Construction
6	ANSI C 153.3: American National Standard for Zinc-Coated Ferrous Lag Screws for Pole and Transmission Line Construction
7	ANSI C 135.20: American National Standard for Line Construction-Zinc Coated Ferrous Insulator Clevises
8	ANSI C 135.31: American National Standard for Zinc-Coated Ferrous Single and Double Upset Spool Insulator Bolts for Overhead Line Construction
9	ANSI B 18.2.2.: American National Standard for Square and Hex Nuts
10	UNE 21-158-90: Herrajes para Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 17. *Accesorios utilizados para ensamble de aisladores.*



Fuente: (El Detalle, 2017).

Figura 18. *Accesorios utilizados para postes y crucetas.*



Fuente: (El Detalle, 2017).

Figura 19. *Accesorios utilizados para conductores.*



Fuente: (El Detalle, 2017).

2.4.1.6. Equipos de Seccionamiento.

Los equipos de seccionamiento en redes de distribución eléctrica sirven para establecer y/o delimitar en zonas de trabajo y para proteger el sistema en caso de una falla. En distribución se usan como equipos de seccionamiento cortacircuitos, switches, interruptores y reconectores, principalmente.

Los cortacircuitos están diseñados para proteger los sistemas de distribución eléctrica de sobrecorrientes y sobrecargas.

Los seccionadores, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de la siguiente norma:

ANSI C-37.42 American National Standard for Switchgear-Distribution Cut Outs and Fuse Links Specifications.

Figura 20. Cortacircuitos de expulsión IMCX.



Fuente: (MELEC, 2017).

2.4.1.7. Pararrayos.

Los pararrayos cumplen una función vital dentro de un sistema eléctrico, protegiendo equipos valiosos contra rayos y sobretensiones de maniobra, están constituidos por una serie de varistores de óxido de Zinc, encerrados herméticamente dentro de una robusta envoltura, lo cual convierte en un aparato sumamente compacto.

Los pararrayos materia de la presente especificación cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

Tabla 7: Norma de fabricación del aislador tipo Suspensión.

Ítem	Norma de Fabricación
1	IEC 99-1: Surge Arresters Part 1: Non Linear Resistor Type Gapped Arresters for A.C. Systems
2	IEC 99-4: Metal Oxide Surge Arresters Without Gaps For A.C. Systems

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 21. *Pararrayo tipo descargador de sobretensión.*



Fuente: (WESCO, 2017).

2.4.1.8. Transformadores.

En los sistemas de distribución todos los transformadores son usados para reducir los niveles de tensión de la energía eléctrica en ese punto. Las relaciones de transformación de tensión más comunes en distribución.

Para los transformadores de media tensión a baja tensión se emplean transformadores monofásicos, bifásicos y trifásicos con los valores de potencia o nominales. El sistema de protecciones de un transformador de distribución consta de corta circuitos, fusibles y pararrayos tipo válvula y SPT (Narvaez & Prado, 2012).

Los transformadores de distribución, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

IEC 60076 Power Transformers.

Figura 22. *Transformador de distribución.*



Fuente: (Promelsa, 2017).

2.4.1.9. Tablero de distribución

Los tableros de distribución son aptos para su utilización en las Sub-Estaciones principales, secundarias y en lugares donde se desee un grupo de interruptores con relés de sobrecargas y cortocircuitos; destinados a proteger y alimentar a las cargas eléctricas.

Se constituyen una parte inherente a toda red eléctrica y se fabrican para conducir desde algunos pocos amperios hasta el orden de 4000Amp, así como para soportar los niveles de corrientes de cortocircuito y niveles de tensión de la red eléctrica. Los tableros existen para la instalación interior o para la instalación a la intemperie.

Tabla 8: Norma de fabricación para Tablero de Distribución.

Ítem	Norma de Fabricación
1	IEC 947-2, IEC 898 Para Interruptores Termo Magnéticos
2	IEC 144 Para Grados de Protección
3	IEC 408 Para Bases Porta Fusibles
4	IEC 269 Para Fusibles NH (Fusibles de Alta Capacidad de Ruptura)
5	IEC 158-1, IEC 158 -1A Para Contactor Electromagnético
6	NMP-006-97 Para Mediciones de Energía: Aprobación del Modelo Equivalente a la IEC 521
7	NMP-007-97 Para Medidores de Energía: Pruebas de Rutina, Aferición y Ensayos de Aceptación Equivalente a la norma IEC 524

Fuente: (Norma DGE, 2003).

Figura 23. Tablero de distribución.



Fuente: (Promelsa, 2017).

2.4.2. Certificación y Protocolo de Pruebas de los Materiales y Equipos.

Hay una tendencia creciente a que, los materiales lleguen a la obra con su certificación de calidad y protocolo de pruebas. Los modelos existentes, ordenados de menor a mayor fiabilidad, son los siguientes:

- **Certificado de origen.** Es un certificado del fabricante donde manifiesta que su producto cumple las Especificaciones correspondientes. No tiene gran validez real, pero puede tenerla a efectos de responsabilidad legal si, posteriormente, surge algún problema, a veces va acompañado de resultados del ensayo, en cuyo caso es mayor.
- **Certificado de ensayo en laboratorio homologado.** Se refiere a una muestra determinada, por lo que tiene muy poca validez con respecto a la producción total. Hay veces en que este tipo de certificado se emplea para llamar a engaño al utilizar.
- **Certificado de homologación del producto.** Corresponde a la aprobación de un prototipo (ISO denomina “Ensayo Tipo”) y nada indica acerca de la calidad de fabricación posterior. Un ejemplo de ello son las Tabla de Datos Garantizados.
- **Sello o Marca de conformidad a Norma.** Es el sistema de certificación más fiable, al referirse a la producción de manera continuada (Rosado, 2012). Como se muestra los ensayos, protocolos y pruebas de materiales y equipos:

Tabla 9: *Certificado de Calibración de los Equipos.*

Ítem	Producto	Fuente	Anexo
1	Medidor Digital de Relación de Transformación	(LOGYTEC, 2017)	
2	Megohmetro	(LOGYTEC, 2017)	
3	Micro – Ohmímetro	(LOGYTEC, 2017)	03
4	Pinza Milimétrica	(LOGYTEC, 2017)	

Elaboración: Propia.

Tabla 10: *Protocolo de Materiales.*

Ítem	Producto	Fuente	Anexo
1	Tablero de Distribución	(BBTI, 2017)	
2	Transformador	(Promelsa, 2017)	
3	Poste	(Postes Alfa, 2015)	
4	Conductor	(CEPER, 2017)	04
5	Ferretería Eléctrica	(PUCP, 2017)	
6	Accesorios	(UNI, 2017)	

Elaboración: Propia.

2.4.3. Proceso Logístico en la Empresa.

Cuando se habla de suministro, procesos y clientes, es necesario definir uno de los conceptos de mayor importancia, la logística. La logística tiene como finalidad entregar un bien al consumidor final y justo en la secuencia del productor.

La logística es el proceso de planificar, ejecutar y controlar eficientemente, el flujo de materias primas, inventarios, productos terminados, servicios e información relacionada, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente. También posee procedimientos que tienen influencia directa en la mejora y aporte de la trazabilidad, agregando los procedimientos de cómo se vienen desarrollando los temas de compras, adquisiciones de bienes y servicios.

2.4.3.1. Trazabilidad en el Suministro.

Conocer los pasos que ha seguido un producto desde que salió de la fábrica hasta que llegó al consumidor final es de vital importancia en la gestión logística. A esta información sobre el suministro es a lo que hace referencia el concepto de trazabilidad.

Ya hemos visto la importancia de la trazabilidad, pero ¿Qué quiere decir exactamente esta palabra? Existen muchas definiciones, pero casi todas ellas coinciden en que la trazabilidad es el conjunto de procesos preestablecidos, que permiten conocer la ubicación y trayectoria de un producto en un momento dado. Esto quiere decir que, si en

un producto determinado se han establecido normas para asegurar la trazabilidad, se podrá:

- Determinar las materias primas con la que fue fabricado, así como los procesos que han sufrido estas materias primas hasta convertirse en el producto final.
- Determinar los destinos donde se han enviado los productos fabricados hasta que han llegado al consumidor.

2.4.4. Proceso de Compras en la Empresa.

El proceso de compra es una serie de actividades que permiten poder realizar efectivamente la compra de un producto específico o de varios. Habitualmente realizar este procedimiento conlleva tener en mente varios pasos como una idea del producto que vas a comprar:

2.4.4.1. Verificación Estado de Solicitud Interna.

El comprador ingresa al módulo de logística y revisa las *sí* aprobadas para proceder con la gestión de compra.

2.4.4.2. Cotización de Proveedores.

El comprador solicita cotizaciones según el cuadro de aprobación de cotizaciones por montos (Ver Anexo 05), en base de esta información elabora el cuadro comparativo, de ser el caso (Indicando el precio, tiempo de entrega, términos de pago, términos de envío, origen de envío y descripción técnica del producto, etc., según lo requiera). El cuadro comparativo es elaborado por el comprador y aprobado por el Jefe del área, Jefe de logística.

2.4.4.3. Generación y Aprobación de Orden de Compra (OC).

La Orden de Compra es emitida a través del módulo de Logística, la cual es aprobada por la Gerencia. La Orden de Compra será enviada al Proveedor (Ver Anexo 06) con

copia al usuario, Grupo Logística, Administración de Contratos, Costos y Presupuesto, de ser el caso.

2.4.4.4. Seguimiento de Compras.

El comprador realiza el seguimiento a las Órdenes de Compra, con la finalidad de conocer la situación de la compra. El proveedor que ha incumplido las condiciones de compra y criterios del procedimiento de evaluación, reevaluación de proveedores será evaluado por el comprador y el usuario.

2.4.4.5. Pago a Proveedores.

El comprador, comunica a la Jefatura de Logística el pago y/o anticipos adelantados a proveedores, quien coordinara con área de Contabilidad sobre estos pagos.

2.4.4.6. Ingreso de Suministro a la Obra.

La llegada de bienes a la obra se realiza con la siguiente documentación: Orden de Compra, Guía de Remisión, Facturas y Documentos. Diariamente el responsable del Almacén, después de recibir los bienes de los Proveedores ingresa al módulo de Logística la información requerida, sirve para conocer la situación final de la Compra y entrega al usuario final. Solo para efectos de abastecer una emergencia sustentada (Cajas, Cruzado, & Vera, 2016).

2.5.MONTAJE ELECTROMECAÁNICO EN LA OBRA

Contempla actividades tales como: corte, limpieza del terreno de servidumbre, manipulación, regado de postes y carretes de conductores, excavación de zanjas, izado de postes, montaje de accesorios y aisladores, montaje de subestaciones aéreas, etc. Todas las actividades aquí comprendidas las detallaremos a profundidad, por ser una actividad de suma importancia basada en la Norma DGE, así se puede observar el diagrama de flujo del proceso de montaje electromecánico (Ver Anexo 07) para los fines de la presente:

2.5.1. Ubicación de Estructuras.

Las estructuras se ubican conforme a los planos, replanteando en los lugares que fuese necesario de acuerdo a las condiciones reales del terreno.

Antes de proceder a la construcción de líneas y redes primarias, es necesario obtener las correspondientes autorizaciones de todos los que pudieran ser afectadas.

Figura 24. *Ubicación de estructuras conforme a los planos.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.2. Excavación y Solado.

Las excavaciones, se realizan con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación. Cuando se trate de terreno rocoso se hará uso de explosivos para realizar la excavación, en terreno normal se prepara un solado de concreto de 10 cm de espesor. Los hoyos de las excavaciones para las redes primarias, tendrán en promedio la profundidad de 1.5 metros y diámetro de 0.8 metros o según a lo especificado (Duran, 2015).

Figura 25. *Excavación de hoyo para Izaje de poste.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.3. Traslado de Postes.

El traslado es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de postes de diferentes dimensiones de un lugar (punto de origen) a otro (punto de destino), mediante un sistema de transporte, camión, tráiler o grúa, los postes se trasladan en dos partes diferentes:

- Traslado del poste desde fábrica hasta el almacén de la obra.

Figura 26. *Descarga de los postes en el sitio de la obra.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

- Traslado de poste desde almacén hasta el punto de Izaje.

Figura 27. *Traslado del poste desde almacén hasta punto de Izaje.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.4. Instalación de Postes.

En lugares con caminos de acceso, los postes se instalan mediante una grúa, por ejemplo 6 Tn de capacidad y montada sobre su plataforma de un camión. En los lugares que no se cuentan con caminos de acceso para vehículos, los postes se izan mediante trípodes o cabrias.

Figura 28. *Izaje de postes mediante grúa y manual.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.5. Cimentación de Postes.

Una vez izado el poste con la grúa o mediante trípode se agregan piedras mayores de 20 cm, y un poco de mezcla de concreto hasta plomar su verticalidad en direcciones perpendiculares, alineando la dirección de los agujeros según el tipo de armado del poste; una vez conforme, se rellena al agujero con el resto de la mezcla de concreto y piedras medianas hasta dar el acabado final (Duran, 2015).

Figura 29. *Cimentación de poste, acabado y limpieza.*

Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.6. Instalación de Armados.

Los armados comprenden de crucetas, ménsulas, accesorios, aisladores, equipos de protección y equipos de transformación se instala después de izados los postes, guardando una perfecta perpendicularidad respecto al eje del poste. Para fijar las crucetas y ménsulas se utilizan pernos maquinados, pernos doble armado, abrazaderas y riostras. Luego se somete a la instalación de los aisladores de suspensión o los de tipo PIN, serán manipulados cuidadosamente y se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios, finalmente se ajustaran con las herramientas adecuados para dejar listo para su tendido de conductor. Los tipos de armados que se utilizan.

Ahora vemos los armados que son necesariamente usuales en líneas y redes de distribución eléctrica que se usa para el soporte de conductores aéreos en líneas de energía eléctrica, utilizando tanto en la distribución eléctrica de media y baja tensión, teniendo gran variedad de formas y tamaños en función del uso y del voltaje de la energía transportada.

Figura 30. *Instalación de Armados y Equipos de Protección.*

Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.7. Instalación de Retenidas y Anclajes.

Después de instalado el poste la base de cimentación, procederá al montaje de los vientos de anclaje, para lo cual se abre en el suelo, agujero de 0.80x1.00x2.50 metros de profundidad o según lo especificado, colocando a continuación el bloque de concreto o plancha de FoGo con su varilla ya instalada previamente, luego se rellena con material debidamente compactado con un pistón de concreto y se encargan de armar todas las retenidas o vientos, siendo estos de tres tipos: Simple, Doble y Vertical.

Figura 31. *Apertura, Relleno e Instalación de la Retenida.*

Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.8. Tendido de Conductores y Puesta en Flecha.

2.5.8.1. Carga y Descarga de Conductores.

Las bobinas de cables deberán ser cargadas y/o descargadas con el debido cuidado; utilizando grúas hidráulicas sobre camiones, la carga y descarga, se efectuara utilizando cadenas o cables de acero sujetados a un tubo de acero que se encuentra atravesando el agujero central de la bobina; teniéndose dos puntos de apoyo en la bobina para la cadena o cable de acero separados por una barra espaciadora. La carga y descarga se efectuara lentamente.

Figura 32. Carga y Descarga de Conductor en Grúa.



Fuente: (Céltec S.R.L., 2016).

2.5.8.2. Transporte de Conductores.

Se deberá emplear camiones plataforma según la cantidad de bobinas a transportarse; acomodándolos de tal modo que vayan separados una distancia una de otra y en fila, cada bobina deberá llevar tacos de madera en ambos sentidos para evitar su deslizamiento. Además, deberán ser sujetados con cadenas o sogas por la parte central (su agujero) a la estructura del medio de transporte.

Figura 33. Transporte de Conductor.



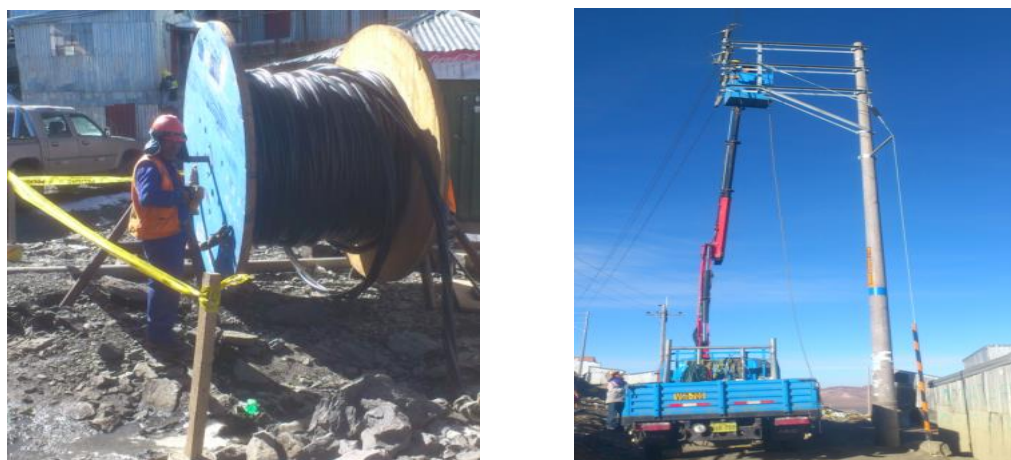
Fuente: (Transportes e Izajes FGC, 2017).

2.5.8.3. *Tendido de Conductor.*

La secuencia de operaciones, después de la colocación y cimentación de postes, armados es la siguiente:

- Se colocara sobre las crucetas, las cadenas de aisladores, colgado de estas unas poleas de aluminio de diámetro aproximado 25 a 30 veces el diámetro del conductor.
- Tendido del cable conductor: Antes del tendido del conductor se colocaran protecciones provisionales de madera en cruces con carreteras, ferrocarriles, otras líneas, etc., de forma que los conductores queden, durante el tendido, por encima de las protecciones; el cable guía, sujeto a la máquina de tracción (en su defecto por trabajadores), arrastrará al conductor sobre las poleas. Cuando el conductor pase por todas las poleas, en el primer apoyo (poste, cruceta o ménsula) del tramo, se retirara la polea y se colocara la grapa de amarre.
- El tensado de cable se efectuara después de 24 horas como mínimo de haber efectuado el tendido.
- Por último se sacara las poleas de tendido y sujetara el conductor a los aisladores, mediante la suspensión en los pines o anclaje en grapas.

Figura 34. *Tendido de Conductor.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.9. Instalación de Sistema de Puesta a Tierra.

Se instalarán de acuerdo a los detalles constructivos que se indican en los planos, para lo cual se abre en el suelo agujeros de 0.80x0.80x2.70 metros de profundidad; colocando a continuación la varilla de cobre (Cu) o Copperweld en el eje del hoyo y se rellena el mismo con capas sucesivas de tierra, carbón y sal. El conductor de cobre (Cu) desnudo según a lo especificado la sección se conectará a la varilla a través de conector Anderson o AB. Se instalarán a tierra, el conductor neutro y las partes metálicas de las estructuras (espigas, pernos, etc.) mediante el empleo de conectores tipo J.

Figura 35. *Excavación, Tratado y medición de Puesta a Tierra.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.10. Instalación de Transformadores de Distribución.

El montaje de los equipos y elemento de la subestación, se realizará verificándose antes de su instalación el perfecto funcionamiento de los mismos, y en el caso de los seccionadores Cut-Out el calibre del cartucho fusible. Cada seccionador fusible se instalará en la palomilla con su respectivo pararrayo, en la posición en que por acción de la gravedad apertura sus contactos, según los planos de detalle. La derivación de los conductores de la red primaria al transformador se hace mediante conectores del tipo grapas de doble vía.

El transformador se instalará utilizando un camión grúa, con el lado de alta tensión hacia la calzada, y se fijara a la plataforma sólidamente, mediante pernos. El conexionado del transformador al tablero se hace con cable tipo NYY de 1 kV.

Los seccionadores-fusibles una vez instalados, conectados a las líneas de 22.9 kV y al transformador, deberán permanecer en la posición de “abierto” hasta que culminen las pruebas con tensión de la línea.

Figura 36. *Montaje del Transformador de Distribución.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.11. Instalación del Tablero de Distribución.

Será fijado mediante abrazaderas, de las cuales se hace provisto; las conexiones se realizaran, conforme a número de circuitos de servicio particular y alumbrado público, verificándose la correcta utilización de los aparatos de protección y maniobra.

Figura 37. *Instalación del Tablero de Distribución.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.5.12. Liquidación y Pruebas.

Al concluir los trabajos, se deberá realizar las pruebas que se detallan a continuación:

- Inspección e Inventario General de las Redes.
- Determinación de la Secuencia de Fases.
- Prueba del Transformador.
- Prueba del Tablero.
- Prueba de las Puestas a Tierra.
- Prueba de Aislamiento de Línea.
- Prueba con Tensión (Duran, 2015).

Figura 38. *Pruebas de Inspección.*



Fuente: (Celtec S.R.L., 2016).

2.6. CONCEPTO DE LA CALIDAD

El concepto más importante, durante el diseño y desarrollo de un sistema de gestión de calidad, es el significado de calidad. La calidad tiene muchas definiciones y aun simplificados, dependiendo de los diferentes puntos de vista. (...) Las características o especificaciones son la base para obtener o formar la aptitud del producto para satisfacer la necesidad para el cual fue creado. Todo aspecto llámese propiedad o atributo de los materiales o procesos que se requieran para lograr dicha aptitud, se considera una característica de calidad (Condori, 2017).

Cuando se usa el término calidad, solemos imaginar un excelente producto o servicio que cumple o rebasa nuestras expectativas. Estas expectativas se basan en el uso que se pretende dar y en el precio de venta por ejemplo, el cliente espera un desempeño diferente entre una rondana plana de acero y una rondana cromada de acero, porque son de distintos grados. Cuando un producto sobrepasa nuestras expectativas, a eso lo consideramos calidad. Entonces, la calidad es algo intangible que se basa en la percepción. La calidad se puede definir como sigue:

$$Q = \frac{P}{E} \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde: Q : Calidad
 P : Desempeño
 E : Expectativas

Si Q es mayor que uno (1.0), el cliente tiene una buena noción del producto o servicio. Es claro que la determinación de P y E se basará con más probabilidad en la percepción. Donde el vendedor determina el desempeño y el cliente determina las expectativas. Las expectativas de los clientes son cada vez más demandantes.

La American Society for Quality (ASQ) define a la calidad como un término subjetivo para el cual cada persona o sector tiene su propia definición. En su aplicación técnica, la calidad puede tener dos significados: las características de un producto o servicio que inciden en su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas, o un producto o servicio que está libre de deficiencias (Besterfield, 2009).

2.7. CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

La calidad en la construcción es un conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas. Mientras que el control de calidad es el proceso de regulación

a través del cual se puede medir la calidad real, compararlas con las normas o las especificaciones y actuar sobre la diferencia que mantiene unida a una empresa.

Tabla 11: *Como pasar del enfoque tradicional al enfoque de calidad.*

ENFOQUE	DE LO TRADICIONAL	A LA CALIDAD
Plan	Presupuestos a Corto Plazo	Asuntos Estratégicos Futuros
Organización	Jerarquía de Cadena de Mando	Participación/Otorgamiento de Poder
Control	Informe de Variaciones	Mediciones de la Calidad e Información para Autocontrol
Comunicación	De Arriba hacia Abajo	De Arriba hacia Abajo y de Abajo hacia Arriba
Decisiones	Administración de Crisis	Cambio Planificado
Administración de Funciones	Regional y Competitiva	A través de las Funciones, Integradora
Administración de la Calidad	Fija/manufacturada en una Operación	Preventiva/Continua en todas las Funciones y Procesos

Fuente: (Meneses, 2005).

De acuerdo con la experiencia actual, cualquier actividad de construcción en redes de distribución debe estar acompañada de un control de calidad en sus dos versiones:

- El Control de Producción Interno de la empresa constructora, extendido a todos los procesos constructivos, suministradores, subcontratistas, etc.
- El Control de Recepción, que fue efectuado por un organismo externo independiente, garantice al propietario la consecución de unos estándares de calidad establecidas en el proyecto y en la normativa de aplicación.

El Control de Recepción queda dividido en cuatro aparatos principales, que describiremos a continuación:

- Control de Calidad de la documentación del proyecto.
- Control de Calidad de los materiales.
- Control de Calidad de fabricación.
- Control de Calidad de montaje (Remacha, 2009).

Características de la industria en la construcción:

- Salvo excepciones, la industria de ejecución de proyectos crea productos únicos y no seriados.
- En ejecución de proyectos, no es aplicable la producción en cadena, si no la producción concentrada, lo que dificulta la organización y control de los trabajos.
- En la ejecución de proyectos es una industria muy tradicional, con inercia a los cambios.
- En ejecución de proyectos utiliza mano de obra intensiva poco cualificada, el empleo de estas personas tiene carácter eventual y esto repercute en una baja motivación en el trabajo y en mermas de calidad.
- Otras industrias trabajan a cubierto, mientras en la ejecución de proyectos lo hace a la intemperie, con dificultades de buen almacenamiento. La protección es más difícil.
- En ejecución de proyectos el usuario influye muy poco en la calidad del producto.
- En ejecución de proyectos emplea especificaciones complejas, a menudo contradictorias y no pocas veces confusas. Las calidades resultan mal definidas de origen.
- En ejecución de proyectos las responsabilidades aparecen dispersas y poco definidas.
- El grado de precisión con que se trabaja en construcción es, en general, mucho menos que en otras industrias, cualquiera que sea el parámetro que contemple: un presupuesto, un plazo, una resistencia mecánica, etc. La consecuencia es, que en ejecución de proyectos, el sistema es demasiado flexible y, confiados en tal

flexibilidad, se aceptan compromisos de difícil cumplimiento que provocan siempre mermas de calidad. En ejecuciones de proyectos se dice no muchas menos veces de las debidas.

Ahora bien, ¿Cómo se organiza el control de calidad de todo el proceso? Esto lo logramos a través de un doble mecanismo, articulado entre si y constituido por dos tipos de controles: el control de producción y el control de recepción. El conjunto de ambos constituye el control de calidad.

Como se indica, el control de producción (CP) lo ejerce, dentro de cada lado del pentágono, el sujeto que ejerce la actividad correspondiente, por lo que se trata de un control interno. Por su parte, el control de recepción (CR) se lleva a cabo en los vértices del pentágono, es decir, en el paso de una actividad a otra, donde se produce una transferencia de responsabilidades; es este caso es el receptor que lleva a cabo el control, por lo que se trata de un control externo (Rosado, 2012).

Figura 39. Organización del control de calidad en un proceso.



Fuente: (Rosado, 2012).

Dentro de cada fase debe existir un control de producción a cargo de quien realiza la actividad cuyo objeto es obtener una seguridad razonable de que se están cumpliendo las especificaciones. Y en la transmisión de productos entre fases debe existir un control

de recepción, a cargo de quien recibe el producto, cuyo objeto es comprobar que han cumplido las especificaciones mediante reglas de conformidad aceptadas previamente. Al conjunto de ambos controles se denomina control de calidad.

Conviene advertir que la mecánica de control puede admitir muchas variantes, ya que los sistemas de control que pueden imaginarse son muy variados. Lo que verdaderamente importa es efectuar un control de acuerdo con un cierto sistema previamente establecido, siendo menos importante cual sea este último, dentro de ciertos límites (Constructor Civil, 2017).

2.7.1. Costos de la Calidad en la Construcción.

La no calidad en la construcción de una obra (errores, defectos, repetición de trabajos, uso de materiales inadecuados, etc.) cuestan dinero, tiempo y pérdida de imagen en las empresas y los promotores de las obras. En el caso de que los promotores sean organismos públicos, al final acaba repercutiendo en los contribuyentes.

Siguiendo una clasificación normalmente utilizada se distingue la siguiente:

- **Costos de Calidad:** Son aquellos en que incurre una empresa (organización) para evitar errores (costos de prevención) y realizar comprobaciones e inspecciones (costo de evaluación).
- **Costos de No Calidad:** Los costos de no calidad se entienden los costos en que incurre una empresa por los fallos cometidos, tanto si los descubre ella (fallos internos) como si los descubre el cliente (fallos externos).

Podemos denominar como “Costo relativo a la calidad de una obra” a la suma entre el costo invertido en calidad de la obra y los costos de no calidad.

$$CRC = CDC + CNC \quad (Ec. 2)$$

Dónde:

CRC : Costos relativos de la calidad

CDC : Costos de calidad

CNC : Costos de no calidad

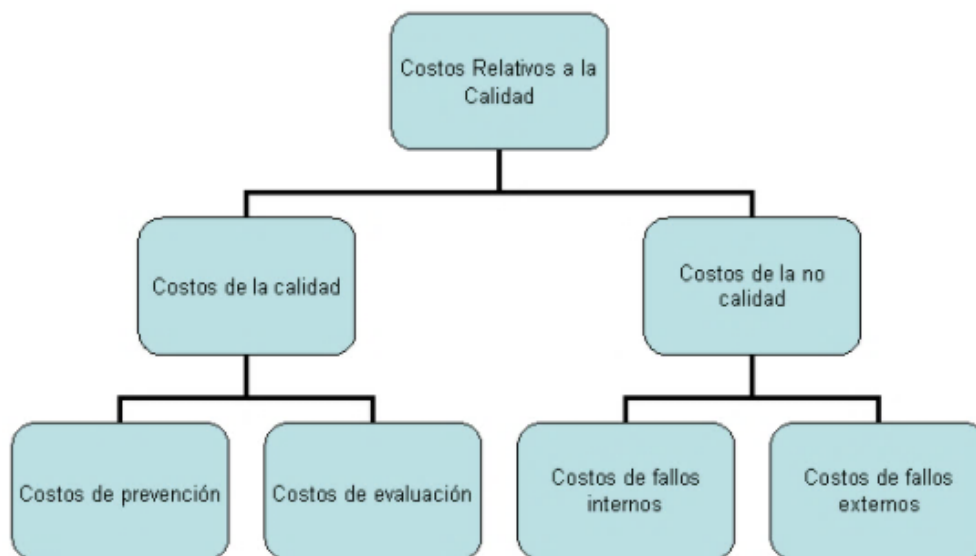
2.7.1.1. Costos de Calidad.

- **Costo de Prevención:** Son los costos que incurren la empresa al intentar reducir o evitar los fallos. Que previenen la aparición de no conformidades respecto a los requisitos establecidos. Un ejemplo de este costo es la información específica a impartir tanto a los responsables de calidad como al resto de los trabajadores.
- **Costos de Evaluación:** Son los costos que incurre para garantizar que los productos o servicios no conformes con las normas de calidad sean identificados antes de la entrega al cliente. Un ejemplo de este costo sería el tiempo destinado tanto por el personal de calidad como por el personal de producción a realizar y documentar las inspecciones establecidas.

2.7.1.2. Costos de No Calidad.

- **Costos por Fallos Internos:** Son los detectados por la propia organización durante la ejecución de la obra. Un ejemplo es la pérdida de tiempo (dinero en definitiva) por tener que repetir una actividad (un replanteo) y toda la posterior repercusión que tiene sobre la planificación inicial de obra.
- **Costos por Fallos Externos:** Son los detectados por el cliente una vez que se ha entregado la obra. Son los más importantes, dado que suponen una pérdida de imagen y confianza con el cliente y un mayor gasto económico, ya que hay que movilizar recursos (humanos y materiales) que en la mayoría de los casos ya no se encuentra disponible en la zona donde se realizó la obra (Condori, 2017).

Figura 40. Clasificación de los costos de calidad.



Fuente: (Saroza, 2017).

2.7.2. Control de Producción (CP) y Control de Recepción (CR).

Como ya sabemos, el control de recepción lo ejerce, en cada etapa del proceso constructivo quien recibe el producto parcial de la etapa anterior. En, por consiguiente, una forma totalmente independiente de la control de producción.

Es necesario destacar que los controles de producción (CP) y de recepción (CR) se diferencian entre varios aspectos y no solo en el del operador que los lleva a cabo. En CP lo importante es mantener el proceso bajo control, mientras el CR coloca énfasis en el producto acabado.

Tabla 12: *Actividades en los controles de Producción y Recepción.*

	CP	CR
Quien lo realiza.	El Productor.	El Receptor.
Que se busca.	Ofrecer la calidad convenida al mínimo coste.	Comprobar la calidad convenida con el menor margen de error posible.
Actúa sobre	El proceso.	El producto.
Variables de control.	Las más cómodas (correlaciones).	Las más representativas.
Técnicas utilizadas	Gráficos de control. Registros continuos.	Tablas de muestreo. Criterios de A/R

Fuente: (Rosado, 2012).

2.7.3. Modos de Control.

El modelo del pentágono es un modelo teórico y, en la práctica, se aplica de forma más o menos imperfecta según los países y tipos de obras. Una observación atenta el proceso de desarrollo e implantación de las técnicas modernas de control de calidad en el campo de la construcción conduce a constatar que existen cuatro modos de control, los cuales pueden considerarse como etapas sucesivas que se van recorriendo a medida que se eleva el nivel de calidad. Estos modos, que se resumen en el cuadro siguiente:

Tabla 13: *Modos de control.*

Modo	Definición
1	Sistema tradicional de supervisión. No existe control de calidad en el sentido actual del término.
2	Se desarrolla un control de recepción.
3	Se desarrolla un control de producción sin nexo alguno con el control de recepción.
4	Se alcanza un estado de control de recepción más control de producción combinado con una zona común.

Fuente: (Rosado, 2012).

2.7.4. Análisis de las Fases de un Proyecto.

El análisis de las fases por la que atraviesa un proyecto de inversión en ejecución de proyectos nos va permitir la identificación de las especificaciones y la problemática de los procesos de esta industria:

2.7.4.1. Fase Proyecto.

El control de calidad de un proyecto supone la necesidad primaria para el correcto desarrollo de todos los procesos constructivos. Un primer paso para poder resolver este problema será la implantación en el campo de redes de distribución eléctrica de media tensión.

2.7.4.2. Fase Ejecución de Obra.

La incorporación de técnicas del control de calidad a los procesos de ejecución de obras supondrán, con toda seguridad, la inclusión de los procesos constructivos de

salvaguardas y garantías de satisfacción de la normativa concerniente al medio ambiente, así como implantación de sistemas de garantía para el usuario/cliente con posterioridad a la recepción de la obras, aspecto que este podría suponer el establecimiento dentro de las empresas constructoras, y sobre todo en el campo de redes de distribución eléctrica de media tensión.

2.7.4.3. Fase de Explotación.

Hoy en día, la complejidad creciente alcanzada en algunos procesos de instalaciones constructivas supone una explotación posterior más fácil y eficaz, pero de mayor complejidad. En los grandes proyectos, donde el uso es más intensivo y el usuario además es múltiplo y distinto del propietario, las consecuencias derivadas de esta situación pueden llegar a constituir verdaderos problemas. La no adecuación del producto en cualquiera de sus fases a este fin puede suponer unas disfuncionalidades tremendas con una traducción de costos importantes.

Ahora veremos más detalladamente como se debe controlar la ejecución de proyectos en cada una de sus etapas, desde su idealización hasta el final de su vida útil. Analizaremos el proyecto en su control sobre calidad en las etapas de:

- Control y aseguramiento de la calidad de los materiales.
- Control y aseguramiento de la calidad en la ejecución (Rosado, 2012).

2.8. CONTROL EN LOS MATERIALES

El control en los materiales está, dentro del control de la ejecución de proyectos, área donde mejor conocida en lo que sigue la presentación de la forma de organizar los controles de producción y de recepción, distinguiendo los casos según que los materiales se produzcan o no industrialmente.

2.9. CONTROL EN LA EJECUCIÓN

Como en todas las fases el proceso de construcción, la de ejecución de las obra consta, en lo que a control de calidad se refiere, de un control de producción (a cargo del contratista) y de otro de recepción (a cargo de la dirección facultativa, como representante técnico del propietario). Cualquiera de ambos puede llevarse a cabo sea directamente, sea a través de un laboratorio u organización de control.

Desde otro punto de vista debe decirse que para la calidad de la obra ejecutada es fundamental distinguir las etapas en esta fase: la de Planificación de la Ejecución, Técnicas de Planificación, Control de Producción durante la Ejecución, Control de Recepción, Autocontrol de Contratista y Control de Calidad en la dirección de la Obra que se presenta de la siguiente:

2.9.1. Planificación en la Ejecución.

Planificar significa ordenar los medios de antemano para conseguir un objetivo. Implica la previsión de todas las necesidades, exige una consideración previa de los posibles fallos que puedan presentarse y una preparación de la respuesta más adecuada para cada uno de ellos, y es la base fundamental para obtener después resultados satisfactorios.

Una planificación de calidad debe ser la primera actividad de cualquiera de las fases del proceso constructivo, en particular de la de ejecución de las obras. Aunque todas las obras, grande o pequeñas, requieren una planificación previa, la necesidad de una buena planificación aumenta con el tamaño y la complejidad del proyecto.

Las ventajas de la planificación son, en primer lugar, que todo el mundo implicado puede obtener una visión clara de la labor con respecto a todas las actividades y posibles problemas; y en segundo lugar, que con ella se obtiene la información completa de

todas las necesidades antes de iniciar realmente la ejecución. Estas necesidades se refieren a personas, recursos, materiales, maquinaria, tiempo, etc.

La planificación se inicia definiendo todas las actividades y sub-actividades necesarias. Normalmente interrelacionadas, por lo que deberá prestarse atención a la forma de representarlas en un diagrama o esquema de planificación que hay que establecer de antemano.

Para realizar un proyecto de obra hay que combinar unos determinados medios disponibles, itinerarios o secuencias de trabajo y procesos parciales, de tal modo que sean observados los requisitos técnicos impuestos por propio proyecto y los plazos dados por el contratista.

En otras palabras la meta de la empresa debe ser el encontrar y tomar las medidas organizativas necesarias para poder llevar a cabo los procesos requeridos del modo más económico posible, observando los requisitos técnicos del proyecto y atendiendo siempre a los plazos fijados y a las particularidades del servicio (Rosado, 2012).

2.9.2. Técnicas de Planificación.

Hay otras técnicas útiles para ayuda a una buena planificación. El árbol de decisiones, un gráfico característico de análisis de las actividades y sus correspondientes consecuencias, que ayuda en la toma de decisiones racionales basándose en los riesgos que ofrece cada una de las diversas soluciones posibles para obtener un resultado definido. Los esquemas resultantes pueden ser más o menos complejos, pero que la idea es más simple: cuando pueden seguirse varios caminos posibles, la decisión sobre el mejor puede basarse sobre los costes ponderados, por ejemplo hacer mínima la suma del coste por la probabilidad.

2.9.3. Control de Producción durante la Ejecución.

El servicio de control de producción de las empresas debe llevar a cabo las actividades de acuerdo con reglas previamente especificadas (las que figuren en los procedimientos, si estos existen) y debe ser responsable directo el más alto nivel de decisión en la empresa. Esto significa que el servicio debe ser independiente de la rama de producción.

El control de producción incluye la inspección de las unidades de obra terminada y, en su caso, el control de las actividades intermedias correspondientes. La responsabilidad incumbe al inspector, quien no está autorizado a delegarla en niveles inferiores de su equipo.

El servicio de control de producción no debe interferir con la dirección facultativa; por el contrario, debe cooperar con ella e informarle cuando sea requerido para ello. La herramienta básica para el servicio de control de producción son las listas de chequeo. Si después del chequeo no aparece ninguna marca en la columna del sí la calidad es aceptable (Rosado, 2012).

Para el uso de las estructuras usadas en la distribución de energía varían de acuerdo a su función y de disposición de los armados en el montaje. Su característica principal son los armados, las cuales la identifican, pero varían dependiendo de la combinación de estos y el tipo de apoyo que se utiliza. Utilizando estructuras más utilizadas son:

2.9.4. Control de Recepción.

El control de recepción corresponde a la dirección facultativa que puede llevar a cabo su actividad con la cooperación de una organización de control. Incluye el control de todas las unidades productivas y su cumplimiento con las especificaciones del proyecto. A este propósito el proyecto deberá haber definido las características que serán objeto de control, sea directamente o por referencia a normas.

A veces resulta conveniente incluir en las especificaciones ciertas prescripciones relativas al proceso de producción. En este caso las especificaciones que conciernen al proceso y aquellas que conciernen a los resultados deberán ser compatibles. Además, el control procurara reconocer si ha ocurrido algo anormal, no previsto en la especificación.

En orden a optimizar la relación eficacia/coste del control total, la dirección facultativa debe regular la frecuencia e intensidad de sus inspección en función del nivel de control de producción llevado a cabo por el ejecutor. Un control de producción serio y bien organizado facilitara muchísimo a la tarea de la dirección facultativa y ganara rápidamente su confianza (Narvaez & Prado, 2012).

2.9.5. Autocontrol del Contratista.

El control de calidad en las obras, con independencia del tipo de las mismas, deberá empezar a realizarse con el autocontrol que el propio contratista realiza a través de su propia infraestructura empresarial, o sea a través de los técnicos y encargados de la obra.

La empresa contratista a la que se exige unas especificaciones de calidad de la obra terminada y normalmente una garantía para responder a esta exigencia, tiene que controlar sus trabajos para conseguir la mínima desviación en lo estipulado con respecto a la calidad.

Con este objeto las empresas de cierto nivel, cuentan con un departamento de control de calidad que programa y vigila esta función dentro de la empresa.

El objetivo principal de este departamento radica en la formación de los que intervienen en el control de calidad interno de la empresa. Con este objetivo el departamento edita unos manuales de tipo general y unos programas específicos de cada obra que suelen constar de los siguientes sección o apartado.

- Ensayos e inspecciones mínimos a realizar en todo tipo de obras que posibilitaran el cumplimiento de lo estipulado y marcaran el espíritu de la empresa en la calidad de sus ejecuciones de proyectos.
- Criterios básicos de calidad contratados para la obra de referencia con los detalles de las calidades de las distintas unidades de obra e instalaciones, haciendo hincapié sobre aquellas que requieran atención especial.
- Organigrama en donde figuren las responsabilidades y autoridad de las personas de la organización que intervengan en los problemas de calidad y su coordinación con la oficina técnica, la sección de compras y la sección de producción.
- Instrucciones y procedimientos para las revisiones, inspecciones, recepciones, análisis, ensayos, transporte, descarga y almacenamiento de todos aquellos elementos que se instalan en la obra.
- Preselección proveedores, después de conocer el nivel de calidad de sus producciones.
- Control de pedidos y suministros efectuados a los proveedores seleccionados.
- Informes a realizar y destinatarios de los mismos.
- Medidas correctoras del control de calidad y alcance de las mismas, según las desviaciones experimentadas.
- Control de equipos de medida, con la consiguiente puesta a punto permanente para su perfecta homologación.

2.9.6. Control de Calidad en la Dirección de Obra.

La dirección de obra incluye dos funciones claramente diferenciadas, que son: la atención a lo conceptual, es decir, el seguimiento del proyecto en todas sus fases con las concreciones necesarias para su realización, y la atención a lo material, que supone el

ordenamiento práctico de la ejecución de los trabajos dentro de las normas y reglas de la buena ejecución del proyecto.

En general, podemos resumir las obligaciones del director de obra o de las personas encargadas del control de calidad en dos apartados: unos que se desarrolla previamente a la ejecución de la obra, el otro durante la obra.

Tabla 14: Control al *previo de la Ejecución de Obra*.

Ítem	Previo a la Ejecución de Obra
1	Estudio del proyecto con la vista al control de calidad.
2	Recopilación y estudio de la normativa básica relacionada con la obra, así como de la prescrita en el pliego de condiciones.
3	Análisis del plan de tiempo y la incidencia que sobre el mismo tenga el control de calidad, que obviamente ha de ser prácticamente nula.
4	Conocimiento de las cláusulas de los contratos correspondientes a las penalizaciones o premios por causa del resultado cualitativo de la obra resultante.

Fuente: (Rosado, 2012).

Tabla 15: Control Durante la Ejecución de Obra.

Ítem	Durante la Ejecución de la Obra
1	Verificación de los replanteos necesarios.
2	Control de recepción de materiales y elementos que se instalan en la ejecución del proyecto.
3	Comprobación de sus características aparentes.
4	Muestreo, ensayos, interpretación y aceptación o rechazo de los materiales controlados.
5	Control de ejecución y puesta en obra.
6	Verificaciones dimensionales, cuantitativa, de posición y de situación.
7	Comprobaciones de materiales o instalaciones que hayan de quedar ocultos.
8	Inspección de ejecuciones frecuentes.
9	Revisiones en el cumplimiento de normas y reglamentos.
10	Recepciones de las unidades de obra terminada, una vez controladas en sus diversos aspectos.
11	Recopilación de documentos: libro de órdenes, actas, informes, certificados, dictámenes, resultados de ensayos y pruebas efectuadas, así como la recepción de la obra terminada

Fuente: (Rosado, 2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA

Para el presente proyecto de tesis está enmarcado en las variables, materia de la investigación respondiendo una investigación por objetivos, formando a partir de los objetivos secundarios, con los cuales se contrastaron. A su vez, los objetivos secundarios, constituye la base para formular las conclusiones parciales del trabajo de investigación. Las conclusiones parciales se correlacionan adecuadamente para formular la conclusión final de la Investigación, la misma con la hipótesis principal.

Las modalidades de esta investigación que se ajustan al presente proyecto de tesis son los siguientes:

3.1.1. Investigación de Campo.

Se utilizó este tipo de investigación debido a la naturaleza del proyecto de tesis, en el cual fue necesario estar en el lugar donde se aplicó el proyecto y a través de ello se

verificó las causas que se está tratando, sin manipulación de las variables, permitiendo generalizar los resultados obtenidos a situaciones afines.

3.1.2. Investigación bibliográfica – Documental.

En esta investigación se tiene como finalidad ampliar y profundizar las teorías y enfoques acerca del tema del proyecto de tesis, mediante la utilización de revistas, artículos, libros, tesis, catálogos, textos, páginas electrónicas, entre otros con la finalidad de conseguir una correcta orientación de la investigación, constituyendo un respaldo para procedimientos a llevar acabo, con el cual las teorías investigativas se comprobaron y se justificaron.

3.1.3. Investigación Cuantitativa y Cualitativa.

La investigación cuantitativa y cualitativa son perspectivas de investigación que buscan la producción del conocimiento a través de un modelo estructurado o sistemático de observación, descripción y análisis de problemas en un intento por ofrecer soluciones a diversas problemáticas.

El enfoque *cuantitativo* obviamente hace referencia al estudio a partir del análisis de cantidades, es decir que involucra un proceso de estudio numérico que tiene que ver con fundamentos estadísticos. Desde otro punto, la investigación *cualitativa* tiene que ver con la exploración no numérica de datos, es un enfoque que se relaciona más con la interpretación subjetiva e inductiva.

A pesar de sus diferencias ambos enfoques hacen uso de la observación de problemáticas y evaluación de problemáticas (planteamiento del problema), establecen supuestos teóricos que explican el problema (marco teórico), analizan esos fundamentos a través de pruebas (marco metodológico) y, por último, realizan propuesta y evaluaciones finales de acuerdo con la investigación llevada a cabo (resultados y conclusiones) (MyThemeShop, 2017).

3.1.4. Nivel de Investigación.

La presente investigación se caracteriza por lo siguiente:

- Tipo de investigación Aplicada
- Nivel de Investigación Cuantitativo y Cualitativo
- Campo de investigación: Energía Eléctrica.
- Área de investigación: Control de Calidad para el suministro y montaje electromecánico de líneas y redes primarias para ejecución de obras y proyectos eléctricos.
- Aspecto a investigar: Mejorar la calidad en el suministro y montaje electromecánico utilizando métodos para una adecuada instalación de materiales en obras y proyectos eléctricos.
- Delimitación espacial: La investigación se ha desarrollado en la Región Puno.
- Delimitación temporal: El estudio se desarrolla en la obra ejecutada “mejoramiento de distancias mínimas de seguridad en media tensión en el centro poblado de la Rinconada y Lunar de Oro”.

3.1.5. Población y Muestra de Investigación.

La población de este proyecto es toda la ejecución de la obra denominada “Mejoramiento de Distancias Mínimas de Seguridad en Media Tensión en el Centro Poblado de La Rinconada y Lunar de Oro”, con licitación pública LP N° 04 – 2015, contrato N° 078 – 2015 – ELPU/GG, contratista CELTEC S.R.L., fecha de inicio de obra 25 de Octubre del 2015 y fecha de término de obra 19 de Agosto del 2016.

- En la etapa de suministro de evaluación en la obra, se determinaron las

principales causas que afectan al retraso en el suministro y montaje electromecánico en la obra.

- La evaluación de las causas se hizo durante toda la ejecución de la obra que contempló los 210 días calendario.

3.1.6. Localización de la Zona de Estudio.

El área donde se desarrolló la ejecución del proyecto está ubicada en:

Tabla 16: Ubicación de la Zona de Estudio.

Ítem	Ubicación y Descripción de la Zona de Estudio	
1	Departamento	Puno
2	Provincia	San Antonio de Putina
3	Distrito	Ananea
4	Localización	Centro Poblado de La Rinconada y Lunar de Oro
5	Altitud	5100 m.s.n.m.
6	Longitud Sur	14°37'54''
7	Longitud Oeste	69°26'47''
8	Temperatura Mínima Promedio	-9°C
9	Temperatura Media Promedio	1.39°C
10	Temperatura Máxima Promedio	10.65°C
11	Clima	Templado Frio

Elaboración: Propia.

3.2. MATERIALES Y TÉCNICAS

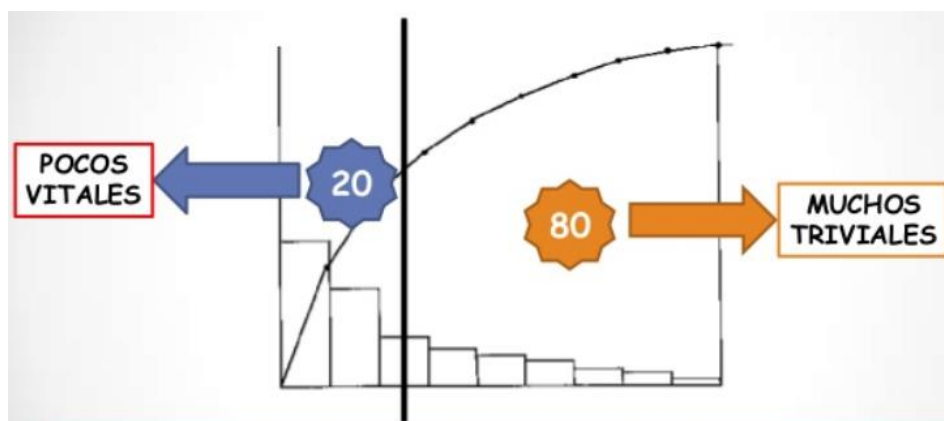
Para realizar el material o técnica a utilizar en la presente investigación es mediante los diagramas de Pareto y Causa – Efecto también conocido como Ishikawa y de Flujo, estos diagramas nos permite analizar e identificar prioridades y causas a realizar con los datos reales en la Obra donde se ha realizado, para determinar cuáles son los problemas ocasionados en el proyecto donde se ha ejecutado.

3.2.1. Diagrama de Pareto.

Se reconoce que, más de 80% de la problemática en una organización por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base a los datos e información aportados por un análisis, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde estos tengan mayor impacto.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80 – 20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total (Gutiérrez & De la Vara, 2009).

Figura 41. Muestra de la gráfica del principio de Pareto.



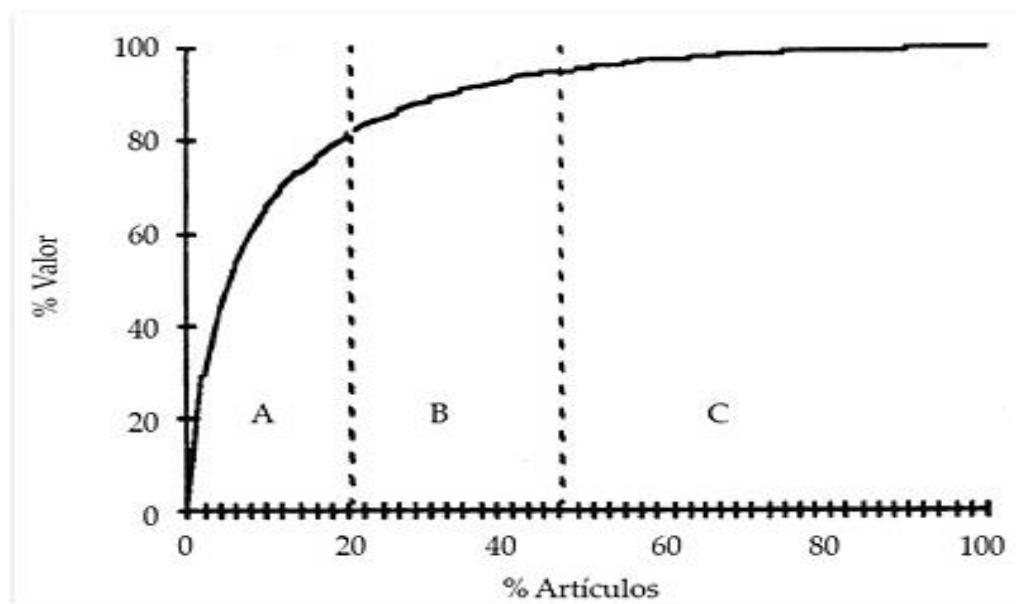
Fuente: (Aguirre, 2017).

3.2.1.1. Características del diagrama de Pareto.

A continuación se comentan una serie de características fundamentales de las tablas y los diagramas de Pareto.

- **Simplicidad.-** Tanto la tabla como el diagrama de Pareto no requieren cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.
- **Impacto Visual.-** El diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un “vistazo”, el resultado del análisis de comparación y priorización (Usco, 2014).

Figura 42. Curva ABC o Pareto.



Fuente: (WordPress, 2017).

Donde “A” es el Elemento de mayor valor; “B” es el Elemento de valor intermedio y “C” es el Elemento de menor valor.

3.2.1.2. Procedimiento de Elaboración del Diagrama Pareto.

Para elaborar el diagrama de Pareto es necesario identificar y elaborar una lista de problemas que deberán ser clasificadas y enumeradas por las frecuencias o veces que se repite cada uno de estos problemas. A partir de esto, como se observa en la figura siguiente se deberán calcular porcentajes simples y porcentajes acumulados para cada problema identificado y luego dibujar el gráfico de barras que representa el efecto de

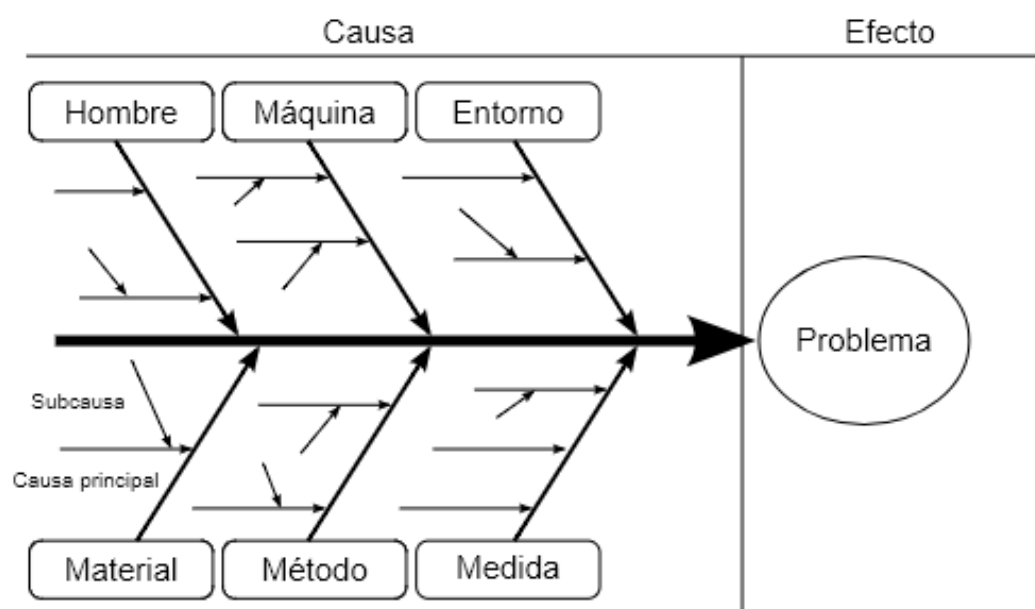
cada uno de los elementos contribuyentes. Finalmente trazar un gráfico lineal cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la tabla de Pareto.

De esta manera se clasifica y prioriza la lista de problemas y dificultades, señalando cuales son los elementos importantes y poco importantes, abriendo la posibilidad de exigir a la empresa constructora, plantear alternativas de solución y lograr la mejora de la organización, métodos y procesos en suministro y montaje electromecánico según el diagrama. (Ver Anexo 08).

3.2.2. Diagrama de Causa – Efecto (Ishikawa).

El diagrama de Causa - Efecto o de Ishikawa es un método grafico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuales son las verdaderas causas (Gutiérrez & De la Vara, 2009).

Figura 43. *Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa).*



Elaboración: Propia.

Tabla 17: *Pasos para la construcción del diagrama Ishikawa.*

Ítem	Pasos para la construcción del diagrama Ishikawa
1	Especificar el problema a analizar. Se recomienda que sea un problema importante y, de ser posible, que ya este delimitado mediante la aplicación de herramientas como Pareto y Estratificación. También es importante que se tenga la cuantificación objetiva de la magnitud del problema.
2	Seleccionar el tipo de diagrama de Ishikawa que se va usar. Esta decisión se toma con base en las ventajas y desventajas que tiene cada método.
3	Buscar todas las probables causas, lo más concreta posible, que pueden tener algún efecto sobre el problema. En esta etapa no se debe discutir cuales causas son más importantes; por el momento, el objetivo es generar las posibles causas.
4	Una vez representadas las ideas obtenidas, es necesario preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas; si es así, es preciso agregarlas.
5	Decidir cuáles son las causas más importantes mediante dialogo y discusión respetuosa y con apoyo de datos, conocimientos, consenso o votación.
6	Decidir sobre cuales causas se debe actuar. Para ello se toma en consideración el punto anterior y lo factible que resulta corregir cada una de las causas más importantes. Con respecto a las causas que no se dedica actuar debido a que es imposible por distintas circunstancias, es importante reportarlas a la alta dirección.
7	Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas, de tal forma que determine las acciones que se deben realizar, para ello se puede usar nuevamente el Diagrama de Ishikawa. Una vez determinada las causas, se debe insistir en las acciones para no caer en solo debatir los problemas y en no acordar acciones de soluciones.

Fuente: (Gutiérrez & De la Vara, 2009).

Una vez seleccionadas las causas más probables, o simplemente, el siguiente paso es determinar si es cierto que esa causa influye en el efecto. Identificando las causas, propuestas de solución, siendo la parte final a donde se tiene que llegar.



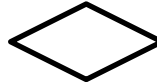

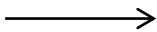
3.2.3. Diagrama de Flujo.

El diagrama de flujo detalla el flujo de información de clientes, equipos, materiales y mano de obra a través de los distintos pasos de un proceso. Los diagramas de flujo también se conocen con el nombre de mapas de proceso, mapas de relaciones o planos. Los diagramas de flujo no tienen un formato preciso y por lo general se trazan con cuadros (que contienen una breve descripción del paso), y con líneas y flechas para indicar las secuencias. La forma rectangular es la opción más común para un cuadro,

aunque otras formas diferentes pueden diferenciar varios tipos de pasos (operación, retraso, almacenamiento, inspección, etc.).

La herramienta de análisis que representa gráficamente las secuencias de un proceso presentado la información de una manera clara y ordenada. Gracias a este se puede visualizar las relaciones entre las etapas del proceso a describir. En la tabla siguiente se muestra los símbolos más empleados en este proyecto de investigación con sus respectivos significados (Usco, 2014).

Tabla 18: *Símbolos de Diagrama de Flujo.*

Símbolo	Descripción
	Este símbolo muestra el principio y el final del diagrama de flujo, especificando con ello las fronteras del proceso de transformación a estudiar
	Este símbolo denota un paso operacional o una actividad que deberá ejecutarse. Debe escribirse una breve descripción del paso operacional o de la actividad incluida dentro del símbolo con propósito de claridad.
	Este símbolo denota una decisión, o una condición SI-ENTONCES, que tiene múltiples resultados posibles (por ejemplo ramas de flecha). La decisión, evaluación o condición debe escribirse adecuadamente dentro del símbolo con propósitos de claridad.
	Documento que representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Este símbolo expresa la dirección del flujo dentro del diagrama; el flujo podría ser de materiales, información, proceso de ejecución, etc.

Fuente: (Usco, 2014).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.RESULTADOS

Los resultados obtenidos posteriormente de la dinámica de trabajo se llevaron a generar los diagramas con el procedimiento de datos mencionados analizados detalladamente en la obra “Mejoramiento de Distancias Mínimas de Seguridad en Media Tensión en el Centro Poblado de La Rinconada y Lunar de Oro”, como parte del proceso se volvió a debatir sobre si aquellas causas eran determinantes para el problema y sobre todo se podía realizar una propuesta acorde a las circunstancias.

4.1.1. Identificación de Causas en el Suministro (Diagrama de Ishikawa).

4.1.1.1. *Requerimiento de la Obra.*

- **Metrados Erróneos.**-Estos se deben a los cálculos de los materiales necesarios en la obra, los cuales son realizados por diferentes responsables en la ejecución del proyecto como Maestro de Obra, Sub Contratista, Jefe de Grupo, etc. Pero el

problema está en el Ing. Residente quien no se percata del problema de los materiales hacia sus Asistentes, es uno de los errores que se genera de tener exceso o faltante de materiales solicitados, otro es la descripción del producto o equipo en láminas de detalle este se debe a que se observa los detalles mínimos de cómo se instala cada armado de estructuras y donde se ubica sin comparar con el expediente técnico. Estos tipos de errores originan realizar una compra defectuosa ya que el producto no es lo que verdaderamente se necesita en la obra.

- **Escasez de la Mano de Obra.-** La escasez o falta de algún recurso en la construcción no solo se produce en la mano de obra calificada, sino también en menos capacitada y experimentada. Esto determina de la disponibilidad del personal calificado para llevar en adelante la organización de la empresa. Debido a esto se debe iniciar la búsqueda del personal pasivo.
- **Gestión de Último Momento.-** Esta es la consecuencia del problema anterior, debido a un mal cálculo se origina que se tenga que pedir con urgencia y con poca holgura de tiempo. Esto produce un desconcierto en el proceso porque se vuelve eficaz en el corto plazo pero pierde la eficiencia.

4.1.1.2. Control de Inventario.

- **Módulo de Inventario Inoperativo.-** Las empresas contratistas trabajan con diferente software que permite trabajar según el área donde ocupa, de los cuales suelen encontrarse inoperativas debido a que la persona encargada no fue capacitada adecuadamente para el manejo. Así teniendo el control de ingresos y egresos según su experiencia obtenida realiza ya que no cuenta sus actualizaciones con los registros de compras.
- **Comunicación Deficiente.-** La comunicación siempre ha sido de suma

importancia en todo aspecto de la construcción como para demostrar sentimiento, sensaciones o emociones, a la sociedad; sin embargo cada vez existen más canales de información, más esto no garantiza que la comunicación sea de total calidad al expresar algún tipo de relevancia informativa.

- **Almacén Caótico.-** Almacenaje de los materiales que se realiza de manera que se asignan las ubicaciones a medida que se va recepcionando, siguiendo unos criterios básicos de zona, tamaño y condiciones.

4.1.1.3. Gestión de Compras.

- **Proveedores.-** En este punto se tiene a los proveedores obtenidos según las cotizaciones determinadas en la obra.
- **Análisis de Precio.-** Muchas veces se basa únicamente en lo cuantitativo los costos directos e indirectos, dejando al lado las características cualitativas. Acompañado a esto en muchas ocasiones no se cuenta con los precios unitarios en la propuesta inicial de los proyectos, sabiendo los precios nos ayudan para la referencia y punto de comparación en el análisis de las propuestas de los proveedores.
- **Generar Orden de Compra.-** La emisión está sujeta a la aprobación de la gerencia y jefe de la logística, de tal manera si el encargado elabora un informe con precios fuera del contexto según el proyecto de ejecución habría una pérdida de tiempo y recursos.

4.1.1.4. Administración de Pagos.

- **Demora en los pagos.-** El problema de la demora es la falta de disposición en efectivo, proveedores que no están desarrollando sus actividades sociales y económicas de manera creciente a través de la banca, la falta de cancelación genera por las compras inadecuadas de último momento, las cuales no fueron

programadas para el desembolso semanal.

- **No cuentan con Líneas de Crédito.-** La línea de crédito tiene una importancia para dar a conocer si la empresa perdió el crédito con algunas financieras infringiendo con las fechas pactadas. En algunas empresas manejan tiempos muy cortos de crédito, por lo cual no tienen conveniencia emprender la relación comercial.

4.1.1.5. Coordinación de Entrega.

- **Flujo de Información.-** Las relaciones comerciales suelen llegar a ser importantes para las documentaciones tanto para emitir o recibir con los proveedores debido a que ellos mantienen severa coordinación, teniendo empezar desde la orden de compra con la constancia de cancelación de la orden, así enviando los datos del transporte y su unidad, al no cumplirse estos pasos originan el retraso de la entrega de materiales.
- **Coordinación Inadecuado.-** La falta de coordinación puede ser fatal en todas sus fases como: Planificación, Pronosticación y Reabastecimiento dentro de la logística, teniendo siempre en cuenta porque el objetivo final y fundamental es satisfacer la necesidad en la obra.
- **Demora en el Despacho.-** Como consecuencia de lo anterior, cuando no se cuenta con la información completa, el proveedor está en la facultad de retener el despacho. Otro punto es en el proveedor el retraso en la producción del material solicitado, teniendo así los horarios de recojo no sean flexibles o que el producto sea escaso.

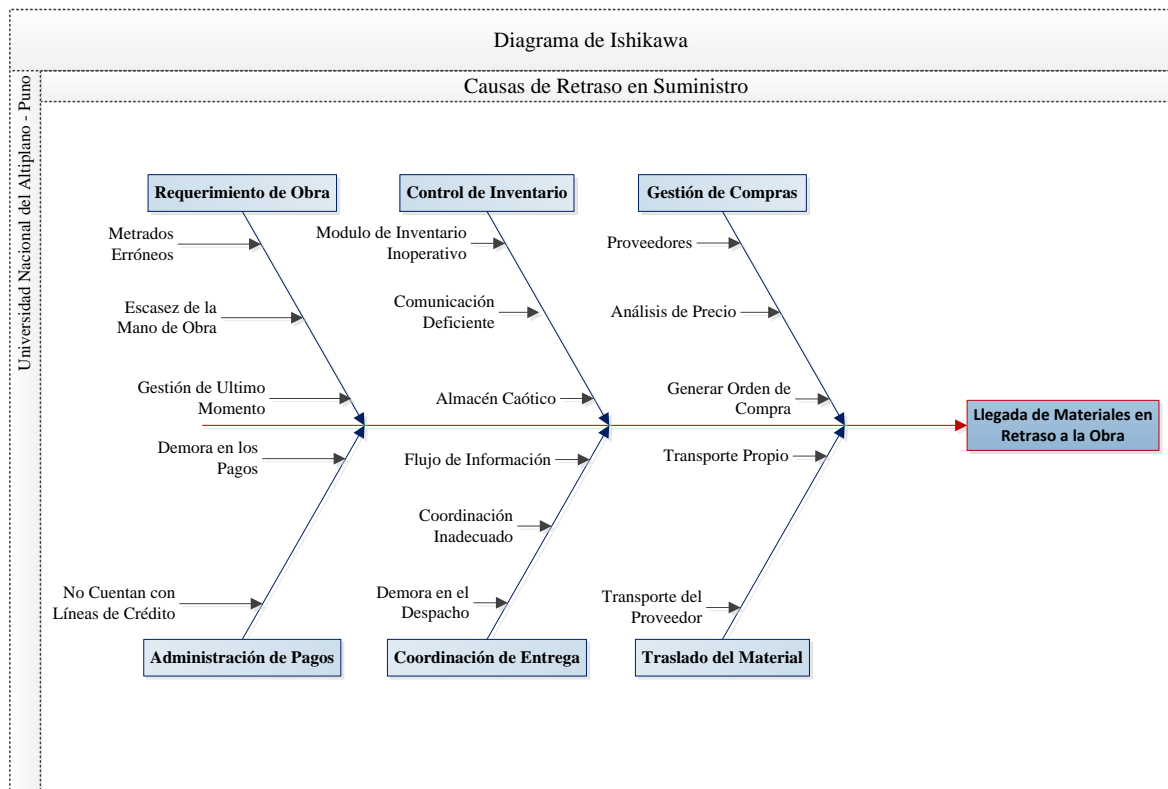
4.1.1.6. Transporte del Material.

- **Transporte Propio.-** Cuando es de transporte propio se tiene en cuenta los costos en que incurre, teniendo que cubrir el pago del chofer, combustible, peaje,

mantenimiento de la unida, etc. Las unidades propias pierden mucho tiempo porque tienen que registrarse y esperar su turno de atención.

- **Transporte a cuenta del Proveedor.-** Cuando el transporte está a cargo del proveedor hay que estar sujeto a la disponibilidad de este, teniendo en cuenta que enviará el despacho cuando tenga su ruta cubierta o una unidad disponible, lo cual requiere de tiempo y puede tardar el envío inmediato del material solicitado.

Gráfico 1: *Causas de retraso en Suministro de Materiales.*



Elaboración: Propia.

4.1.2. Análisis de Causas en el Suministro mediante Diagrama de Pareto.

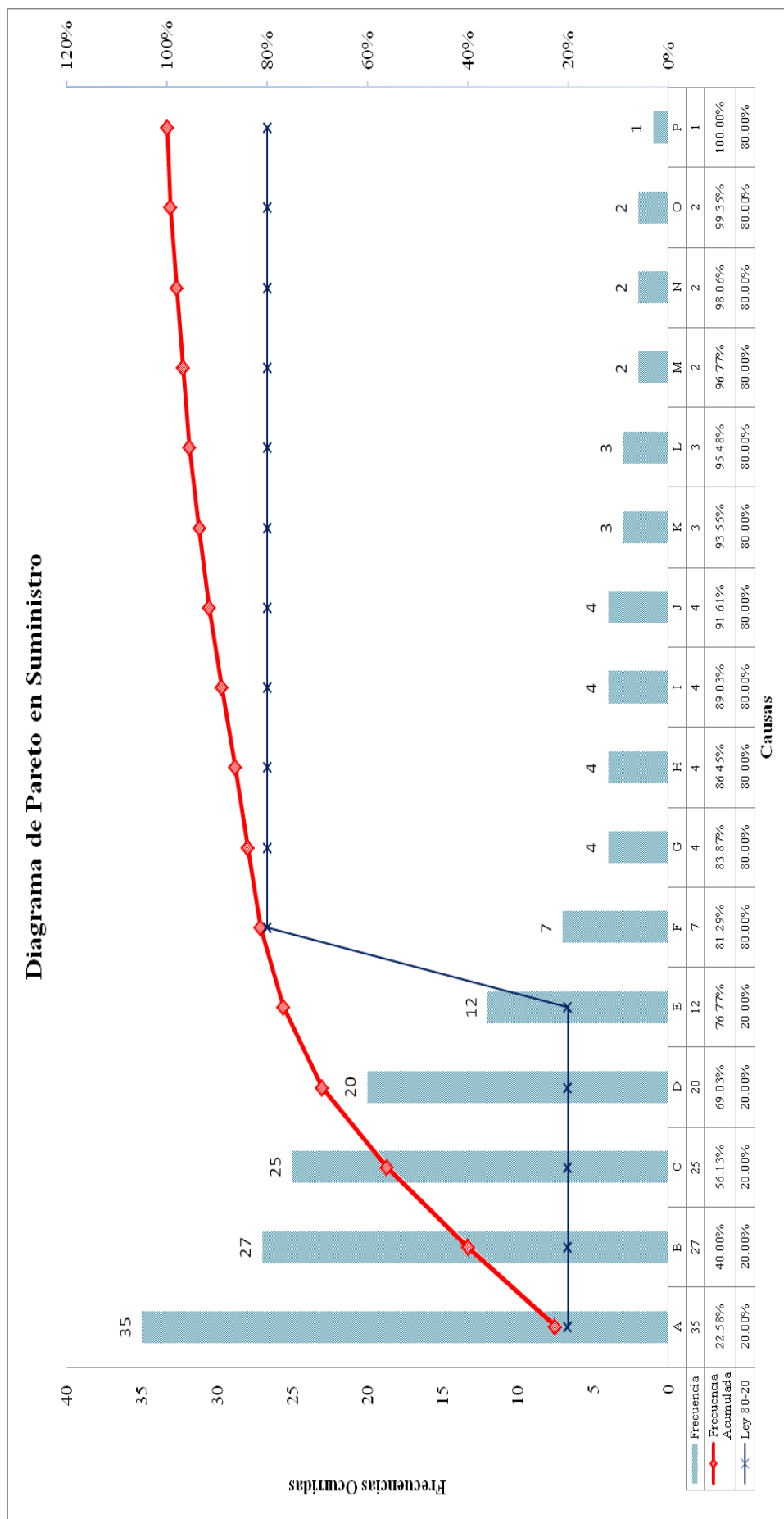
Para el análisis se toma como punto de referencia un breve análisis donde se realizó el suministro de materiales necesarias en la obra así tabulando el impacto de cada uno de los factores en base a su criterio de frecuencia. Los datos se han obtenido mediante los informes desarrollados en la obra desde el inicio hasta su conclusión de acuerdo a las causas.

Tabla 19: Causas en el Suministro para el Diagrama de Pareto.

DIAGRAMA DE PARETO PARA EL SUMINISTRO									
Tabla de Frecuencias					Tabla de Frecuencias Ordenadas				
Causas	Frecuencia	Frecuencia (%)	Ítem	Causas	Frecuencia	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada	Total Frecuencias: 155	Ley 80-20
Almacén Caótico	7	4.52%	A	Análisis de Precio	35	22.58%	22.58%	20.00%	
Análisis de Precio	35	22.58%	B	Metrados Erróneos	27	17.42%	40.00%	20.00%	
Comunicación Deficiente	25	16.13%	C	Comunicación Deficiente	25	16.13%	56.13%	20.00%	
Coordinación Inadecuado	3	1.94%	D	Demora en el Despacho	20	12.90%	69.03%	20.00%	
Demora en el Despacho	20	12.90%	E	Transporte Propio	12	7.74%	76.77%	20.00%	
Demora en los Pagos	4	2.58%	F	Almacén Caótico	7	4.52%	81.29%	80.00%	
Escasez de la Mano de Obra	2	1.29%	G	Demora en los Pagos	4	2.58%	83.87%	80.00%	
Flujo de Información	4	2.58%	H	Flujo de Información	4	2.58%	86.45%	80.00%	
Generar Orden de Compra	2	1.29%	I	Gestión de Último Momento	4	2.58%	89.03%	80.00%	
Gestión de Último Momento	4	2.58%	J	Transporte del Proveedor	4	2.58%	91.61%	80.00%	
Metrados Erróneos	27	17.42%	K	Coordinación Inadecuado	3	1.94%	93.55%	80.00%	
Modulo de Inventario Inoperativo	2	1.29%	L	Proveedores	3	1.94%	95.48%	80.00%	
No Cuenta con Líneas de Crédito	1	0.65%	M	Escasez de la Mano de Obra	2	1.29%	96.77%	80.00%	
Proveedores	3	1.94%	N	Generar Orden de Compra	2	1.29%	98.06%	80.00%	
Transporte del Proveedor	4	2.58%	O	Modulo de Inventario Inoperativo	2	1.29%	99.35%	80.00%	
Transporte Propio	12	7.74%	P	No Cuenta con Líneas de Crédito	1	0.65%	100.00%	80.00%	

Elaboración: Propia.

Gráfico 2: Grafica del Diagrama de Pareto para el Suministro.



Elaboración: Propia.

En la gráfica anterior se verifica los resultados del diagrama de Pareto, pudiendo identificar las principales causas que representan los pocos elementos (20%) como: Análisis de Precio, Metrados Erróneos, Comunicación Deficiente, Demora en el Despacho y Transporte Propio afectan la mayor parte del efecto (80%).

4.1.3. Causas en el Montaje Electromecánico (Diagrama de Ishikawa).

4.1.3.1. Mano de Obra.

- **Capacitación Inadecuada al Personal.-** La capacitación al personal en la obra es toda acción organizada y evaluable que se desarrolla en una empresa para modificar, mejorar y ampliar conocimientos, habilidades y actitudes del personal, en frecuencia surge la inadecuada atención hacia el perfeccionamiento de un trabajador en su puesto en la obra.
- **Supervisión.-** Es un profesional elegida por la entidad, para que lo represente en el seguimiento y control de la obra encargada a una empresa. Una de las responsabilidades es dar a conocer a la entidad los avances de algunos detalles ocurridos durante en ese lapso de la obra.
- **No Sigue la Política de la Empresa.-** Son un conjunto de directrices que establecen normas, procedimientos y comportamientos que deben llevar los empleados., el cual son pocos trabajadores cumplen con estos requisitos establecidos por la empresa constructora.
- **Falta del Personal.-** En la empresa constructora hay momentos que no cuentan con el personal suficiente para llevar a cabo todas las actividades programadas en dicho trabajo, esto ocasiona pérdidas de tiempo para el cronograma de obra y pudiendo no entregar a tiempo el trabajo establecido según el contrato.
- **Herramientas Inadecuados.-** Para la instalación de accesorios para los armados se requiere uso de herramientas adecuados al trabajo donde estas realizando, el

cual otros pueden exceder el abuso de uso de herramientas inadecuados para originar una gran cantidad importante de lesiones.

4.1.3.2. Material.

- **Material Adquirido No Apto.-** El producto no conforme debe asegurarse de que el producto con los requisitos identificando y controlando para prevenir su uso o entrega no intencional. Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el producto.
- **Mal Abastecimiento.-** El mal abastecimiento de una necesidad en la obra puede afectar bastante en retraso del cronograma, en tanto, se deberá hacerlo conforme a un tiempo, manera y calidad satisfactoria para llegar a su destino donde se requiera.
- **Fuera de Especificación.-** Cuando está fuera de la especificación técnica como los documentos, normas exigidas y procedimientos a ser empleados desde la elaboración de estudio hasta la fabricación puede ser considerados fatales en la fase de puesta en marcha.
- **Falla el Diseño o Desarrollo.-** Cuando un diseño falla en el sistema debe verificarse las especificaciones según sus factores como clima, altura, contaminación, etc.
- **Robo Interno.-** Es una modalidad donde los malos trabajadores, poco a poco, se van llevando pequeños productos, herramientas, repuestos, útiles en la oficina y otros que ameriten estar en la obra.

4.1.3.3. Medio Ambiente.

- **Condiciones del Ambiente.-** Un trabajador desde el punto de vista debe cumplir el conjunto de condiciones que contribuyen a su satisfacción con su empleo. En la obra, es todo lo que tiene que ver con impulsar el ambiente para el aumento de

la productividad caso contrario el trabajador estará en condiciones pésimas y no podrá aumentar su productividad.

- **Transporte del Producto Inadecuado.-** Cuando el transporte de los productos fabricados nos envían mediante transporte propio o del mismo proveedor, esto debe llegar a la obra sin obstáculo, pero hay momento que ocurren las restricciones para llegar al destino como factores de la máquina, demora en el envío, traslado del producto hacia otro transporte, etc.

4.1.3.4. Método.

- **Documentación Deficiente.-** La comunicación mediante documentos ha sido de suma importancia en la construcción de la obra con la entidad, supervisor de obra, residente de obra, asistente de obra, logística, gerente de la empresa, trabajadores y con la población, de tal manera hay momento que se dejan de comunicarse e irse cada uno por su lado, esto puede ocasionar deficiencias en la productividad de la obra y la calidad.
- **No Estandarización.-** Se conoce al proceso mediante el cual se realiza una actividad bajo las instrucciones de las normas especificadas para realizar el envío de la fabricación para el cumplimiento a fin de que se obtengan los productos esperados, caso contrario no se acepta los productos.
- **Comunicación con la Población.-** La comunicación hacia la población es muy importante por varios factores como: Servidumbre, CIRA, etc. Para el acceso hacia el punto de diseño, así evitando los problemas con la población, caso contrario la obra puede retrasarse de manera inesperada.
- **Control de Recursos Inadecuados.-** La función es la evaluación de la efectividad en la implantación y ejecución de todos y cada uno del personal, aplicando la evaluación al reclutamiento y selección, capacitación, desarrollo,

motivación, salarios, seguridad e higiene y prestaciones.

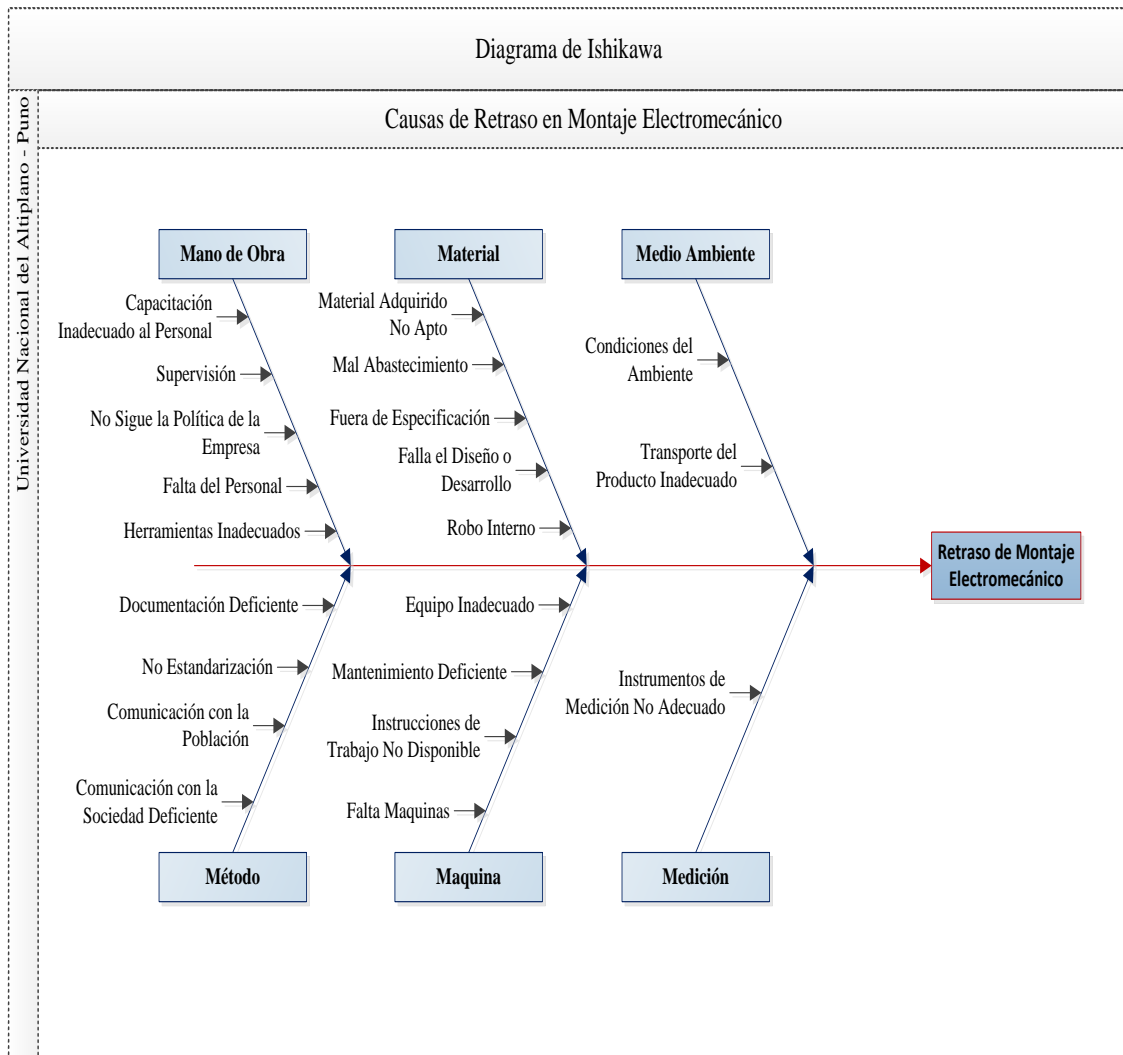
4.1.3.5. Máquina.

- **Equipo Inadecuado.-** En el trabajo de altura, los equipos no cumplen lo establecido para trabajar adecuadamente, aunque son elementos que se utilizaron durante varios años, se debe aplicar la seguridad correcta o máxima para mejorar nuestra seguridad.
- **Mantenimiento Deficiente.-** Uno de los factores más frecuentes en la obra es la falla de equipos por la ausencia de procedimientos, tomando mayoritariamente en las empresas de sistemas que viven del principio “útese hasta que se dañe”, en ese entender si no hay fallas de equipos, no hay mantenimiento.
- **Instrucciones de Trabajo No Disponible.-** Son documentos que describen la forma específica de llevar a cabo de una actividad. Las instrucciones generalmente no están disponibles por falta de interés del trabajador.
- **Falta Maquinas.-** La falta de máquinas es un factor que limita el desarrollo de producción en mano de obra en una empresa, así por la falta no puede entregar en el momento adecuado la obra.

4.1.3.6. Medición.

- **Instrumentos de Medición No Adecuado.-** EL uso de equipos de medición en distintas actividades que se realiza durante la ejecución se debe contemplar con la utilización de dichos instrumentos adecuadamente, esto nos ayudará a cumplir las mediciones necesarias.

Gráfico 3: Causas de Retraso en Montaje Electromecánico.



Elaboración: Propia.

4.1.4. Análisis de Causas en Montaje Electromecánico (Diagrama de Pareto).

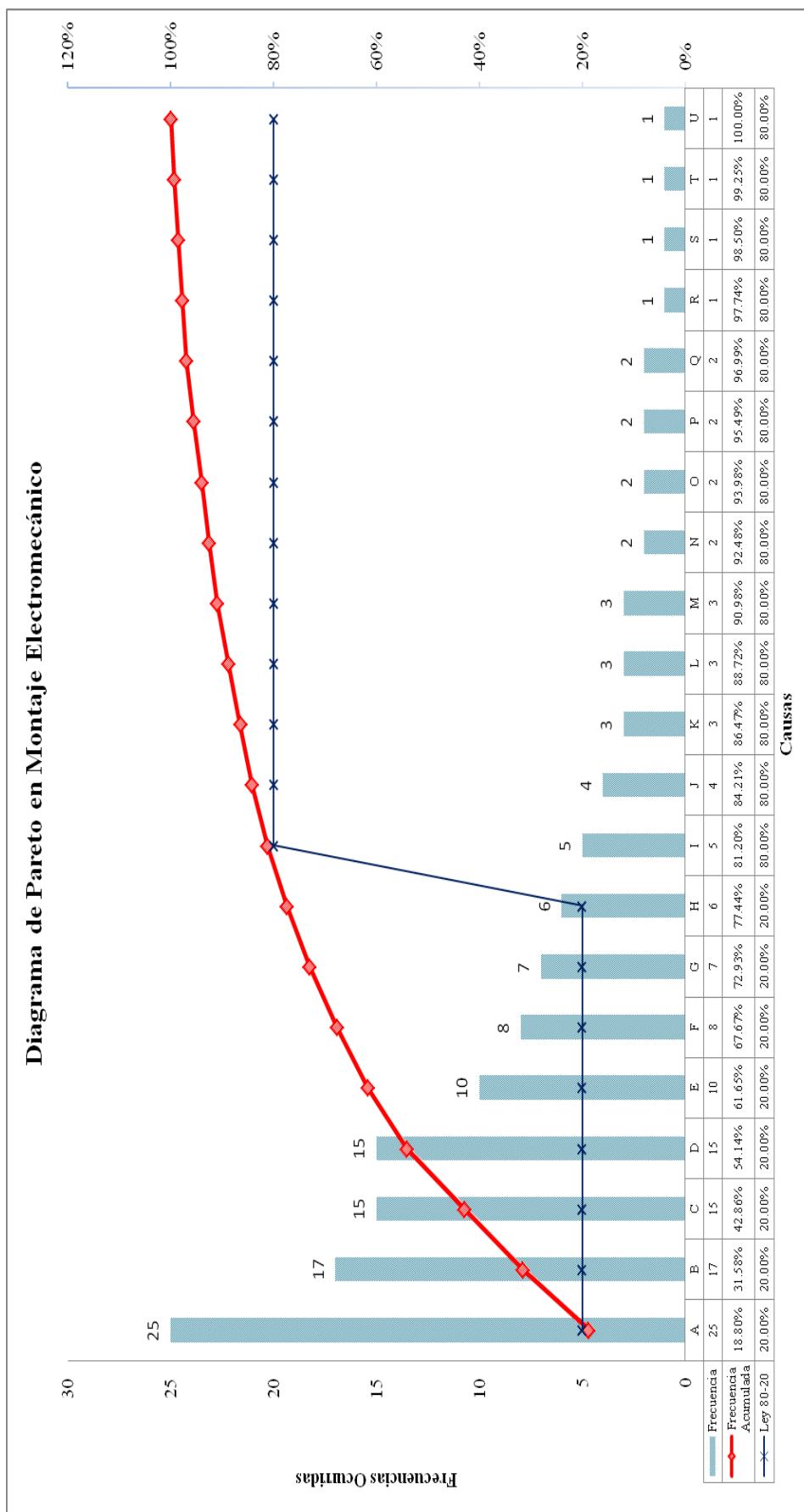
Para el análisis se toma como punto de referencia de un breve análisis donde se realizó el montaje electromecánico en la obra, fue el impacto de cada uno de los factores en base a su criterio de frecuencia. Los datos obtenidos fueron mediante los informes desarrollados en la obra desde el inicio hasta su conclusión de acuerdo a las causas.

Tabla 20: Causas en Montaje Electromecánico para el Diagrama de Pareto.

DIAGRAMA DE PARETO PARA EL SUMINISTRO									
Tabla de Frecuencias					Tabla de Frecuencias Ordenadas				
Causas	Frecuencia	Frecuencia (%)	Ítem	Causas	Frecuencia	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Acumulada Ley 80-20	Total Frecuencias: 133
Capacitación Inadecuada al Personal	2	1.50%	A	Condiciones del Ambiente	25	18.80%	18.80%	20.00%	
Comunicación con la Población	15	11.28%	B	No sigue la Política de la Empresa	17	12.78%	31.58%	20.00%	
Condiciones del Ambiente	25	18.80%	C	Comunicación con la Población	15	11.28%	42.86%	20.00%	
Control de Recursos Inadecuados	2	1.50%	D	Herramientas Inadecuadas	15	11.28%	54.14%	20.00%	
Documentación Deficiente	3	2.26%	E	No Estandarización	10	7.52%	61.65%	20.00%	
Equipo Inadecuado	6	4.51%	F	Instrumento de Medicion No Adecuado	8	6.02%	67.67%	20.00%	
Falla el Diseño o Desarrollo	2	1.50%	G	Mantenimiento Deficiente	7	5.26%	72.93%	20.00%	
Falta del Personal	3	2.26%	H	Equipo Inadecuado	6	4.51%	77.44%	20.00%	
Falta Maquina	3	2.26%	I	Transporte del Producto Inadecuado	5	3.76%	81.20%	80.00%	
Fuera de Especificación	1	0.75%	J	Supervisión	4	3.01%	84.21%	80.00%	
Herramientas Inadecuadas	15	11.28%	K	Documentación Deficiente	3	2.26%	86.47%	80.00%	
Instrucciones de Trabajo No Disponible	1	0.75%	L	Falta del Personal	3	2.26%	88.72%	80.00%	
Instrumento de Medicion No Adecuado	8	6.02%	M	Falta Maquina	3	2.26%	90.98%	80.00%	
Mal Abastecimiento	2	1.50%	N	Capacitación Inadecuada al Personal	2	1.50%	92.48%	80.00%	
Mantenimiento Deficiente	7	5.26%	O	Control de Recursos Inadecuados	2	1.50%	93.98%	80.00%	
Material Adquirido No Apto	1	0.75%	P	Falla el Diseño o Desarrollo	2	1.50%	95.49%	80.00%	
No Estandarización	10	7.52%	Q	Mal Abastecimiento	2	1.50%	96.99%	80.00%	
No sigue la Política de la Empresa	17	12.78%	R	Fuera de Especificación	1	0.75%	97.74%	80.00%	
Robo Interno	1	0.75%	S	Instrucciones de Trabajo No Disponible	1	0.75%	98.50%	80.00%	
Supervisión	4	3.01%	T	Material Adquirido No Apto	1	0.75%	99.25%	80.00%	
Transporte del Producto Inadecuado	5	3.76%	U	Robo Interno	1	0.75%	100.00%	80.00%	

Elaboración: Propia.

Gráfico 4: Gráfica del Diagrama de Pareto para Montaje Electromecánico.



Elaboración: Propia.

En la gráfica anterior se verifica los resultados del diagrama de Pareto, así pudiendo identificar las principales causas que representan los pocos elementos (20%) como: Condiciones del Ambiente, No sigue la Política de la Empresa, Comunicación con la Población, Herramientas Inadecuadas, No Estandarización, Instrumento de Medición No Adecuado, Mantenimiento Deficiente y Equipo Inadecuado afectan la mayor parte del efecto (80%).

4.2.DISCUSIÓN

En *“La Gestión de Calidad en Obras de Líneas de Transmisión y su Impacto en el Éxito de las Empresas Constructoras”*. Tuvo como objetivo mostrar la utilidad de la aplicación de las herramienta de Gestión de Calidad y su un impacto positivo en los diferentes proyectos de construcción; llegando a discutir con el autor de la investigación el propósito de mejorar el suministro y montaje electromecánico desarrollado en dicha obra para reducir las causas acontecidas y mejorar la calidad en la empresa constructora.

En la *“Gestión del Control de Calidad en la Promoción Pública de Obras de Construcción y propuesta de un Índice de Calidad”*. Tuvo como objetivo de su investigación, proporcionar un método que facilite a las organizaciones públicas asegurarse de la eficacia y eficiencia de la actividad de control de calidad de los procesos constructivos a través de la gestión de dicho control, llegando a discutir con el autor de la investigación de los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que la reducción de causas ocurridas en la obra, aumentaría la eficiencia en la obra como también para la empresa la calidad en el suministro y montaje electromecánico. De acuerdo al diagrama realizado Causa – Efecto o Ishikawa se identificó en categorías las causas principales en suministro como: requerimiento de obra, control de inventario, gestión de compras, administración de pagos, coordinación de entrega y traslado del material. Seguidamente en el montaje electromecánico se

identificó las categorías como: mano de obra, material, medio ambiente, método, máquina y medición; en cada categoría contiene sus causas principales que afectan el problema bajo análisis.

En el “*Diseño de una Metodología para la Gestión de Proyectos Aplicado a un Sistema de Utilización en Media Tensión*”. Su objetivo del proyecto de investigación fue diseñar una metodología de gestión para el montaje y puesta en servicio de los sistemas de utilización en media tensión de 20 kV con operación inicial de 10 kV en cumplimiento con los requisitos legales y técnicos exigidos basado en el proyecto modelo de la empresa Silvestre Perú S.A.C, llegando a discutir con el autor de la investigación es analizar los diagramas realizados en el presente investigación las metodologías de gestión en suministro y montaje electromecánico, donde se puede ver las deficiencias con la finalidad de mejorar la calidad y eficiencia en la empresa.

CONCLUSIONES

Primero: En la calidad del suministro y montaje electromecánico en diferentes proyectos de líneas y redes primarias a desarrollarse, por los resultados encontrados se puede apreciar que las fallas encontradas en el suministro fueron requerimiento de obra, control de inventario, gestión de compras, administración de pagos, coordinación de entrega, traslado del material y consiguientemente en el montaje electromecánico se encontró las siguientes mano de obra, material, medio ambiente, método, máquina y medición, las cuales se reflejan en los diagramas planteados de Causa – Efecto (Ishikawa) y Pareto, lo cual induce a mayor deficiencia en el desarrollo de la obra.

Segundo: Respecto al uso del sistema de control de calidad para mejorar los proyectos que se desarrollan en la actualidad, cumplen la mayoría en el control de calidad en el suministro y montaje electromecánico, así poseer la calidad continua en los proyectos a desarrollarse para un alto impacto de eficiencia tanto desde inicio hasta su conclusión en la obra.

Tercero: Respecto a elevar el desempeño continuo en el suministro y montaje electromecánico de los proyectos hacia la calidad y eficiencia, se encontró en el suministro y montaje electromecánico que se ven obligados a realizar variaciones específicas orientado a mejorar su competitividad, siendo un proceso de vital importancia en la obra, así obtener la información que resulte útil para una buena planificación, desarrollo de la habilidad, retroalimentación hacia el trabajador, etc., lo cual nos sirven para determinar la eficiencia y las necesidades en la obra.

Cuarto: En relación a realizar el balance de calidad en el manejo de suministro y montaje electromecánico para diferentes armados de estructuras, se determinó según la necesidad de la obra, tipos de armados de estructuras que se usó en dicho proyecto de líneas y redes de distribución eléctrica, así disponer su balance por el tiempo

insuficiente al ser planificado de acuerdo al contexto y secuencias constructivas que se tiene para la ejecución de las obras.

RECOMENDACIONES

Primero: A LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, se recomienda que, para mejorar la calidad en obras eléctricas de media y baja tensión se debe utilizar las herramientas básicas y técnicas cualitativas como: Recolección de Datos, Lluvia/Tormenta de ideas (Brainstorming), Matriz de Relación, Diagrama de Comportamiento, Listas Checables y Diagrama de Gantt para una buena construcción de obras como construcción, renovación, ampliación, etc., y en cualquier tipo de proyectos eléctricos.

Segundo: A LOS PROFESIONALES DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, incentivar a los profesionales de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica responsables en control de calidad de obras eléctricas, a que se involucren en nuevas metodologías acerca de la calidad, los ingenieros deben capacitar y hacerlos partícipes a los responsables de la obra para que estos se motiven para una buena construcción de dichas obras a desarrollarse hacia la calidad y eficiencia.

Tercero: A LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS, el uso del control de calidad en una empresa constructora dedicada en ejecución de obras eléctricas de media y baja tensión, deben tener al menos un responsable en conocimiento propio para el desarrollo de las actividades en dicha obra, para que no tenga inconveniencias en todos los aspectos que dificulta sobre la calidad en obras eléctricas.

Cuarto: A LOS ESTUDIANTES Y BACHILLERES DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, realizar estudios de investigación del control de calidad para potenciar el uso de los indicadores de compensación para retroalimentar el crecimiento, ya que es una buena idea de forma, fundar las políticas de avance continuo y de seguir un camino más directo hacia la calidad y eficiencia.

REFERENCIAS

1. Aguilar, L. M. (2011). *La Gestión de Calidad en Obras de Líneas de Transmisión y su Impacto en el Éxito de las Empresas Constructoras*. Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
2. Aguirre, J. (17 de Diciembre de 2017). *Diagrama de pareto*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/julianaguirre/diagrama-de-pareto-28713035>
3. BBTI. (13 de Diciembre de 2017). *Diseño y Realización de Proyectos, Fabricaciones y Montajes Electromecánicos*. Obtenido de <http://www.bbti.com.pe/productos/>
4. Besterfield, D. H. (2009). *Control de Calidad* (Octava ed.). Mexico: PEARSON Educación.
5. Cajas, J. R., Cruzado, H. P., & Vera, C. E. (2016). *Propuesta de Mejora de la Cadena de Abastecimiento en la Etapa de Recepción de Materiales del Proceso Productivo de una Empresa Minera de la Zona Norte del País*. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
6. CELSA. (2013). *Catálogo de Conductores Eléctricos*. Lima - Perú.
7. Celtec S.R.L. (2016). *Mejoramiento de Distancias Mínimas de Seguridad en Media Tensión en el Centro Poblado de La Rinconada y Lunar de Oro*. Puno - Perú: Constructora y Consultores Electromecánicos y Civiles S.R.L.
8. CEPER. (13 de Diciembre de 2017). *Conductores y Cables del Perú*. Obtenido de <http://www.ceper.com.pe/productos.html>
9. Condori, C. D. (2017). *Evaluación y Propuesta de un plan de Aseguramiento de la Calidad en las Empresas Constructoras de Edificaciones en la Región Puno, 2016*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
10. Constructor Civil. (6 de Diciembre de 2017). *Tips para la Construcción de Edificaciones, Casas Materiales y Equipos de Construcción*. Obtenido de <http://www.elconstructorcivil.com/2012/03/control-de-calidad-de-las-obras-de.html>

11. Davila, W. (2013). *Implementación de la Oficina de Gestión de Proyectos en una Empresa de Distribución Eléctrica Estatal*. Piura - Perú: Universidad de Piura.
12. DGE, N. (2005). *Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural*. Lima - Perú: Ministerio de Energía y Minas.
13. Duran, R. A. (2015). *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en Redes de Distribución de Energía Eléctrica*. Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
14. El Detalle. (8 de Diciembre de 2017). *Fabricación de Estructuras Metálicas para redes Eléctricas*. Obtenido de <http://www.eldetalleperu.com/productos.html>
15. Fernandez, C. (2013). *Gestión del Control de Calidad en la Promoción Pública de Obras de Construcción y Propuesta de un Índice de Calidad*. A Coruña - España: Universidade da Coruña.
16. Gamma. (2017). *Catálogo de Productos de Aisladores*. Sabaneta - Colombia.
17. Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (2da ed.). Guanajuato - México: Mc Graw Hill.
18. Herrera, E. Y. (2015). *Diseño de una Metodología para la Gestión de Proyectos Aplicado a un Sistema de Utilización en Media Tensión*. Lima - Perú: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
19. IDS. (2011). *Fábrica de Postes de Concreto Armado*. Puno - Perú.
20. LOGYTEC. (13 de Diciembre de 2017). *Calibración de Instrumentos en Área de Electricidad*. Obtenido de <http://www.logytec.com.pe/servicios.php>
21. MELEC. (2017). *Cortacircuito de Expulsión*. Siberia - Colombia.
22. Meneses, C. (2005). *Modelo de Abastecimiento y Cadena de Suministro para la Construcción*. Monterrey - México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
23. MyThemeShop. (18 de Diciembre de 2017). *Enfoque Cuantitativo y Cualitativo*. Obtenido de <http://normasapa.net/tesis-enfoque-cuantitativo-cualitativo/>

24. Narvaez, Y. E., & Prado, K. D. (2012). *Diseño de Redes de Distribución Eléctrica de Media y Baja Tensión para la Normalización del Barrio Piñoncito de Campo de la Cruz*. Barranquilla - Colombia: Universidad de la Costa CUC.
25. Norma DGE. (2003). *Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural*. Lima - Perú: Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Electricidad).
26. Postes Alfa. (2015). *Postes de Concreto Alfa SRL*. Puno - Perú.
27. Promelsa. (8 de Diciembre de 2017). *Industria de Suministros Eléctricos*. Obtenido de <http://www.promelsa.com.pe/catalogos-y-certificaciones.htm>
28. PUCP. (13 de Diciembre de 2017). *Laboratorio de Materiales de Ensayo*. Obtenido de <http://innovapucp.pucp.edu.pe/laboratorio-de-materiales.php>
29. Remacha, M. (2009). *Control de Calidad de un Rascacielos*. Madrid - España: Universidad Carlos III de Madrid.
30. Rosado, R. (2012). *Estudio y Comparativa de los Controles de Calidad de los Proyectos y Obras de Construcción en Europa*. Catalunya: Universitat politecnica de Catalunya.
31. Saroza, L. (7 de Diciembre de 2017). *Los Costos de Calidad*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos90/costos-calidad/costos-calidad.shtml>
32. Transportes e Izajes FGC. (24 de Diciembre de 2017). *Transporte de Bobinas de Cables de Corriente*. Obtenido de <http://gruasyconcretos.com/transportes-en-panama/transporte-de-bobinas-de-cables-de-corriente/>
33. UNI. (13 de Diciembre de 2017). *laboratorio N° 06 de Eléctricidad y Electrónica*. Obtenido de <http://vri.uni.edu.pe/index.php/vinculacion-tecnologica/servicios-tecnologicos/lab6-fiee/>
34. Usco, W. (2014). *Diagnóstico y Mejora de la Logística en una Distribuidora de Materiales de Construcción en la Región Junín*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
35. Vargas, C. E. (2014). *Propuesta de Mejora para el Proceso de Abastecimiento de Obra en la Constructora C&C S.A*. La Molina - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

36. WESCO. (24 de Diciembre de 2017). *Electrical Terminal Clips*. Obtenido de <https://buy.wesco.com/Distribution-Class-Arresters/MACLEAN-POWER-SYSTEMS/Distribution-Class-Surge-Arrester-10-kV-Polymer-Zinc-Oxide-Heavy-Duty/ZHP010-0C00100/p/66271130862-1>
37. WordPress. (17 de Diciembre de 2017). *Principio de Pareto*. Obtenido de <http://rolandolatorre.com/tag/principio-de-pareto/>

ANEXOS

ANEXO 1: SOPORTES NORMALIZADOS PARA LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS.

ANEXO 2: SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA OBRA.

ANEXO 3: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.

ANEXO 4: PROTOCOLO DE PRUEBAS.

ANEXO 5: COTIZACIÓN DE MATERIALES.

ANEXO 6: ORDEN DE COMPRA.

ANEXO 7: DIAGRAMA DE FLUJO EN MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.

ANEXO 8: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE PARETO.

Continúa...