



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación del método cadena crítica para la mejora en construcción de cimentaciones de torres autoportadas – caso línea de transmisión 66kV, en Sayán, Lima,

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Darwin Alex Vásquez Gonzales

ASESOR:

Mgr. Ing. Carlos Mario Fernández Díaz

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Administración y Seguridad de la Construcción

LIMA – PERÚ

Año 2017

Página al jurado

.....
Presidente

.....
Secretario

.....
Vocal

Dedicatoria

A mi familia por su apoyo e incentivo, en especial a mi hijo por la invaluable comprensión, amor y aceptación de reducir el tiempo en familia con el fin de lograr este objetivo que nos demuestra que todo es posible.

El autor

Agradecimiento

A Dios por darme la sabiduría y conducirme a lo largo de mi formación profesional, por darme la fuerza en los momentos más difíciles, por estar siempre a mi lado y ser mi aliado inseparable de mi vida.

A mi hijo Jeremy por ser la razón de mi vida y el motivo principal para seguir superándome profesionalmente, por brindarme amor y comprensión.

A mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y sus buenos consejos, los cuales me permitieron superarme día a día

A mis tíos Alcides, Aguedita, Berardo, Armando y Enma, que siempre estuvieron pendientes de mi formación los quiero mucho.

A mi gordita por ser una persona especial por estar a mi lado en todo momento para ayudarme y sostenerme, gracias por estar en mi camino y en mi vida (T.A.)

El autor

Declaratoria de autenticidad

Yo, Darwin Alex Vásquez Gonzales con DNI N° 10355375 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería Civil, Escuela Académico de Ingeniería Civil, Declaro bajo juramento que la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se incluyen en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 26 de Agosto del 2017.

Darwin Alex Vásquez Gonzales
DNI N° 07860044

Presentación

Señores miembros del Jurado:

Se pone a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado “Aplicación del método cadena critica para la mejora en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas – caso línea de transmisión 66kV, en Sayán, Lima, 2017”

El autor.

Índice de contenidos

Caratula	i
Página al jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice de contenidos	vii
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad Problemática	15
1.2 Trabajos previos	17
1.3 Teorías relacionadas al tema	23
1.4 Formulación del problema	34
1.5 Justificación del estudio	35
1.6 Hipótesis	36
1.7 Objetivos	37
II. MÉTODO	38
2.1 Diseño de investigación	39
2.2 Variables, operacionalización	40
2.3 Población y muestra	42
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.5 Métodos de análisis de datos	45
2.6 Aspectos éticos	45
III. RESULTADOS	46
3.1 Descripción de la zona de estudio	47
3.2 Recopilación de Información	49
3.2.1 Trabajos de campo	49
3.3 Procesado de la información recopilada	51
3.4 Aplicación de métodos de análisis.	52
IV. DISCUSIÓN	75

V.	CONCLUSIÓN	78
VI.	RECOMENDACIONES	80
VII.	REFERENCIAS	82
VIII.	ANEXOS	87
7.1	Matriz de consistencia	88
7.2	Instrumento de investigación validado	89
7.2.1	Experto 1	89
7.2.2	Experto 2	91
7.2.3	Experto 3	93
	ANEXO 01 DISEÑO DE MEZCLA	95
	ANEXO 02 ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL AGUA	96
7.3	Planos	97
7.4	Registro fotográfico	98

Lista de tablas

Tabla 1. Rangos y magnitud de validez	44
Tabla 2. Coeficiente de validez por juicio de expertos	44
Tabla 3: Población del INEI - 2015	49
Tabla 4: Capacidad de carga admisible para las cimentaciones en roca	60

Lista de figuras

Figura 1: Investigación de operación Ruta crítica	28
Figura 2: Excavación manual y con roto martillo eléctrico	32
Figura 3: Colocación de acero refuerzo en la cimentación para torres autosportadas	33
Figura 4: Colocación de concreto 210kg/cm ² en cimentaciones	34
Figura 5: ubicación geográfica del distrito de Sayán	47
Figura 6: Ubicación geográfica de la ubicación de la Obra	48
Figura 7: Ubicación geográfica de la toma de "muestra"	48
Figura 8: Partida de excavaciones con ruta crítica	54
Figura 9: Partida de excavaciones con cadena crítica	54
Figura 10: Partida de excavaciones con ruta crítica	55
Figura 11: Partida de excavaciones con ruta crítica	56
Figura 12: Partida de excavaciones con ruta crítica	57
Figura 13: Sondajes geotécnicos directos - calicatas	58
Figura 14: Ubicación de calicatas	58
Figura 15: Esquema del perfil de suelo en la torres	60
Figura 16: Esquema del perfil de suelo en la torres.	61
Figura 17: Partida de colocación de acero refuerzo con ruta crítica.	62
Figura 18: Partida de colocación de acero refuerzo con cadena crítica.	62
Figura 19: Partida de colocación de acero refuerzo con cadena crítica.	63
Figura 20: Verificación de medidas correctas en la excavación.	64
Figura 21: Verificación de medidas correctas en la Nivelación.	65
Figura 22: Verificación de diseño estructural aprobado.	66
Figura 23: Vaciado de concreto 210kg/cm ² .	67
Figura 24: Colocación de concreto 210kg/cm ² - ruta crítica.	68
Figura 25: Colocación de concreto 210kg/cm ² - cadena crítica.	68
Figura 26: Partida de colocación de concreto 210kg/cm ² .	69
Figura 27: Diseño de mezcla para concreto 210kg/cm ² .	70
Figura 28: Análisis físico – químico del agua de puquio	71
Figura 29: Protocolo de vaciado de concreto 210kg/cm ² .	72
Figura 30: Cronograma general – ruta crítica.	73
Figura 31: Cronograma general – cadena crítica.	74
Figura 32: Comparativo de muestra. muestra en %	74
Figura 33: Comparativo de muestra en %	74
Figura 34: Presenciando la Excavación	98
Figura 35: Presenciando la colocación de acero refuerzo.	98
Figura 36: Presenciando la colocación del concreto para cimentación	99
Figura 37: Mmedida del slump 3-4")	99
Figura 38: Cimentación terminada	100
Figura 39: Compactado de la cimentación	100

Figura 40: En la zona de trabajo (Torre 4)	101
Figura 41: Fotografía en el zona de trabajo	101

RESUMEN

La presente tesis titulado “Aplicación del método cadena crítica para la mejora en construcción de cimentaciones para torres autoportadas – caso línea de transmisión 66kv, en Sayán, Lima, 2017”, cuyo objetivo general fue determinar la mejora de la aplicación del método cadena crítica en la construcción de cimentaciones para torres autoportadas.

La metodología utilizada fue del tipo aplicada, de nivel explicativo, de diseño no experimental. La población fueron 50 torres en estudio de la tesis. La muestra se encuentra en el tramo comprendido entre las torres T04 – T09 de la línea de transmisión 66kV S.E. Yarucaya – S.E. Andahuasi.

La selección de la muestra se hizo de manera intencional no probabilística y a decisión del investigador, que con la aplicación del método cadena crítica se mejoró los rendimientos en la construcción de cimentaciones para torres autoportadas

Palabras claves: gestión, cadena crítica, cimentaciones superficiales, auto soportada, líneas de transmisión.

ABSTRAC

The present thesis entitled "Application of the critical chain method for the improvement in the construction of foundations for self-supporting towers - Transmission line case 66kv, in Sayán, Lima, 2017", whose general objective was to determine the improvement of the application of the method of critical chain in the construction of foundations for self-supporting towers.

The methodology used was of the applied type, of explanatory level, of non-experimental design. The population was 50 towers in the study of the thesis. The sample is located in the section between the towers T04 - T09 of the transmission line 66kV S.E. Yarucaya - S.E. Andahuasi.

The selection of the sample was made intentionally non-probabilistic and by decision of the researcher, who with the application of the critical chain method improved the performances in the construction of foundations for self-supporting towers

Keywords: management, critical chain, superficial foundations, self-supporting transmission lines.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

El método de la cadena crítica, cadena crítica o del camino crítico es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos. Este sistema de cálculo conocido por sus siglas en inglés CPM (Critical Path Method), fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos mediante la planificación y programación adecuada de las actividades componentes del proyecto. Otro proyecto importante de esa época, el proyecto "Polaris" originó en 1958 la creación de uno de los métodos de programación por camino crítico, conocido con el nombre de PERT (Program Evaluation and Review Technique).

En el Perú se cuenta con 19,340 km de longitud en líneas de transmisión en alta y media tensión, en funcionamiento y al servicio de las industrias, minería y población en general y actualmente se siguen construyendo en diferentes niveles de tensión. Por ello la aplicación del método cadena crítica en estos procesos se hacen esenciales, el no gestionar adecuadamente y no calcular los tiempos límites en obra pueden hacer variar mucho el término de obra, ya que en esta obra tomado de análisis: Línea de transmisión 66 kV S. E Yarucaya - S. E Andahuasi, consta de tres partes fundamentales que son las obras civiles, montaje electromecánico y tendido de conductores, para el presente proyecto de investigación se enfoca directamente en la parte de obras civiles, específicamente a las cimentaciones de la estructura, donde estas son cimentaciones aisladas superficiales.

En la provincia de Huaura, distrito de Sayan la empresa Huaura Generación Power (HPG), viene realizando con la construcción de una central hidráulica y la línea de transmisión en 66kV., que sale desde la Sub estación Yarucaya (nueva) y llega hasta la Sub estación existente de Andahuasi, la construcción de la línea de transmisión en 66kV incluye las siguientes etapas: Obras Civiles, Montaje de estructuras metálicas y Tendido de los Conductores. HPG así mismo contrato los servicios de la empresa COPEMI S.A.C Constructores para la ejecución del proyecto. Esta Línea será interconectada al Sistema Nacional Interconectado

(SEIN) y así podrá abastecer la gran demanda de energía que existe en la localidad de Sayan, Huaura y Lima.

La empresa contratista COPEMI S.A.C Constructores, actualmente no tiene un método de gestión de proyectos definido y para resolver este arduo problema se han desarrollado una gran variedad de sistemas o procedimientos formales, ideados con la finalidad de ayudar al administrador de un proyecto a realizar eficientemente su tarea, entre estas técnicas ha destacado una que utiliza diagramas de flechas conocida como cadena crítica. Resulta muy importante la optimización de recursos en los procesos constructivos utilizando el método de la cadena crítica, el cual se verá reflejado en el costo de construcción de este proyecto y servirá como guía para ser utilizado en otros proyectos de similar envergadura. Por lo tanto las principales causas del fracaso de un proyecto, son las que mencionaremos a continuación:

- Inadecuada gestión del tiempo
- Inadecuada gestión del riesgo
- Inexistencia de un plan de comunicación

La necesidad aumenta más cada vez que se desea acelerar la entrega del proyecto y la igualmente importante necesidad de confiabilidad en entregar el proyecto en la fecha prometida. Las empresas constructoras deben lidiar con incertidumbre en un intento de entregar el proyecto. Basándonos en lo expuesto anteriormente y focalizándonos en la fecha prometida de fin de proyecto, la presente tesis se centrará en los mecanismos provistos por el enfoque de Cadena Crítica, el cual invita a los gerentes a eliminar las fechas de vencimiento de las tareas individuales precisamente para evitar el significativo impacto de la Ley de Parkinson (es decir, el trabajo que se extiende para completar el tiempo asignado para él). Por este motivo, esta tesis trabaja sobre dos de las prácticas erróneas que se consideran más relevantes: Costos innecesarios y la falta de un sistema adecuado entre ingeniero encargado y la empresa para evitar el incremento de tiempo de entrega del proyecto.

En la presente tesis se revisará la metodología para elaborar el Cuadro de Restricciones de la mano con la programación cadena crítica, mediante esta

programación que tiene una proyección de 8semanas de toma de datos en obra, se analizará las restricciones de las actividades a ejecutar, y esto nos servirá para proponer una propuesta de mejora que contribuya en incrementar su rentabilidad de la empresa mediante una adecuada gestión en obra.

El no tener en cuenta la cadena crítica en la programación de un proyecto de construcción, nos llevara a tener pérdidas económicas y atrasos en la ejecución de los trabajos cimentaciones superficiales para torres autosoportadas en líneas de transmisión.

1.2 Trabajos previos

Se cumplió con revisar las investigaciones realizadas en diversas bibliotecas de las Universidades y organismos especializados y se han ubicado las siguientes investigaciones similares o relacionadas con el tema.

Antecedentes Nacionales

(García, et al., 2015) “Impacto de la Gestión de obra utilizando la programación de la **cadena crítica** en la construcción civil “Residencial Mostacero” en el distrito de Trujillo, ciudad de Trujillo, departamento La Libertad”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la universidad Privada Antenor Orrego de la ciudad Trujillo.

Su objetivo fue demostrar que con una buena gestión y una programación adecuada (cadena crítica) mejora el costo, recursos y tiempo de la obra “Residencial Mostacero” aplicando el método de cadena crítica. Menciona su modalidad aplicada de investigación constituido por; campo y documental bibliográfico. También cuenta con un los niveles de investigación exploratoria, descriptivo y explicativo de diseño experimental. Con un enfoque cuantitativo-cualitativo. Y así mismo aplica un método de investigación que es inductivo-deductivo, la técnica empleada fue la de entrevista. Las conclusiones se obtuvieron mediante Ruta Crítica y Cadena Crítica, se consideró un total de 5 sub sistemas por cada piso. (Columnas, Vigas, Mampostería, Aligerado y Escalera). Se programó mediante Cadena Crítica la obra “Residencial Mostacero” en un total

de 88 días, de esta manera se pretende mejorar el planeamiento del proyecto, obteniendo grandes beneficios en la ejecución y control de cada actividad a realizar dentro de los procesos constructivos de cimentaciones para Torres Autosoportadas.

(ESPINOZA, et al., 2015) Análisis comparativo técnico – económico para 2 tipos de cimentaciones de una edificación de concreto armado de 6 pisos en las ciudades de Trujillo, Chiclayo y Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego – Trujillo.

En su objetivo general de la tesis menciona, realizar el análisis comparativo técnico-económico para 2 tipos de **cimentaciones** de una edificación de concreto armado de 6 pisos en las ciudades de Trujillo, Chiclayo y Lima. La investigación es probabilística y en sus conclusiones el investigador mencionó, dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como platea de cimentación, cabe destacar toda esta cimentación se encontrará sumergida, debido a que el nivel freático se encontró a un nivel de -1.20 m. también destaca que en la época de avenidas el nivel llega hasta 0.80 m., la construcción de esta cimentación se realizará con un constante bombeo de agua, sellado en todos los muros con impermeabilizantes y con el mater stop, con esta investigación se pretende que la presente tesis constituya un significativo aporte a la institución y a la escuela de Ingeniería Civil de nuestra universidad y sirva de base para futuras ampliaciones u otros proyectos de investigación.

(Silva, 2012) Rediseño de la estructura de la torre autosoportada de H=71 para que soporte las antenas de radiofrecuencia y microondas existentes, y 06 antenas de microondas futuras ubicada en la estación 0101711-PI-El Alto. Tesis (Ingeniero Mecánico). Piura: Universidad de Nacional de Trujillo. Su objetivo general de la tesis fue aumentar la resistencia estructural de la Torre Cuadrada Auto soportada de H=71 m ubicada en la en la estación 0101711 PI EL ALTO”, para que soporte las cargas existentes y futuras en su estructura. La investigación es aplicada

descriptiva, de diseño experimental. En las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis, la relación del esfuerzo actuante y el esfuerzo admisible de los perfiles es $1.631 > 0.85$ lo que significa que NO CUMPLEN los perfiles angulares que forman la torre. Respecto a las deflexiones máximas obtenidas, para una velocidad de viento de 90km/h, ésta se encuentra por debajo del límite establecido ($0.544^\circ < 0.75^\circ$), si cumple, en esta investigación también se pretende optimizar la elección de los tipos de estructuras y por ende elegir el tipo de cimentación adecuada, logrando así mejorar costos y tiempos en los procesos constructivos de construcción de cimentaciones.

Antecedentes Internacionales

(Ramirez, 2008) Aplicación de la metodología de la **cadena crítica** y la teoría de las restricciones en la planificación en el departamento de investigación y desarrollo en una compañía de desarrollo tecnológico. Maestría (Magister en Gerencia de Proyectos). Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, Área de Ciencias Administrativas y de Gestión Postgrado en Gerencia de Proyectos, 2008. Su objetivo general del investigador fue, describir la aplicación de la metodología de planificación y control basada en la cadena crítica y la teoría de las restricciones, para la planificación y el control del tiempo de los recursos compartidos en una gestión de múltiples proyectos en una empresa de desarrollo tecnológico. La investigación se enmarca como tipo cuasi-experimental debido a las limitaciones para el diseño del experimento, de diseño sistemático descriptivo. En sus conclusiones plantea que es posible la implantación del modelo de planificación y control de proyectos basado en la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en un departamento de investigación y desarrollo de la empresa de desarrollo tecnológico bajo estudio. Esta afirmación se basa en la evaluación de la situación de los procesos de planificación, la adecuación de la metodología a las características culturales del país, en prueba piloto y su posterior análisis. La implantación de la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones requieren el compromiso de toda la organización, por esta razón el proceso de inducción a la metodología debe ser cuidadoso y

detallado, donde se invierta una gran cantidad de tiempo en incrementar el nivel de compromiso de todos los involucrados.

(Palate, 2016) Elaboración de presupuesto, programación y sistema de control y su incidencia en la construcción de edificios, aplicada al edificio Torres del Rio. Tesis (Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, facultad de Ingeniería, 2016. Su objetivo general del investigador, fue elaborar el presupuesto, programación y sistemas de control para la construcción de edificios. Su población el mismo lugar Ambato. Su técnica utilizada es encuesta y la entrevista. La investigación fue de enfoque cuantitativo, de diseño experimental. Su nivel de investigación fue descriptiva, exploratoria y explicativa. En sus conclusiones esboza, que la elaboración de un presupuesto se determinará cuidadosamente las cantidades de cada uno de las actividades previamente detalladas del proyecto, lo que permite establecer un análisis de precios unitarios acorde a las actividades y contar con lo que conocemos los costos directos de un proyecto. De igual forma para la determinación del presupuesto, otro componente es el costo indirecto, que es la suma de gastos técnicos administrativos; para este proyecto se tomará en cuenta el 20% de cada uno de los precios unitarios, tomado del Código Orgánico Territorial, Autonomía y Descentralización. De esta forma el costo directo y el costo indirecto son los componentes principales para determinar el presupuesto. Y así como diseñar es decidir ordenadamente, en distintas áreas y escalas de recurso; la programación nos obliga a decidir el proceso de ejecución a través de la formulación anticipada de los trabajos y secuencias previstas. Hemos propuesto algunos procesos contando con nuestra experiencia, pero no debe ser tomado como una receta. Cuando queremos realizar algún proyecto de manera organizada, la mejor forma de hacerlo es dividiéndolo en actividades, permitiéndonos trabajar de una manera flexible y ordenada; ya que a través del diagrama se puede ver quién va a realizar cada actividad y en qué periodo debe realizarla permitiendo de esta manera al Ing. constructor chequear el desarrollo de las actividades rápidamente, controlando de esta manera el proyecto y realizar cambios si es preciso.

(Garcia, 2014) Análisis de aplicabilidad y beneficios del método en la cadena crítica (CCPM) en proyectos de ingeniería y construcción. Tesis (Ingeniero Civil). Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias y Matemáticas Departamento de Ingeniería Civil, 2014. Su objetivo general de la presente tesis fue recopilar y presentar los fundamentos y experiencias en el uso del método CCPM en proyectos de Ingeniería y Construcción y comparar con el método más tradicionalmente usado en la industria, el método del Camino Crítico CPM. La investigación es de enfoque cuantitativo, de diseño experimental. En las conclusiones: La aplicación exitosa del método CCPM requiere al menos abordar los desafíos y particularidades asociadas a: Condiciones contractuales con respecto al plazo, bonos y multas, Información histórica y válida respecto a las duraciones de las actividades, Cambio cultural. Como esencialmente CCPM entrega un cronograma dinámico pueden existir conflictos con la necesidad de tener fechas fijas estipuladas para los contratos. De todas formas la experiencia indica que la metodología CPM suele estar retrasada o desfasada con el cumplimiento de las fechas individuales de los contratos, exponiendo al proyecto a multas que pueden llegar a ser muy altas. Dicho de otra manera, se propone a usar el método del camino crítico CPM para poder controlar todas las partidas relacionadas a la construcción de proyectos de líneas de transmisión.

(Perez, 2014) Implementación de la administración de proyectos para instalar una red de área local utilizando Microsoft Project. Tesis (Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones). Pachuca de Soto, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, 2008. Su objetivo general de la tesis fue proporcionar información relacionada con la implementación de la administración de proyectos para la instalación de redes de cómputo, presentando las características, limitaciones y ventajas de la administración de proyectos aplicables para controlar en este caso la instalación de la red con ayuda del software. La investigación es aplicada descriptiva, de diseño experimental. En las conclusiones en la administración de proyectos los procesos relacionados con el inicio, planeación, ejecución, control y cierre de un proyecto, son importantes para las organizaciones o empresas que requieren

realizar proyectos para lograr satisfacer sus necesidades; esto los permite incrementar el éxito y evitar fracasos considerables cuando se realizan. Lograr que los proyectos se puedan concretar en el tiempo previsto y cubriendo el alcance definido es cada vez más necesario en las empresas. Esto debe de lograrse sin descuidar la gestión de todos los recursos y otros aspectos relacionados con cada proyecto específico. Esta tarea es difícil y es por ello que el apoyo de las tecnologías de información es necesario y útil para los procesos constructivos en proyectos de líneas de transmisión.

(Betancourth, 2013) BETANCOURTH V., Aplicación norma TIA/EIA 222G para torres autosoportadas tipo celosía de telecomunicaciones en Guatemala y comparación con norma TIA/EIA 222F, tesis para optar el grado de Maestro en estructuras, escuela de postgrado Maestría en estructuras, facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlo de Guatemala, Guatemala, 2013. Su objetivo general fue establecer un procedimiento de análisis de estructuras autosoportadas tipo celosía para telecomunicaciones inalámbricas que permita conocer todos los lineamientos necesarios, para la integración de fuerzas de viento y fuerzas de sismo, para obtener un adecuado diseño estructural aplicado al medio guatemalteco utilizando códigos y normas de diseño actualizados. Con una investigación aplicada. Con niveles de investigación exploratoria, descriptivo y de diseño experimental. En las conclusiones: Para la norma TIA G aplicada al medio guatemalteco, se analizaron 354 elementos expuestos bajo cargas de viento y códigos sísmicos actualizados de acuerdo con las combinaciones de carga indicadas mostrando resultados de elementos que resisten más fuerza de viento en algunos casos y otros resisten más fuerza de sismo, para esto se detalla la distribución total obtenida mediante el diseño de elementos con el programa SAP 2000 y grafica respectiva para una mejor visualización con la aplicación de la norma TIA 222 G para Guatemala. De esta manera se pretende optimizar la elección del tipo de estructura a utilizar en estos tipos de proyectos, y así poder optimizar tiempos y costos en los procesos constructivos de cimentaciones.

1.3 Teorías relacionadas al tema

a) Método cadena crítica

Según (Pérez Porto, 2008 p. 31) el método de cadena crítica es un proceso administrativo (inicio, planeación, ejecución, control y cierre) de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse durante un tiempo crítico y al costo óptimo. Un beneficio primordial que nos brinda el método de ruta crítica es que resume en un solo documento la imagen general de todo el proyecto, lo que ayuda a evitar omisiones.

También (De Jesús, et al., 2012 p. 12) indica que el método del camino crítico es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

El campo de acción de este método es muy amplio, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño. Para obtener los mejores resultados debe aplicarse a los proyectos que posean las siguientes características:

- Que el proyecto sea único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.
- Que se deba ejecutar todo el proyecto o parte de él en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir, en tiempo crítico.
- Que se desee el costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

Dentro del ámbito aplicación, el método se ha estado usando para la planeación y control de diversas actividades, tales como construcción de presas, apertura de caminos, pavimentación, construcción de casas y edificios, reparación de barcos, investigación de mercados, movimientos de colonización, estudios económicos regionales, auditorias, planeación de carreras universitarias, distribución de tiempos de salas de operaciones, ampliaciones de fábrica, planeación de itinerarios para cobranzas, planes de venta, censos de población, entre otros.

(OBS, 2013 p. 3) la cadena crítica (CCPM) aporta a la gestión de proyectos tiene mucho que ver con la sistematización que permite a la hora de gestionar el riesgo. Cuando el control a ejercer sobre un proyecto complejo se reduce, básicamente, al control de amortiguadores, es posible actuar de forma eficiente y calculada, procediendo a:

- Identificar el riesgo.
- Cuantificarlo.
- Preparar las posibles respuestas.
- Tomar acción.

El método de la ruta crítica o del camino crítico es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos. Una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de la cadena crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la cadena crítica afecta a la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la cadena crítica ¹

(Montero, et al., 2012 p. 28) Cadena Crítica es un método de planificación y administración de proyectos que utiliza la teoría de las restricciones (TOC) para ofrecer una técnica práctica para planear, programar y controlar un sistema de uno o varios proyectos, que pone mucho énfasis en los recursos requeridos para ejecutar las tareas.

En resumidas palabras podemos decir que es la aplicación de la TOC a la gerencia de proyectos.

Se valora al autor del libro “Método de la cadena crítica”, porque dentro de sus características más relevantes del método encontramos que:

- Es un método sencillo y de fácil aplicación operativa

¹ <https://prezi.com/vfboedvbyk5w/clasificacion-de-instrumentos-y-tecnicas-de-control/>

- Es aplicable a las problemáticas de un proyecto individual como a multiproyectos que comparten recursos.
- Basa su estructura en un enfoque sistémico.
- Ayuda a resolver la problemática existentes en las limitaciones de recursos.
- Consideran las causas e implicaciones de la variabilidad.
- Consideran la influencia del comportamiento humano.
- Tienen en cuenta las problemáticas específicas de los entornos multiproyecto.
- Utiliza en su sistema la administración de “Buffers”.

Resultado de gran ayuda para poder avanzar con la presente investigación, contribuyendo con el desarrollo de la primera variable.

Características

Según los autores De Jesús A, López G y Gonzales J., del libro “Aplicación Método CPM-PERT – Aplicado a construcciones”, menciona una de sus características es: Que un proyecto sea único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.

El Método del Camino Crítico consta de dos ciclos:

1. Planeación y programación.
2. Ejecución y control.

Etapas de la Planeación y programación:

- a) Definición del proyecto.
- b) Lista de actividades.
- c) Matriz de secuencias.
- d) Matriz de tiempos.
- e) Red de actividades.
- f) Costos y pendientes.
- g) Compresión de la red.
- h) Limitaciones de tiempo, de recursos y económicas.
- i) Matriz de elasticidad.
- j) Probabilidad de retraso.

Etapas de la Ejecución y control:

- a) Aprobación del proyecto.

- b) Órdenes de trabajo.
- c) Gráficas de control.
- d) Reportes y análisis de los avances.
- e) Toma de decisiones y ajustes.

El primer ciclo termina hasta que todas las personas responsables de los diversos procesos que intervienen en el proyecto están plenamente de acuerdo con el desarrollo, tiempo, costos, elementos utilizados, coordinación, entre otros, a partir de lo que marca la red del camino crítico.

Al terminarse la primera red, generalmente hay cambios en las actividades, en las secuencias, en los tiempos y algunas veces en los costos, por lo que hay necesidad de diseñar nuevas redes hasta que exista una completa conformidad de las personas que integran el grupo de ejecución.

El segundo ciclo termina al tiempo de hacer la última actividad del proyecto y entre tanto existen ajustes constantes debido a las diferencias que se presentan entre el trabajo programado y el trabajo realizado

Según la página web “Investigación de Operaciones”². Para utilizar el método CPM o de Ruta Crítica se necesita seguir los siguientes pasos:

1. Definir el proyecto con todas sus actividades o partes principales.
2. Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
3. Dibujar un diagrama conectando las diferentes actividades en base a sus relaciones de precedencia.
4. Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.
5. Identificar la trayectoria más larga del proyecto, siendo ésta la que determinará la duración del proyecto (Ruta Crítica).
6. Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

² <http://www.investigaciondeoperaciones.net/cpm.html>

En la “Guía práctica sobre la cadena crítica”, menciona de las ventajas que emplea el método de la cadena crítica para la gestión de proyectos reporta numerosos e interesantes beneficios que compensan las dificultades de su implantación.

Estas ventajas pueden apreciarse a tres niveles diferentes:

- A nivel de dirección de proyecto, en todo lo concerniente a la toma de responsabilidad.
- A nivel humano, en relación a todas las personas que de una forma u otra intervienen en el mismo.
- En cuanto al propio proyecto, por los beneficios que reportan directamente en su ejecución y resultado final.

Importancia

Las empresas se embarcan en una variedad de proyectos dentro del marco de sus actividades. Algunos proyectos giran en torno a mejorar el equipo, mientras otros permiten a las empresas cumplir con los plazos de los clientes para entregar el trabajo o servicio. La cadena crítica de un proyecto proporciona a la empresa la información relativa a sus tareas clave. Las empresas analizan las rutas críticas para crear el horario laboral de los empleados. Este es un paso fundamental en la planificación del proyecto.

Crear la cadena crítica implica identificar todas las tareas que se necesitan realizar para completar la obra y determinar cuáles son las tareas que controlan su realización. La empresa crea la cadena crítica, detallando cada tarea necesaria e identificando en cuáles se basa la realización de otras tareas. Por ejemplo, al hacer un pastel, el chef necesita hornear la masa antes de aplicar la crema de vainilla. La cadena crítica consiste en una serie de tareas que requieren más tiempo para ser completadas, y por lo tanto establece el tiempo máximo necesario para finalizar.

Justificaciones (Dimensiones)

Tiempo

Según (García, et al., 2015 pp. 12-13) el tiempo resulta muy importante en el desarrollo de actividades dentro de un proyecto. Para ello utilizamos el método CPM o de Ruta crítica y se necesita seguir los siguientes pasos:

- Definir el proyecto con todas sus actividades o partes principales.
- Establecer relaciones entre las actividades, decidir cuál debe empezar antes y cuál debe seguir después.
- Dibujar un diagrama conectando las diferentes actividades en base a sus relaciones de precedencia
- Definir costos y tiempo estimado para cada actividad
- Identificar la trayectoria más larga del proyecto, siendo ésta la que determinará la duración del proyecto (Ruta Crítica)
- Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar al obra.

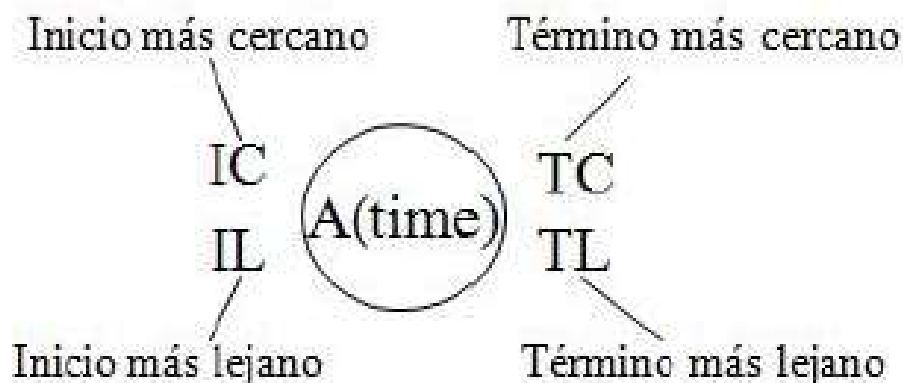


Figura 1: Investigación de operación Ruta crítica
Fuente: Investigación de operación de Ruta Crítica

Recursos

Según (García, et al., 2015 p. 15) la previsión de los recursos dentro del desarrollo de un proyecto u obra, es sumamente necesarios. Se tienen que prever con anticipación mediante el llenado de solicitudes de requerimientos por actividad.

Forma parte de la teoría de limitaciones, que viene a ser todo aquello que impide acercarse a la meta, no se habla sobre cuellos de botellas, sino del cuello de los cuellos y/o las razones por la que existe dicho cuello.

Parámetros

(García, et al., 2015 p. 23), dice que emplear el método de la cadena crítica para la gestión de proyectos reporta numerosos e interesantes beneficios que compensan las dificultades de su implantación. Estas ventajas pueden apreciarse a tres niveles diferentes:

Así mismo tenemos tres parámetros o indicadores que tenemos que tener en cuenta:

- Plazo contractual
- Toma de decisiones
- Económico

b) Construcción de cimentaciones para torres auto soportadas

(Das, 2012 p. 133), dice que para las cimentaciones superficiales tengan un desempeño satisfactorio deben tener dos características principales:

- a) Tienen que ser seguras contra la falla general por corte del suelo que las soporta.
- b) No pueden experimentar un desplazamiento, o un asentamiento excesivo.

Previo al inicio de una construcción, es necesario realizar la limpieza del terreno eliminando las plantas, retirando los depósitos de basura y escombros, si los hubiere, los arbustos y toda vegetación existente que afecte el sitio de la construcción debe ser cortada de raíz, la capa vegetal o tierra negra debe ser retirada aunque dependiendo del tipo de construcción que se lleve a cabo. La tierra negra puede ser aprovechada en las áreas de jardinería proyectadas, en tal caso, debe almacenarse en un lugar apropiado. Los materiales producto de la limpieza deben ser retirados a los botaderos oficiales³.

³ <https://es.scribd.com/doc/79528125/PROCESO-CONSTRUCTIVO>

Las excavaciones de una construcción de acuerdo al tamaño, formas, complejidad y la ubicación de estas, podrán hacerse manualmente o con la maquinaria adecuada. Si se efectúan por medio de una máquina, esta hará el trabajo grueso pero la conformación final se hará manualmente. Las excavaciones pueden ser profundas o superficiales⁴.

Se define Proceso Constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar⁵.

(Sacalxot López, 2005 p. 1) se define torres auto soportadas que no necesitan de elementos externos para lograr su estabilidad, de allí se desprende su nombre, dos características de estas torres son su gran rigidez y la poca área que necesitan para su construcción e instalación, características muy solicitadas en el medio.

Se valora al autor del libro “procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención”, por el aporte al presente proyecto de investigación, contribuyendo con el desarrollo de la segunda variable.

Características

Según los autores del libro “CPM-Pert aplicado a construcciones civiles”, menciona una de sus características de llevar un control del proyecto en general, debemos controlar cada uno de los procesos que conforman el mismo. Por otro lado, como los procesos son conducidos por personas diferentes que tienen como responsabilidad concluir sus actividades a tiempo, se hace necesario tener gráficas de control (similar al del rendimiento utilizado en el proyecto), donde se observe el avance y rendimiento del proceso.

⁴ <https://es.scribd.com/doc/79528125/PROCESO-CONSTRUCTIVO>

⁵ http://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Development

En este proceso debe tenerse en cuenta la resistencia de los terrenos a ser removidos. Desde este punto de vista se distinguen:

- Terrenos sueltos. (arena, humus, limo ligero, cascajo fino) que se excavan fácilmente con palas únicamente.
- Terrenos de mediana consistencia. (limo, greda) cuya excavación hay que hacerla con pala y azadón.
- Terrenos compactos. (arcilla, marga) que sólo se disgregan a golpes de azadón y pica.
- Roca que se compone de arcilla y carbohidratos de cal. Se emplea como abono en terrenos poco arcillosos.
- Roca Cuarteada. (pizarras y rocas hendidas por los agentes atmosféricos). Para excavarlos requieren palancas y cuñas.
- Roca Dura. (arenisca, caliza, conglomerados) han de ser removidos con maquinaria.⁶

Cuanto mayor es el tamaño máximo de la grava utilizada en el concreto menor será la cantidad de agua empleada en él, puesto que más pequeña es la superficie, con lo cual, a igualdad de cemento, se tendrá una relación agua / cemento más baja y por consiguiente habrá que esperar mayores resistencias⁷

Importancia

Resulta importante la implementación de procesos constructivos en la construcción de cimentaciones para proyectos de líneas de transmisión, para mejorar y optimizar tiempos, recursos y por ende el rendimiento diario. Puesto que elaborando una buena planificación de todo lo que involucra a esta actividad, resultará de gran ayuda para el personal directivo de la empresa constructora. Así mismo este proyecto de investigación servirá de consulta para los demás estudiantes de las demás carreras de ingeniería a fines.

⁶ <https://es.scribd.com/doc/23558262/Procesos-Constructivos>

⁷ <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/614/7/A7.pdf>

Justificación

Excavaciones

(Sacalxot López, 2005 p. 13) existen varias formas de resolver este tipo de cimientos, dos métodos conocidos son el Método del Elemento Finito y el Método Clásico. El Método del elemento finito tiene la ventaja de ser un método más exacto y por ellos los costos y el diseño son más eficientes, pero necesita de un programa de computo como lo es el IAR; el Método clásico da resultados más conservadores, pero no por ello erróneos, la desventaja de este método es lo largo del procedimiento, pero es un procedimiento bastante sencillo, en la presente tesis se utilizará el método clásico.



Figura 2: Excavación manual y con roto martillo eléctrico
Fuente: Propia

Acero refuerzo

(Peck, et al., 2000 p. 450) el refuerzo principal en una zapata se coloca en dirección longitudinal. La cantidad del acero se determina usualmente suponiendo que la zapata funciona como losa reforzada en un sentido. Sin embargo generalmente también se usa refuerzo transversal en el lecho inferior de la zapata, cerca de las columnas. La sección crítica para la flexión transversal se

toma en las caras de la columna o de los pedestales. El esfuerzo transversal se divide en grupos en los que el área de su sección es proporcional a las cargas de las columnas, y el refuerzo en cada columna se coloca uniformemente



Figura 3: Colocación de acero refuerzo en la cimentación para torres autosportadas
Fuente: Propia

Colocación de concreto 210kg/cm²

(Yepes Piqueras, 2016 p. 119), concluida la excavación y colocadas las armaduras, se inicia el vertido del hormigón mediante llenado por flujo inverso con la técnica del hormigón sumergido y de modo continuo, utilizando una tubería tremie, que al ir rellenando el panel va empujando los lodos hacia arriba. El vertido debe ser uniforme para obtener un hormigonado homogéneo, sin discontinuidades ni defectos por segregación o contaminación de los lodos. Es útil el empleo de una tubería de acero de 1 – 4m de longitud y 15 – 25 cm de diámetro que se desempalman a medida que aumenta la altura del hormigón.



Figura 4: Colocación de concreto 210kg/cm² en cimentaciones
Fuente: Propia

1.4 Formulación del problema

Problema general.

¿De qué manera la aplicación del método cadena crítica mejora la construcción de cimentaciones de torres autoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?.

Problemas específicos.

¿De qué manera la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?.

¿En qué medida la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de colocación de acero refuerzo en la construcción de cimentaciones de torres autoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?.

¿De qué forma la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de colocación de concreto en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?.

1.5 Justificación del estudio

Justificación técnica

La presente investigación científica se desarrollará considerando las normativas nacionales e internacionales (teniendo como prioridad Normas y Reglamentos Nacionales).

- R.N.E. Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma de cargas E.020
- Norma de Diseño Sismorresistente E.030
- Norma de suelos y cimentaciones E-050
- Norma de Concreto Armado E.060
- Norma de albañilería E.070
- C.N.E. Código Nacional de Electricidad
- A.C.I. 318s y Comnetarios (American Concrete Institute)
- ASTM American Society for Testing and Materials
- IEEE-691 Guide for Transmission Structure Foundation Design and Testing
- UBC-97 Uniform Building Code

Práctica

Cuando se aplique la utilización del método de ruta crítica en la construcción de cimentaciones para torres autosoportadas en la Línea de Transmisión 66kV en Sayán se mejorara en las partidas de obras civiles referentes a líneas de transmisión que no se encuentran definitivamente abordados, involucrando de esta manera mucho déficit durante el proceso constructivo de las cimentaciones de las torres de alta tensión, determinando de esta sobre costos y tiempo en exceso al establecido.

Metodológica

Se propone el uso de fichas de registro de control de horas hombre y rendimientos diarios, mediante fichas de recolección y registro de datos, cuadros estadísticos, usando sistemas informáticos de MS Excel, MS Project, programación de partidas de construcción de cimentaciones.

Económico

Las partidas utilizadas en la construcción de cimentaciones superficiales para torres autosoportadas en líneas de transmisión, resultan costosas si no se implementa un método óptimo de control de la producción y horas hombre, la no utilización de políticas de control, los costos de inversión se verán sumamente afectados conllevando a generar muchas pérdidas económicas para la empresa constructora.

Con la finalidad de optimizar recursos y tiempos de ejecución en cada etapa constructiva, es importante la utilización del método de ruta crítica aplicada en cada programación de una partida de construcción y así poder generar ganancias económicas para la empresa constructora y pueda aplicarlo en sus futuros proyectos similares.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

La aplicación del método cadena crítica determina la mejora en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

Hipótesis Específicas

La aplicación del método cadena crítica determina mejorar la partida de excavaciones en la construcción de cimentaciones en torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

La aplicación del método cadena crítica establece mejorar la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

La aplicación del método cadena crítica establece mejorar la partida de colocación de concreto en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

1.7 Objetivos

Objetivo general

Determinar la mejora con aplicación del método cadena crítica para construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

Objetivos específicos

Determinar la mejora con el método cadena crítica en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas de la línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas de la línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de concreto en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Investigación tipo aplicada

(Borja Suarez, 2012. pág. 10), es de tipo aplicada, ya que su búsqueda se basa en construir, actuar, modificar y conocer la realidad problemática actual y está más orientado en buscar el método inmediato para la solución del problema antes que el desarrollo del conocimiento universal. Porque mediante esta investigación se pretende dar soluciones prácticas, útiles, de fácil aplicación y sobre todo que den mejorías a la resistencia a la flexión, el cuales es uno de los principales problemas de la realidad. Por lo antes señalado, esta tesis se clasifica como del **tipo aplicada**.

El diseño de la Investigación

(Carrasco Diaz, 2006 pág. 71), nos manifiesta que los tipos de diseño no experimentales son: “Aquellos cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional, y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia. Los diseños no experimentales presentan dos formas generales: los diseños Transeccionales o Transversales que a su vez se subdividen en Diseños Transeccionales Descriptivos, Diseños Transaccionales Explicativos-Causales y Diseños Transeccionales Correlacionales; y los Diseños Longitudinales que a su vez se subdividen en diseños longitudinales de tendencia o trend, Diseños Longitudinales de Evolución de grupos o Cohort y los Diseños Longitudinales de Panel”.

Según este análisis, el diseño a aplicar en la presente tesis será el no experimental.

Nivel de Investigación

Según (Ñaupas, H, Mehia, E, Novoa, y villagomez 2014, p.92) el objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas que expliquen las relaciones causales de las propiedades o dimensiones de los hechos. La formulación de hipótesis es fundamental porque sirven para orientar el camino a seguir en la investigación.

Esta investigación se realizó en el nivel descriptivo y explicativo, ya que se sustentaron diferentes tipos de documentos de campo, su finalidad es especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetivos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Después de la consideración anterior nuestro estudio tendrá un alcance explicativo, ya que se medirá el grado de mejora del método cadena crítica en la obra: línea de transmisión 66kV

2.2 Variables, operacionalización

Variables

Variable Independiente

Método cadena crítica

Variable Dependiente

Construcción de cimentaciones

Operacionalización de las Variables.

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

“APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV, EN SAYAN, LIMA, 2017”

Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables	Definición Conceptual	Definición de Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Niveles
<p>Problema general.</p> <p>¿De qué manera la aplicación del método cadena crítica mejora la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p> <p>Problemas Específicos.</p> <p>1.- ¿De qué manera la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p> <p>2.- ¿En qué medida la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de colocación de acero refuerzo en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p> <p>3.- ¿De qué forma la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de colocación de concreto en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p>	<p>Objetivo general.</p> <p>Determinar la mejora con aplicación del método cadena crítica para construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>1.- Determinar la mejora con el método cadena crítica en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas de la línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>2.- Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas de la línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>3.- Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de concreto en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La aplicación del método cadena crítica determina la mejora en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>Hipótesis Específicas.</p> <p>1.- La aplicación del método cadena crítica determina mejorar la partida de excavaciones en la construcción de cimentaciones en torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>2.- La aplicación del método cadena crítica establece mejorar la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>3.- La aplicación del método cadena crítica establece mejorar la partida de colocación de concreto en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p>	<p>Variable 1:</p> <p>método ruta crítica</p>	<p>Cadena Crítica es un método de planificación y administración de proyectos que utiliza la teoría de las restricciones (TOC) para ofrecer una técnica práctica para planear, programar y controlar un sistema de uno o varios proyectos, que pone mucho énfasis en los recursos requeridos para ejecutar las tareas.</p> <p>En resumidas palabras podemos decir que es la aplicación de la TOC a la gerencia de proyectos. (MONTERO, Jorge, PEREZ, Neivis, TAVAREZ, Rony. Método de la cadena crítica. Santo Domingo: Editorial Intec, 2012, p. 28)</p>	<p>La aplicación del método de la cadena crítica se evalúa tomando en cuenta, el tiempo, recursos, parámetros, para lo cual se aplicará, un planeamiento, programación, ejecución y control, contratación de personal, identificación de problemas lógicos, técnicos, plazo contractual del proyecto, toma de decisiones y económico, se aplicará los instrumentos programación general de obra, programación semanal, reportes de avance diario, requerimiento de personal, requerimientos de recursos para el proyecto, resumen de entregables, reporte semanal, actas de reunión semanal, valorización mensual.</p>	<p>Tiempo</p> <p>Ejecución y control</p> <p>Recursos</p> <p>Contratación de personal</p> <p>Identificación de problemas lógicos</p> <p>Identificación de problemas técnicos</p> <p>Parámetros</p> <p>Plazo contractual</p> <p>Toma de decisiones</p> <p>Económico</p>	<p>Planeamiento</p> <p>Programación</p> <p>Ejecución y control</p> <p>Contratación de personal</p> <p>Identificación de problemas lógicos</p> <p>Identificación de problemas técnicos</p> <p>Plazo contractual</p> <p>Toma de decisiones</p> <p>Económico</p>	<p>- PERT Gant Programación de obra (inicial)</p> <p>- Ficha 01: Programación semanal</p> <p>- Ficha 02: Reporte de avance diario</p> <p>- Ficha 03: Requerimiento de personal</p> <p>- Ficha 04: Requerimientos para el proyecto</p> <p>- Ficha 05: Resumen de lista de entregables</p> <p>- Ficha 06: Reporte de avance semanal</p> <p>- Ficha 07: Acta de reuniones semanales</p> <p>- Ficha 08: Valorización mensual</p> <p>- Ficha 09: Planilla de marcado</p> <p>- Ficha 10: Planilla de estructuras con tipos de suelos</p> <p>- Ficha 11: Planilla de excavación</p> <p>- Ficha 11: Planilla de excavación</p> <p>- Ficha 12: Planilla de nivelación</p> <p>- Ficha 13: Planilla de colocación de acero</p> <p>- Ficha 14: Protocolo de vaciado de concreto</p>	<p>Bajo</p> <p>Moderado</p> <p>Alto</p>
			<p>Variable 2:</p> <p>Construcción de cimentaciones</p>	<p>Para que las cimentaciones superficiales tengan un desempeño satisfactorio deben tener dos características principales:</p> <p>1. Tienen que ser seguras contra la falla general por corte del suelo que las soporta.</p> <p>2. No pueden experimentar un desplazamiento, o un asentamiento excesivo. (El término excesivo es relativo, debido a que el grado de asentamiento permitido para una estructura depende de varias consideraciones).</p> <p>La carga por área unitaria de la cimentación a la que ocurre la falla por corte en un suelo se denomina capacidad de carga última, e encuentran limitados (DAS, Braja. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones Séptima edición. México D.F.: Cengage Learning Editores, 2012, p133)</p>	<p>La construcción de cimentaciones superficiales para torres autosoportadas se evalúa tomando en cuenta las siguientes etapas: Excavaciones para cimentaciones, colocación del acero en cimentaciones, colocación de concreto para cimentaciones, para lo cual se aplicará el marcado topográfico de la excavación, tener el estudio de suelos, aprobación de la cimentación, verificar las medidas correctas de la excavación, nivelación, asegurar que se encuentre colocado el acero refuerzo, encofrado, asegurar que se encuentre los equipos y mano calificada.</p>	<p>Excavaciones para cimentaciones</p> <p>Colocación de acero refuerzo en cimentaciones</p> <p>Colocación de concreto para cimentaciones</p>	<p>Asegurar el marcado topográfico de la excavación</p> <p>Tipo de suelos</p> <p>Asegurar la aprobación de la cimentación</p> <p>Verificación de medidas correctas de la excavación</p> <p>Verificación de medidas correctas de la nivelación</p> <p>Asegurar la aprobación del diseño estructural</p> <p>Asegurar el diseño de mezcla para concreto 210kg/cm2</p> <p>Analisis de prueba de agua para la mezcla</p> <p>Asegurar que se encuentre el encofrado al 100%</p>	<p>- Ficha 09: Planilla de marcado</p> <p>- Ficha 10: Planilla de estructuras con tipos de suelos</p> <p>- Ficha 11: Planilla de excavación</p> <p>- Ficha 11: Planilla de excavación</p> <p>- Ficha 12: Planilla de nivelación</p> <p>- Ficha 13: Planilla de colocación de acero</p> <p>- Ficha 14: Protocolo de vaciado de concreto</p>	<p>Bajo</p> <p>Moderado</p> <p>Alto</p>

2.3 Población y muestra

Población

(Borja Suarez, 2012.) Se califica como población al conjunto de sujetos que serán motivo de estudio, es conveniente que esta población debe de formarse con cierto criterio de inclusión.

En este sentido se conoce como población a las 50 Torres metálicas, por lo tanto tenemos 200 cimentaciones, que tiene la línea de transmisión 66kV S.E. Yarucaya – S.E. Andahuasi, Sayan, Huaura, Lima, en el 2017.

Muestra

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 173). “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa”.

La selección de la muestra se hizo de manera intencional no probabilística y a decisión del investigador, tomando como muestra 5 torres que hacen un total de 20 cimentaciones de la línea de transmisión 66kV. S.E. Yarucaya – S.E. Andahuasi, Sayan.

Muestreo

(Ramírez 2014, p. 56) No probabilístico del tipo intencional, porque la técnica de muestreo donde las muestras se recogen en un proceso que no brinda a todos los individuos de la población iguales oportunidades de ser seleccionados.

En este caso se empleó el muestreo **no probabilístico intencional**, al respecto (Valderrama Mendoza, 2013 p. 193), dice que “es el que deliberadamente obtiene muestras que representen al universo”. El que es usado en el presente estudio considerando las características del universo estadístico.

Bajo estas consideraciones se aplicó el muestreo no probabilístico del tipo intencional.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Como menciona (Sanchez Carlessi, y otros, 2006 pág. 151)) son los “medios por los cuales el investigador procede a recoger información, [...], en función a los objetivos del estudio”.

Según (Carrasco Diaz, 2013 pág. 274) las técnicas más importantes que pueden emplearse en el trabajo metodológico de la investigación científica son los siguientes:

- Técnicas para la recolección de información mediante el análisis documental.
- Técnicas para la recolección de datos.
- Técnicas de laboratorio

Para el efecto de la recolección de datos, se seleccionó como técnica el uso de fichas, reportes de avance diario, y el cronograma de obra mostrando la ruta crítica, el cual será aplicado en la construcción de cimentaciones de la “Línea de Transmisión 66kV”; considerándose a éstos como medios efectivos para recolectar datos reales sobre el presente estudio, siendo su objetivo el de obtener información.

Hecha la observación anterior la investigación emplea las técnicas para recolección de datos, y dentro de esta técnica la observación. El cual como refiere (Carrasco Diaz, 2013 pág. 283) (Carrasco Diaz, 2013, pág. 283) es un proceso intencional que nos permite recoger información precisa y objetiva sobre los rasgos y características de las unidades de análisis”. La observación es estructurada, deliberada y de campo.

Instrumentos de investigación

Como lo menciona (Sanchez Carlessi, y otros, 2006 pág. 154) consiste en “herramientas específicas que se emplean en el proceso de recogida de datos.

Los instrumentos se seleccionan a partir de la técnica previamente elegida”.

La ficha de observación según (Carrasco Diaz, 2013 p. 313) se emplea “para registrar datos que se generan como resultado del contacto directo entre el observador y la realidad que se observa”.

En consecuencia, en la siguiente investigación se emplea como técnica la observación y como instrumento la ficha de observación.

Validez

Como se refiere (Mejia Mejia, 2005 págs. 23-24) la validez es una “cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que pretenden medir. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas”. Sin embargo, añade, las pruebas no poseen validez universal. Una prueba válida para una situación determinada puede carecer de validez para otra.

Asimismo, la “validez de contenido se determina generalmente mediante el juicio de expertos”. Para este fin se presenta la tabla:

Tabla 1. Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: Reproducido de (Ruiz Bolivar, 2005 pág. 12)

Tabla 2. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Descripción	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Validez	0.85	0.88	0.95	0.89
Índice de Validez				0.89

Fuente: Propia

De la tabla, se observa que la validez del instrumento calificaría como muy alta

Confiabilidad

Un instrumento es confiable cuando las mediciones hechas no varían significativamente, ni en el tiempo, ni por la aplicación de diferentes personas (Ñaupas, Novoa y Villagómez, 2014, p. 216).

Solo se requiere comprobar la aplicación de gestión del método de la ruta crítica en la línea de transmisión 66kV, teniendo en cuenta los diversos instrumentos seleccionados para este proyecto.

2.5 Métodos de análisis de datos

Análisis descriptivo

En el análisis y discusión de resultados se han interpretado los hallazgos relacionándolos con el problema de investigación, los objetivos propuestos y el marco teórico.

Una vez procesada la información del seguimiento y en base a la cadena crítica en el cual se programó los recursos que se consumirán día a día, se halló una estadística de mano de obra, materiales y equipos utilizados en obra.

De esa manera se obtuvo los siguientes resultados:

- Metrados y costos por Ruta crítica.
- Metrados y costos por Cadena Crítica.

Se elaboró las programaciones comparativas y se obtuvo lo siguiente:

- Diagrama Ruta Crítica vs Cadena crítica

Con el propósito de demostrar cuál es la variación de costos respecto al tiempo e identificar la programación más adecuada para aplicarlo en construcción de cimentaciones para torres autosportadas en líneas de transmisión.

2.6 Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta de respetar los principios éticos de la investigación: Respeto de la dignidad de las personas, justicia y beneficencia; así como el respeto a la propiedad intelectual, respetar la veracidad de los datos obtenidos y autorizados por la entidad.

III. RESULTADOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación de la investigación

La zona del proyecto, CH Yarucaya, está ubicada al norte de la provincia de Lima; en el km 12 de la carretera Sayán – Churin y desde la ciudad de Huacho, capital de la provincia de Huaura, Sayán se encuentra a 48 km.

El recorrido de la Línea de Transmisión 66 kV Andahuasi – Yarucaya, se inicia en la S.E. Yarucaya 22 MVA 13.8/66 kV (km 12 de la carretera Sayan - Churin), que recorre en paralelo a la carretera hasta la ciudad de Sayan y continua su recorrido hasta la SE Andahuasi (km 35 Carretera Huaura Sayan).

La obra se ubica entre las coordenadas UTM (WGS84) 18K, Norte: 8778864.03, 8767946.00, y Este: 270905.06, 254448.00.

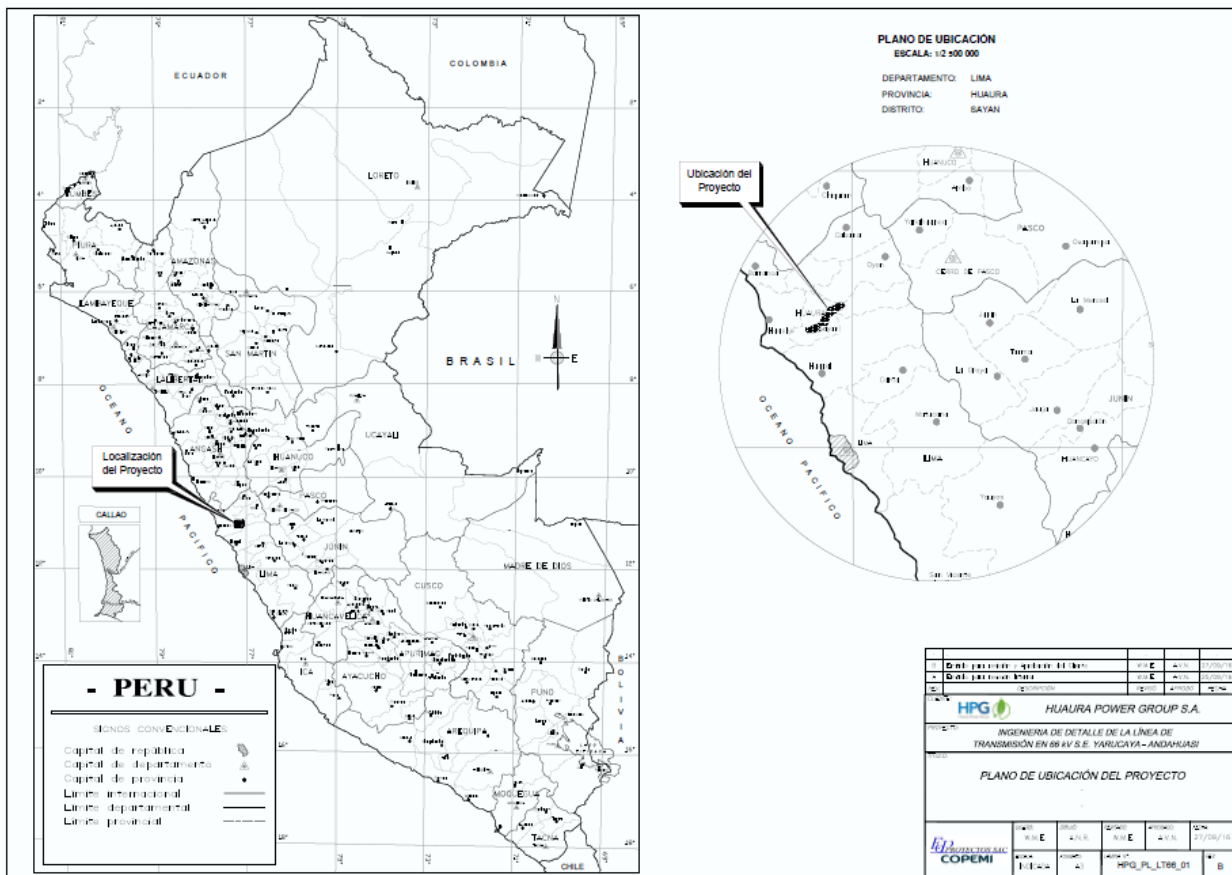


Figura 5: ubicación geográfica del distrito de Sayán
 Fuente: Memoria Descriptiva de la línea de transmisión 66kV Andahuasi – Yarucaya.

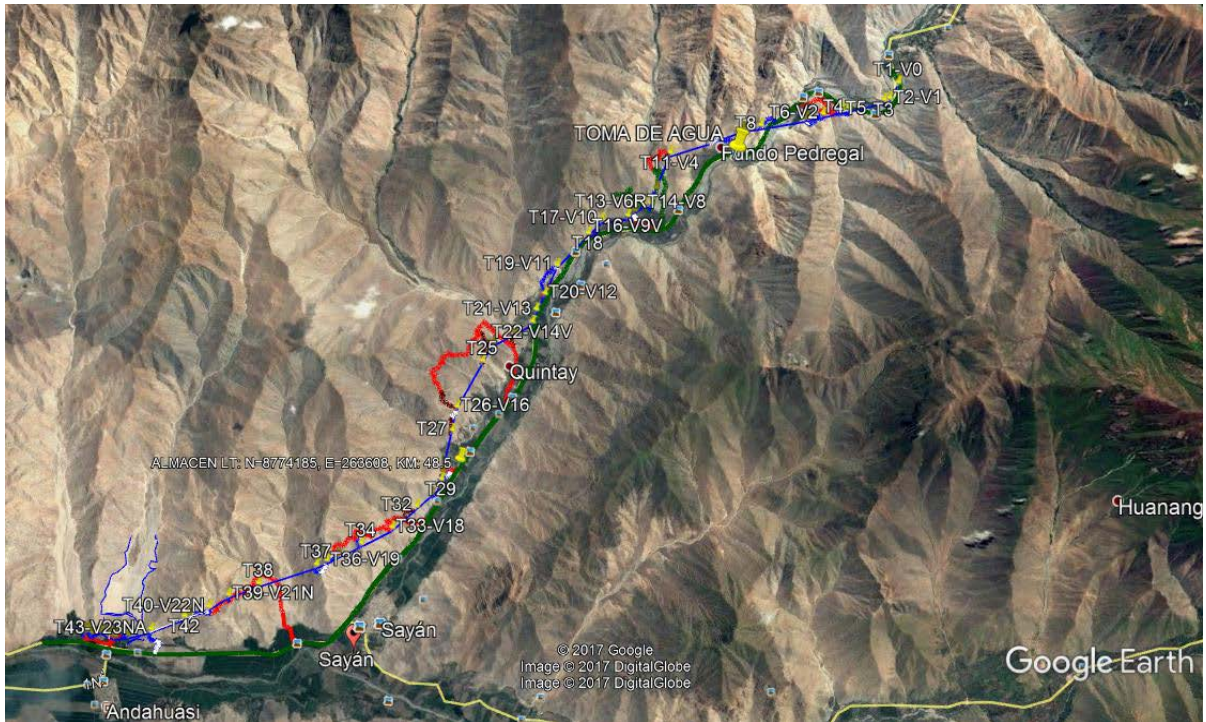


Figura 6: Ubicación geográfica de la ubicación de la Obra
Fuente: Descriptiva de la línea de transmisión 66kV Andahuasi – Yarucaya, Marzo 2016



Figura 7: Ubicación geográfica de la toma de "muestra"
Fuente: Descriptiva de la línea de transmisión 66kV Andahuasi – Yarucaya, Marzo 2016

Población del Distrito de Sayán

Según el último censo INEI 2,007, la Población está habitado por 21,962.00 mil habitantes, la misma que está compuesta por 11,556 varones (53 %) y 10,406 mujeres (47 %).

Asimismo, podemos apreciar que la población del distrito de Sayán en año 2,000 asciende a 22,904 habitantes, marcando un crecimiento de 4.9% comparado con la población del año 2,007 como se puede deducir de la siguiente tabla:

Tabla 3: Población del INEI - 2015

SAYAN			
Año	Población	Año	Población
2000	21,322	2008	22,904
2001	21,565	2009	23,054
2002	21,797	2010	23,214
2003	22,019	2011	23,386
2004	22,227	2012	23,561
2005	22,422	2013	23,740
2006	22,598	2014	23,919
2007	22,755	2015	24,095

Fuente: INEI

3.2 Recopilación de Información

Es importante indicar que para lograr los objetivos de la investigación se ha desarrollado como plataforma de base de datos el software MS Excel, con el cual se determina y demuestra la mejora que se puede lograr con la integración de la información, en este sentido las empresas constructoras de líneas de transmisión que implementen en sus programaciones de Obra el método de ruta crítica en la construcción de cimentaciones superficiales para torres autosportadas para lo cual se explica de forma simplificada los procesos y resultados.

3.2.1 Trabajos de campo

La etapa inicial del desarrollo del contenido de la tesis es la recopilación de datos, esto se realizó mediante coordinaciones con en la persona encargada de oficina técnica de la empresa COPEMI SAC como también con el supervisor general de

obra, la cual se realizó en los meses de Mayo - Agosto del 2017, ya que fue el tiempo necesario donde se pudo recolectar todo el material técnico, es decir planos, metrados, presupuesto y el programación por ruta crítica de la obra por parte del ingeniero residente.

Así mismo se registró mediante la observación directa, el avance diario de obra en el lugar de estudio mediante la medición de metrados de elementos estructurales de acuerdo a las partidas de excavación, habilitación de acero y colocación concreto. Se inició dicho registro en la partida excavación para cimentaciones superficiales de la obra “Línea de Transmisión 66kV Andahuasi - Sayán”, hasta concluir con la construcción de las zapatas aisladas a todo lo largo de la línea de transmisión. Conforme el avance de obra se puso observar lo siguiente:

La empresa COPEMI SAC tiene a cargos también otras obras civiles de mayor envergadura específicamente del rubro líneas de transmisión, lo cual generó que el personal obrero de la obra “Línea de Transmisión 66kV Andahuasi - Sayán” sea trasladado eventualmente a dichas obras, lo cual ocasionaba por defecto la disminución de mano de obra y consigo menos avance de obra así como mayor plazos de cada actividad.

Paralelamente a esto, el asistente de la obra, llevaba un deficiente control de suministro de material a obra como fabricación de los Stub, habilitación de acero, bolsas de concreto, agua entre otros. Hubo falta de comunicación y coordinación con el residente de obra con la programación de recursos. Además, eventualmente personal obrero faltaban a sus labores generalmente los días lunes de cada semana y/o tardanzas, a todo esto se sumaban las paralizaciones por el sindicato de trabajadores de la zona lo cual ocasionó retrasos de las ya programadas actividades en nuestra propuesta mediante Cadena crítica.

La obra estuvo sujeta a cambios durante su ejecución por el tipo de suelos que se iban encontrando durante la excavación, debido a que el estudio de suelos era muy ligero no se realizaron las suficientes calicatas. Esto originó trabajos rehechos no solo en la partida excavación sino también en habilitación de acero y modificación de las planillas de excavación.

Así mismo, encontrándose en la segunda semana después de haber iniciado la ejecución de obra, se pudo constatar que los planos de las secciones diagonales

no coincidían con los planos de fabricación de las torres, entrando a discusión mediante una reunión de los encargados de obra que se formalizó al día siguiente de lo ocurrido por lo que se tuvo que re diseñar los planos de las secciones diagonales y por ende realizar un nuevo marcado de excavación, postergando la ejecución de las partida de colocación de solado, nivelación de stub, colocación de acero y concreto.

Así mismo se evaluó el rendimiento de cada obrero para cada actividad designada observándose que las cuadrillas avanzaban menos en más tiempo. Lo cual significó que su rendimiento era deficiente.

Ensayos de laboratorio

Para la presente investigación se tomó los ensayos siguientes realizados por la entidad:

- Estudio de suelos.
- Diseño de mezcla para concreto 210kg/cm².
- Análisis físico – químico del agua.

3.3 Procesado de la información recopilada

Una vez recolectada la información (metrados, costos Unitarios, planos, programación Ruta Crítica), se establecieron los criterios para ordenar los datos obtenidos en el trabajo de campo.

Por consiguiente, se programó y ejecutó la obra “Línea de Transmisión 66kV” por Cadena Crítica por un periodo de 4 semanas. Se hizo el seguimiento de la obra conociendo las partidas de excavación, colocación de acero refuerzo y concreto 210kg/cm² y paralelamente se hizo la programación propuesta por el tesista (Cadena crítica).

Mientras tanto se elaboró el registro diario de obra mediante reportes día a día, reportes semanales y mensuales, fotografías, mediciones en campo.

Se procedió a seleccionar las partidas por subsistemas de la cadena crítica y posteriormente su respectivo seguimiento día a día conforme era el avance para poder determinar la variación en tiempo y costo.

Se elaboró el cuadro de restricciones del sistema por semana de la obra. Para poder conocer cuáles son las restricciones el primer paso fue proceder a conocer los metrados de las partidas de estructuras además saber cuánto de cuadrilla se necesita para realizar cada actividad en el tiempo requerido sacado de los análisis de costos unitarios para luego determinar la cantidad de Horas Hombre en cada partida y restringirlo a las demás partidas respecto a la partida que tenga mayor cantidad de Horas Hombre.

Luego se procedió de la siguiente manera como ya se tiene las partidas en subsistemas se comenzó a subordinar todas a la partida restrictiva conociendo el tiempo unitario, además hacer la comparación entre el tiempo programado, y finalmente se pasó calcular el factor. Y así subordinar las demás a la partida restrictiva.

Finalmente se reordenó las partidas de acuerdo a la partida restrictiva de cada subsistema.

Con la finalidad de evitar que el flujo pare, se siguió eliminando restricciones y así asegurar que se cumpla el tiempo previsto de la programación.

Paralelamente a eso, concatenamos dichas actividades del proyecto con la parte administrativa (organigrama de la obra y el organigrama de la empresa), con la finalidad de que la gestión fundamentalmente logística sea posible.

3.4 Aplicación de métodos de análisis.

La información se basa en la recopilación de datos en campo para luego ir formando una base de datos y así poder realizar el control diario de rendimientos, estos formaran parte de un histórico que servirán para futuras obras. Toda esta información se obtuvo mediante los instrumentos que el tesista utilizó y que se encuentran anexos a la presente investigación.

Determinar la mejora con el método cadena crítica en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas

Se tiene por finalidad realizar un comparativo de programaciones entre lo realizado por la obra (ruta crítica) contra lo programado mediante la aplicación del método de cadena crítica. Para ello se ordena las partidas en el siguiente orden: Excavaciones, acero refuerzo y colocación de concreto 210kg/cm², seguidamente las partidas sub ordenadas a cada una de ellas.

Partida de Excavaciones – Programación con método Cadena Crítica

Para realizar el respectivo seguimiento de la obra “línea de transmisión 66kV” se necesitaba conocer la partida de “excavaciones” y su programación general (Diagrama Gant), ya que en el tema de estudio solo fue considerada de una manera genérica, dichos datos fueron brindados por parte de la empresa COPEMI S.A.C. De acuerdo a lo obtenida se analizó los datos de las partidas y sub partidas y se procedió a realizar el comparativo.

Con los datos recolectados y mediante la utilización del software MS Project, se procede a realizar la programación de la partida de excavaciones y las sub partidas involucradas. El objetivo fue obtener la diferencia que existe entre ambos métodos y mediante esta comparación, demostrar a la entidad que aplique el método de cadena crítica en sus futuras Obras.

A continuación hacemos la demostración de programaciones:

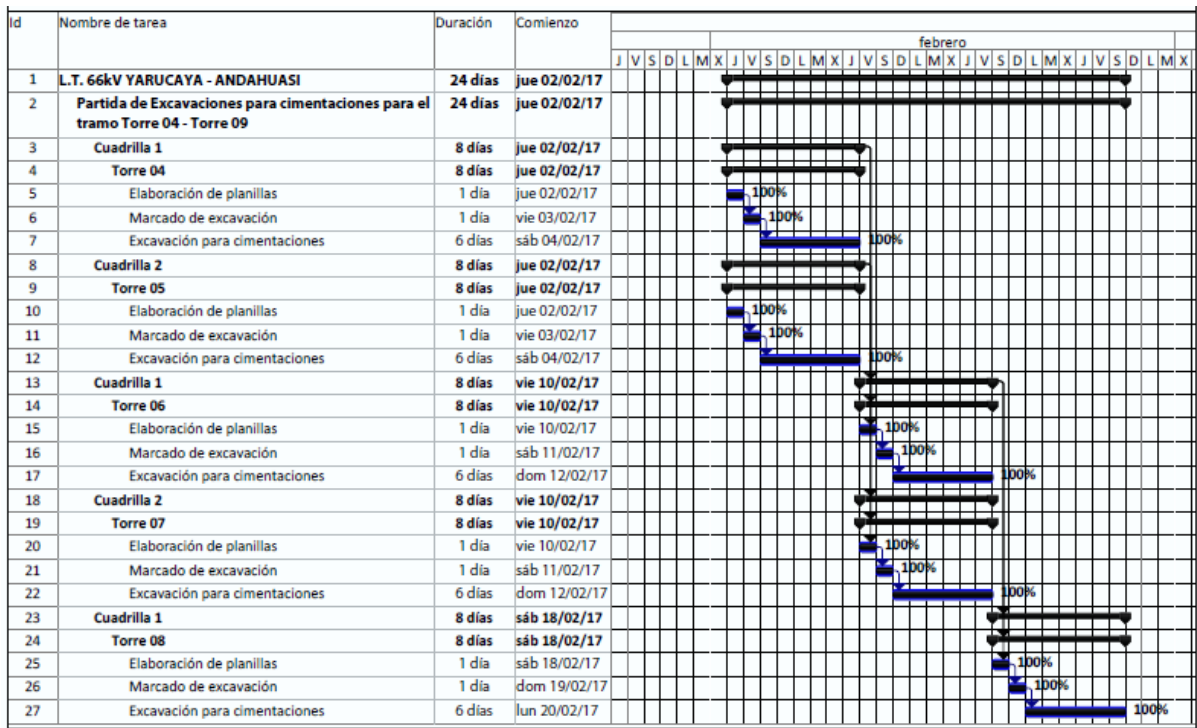


Figura 8: Partida de excavaciones con ruta crítica

Fuente: Elaboración propia

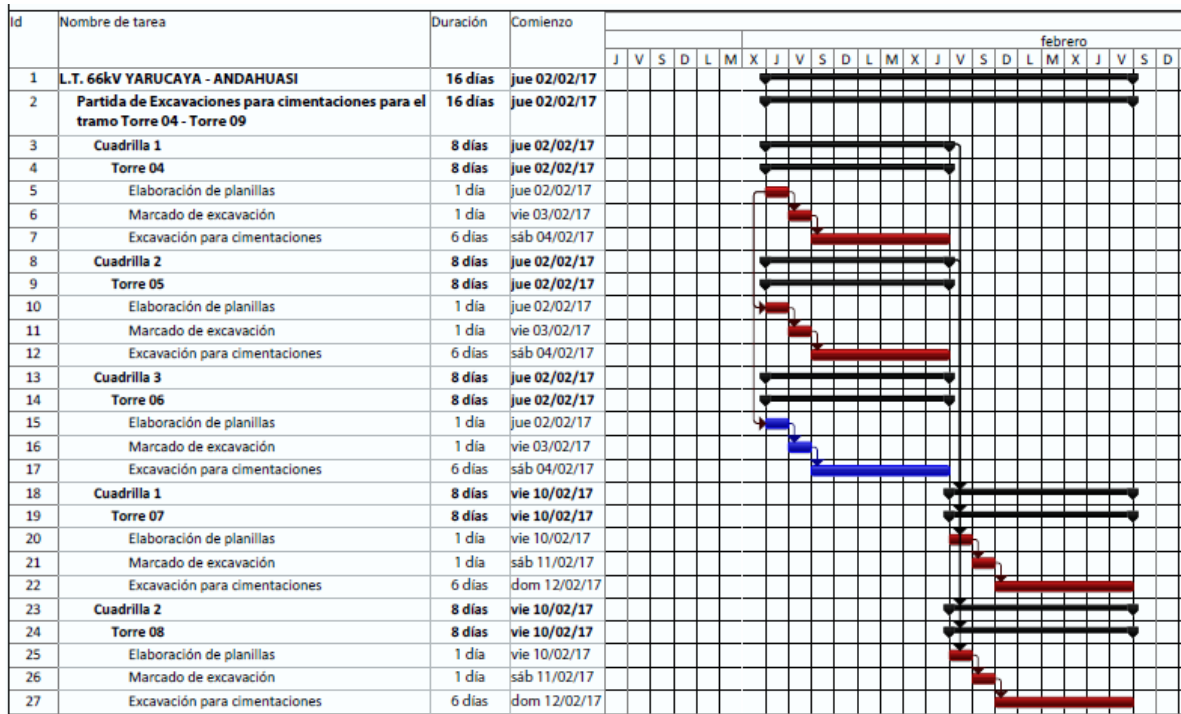


Figura 9: Partida de excavaciones con cadena crítica

Fuente: Elaboración propia

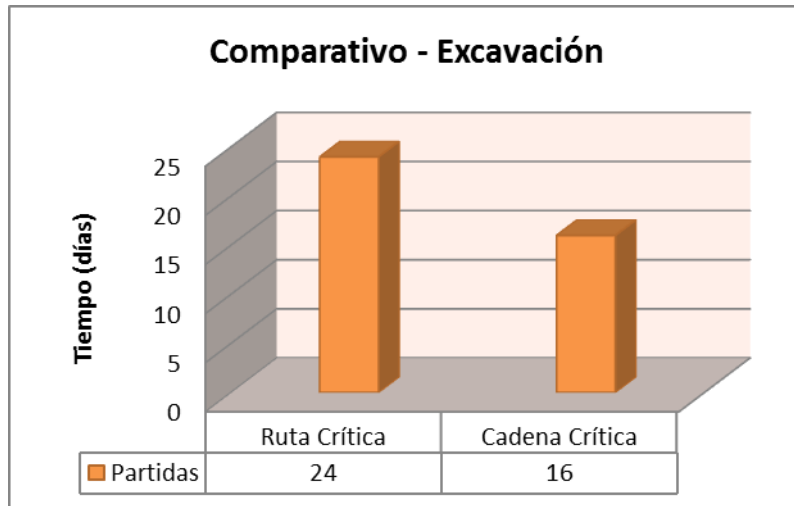


Figura 10: Partida de excavaciones con ruta crítica
Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de la partida de excavaciones

La partida de excavaciones para cimentaciones se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes indicadores.

a. Marcado para excavación en campo

Los topógrafos realizarán el marcado claramente la zona de excavación de acuerdo a la información técnica (planillas de excavación y planos), aprobada para construcción y brindada por el ingeniero residente. Se emplean los siguientes recursos:

Equipos:

- Estación total

Materiales:

- Trípode y jalones
- Cal
- Estacas de madera

Personal:

- 01 Topógrafo
- 03 Ayudantes
- 01 Chofer

Vehículos

- 01 Camioneta 4x4

Las excavaciones se realizarán de forma manual o mecánica según el tipo de suelo y a las dimensiones indicadas en los planos de fundaciones aprobados, durante las excavaciones se deberán evaluar si el terreno es inestable, de ser así el tipo de excavación a realizar será tipo bandeja o peldaño (excavación en forma escalonada), echar agua o mezcla con cemento para endurecer o retener los bordes o paredes de excavación, si la situación lo merece se debe estibar las paredes haciendo uso de maderas a fin de prevenir derrumbes.

En la muestra tomada, la excavación se realizó de forma manual y por medios mecánicos livianos (roto martillos con grupos electrógenos), debido al grado de acceso en donde se encuentran la ubicación de las torres.

Con los reportes diarios de avance se empezaron a elaborar una base de datos para luego realizar las programaciones comparativas.

A continuación podemos apreciar el proceso mencionado:



Figura 11: Partida de excavaciones con ruta crítica
Fuente: Propia

LINEA A 66kV SE Yarucaya - SE Andahuasi
PLANILLA PARA MARCACION DE EXCAVACIONES

FECHA: _____

INFORMACION TORRE	
NUMERO DE TORRE	
TIPO DE TORRE Y CUERPO	
TIPO DE GALVANIZADO	
DEFLEXION	
TIPO DE SUELO	
TIPO FUNDACION	

DATOS TEORICOS				
	A	B	C	D
EXT PEDESTAL				
LADO EXCAVACION (M)				
PROFUNDIDAD (M)				
VOLUMEN (M3)				
Long. STUB		PEND.		0 m3
C. STUB				

COTAS TERRENO NATURAL				
LECTURAS DE MIRA				Al =
ESQUINA	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
Al				
STUB				
ESQUINA	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
C. PROM				

DISTANCIAS EXCAVACION				
PATA	A	B	C	D
EXTENS.				
O-C (mm)				
O-M (mm)				
O-L (mm)				
PATA REF				X
LONGITUD PATA DE REFERENCIA =				0.00

OBSERVACIONES:

TOPOGRAFO: _____ APROBADO POR: _____

FECHA: _____

Figura 12: Partida de excavaciones con ruta crítica
Fuente: Elaboración propia

b. Estudio de suelos

Como parte de la recolección de datos este estudio de suelos solo fue tomado con fines de cumplimiento para el proceso constructivo de la partida de Excavación. Se comprobó que la entidad sub contrato el estudio de suelos a la empresa “geofrontier”.

Estudio de suelos con fines de cimentación



Figura 13: Sondajes geotécnicos directos - calicatas
Fuente: Estudio de mecánica de suelos para la línea de transmisión 66kV.

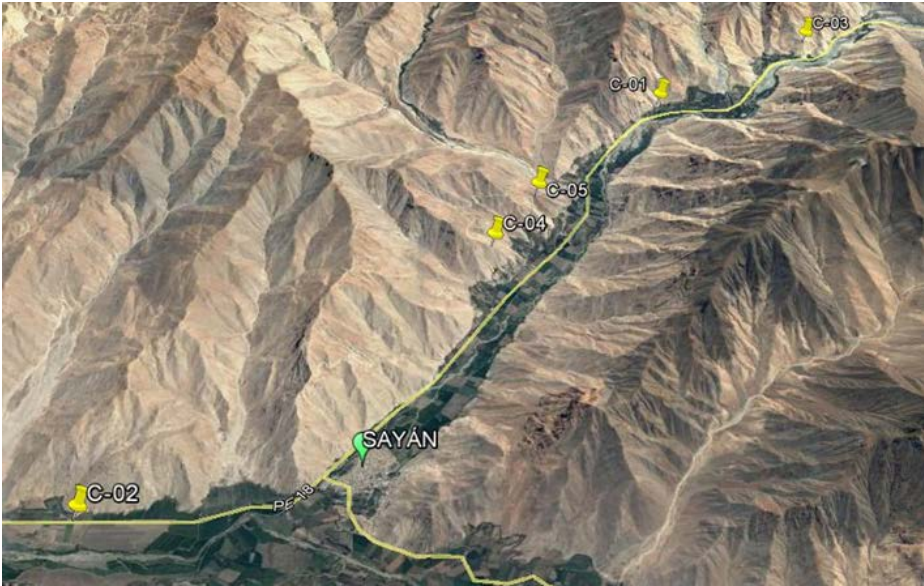


Figura 14: Ubicación de calicatas
Fuente: Estudio de mecánica de suelos para la línea de transmisión 66kV.

En base a la descripción visual-manual de las calicatas se concluye que se tiene poca similitud entre sí en los suelos de fundación, determinando básicamente que

en todas las calicatas existe un recubrimiento de suelo disgregado o con muy poca compacidad, debido al intemperismo supérgeno.

Para la calicata C-01, el primero estrato corresponde a una arena bien gradada con presencia de grava (Clasificación SUCS: SW), formado principalmente por la disgregación de la roca debido a la meteorización, aumentando su compacidad en cuanto va profundizándose, llegando a la roca casi íntegra al 1.30 m de profundidad.

Para la calicata C-02, que es la única que no está localizada en los cerros, donde la geología regional señala la presencia de roca superficial, sino muy cerca del cauce del río Huaura, en las zonas de áreas de cultivo. El suelo presente varía de una arcilla arenosa de baja plasticidad (Clasificación SUCS: CL) hasta los 2.00 m; a una arena arcillosa (Clasificación SUCS: SC) de 2.00 a 2.50 m; aunque estos dos tipos de suelos lleven distinta clasificación, los porcentajes de gravas, arenas y finos resultaron muy similares. Cabe señalar que a mayor profundidad alcanzada, la humedad y la compacidad van aumentando.

Para la calicata C-03, el estrato de suelo propiamente dicho se encuentra hasta 1.0 m de exploración, encontrándose una arena bien gradada con presencia de limo y grava (Clasificación SUCS: SW-SM). A partir de esa profundidad la presencia de roca se hace notoria, ocupando un 50 % del área vista en planta, haciendo que la excavación sea posible solo hasta el 1.90 m por la parte donde es suelo (factible a excavar).

Para la calicata C-04, de manera similar a la calicata anterior, la presencia de suelo puro se da solo hasta los 0.30 m, presentando una arena bien gradada con grava (Clasificación SUCS: SW), a partir del cual empieza a aparecer la roca gradualmente, haciendo posible la exploración solo hasta el 1.80 m.

La calicata C-05, similar a la C-02, no se presenta en la ladera del cerro, sino en una superficie plana, sin embargo dicha calicata está en una zona de cerro, presentando una grava arcillosa con arena (Clasificación SUCS: GC) hasta el 1.0 m de profundidad, siguiendo una arena arcillosa con presencia de grava (Clasificación SUCS: SC) hasta el 1.50 de exploración. La compacidad va variando de medianamente densa a muy densa a mayor profundidad. La grava encontrada es angulosa, con $TM = 8''$.

Tabla 4: Capacidad de carga admisible para las cimentaciones en roca

Tipo de Cimentación	Ubicación de la calicata y correspondiente Torre Eléctrica	Empotramiento o Desplante Df (m)	Diámetro de Cimentación D (m)	Qadm. (kg/cm ²)	Carga Admisible (ton)
CIMENTACIONES CIRCULARES SUGERIDAS	C-01 / V10	2.50 m	1.00 m	5.29	52.9
			1.50 m	5.29	119.1
	C-03 / V3		1.00 m	4.16	41.6
			1.50 m	4.16	93.6
	C-04 / V16		1.00 m	4.69	46.9
			1.50 m	4.69	105.6

Fuente: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66 KV

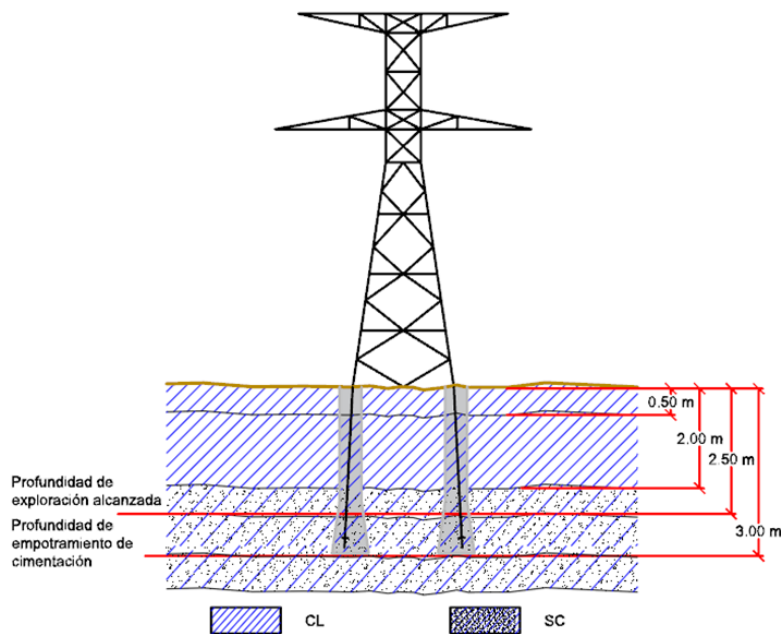


Figura 15: Esquema del perfil de suelo en las torres

Fuente: Estudio de mecánica de suelos para la línea de transmisión 66kV.

c. Aprobación de la cimentación

El presente indicador se obtuvo mediante la recolección de datos siguientes:

- Planilla de excavación

En este instrumento se muestran los siguientes datos fundamentales:

- Dimensiones de la excavación
- Tipo de suelo
- Tipo de fundación

- Cotas de terreno

Proyecto: LT 66Kv. S.E. YARUCAYA - S.E. ANDAHUASI		Código: PTPE-01/1856-FU-01/01	
Planilla de Excavacion		Fecha: 29/03/2017	
Ciente:	HPG	Version: 00	
		Página: 1/1	

Datos de la Torre			
Torre N°:	40	Abscisa:	
Tipo:		Deflexión:	
		Este:	
		Norte:	
		Cota:	

Datos de Cimentación			
Tipo de Suelo:	0		
Concreto por solado			
Tipo de Fundación			
Pe = Profundidad de Excavación			
Le = Lado de Excavación			
hs = Altura punta Stub / Pedestal			
hp = Altura de Pedestal Teórico			
hb = Altura de Bloqueta (Zapata)			
L = Altura de Pamilia			
ht = Altura Punta Pamilia - Fondo Excav.			
Pata de Referencia		Pendiente	
Delta Real		Desarrollo	
Cota Fondo de Excav. Pata Referencia		Cota Ref. Terreno	

Medidas de Excavación				
Valor	Patas			
	A	B	C	D
X				
Y				
Z				
Diagonal				

Niveles de Terreno Natural				
Esquinas	Patas			
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

Volumen de Excavación				
Total				m3

Control de Excavación				
n por esquinas	1			
	2			
	3			
	4			

Observaciones				

Emitido por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Nombre y Cargo		Nombre y Cargo		Nombre y Cargo	
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:

Figura 16: Panilla de excavaciones.

Fuente: Ingeniería de detalle para la línea de transmisión 66kV.

Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones para torres autoportadas.

Se realizó un similar proceso al de la partida anterior

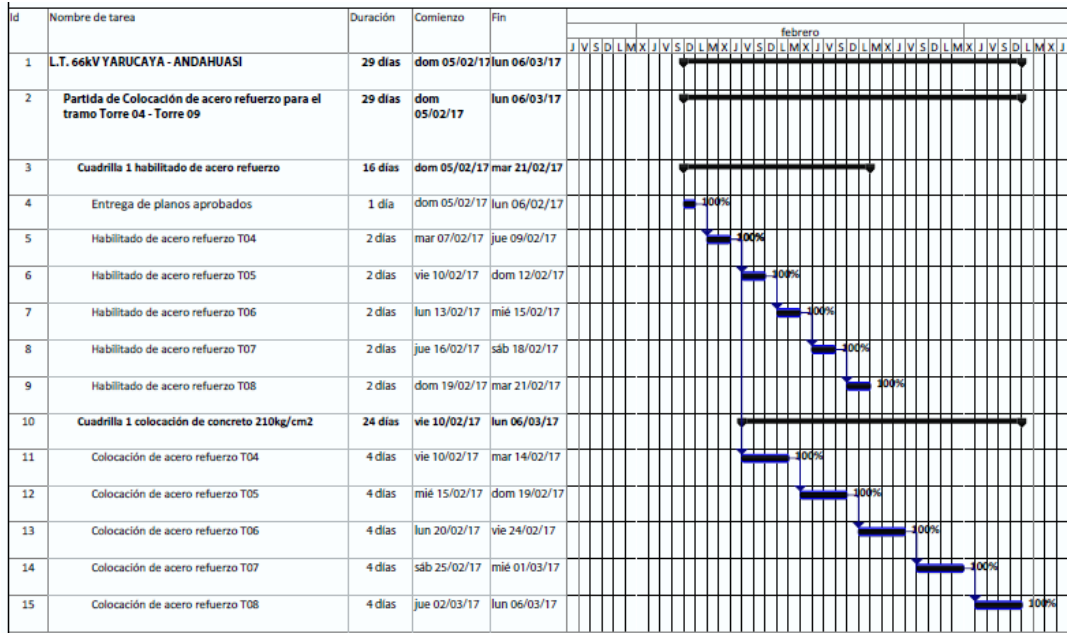
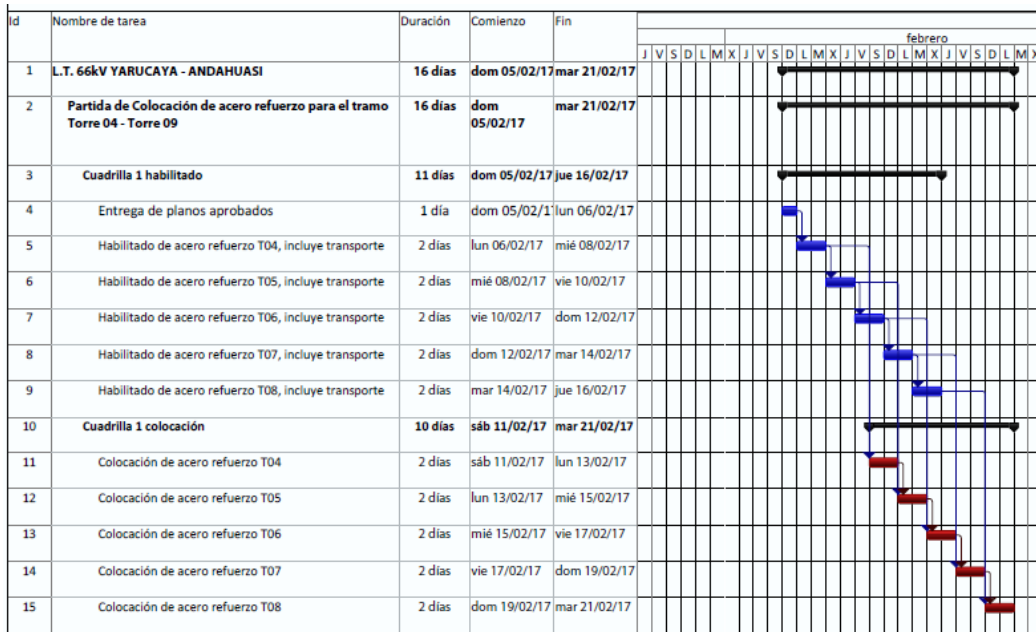


Figura 17: Partida de colocación de acero refuerzo con ruta crítica.

Fuente: Elaboración propia.



8: Partida de colocación de acero refuerzo con cadena crítica.

Fuente: Elaboración propia.

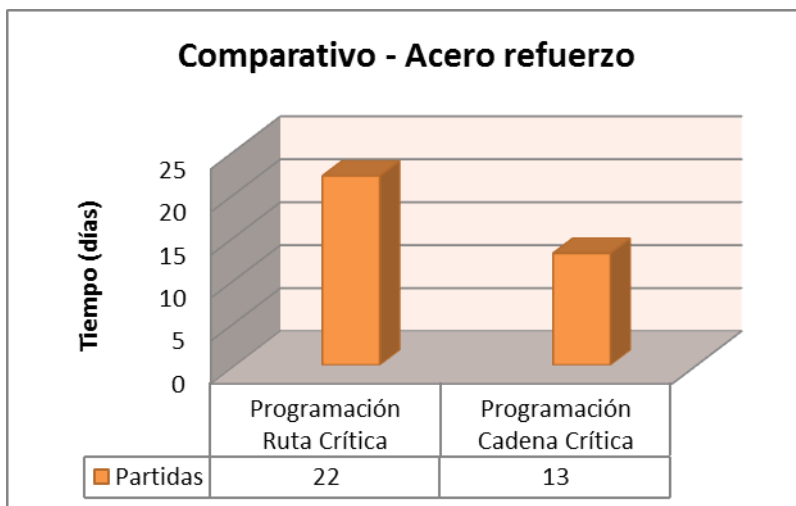


Figura 19: Partida de colocación de acero refuerzo con cadena crítica.
Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo de la partida de colocación de acero refuerzo

Siguiendo la secuencia del desarrollo de las partidas, estas van incrementando recursos y comienzan a involucrar cada vez más al área de Logística y va dependiendo de la Gerencia, se van necesitando tomar decisiones en cuanto a tiempo y costos, se empieza a emitir órdenes de compra y para ello se necesita aprobaciones de Gerencia.

Se realiza el metrado de la cantidad de acero refuerzo para luego empezar a solicitar cotizaciones, se tiene que tener mínimo tres cotizaciones y realizar un comparativo de precios, tiempos de entrega y formas de pago. También se realiza un comparativo entre la compra de acero habilitado.

De la decisión que se tome continúan las partidas sub ordinadas como por ejemplo transporte del acero de tienda hasta el almacén de obra, habilitado de ser necesario, transporte de almacén de obra hasta el sitio de colocación (torre)

La partida de colocación de acero refuerzo para cimentaciones se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes indicadores.

a. Verificación de las dimensiones correctas de la excavación

El cumplimiento de este indicador se realizó teniendo la “planilla de excavación” aprobada por el cliente (HPG) mediante comunicación vía e-mail.

Seguidamente el topógrafo procede a verificar que las medidas indicadas en la planilla sean correctas, para luego dar el pase a la siguiente actividad de colocación de solado con concreto 140kg/cm², nivelación de stub y finalmente empezar con la colocación del acero refuerzo.

A continuación se muestra el modelo de planilla utilizada para verificar la excavación:

		Proyecto: LT 66Kv. S.E. YARUCAYA - S.E. ANDAHUASI		Código: PTPE-01/1856-FU-01/01	
				Fecha: 29/03/2017	
Cliente: HPG		Planilla de Excavación		Version: 00	
				Página: 1/1	

Datos de la Torre	
Torre Nº :	40
Tipo :	
Abscisa :	
Deflexión :	
Este:	
Norte:	
Cota:	

Extensiones de Pata			
A	B	C	D
0	0	0	0

Medidas de Excavación				
Valor	A	B	C	D
X				
Y				
Z				
Diagonal				

Niveles de Terreno Natural				
Esquinas	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

Volumen de Excavación			
Total			m3

Control de Excavación por esquinas			
	1		
	2		
	3		
	4		

Observaciones			

Emitido por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Nombre y Cargo		Nombre y Cargo		Nombre y Cargo	
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:

SE Inicial

SE Final

Datos de Cimentación			
Tipo de Suelo	0		
Concreto por solado			
Tipo de Fundación			
Pe = Profundidad de Excavación			
Le = Lado de Excavación			
hs = Altura punta Stub / Pedestal			
hp = Altura de Pedestal Teorico			
hb = Altura de Bloqueta (Zapata)			
L = Altura de Parrilla			
ht = Altura Punta Parrilla - Fondo Excav.			
Pata de Referencia			Pendiente
Delta Real			Desarrollo
Cota Fondo de Excav. Pata Referencia			Cota Ref. Terreno

Figura 20: Verificación de medidas correctas en la excavación.
Fuente: Ingeniería de detalle para la línea de transmisión 66kV.

b. Verificación de las medidas correctas de la nivelación

De igual manera para sé verifico el cumplimiento del presente indicador teniendo en cuenta contar el instrumento “planilla de nivelación” aprobada por el cliente

(HPG). Previo a la colocación del acero refuerzo se tiene que contar con la liberación de la sub partida de nivelación de stub (anclajes), esta nivelación debe estar correctamente de acuerdo a las medidas indicadas en la planilla de nivelación y deben estar arriostrada mediante listones de madera y/o templadores de fierro, estos arriostres deben estar asegurados contra el terreno con estacas de fierro y sellados con mortero. Este aseguramiento permitirá que la nivelación no sufra ninguna variación en distancias y cotas durante la colocación del acero refuerzo.

A continuación se muestra el instrumento utilizado

Proyecto: LT 66Kv. S.E. YARUCAYA - S.E. ANDAHUASI		Código: PTPE-01/1856-FU-01/01 Fecha: 29/03/2017
Cliente: HPG	Planilla de Nivelacion	
		Version: 00 Página: 1/1

<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Datos de la Torre</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Torre N° :</td><td style="font-size: x-small;">40</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Abscisa :</td><td style="font-size: x-small;">0</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Tipo :</td><td style="font-size: x-small;">0</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Deflexión :</td><td style="font-size: x-small;">0</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Este:</td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Norte:</td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Cota:</td><td></td></tr> </table>		Datos de la Torre		Torre N° :	40	Abscisa :	0	Tipo :	0	Deflexión :	0	Este:		Norte:		Cota:		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Extensiones de Pata</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">A</td><td style="font-size: x-small;">B</td><td style="font-size: x-small;">C</td><td style="font-size: x-small;">D</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>		Extensiones de Pata				A	B	C	D																		
Datos de la Torre																																													
Torre N° :	40																																												
Abscisa :	0																																												
Tipo :	0																																												
Deflexión :	0																																												
Este:																																													
Norte:																																													
Cota:																																													
Extensiones de Pata																																													
A	B	C	D																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="font-size: x-small;">Cota Terreno</td><td style="font-size: x-small;">0.00</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Alt. Insts.</td><td style="font-size: x-small;">1.50</td></tr> </table>		Cota Terreno	0.00	Alt. Insts.	1.50	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Pendientes</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Desarrollo</td><td></td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>		Pendientes		Desarrollo																																			
Cota Terreno	0.00																																												
Alt. Insts.	1.50																																												
Pendientes																																													
Desarrollo																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="font-size: x-small;">Tipo de Fundación</td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Alt. Stub Vertical</td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Long. Stub + Prolog. (S)</td><td></td></tr> </table>		Tipo de Fundación		Alt. Stub Vertical		Long. Stub + Prolog. (S)		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Medidas Teóricas</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Cota de bloqueta</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Cota Fondo de Excavación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Desnivel</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Dist. (B) a Stub</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Cota Sup. Punta Stub</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Ángulo Vertical</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Distancia Inclínada (DI)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Distancia al Centro (D)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Medidas Teóricas				Cota de bloqueta				Cota Fondo de Excavación				Desnivel				Dist. (B) a Stub				Cota Sup. Punta Stub				Ángulo Vertical				Distancia Inclínada (DI)				Distancia al Centro (D)			
Tipo de Fundación																																													
Alt. Stub Vertical																																													
Long. Stub + Prolog. (S)																																													
Medidas Teóricas																																													
Cota de bloqueta																																													
Cota Fondo de Excavación																																													
Desnivel																																													
Dist. (B) a Stub																																													
Cota Sup. Punta Stub																																													
Ángulo Vertical																																													
Distancia Inclínada (DI)																																													
Distancia al Centro (D)																																													
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Medidas de Campo</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Alt. Inst.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Distancia Inclínada (DI)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Ángulo Vertical</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Desnivel</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Dist. (B) a Stub</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Medidas de Campo				Alt. Inst.				Distancia Inclínada (DI)				Ángulo Vertical				Desnivel				Dist. (B) a Stub																					
Medidas de Campo																																													
Alt. Inst.																																													
Distancia Inclínada (DI)																																													
Ángulo Vertical																																													
Desnivel																																													
Dist. (B) a Stub																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Medidas Laterales</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Teóricas</td><td style="font-size: x-small;">A-B</td><td style="font-size: x-small;">B-C</td><td style="font-size: x-small;">C-D</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">De Campo</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Medidas Laterales				Teóricas	A-B	B-C	C-D	De Campo				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2">Diagonales</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Teóricas</td><td style="font-size: x-small;">A-C B-D</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">De Campo</td><td></td></tr> </table>		Diagonales		Teóricas	A-C B-D	De Campo																									
Medidas Laterales																																													
Teóricas	A-B	B-C	C-D																																										
De Campo																																													
Diagonales																																													
Teóricas	A-C B-D																																												
De Campo																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Cota punta de Stub</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Teóricas</td><td style="font-size: x-small;">A</td><td style="font-size: x-small;">B</td><td style="font-size: x-small;">C</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">De Campo</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Cota punta de Stub				Teóricas	A	B	C	De Campo				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Control de pendiente de stub a 0.5m</th></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Teóricas</td><td style="font-size: x-small;">A</td><td style="font-size: x-small;">B</td><td style="font-size: x-small;">C</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">De Campo</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Control de pendiente de stub a 0.5m				Teóricas	A	B	C	De Campo																					
Cota punta de Stub																																													
Teóricas	A	B	C																																										
De Campo																																													
Control de pendiente de stub a 0.5m																																													
Teóricas	A	B	C																																										
De Campo																																													
Observaciones																																													

Emitido por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Nombre y Cargo		Nombre y Cargo		Nombre y Cargo	
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:

ra 21: Verificación de medidas correctas en la Nivelación.
Fuente: Ingeniería de detalle para la línea de transmisión 66kV.

c. Asegurar la aprobación del diseño estructural

El cumplimiento de este indicador se obtuvo mediante la aprobación de los planos estructurales y la aprobación de la planilla de colocación de acero refuerzo en donde se muestra por torre las dimensiones y cantidades a utilizar. Una vez verificado su correcta colocación y cantidades mostradas en la planilla, se dio pase a la siguiente sub partida de colocación de encofrado.

A continuación se muestra el instrumento utilizado y con el cual se le hizo el seguimiento de su cumplimiento:

		LINEA 66 kV YARUCAYA - ANDAHUASI CANTIDADES DE OBRA POR FUNDACION					
TORRE							
TIPO DE TORRE							
DEFLEXIÓN							
TIPO DE SUELO	2.00						
TIPO DE FUNDACION	Zapata						
		ITEM	PATA A	PATA B	PATA C	PATA D	
		Aforamiento del Pedestal	AP (m)	2.00	0.50	1.75	0.80
		Lado de Pedestal	LP (m)	0.40	0.40	0.40	0.40
		Profundidad Promedio	PT (m)	2.05	2.05	2.05	2.05
		Lado de la Zapata	LZ (m)	1.20	1.20	1.20	1.20
		Espesor de la Zapata	EZ (m)	0.30	0.30	0.30	0.30
		1	Cant.	8	8	8	8
			Diam. (mm)	19.05	19.05	19.05	19.05
			Long. (m)	4.34	2.84	4.09	3.14
			a (m)	3.85	2.35	3.60	2.65
			b (m)	0.49	0.49	0.49	0.49
			Peso (Kg)	77.77	50.89	73.29	56.27
		2	Cant.	25	15	23	17
			Diam. (mm)	9.52	9.52	9.52	9.52
			Long. (m)	1.24	1.24	1.24	1.24
			S (m)	0.16	0.16	0.16	0.16
			a (m)	0.26	0.26	0.26	0.26
			b (m)	0.10	0.10	0.10	0.10
			Peso (Kg)	17.36	10.42	15.97	11.80
		3	Cant.	4	4	4	4
			Diam. (mm)	12.70	12.70	12.70	12.70
			S (m)	0.35	0.35	0.35	0.35
			L (m)	1.05	1.05	1.05	1.05
			Peso (Kg)	8.40	8.40	8.40	8.40
		4	Cant.	4	4	4	4
			Diam. (mm)	12.70	12.70	12.70	12.70
			S (m)	0.35	0.35	0.35	0.35
			L (m)	1.05	1.05	1.05	1.05
			Peso (Kg)	8.40	8.40	8.40	8.40
OBSERVACIONES:		Volumen de Excavación	VE m ³	2.95	2.95	2.95	2.95
		Volumen de Lleno	VR m ³	2.18	2.18	2.18	2.18
		Vol. de Concreto (21 Mpa)	VC m ³	1.02	0.78	0.98	0.83
APROBADO POR:		Peso de Acero de Refuerzo	Peso (Kg)	111.93	78.11	106.06	84.87
FECHA:		Vol. de Concreto (14 Mpa)	VC m ³	0.07	0.07	0.07	0.07

Figura 22: Verificación de diseño estructural aprobado.

Fuente: Ingeniería de detalle para la línea de transmisión 66kV.

De acuerdo a estos metrados se coordinó la compra de acero refuerzo.

Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de concreto en construcción de cimentaciones de torres autoportadas.

Esta partida representa la más costosa en la construcción de cimentaciones para torres autosoportas en líneas de transmisión, ya que involucra la utilización de recursos más caros como son por ejemplo los agregados, cemento y el transporte de los mismo hasta el sitio en donde se van colocados, siendo este último el que marca la pauta ya que depende del grado de accesibilidad hacia donde se ubica la torre.

De igual manera como se mencionó anteriormente conforme se va desarrollando la obra hay partidas que son más costosas y van involucrando más al área de logística y gerencia.

Para poder realizar la compra de los agregados, se le fue encargado a asistente logístico de obra realizar la solicitud de tres cotizaciones en canteras de la zona de igual manera para el suministro del cemento y otros que forman parte de la partida. Luego se hizo el comparativo de precios, tiempo de entrega y forma de pago, todas las compras fueron llevadas hasta el almacén de obra.

Luego se hizo las coordinaciones para contratar personal de transporte a pulso de los agregados, cemento, agua y todo el equipo para el colocado del concreto.



Figura 23: Vaciado de concreto 210kg/cm².
Fuente: Propia

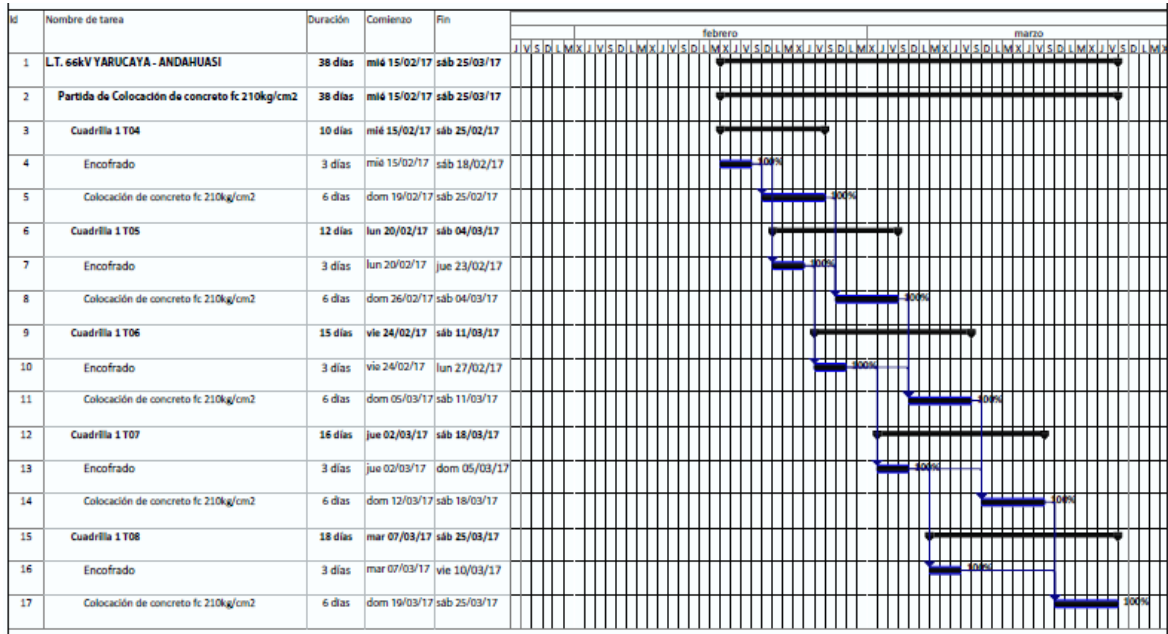


Figura 24: Colocación de concreto 210kg/cm2 - ruta crítica.
Fuente: Propia

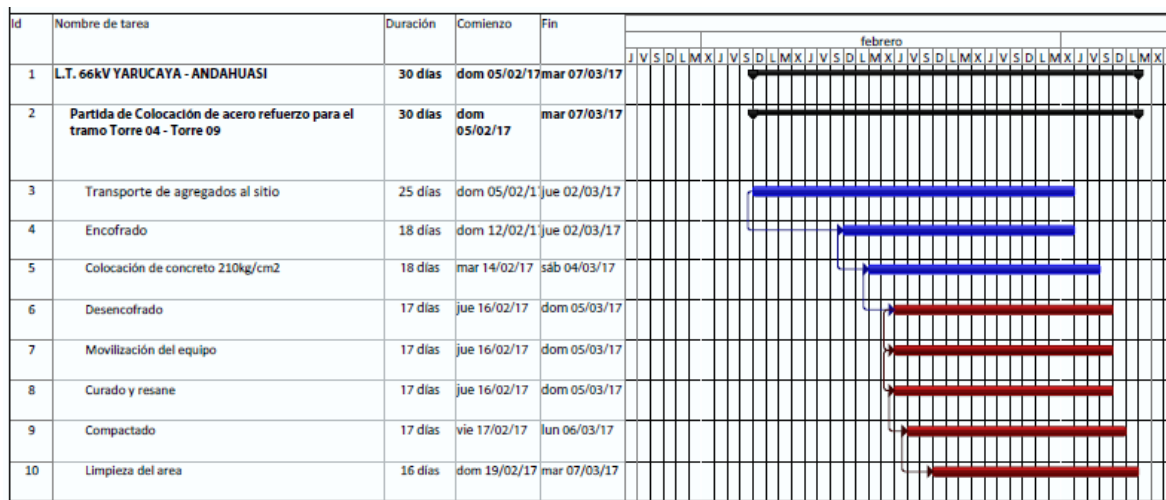


Figura 25: Colocación de concreto 210kg/cm2 - cadena crítica.
Fuente: Propia

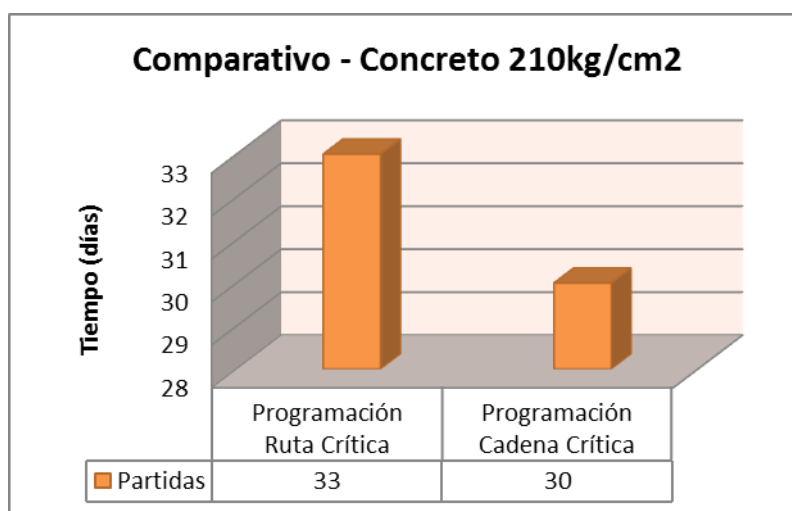


Figura 26: Partida de colocación de concreto 210kg/cm².
Fuente: Propia.

Desarrollo de la partida de colocación de concreto 210kg/cm²

En esta partida se tener una mayor coordinación entre las áreas de logística y administración y así mismo con el residente de obra. Se hizo el seguimiento de los siguientes suministros y equipos:

- Agregados (arena, piedra de ¾")
- Cemento portland tipo I
- Agua de puquio
- Mezcladora de 9 p3
- Vibrador
- Herramientas manuales (pico, lampa etc).

El planeamiento de esta partida se hizo con una sola cuadrilla de 14 personas, muy aparte de ello se tenía coordinado el transporte manual con otra cuadrilla de 20 personas (peones), los agregados también se encontraban al pie de carretera listo para su transporte al sitio de vaciado.

Se encontró una deficiencia en el transporte de agregados debido a la falta de entendimientos con el sindicato de la zona. Para mejorar lo mencionado el residente propuso el transporte con acémilas y el tesista propuso el transporte con

teleférico o cable carril lo cual fue desestimado debido a la falta de recursos para su instalación.

a) Asegurar el diseño de mezcla para concreto 210kg/cm²

Se hizo el seguimiento de este indicador, verificando que se cuente con el diseño de mezcla para concreto 210kg/cm².

A continuación se muestra el instrumento (diseño de mezcla)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

ABET
Ingeniería
Institución
Acreditada
Especialidad
Civil

Informe
Pag. 1 de 1

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : COPEMI S.A.C. CONSTRUCTORES
Obra : LINEA DE TRANSMISION 66 KV. S.E. YARUCAYA ANDAHUASI
Ubicación : SAYAN
Asunto : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm²
Expediente N° : 17-0292
Recibo N° : 64246
Fecha de emisión : 17/02/2017

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1. Cemento:
Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2. Agregado Fino:
Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA proporcionada por el solicitante y procedente de la cantera ACARAY-HUAJURA.
Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3. Agregado Grueso:
Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA 3/4" proporcionada por el solicitante y procedente de la cantera ACARAY-HUAJURA.
Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4. Combinación de Agregados:
La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

1.5. Agua:
Se uso agua proporcionada por el solicitante.

Mts. Ing. Ana Torre Camillo
Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 305

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI

LABORATORIO
ISO 9001
CERTIFICADO


Figura 27: Diseño de mezcla para concreto 210kg/cm².
Fuente: Información de la entidad.

El diseño completo se encuentra en los anexos adjuntos.

b) Análisis de prueba de agua para la mezcla

El cumplimiento de este indicador es sumamente importante para poder realizar el vaciado de concreto en las cimentaciones. Se verificó su cumplimiento y se pudo detectar que hubo una descoordinación al momento de solicitar el análisis químico, no se le indico al laboratorio los análisis que el cliente solicitaba, por la cual se volvió a realizar un segundo análisis, obteniendo una demora en el proceso de colocación del concreto.

A continuación se muestra el análisis que la entidad solicitó:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: COPEMI S.A.C. CONSTRUCTORES

REGISTRO: EQU17 - 114

OBRA/PROYECTO: "LINEA DE TRANSMISIÓN 66 Kv. S.E. YARUCAYA S.E. ANDAHUASI"


UBICACIÓN DE LA OBRA/PROYECTO: SAYAN

TIPO DE MUESTRA: Agua: M-1
Fuente de Agua: Agua de Poquito
Fecha del muestreo: 25-01-17
Hora de Muestreo: 6:00 a.m.


RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 26-01-17

ANÁLISIS DE :	CLORUROS Cl	SULFATOS (SO4) ²⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
	NTP: 339,177	NTP: 339,178	NTP: 339,152
	ppm	ppm	ppm
TIPO DE MUESTRA :			
Agua: M-1 Fuente de Agua: Agua de Poquito Fecha del muestreo: 25-01-17 Hora de Muestreo: 6:00 a.m.	48	1 153	1 351

Lima, 27 de Enero del 2017




CARMEN M. REYES CUBAS
MSc. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI



ROSA V. ALTAMIRANO MEDINA
MSc. ING. JEFA (e) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Teléfono: (511) 481 - 9845
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295



ABET
Engineering
Accreditation
Commission

Figura 28: Análisis físico – químico del agua de poquito
Fuente: Información de la entidad.

El diseño completo se encuentra en los anexos adjuntos.

c) Asegurar que se encuentre el encofrado al 100% colocado

El cumplimiento de este indicador se realizó mediante el llenado de un protocolo previo a la colocación del concreto, mediante este instrumento se verifica que se cuente con todo lo necesario, de faltar algún recurso se paraliza la actividad y procede a reprogramar la actividad.

A continuación mostramos el instrumento utilizado:

		PROTOCOLO		COP-F-OP-004-SAYAN	
		APROBACIÓN DE VACIADO DE CONCRETO		Rev. 01	12.12.2016
				Pág. 1 de 1	
PROYECTO:					
CONTRATO:					
TRAMO:					
FECHA Y HORA DE SOLICITUD:					
CLASE DE CONCRETO			RESISTENCIA ESPECIFICADA		
SITIO DE COLOCACIÓN					
COTA INFERIOR		COTA SUPERIOR		COLOCACIÓN DE ANCLAJES	
LIMPIEZA GENERAL		ACERO DE REFUERZO		INSTALACIÓN DE FORMALETAS	
PUESTAS A TIERRA		FECHA Y HORA DEL VACIADO		HORA DE APROBACIÓN	
CANTIDAD Y ESTADO EQUIPO Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR					
Equipo de medición	Modelo	Serie	Certificado de calibración (Inicio - Final de vigencia)		
PERSONAL (Apellidos y Nombres / Cargo) - Total de trabajadores y Seguridad:					
OBSERVACIONES.					
DISEÑO DE LA MEZCLA A UTILIZAR					
Cemento kg.	Grava Gruesa kg.	Grava Fina kg.	Arena kg	Agua Litros	Aditivo
Toma de muestras para ensayos de compresión:		SI		¿Cuántas muestras?	
		NO			
RESPONSABILIDAD	EMPRESA	NOMBRE DE LA PERSONA	CARGO	FIRMA	FECHA
EJECUTADO POR					
RESPONSABLE					
APROBADO POR					

Figura 29: Protocolo de vaciado de concreto 210kg/cm2.

Fuente: Información de la entidad.

Determinar la mejora de la aplicación del método cadena crítica para la mejora en construcción de cimentaciones de torres autoportadas.

Al final de haber realizado los cuadros comparativos cada una de las partidas, se procedió a unificar los datos y realizar un cuadro comparativo general de toda la muestra.

A continuación demostramos las diferencias:

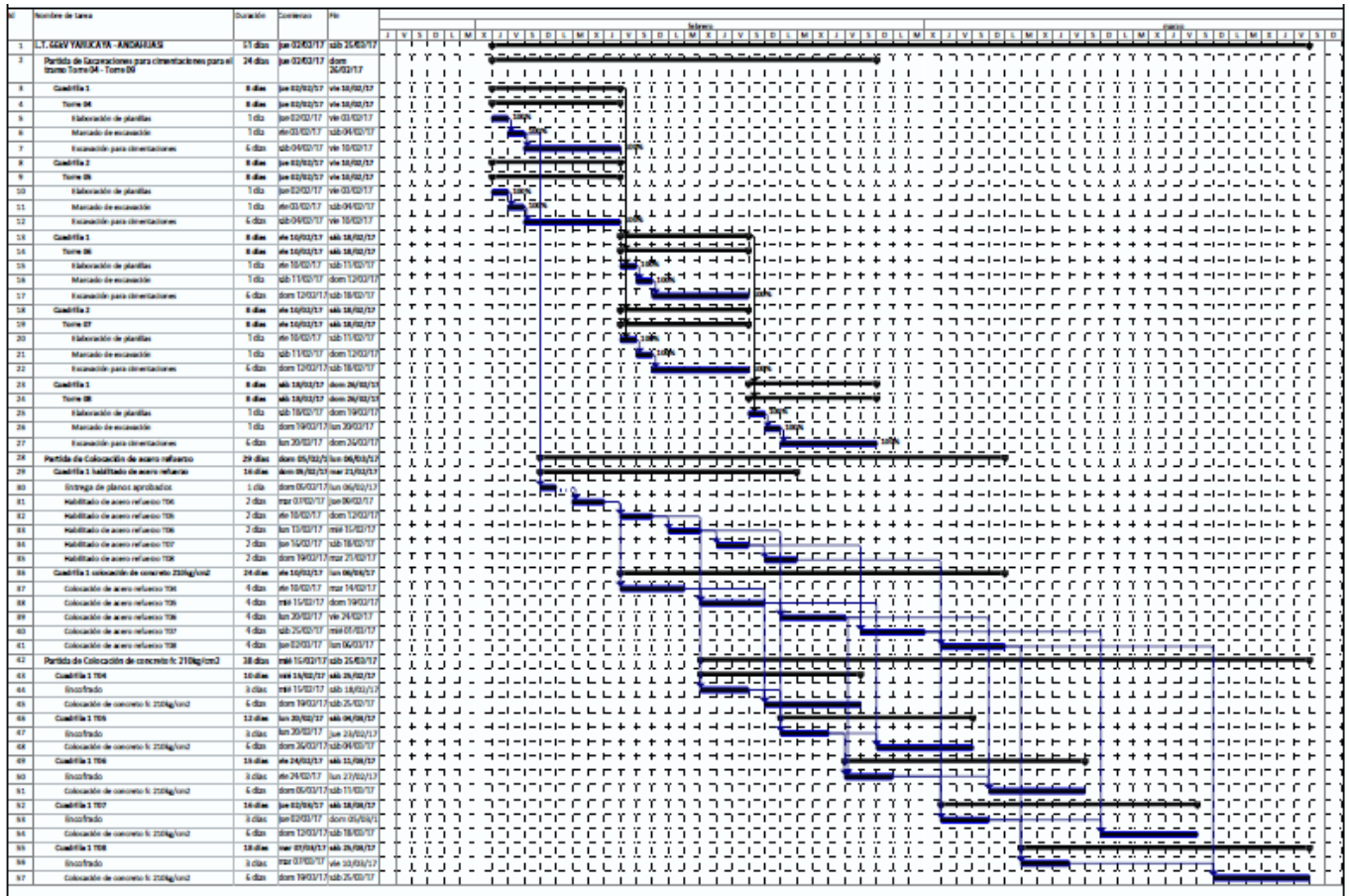


Figura 30: Cronograma general – ruta crítica.
Fuente: Propia.

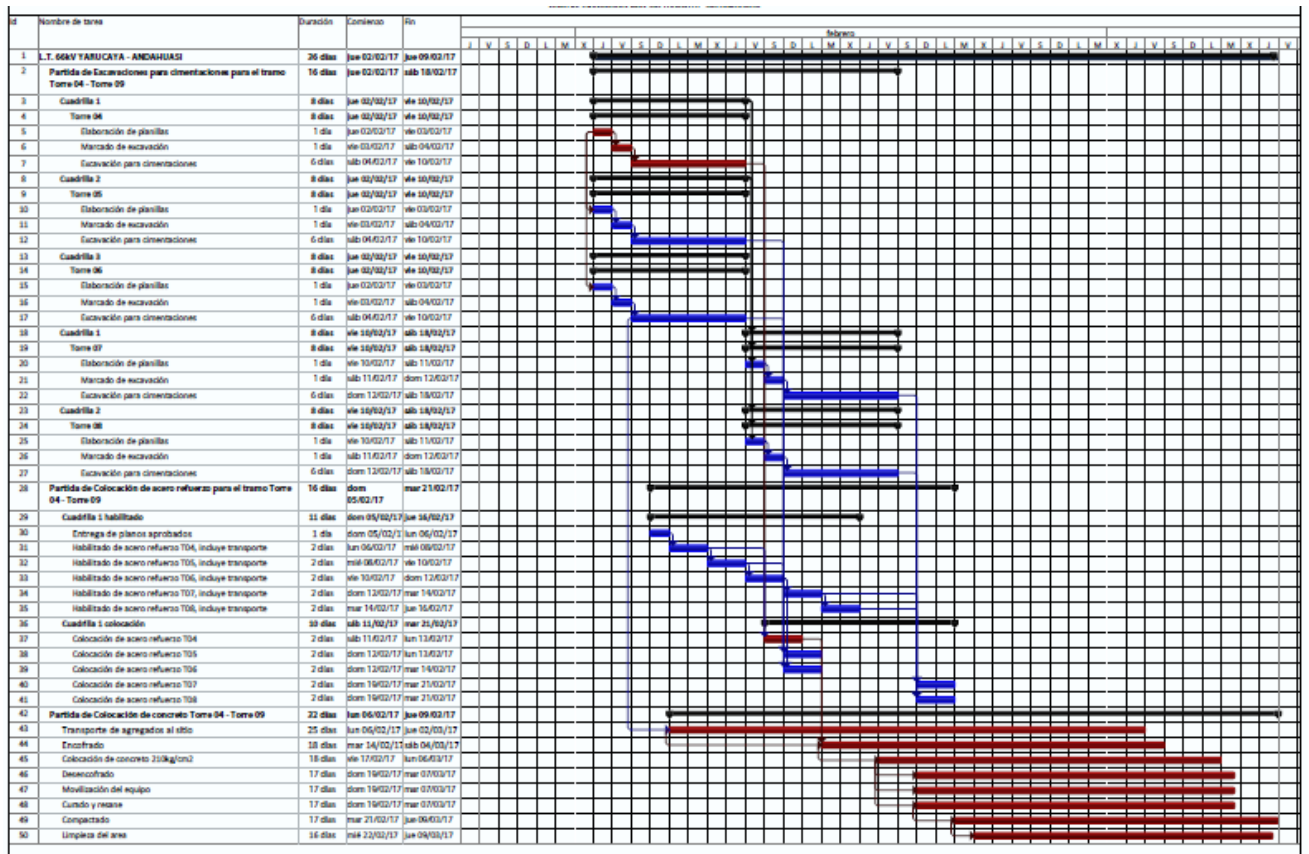


Figura 31: Cronograma general – cadena crítica.
Fuente: Propia.

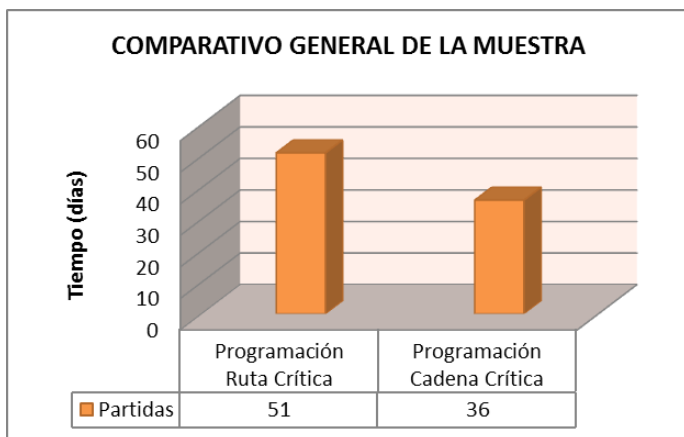


Figura 32: Comparativo de muestra.
Fuente: Propia.

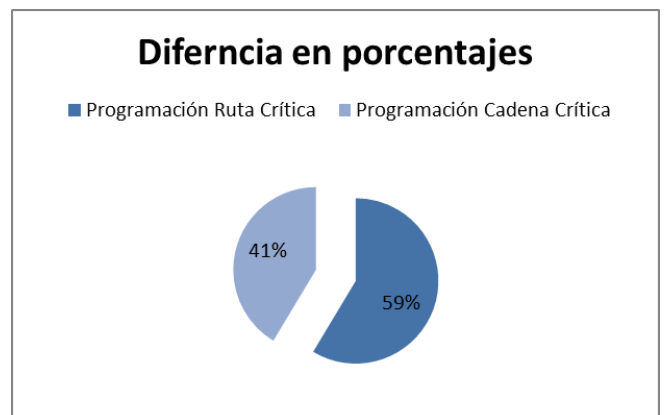


Figura 33: Comparativo de muestra en %
Fuente: Propia.

IV. DISCUSIÓN

Según (García, et al., 2015 p. 58), en su investigación titulada *“Impacto de la gestión de obra utilizando la programación de la cadena crítica en la construcción civil*, llegó a la conclusión que existe diferencias entre la programación con método de ruta crítica y con el método cadena crítica, la obra “Residencial Mostacero” en el distrito de Trujillo estuvo programado con el método ruta crítica en 128 días y mediante la programación con el método cadena crítica el resultado fue de 88 días, obteniendo 18 días menos.

Tras la comparación hecha por este autor se confirma que nuestra investigación es verdadera ya que se logra una diferencia tiempos significantes en las tres partidas analizadas y que mediante la aplicación del método cadena crítica tiene por finalidad el ahorro de tiempo y costo para la empresa constructora.

En la investigación de (Palate, 2016), indica y concordamos con su conclusión que, la elaboración de un presupuesto se determinará cuidadosamente las cantidades de cada uno de las actividades previamente detalladas del proyecto, lo que permite establecer un análisis de precios unitarios acorde a las actividades y contar con lo que conocemos los costos directos de un proyecto.

Es concordante con nuestras conclusiones la importancia de realizar el presupuesto acorde a las partidas a realizar, teniendo cuidadosamente en cuenta todas las sub partidas involucradas, haciendo así que sea confiable el desarrollo de la obra.

Contrastando con los objetivos de (Garcia, 2014) “Análisis de aplicabilidad y beneficios del método en la cadena crítica (CCPM)” en proyectos de ingeniería y construcción, es recopilar y presentar los fundamentos y experiencias en el uso del método cadena crítica en proyectos de ingeniería y construcción y comparar con el método más tradicionalmente usado en la industria, el método de ruta crítica.

En este sentido concordamos que la aplicación exitosa del método cadena crítica requiere al menos abordar los desafíos y particularidades asociadas a: Condiciones contractuales con respecto al plazo, costo y multas, información histórica y válida respecto a las duraciones de las actividades, cambio cultural,

cronograma dinámico pueden existir conflictos con la necesidad de tener fechas fijas estipuladas para los contratos. De todas formas la experiencia indica que la metodología cadena crítica suele estar retrasada o desfasada con el cumplimiento de las fechas individuales de los contratos, exponiendo al proyecto a multas que pueden llegar a ser muy altas.

Segun (Montero, et al., 2012 p. 30), en su libro titulado “cadena crítica”, llego a la conclusión que la aplicación de la cadena critica en la gestión de obras propone efectuar un cronograma de obra donde se cuide la fecha de finalización mediante la toma de las contingencias u holguras, que antes estaban repartidas en cada una de las tareas y concentrarlas en la zona donde se requieran, adicionando los “buffer o amortiguadores” en la finalización del camino crítico. También el método tiene como particularidad que toma en cuenta la influencia que va a tener el comportamiento humano en la realización de las actividades

El estudio del comportamiento humano con relación a la realización de las tareas que componen una obra es de suma importancia, puesto que las tareas directa o indirectamente son realizadas por personas, que traen consigo ciertos comportamientos que al estudiarlos se hacen generalizados y que puede afectar o no al desarrollo de la ejecución de la obra y por ende la entrega de la mismo. Por esto Dr. Goldratt incluye en la Cadena Crítica estas dependencias y hace denotar lo importante que es dicho estudio para la eficiencia y eficacia de la gestión de la obra.

Resulta que, con los antecedentes y teorías relacionadas antes descritas, se coincide en plenitud, puesto que como objetivo principal de la investigación se planteó describir cómo influye la aplicación del método de cadena crítica en la construcción de cimentaciones para torres auotsoportadas, lo que demuestra que con la recolección de datos obtenida de campo, el análisis y demostración la mejora en las partidas de excavación, colocación de acero refuerzo y colocación de concreto 210kg/cm², se reduce tiempo y por ende un menor costo de inversión.

V. CONCLUSIÓN

Conclusiones

Partida de excavaciones

La aplicación del método cadena crítica determina la mejora en la partida de excavaciones en la construcción de cimentaciones para torres autosoportadas, se logró determinar que mediante una programación con el método cadena crítica la partida de excavaciones en la construcción de cimentaciones mejora en un 33% con respecto a lo programado mediante el método de ruta crítica.

Partida de colocación de acero refuerzo

La aplicación del método cadena crítica establece la mejora en la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas, esto se demuestra con una adecuada programación con el método cadena crítica en la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones, se realiza un cuadro comparativo entre las programaciones con el método ruta crítica y el método cadena crítica y se obtiene una diferencia de 41% , demostrando al método de cadena crítica que tiene un mejor control de restricciones al momento de ejecutar un trabajo.

Partida de colocación de concreto 210kg/cm²

La aplicación del método cadena crítica logra establecer la mejora en la partida de colocación de concreto 210kg/cm² en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas, logrando establecer una programación con el método cadena crítica mejora y obtiene una diferencia de 9% con respecto a lo ejecutado en obra, reduciendo tiempo y costo, la aplicación de este método nos garantiza un mejor control de sub partidas.

Aplicación del método de cadena crítica.

Por lo descrito, la aplicación del método cadena crítica mejora en la construcción de cimentaciones para torres autosoportadas, permitiendo consolidar, la información recolectada de campo, con un análisis técnico y económico, mejorando la programación de obra con el método cadena crítica.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendaciones

A la empresa COPEMI S.A.C. Constructores, se sugiere que deben trabajar con la programación cadena crítica involucrando a todas las partes del proyecto y así obtener mejoras en la gestión de construcción, tras a ver realizado un comparativo de método cadena crítica con el método ruta crítica se obtuvo una significativa diferencia.

Que el área de recursos humanos de la empresa COPEMI S.A.C. Constructores, realice capacitaciones las personas responsables en todo el proceso constructivo con la finalidad de evitar trabajos rehechos, debiendo seguir la propuesta como resultado de este estudio de investigación porque de esa manera disminuirá costos y mejora de la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas.

A las área de proyectos de la empresas constructoras públicas y privadas, que utilice la metodología de cadena crítica para la gestión de sus proyectos ya que, con la prueba piloto de su aplicación en la etapa de planeamiento, se identificaron oportunidades de mejora en aspectos tales como la programación de los recursos y el control del riesgo en la variable tiempo del proyecto. Además, fue posible transferir un conocimiento útil para la gestión de los proyectos a las personas involucradas. Mantener un estricto control de suministro de materiales para la colocación de concreto 210kg/cm².

A todas las empresas constructoras y otras entidades que estén involucradas en la construcción de líneas de transmisión, se sugiere aplicar la metodología de cadena crítica, se debe contar con el compromiso de la alta gerencia, debido a la resistencia que pueda desarrollarse en las personas por el cambio cultural. Todo el proceso debe iniciar con una adecuada gestión del cambio organizacional, que incluya la adecuada comunicación en los niveles pertinentes, capacitación y normalización en los activos de los procesos de la organización, para que se puedan obtener los beneficios esperados y no represente un obstáculo para la organización.

VII. REFERENCIAS

Abanto, Walter Abanto. 2014. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigacion.Guia de Aprendizaje.* Trujillo : s.n., 2014.

Baptista, Roberto Hernandez Fernandez & Carlos. 2016. *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : s.n., 2016.

Betancourth, Victor. 2013. *Aplicacion Norma TIA/EIA 222G Para torres Autosoportadas tipo celosia de telecomunicaciones en Guatemala y Comparacion con Norma TIA/EIA 222F.* Guatemala : Universidad de San Carlo de Guatemala, 2013.

Bonara, Dervey Gonzales. 2008. *Metodo del Camino critico CPM y PERT.* Madrid : s.n., 2008.

Borja Suarez, Manuel. 2012.. *Metodología de la investigación científica.* Chiclayo : s.n., 2012.

2013. Carrasco Diaz. 2013.

Carrasco Diaz, Sergio. 2013. *Metodologia de la investigacion científica.* Lima : San Marcos, 2013.

—. **2006.** *Metodologia de la Investigación científica.* Primera. Lima : San Marcos, 2006.

Das, Braja M. 2012. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.* México : Cenage Learning, 2012. 13:978-0495-66812-1.

De Jesús, Anibelka, López, Glenys y Gonzales, Joan. 2012. *CPM-PERT APLICADO A CONSTRUCCIONES CIVILES.* Republica Dominicana : AMIGO DEL HOGAR, 2012.

Diaz, Carrasco. 2013. 2013.

ESPINOZA, Oscar y PEREZ, Iván. 2015. *Análisis comparativo técnico-económico para 2 tipos de cimentaciones de una edificación de concreto armado de 6 pisos en las ciudades de Trujillo, Chiclayo y Lima.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

Garcia , Marco Cruzado. 2012. *Ingeniería Aeroportuaria 4ta edición.* Madrid : Fundación AENA, 2012.

García, Brenda y Ruiz, Ericson. 2015. *Impacto de la Gestión de obra utilizando la programación de la cadena crítica en la construcción civil "Residencial Mostacero" en el distrito de Trujillo. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil).* La Libertad : s.n., 2015.

Garcia, Manuel. 2014. *Analisi de Aplicabilidad y beneficios del metodo de la cadena critica(CCPM) En proyectos de ingenieria y construccion.* Santiago de chile : s.n., 2014.

Haas , Ralph y Hudson , Ronald. 2007. *Pavement management systems.* Michigan : McGraw-Hill Book Company, 2007. 0070253919, 9780070253919.

Hernández Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. 2010. *Metodología de la investigación.* Quinta edición. México D.F. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010. pág. 613. 978-607-15-0291-9.

Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. *Metodologia de la investigacion.* Mexico : McGRAW-HILL, 2014.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* Lima : Mc Graw Hill Education, 2014. ISBN/ 978-14562-2396-0.

http://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Desarrollo. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<http://www.investigaciondeoperaciones.net/cpm.html>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<https://es.scribd.com/doc/23558262/Procesos-Constructivos>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<https://es.scribd.com/doc/79528125/PROCESO-CONSTRUCTIVO>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<https://es.scribd.com/doc/79528125/PROCESO-CONSTRUCTIVO>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<https://es.slideshare.net/nelsycarrillo/tcnica-de-observacin>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<https://prezi.com/vfboedvbyk5w/clasificacion-de-instrumentos-y-tecnicas-de-control/>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/614/7/A7.pdf>. [En línea] [Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

Instituto de la Construcción y Gerencia. 2011. *Mantenimiento y Gestión Vial.* Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2011.

Mejia Mejia, Elias. 2005. *Tecnicas e instrumentos de investigacion.* Lima : San Marcos, 2005.

Monje Alvarez, Carlos Arturo. 2011.. *Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa.* Colombia : Universidad Sur Colombiana, 2011.

Montero, Jorge, Pérez, Neivis y Tavarez, Rony. 2012. *Método de la Cadena Crítica.* Santo Domingo : Intec, 2012. 86-7229-230-8.

Ñaupas Paitan, Humberto, y otros. 2014. *Metodología de la investigación.* Bogota : Ediciones de la U, 2014. 978-958-762-188-4.

OBS. 2013. *Metodología de la cadena crítica (CCPM).* 2013.

Palate, Luis. 2016. *Elaboracion de presupuesto, programacion y sistema de control y su incidencia en la construccion de edificios.* Rio de Janeiro : s.n., 2016.

Parella Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. 2012. *Metodologia de la investigacion cuantitativa.* Caracas : FEDUPEL, 2012.

Peck, Ralph B., Hanson, Walter E. y Thornburn, Thomas H. 2000. *Ingeniería de Cimentaciones.* México : Limusa, S.A. de C.V., 2000. 968-18-1414-2.

Péraire, Cécile, y otros. 2007. *The IBM Rational Unified Process for System z.* s.l. : This edition applies to the IBM Rational Method Composer Version 7.1, 2007. 073848900X.

Pérez Porto, Julián. 2008. *Ruta crítica.* 2008.

Perez, Jose. 2014. *implementacion de la administracion de proyectos para instalar una red de area local utilizando Microsoft Project.* Mexico : s.n., 2014.

Prezi. 2013. <https://prezi.com/vfboedvbyk5w/clasificacion-de-instrumentos-y-tecnicas-de-control/>. [En línea] 29 de Noviembre de 2013. [Citado el: 02 de Marzo de 2017.] <https://prezi.com/vfboedvbyk5w/clasificacion-de-instrumentos-y-tecnicas-de-control/>.

Ramirez, Liliam. 2008. *Aplicación de la metodología de la cadena crítica y la teoría de las restricciones en la planificación del departamento de investigación y desarrollo de una compañía de desarrollo tecnológico.* Caracas : Universidad Católica Andres Bello, 2008.

Ruiz Bolivar, Carlos. 2005. *Programa Interinstitucional en Educacion.* Bolivia : UPEL/PIDE, 2005.

Sacalxot López, Wiliam Lisandro. 2005. *Cimentaciones para torres autosoportadas.* Guatemala : s.n., 2005.

Sanchez Carlessi, Hugo y Reyes Meza, Carlos. 2006. *Metodologia y diseño en la investigacion cientifica.* Lima : Vision Universitaria, 2006.

Silva, Williams. 2012. *Rediseño de la estructura de la torre autosoportada de H71m, que soporte las antenas de radiofrecuencia y microondas existentes.* Lima : s.n., 2012.

Solminihac T., Hernán . 2005. *Gestión de infraestructura vial.* Colombia : Alfaomega Grupo Editor, 2005.

Tamayo Tamayo, Mario. 2003. *EL PROCESO DE LA INVESTIGACION CINETIFICA.* Mexico : LIMUSA, S.A. DE C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES, 2003.

Valderrama Mendoza, Santiago. 2013. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* Lima : San Marcos, 2013. pág. 495. 978-612-302-878-7.

Villagomez, H. Mejía Ñaupas & E.Nova &. 2014. *Metodología de la Investigación.* Bogota : s.n., 2014.

Yepes Piqueras, Víctor. 2016. *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención.* Valencia : Universitat Politècnica de Valencia, 2016. 978-84-9048-457-9.

VIII.ANEXOS

7.1 Matriz de consistencia



Matriz de Consistencia “APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV, EN SAYAN, LIMA, 2017”



Matriz de Consistencia

Poblema	Objetivos	Hipotesis	Variables	Metodología
<p>Problema general.</p> <p>¿De qué manera la aplicación del método cadena crítica mejora la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p> <p>Problemas Específicos.</p> <p>1.- ¿De qué manera la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p> <p>2.- ¿En qué medida la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de colocación de acero refuerzo en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p> <p>3.- ¿De qué forma la aplicación del método cadena crítica mejora en la partida de colocación de concreto en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017?</p>	<p>Objetivo general.</p> <p>Determinar la mejora con aplicación del método cadena crítica para construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>1.- Determinar la mejora con el método cadena crítica en la partida de excavaciones en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas de la línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>2.- Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas de la línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>3.- Establecer la mejora del método cadena crítica en la partida de colocación de concreto en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La aplicación del método cadena crítica determina la mejora en construcción de cimentaciones para torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>Hipótesis Específicas.</p> <p>1.- La aplicación del método cadena crítica determina mejorar la partida de excavaciones en la construcción de cimentaciones en torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>2.- La aplicación del método cadena crítica establece mejorar la partida de colocación de acero refuerzo en construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p> <p>3.- La aplicación del método cadena crítica establece mejorar la partida de colocación de concreto en la construcción de cimentaciones de torres autosoportadas - caso línea de transmisión 66kV, en Sayan, Lima 2017</p>	<p>Variable 1: Cadena crítica</p> <p>Variable 2: Construcción de cimentaciones de torres autosoportadas</p>	<p>METODO: Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>NIVEL: Explicativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental</p> <p>POBLACION: Las 50 Torres metálicas, por lo tanto tenemos 200 cimentaciones, que tiene la línea de transmisión 66kV S.E. Yarucaya – S.E. Andahuasi, Sayan, Huaura, Lima, en el 2017.</p> <p>MUESTREO: No probabilístico del tipo intencional.</p> <p>MUESTRA: Las 5 torres que hacen un total de 20 cimentaciones de la línea de transmisión 66kV. S.E. Yarucaya – S.E. Andahuasi, Sayan, Huaura, Lima, en el 2017.</p> <p>TECNICA: - Observación directa.</p> <p>INSTRUMENTOS - Ficha de recopilación de datos</p>



7.2 Instrumento de investigación validado

7.2.1 Experto 1

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOPIACION DE DATOS VALIDADO										
PROYECTO:	APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV, EN SAYAN, LIMA, 2017										VALORACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
AUTOR:	DARWIN ALEX VASQUEZ GONZALES											
I.- INFORMACION GENERAL:												
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA INVESTIGACIÓN:												
DISTRITO:	SAYAN				ALTITUD:	659 m.s.n.m.						0.9
PROVINCIA:	HUAURA				LATITUD:	11°07'59" S						
REGION:	LIMA				LONGITUD:	77°11'40" O						
II.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA										0.85	
DIMNESIÓN (1)	TIEMPO											
DATOS DE CAMPO												
Planeamiento				Programación				Ejecución y control				0.95
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
III.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA										0.85	
DIMNESIÓN (2)	RECURSOS											
DATOS DE CAMPO												
Contratación de personal				Problemas lógicos				Problemas técnicos				0.95
Aprobado	()	Desaprobado	()	Si	()	No	()	Si	()	No	()	
IV.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA										0.85	
DIMNESIÓN (3)	PARÁMETROS											
DATOS DE CAMPO												
Plazo contractual				Toma de decisiones				Económico				0.95
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
Observaciones :												
CALIFICACION Y FIRMA DE EXPERTO 1												PROMEDIO
NOMBRE:	WILSON ARANDA CHAVEZ										 WILSON ARANDA CHAVEZ INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 34427	0.90
PROFESION	INGENIERO CIVIL											
EMPRESA	OSITRAN											
CARGO:	SUPERVISOR DE INVERSIONES											

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOPIACION DE DATOS VALIDADO									
PROYECTO:	APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV, EN SAYAN, LIMA, 2017								VALORACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
AUTOR:	DARWIN ALEX VASQUEZ GONZALES										
I.- INFORMACION GENERAL:									0.9		
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA INVESTIGACIÓN:											
DISTRITO:	SAYAN			ALTITUD:	659 m.s.n.m.						
PROVINCIA:	HUAURA			LATITUD:	11°07'59" S						
REGION:	LIMA			LONGITUD:	77°11'40" O						
II.- VARIABLE (2)	CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES								0.85		
DIMNESIÓN (1)	EXCAVACIONES										
DATOS DE CAMPO									0.95		
Topografía			Tipo de suelos			Aprobación de cimentación					
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado		()	Desaprobado
III.- VARIABLE (2)	CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES								0.85		
DIMNESIÓN (2)	COLOCACIÓN DE ACERO REFUERZO										
DATOS DE CAMPO									0.95		
Verificar la excavación			Verificar la nivelación			Diseño estructural					
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado		()	Desaprobado
IV.- VARIABLE (2)	CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES								0.85		
DIMNESIÓN (3)	COLOCACIÓN DE CONCRETO 210KG/CM2										
DATOS DE CAMPO									0.95		
Verificar la colocación de acero			Verificar la colocación del encofrado			Recursos					
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado		()	Desaprobado
Observaciones :									0.90		
CALIFICACION Y FIRMA DE EXPERTO 1									PROMEDIO		
NOMBRE:	WILSON ARANDA CHAVEZ			 WILSON ARANDA CHAVEZ INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 54877				0.90			
PROFESION	INGENIERO CIVIL										
EMPRESA	OSITRAN										
CARGO:	SUPERVISOR DE INVERSIONES										



7.2.2 Experto 2

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOPIACION DE DATOS VALIDADO					
PROYECTO	APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV, EN SAYAN, LIMA, 2017						VALORACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
AUTOR:	DARWIN ALEX VASQUEZ GONZALES						
I.- INFORMACION GENERAL:							0.85
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA INVESTIGACIÓN:							
DISTRITO:	SAYAN		ALTITUD:	659 m.s.n.m.			
PROVINCIA:	HUAURA		LATITUD:	11°07'59" S			
REGION:	LIMA		LONGITUD:	77°11'40" O			
II.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA						0.85
DIMNESIÓN (1)	TIEMPO						
DATOS DE CAMPO							0.9
Planeamiento		Programación		Ejecución y control			
Aprobado ()	Desaprobado ()	Aprobado ()	Desaprobado ()	Aprobado ()	Desaprobado ()		
III.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA						0.95
DIMNESIÓN (2)	RECURSOS						
DATOS DE CAMPO							0.95
Contratación de personal		Problemas lógicos		Problemas técnicos			
Aprobado ()	Desaprobado ()	Si ()	No ()	Si ()	No ()		
IV.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA						0.85
DIMNESIÓN (3)	PARÁMETROS						
DATOS DE CAMPO							0.9
Plazo contractual		Toma de decisiones		Económico			
Aprobado ()	Desaprobado ()	Aprobado ()	Desaprobado ()	Aprobado ()	Desaprobado ()		
Observaciones :							0.90
_____ _____							
CALIFICACION Y FIRMA DE EXPERTO 1							PROMEDIO
NOMBRE:	JUAN JOSE MAGUIÑA CORTEZ		 JUAN JOSE MAGUIÑA CORTEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 82112				0.89
PROFESION	INGENIERO CIVIL						
EMPRESA							
CARGO:							




PROYECTO	APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66KV, EN SAYAN, LIMA, 2017										VALORACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
AUTOR:	DARWIN ALEX VASQUEZ GONZALES											
I.- INFORMACION GENERAL:												
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA INVESTIGACIÓN:												
DISTRITO:	SAYAN			ALTITUD:	659 m.s.n.m.						0.85	
PROVINCIA:	HUAURA			LATITUD:	11°07'59" S							
REGION:	LIMA			LONGITUD:	77°11'40" O							
II.- VARIABLE (2) CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES											0.9	
DIMNESIÓN (1) EXCAVACIONES												
DATOS DE CAMPO												
Planeamiento			Programación				Ejecución y control				0.95	
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
III.- VARIABLE (2) CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES											0.85	
DIMNESIÓN (2) COLOCACIÓN DE ACERO REFUERZO												
DATOS DE CAMPO												
Verificar la excavación			Verificar la nivelación				Diseño estructural				0.95	
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
IV.- VARIABLE (2) CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES											0.9	
DIMNESIÓN (3) COLOCACIÓN DE CONCRETO 210KG/CM2												
DATOS DE CAMPO												
Verificar la colocación de acero			Verificar la colocación del encofrado				Recursos				0.95	
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
Observaciones :											0.85	
CALIFICACION Y FIRMA DE EXPERTO 2											PROMEDIO	
NOMBRE:	JUAN JOSE MAGUIÑA CORTEZ										 JUAN JOSE MAGUIÑA CORTEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 82112	
PROFESION	INGENIERO CIVIL											
EMPRESA												
CARGO:												
											0.90	

7.2.3 Experto 3

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOPILOCACION DE DATOS VALIDADO									
PROYECTO:	APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66kV, EN SAYAN, LIMA, 2017							VALORACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR:	DARWIN ALEX VASQUEZ GONZALES										
I.- INFORMACION GENERAL:											
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA INVESTIGACIÓN:											
DISTRITO:	SAYAN			ALTITUD:	659 m.s.n.m.						
PROVINCIA:	HUAURA			LATITUD:	11°07'59" S						
REGION:	LIMA			LONGITUD:	77°11'40" O						
II.- VARIABLE (2)		CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES							0.95		
DIMNESIÓN (1)		EXCAVACIONES							0.85		
DATOS DE CAMPO											
Topografía			Tipo de suelos			Aprobación de cimentación			0.9		
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()
III.- VARIABLE (2)		CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES									
DIMNESIÓN (2)		COLOCACIÓN DE ACERO REFUERZO									
DATOS DE CAMPO											
Verificar la excavación			Verificar la nivelación			Diseño estructural			0.95		
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()
IV.- VARIABLE (2)		CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES							0.9		
DIMNESIÓN (3)		COLOCACIÓN DE CONCRETO 210KG/CM2							0.95		
DATOS DE CAMPO											
Verificar la colocación de acero			Verificar la colocación del encofrado			Recursos			0.95		
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()
Observaciones :									0.85		
CALIFICACION Y FIRMA DE EXPERTO 1									PROMEDIO		
NOMBRE:	JOSE SAMUDIO MORALES							0.91			
PROFESION	INGENIERO CIVIL										
EMPRESA	INDEPENDIENTE										
CARGO:											



PROYECTO:	APLICACIÓN DEL MÉTODO CADENA CRÍTICA PARA LA MEJORA EN CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES DE TORRES AUTOSOPORTADAS – CASO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 66KV, EN SAYAN, LIMA, 2017										VALORACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
AUTOR:	DARWIN ALEX VASQUEZ GONZALES											
I.- INFORMACION GENERAL:												
UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA INVESTIGACIÓN:												
DISTRITO:	SAYAN			ALTITUD:	659 m.s.n.m.			0.85				
PROVINCIA:	HUAURA			LATITUD:	11°07'59" S							
REGION:	LIMA			LONGITUD:	77°11'40" O							
II.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA										0.95	
DIMNESIÓN (1)	TIEMPO											
DATOS DE CAMPO												
Planeamiento			Programación				Ejecución y control					0.95
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
III.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA										0.9	
DIMNESIÓN (2)	RECURSOS											
DATOS DE CAMPO												
Contratación de personal			Problemas lógicos				Problemas técnicos					0.9
Aprobado	()	Desaprobado	()	Si	()	No	()	Si	()	No	()	
IV.- VARIABLE (1)	APLICACION DEL MÉTODO RUTA CRÍTICA										0.85	
DIMNESIÓN (3)	PARÁMETROS											
DATOS DE CAMPO												
Plazo contractual			Toma de decisiones				Económico					0.95
Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	Aprobado	()	Desaprobado	()	
Observaciones :												0.90
CALIFICACION Y FIRMA DE EXPERTO 1												PROMEDIO
NOMBRE:	JOSE SAMUDIO MORALES											
PROFESION	INGENIERO CIVIL											
EMPRESA	INDEPENDIENTE											
CARGO:												
												0.91

ANEXO 01 DISEÑO DE MEZCLA

ANEXO 02 ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL AGUA

7.3 Planos

7.4 Registro fotográfico



Figura 34: Presenciando la Excavación



Figura 35: Presenciando la colocación de acero refuerzo.



Figura 36: Presenciando la colocación del concreto para cimentación



Figura 37: Mmedida del slump 3-4")



Figura 38: Cimentación terminada



Figura 39: Compactado de la cimentación



Figura 40: En la zona de trabajo (Torre 4)



Figura 41: Fotografía en el zona de trabajo