



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



Tesis

“REORDENAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA MEDIANTE EL MODELO CARGA – DISTANCIA DE LA EMPRESA CONCRETOS ARTEAGA CUSCO”, 2016-2017

Presentado por:

Bach. Flor de Maria Gárate Palomino

Para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesora: Mg. Caverro Pacheco, Shaili

CUSCO - PERÚ

2017



AGRADECIMIENTO

A Dios.

A Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A Mis padres.

Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

A nuestra querida Universidad Andina Del Cusco

Por haberme acogido en sus aulas.

A la escuela profesional de Ingeniería Industrial y muy especialmente a su plana docente, por haberme formado como profesional con ética y valores

A nuestros maestros.

Ing. Shaili Julie Caverro, Carlos Benavides Palomino y Jesús Blanco por el gran apoyo y motivación para la elaboración y culminación de este proyecto de investigación.

¡Gracias a ustedes!



INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio de investigación titula REORDENAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA MEDIANTE EL MODELO CARGA – DISTANCIA DE LA EMPRESA CONCRETOS ARTEAGA CUSCO”, 2016-2017 está referida al estudio de la mejora de la producción de la empresa Concretos Arteaga Cusco, aplicando una herramienta llamada Carga – Distancia obteniendo mejor ubicación de las áreas de producción, disminuyendo los tiempos y distancias de producción, la finalidad es reordenar la planta actual para mejorar su productividad y abastecer al cliente en el momento que se requiera.

A partir de una observación detallada y minuciosa de los diferentes intereses de mejorar la línea de producción y desarrollos que tiene la, se puede empresa delimitar y evidenciar los problemas que de alguna manera no están generando valor al sistema productivo y por el contrario están produciendo desperdicios y/o pérdidas de todo tipo (Almacenamiento, movimiento, transporte, reproceso, tiempos de espera, recurso humano entre otras), para lo cuales es necesario llevar a cabo un detallado trabajo en cada una de las áreas de la empresa con el fin de solucionar el problema y llegar a eliminar todo tipo de pérdidas, beneficiando a la empresa en cada uno de los aspectos mencionados.

El principal objetivo del presente trabajo de investigación es lograr un reordenamiento de planta ,usando los instrumentos de investigación como son el levantamiento topográfico de la planta , cronometraje de cada actividad productiva, y a partir de ellos captar toda la información posible para que el resultado sea lo esperado; como complemento a ello se realiza el aplicativo de la relación carga distancia, para que así se puedan adaptar estrategias de posición para las diferentes áreas de trabajo y que finalmente se tenga la distancia mínima que relacione y asegure el flujo continuo de la producción.



En el presente documento, teniendo en cuenta toda la formulación, planteamiento, análisis y posibles soluciones encontradas, lo que hizo posible obtener la solución ideal al problema y a su vez brindar recomendaciones en otras áreas que beneficia no solo la productividad sino también la estructura organizativa de la empresa, se encuentra organizado de la siguiente manera.

En el capítulo I: Introducción

Se expone el planteamiento del problema, la formulación del problema, la justificación, objetivos de la investigación y delimitación del estudio.

En el capítulo II: Marco Teórico.

Se expone los antecedentes, Bases teóricas, Marco Conceptual y las Variables.

En el Capítulo III: Diseño Metodológico.

Tipo de Investigación, Diseño de investigación, Alcance de estudio, Método de investigación, Población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y Técnicas de procesamiento de datos.

Capítulo IV: Situación actual de la Empresa.

Aspectos generales.

Capítulo V: Resultado de la Investigación.

Resultados Respecto a los objetivos Específicos.

Capítulo VI: Propuesta.

Propuesta técnica, Propuesta económica.

Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexo



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal reordenar la distribución de planta mediante el modelo Carga-Distancia de la EMPRESA CONCRETOS ARTEAGA CUSCO 2016-2017 y posteriormente según los resultados desarrollar un plan de mejora.

El trabajo de investigaciones se realizó para aumentar la producción de postes, debido que en la ciudad de Cusco solo contamos con tres fábricas de postes de concreto y no se llega a abastecer al mercado.

Para ello primero se realizó la descripción de la empresa CONCRETOS ARTEAGA CUSCO, posteriormente se hizo el análisis de la situación actual, para dicho desarrollo se aplicó la herramienta Carga – Distancia que esta nos permite dar a conocer la mejor distribución mediante el conocimiento de las áreas, las dimensiones de cada una de ellas las distancias, las rutas y los tiempos de fabricación, luego se realizó el análisis de los resultados logrando definir los puntos más críticos en la producción de postes que son las áreas, los tiempos, las distancias y maquinas en desuso.

Por último, en la parte final se expone las conclusiones y las recomendaciones que se llegaron como consecuencia del trabajo a lo largo de proceso de investigación, se detallan las fuentes de información utilizadas, que contribuyen al soporte bibliográfico de la presente tesis.

En los anexos se presenta el cuestionario aplicados al personal que labora en CONCRETOS ARTEAGA CUSCO, tablas de cálculos recopilados, Planos, fotografías y diagramas.

En este entender se plantea la implementación de este estudio y se pone a disposición de los interesados.

Palabras claves: Carga-Distancia, concreto, distribución de planta, Áreas, Dimensiones, rutas, producción, tiempos de fabricación.



ABSTRACT

The main objective of this research work is to reorder the distribution of the plant using the Cargo-Distance model of the CONCRETOS ARTEAGA CUSCO 2016-2017 COMPANY and subsequently, according to the results, to develop an improvement plan.

The research work was carried out to increase the production of poles, because in the city of Cusco we only have three factories of concrete poles and we do not get to supply the market.

For this, the description of the company CONCRETOS ARTEAGA CUSCO was first made, then the analysis of the current situation was made, for this development the Load - Distance tool was applied, which allows us to know the best distribution through the knowledge of the areas, the dimensions of each one of them the distances, the routes and the times of manufacture, then the analysis of the results was carried out, being able to define the most critical points in the production of ports that are the areas, the times, the distances and the machines in disuse.

Finally, in the final part, the conclusions and recommendations that were reached as a result of the work along the research process are explained, the sources of information used are detailed, which contribute to the bibliographic support of this thesis.

In the annexes the questionnaire is presented to the personnel working in CONCRETOS ARTEAGA CUSCO, calculation tables compiled, Plans, photographs and diagrams.

In this understanding, the implementation of this study is proposed and made available to interested parties.

Keywords: Load-Distance, concrete, plant distribution, Areas, Dimensions, routes, production, manufacturing times.



INDICE

AGRADECIMIENTO.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE ANEXOS	XIV
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1. Conveniencia	3
1.3.2. Relevancia social.....	3
1.3.3. Implicancias Prácticas	4
1.3.4. Utilidad metodológica	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4



1.5.	DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
1.5.1.	Delimitación Temporal.....	5
1.5.2.	Delimitación Espacial.....	5
2.	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	ANTECEDENTES.....	6
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	11
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1.	Distribución de Planta.....	14
2.2.2.	Modelo carga Distancia.....	30
2.2.3.	Reordenamiento de Planta.....	31
2.2.4.	PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos).....	32
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	38
2.4.	VARIABLES.....	41
2.4.1.	Identificación de variables.....	41
2.4.2.	Operacionalización de Variables.....	42
3.	CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	43
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.3.	ALCANCE DEL ESTUDIO.....	43
3.4.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44



3.5.1. Unidad de Estudio	44
3.5.2. Población	44
3.5.3. La Muestra	44
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.6.1. Técnicas de la investigación	44
3.6.2. Instrumentos y Equipos de investigación	45
3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	45
3.7.1. Procesamiento Manual:	45
3.7.2. Procesamiento Electrónico:	45
4. CAPITULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	46
4.1. ASPECTOS GENERALES	46
4.2. RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
4.2.1. Resultados respecto al objetivo específico 1	47
4.2.2. Resultados respecto al objetivo específico 2	57
4.2.3. Resultados respecto al objetivo específico 3	65
4.2.4. Resultados respecto al objetivo general	69
5. CAPITULO VI: PROPUESTA	77
5.1. PROPUESTA TECNICA	77
5.1.1. Cursograma Analítico.....	77
5.1.2. Cronograma de Implementación.....	86
5.2. PROPUESTA ECONOMICA	87
5.2.1. Costo de Fabricación de Postes.....	87



5.2.2. Rentabilidad anual.....88

5.2.3. Propuesta económica para la implementación.....89

CONCLUSIONES90

RECOMENDACIONES.....94

BIBLIOGRAFÍA.....95

ANEXOS96



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables42

Tabla 2: Dimensiones de las áreas actuales y propuestas (planta 1,2,3,4 y zonas de curado).....48

Tabla 3: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (armados de acero 1)48

Tabla 4: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (armados de acero 2 sin uso).....49

Tabla 5: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (guardianía).....50

Tabla 6: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (depósito de herramientas)50

Tabla 7: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (depósito cemento).....51

Tabla 8: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (depósitos varios) .51

Tabla 9: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (oficina)52

Tabla 10: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuesto (almacén de acero).52

Tabla 11: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (almacén de postes de 13 mts)53

Tabla 12: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 11 mts)53

Tabla 13: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 11 mts II).....54

Tabla 14: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 8 mts)54

Tabla 15: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 22 mts)55

Tabla 16: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (almacén de agregados).....55

Tabla 17: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales (almacén de moldes).....56

Tabla 18: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales (servicios higiénicos).....56

Tabla 19: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales (vestidores).....57

Tabla 20: Diagrama de precedencia actual y propuesta de postes de 13 m.....58

Tabla 21: Diagrama de procedencia actual y propuesta de postes de 8 m60

Tabla 22: Diagrama de precedencias actual y propuesta de postes de 11 m62

Tabla 23: Diagrama de precedencia actual de postes de 22 m64

Tabla 24: Distancias y tiempos de producción de postes de 22m.....66

Tabla 25: Distancias y tiempos de producción de postes de 11m.....67



Tabla 26: Distancias y tiempos de producción de postes de 8m.....68

Tabla 27: Distancias y tiempos de producción de postes de 13m.....69

Tabla 28: Tiempos de producción actual y propuesta de postes de 22 m70

Tabla 29: Tiempos de producción actual y propuesto de postes de 11m71

Tabla 30: Tiempos de producción actual y propuesto de postes de 8m72

Tabla 31: Tiempos de producción actual y propuesto de postes de 13m74

Tabla 32: Requerimiento de mano de obra.....75

Tabla 33: Cantidad de postes fabricados76

Tabla 34: Curado de postes con vaporizado y sin vaporizado.....76

Tabla 35: Cursograma Analítico actual de postes de 8 metros.....79

Tabla 36: Cursograma Analítico propuesto de postes de 8 metros.....81

Tabla 37: Cursograma Analítico actual de postes de 11 metros80

Tabla 38: Cursograma Analítico propuesto de postes de 11 metros81

Tabla 39: Cursograma Analítico actual de postes de 13 metros82

Tabla 40: Cursograma Analítico propuesto de postes de 13 metros83

Tabla 41: Cursograma Analítico actual de postes de 22 metros84

Tabla 42: Cursograma Analítico propuesto de postes de 22 metros85

Tabla 43: Cronograma de implementación.....86

Tabla 44: Costo de Fabricación de Postes.87

Tabla 45: Rentabilidad Anual88

Tabla 46: Propuesta económica para la implementación89

Tabla 47: Tiempos actuales y propuestos de traslado de agregado90

Tabla 48: Tiempos actuales y propuestos de traslado de cemento de almacén
a zona de trabajo.91

Tabla 49: Tiempos actuales y propuestos de traslado de Habilitado y armado de
estructura metálica para poste91

Tabla 50: Tiempos actuales y propuestos de Desencofrado de postes.....92

Tabla 51: Tiempos actuales y propuestos de Traslado de agregado93

Tabla 52: Tiempos actuales y propuestos de traslado de cemento de almacén
a zona de trabajo.93

Tabla 53: Tiempos actuales y propuestos de cantidad de postes fabricados93

Tabla 54: Matriz de consistencia.....97

Tabla 55: Operacionalización de Variables98

Tabla 56: Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 13 mts99

Tabla 57: Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 8 mts100

Tabla 58: Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 11 mts.101

Tabla 59: Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 22 mts102



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la Fábrica de Concreto Arteaga.....5

Figura 2: Tipo de problema de distribución y causa más frecuentes.....24

Figura 3: Movimiento de los medios directos de producción25

Figura 4: Distribución por posición fija: ensamble de un avión Airbus A340/600
en la planta de Airbus en Tolueno (Francia)27

Figura 5: Distribución en planta por proceso28

Figura 6: Distribución en planta por producto29

Figura 7: Tabla de cálculo de esperado.....33

Figura 8: Formula para celular el tiempo esperado33

Figura 9: tabla para celular el tiempo esperado.....34

Figura 10: Diagrama de red.....34

Figura 11: Calculo del Diagrama de red con T135

Figura 12: Calculo del Diagrama de red con T236

Figura 13: Calculo del Diagrama de red con T337

Figura 14: Calculo de la ruta critica38

Figura 15: Organigrama.....46

Figura 16: Diagrama de precedencia de postes de 13m.....58

Figura 17: Diagrama de precedencia de postes de 13m.....59

Figura 18: Diagrama de precedencia de postes de 8 m60

Figura 19: Diagrama de precedencia de postes de 8m61

Figura 20: Diagrama de precedencia de postes de 11m.....62

Figura 21: Diagrama de precedencia de postes de 11m.....63

Figura 22: Diagrama de precedencia de postes de 22m.....64

Figura 23: Diagrama de precedencia de postes de 22m.....65

Figura 24: Encuesta para la fabricación de postes de concreto área administrativa104

Figura 25: Encuesta para la fabricación de postes de concreto Gerente General105

Figura 26: Encuesta para la fabricación de postes de concreto Encargado de Logística .106

Figura 27: Encuesta para la fabricación de postes de concreto Maestro Soldador107

Figura 28: Encuesta para la fabricación de postes de concreto Maestro Preparador de
Concreto108

Figura 29: Encuesta para la fabricación de postes de concreto Armador de Fierro.....109

Figura 30: Zona de centrifugado de postes110

Figura 31: Traslado de cemento hacia mezcladora110

Figura 32: Engrasado de moldes de postes.111

Figura 33: Traslado de preparado de Concreto111

Figura 34: Vaciado de concreto hacia los moldes112

Figura 35: Zona de soldado de estructura metálica112



Figura 36: Armado de estructura metálica..... 113

Figura 37: Planchado de concreto 113

Figura 38: Tapado de molde de Postes 114

Figura 39: Empernado de molde de postes 114

Figura 40: Vista de desorden..... 115

Figura 41: Almacén de postes 115



INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Matriz de Consistencia.....	97
Anexo 2:	Operacionalización de variables	98
Anexo 3:	Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 13 mts	99
Anexo 4:	Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 8 mts	100
Anexo 5:	Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 11 mts	101
Anexo 6:	Cálculo del tiempo esperado para producción de postes de 22 mts	102
Anexo 7:	Encuentas.....	104
Anexo 8:	Fotos.....	110
Anexo 9:	Diagrama de precedencias actual y propuesto.....	116
Anexo 10:	Planos con desorden y sin desorden.....	117
Anexo 11:	Planos de distancia actuales y propuestas	118
Anexo 12:	Planos de distribución actual y propuesta	119



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El modelo Carga – Distancia es una herramienta de distribución en planta que permite dar a conocer la mejor distribución de una empresa mediante el conocimiento de las áreas, las dimensiones de cada una de ellas, las distancias y la ruta de fabricación, cambiando de lugar las áreas que afectan el proceso productivo aumentando el rendimiento de la empresa. (Krajewaki Lee, 2000, pág. 365)

Bondades de aplicar la herramienta Carga-Distancia.

- Incrementar la producción.
- Disminuir los retrasos en la producción.
- Minimizar las necesidades de espacio (tanto el destinado a producción como el necesario para almacenamiento o servicios).
- Disminuir el tránsito de materiales.
- Lograr un uso eficiente de la maquinaria, la mano de obra y los servicios.
- Disminuir los tiempos de fabricación y la cantidad de material en proceso.
- Facilitar la supervisión.
- Disminuir la confusión y la congestión.
- Disminuir el riesgo para el material o su calidad.
- Facilitar los ajustes o los cambios en el proceso.

La empresa que aplicó la herramienta carga- distancia fue la empresa DERJOR LTDA aumento sus niveles de productividad presentando un porcentaje de mejora del 53,8%.

Las fábricas de postes actuales que se tiene en el departamento de Cusco son muy escasas solo se cuenta con tres fábricas que son CONCRETO DURAMIX, POSTES AREQUIPA,



CONCRETOS ARTEAGA de las cuales la que tiene mayor acogida en el mercado son solo dos ya que estas cumplen con la norma técnica peruana 339.027 para la fabricación de postes de concreto.

Según CPI (Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opinión Pública) Agosto del 2017 dice que el crecimiento de la población del departamento de Cusco urbana es de 56 % y rural es de 44%, como consecuencia de este crecimiento las empresas de concreto de postes no abastecen a la población Cusqueña.

Según la OCSE (Organismo supervisor de las contrataciones del mercado) nos dice que anualmente Electro Sur Este en el año 2017 en la ciudad de Cusco realiza Aproximadamente 51 obras, que cada obra utiliza de 100 a 300 postes.

Según observaciones realizadas a la empresa y según entrevistas realizadas al gerente se analizó que la empresa viene presentando desorden respecto a la línea de producción, estaciones de trabajo no definidas, inadecuada ubicación de maquinarias y disposición de materiales; falta de manejo de tiempos estándar entre cada operación y operario, no se conocen los tiempos de cada proceso, maquinarias en desuso, y maquinas que no reciben ningún tipo de mantenimiento.

Por lo que es necesario tomar medidas al respecto entre ellas se debe considerar el reordenamiento de la planta casi en totalidad y en función a las líneas de producción que se manejan, lo que permitirá reducir los tiempos y tener mayor orden en las líneas de producción.

Se eligió el modelo carga – distancia que es una herramienta de distribución en planta que permite dar a conocer la mejor distribución de una empresa mediante el conocimiento de las áreas, las dimensiones de cada una de ellas, las distancias y la ruta de fabricación, cambiando de lugar las áreas que afectan el proceso productivo aumentando en rendimiento de la empresa.



1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

1.2.1. Problema General

¿Cómo reordenar la distribución de planta mediante el modelo Carga – Distancia en la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo reordenar la distribución de planta mediante la determinación de áreas en la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017?
2. ¿Cómo reordenar la distribución de planta mediante la determinación de la ruta de producción en la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017?
3. ¿Cómo reordenar la distribución de planta mediante la determinación distancias de la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017?

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Conveniencia

Esta investigación es conveniente porque en ella se utiliza las teorías y conceptos de distribución de planta, y se aplican técnicas de distribución la cual ayudará al reordenamiento de las mismas labores inherentes a la ingeniería industrial; además es conveniente para la empresa pues el reordenamiento hará que sea más manejables sus tiempos de producción lo que se traducirá en su productividad.

1.3.2. Relevancia social

Es relevante porque el resultado de esta investigación beneficiará al personal que labora en la planta pudiendo extenderse los resultados de esta a otras empresas similares.



1.3.3. Implicancias Prácticas

La investigación propuesta busca minimizar los tiempos mediante la aplicación de la herramienta Carga – Distancia en el proceso de producción.

La realización de esta investigación es de gran utilidad para la empresa ya que podrá mejorar su planta cambiando las áreas que afectan el proceso productivo y aumentando el rendimiento de la empresa.

1.3.4. Utilidad metodológica

Esta investigación utiliza técnicas y herramientas de investigación como la observación, entrevistas con sus debidos instrumentos, además se elaborará fichas de recavación de datos, se trabajará con fichas de medición de tiempos, entre otros para lograr el objetivo de la investigación. Para el procesamiento de la información se recurrirá a la estadística descriptiva.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Reordenar la distribución de planta mediante el modelo Carga – Distancia de la EMPRESA CONCRETOS ARTEAGA CUSCO 2016-2017

1.4.2. Objetivos específicos

1. Reordenar la distribución de planta mediante la determinación de áreas en la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017
2. Reordenar la distribución de planta mediante la determinación de la ruta de producción EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017
3. Reordenar la distribución de planta mediante la determinación distancias de la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017

1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1. Delimitación Temporal

La investigación a realizar de la empresa CONCRETOS ARTEAGA CUSCO estará en estudio alrededor de 18 meses (setiembre del 2016 a noviembre 2017)

1.5.2. Delimitación Espacial

La investigación se realiza en La empresa CONCRETOS ARTEAGA CUSCO que se encuentra ubicado en Urb. El Bosque Lt. 3, 4 provincia Anta departamento Cusco



Figura 1: Ubicación de la Fábrica de Concreto Arteaga
Fuente: Google Maps



2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales

2.1.1.1. Antecedente 1

Autores:

- PUMA GUAPISACA, GABRIELA ROCÍO

Título: PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA "PREFABRICADOS DEL AUSTRO"

Año: nov-2011

Problema: desperdicio de material, niveles de producción ineficiente, mala dosificación, incorrecta distribución de planta, inadecuado flujo del proceso.

Resumen: La empresa "Prefabricados del Austro"; es una empresa familiar dedicada a la fabricación de productos derivados del cemento, está presente aproximadamente 14 años en el mercado desde su fundación, a la fecha goza de una gran aceptación. Es una empresa que busca innovación, y competitividad en el medio.

Con el fin de evitar desperdicio de material, niveles de producción ineficientes, mala dosificación, incorrecta distribución de planta, inadecuado flujo del proceso, y dependencia total de los recursos humanos se ha planteado una propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa "Prefabricados del Austro"

En donde se ha realizado un diagnóstico de la situación actual de la planta, identificación la organización distribución de planta, funcionamiento de maquinaria y equipos, análisis de tiempos para la implementación de un sistema de hojas de control programación y control de la producción, procesos de producción debido a que este diagnóstico es un apoyo primordial en la consecución del presente proyecto.



A su vez dentro de la investigación del proyecto y con la ayuda de una adecuada metodología y los datos obtenidos del diagnóstico se empieza a recopilar los tipos de métodos productivos. Al analizar la planificación, programación y control de la producción dentro de la empresa, se ha propuesto al propietario realizar cambios dentro de la distribución de planta, sin alterar los procesos de producción, existentes en la empresa.

Conclusiones:

A través del todo el desarrollo de todos los temas planteados se puede verificar y concluir que los objetivos han sido cumplidos a cabalidad.

Con el estudio realizado se comprobó el posicionamiento que tiene la empresa con 14 años en el mercado fabricando productos derivados del cemento. A lo largo del tiempo se realiza como ha ido creciendo, en donde es posible identificar los principales problemas y que se desea solucionar.

Un factor importante ha sido presentar una pequeña sinopsis histórica de la empresa, puesto que con ella se puede tener una idea de su progreso y de las situaciones actuales y propuestas que han llevado a que se presente como tema de investigación el tema actual, que, por otro lado, es de necesidad absoluta su realización para la mejora de la empresa.

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis actual de la planta se determinó que la ubicación de la maquinaria no es la correcta, con el estudio de propuesta realizado se ha visto necesario que la empresa debe reubicar en un 100% su maquinaria incluyendo la implementación de la dosificadora de material.



2.1.1.2. Antecedente 2

Autor:

- PAULA CAMILA CORREA CASTELLANOS DIANA
- ALEXANDRA OLIVEROS REAL

Título: PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA EMPRESA DERJOR LTDA.

Año: abril 2015

Problema: La empresa colombiana DERJOR LTDA., dedicada a la fabricación y comercialización de maquinaria de diseño gráfico presenta un problema relacionado con su distribución en planta; a raíz de este se encadena una serie de inconvenientes productivos tales como la ausencia de orden específico de la línea de producción, estaciones de trabajo no definidas, desorden tanto de maquinarias como de materiales, productos en proceso y productos para reparación; falta de manejo de tiempos estándar entre cada operación y operario. Partiendo de lo anterior, la producción actual es de aproximadamente 110 productos al año, debido a que con cada banda de curado UV se requieren 2 semanas.

Resumen: La propuesta actual para la empresa DERJOR Ltda., radica en un desarrollo tecnológico donde se plantea como objetivo una mejora en la distribución en planta; DERJOR Ltda., está ubicada en la ciudad de Bogotá D.C., cuenta con 25 empleados y son líderes en la producción de máquinas para el sector de diseño gráfico e industrial.

Teniendo en cuenta la recolección de información sobre los diferentes cambios que se pretenden generar dentro de la empresa, los resultados obtenidos y otros ajustes en el tema propuesto, es necesario realizar y replantear un estudio de diseño de sistemas productivos, en el cual los resultados pueden ser adaptados positivamente dentro de la empresa; al ejecutar este estudio se tendrá evidencia en el mejoramiento en la línea de producción a partir del mejoramiento en el diseño de planta.



A la hora de mejorar la distribución en planta, será posible obtener indicadores de tiempo y distancia de la línea de producción y del producto líder que es la Banda de Curado UV; para llegar a los resultados esperados se utilizarán diferentes herramientas de ingeniería con el fin de dar solución al problema de la empresa en mención; para ello será necesario aplicar conocimientos e implementar mejoras a partir de sistemas de planeación de la distribución, en los cuales se tiene en cuenta el tiempo, el recorrido, los productos y las cantidades que se produce del mismo. A la hora de mejorar la distribución en planta, será posible obtener indicadores de tiempo y distancia de la línea de producción y del producto líder que es la Banda de Curado UV; para llegar a los resultados esperados se utilizarán diferentes herramientas de ingeniería con el fin de dar solución al problema de la empresa en mención; para ello será necesario aplicar conocimientos e implementar mejoras a partir de sistemas de planeación de la distribución, en los cuales se tiene en cuenta el tiempo, el recorrido, los productos y las cantidades que se produce del mismo.

El principal enfoque del desarrollo tecnológico es la Distribución en planta de la empresa, debido a que en la actualidad el proceso no tiene establecido una línea de producción continua ni un orden específico en sus áreas de trabajo, por lo cual la generación de tiempos ociosos tiene un nivel alto de presencia dentro de las operaciones, por ende, el establecimiento de tiempos estándar dentro de cada operación en nulo.

El resultado final será un documento en el cual se puedan recopilar todos los estudios realizados en la empresa, con el fin de brindar la información necesaria acerca del problema, su solución y las recomendaciones pertinentes para evitarlo en un futuro. Para llegar al resultado esperado, es necesario seguir una metodología establecida, la cual se explicará a lo largo del trabajo.



Conclusiones:

- En la actualidad la empresa presenta un serio problema que se relaciona con el proceso productivo, por lo cual es necesario prestar atención a dicho problema para aumentar la productividad en la empresa; según los datos obtenidos de los empleados y los observados es posible evidenciar que el problema tiene solución pero que es necesario de la colaboración tanto de la dirección como de los operarios.
- Para lograr una mejora del proceso en un 53,8%, es necesario que la operación de electricidad que se encuentra en el segundo piso (genera mayores pérdidas de tiempo en el proceso productivo) pase a ocupar el espacio que se encuentra disponible y sin uso en el primer piso y que las operaciones de ensamble y terminado cambien entre ellas debido a que se reducen las distancias y el proceso productivo presenta un orden ideal para llevarse a cabo.
- Al realizar una redistribución de planta en la empresa DERJOR Ltda., es posible mejorar el proceso productivo de la empresa ya que se observa un orden consecutivo de cada una de las operaciones, se disminuyen las distancias y se facilita el transporte tanto de operarios, materia prima, producto en proceso y producto terminado.



2.1.2. Antecedentes Nacionales

2.1.2.1. Antecedente 1

Autor:

- JOSÉ ALAN RAÚL ÁLVAREZ

Título: REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LAS INSTALACIONES DE UNA EMPRESA QUE COMERCIALIZA EQUIPOS DE BOMBEO PARA AGUA DE PROCESOS Y RESIDUALES

Año: Lima, febrero del 2009

Problema: Al iniciar el proyecto nos encontramos con tres principales problemas que presentaba la actual distribución de planta de la empresa comercializadora de bombas de agua., por lo que nuestro estudio se ha centrado en la solución de estos tres inconvenientes, viéndose plasmado en la propuesta final, que más adelante se detalla. Los problemas son los siguientes:

La distribución actual de las oficinas obliga que las áreas funcionales guarden distancias muy estrechas entre sí, para el buen desenvolvimiento de las mismas debido a que no se encuentran ordenadas, no existe cierta privacidad de jefaturas, y sobre todo no se cuentan con los servicios adecuados, causando en desmedro de esto baja productividad e inadecuada comunicación entre el personal.

La empresa comercializadora de bombas de agua se dedica a los servicios de mantenimiento, alquiler y venta de electro bombas, se observa que el taller que brinda mantenimiento de bombas no tiene una adecuada distribución de sus operaciones, carece de elementos básicos de trabajo poniendo en riesgo para la seguridad del personal y de las propias instalaciones. Por supuesto no se abastecería en el futuro si la empresa pretende tener un crecimiento sostenido y exponencial.



Por último, existe una inadecuada distribución de sus almacenes problema y un inadecuado uso de los mismos, se observa que existen numerosos lugares de congestión de productos, obstruyendo pasillos, que impiden una adecuada acción de desplazamientos, no respetando el principio seguridad y satisfacción aumentando la probabilidad de cualquier accidente causado por algún trabajador.

Resumen: La presente tesis se enfoca en una empresa comercializadora de bombas industriales que ha iniciado acciones para afrontar el panorama actual de nuestro país, en un crecimiento en los sectores de minería, saneamiento y en plantas de tratamiento a nivel nacional, y tener una respuesta inmediata en sus operaciones y hacer frente a los competidores nacionales y extranjeros.

El objetivo general de este trabajo es obtener una mejora en la distribución racional en la planta de la empresa en estudio, que brinde un soporte efectivo para el normal flujo de las operaciones desarrolladas, minimizando costos y actividades de acarreo

y/o manipulación, asimismo proponer medidas de seguridad y lograr espacios adecuados para el personal de la empresa que permita alcanzar los máximos niveles de productividad, eficacia y eficiencia acordes a los objetivos y estrategias de gestión de las operaciones vigentes.

Este trabajo se desarrolla en tres partes, un análisis de las áreas administrativas y/o oficinas, dado que mayoritariamente su negocio es comercializar, un análisis de sus almacenes abiertos y cerrados y un análisis de los talleres de la compañía, donde se realizan actividades como el mantenimiento de los equipos de sus clientes, las modificaciones que se realizan en las bombas nuevas, entre otros.

El marco teórico incluye las etapas y procesos que intervienen en el diseño propio de una Distribución de Planta y la formulación de la metodología para aplicarlas en las tres áreas principales de la empresa, oficinas administrativas, talleres y almacenes.



Se describen los diagramas de procesos y servicios que brinda la empresa, para determinar la relación que tienen entre ellas y poder organizarlas funcionalmente, además se determinan los requerimientos de espacios en sus talleres modificando si es necesario las prácticas actuales de la empresa.

Finalmente, se presenta la evaluación de resultados, utilizando los principales indicadores de gestión para este tipo de procesos. Se procede a realizar las comparaciones de ventajas y desventajas entre las alternativas propuestas y contra el escenario inicial, de manera que quede demostrada la contribución de valor en la cadena de suministro total al adoptar la mejor propuesta.

Conclusiones:

Respecto al Proyecto: La empresa debido a la coyuntura actual, para evitar demoras y atrasos por traslados o espera de la remodelación o la construcción de un nuevo local, no considera una mudanza o traslado definitivo por ahora, sino más bien a futuro.

Las dos primeras alternativas son recomendables, sin embargo, para poder responder el crecimiento futuro y teniendo en cuenta los principios definidos del proyecto es altamente recomendable la alternativa de tres pisos.

Para llevar a cabo la ejecución del proyecto sin que esto cause pérdidas de tiempo y traslados provisionales innecesarios, se sugiere construir por etapas. Se puede construir en una parte de la empresa que era una restricción (en un segundo nivel), para trasladar sólo las oficinas administrativas mientras se van realizando la construcción del edificio de tres pisos, además que se aprovechará en el futuro de este espacio adicional que no se había considerado para ampliaciones futuras.

Respecto al soporte de la metodología de la aplicación del curso de Ingeniería de Plantas: El curso de Ingeniería de Plantas, nos da una valiosa contribución para la aplicación



de metodologías en este tipo de proyectos. La aplicación y secuenciación de los pasos que se siguen ayudan definitivamente a poder determinar alternativas de solución en cualquier tipo de empresa, en particular en este caso, de forma especial, porque se emplearon métodos y técnicas de distribución de: Almacenes, Oficinas y de talleres.

Cabe resaltar que, si bien los resultados obtenidos por los métodos teóricos arrojan en algunos casos, valores que nos pueden dar sobredimensiones, se pueden aplicar mediante ajustes a los requerimientos actuales del terreno, sin distorsionar la parte conceptual.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Distribución de Planta

2.2.1.1. Definición de Distribución de planta

Según (García & Fernández , 2010, pág. 3)“consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos”

2.2.1.2. Objetivos de la distribución en planta

“La misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo en aras a conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores.”

La distribución en planta implica la ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc.

Queda establecida, pues, la necesidad de una correcta distribución de las actividades

productivas y los beneficios de ello esperables. Para lograr dichos beneficios es necesario que la solución obtenida cumpla con determinados objetivos.



Moore (Moore, 1962, pág. 62) establece siete objetivos básicos a cumplir por la distribución en planta:

- Simplificar al máximo el proceso productivo.
- Minimizar los costes de manejo de materiales.
- Tratar de disminuir la cantidad de trabajo en curso.
- Aprovechar el espacio de la manera más efectiva posible.
- Aumentar la satisfacción del operario y procurar la seguridad en el trabajo.
- Evitar inversiones de capital innecesarias.
- Aumentar el rendimiento de los operarios estimulándolos convenientemente

De manera general, Moore define la distribución en planta óptima, como aquella que proporciona la máxima satisfacción a todas las partes que se ven involucradas en el proceso de implantación.

Por su parte, Muther define como la mejor ordenación desde el punto de vista económico de las áreas de trabajo y del equipo, además, es segura y satisfactoria para los empleados. Para este autor una buena distribución debe traducirse necesariamente en una disminución de los costes de fabricación, y para lograr esto, es necesario plantearse los siguientes objetivos durante su definición:

- reducir los riesgos para la salud y velar por la seguridad de los trabajadores.
- Elevar la moral y la satisfacción del operario.
- Incrementar la producción.
- Disminuir los retrasos en la producción.
- Minimizar las necesidades de espacio (tanto el destinado a producción como el necesario para almacenamiento o servicios).
- Disminuir el tránsito de materiales.
- Lograr un uso eficiente de la maquinaria, la mano de obra y los servicios.



- Disminuir los tiempos de fabricación y la cantidad de material en proceso.
- Reducir el trabajo administrativo y el trabajo indirecto en general.
- Facilitar la supervisión.
- Disminuir la confusión y la congestión.
- Disminuir el riesgo para el material o su calidad.
- Facilitar los ajustes o los cambios en el proceso.
- Facilitar labores de mantenimiento, condiciones sanitarias, control de costes.

Muther (Muther, 1965, pág. 81) condensa la lista de objetivos anteriores en los siguientes seis objetivos básicos:

- Integración conjunta de todos los factores que afectan a la distribución.
- Movimiento del material según distancias mínimas.
- Circulación del trabajo a través de la planta.
- Utilización efectiva de todo el espacio.
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores.

2.2.1.3. Principios de la distribución en planta

Según Muther, estos objetivos pueden resumirse y plantearse en forma de principios, sirviendo de base para establecer una metodología que permita abordar el problema de la distribución en planta de forma ordenada (Muther, 1965, pág. 81)

- **Principio de la integración de conjunto**

“La mejor distribución es la que integra a los operarios, los materiales, la maquinaria, las actividades, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes”.

- **Principio de la mínima distancia recorrida**

“En igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia que recorre por el material entre operaciones será la más corta”.



- **Principio de la circulación o flujo de materiales**

“En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan, elaboran, o montan los materiales”.

- **Principio del espacio cúbico**

“La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal”.

- **Principio de la satisfacción y de la seguridad (comfort)**

“En igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria”.

- **Principio de la flexibilidad**

“En igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes”.

Estos principios pueden servir de base para determinar los objetivos a cumplir durante la definición de la distribución en planta, y para medir el grado en que se ha logrado alcanzar dichos objetivos. No obstante, esta enumeración de principios fue realizada en 1981, y la introducción de nuevos conceptos en los procesos de fabricación provoca que algunos de ellos hayan quedado desfasados.

2.2.1.4. Factores que influyen en la selección de la Distribución en planta

De lo citado hasta ahora puede deducirse fácilmente que, al realizar una buena distribución, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e importancia relativa de los mismos puede variar con cada organización y situación concreta; en cualquier caso, la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. De manera agregada,



los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución pueden encuadrarse en ocho grupos que comentamos a continuación. (García & Fernández , 2010, pág. 13)

- a) **Los materiales:** Dado que el objetivo fundamental del Subsistema de Operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto, son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta en el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja. Por último, habrán de tenerse en cuenta la secuencia y orden en el que se han de efectuar las operaciones, puesto que esto dictará la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos, así como la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose prestar también especial atención, como ya se ha apuntado, a la variedad y cantidad de los ítems a producir.
- b) **La maquinaria:** Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar. El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuáles de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a ésta y cuáles a la mejora del método de trabajo ligada a la misma (incluso hay veces



en que la mejora en el método se limitará a una reordenación o redistribución de los elementos implicados). En lo que se refiere a la maquinaria, se habrá de considerar su tipología y el número existente de cada clase, así como el tipo y cantidad de equipos y utillaje. El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

- c) **La mano de obra:** También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar. De nuevo surge aquí la estrecha relación del tema que nos ocupa con el diseño del trabajo, pues es clara la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.
- d) **El movimiento:** En relación con este factor, hay que tener presente que las manutenciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.
- e) **Las esperas:** Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar



cuando dicha circulación se detiene. Ahora bien, el material en espera no siempre supone un coste a evitar, pues, en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaño más económico, etc.), lo cual hace necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera.

- f) **Los servicios auxiliares:** Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que toman parte en la distribución estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos. Con gran frecuencia, el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.
- g) **El edificio:** La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia del mismo será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (por ejemplo: número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagües, tomas de



corriente, etc.) se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción.

h) Los cambios: Como ya comentamos anteriormente, uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad. Es, por tanto, ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que hemos enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello, habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas. La flexibilidad se alcanzará, en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso. Asimismo, es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que, durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo. Se ha expuesto hasta aquí un resumen de las principales consideraciones a tener en cuenta respecto de los factores que entran en juego en un estudio de distribución en planta. Son notorias las conexiones que existen entre materiales, almacenamiento, movimiento y esperas, servicios y material, mano de obra maquinaria y edificio, existiendo otros muchos ejemplos que muestran que, en muchas ocasiones, deberán tenerse presentes a la vez más de uno de los estudiados. Lo importante es que no se obvie ninguno, dándole a cada uno su importancia relativa dentro del conjunto y buscando que en la solución final se consigan las máximas ventajas del conjunto.



2.2.1.5. La distribución en nueva planta frente a la reordenación de una planta existente

El proyecto de implantación de una distribución en planta es un problema que no aparece únicamente en las plantas industriales de nueva creación. Durante el transcurso de la vida de una determinada planta, surgen cambios o desajustes que pueden hacer necesario desde reestructuraciones menores (reordenación de las actividades, cambios en los sistemas de mantenimiento, cambios en cualquier tipo de servicio auxiliar), hasta el traslado a una nueva instalación.

Un ejemplo del primer tipo sería la aparición de avances tecnológicos que pueden hacer necesaria la incorporación o sustitución de maquinaria en el proceso, lo cual da lugar a la generación de nuevas actividades o cambios en las áreas de trabajo de las actividades. Esto precisará de una nueva distribución de los diferentes elementos.

La necesidad de trasladar la actividad a una nueva planta se da cuando los problemas detectados son de una envergadura tal, que no pueden ser resueltos mediante modificaciones menores del actual sistema productivo.

Los distintos tipos de problemas de distribución en planta pueden clasificarse en función de la causa que determina su necesidad. Moore realiza una enumeración de posibles causas (Moore, 1962, pág. 62)

- Cambios en el diseño de los productos, aparición de nuevos productos o cambios en la demanda.
- Equipos, maquinaria o actividades obsoletas.
- Accidentes frecuentes.
- Puestos de trabajo inadecuados para el personal (problemas ergonómicos, ruidos, temperaturas).



- Cambios en la localización de los mercados.
- Necesidad de reducir costes, etc.

Muther realiza una clasificación del problema de distribución en planta de acuerdo con su naturaleza planteando cuatro tipos fundamentales:

- **Tipo 1:** Proyecto de una planta completamente nueva.

Este caso se da fundamentalmente con la creación de la propia empresa, cuando ésta inicia la producción de un nuevo tipo de producto o cuando se expande trasladándose a un área nueva.

- **Tipo 2:** Expansión o traslado a una planta ya existente. En este caso el proyectista debe afrontar el problema desde una perspectiva diferente; deberá adaptar una estructura organizativa, un proceso y unos medios productivos ya existentes a las características de un edificio industrial y unos servicios ya determinados.
- **Tipo 3. Reordenación de una planta ya existente.** El proyectista se enfrenta ahora a las mismas restricciones existentes durante la generación de la distribución original: forma del edificio, dimensiones e instalaciones. En este caso se tratará de utilizar al máximo los elementos ya existentes, compatibilizándolos con los nuevos medios y métodos a introducir.
- **Tipo 4:** Ajustes menores en distribuciones ya existentes. El proyectista debe tratar de resolver el problema sin cambiar de manera significativa la distribución de conjunto, interrumpiendo sólo lo imprescindible el proceso y realizando los ajustes mínimos necesarios. Este tipo de problema se da fundamentalmente cuando varían las condiciones de operación debido a variaciones en el diseño de las piezas producidas, a reajustes del volumen de producción o a cambios en la maquinaria o en los equipos, que en general pueden implicar un reajuste de las

áreas de trabajo requeridas, del personal o del emplazamiento de la maquinaria y sistemas de mantenimiento.

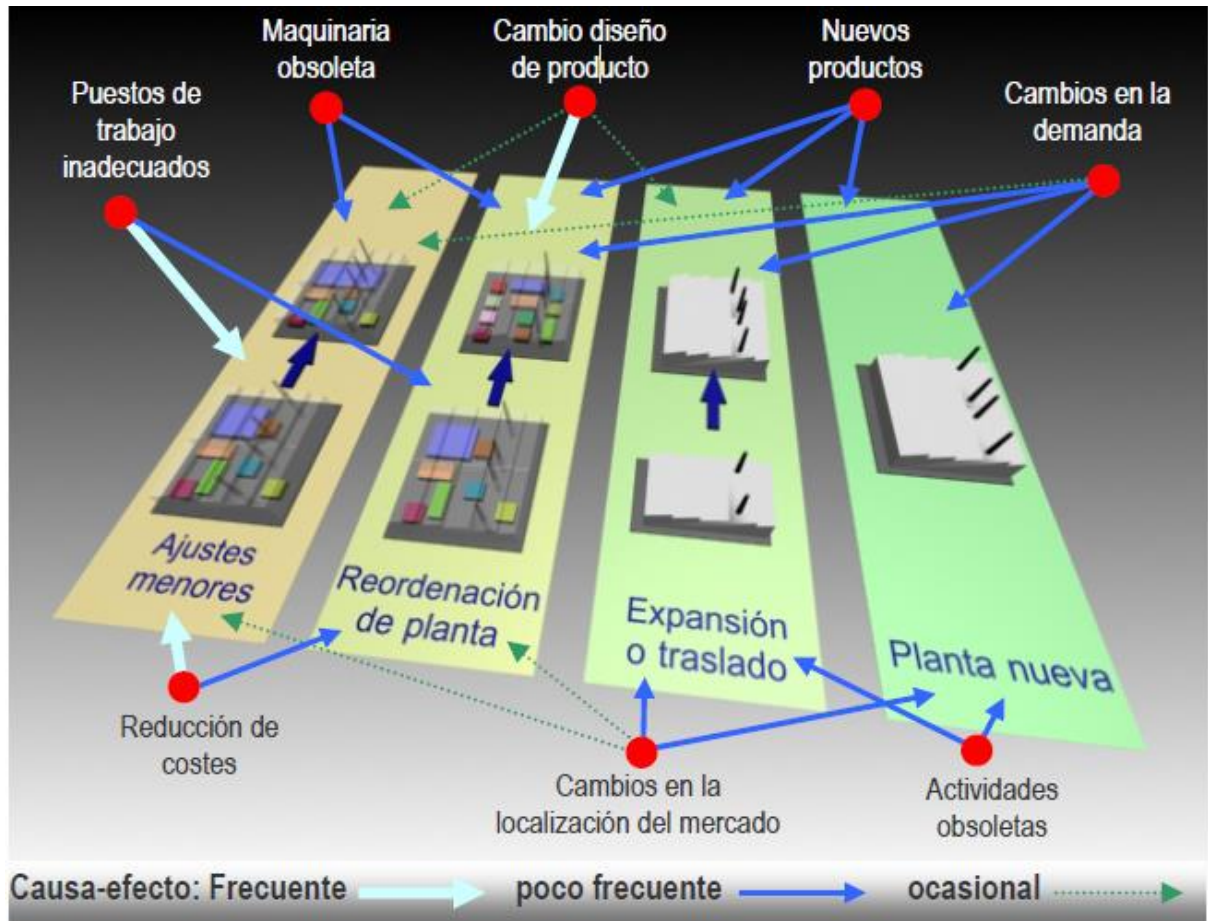









Figura 2: Tipo de problema de distribución y causa más frecuentes
Fuente: (Moore, 1962, pág. 62)

2.2.1.6. Tipos básicos de distribución en planta de los medios de producción

La producción es el resultado de la acción combinada y coordinada de un conjunto de hombres que empleando maquinaria actúa sobre los materiales, modificando su forma, transformando sus características o combinándolos de diferentes maneras para convertirlos en un producto. El movimiento en los medios directos de producción es imprescindible para el desarrollo del proceso productivo. En algunos casos son los operarios los que se trasladarán a los puntos donde se realizan las diferentes operaciones; en otros casos es el

material o incluso la maquinaria la que se desplaza. Las diferentes combinaciones de movimiento de los medios directos de producción pueden apreciarse en la Figura 3

Desplazamiento	Ejemplo
	Montaje de piezas pequeñas con maquinaria ligera.
	Talleres mecánicos automatizados.
	Construcción naval, construcción de grandes aviones, obras públicas...
	Fabricación de utillaje en poca cantidad, instalación de piezas especiales...
	Plantas de envasado, refinerías de petróleo, talleres de maquinaria...
	Operarios compartiendo maquinaria ligera, maquinaria portátil...
	Control de calidad, supervisión de procesos, ordenación de materiales...

Leyenda






	Maquinaria en movimiento		Operarios en movimiento		Material en movimiento
	Maquinaria estática		Operarios estáticos		Material estático

Figura 3: Movimiento de los medios directos de producción

Fuente: (Santamarina, 1995, pág. 95)

Considerando como criterio exclusivamente al tipo de movimiento de los medios directos de producción, existen tres tipos clásicos de distribución en planta:

- Distribución por posición fija.
- Distribución en cadena, en serie, en línea o por producto.
- Distribución por proceso, por función o por secciones.



Además del tipo de movimiento de los diferentes medios de producción, otro factor que puede afectar determinantemente al tipo de distribución adoptada es la clase de operación de producción que se realiza en la actividad industrial. Las tres clases de operaciones de producciones fundamentales son:

- **Elaboración o fabricación:** las operaciones van encaminadas a cambiar la forma del material inicial para obtener el producto final (inyección de plásticos, embutición de metales).
- **Tratamiento:** para obtener el producto final las operaciones transforman las características del material de partida (transformación del acero, fabricación de graza de plástico).
- **Montaje:** para obtener el producto final las operaciones unen unas piezas a otras, materiales sobre las piezas o sobre un material inicial o base (elaboración de calzado o montaje de automóviles).

Desde el punto de vista de su influencia sobre la determinación de la distribución en planta más adecuada para cada caso, las operaciones de elaboración y tratamiento pueden considerarse como una única actividad dada su similitud, así pues, los tres tipos clásicos de distribución en planta combinados con los dos modos de operación de producción dan lugar a seis tipos de distribución en planta básicos.

Por otra parte, considerando que existen tipologías clásicas de distribución difícilmente compatibles con determinadas operaciones, el número de posibles tipologías de distribución disminuye. No es corriente que las operaciones de montaje adopten distribuciones por proceso, dado que la maquinaria para este tipo de operación suele ser ligera y de fácil desplazamiento. Por otra parte, las operaciones de elaboración y tratamiento no suelen emplear distribuciones en posición fija, puesto que la maquinaria suele desempeñar un papel

importante en este proceso y no suele ser fácil moverla. De esta manera se reducen a cuatro las tipologías básicas de distribución en planta.

2.2.1.6.1. Distribución por posición fija

La distribución por posición fija se emplea fundamentalmente en proyectos de gran envergadura en los que el material permanece estático, mientras que tanto los operarios como la maquinaria y equipos se trasladan a los puntos de operación. El nombre, por tanto, hace referencia al carácter estático del material.

Generalmente se trata de grandes productos de los que se fabrican pocas unidades de manera discontinua en el tiempo. Ésta es la disposición habitualmente adoptada en los astilleros durante la fabricación de grandes barcos, en la fabricación de grandes aviones o motores, o en la construcción de obras públicas.

Este tipo de distribución suele hacer necesaria una minuciosa planificación de las actividades a desarrollar, considerando la imposibilidad de movimiento del producto en proceso de fabricación y el gran tamaño de la maquinaria que suele ser empleada.



Figura 4: Distribución por posición fija: ensamble de un avión Airbus A340/600 en la planta de Airbus en Tolueno (Francia)

Fuente: Distribución en planta

2.2.1.6.2. Distribución por proceso, por funciones, por secciones o por talleres.

Este tipo de distribución se escoge habitualmente cuando la producción se organiza por lotes. Ejemplo de esto serían la fabricación de muebles, la reparación de vehículos, la fabricación de hilados o los talleres de mantenimiento. En esta distribución las operaciones de un mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas en una misma área junto con los operarios que las desempeñan. Esta agrupación da lugar a “talleres” en los que se realiza determinado tipo de operaciones sobre los materiales, que van recorriendo los diferentes talleres en función de la secuencia de operaciones necesaria. La secuencia requerida por cada tipo de producto fabricado suele ser diferente, por lo que un número elevado de productos distintos crea una gran diversidad de flujos de materiales entre talleres.

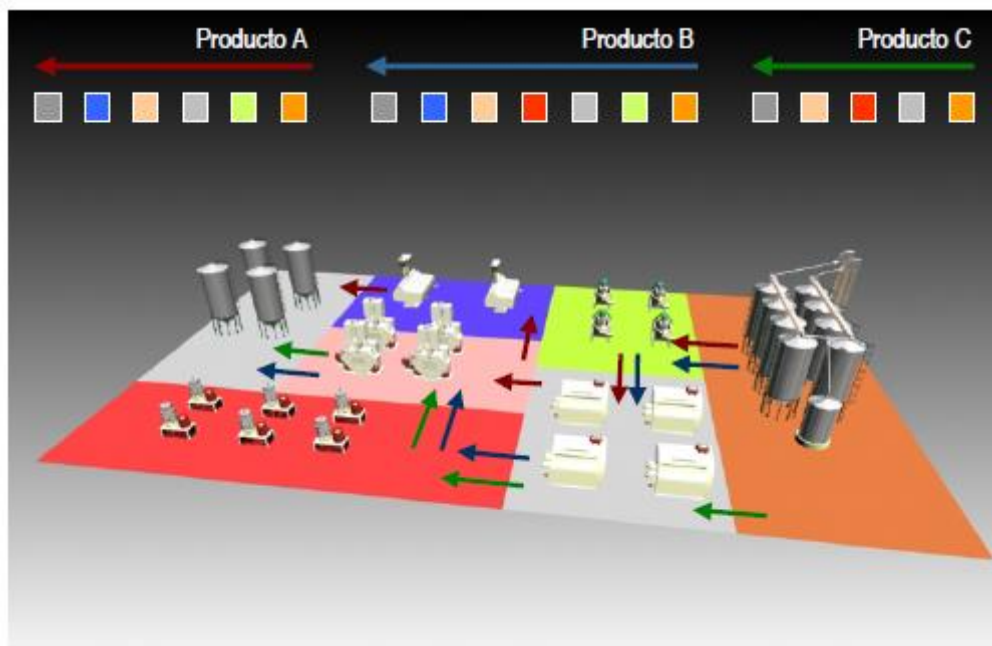


Figura 5: Distribución en planta por proceso
Fuente: Distribución en planta.

La distribución por proceso, frente a otros tipos de disposiciones, ofrece una gran flexibilidad en cuanto a tipo de productos, siendo su eficacia dependiente del tamaño de lote

producido. Permite una gran especialización de los trabajadores en tareas determinadas y que un mismo operario pueda controlar varias máquinas de manera simultánea.

Se requiere gran flexibilidad en los sistemas de transportes de materiales entre áreas de producción para poder hacer frente a variaciones en la producción. En general, frente a la ventaja que supone la posibilidad de procesar muchos productos diferentes, esta distribución es poco eficiente en la realización de las operaciones y la mantención.

2.2.1.6.3. Distribución por producto, en cadena o en serie

Cuando toda la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de un determinado producto se agrupan en una misma zona, siguiendo la secuencia de las operaciones que deben realizarse sobre el material, se adopta una distribución por producto. El producto recorre la línea de producción de una estación a otra siendo sometido a las operaciones necesarias. Este tipo de distribución es la adecuada para la fabricación de grandes cantidades de productos muy normalizados.

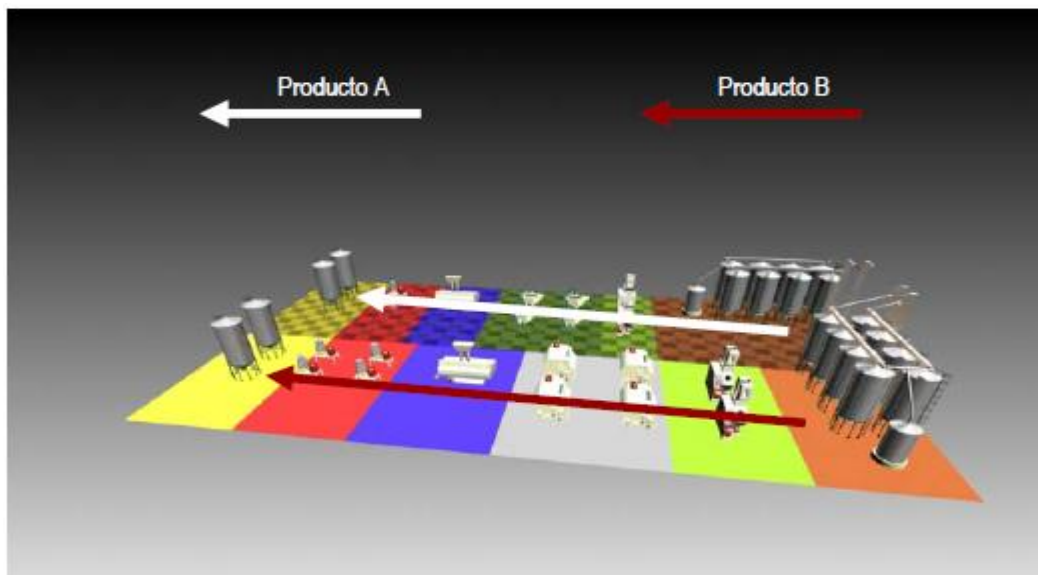


Figura 6: Distribución en planta por producto
Fuente: Distribución en planta.

Este sistema permite reducir tiempos de fabricación, minimizar el trabajo en curso y el manejo de materiales. Como contrapartidas se pueden citar la falta de flexibilidad, la gran



inversión requerida, la poca tolerancia a fallos del sistema (la parada de una máquina puede parar toda la cadena) y la monotonía del trabajo para los operarios.

Ejemplos de distribución por producto se dan en las plantas de ensamblaje de automóviles, el embotellado o el envasado.

2.2.2. Modelo carga Distancia

Es una instalación orientada al proceso, se fabrican productos diversificados, los trabajos fluyen en diversos esquemas de jornada, y es preciso manejar una cantidad relativamente grande de materiales. Todos estos movimientos cuestan dinero. Personas y equipos deben estar disponibles, y hay que contar con un espacio para almacenar el producto mientras se encuentre en estos centros de trabajo.

El modelo cuantitativo más usado para la distribución de planta orientada al proceso procura reducir al mínimo el movimiento total considerando no sólo la cantidad de movimientos interdepartamentales de un producto, sino también las distancias sobre las cuales se realizan los movimientos (Krajewaki Lee, 2000, pág. 365)

Carga – Distancia es una herramienta de distribución en planta que permite dar a conocer la mejor distribución de una empresa mediante el conocimiento de las áreas, las dimensiones de cada una de ellas, las distancias y la ruta de fabricación, cambiando de lugar las áreas que afectan el proceso productivo aumentando el rendimiento de la empresa.

Para iniciar con esta herramienta es necesario conocer la siguiente información:

2.2.2.1. Área o espacio

La distribución de espacio se refiere a la disposición física de los puestos de trabajo, de sus componentes materiales y a la ubicación de las instalaciones para la atención y servicios tanto para el personal, como para los clientes

Objetivos: El estudio de la distribución de espacio busca contribuir al incremento de la eficiencia de las actividades que realizan las unidades que conforman una organización; así



como también proporcionar a los directivos y empleados el espacio suficiente, adecuado y necesario para desarrollar sus funciones de manera eficiente y eficaz, y al mismo tiempo permitir a los clientes de la organización obtener los servicios y productos que demandan bajo la mejores condiciones; y procurar que el arreglo del espacio facilite la circulación de las personas, la realización, supervisión y flujo racional del trabajo y además, el uso adecuado del elementos materiales y de ese modo reducir tiempo y costos para llevarlos a cabo.

2.2.2.2. Rutas de producción

Es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas¹. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética.

Para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina/herramienta. (Gabriel, 2014, pág. 32)

2.2.3. Reordenamiento de Planta

En este caso se tratará de utilizar al máximo los elementos ya existentes, compatibilizándolos con los nuevos medios y métodos a introducir, Encontrando una distribución de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más económica del trabajo.

2.2.3.1. Características de reordenamiento de planta:

- a. Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo.



- b. Colocar las máquinas y demás equipos de manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos terminados.
- c. Es también una buena ocasión para adoptar nuevos métodos y equipos nuevos y eficientes. (Moore, 1962, pág. 62)

2.2.4. PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos)

El método **PERT (Project Evaluation and Review Techniques)**, es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos. El resultado final de la aplicación de este algoritmo será un cronograma para el proyecto, en el cual se podrá conocer la duración total del mismo, y la clasificación de las actividades según su criticidad. (Fondahl, 1962)

El algoritmo PERT se desarrolla mediante intervalos probabilísticos, considerando tiempos optimistas, probables y pesimistas, que supone tiempos determinísticos.

2.2.4.1. Conceptos básicos para diagramar actividades con redes.

Paso 1: Actividades del proyecto

La primera fase corresponde a identificar todas las actividades que intervienen en el proyecto, sus interrelaciones, sucesiones, reglas de precedencia. Con la inclusión de cada actividad al proyecto se debe cuestionar respecto a que actividades preceden a esta, y a cuáles siguen inmediatamente esta finalice. Además, deberán relacionarse los tiempos estimados para el desarrollo de cada actividad.

El método PERT asume tres estimaciones de tiempo por cada actividad, estas estimaciones son:

- Tiempo optimista (a): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma perfecta. En la práctica suele acudir al tiempo récord de

desarrollo de una actividad, es decir, el mínimo tiempo en que una actividad de esas características haya sido ejecutada.

- Tiempo más probable (m): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma normal. En la práctica suele tomarse como el tiempo más frecuente de ejecución de una actividad de iguales características.
- Tiempo pesimista (b): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma deficiente, o cuando se materializan los riesgos de ejecución de la actividad.

Actividad	Tiempo Optimista (a)	Tiempo más probable (m)	Tiempo pesimista (b)	Actividad Precedente
A	3	5,5	11	-
B	1	1,5	5	-
C	1,5	3	4,5	A
D	1,2	3,2	4	B
E	2	3,5	8	C
F	1,8	2,8	5	D
G	3	6,5	7	E
H	2	4,2	5,2	F
I	0,5	0,8	2,3	G - H
J	0,8	2,1	2,8	I

Figura 7: Tabla de cálculo de esperado
Fuente: Fondahl, 1962

Paso 2: Estimar el tiempo estimado (duración promedio)

Para efectos de determinar la ruta crítica del proyecto se acude al tiempo de duración promedio, también conocido como tiempo estimado.

$$T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Figura 8: Formula para calcular el tiempo esperado
Fuente: Fondahl, 1962

El cálculo del tiempo estimado deberá hacerse entonces para cada actividad.

Actividad	Tiempo Optimista (a)	Tiempo más probable (m)	Tiempo pesimista (b)	Tiempo estimado
A	3	5,5	11	6
B	1	1,5	5	2
C	1,5	3	4,5	3
D	1,2	3,2	4	3
E	2	3,5	8	4
F	1,8	2,8	5	3
G	3	6,5	7	6
H	2	4,2	5,2	4
I	0,5	0,8	2,3	1
J	0,8	2,1	2,8	2

Figura 9: tabla para celular el tiempo esperado
Fuente: Fondahl, 1962

Paso 3: Diagrama de red

Con base en la información obtenida en la fase anterior y haciendo uso de los conceptos básicos para diagramar una red, obtendremos el gráfico del proyecto (los tiempos relacionados con cada actividad en el gráfico corresponden a los tiempos estimados):

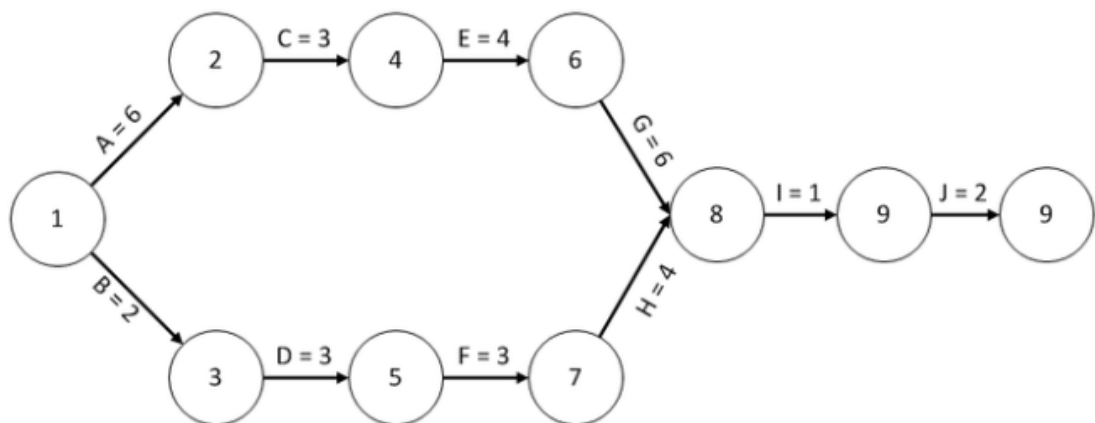


Figura 10: Diagrama de red
Fuente: Fondahl, 1962

Paso 4: Calcular la red

Para el cálculo de la red se consideran 3 indicadores, T1, T2 y H. Estos indicadores se calculan en cada evento o nodo (entiéndase nodo entonces como un punto en el cual se completan actividades y se inician las subsiguientes).

T1: Tiempo más temprano de realización de un evento. Para calcular este indicador deberá recorrerse la red de izquierda a derecha y considerando lo siguiente:

T1 del primer nodo es igual a 0.

T1 del nodo n = T1 del nodo n-1 (nodo anterior) + duración de la actividad (tiempo estimado) que finaliza en el nodo n.

Si en un nodo finaliza más de una actividad, se toma el tiempo de la actividad con mayor valor.

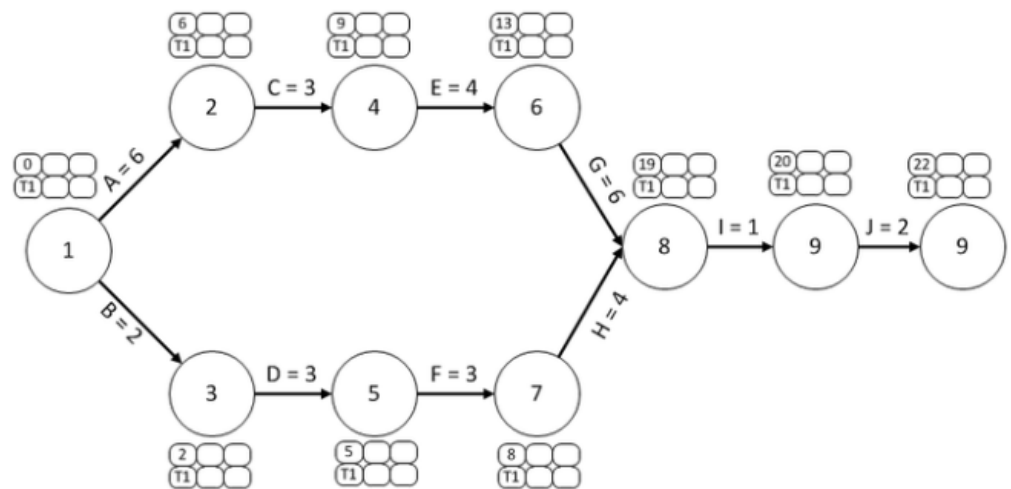


Figura 11: Cálculo del Diagrama de red con T1
Fuente: Fondahl, 1962

En este caso para el cálculo del T1 en el nodo 8, en el que concurre la finalización de 2 actividades, deberá considerarse el mayor de los T1 resultantes:

$$T1 (\text{nodo } 6) + G = 13 + 6 = 19$$

$$T1 (\text{nodo } 7) + H = 8 + 4 = 12$$

Así entonces, el T1 del nodo 8 será igual a 19 (el mayor valor).

T2: Tiempo más tardío de realización del evento. Para calcular este indicador deberá recorrerse la red de derecha a izquierda y considerando lo siguiente:

T2 del primer nodo (de derecha a izquierda) es igual al T1 de este.

T2 del nodo n = T2 del nodo n-1 (nodo anterior, de derecha a izquierda) - duración de la actividad que se inicia (tiempo estimado).

Si en un nodo finaliza más de una actividad, se toma el tiempo de la actividad con menor valor.

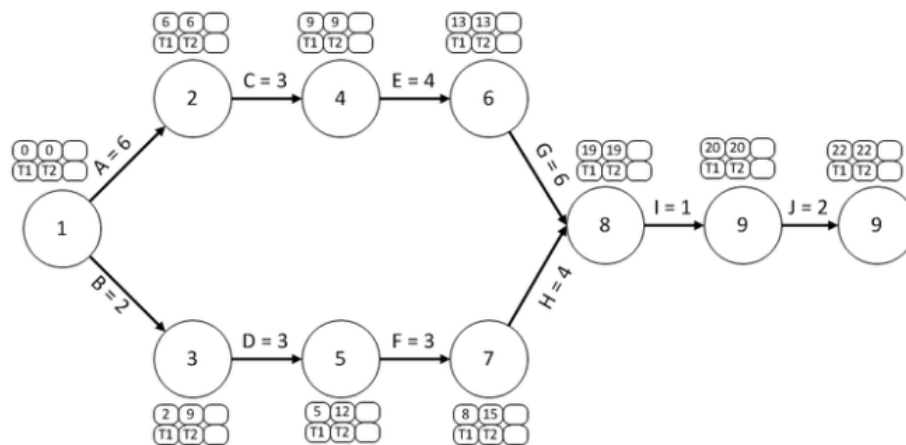


Figura 12: Cálculo del Diagrama de red con T2
Fuente: Fondahl, 1962

En este caso para el cálculo del T2 del nodo 1, en el que concurren el inicio de 2 actividades deberá entonces considerarse lo siguiente:

$$T2 \text{ nodo } 2 - B = 6 - 6 = 0$$

$$T2 \text{ nodo } 3 - C = 9 - 2 = 7$$

Así entonces, el T2 del nodo 1 será 0, es decir el menor valor.

H: Tiempo de holgura, es decir la diferencia entre T2 y T1. Esta holgura, dada en unidades de tiempo corresponde al valor en el que la ocurrencia de un evento puede tardarse. Los eventos en los cuales la holgura sea igual a 0 corresponden a la ruta crítica, es decir que la ocurrencia de estos eventos no puede tardarse una sola unidad de tiempo respecto al cronograma establecido, dado que en el caso en que se tardara retrasaría la finalización del proyecto.

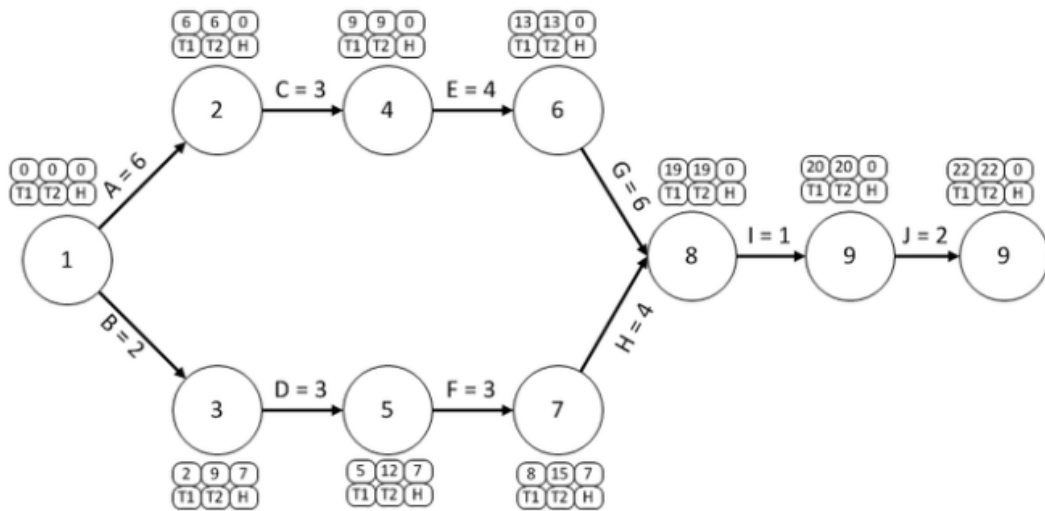


Figura 13: Calculo del Diagrama de red con T3
Fuente: Fondahl, 1962

Las actividades críticas por definición constituyen la ruta más larga que abarca el proyecto, es decir que la sumatoria de las actividades de una ruta crítica determinará la duración estimada del proyecto. Puede darse el caso en el que se encuentren más de una ruta crítica.

Ruta crítica:

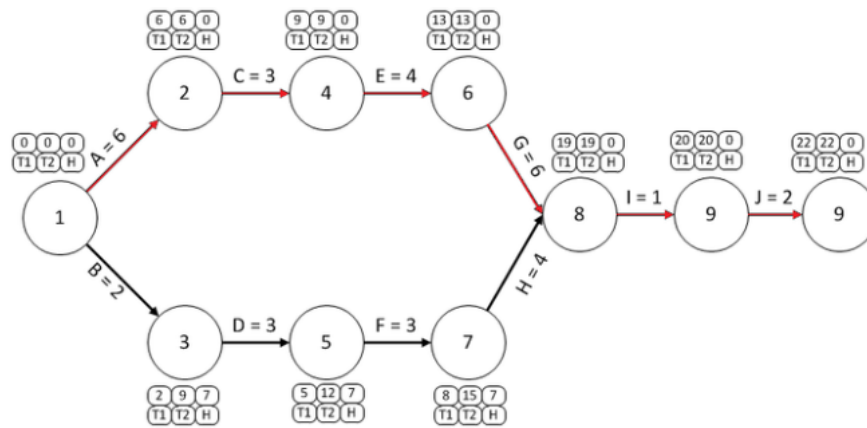


Figura 14: Cálculo de la ruta crítica
Fuente: Fondahl, 1962

Esta ruta se encuentra compuesta por las actividades A, C, E, G, I, J. La duración del proyecto sería de 22 semanas.

Paso 5: Establecer el cronograma

Para establecer un cronograma deberán considerarse varios factores, el más importante de ellos es la relación de precedencia, y el siguiente corresponde a escalonar las actividades que componen la ruta crítica de tal manera que se complete el proyecto dentro de la duración estimada Distribución nominal

2.2.5. Distancias de fabricación

La distancia es el trayecto espacial o el periodo temporal que separa dos acontecimientos o cosas. Se trata de la proximidad o lejanía que existe entre objetos o eventos.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

1. **Distribución de planta:** Es la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la



distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos. (García & Fernández , 2010, pág. 3)

2. **Reordenamiento de planta:** En este caso se tratará de utilizar al máximo los elementos ya existentes, compatibilizándolos con los nuevos medios y métodos a introducir, Encontrando una distribución de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más económica del trabajo.
3. **Distancia:** es el trayecto espacial o el periodo temporal que separa dos acontecimientos o cosas. Se trata de la proximidad o lejanía que existe entre objetos o eventos.
4. **Tiempo:** se utiliza para nombrar a una magnitud de carácter físico que se emplea para realizar la medición de lo que dura algo que es susceptible de cambio.
5. **Modelo Carga- Distancia:** en una instalación orientada al proceso, se fabrican productos diversificados, los trabajos fluyen en diversos esquemas de jornada, y es preciso manejar una cantidad relativamente grande de materiales. Todos estos movimientos cuestan dinero. Personas y equipos deben estar disponibles, y hay que contar con un espacio para almacenar el producto mientras se encuentre en estos centros de trabajo. (Krajewaki Lee, 2000, pág. 365)
6. **Mano de Obra:** esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un bien.
7. **Orden y limpieza:** En los lugares de trabajo tiene como objetivo evitar los accidentes que se producen por golpes y caídas como consecuencia de un ambiente desordenado o sucio, suelos resbaladizos, materiales colocados fuera de su lugar y acumulación de material sobrante o de desperdicio
8. **Diagnóstico:** proviene del griego "Diagnosis", que significa "Conocimiento". En el mundo de las empresas, cuando se habla de diagnóstico se hace referencia a



aquellas actividades tendientes a conocer el estado actual de una empresa y los obstáculos que impiden obtener los resultados deseados.

9. Diagrama Relación De Espacio: en este diagrama es frecuente añadir otro tipo de información, como el número de equipos o la planta en la que debe situarse. Con este diagrama se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema.

10. Estudio de Tiempos y Movimientos: es una herramienta para la medición de trabajo utilizado con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor.

11. Producción: Es un área de la ingeniería industrial de las más importantes debido a que es la encargada de generar valor agregado a las empresas y a la cadena de abastecimiento; en esta área es en la que se producen y fabrican los productos.

12. Productividad: Hace referencia a la cantidad de producción de una unidad de

13. Distancia: es el trayecto espacial o el periodo temporal que separa dos acontecimientos o cosas. Se trata de la proximidad o lejanía que existe entre objetos o eventos

14. Concreto: es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como Mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.

12. Levantamiento topográfico: consiste en un acopio de datos para poder realizar, con posterioridad, un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión. Además de ser vital para la elaboración del plano del terreno, el levantamiento topográfico es una herramienta muy importante durante los



trabajos de edificación porque con ellos se van poniendo las marcas en el terreno que sirven como guía la construcción

13. Normas Técnicas Peruanas: Son documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios.

14. OCSE: Organismo supervisor de las contrataciones del mercado.

15. Reordenamiento de una distribución ya existente: Se trata de utilizar al máximo los elementos ya existentes compatibilizándolos con los nuevos medios y métodos a introducir.

2.4. VARIABLES

2.4.1. Identificación de variables

- Distribución de Planta
- Modelo Carga-Distancia.

2.4.2. Operacionalización de Variables

Tabla 1: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
MODELO CARGA DISTANCIA	Determinación de las Áreas de la planta	Planta 1 y zona de curado
		Planta 2 y zona de curado
		Planta 3
		Planta 4
		Planta de armado de acero 1
		Planta de armado de acero 2
		Guardianía
		Depósito 3 Herramientas
		Depósito de cemento
		Depósito vario
		Oficina
		Almacén de acero
		Almacén de postes 1
		Almacén de postes 2
		Almacén de postes 3
		Almacén de postes 4
		Almacén de agregado
		Banco de pruebas
		Almacén de moldes
	Almacén	
Servicios Higiénicos		
Vestidores		
Determinación de las Rutas de producción	Diagrama de ciclo productivo	
	Diagrama de precedencias	
Determinación de las Distancias	Distancia de distribución de planta	
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	Tiempo	Tiempo de cada una de las actividades.
	Mano de obra	Mano de obra requerida para cada una de las áreas.
	Productividad	Incremento de la Productividad de postes

Fuente: Elaboración propia



3. CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la investigación, se emplea la forma Aplicada, Se utilizó para el desarrollo del presente trabajo: la investigación propositiva, se detectan las falencias, necesidades de los campos de estudio que se va a realizar. Y se podrá llegar a un panorama completo de lo que se debe realizar para encontrar solución a los problemas que se haya detectado”. (Hernandez Sampieri, 2010)

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada tiene un diseño no experimental porque no hubo manipulación en la variable, Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. (Hernandez Sampieri, 2010)

3.3. ALCANCE DEL ESTUDIO

De acuerdo con la investigación, se emplea la nivel descriptivo, En primer lugar se describe como está distribuida la planta actual, y que productos se llega a producir, para luego poder implementar un tipo de distribución de planta de acuerdo a la producción que se realiza estudio mixto lo es en el planteamiento del problema, la recolección y análisis de los datos, y en el reporte del estudio”. (Hernandez Sampieri, 2010)

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método a utilizar en la investigación es el método analítico-sintético porque se analiza los problemas que se presentan en la empresa y sintético porque se resume o sintetizara los



conocimientos obtenidos del estudio de ciertos aspectos o hechos de la realidad y estos serán plasmados en las conclusiones y recomendaciones.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Unidad de Estudio

La unidad de estudio está constituida por la empresa FÁBRICA DE CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016

3.5.2. Población

La población está conformada por 09 trabajadores del área del proceso producción

3.5.3. La Muestra

La muestra es censal, no probabilística y está conformada por un gerente general un administrador y 9 trabajadores del área proceso de producción.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas de la investigación

- Observación: Se Solicitó Permiso al dueño de la Fábrica de postes para poder ingresar a la fábrica y poder observar en qué estado se encuentra, como es su distribución actual, que productos producen, cuantas áreas de producción tienen etc.
- Revisión documentaria: Se solicitó al dueño de la fábrica de postes información acerca de cómo está compuesto la planta, que productos son de mayor venta, cuantos postes anualmente se llegan a vender, cuáles son sus principales clientes, etc.



3.6.2. Instrumentos y Equipos de investigación

Instrumentos:

- Guía de entrevista: Se formuló una serie de preguntas en referencia a la producción de postes (ver anexo 7).
- Guías de observación: Se realizó un formato para observar la situación actual de la empresa (Ver anexo 8)

Equipos:

- Levantamiento topográfico: Se midió cada una de las áreas de la planta utilizando una cinta métrica de 50mts. (ver anexo 12)
- Cronometraje de las actividades: Se cronometró el tiempo de cada una de las actividades para la producción de poste utilizando un cronómetro. (Ver anexos 3,4,5y 6)

3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

3.7.1. Procesamiento Manual:

En el procesamiento manual de los datos se utilizó la técnica del llenado manual de las encuestas, con la finalidad de ser llevados a una base de datos.

3.7.2. Procesamiento Electrónico:

Para el procesamiento de datos recolectados se utilizaron como apoyo software y programas: Word (texto), Microsoft Excel (cuadros), AutoCAD (planos) y S10 (costos y presupuestos) con apoyo de una laptop CORE I7

4. CAPITULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. ASPECTOS GENERALES

La EMPRESA CONCRETOS ARTEAGA CUSCO, es una empresa con más de 20 años de experiencia en el rubro, con reconocimiento nacional e internacional.

Se fabrican postes de concreto armado y centrifugado, postes ornamentales.

Organigrama:

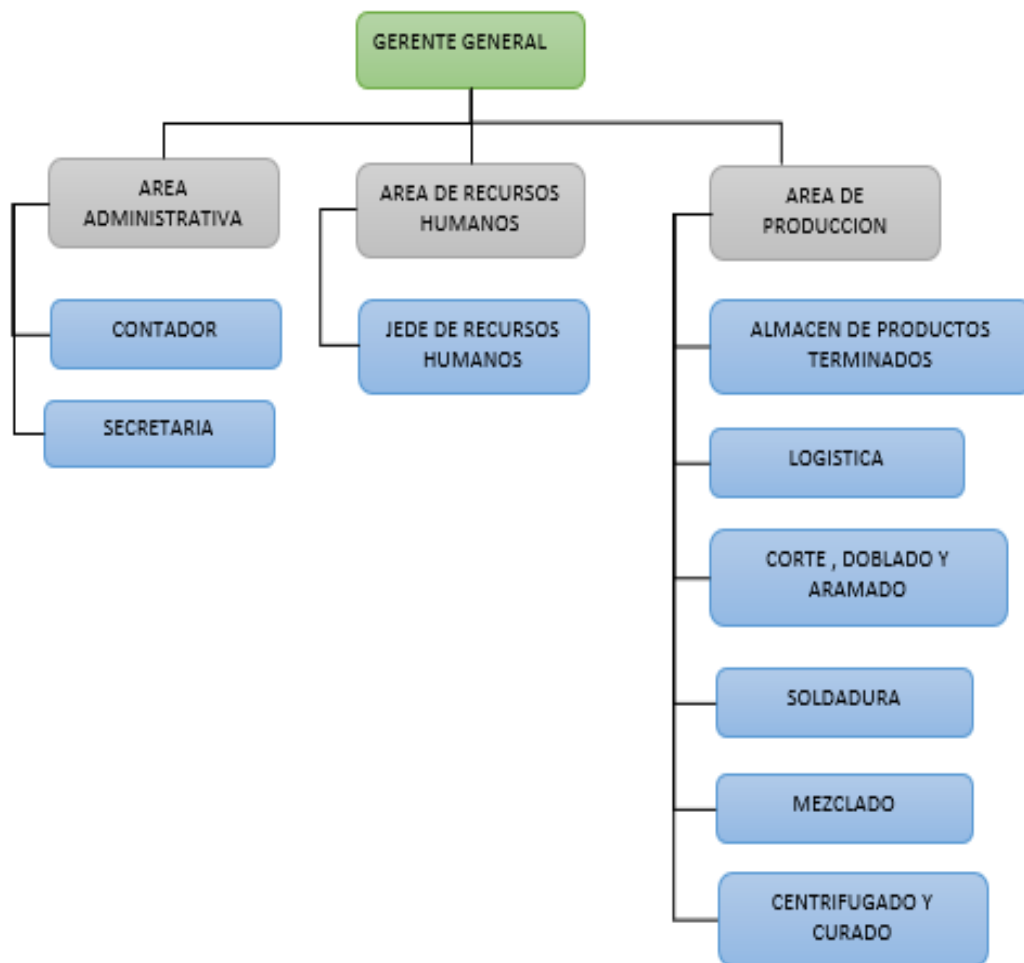


Figura 15: Organigrama
Fuente: Elaboración propia.



Misión: construir para el desarrollo de nuestra región, trabajando por el crecimiento de nuestro país.

PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

Siendo sus productos lo siguiente:

- Postes de 8 metros
- Postes de 12 metros
- Postes de 13 metros
- Postes de 22 metros

Cuyo mercado está orientado al sector público (Electro sur este) y privado (Concretos Arteaga).

4.2. RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1. Resultados respecto al objetivo específico 1

Reordenar la distribución de planta mediante la determinación de áreas en la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017.

A través del levantamiento topográfico y las entrevistas (ver anexo 7) que se realizó, se logra medir las dimensiones de cada área de trabajo, esto nos ayuda a diagnosticar que áreas estas mal distribuidas.

En los cuadros siguientes se puede observar las dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas.

- Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestos


Tabla 2: Dimensiones de las áreas actuales y propuestas (planta 1,2,3,4 y zonas de curado)

PLANTA 1,2,3,4 Y ZONAS DE CURADO			
	Dimensiones actuales: - Largo:14 m - Ancho: 12.5 m	Dimensiones propuestas: - Largo:14 m - Ancho: 12.5 m	
		Dimensiones actuales: - Largo:14 m - Ancho: 13.1 m	Dimensiones propuesto: - Largo:14 m - Ancho: 13.1 m
			Dimensiones actuales: - Largo:14 m - Ancho: 8.1 m
	Dimensiones actuales: - Largo:22 m - Ancho: 14 m	Dimensiones propuestas: - Largo:22 m - Ancho: 14 m	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En cuanto a la planta 1, 2, 3,4 y zonas de curado no se están realizando ninguna modificación, ya que al redistribuirlas ocasionarían mucho gasto, porque hay instalaciones eléctricas para los motores, instalación de rieles para el pórtico.


Tabla 3: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (armados de acero 1)

ÁREA DE ARMADO DE ACERO 1		
	Dimensiones actuales: - Largo:18.28 m - Ancho: 3.26 m	Dimensiones propuestas: - Largo:18.37 m - Ancho: 3.3 m - Alto: 2.30 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de armado de acero 1 actualmente tiene las medidas como muestra la tabla adjunta, se está proponiendo adicionar un techo con las medidas que se indica en la tabla adjunta, esto debido a que actualmente ocasionando tiempos muertos cuando llueve.


Tabla 4: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (armados de acero 2 sin uso)

ÁREA DE ARMADO DE ACERO 2		
	Dimensiones	Dimensiones
	actuales: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 15.48 m- Ancho: 3.26 m	propuestas: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 18.37 m- Ancho: 3.3 m- Alto: 2.30 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En esta área de armado de acero dos, no se tiene ninguna actividad, solo utilizan el área de armado de acero uno, que abastece a las cuatro plantas ocasionando pérdida de tiempo al trasladar la estructura metálica (ver anexo 12), se está proponiendo reactivar dicha área y adicionar un techo con las medidas que se indica en la tabla adjunta, esto debido a que actualmente ocasionando tiempos muertos cuando llueve y así abastecer a las plantas tres y cuatro.

Tabla 5: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (guardianía)

GUARDIANÍA		
	<p>Dimensiones actuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 5.6 m - Ancho: 2.88 m - Alto: 2 m 	<p>Dimensiones propuestas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 5.53 m - Ancho: 3.15 m Alto: 2 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de guardianía actualmente está ubicado en la el área de producción ocasionando perdida de espacio, lo que se propone es reubicarla a lado de la puerta de entrada principal casi con las mismas dimensiones que me encuentra en la tabla adjunta.


Tabla 6: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (depósito de herramientas)

DEPÓSITO DE HERRAMIENTAS		
	<p>Dimensiones actuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 8.13 - Ancho: 4.4 m - Alto: 2.5 m 	<p>Dimensiones propuestas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 8.15 m - Ancho: 4.4 m Alto: 2.30 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: el área de depósito de herramientas se propone reubicar en el área donde se encuentra actualmente la guardianía con las dimensiones que se encuentran a la tabla adjunta, al reubicarla ganaremos espacio, y se podrá tener un almacén más de portes de la planta 1.


Tabla 7: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (depósito cemento)

DEPÓSITO DE CEMENTO		
	Dimensiones actuales: <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 7.48 m - Ancho: 1.4 m - Alto: 2.5 m 	Dimensiones propuestas: <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 4.5 m - Ancho: 4.5 m - Alto: 2.5 m (dos depósitos de cemento)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de almacén de cemento actualmente se ubica al lado del almacén de herramientas ocasionando tiempos muertos al trasladar el cemento a la zona de mezcla (ver anexo 12), se propone tener dos almacenes ubicándolos al lado de zona de mezclado, uno para abastecer a las plantas 1 y 2 y la otra para las plantas 3 y 4.


Tabla 8: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (depósitos varios)

DEPÓSITO VARIOS		
	Dimensiones actuales: <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 4.4 m - Ancho: 4 m - Alto: 2.5 m 	Dimensiones propuestas: <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 4.5 mts - Ancho: 4.3 mts - Alto: 2.5 mts.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de depósito varios actualmente se ubica en el área productiva, se propone reubicar en la zona donde se ubicará la guardianía, así se podrá hacer un almacén de postes de la planta


Tabla 9: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (oficina)

OFICINA		
	Dimensiones actuales:	Dimensiones propuestas:
	- Largo: 4.31 mts	- Largo: 4.5 mts
	- Ancho: 4.25 mts	- Ancho: 4.5 mts
	- Alto: 2 mts.	- Alto: 2.5 mts.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de oficina actualmente se encuentra en la zona de producción, se propone reubicar al lado en la zona donde se ubicará la guardianía, al reubicarlos habrá espacio para hacer un pasaje vehicular para recoger postes del almacén propuesto de la planta 1.

Tabla 10: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuesto (almacén de acero)

ALMACEN DE ACERO		
	Dimensiones actuales:	Dimensiones propuestas:
	- Largo: 15.65 m	- Largo: 15.65 m
	- Ancho: 3.3 m	- Ancho: 3.3 m
	- Alto: 2.50 m	- Alto: 2.50 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Actualmente el almacén de acero ubicado lejos de la zona de armado de acero, ocasionando pérdida de tiempo en el traslado (ver anexo 12), se propone reubicar en el medio de las dos áreas de armado de acero para poder abastecer inmediatamente y disminuir los tiempos de traslado.

Tabla 11: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (almacén de postes de 13 mts)


ALMACÉN DE POSTES DE 13 MTS		
	Dimensiones actuales: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 16.28 m- Ancho: 12 m	Dimensiones propuestas: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 14.00 m- Ancho: 14.00 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se propone reubicar el área de almacén de postes de 13 mts. Más cerca de la zona de curado de 13 mts, con las dimensiones que se encuentran en la tabla adjunta, por las siguientes observaciones:

- Se propone disminuir el área, debido a que actualmente se tiene chatarra en el almacén de postes.
- Se propone trasladar el área más cerca de la zona de curado para poder tener acceso del carro grúa al nuevo almacén de postes de 11 mts. Propuesto.

Tabla 12: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 11 mts)

ALMACÉN DE POSTES 11 MTS I		
	Dimensiones actuales: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 12 m- Ancho: 8 m	Dimensiones propuestas: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 14 m- Ancho: 14 m

Fuente: Elaboración propia

- **Interpretación:** Se propone reubicar el área de almacén de postes de 11 metros (ver anexo) con las dimensiones que se encuentra en la tabla adjunta, para tener acceso del carro grúa a las distintas áreas de almacén de poste.

Tabla 13: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 11 mts II)

ALMACÉN DE POSTES DE 11 MTS	
	Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> - Largo 27.1 m - Ancho: 6.8 m

Fuente: Elaboración propia

- **Interpretación:** Al proponer reubicar las áreas de oficina, almacén de herramientas, depósito varios y almacén de cemento, se podrá ganar espacio para tener un almacén nuevo de postes de 11 mts.


Tabla 14: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 8 mts)

ALMACÉN DE POSTES DE 8 MTS		
	Dimensiones actuales: <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 12 m - Ancho: 8 m 	Dimensiones propuestas: <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 13 m - Ancho: 8.8 m

Fuente: Elaboración propia

- **Interpretación:** Se propone reubicar el área de almacén de postes de 8 metros más cerca de la zona de curado de postes de 8 mts (ver anexo) con las dimensiones que se encuentra en la tabla adjunta, para tener acceso del carro grúa a las distintas áreas de almacén de poste.

Tabla 15: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales y propuestas (almacén de postes de 22 mts)

ALMACÉN DE POSTES DE 22 MTS		
	Dimensiones actuales:	Dimensiones propuestas:
	<ul style="list-style-type: none"> - Largo: 12 m - Ancho: 8 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Largo: 13.9 m - Ancho: 6.79 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se propone reubicar el área de almacén de postes de 22 metros (ver anexo) con las dimensiones que se encuentra en la tabla adjunta, para tener acceso del carro grúa a las distintas áreas de almacén de poste.

Tabla 16: Dimensiones de las áreas de trabajos actuales y propuestos (almacén de agregados)

ALMACÉN DE AGREGADOS		
	Dimensiones actuales:	Dimensiones propuestas:
	<ul style="list-style-type: none"> - Largo: 17.59 m - Ancho: 12.6 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Largo: 11.6 m - Ancho: 8.8 m <p>(dos almacenes)</p>

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Actualmente se tiene un almacén de agregados que no se encuentran ubicados en la zona de mezclado, ocasionando pérdida de tiempo al trasladar el agregado (ver anexo 12). Se propone lo siguiente:

- Se propone reubicar el almacén de agregado a la zona de mezcla para disminuir los tiempos de traslado.

- Se propone adicionar un techo con las medidas que se indica en la tabla adjunta, esto debido a que actualmente ocasionando tiempos muertos cuando llueve.
- Se propone construir un nuevo almacén de agregados ubicándolo al lado de la zona de mezcla dos, ya que actualmente solo trabaja la zona de mezcla uno abasteciendo a las cuatro plantas

Tabla 17: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales (almacén de moldes)

ALMACEN DE MOLDES		
	Dimensiones: - Largo: 9.2 m - Ancho: 7.94 m	Dimensiones: - Largo: 12.83 m - Ancho: 7.95 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se propone ampliar el largo del almacén de postes ya que se tiene espacio que no se está utilizando.

Tabla 18: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales (servicios higiénicos)

SERVICIOS HIGIENICOS		
	Dimensiones: - Largo: 8.4 m - Ancho: 1.5 m - Alto: 2 m	Dimensiones: - Largo: 5 m - Ancho: 2.1 m Alto: 2 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de servicios higiénicos se propone disminuir el largo esto debido a que hay espacio sin utilizar y además en esa misma recta se está proponiendo ubicar la oficina, deposito, guardianía y vestidores.

Tabla 19: Dimensiones de las áreas de trabajo actuales (vestidores)

VESTIDORES		
	Dimensiones: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 7.3 m- Ancho: 1.5 m- Alto: 2 m	Dimensiones: <ul style="list-style-type: none">- Largo: 4.9 m- Ancho: 3.09 m- Alto: 2 m

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El área de vestidores se propone disminuir el largo esto debido a que hay espacio sin utilizar y además en esa misma recta se está proponiendo ubicar la oficina, deposito, guardianía y Servicios Higiénicos.

4.2.2. Resultados respecto al objetivo específico 2

Reordenar la distribución de planta mediante la determinación de la ruta de producción de La ruta crítica son los trabajos indispensables necesarios para poder culminar la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta que se pueden ejecutar a la par otras actividades, las cuales no afectaría al tiempo de ejecución en la fabricación de postes.

Para efectos de determinar la ruta crítica, se acude al tiempo de duración promedio, también conocido cómo tiempo estimado. (ver anexo 9)

A continuación, se adjunta las tablas de las actividades y los tiempos esperados que se necesita para la producción.

Tabla 20: Diagrama de precedencia actual y propuesta de postes de 13 m

POSTES DE 13 METROS		
FABRICACIÓN DE POSTES ACTUAL		
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)
A	-	5.45
B	A	60.08
C	B	21.00
D	-	3.04
E	D	6.18
F	D	2.10
G	E,F	17.32
H	G	1.83
I	H,B	1.49
J	I	0.72
K	J	14.84
L	K	2.28
M	L	4.82
N	M	5.01
O	N	3.11
P	O	-
TIEMPO TOTAL POR POSTE		149.27
DESENCROFRADO DE POSTES		
Q	P	1,440.00
R	Q	30.50
S	R	30.50
T	S	30,240.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		31,741.00

POSTES DE 13 METROS		
FABRICACIÓN DE POSTES PROPUESTO		
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)
A	-	0.95
B	A	30.04
C	B	10.50
D	-	3.04
E	D	6.18
F	D	0.16
G	E,F	6.48
H	G	1.83
I	H,B	2.29
J	I	0.23
K	J	22.89
L	K	2.28
M	L	4.82
N	M	5.01
O	N	3.11
P	O	5.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		104.82
DESENCROFRADO DE POSTES		
Q	P	160.00
R	Q	30.50
S	R	30.50
T	S	10,080.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		10,301.00

Fuente: Elaboración propia

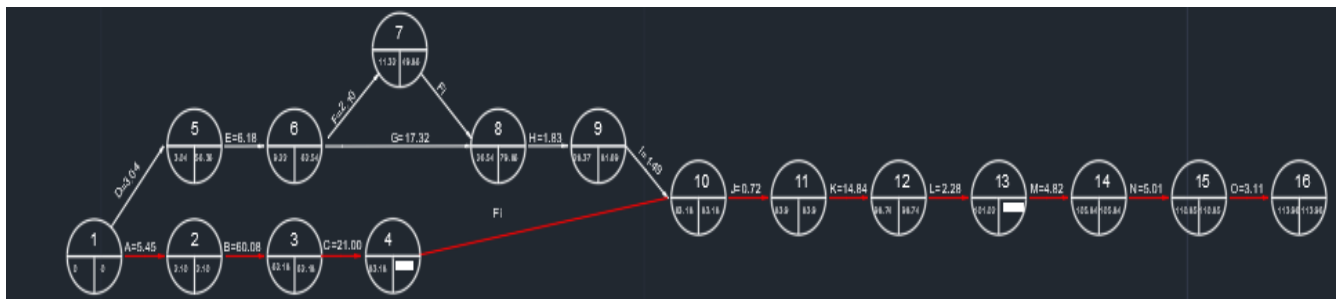


Figura 16: Diagrama de precedencia de postes de 13m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16

Tiempo: 117.31 min

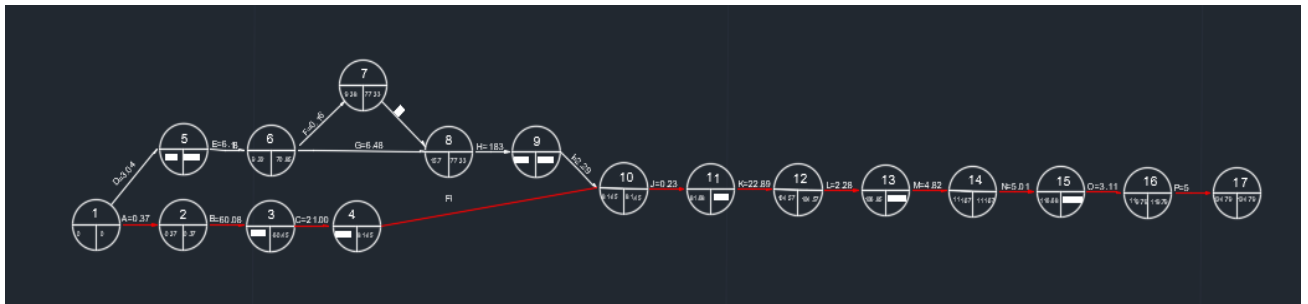


Figura 17: Diagrama de precedencia de postes de 13m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16,17

Tiempo: 84.83 min

Interpretación: Se puede apreciar que la ruta crítica actual tiene 11 pasos, no se considera el paso de vaporización, ya que actualmente se tiene en desuso los hornos.

Los tiempos de fabricación de postes son de 117.31 minutos y tiempos de desencofrado son 31,741.00 minutos.

Mientras tanto en la ruta crítica propuesta se puede apreciar que se tiene 12 pasos, porque se propone reactivar los hornos para el vaporizado.

Los tiempos de fabricación propuestos de postes son de 84.83 minutos y los tiempos de desencofrado son 10,301.00 minutos.

Por ende, se puede apreciar que los tiempos de fabricación de postes se reducen en un 32.48 minutos esto es debido a la propuesta del reordenamiento de algunas áreas, y el desencofrado de postes se reduce en un 21,440.00 minutos, esto es debido a que se está reactivando nuevamente los hornos que actualmente no se utilizan

Tabla 21: Diagrama de procedencia actual y propuesta de postes de 8 m

POSTES DE 8 METROS			POSTES DE 8 METROS		
FABRICACION DE POSTES ACTUAL			FABRICACIÓN DE POSTES PROPUETO		
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)	ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)
A	-	1.23	A	-	0.19
B	A	45.67	B	A	22.83
C	B	6.00	C	B	3.00
D	-	2.56	D	-	2.56
E	D	6.01	E	D	6.01
F	D	1.11	F	D	0.12
G	E,F	4.60	G	E,F	1.20
H	G	0.49	H	G	0.49
I	H,B	3.17	I	H,B	1.92
J	I	0.97	J	I	0.86
K	J	12.22	K	J	7.43
L	K	2.28	L	K	2.28
M	L	4.15	M	L	4.15
N	M	4.37	N	M	4.37
O	N	3.11	O	N	3.11
P	O	0.00	P	O	5.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		97.93	TIEMPO TOTAL POR POSTE		65.52
DESENCROFRADO DE POSTES			DESENCROFRADO DE POSTES		
Q	P	1,440.00	Q	P	160.00
R	Q	30.50	R	Q	30.50
S	R	30.50	S	R	30.50
T	S	30,240.00	T	S	10,080.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		31,741.00	TIEMPO TOTAL POR POSTE		10,301.00

Fuente: Elaboración propia

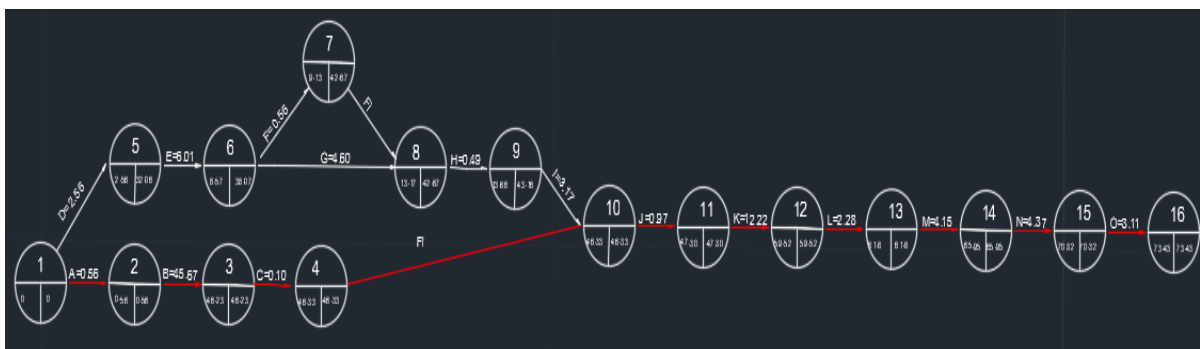


Figura 18: Diagrama de procedencia de postes de 8 m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16

Tiempo: 80 min

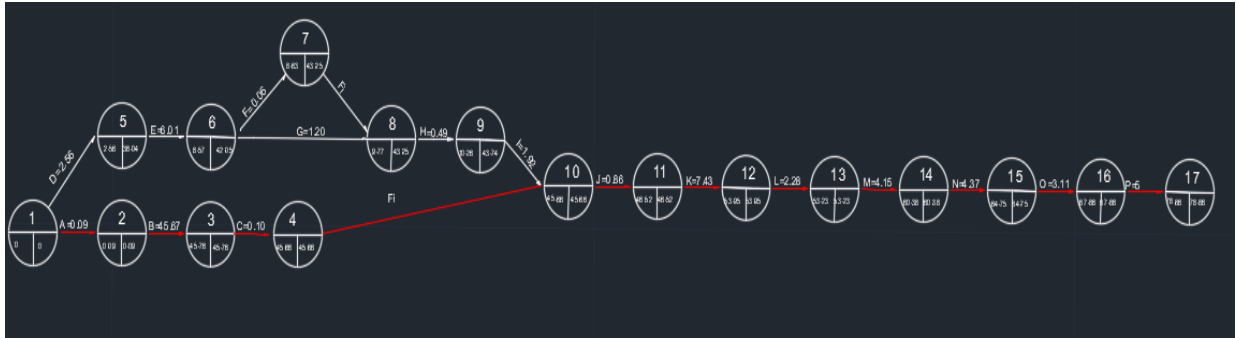


Figura 19: Diagrama de precedencia de postes de 8m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16,17

Tiempo: 53.22min

Interpretación: Se puede apreciar que la ruta crítica actual tiene 11 pasos, no se considera el paso de vaporización, ya que actualmente se tiene en desuso los hornos.

Los tiempos de fabricación de postes son de 80 minutos y tiempos de desencofrado son 31,741.00 minutos.

Mientras tanto en la ruta crítica propuesta se puede apreciar que se tiene 12 pasos, porque se propone reactivar los hornos para el vaporizado.

Los tiempos de fabricación propuestos de postes son 53.22 minutos y los tiempos de desencofrado son 10,301.00 minutos.

Por ende, se puede apreciar que los tiempos de fabricación de postes se reducen en un 26.78 minutos esto es debido a la propuesta del reordenamiento de algunas áreas, y el desencofrado de postes se reduce en un 21,440.00 minutos, esto es debido a que se está reactivando nuevamente los hornos que actualmente no se utilizan.

Tabla 22: Diagrama de precedencias actual y propuesta de postes de 11 m

POSTES DE 11 METROS			POSTES DE 11 METROS		
FABRICACIÓN DE POSTES ACTUAL			FABRICACIÓN DE POSTES PROPUESTO		
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)	ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)
A	-	2.71	A	-	0.47
B	A	45.67	B	A	22.83
C	B	6.00	C	B	3.00
D	-	2.56	D	-	2.56
E	D	6.01	E	D	6.01
F	D	1.13	F	D	0.09
G	E,F	9.32	G	E,F	3.49
H	G	0.99	H	G	0.99
I	H,B	3.76	I	H,B	3.23
J	I	0.97	J	I	0.83
K	J	12.49	K	J	10.70
L	K	3.42	L	K	3.42
M	L	7.75	M	L	7.75
N	M	5.01	N	M	5.01
O	N	5.00	O	N	5.00
P	O	0.00	P	O	5.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		112.78	TIEMPO TOTAL POR POSTE		80.37
DESENCOFRADO DE POSTES			DESENCOFRADO DE POSTES		
Q	P	1,440.00	Q	P	160.00
R	Q	30.50	R	Q	30.50
S	S	30.50	S	R	30.50
T	S	30,240.00	T	S	10,080.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		31,741.00	TIEMPO TOTAL POR POSTE		10,301.00

Fuente: Elaboración propia

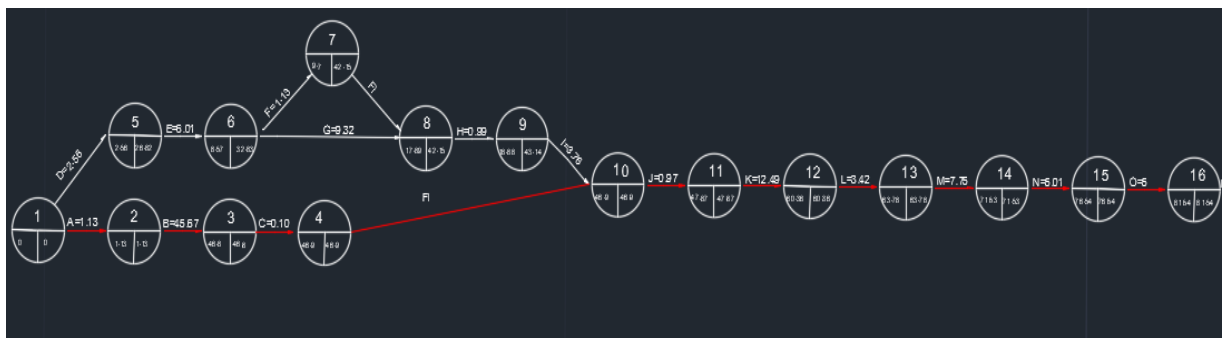


Figura 20: Diagrama de precedencia de postes de 11m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16

Tiempo: 89.02 min

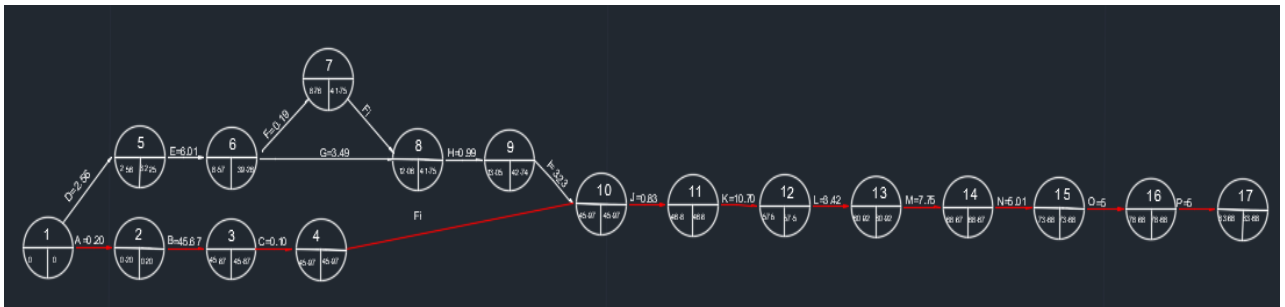


Figura 21: Diagrama de precedencia de postes de 11m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16,17

Tiempo: 64.01 min

Interpretación: Se puede apreciar que la ruta crítica actual tiene 11 pasos, no se considera el paso de vaporización, ya que actualmente se tiene en desuso los hornos.

Los tiempos de fabricación de postes son de 89.02 minutos y tiempos de desencofrado son 31,741.00 minutos.

Mientras tanto en la ruta crítica propuesta se puede apreciar que se tiene 12 pasos, porque se propone reactivar los hornos para el vaporizado.

Los tiempos de fabricación propuestos de postes son 64.01 minutos y los tiempos de desencofrado son 10,301.00 minutos.

Por ende, se puede apreciar que los tiempos de fabricación de postes se reducen en 25.01 minutos esto es debido a la propuesta del reordenamiento de las áreas de almacén de fierro, de agregado, de cemento. y el desencofrado de postes de reduce en un 21,440.00 minutos, esto es debido a que se está reactivando nuevamente los hornos que actualmente no se utilizan.

Tabla 23: Diagrama de precedencia actual de postes de 22 m

POSTES DE 22 METROS		
FABRICACIÓN DE POSTES ACTUAL		
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)
A	-	36.44
B	A	120.03
C	B	179.97
D	-	5.11
E	D	12.02
F	D	9.11
G	E,F	75.22
H	G	7.96
I	H,B	7.53
J	I	1.94
K	J	24.97
L	K	6.83
M	L	15.49
N	M	10.03
O	N	10.00
P	O	0.00
TIEMPO TOTAL		522.65
DESENCROFRADO DE POSTES		
P	O	1,440.00
Q	P	50.00
R	Q	80.00
T	S	30,240.00
TIEMPO TOTAL		31,810.00

POSTES DE 22 METROS		
FABRICACIÓN DE POSTES PROPUESTO		
ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	Tiempo (MIN)
A	-	5.69
B	A	60.01
C	B	89.99
D	-	5.11
E	D	12.02
F	D	1.14
G	E,F	19.64
H	G	7.96
I	H,B	2.82
J	I	0.40
K	J	9.37
L	K	6.83
M	L	15.49
N	M	10.03
O	N	10.00
P	O	10.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		266.51
DESENCROFRADO DE POSTES		
Q	P	160.00
R	Q	50.00
S	R	80.00
T	S	10,080.00
TIEMPO TOTAL POR POSTE		10,370.00

Fuente: Elaboración propia

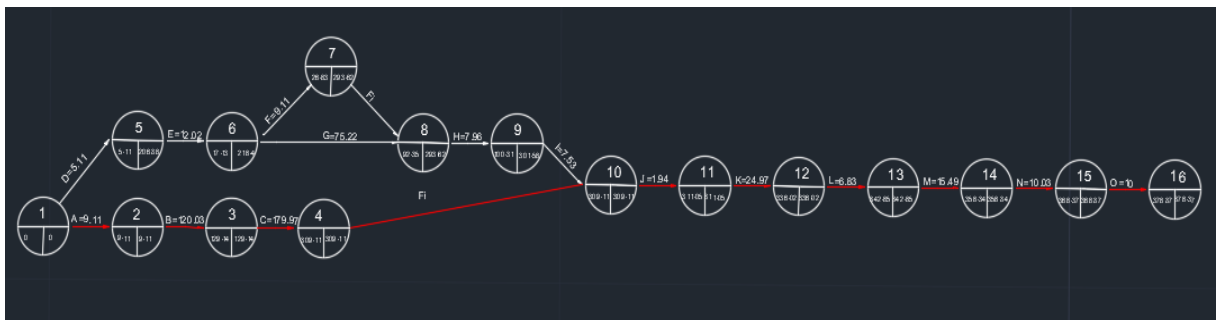


Figura 22: Diagrama de precedencia de postes de 22m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16

Tiempo: 405.7 min

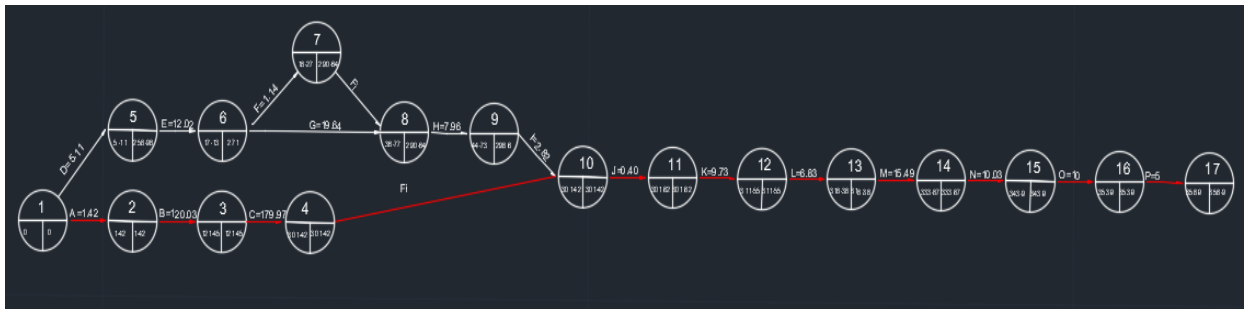


Figura 23: Diagrama de precedencia de postes de 22m

Fuente: Elaboración propia

Ruta: 1,2,3,4,10,11,12,13,14,15,16,17

Tiempo: 208.27 min

Interpretación: Se puede apreciar que la ruta crítica actual tiene 11 pasos, no se considera el paso de vaporización, ya que actualmente se tiene en desuso los hornos.

Los tiempos de fabricación de postes son de 405.7 minutos y tiempos de desencofrado son 31,741.00 minutos.

Mientras tanto en la ruta crítica propuesta se puede apreciar que se tiene 12 pasos, porque se propone reactivar los hornos para el vaporizado.

Los tiempos de fabricación propuestos de postes son 208.27 minutos y los tiempos de desencofrado son 10,301.00 minutos.

Por ende, se puede apreciar que los tiempos de fabricación de postes se reducen en un 613.97 minutos esto es debido a la propuesta del reordenamiento de algunas áreas, y el desencofrado de postes se reduce en un 21,440.00 minutos, esto es debido a que se está reactivando nuevamente los hornos que actualmente no se utilizan.

4.2.3. Resultados respecto al objetivo específico 3

Reordenar la distribución de planta mediante la determinación de las distancias de la EMPRESA CONCRETO ARTEAGA CUSCO 2016-2017.



Es importante tener en cuenta las distancias y los tiempos que se demora al realizar una actividad, para lo cual se propone reubicar los ambientes y zonas de almacenaje de los materiales a utilizar en la fabricación de postes , de esta forma se mejorará las distancias y consecuentemente se disminuirá los tiempos de fabricación.

A continuación, se presenta las tablas de distancias y tiempos de producción de los diferentes postes.

Tabla 24: Distancias y tiempos de producción de postes de 22m.

DISTANCIAS Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 22 M					
ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCION EXISTENTE		DISTRIBUCION PROPUESTA	
		TIEMPO (min)	DISTANCIA EXISTENTE	TIEMPO (min)	DISTANCIA PROPUESTA
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	36.44	27.07	5.69	4.23
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	9.11	31.8	1.14	3.98
G	Traslado de agregados	75.22	27.16	19.64	7.09
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	7.53	39.8	2.82	14.93
J	Transporte de estructura metálica a molde	1.94	52.11	0.40	10.68
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	24.97	39.8	9.37	14.93
TIEMPO TOTAL		155.20		39.06	
TIEMPO AHORRADO (MIN)		116.14			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Podemos observar en la tabla las distancias actuales que se tiene para la fabricación de postes teniendo un tiempo total 155.20 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos tiempo total de 39.06 ahorrando notablemente en unos 116 minutos.

Tabla 25: Distancias y tiempos de producción de postes de 11m.

DISTANCIAS Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 11 M					
ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCION EXISTENTE		DISTRIBUCION PROPUESTA	
		TIEMPO (min)	DISTANCIA	TIEMPO (min)	DISTANCIA
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	2.71	27.07	0.47	4.73
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	1.13	31.8	0.09	2.44
G	Traslado de agregados	9.32	27.16	3.49	10.16
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	3.76	17.84	3.23	15.29
J	Transporte de estructura metálica a molde	0.97	7.2	0.83	6.18
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	12.49	17.84	10.70	15.29
TIEMPO TOTAL		30.38		18.81	
TIEMPO AHORRADO(MIN)		11.57			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Podemos observar en la tabla las distancias actuales que se tiene para la fabricación de postes teniendo un tiempo total de 30.38 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos tiempo total de 18.81 ahorrando notablemente en un 11.57 minutos.



Tabla 26: Distancias y tiempos de producción de postes de 8m.

DISTANCIAS Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 8 M					
ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCION EXISTENTE		DISTRIBUCION PROPUESTA	
		TIEMPO (min)	DISTANCIA	TIEMPO (min)	DISTANCIA
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	1.23	27.07	0.19	4.23
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	1.11	31.8	0.12	3.53
G	Traslado de agregados	4.60	27.16	1.20	7.09
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	3.17	26.18	1.92	15.91
J	Transporte de estructura metálica a molde	0.97	10.92	0.86	9.66
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	12.22	26.18	7.43	15.91
TIEMPO TOTAL		23.30		11.73	
TIEMPO AHORRADO(MIN)		11.57			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Podemos observar en la tabla las distancias actuales que se tiene para la fabricación de postes teniendo un tiempo total de 23.30 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos tiempo total de 11.73 ahorrando notablemente en un 11.57 minutos

Tabla 27: Distancias y tiempos de producción de postes de 13m.

DISTANCIAS Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 13 M					
ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCION EXISTENTE		DISTRIBUCION PROPUESTA	
		TIEMPO (min)	DISTANCIA	TIEMPO (min)	DISTANCIA
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	5.45	27.07	0.95	4.73
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	2.10	31.8	0.16	2.44
G	Traslado de agregados	17.32	27.16	6.48	10.16
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	1.49	6.27	2.29	9.67
J	Transporte de estructura metálica a molde	0.72	14.55	0.23	4.65
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	14.84	6.27	22.89	9.67
TIEMPO TOTAL		41.92		33	
TIEMPO AHORRADO(MIN)		8.92			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Podemos observar en la tabla las distancias actuales que se tiene para la fabricación de postes teniendo un tiempo total de 41.92 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos tiempo total de 33 ahorrando notablemente en un 8.92 minutos

4.2.4. Resultados respecto al objetivo general

Reordenar la distribución de planta mediante el modelo Carga – Distancia de la EMPRESA CONCRETOS ARTEAGA CUSCO 2016-2017

Para llegar al objetivo general se tuvo que hallar los siguientes indicadores:

- **Indicador de tiempo:**

Tabla 28: *Tiempos de producción actual y propuesta de postes de 22 m*

TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 22 M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	36.44	5.69
B	Habilitado y armado de estructura metálica para poste	120.03	60.01
C	Solado de estribos tipo zuncho para postes	179.97	179.97
D	lizado de molde para poste (base)	5.11	5.11
E	Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	12.02	12.02
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	9.11	1.14
G	Traslado de agregados	75.22	19.64
H	Mezclado de Concreto	7.96	7.96
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	7.53	2.82
J	Transporte de estructura metálica a molde	1.94	0.40
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	24.97	9.37
L	lizado de tapa Metálica (molde) con tecla	6.83	6.83
M	Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	15.49	15.49
N	Centrifugado de concreto	10.03	10.03
O	lizado y transporte de poste centrifugado	10.00	10.00
P	Vaporizado de postes	0.00	10.00
TIEMPO TOTAL		522.65	356.49
TIEMPO AHORRADO(MIN)		166.16	
TIEMPOS DE DESENCOFRADO DE POSTES DE 22 M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
Q	Desmoldado de poste	1,440.00	160.00
R	Emporado y resane de cangrejeras de poste	50.00	50.00
S	Pulido y acabado final Para postes de concreto	80.00	80.00
T	Curado de poste	30,240.00	10,080.00
TIEMPO TOTAL		31,810.00	10,370.00
TIEMPO AHORRADO(MIN)		21,440.00	

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: podemos observar que en la tabla de tiempos de producción actual de 22 metros se tiene un tiempo total 522.65 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos un tiempo total de 356.49 minutos ahorrando considerablemente 166.16 minutos por poste.

En la segunda tabla de tiempos de desencofrado de postes de 22 metros actualmente se tiene un tiempo total de 31810 minuto, por otro lado, al realizar el reordenamiento se tiene un tiempo total de 10370.00 minutos ahorrando 2140.00 minutos, esto es debido a que se ha reincorporado el curado de postes por medio de vapor.

Tabla 29: Tiempos de producción actual y propuesto de postes de 11m

TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 11 M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	2.71	0.47
B	Habilitado y armado de estructura metálica para poste	45.67	22.83
C	Solado de estribos tipo zuncho para postes	6.00	6.00
D	Izado de molde para poste (base)	2.56	2.56
E	Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	6.01	6.01
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	1.13	0.09
G	Traslado de agregados	9.32	3.49
H	Mezclado de Concreto	0.99	0.99
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	3.76	3.23
J	Transporte de estructura metálica a molde	0.97	0.83
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	12.49	10.70
L	Izado de tapa Metálica (molde) con tecele	3.42	3.42
M	Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	7.75	7.75
N	Centrifugado de concreto	5.01	5.01
O	Izado y transporte de poste centrifugado	5.00	5.00
P	Vaporizado de postes	0.00	5.00
TIEMPO TOTAL		112.78	83.37
TIEMPO AHORRADO(MIN)		29.41	
TIEMPOS DE DESENCOFRADO DE POSTES DE 11 M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
Q	Desmoldado de poste	1,440.00	160.00
R	Emporado y resane de cangrejas de poste	30.50	30.50

S	Pulido y acabado final Para postes de concreto	30.50	30.50
T	Curado de poste	30,240.00	10,080.00
TIEMPO TOTAL		31,741.00	10,301.00
TIEMPO AHORRADO(MIN)		21,440.00	

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Interpretación: podemos observar que en la tabla de tiempos de producción actual de 11 metros se tiene un tiempo total 112.78 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos un tiempo total de 88.37 minutos ahorrando considerablemente 29.41 minutos por poste.

En la segunda tabla de tiempos de desencofrado de postes de 11 metros actualmente se tiene un tiempo total de 31741.00 minutos, por otro lado, al realizar el reordenamiento se tiene un tiempo total de 10370.00 minutos ahorrando 21440.00 minutos, esto es debido a que se ha reincorporado el curado de postes por medio de vapor.

Tabla 30: *Tiempos de producción actual y propuesto de postes de 8m*

TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE 8 M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	1.23	0.19
B	Habilitado y armado de estructura metálica para poste	45.67	22.83
C	Solado de estribos tipo zuncho para postes	6.00	6.00
D	Izado de molde para poste (base)	2.56	2.56
E	Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	6.01	6.01
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	1.11	0.12
G	Traslado de agregados	4.60	1.20
H	Mezclado de Concreto	0.49	0.49
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	3.17	1.92
J	Transporte de estructura metálica a molde	0.97	0.86
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	12.22	7.43



L	Izado de tapa Metálica (molde) con tecele	2.28	2.28
M	Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	4.15	4.15
N	Centrifugado de concreto	4.37	4.37
O	Izado y transporte de poste centrifugado	3.11	3.11
P	Vaporizado de postes	0.00	5.00
TIEMPO TOTAL		97.93	68.52
TIEMPO AHORRADO(MIN)		29.41	
TIEMPOS DE DESENCOFRADO DE POSTES DE 8 M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
Q	Desmoldado de poste	1,440.00	160.00
R	Emporado y resane de cangrejeras de poste	30.50	30.50
S	Pulido y acabado final Para postes de concreto	30.50	30.50
T	Curado de poste	30,240.00	10,080.00
TIEMPO TOTAL		31,741.00	10,301.00
TIEMPO AHORRADO(MIN)		21,440.00	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Interpretación: Interpretación: podemos observar que en la tabla de tiempos de producción actual de 8 metros se tiene un tiempo total 97.93 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos un tiempo total de 68.52 minutos ahorrando considerablemente 29.41 minutos por poste.

En la segunda tabla de tiempos de desencofrado de postes de 8 metros actualmente se tiene un tiempo total de 31741.00 minutos, por otro lado, al realizar el reordenamiento se tiene un tiempo total de 10370.00 minutos ahorrando 21440.00 minutos, esto es debido a que se ha reincorporado el curado de postes por medio de vapor.

Tabla 31: Tiempos de producción actual y propuesto de postes de 13m

ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
A	Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	5.45	0.95
B	Habilitado y armado de estructura metálica para poste	60.08	30.04
C	Soldado de estribos tipo zuncho para postes	21.00	21.00
D	Izado de molde para poste (base)	3.04	3.04
E	Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	6.18	6.18
F	Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	2.10	0.16
G	Traslado de agregados	17.32	6.48
H	Mezclado de Concreto	1.83	1.83
I	Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	1.49	2.29
J	Transporte de estructura metálica a molde	0.72	0.23
K	Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	14.84	22.89
L	Izado de tapa Metálica (molde) con tecla	2.28	2.28
M	Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	4.82	4.82
N	Centrifugado de concreto	5.01	5.01
O	Izado y transporte de poste centrifugado	3.11	3.11
P	Vaporizado de postes	0.00	5.00
TIEMPO TOTAL		149.27	115.32
TIEMPO AHORRADO(MIN)		33.96	
TIEMPOS DE DESENCOFRADO DE POSTES DE 13M			
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL (min)	TIEMPO PROPUESTO (min)
Q	Desmoldado de poste	1,440.00	160.00
R	Emporado y resane de cangrejeras de poste	30.50	30.50
S	Pulido y acabado final Para postes de concreto	30.50	30.50
T	Curado de poste	30,240.00	10,080.00
TIEMPO TOTAL		31,741.00	10,301.00
TIEMPO AHORRADO(MIN)		21,440.00	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: podemos observar que en la tabla de tiempos de producción actual de 13 metros se tiene un tiempo total 149.27 minutos, mientras que al realizar el reordenamiento tenemos un tiempo total de 115.32 minutos ahorrando considerablemente 33.96 minutos por poste.

En la segunda tabla de tiempos de desencofrado de postes de 13 metros actualmente se tiene un tiempo total de 31741.00 minutos, por otro lado, al realizar el reordenamiento se tiene un tiempo total de 10370.00 minutos ahorrando 21440.00 minutos, esto es debido a que se ha reincorporado el curado de postes por medio de vapor.

- **Indicador requerimiento de mano de obra:**

Tabla 32: Requerimiento de mano de obra

ACTIVIDADES	CANTIDAD DE PERSONAL OBRERO ACTUAL	CANTIDAD DE PERSONAL OBRERO PROPUESTO	NÚMERO DE CUADRILLAS
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	2	2	A
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	2	4	A
Solado de estribos tipo zuncho para postes	2	2	B
lizado de molde para poste (base)	3	3	C
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	3	3	C
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	1	1	C
Traslado de agregados	2	2	C
Mezclado de Concreto	1	1	D
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	2	2	C
Transporte de estructura metálica a molde	3	3	C
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	3	3	C
lizado de tapa Metálica (molde) con tecla	3	3	C
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	3	3	C
Centrifugado de concreto	1	1	D
lizado y transporte de poste centrifugado	3	3	C
Vaporizado	2	2	C
Desmoldado de poste	3	3	C
Emporado y resane de cangrejas de poste	1	1	E
Pulido y acabado final Para postes de concreto	1	1	E
TOTAL, DE PERSONAL	9	11	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla de requerimiento de mano de obra podemos observar que la cantidad actual de personal obrero es de nueve, por lo tanto, al realizar el estudio de tiempos, estudio de distancias, localización de ruta crítica podemos aumentar que se necesita aumentar dos personas más para el armado de estructura metálica ya que ahí es donde se tiene mucho tiempo.

- Indicador de Productividad:

Tabla 33: Cantidad de postes fabricados

CANTIDAD DE POSTES FABRICADOS							
DESCRIPCION	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO	MEJORA DE TIEMPO	PRODUCCION DE POSTES ACTUAL AL DIA	PRODUCCION DE POSTES PROPUESTO AL DIA	FABRICACION MENSUAL ACTUAL	FABRICACION MENSUAL PROPUESTO
Postes de 8m	90.80	62.41	28.40	5.00	8.00	150.00	240.00
Postes de 11m	105.30	77.14	28.15	5.00	6.00	150.00	180.00
Postes de 13m	145.92	104.23	41.69	3.00	5.00	90.00	150.00
Postes de 22m	495.32	262.24	233.09	1.00	2.00	30.00	60.00

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: al realizar el reordenamiento de planta, activar maquinas que se encuentran en desuso y aumento de personal, se puede observar en la tabla adjunta que una de las producciones de postes de 8 metros aumente de 150 a 224 postes mensualmente.

Tabla 34: Curado de postes con vaporizado y sin vaporizado

CURADO DE POSTES	POSTE SIN VAPORIZADO	POSTE CON VAPORIZADO	TIEMPO AHORRADO	DIAS
	CURADO 21 DIAS	CURADO 7 DIAS		
Postes de 8m	5.00	8.00	14.00	DIAS
Postes de 11m	5.00	6.00	14.00	DIAS
Postes de 13m	3.00	5.00	14.00	DIAS
Postes de 22m	1.00	2.00	14.00	DIAS

Fuente: Elaboración propia



5. CAPITULO VI: PROPUESTA

5.1. PROPUESTA TECNICA

5.1.1. Cursograma Analítico

Para reforzar la propuesta realizada anteriormente en el trabajo (redistribución de planta mediante el método carga - distancia) se presentan a continuación los diferentes diagramas del ciclo productivo con las mejoras realizadas en la propuesta, con el fin de brindar a la empresa más herramientas para aceptarla y aumentar la productividad.

Tabla 35: Cursograma Analítico actual de postes de 8 metros.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO ACTUAL				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 8 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA:						OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINOX						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	➡	▼	◐	■	1.23	27.07
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	➡	▼	◐	■	45.67	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	➡	▼	◐	■	6.00	0
Izado de molde para poste (base)	●	➡	▼	◐	■	2.56	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	➡	▼	◐	■	6.01	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	➡	▼	◐	■	1.11	31.8
Traslado de agregados	●	➡	▼	◐	■	4.60	27.16
Mezclado de Concreto	●	➡	▼	◐	■	0.49	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	➡	▼	◐	■	3.17	26.18
Transporte de estructura metálica a molde	●	➡	▼	◐	■	0.97	10.92
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	➡	▼	◐	■	12.22	26.18
Izado de tapa Metálica (molde) con tecla	●	➡	▼	◐	■	2.28	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	➡	▼	◐	■	4.15	0
Centrifugado de concreto	●	➡	▼	◐	■	4.37	0
Izado y transporte de poste centrifugado	●	➡	▼	◐	■	3.11	0
Vaporizado de postes	●	➡	▼	◐	■	0.00	0
Desmoldado de poste	●	➡	▼	◐	■	1440.00	0
Emporado y resane de cangrejeras de poste	●	➡	▼	◐	■	30.50	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	➡	▼	◐	■	31	0
Curado de poste	●	➡	▼	◐	■	30240	0
Almacenar poste	●	➡	▼	◐	■	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Cursograma Analítico propuesto de postes de 8 metros.

CONCRETOS ARTEAGA		CURSOGRAMA ANALÍTICO					RESUMEN	
METODO PROPUESTO							PROCESO	RESUMEN
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 8 M						PROCESO	RESUMEN	
FECHA:	16/11/2017						OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINO						DEMORA	2	
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9	
						ALMACENAJE	1	
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)	
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo						0.19	4.23	
Habilitado y armado de estructura metálica para poste						22.83	0	
Solado de estribos tipo zuncho para postes						6.00	0	
Izado de molde para poste (base)						2.56	0	
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste						6.01	0	
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo						0.12	3.53	
Traslado de agregados						1.20	7.09	
Mezclado de Concreto						0.49	0	
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste						1.92	15.91	
Transporte de estructura metálica a molde						0.86	9.66	
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste						7.43	15.91	
Izado de tapa Metálica (molde) con tecele						2.28	0	
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos						4.15	0	
Centrifugado de concreto						4.37	0	
Izado y transporte de poste centrifugado						3.11		
Vaporizado de postes						5.00	0	
Desmoldado de poste						160.00	0	
Emporado y resane de cangrejeras de poste						30.50	0	
Pulido y acabado final Para postes de concreto						31	0	
Curado de poste						10080	0	
Almacenar poste								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Cursograma Analítico actual de postes de 11 metros.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO ACTUAL				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 11 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA:	16/11/2017					OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINOX						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	➔	▼	◐	■	1.13	27.07
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	➔	▼	◐	■	45.67	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	➔	▼	◐	■	0.10	0
Izado de molde para poste (base)	●	➔	▼	◐	■	2.56	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	➔	▼	◐	■	6.01	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	➔	▼	◐	■	1.13	31.8
Traslado de agregados	●	➔	▼	◐	■	9.32	27.16
Mezclado de Concreto	●	➔	▼	◐	■	0.99	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	3.76	17.84
Transporte de estructura metálica a molde	●	➔	▼	◐	■	0.97	7.2
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	12.49	17.84
Izado de tapa Metálica (molde) con tecle	●	➔	▼	◐	■	3.42	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	➔	▼	◐	■	7.75	0
Centrifugado de concreto	●	➔	▼	◐	■	5.01	0
Izado y transporte de poste centrifugado	●	➔	▼	◐	■	5.00	0
Vaporizado de postes	●	➔	▼	◐	■	0.00	0
Desmoldado de poste	●	➔	▼	◐	■	1440.00	0
Emporado y resane de cangrejas de poste	●	➔	▼	◐	■	30.50	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	➔	▼	◐	■	31	0
Curado de poste	●	➔	▼	◐	■	30240	0
Almacenar poste	●	➔	▼	◐	■		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Cursograma Analítico propuesto de postes de 11 metros.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO PROPUESTO				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 11 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA:	16/11/2017					OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINO						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	➔	▼	◐	■	0.47	4.73
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	➔	▼	◐	■	22.83	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	➔	▼	◐	■	6.00	0
Izado de molde para poste (base)	●	➔	▼	◐	■	2.56	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	➔	▼	◐	■	6.01	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	➔	▼	◐	■	0.09	2.44
Traslado de agregados	●	➔	▼	◐	■	3.49	10.16
Mezclado de Concreto	●	➔	▼	◐	■	0.99	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	3.23	15.29
Transporte de estructura metálica a molde	●	➔	▼	◐	■	0.83	6.18
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	10.70	15.29
Izado de tapa Metálica (molde) con tecele	●	➔	▼	◐	■	3.42	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	➔	▼	◐	■	7.75	0
Centrifugado de concreto	●	➔	▼	◐	■	5.01	0
Izado y transporte de poste centrifugado	●	➔	▼	◐	■	5.00	0
Vaporizado de postes	●	➔	▼	◐	■	5.00	0
Desmoldado de poste	●	➔	▼	◐	■	160.00	0
Emporado y resane de cangrejeras de poste	●	➔	▼	◐	■	30.50	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	➔	▼	◐	■	31	0
Curado de poste	●	➔	▼	◐	■	10080	0
Almacenar poste	●	➔	▼	◐	■		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Cursograma Analítico actual de postes de 13 metros.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO ACTUAL				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 13 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA:	16/11/2017					OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINOX						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	➔	▼	◐	■	2.10	27.07
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	➔	▼	◐	■	60.08	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	➔	▼	◐	■	21.00	0
lizado de molde para poste (base)	●	➔	▼	◐	■	3.04	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	➔	▼	◐	■	6.18	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	➔	▼	◐	■	2.10	31.8
Traslado de agregados	●	➔	▼	◐	■	17.32	27.16
Mezclado de Concreto	●	➔	▼	◐	■	1.83	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	1.49	6.27
Transporte de estructura metálica a molde	●	➔	▼	◐	■	0.72	14.55
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	14.84	6.27
lizado de tapa Metálica (molde) con tecle	●	➔	▼	◐	■	2.28	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	➔	▼	◐	■	4.82	0
Centrifugado de concreto	●	➔	▼	◐	■	5.01	0
lizado y transporte de poste centrifugado	●	➔	▼	◐	■	3.11	0
Vaporizado de postes	●	➔	▼	◐	■	0.00	0
Desmoldado de poste	●	➔	▼	◐	■	1440.00	0
Emporado y resane de cangrejeras de poste	●	➔	▼	◐	■	30.50	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	➔	▼	◐	■	31	0
Curado de poste	●	➔	▼	◐	■	30240	0
Almacenar poste	●	➔	▼	◐	■		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Cursograma Analítico propuesto de postes de 13 metros

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO PROPUESTO				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 13 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA:	16/11/2017					OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINO						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	➔	▼	◐	■	0.95	4.73
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	➔	▼	◐	■	30.04	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	➔	▼	◐	■	21.00	0
Izado de molde para poste (base)	●	➔	▼	◐	■	3.04	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	➔	▼	◐	■	6.18	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	➔	▼	◐	■	0.16	2.44
Traslado de agregados	●	➔	▼	◐	■	6.48	10.16
Mezclado de Concreto	●	➔	▼	◐	■	1.83	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	2.29	9.67
Transporte de estructura metálica a molde	●	➔	▼	◐	■	0.23	4.65
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	22.89	9.67
Izado de tapa Metálica (molde) con tecele	●	➔	▼	◐	■	2.28	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	➔	▼	◐	■	4.82	0
Centrifugado de concreto	●	➔	▼	◐	■	5.01	0
Izado y transporte de poste centrifugado	●	➔	▼	◐	■	3.11	0
Vaporizado de postes	●	➔	▼	◐	■	5.00	0
Desmoldado de poste	●	➔	▼	◐	■	160.00	0
Emporado y resane de cangrejeras de poste	●	➔	▼	◐	■	30.50	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	➔	▼	◐	■	31	0
Curado de poste	●	➔	▼	◐	■	10080	0
Almacenar poste	●	➔	▼	◐	■		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Cursograma Analítico actual de postes de 22 metros

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO ACTUAL				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 22 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA:	16/11/2017					OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINOX						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	➔	▼	◐	■	9.11	27.07
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	➔	▼	◐	■	120.03	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	➔	▼	◐	■	179.97	0
Izado de molde para poste (base)	●	➔	▼	◐	■	5.11	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	➔	▼	◐	■	12.02	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	➔	▼	◐	■	9.11	31.8
Traslado de agregados	●	➔	▼	◐	■	75.22	27.16
Mezclado de Concreto	●	➔	▼	◐	■	7.96	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	7.53	39.8
Transporte de estructura metálica a molde	●	➔	▼	◐	■	1.94	52.11
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	➔	▼	◐	■	24.97	39.8
Izado de tapa Metálica (molde) con tecle	●	➔	▼	◐	■	6.83	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	➔	▼	◐	■	15.49	0
Centrifugado de concreto	●	➔	▼	◐	■	10.03	0
Izado y transporte de poste centrifugado	●	➔	▼	◐	■	10.00	0
Vaporizado de postes	●	➔	▼	◐	■	0.00	0
Desmoldado de poste	●	➔	▼	◐	■	1440.00	0
Emporado y resane de cangrejas de poste	●	➔	▼	◐	■	50.00	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	➔	▼	◐	■	80	0
Curado de poste	●	➔	▼	◐	■	30240	0
Almacenar poste	●	➔	▼	◐	■		

Fuente: Elaboración propia.

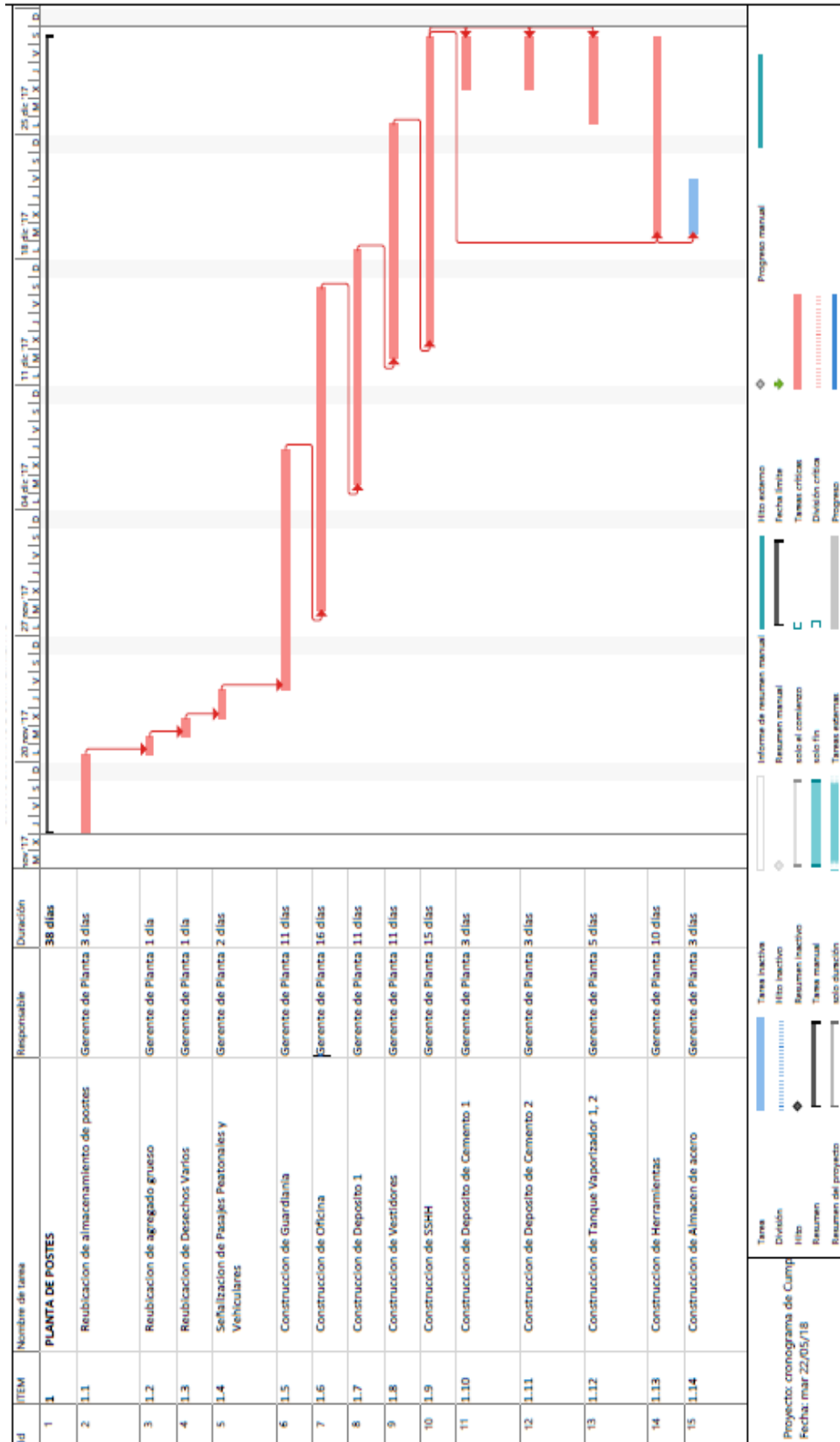
Tabla 42: Cursograma Analítico propuesto de postes de 22 metros

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
CONCRETOS ARTEAGA		METODO PROPUESTO				RESUMEN	
ACTIVIDAD: PRODUCCION DE POSTES DE CONCRETO DE 22 M						PROCESO	RESUMEN
FECHA: 16/11/2017						OPERACIÓN	13
ELABORADO POR: FLOR DE MARIA GARATE PALOMINO						DEMORA	2
PROPUESTA DE DISTRIBUCION						TRANSPORTE	9
						ALMACENAJE	1
POCESO	SIMBOLO					TIMEPO (MIN)	DISTANCIA (M)
Traslado de fierro corrugado a mesa de trabajo	●	→	▼	◐	■	5.69	4.23
Habilitado y armado de estructura metálica para poste	●	→	▼	◐	■	60.01	0
Solado de estribos tipo zuncho para postes	●	→	▼	◐	■	179.97	0
lizado de molde para poste (base)	●	→	▼	◐	■	5.11	0
Aplicación de aditivo desmoldante para base y tapa de molde de poste	●	→	▼	◐	■	12.02	0
Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	●	→	▼	◐	■	1.14	3.98
Traslado de agregados	●	→	▼	◐	■	19.64	7.09
Mezclado de Concreto	●	→	▼	◐	■	7.96	0
Transporte de concreto para Cama de estructura metálica de poste	●	→	▼	◐	■	2.82	14.93
Transporte de estructura metálica a molde	●	→	▼	◐	■	0.40	10.68
Transporte de concreto para tapar estructura metálica de poste	●	→	▼	◐	■	9.37	14.93
lizado de tapa Metálica (molde) con tecle	●	→	▼	◐	■	6.83	0
Instalación de Tapa metálica (molde) y ajuste de pernos	●	→	▼	◐	■	15.49	0
Centrifugado de concreto	●	→	▼	◐	■	10.03	0
lizado y transporte de poste centrifugado	●	→	▼	◐	■	10.00	0
Vaporizado de postes	●	→	▼	◐	■	10.00	0
Desmoldado de poste	●	→	▼	◐	■	160.00	0
Emporado y resane de cangrejeras de poste	●	→	▼	◐	■	50.00	0
Pulido y acabado final Para postes de concreto	●	→	▼	◐	■	80	0
Curado de poste	●	→	▼	◐	■	10080	0
Almacenar poste	●	→	▼	◐	■		

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. Cronograma de Implementación

Tabla 36: Cronograma de implementación.



Fuente: Elaboración propia.

5.2. PROPUESTA ECONOMICA

5.2.1. Costo de Fabricación de Postes

Tabla 37: Costo de Fabricación de Postes.

Presupuesto					
Presupuesto	0107005 CONCRETOS ARTEAGA - CUSCO				
Su presupuesto	001 COSTO FABRICACION POSTE ACTUAL				
Cliente	FLOR DE MARIA GARATE PALOMINO				Costo al 16/11/2017
Lugar	CUSCO - ANTA – ANTA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				3,909.31
01.01	FABRICACION DE POSTES				3,909.31
01.01.01	POSTES H=8m				277.76
01.01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO PARA POSTES	m2	4.52	8.70	39.32
01.01.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	36.16	4.25	153.68
01.01.01.03	CONCRETO f'c = 350 kg/cm2 en obra	m3	0.24	353.15	84.76
01.01.02	POSTES H=11m				506.09
01.01.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO PARA POSTES	m2	7.51	8.70	65.34
01.01.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	63.82	4.25	271.24
01.01.02.03	CONCRETO f'c = 350 kg/cm2 en obra	m3	0.48	353.15	169.51
01.01.03	POSTES H=13m				825.86
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO PARA POSTES	m2	11.31	8.70	98.40
01.01.03.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	96.38	4.25	409.62
01.01.03.03	CONCRETO f'c = 350 kg/cm2 en obra	m3	0.90	353.15	317.84
01.01.04	POSTES H=22m				2,299.60
01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO PARA POSTES	m2	29.04	8.70	252.65
01.01.04.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	240.66	4.25	1,022.81
01.01.04.03	CONCRETO f'c = 350 kg/cm2 en obra	m3	2.90	353.15	1,024.14
Costo Directo					3,909.31
SON : TRES MIL NOVECIENTOS NUEVE Y 31/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Rentabilidad anual

En la tabla adjunta se presenta la rentabilidad anual optimista.

Tabla 38: Rentabilidad anual

RENTABILIDAD ANUAL											
DESCRIPCION	PRODUCCION DE POSTES ACTUAL AL DIA	PRODUCCION DE POSTES PROPUUESTO AL DIA	FABRICACION ANUAL ACTUAL	FABRICACION ANUAL PROPUUESTO	DIFERENCIA PRODUCCION	COSTO DE FABRICACION	PRECIO DE VENTA	RENTABILIDAD POR POSTE	RENTABILIDAD ACTUAL	RENTABILIDAD PROPUUESTA	DIFERENCIA DE RENTABILIDAD
Postes de 8m	5	8	1825	2920	1095	S/ 277.76	S/ 300.00	S/ 22.24	S/ 40,588.00	S/ 64,940.80	S/ 24,352.80
Postes de 11m	5	6	1825	2190	365	S/ 506.09	S/ 600.00	S/ 93.91	S/ 171,385.75	S/ 205,662.90	S/ 34,277.15
Postes de 13m	3	5	1095	1825	730	S/ 825.86	S/1,000.00	S/ 174.14	S/ 190,683.30	S/ 317,805.50	S/ 127,122.20
Postes de 22m	1	2	365	730	365	S/ 2,299.60	S/4,000.00	S/1,700.40	S/ 620,646.00	S/1,241,292.00	S/ 620,646.00
								TOTALES	S/1,023,303.05	S/ 1,829,701.20	S/806,398.15

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Propuesta económica para la implementación

Tabla 46: Propuesta económica para la implementación

DESCRIPCION	UND.	METRADO	P.U.	PARCIALES
REUBICACION DE OFICINAS Y DEPOSITOS				
TRABAJOS PRELIMINARES				
TRABAJOS PRELIMINARES				
LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	99.44	6.10	606.58
DEMOLICION DE CONSTRUCCIONES EXISTENTE	m3	38.02	21.86	831.14
TRAZO NIVELES Y REPLANTEO				
TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	376.88	6.34	2,389.42
ESTRUCTURAS				
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
NIVELACION DEL TERRENO	m2	99.44	8.14	809.44
ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	38.02	24.17	918.97
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	38.02	12.84	488.19
CONTRUCCION DE OFICINAS Y DEPOSITOS, SSHH, VESTIDORES, CON MUROS DE ADOBE				
GUARDIANIA	m2	17.43	250.00	4,357.50
OFICINA 1	m2	20.49	300.00	6,147.00
DEPOSITO 1	m2	19.35	250.00	4,837.50
VESTIDORES	m2	15.12	300.00	4,536.00
SSH.HH	m2	10.50	550.00	5,775.00
DEPOSITO DE HERRAMIENTAS	m2	36.05	250.00	9,012.50
TANQUE VAPORIZADOR 1	m2	1.13	300.00	339.00
TANQUE VAPORIZADOR 2	m2	1.13	300.00	339.00
COSTO DIRECTO				41,387.24
GASTOS GENERALES (9.76897%)				4,018.74
SUBTOTAL				45,405.98
Utilidades				8,173.08
TOTAL PRESUPUESTO				53,579.06

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

CONCLUSION 1: En cuanto al objetivo uno, podemos concluir que al realizar las mediciones de cada área productiva se tiene espacios sin utilizar, por ende, con el reordenamiento de planta, tendremos mucho más ordenado nuestra área productiva, se disminuirá las distancias y los tiempos de producción.

El área de almacén de agregados tiene un área de 221.76 metros que este abastece a las cuatro plantas ubicándose a mucha distancia, ocasionando pérdida de tiempo como se muestra en la tabla adjunta en el transporte de concreto, por ende, se planteó en dividir el almacén de agregados con las medidas de 102.08 metros cada uno y que estas se encuentren cerca a la mezcladora de concreto reduciendo tiempos de traslado.

Tabla 397: Tiempos actuales y propuestos de traslado de agregado

Traslado de agregado	tiempo (min) actual	tiempo (min) propuesto	disminución de tiempo (min)
postes de 8 m	4.6	1.2	3.4
postes de 11 m	9.32	3.49	5.83
postes de 13 m	17.32	6.48	10.84
postes de 22 m	75.22	19.64	55.58

Fuente: Elaboración propia

El área de depósito de cemento actual tiene un área de 32.89 metros, dicho almacén se encuentra ubicado lejos de la mezcladora de concreto ocasionando pérdida de tiempo en el traslado, por ende, se planteó dividir el almacén de cemento y que estos se encuentren cerca del área de mezclado de concreto cuyas medidas serían de 20.22m 20.25 m cada una y así se disminuye los tiempos de traslado como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 408: Tiempos actuales y propuestos de traslado de cemento de almacén a zona de trabajo.

Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	tiempo (min) actual	tiempo (min) propuesto	disminución de tiempo (min)
postes de 8 m	1.11	0.12	0.99
postes de 11 m	1.13	0.09	1.04
postes de 13 m	2.1	0.16	1.94
postes de 22 m	9.11	1.14	7.97

Fuente: Elaboración propia

Actualmente se tienen 4 almacenes de postes, estas no se encuentran bien ubicadas, al realizar el reordenamiento de planta se ganará espacio y se podrá tener 5 almacenes de postes bien ubicadas proporcionando mayor almacenaje.

CONCLUSION 2: En cuanto al objetivo dos, podemos concluir que al realizar el diagrama de precedencias con los cuatro tipos de postes se observó que se tiene una ruta crítica y dentro de esa ruta crítica se tiene una tarea ocasionando mucho tiempo en culminarla, que vendría a ser el armado de estructura metálica con tiempos de:

Tabla 419: Tiempos actuales y propuestos de traslado de Habilitado y armado de estructura metálica para poste

Habilitado y armado de estructura metálica para poste	tiempo (min) actual	tiempo (min) propuesto
postes de 8 m	45.67	22.83
postes de 11 m	45.67	22.83
postes de 13 m	60.08	30.04
postes de 22 m	120.03	60.01

Fuente: Elaboración propia.

Para poder disminuir el tiempo de armado de estructura metálica, se procederá a activar nuevamente la otra área de armado de estructura metálica ya que se tiene en

desuso, contratando dos personas más para dicho trabajo reduciendo los tiempos como se muestra en el cuadro adjunto.

- En cuanto a la ruta crítica de fabricación actual solo se tiene 11 pasos.
- En la ruta crítica propuesta se aumentará un paso más, que vendría hacer la vaporización, ya que anteriormente no se consideraba por tener sus hornos inoperativos disminuyendo considerablemente los tiempos de desencofrado como se muestra en el cuadro adjunto.

Tabla 50: Tiempos actuales y propuestos de Desencofrado de postes

Desencofrado de postes	Tiempo (min) actual sin vaporización	Tiempo (min) propuesto con vaporización	Disminución de tiempo (min)
postes de 22,13,11 y 8m	1440	160	1280

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSION 3: En cuanto al objetivo tres podemos concluir que para disminuir las distancias de fabricación se tiene que reordenar 4 áreas las cuales son las siguientes:

- Área de alancen de acero
- Área de almacén de cemento
- Área de almacén de agregado
- Área de armado y soldadura de acero

reubicándolas en los puntos estratégicos para abastecer a las cuatro plantas equitativamente, ya que actualmente no se encuentran estratégicamente cerca, ocasionando pérdida de tiempo solo en el traslado de material.

Tabla 51: Tiempos actuales y propuestos de Traslado de agregado

Traslado de agregado	tiempo (min) actual	tiempo (min) propuesto	disminución de tiempo (min)
postes de 8 m	4.6	1.2	3.4
postes de 11 m	9.32	3.49	5.83
postes de 13 m	17.32	6.48	10.84
postes de 22 m	75.22	19.64	55.58

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Tiempos actuales y propuestos de traslado de cemento de almacén a zona de trabajo.

Traslado de cemento de almacén a zona de trabajo	tiempo (min) actual	tiempo (min) propuesto	disminución de tiempo (min)
postes de 8 m	0.56	0.06	0.5
postes de 11 m	1.13	0.09	1.04
postes de 13 m	2.1	0.16	1.94
postes de 22 m	9.11	1.14	7.97

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSION 4: En cuanto al objetivo general podemos concluir que, con el reordenamiento de planta, aumento del personal, activación de equipos en desuso, podremos producir más postes de lo que actualmente se tiene como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 53: Tiempos actuales y propuestos de cantidad de postes fabricados

CANTIDAD DE POSTES FABRICADOS							
DESCRIPCION	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO	MEJORA DE TIEMPO	PRODUCCION DE POSTES ACTUAL	PRODUCCION DE POSTES PROPUESTO	FABRICACION MENSUAL ACTUAL	FABRICACION MENSUAL PROPUESTO
Postes de 8m	90.80	62.41	28.40	5.00	8.00	150.00	240.00
Postes de 11m	105.30	77.14	28.15	5.00	6.00	150.00	180.00
Postes de 13m	145.92	104.23	41.69	3.00	5.00	90.00	150.00
Postes de 22m	495.32	262.24	233.09	1.00	2.00	30.00	60.00

Fuente: Elaboración propia



RECOMENDACIONES

- **RECOMENDACION 1:** Se recomienda implementar la presente propuesta, ya que al analizar cada uno de los objetivos se mejora la producción de postes.
- **RECOMENDACION 2:** Se recomienda cambiar algunas herramientas como por ejemplo el tecele manual a un tecele a motor ya que al realizar el trabajo de izaje de cambio de molde este llega a tardar ocasionando tiempos muerto como se muestra en la tabla adjunta.
- **RECOMENDACION 3:** Se recomienda colocar un techo en las cuatro plantas de postes, ya que cuando llueve no se puede trabajar ocasionando pérdida de material, pérdidas de tiempo en la producción.
- **RECOMENDACION 4:** Se recomienda implementar el sistema de seguridad y salud ocupacional en el trabajo como por ejemplo el uso de Epps (Equipos de protección personal) para el cuidado de nuestros obreros, ya que sin ellos la empresa no produciría.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Correa Castellano, P.C., & Oliveros Real, A. (abril de 2015). *Universidad Nacional NuevaGranada Bogotá*. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co>
- CPI. (2017). Obtenido de <http://www.cpi.pe/market/estadistica-poblacion.html>.
- Fondahl, J. W. (1962). *Diagrama de precedencia*. Stanford: Stanford University.
- Gabriel, B. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Patria.
- García, D. d., & Fernández, Q. I. (2010). *Distribución en Planta*. España: Universidad de Oviedo.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc-Graw Hill.
- Hernández Sampieri, R. (2016). *Metodología de la investigación. Cuarta edición*. México DF: McGraw – Hill Interamericana.
- Krajewaki Lee, R. P. (2000). *Administrador de Operaciones. Estrategia y Análisis*. México: Pearson Educación.
- Moore, J. M. (3 de octubre de 1962). *Plant Layout And Desing*. New York: The Macmillan Company. Obtenido de Marketing Estratégico Universidad del Pacifico: <http://marketingestrategico.pe/marketing-relacional-%C2%BFcomo-fidelizar-al-cliente/>.
- Muther, R. (1965). *Distribución en Planta*. Barcelona: Hispano Europea.
- OCSE. (noviembre de 2017). Obtenido de <http://portal.osce.gob.pe/osce/>
- Puma Guapisaca, G. R. (Noviembre del 2011). *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. Obtenida de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream.pdf>
- Raúl Álvarez, J. (Febrero de 2009). *PUCP*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe>
- Santamarina, M. C. (1995). *Distribución en Planta*. España: Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicaciones.



ANEXOS