

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TESIS

“Análisis de la gestión del tiempo y costo en la planificación para la instalación de una caldera recuperadora de calor (HRSG) de una central de ciclo combinado comparando métodos HARPS - módulos según PMBOK”

Para obtener el título profesional de ingeniero mecánico

Elaborado por:
Luis Helaman Garcia Arana

 0009-0009-0045-4460

Asesor
Dr. Salome Gonzales Chávez

 0000-0003-2327-4621

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi amada esposa, mi adorada hija, mis queridos padres y a todas las personas que me apoyaron en el trayecto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por toda dádiva en mi vida.

Y mi amada familia por todo su apoyo y comprensión.

A mi asesor, Dr. Salome Gonzales Chávez por sus consejos en la elaboración de mi tesis.

Y a todos los que aportaron su confianza en mí para realizar este presente estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIV
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1 PROBLEMA PRINCIPAL.....	2
1.1.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS	2
1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	6
2.1 MARCO TEÓRICO	6
2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	6
2.1.2 PROCESOS DE PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO.....	7
2.1.3 GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO EN LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
2.1.4 MÉTODOS DE INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG).....	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL	54
CAPITULO III : FUNDAMENTACIÓN DE HIPOTESIS, VARIABLES Y METODOLOGÍA	57
3.1 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	57
3.1.1 HIPÓTESIS PRINCIPAL.....	57
3.1.2 HIPÓTESIS SECUNDARIA.....	57
3.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES	57
3.2.1 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	58
3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.3.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
3.3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	59

3.3.4	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	60
3.3.5	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	61
CAPITULO IV: PROCEDIMIENTO DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO EN LA PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA HRSG		62
4.1 PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG).....		
4.1.1	ALCANCE DEL PROYECTO.....	62
4.1.2	PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	62
4.2 MÉTODO DE INSTALACIÓN POR HARPS DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG).....		
4.2.1	GESTIÓN DEL TIEMPO	88
4.2.2	GESTIÓN DE COSTOS	93
4.3 MÉTODO DE INSTALACIÓN POR MÓDULOS DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG).....		
4.3.1	GESTIÓN DEL TIEMPO.....	106
4.3.2	GESTIÓN DEL COSTO	111
CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		124
5.1 ANÁLISIS.....		
5.1.1	CRONOGRAMAS DE LAS INSTALACIONES.....	124
5.1.2	CUADRO RESUMEN DE COSTOS	127
CONCLUSIONES.....		133
RECOMENDACIONES		134
BIBLIOGRAFÍA		135
ANEXOS		136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativo entre 6ta edición y la 7ma edición de la guía del PMBOK.	6
Tabla 2. Grupo de Procesos de Planificación	8
Tabla 3. Gestión del tiempo y costo	9
Tabla 4. Variables, dimensiones e indicadores	58
Tabla 5. Matriz de consistencia.	61
Tabla 6. Histograma de equipos principales	68
Tabla 7. Plantilla para el análisis de horas hombre por partida y su respectiva fase. .	72
Tabla 8. Plantilla del costo por tipo de cuadrilla de trabajo.	72
Tabla 9. Plantilla del Histograma de Equipos principales con sus respectivos costos.	73
Tabla 10. Plantilla de Equipos Menores con sus respectivos costos.	73
Tabla 11. Plantilla de herramientas con sus respectivos costos.....	73
Tabla 12. Plantilla de consumibles con sus respectivos costos.....	74
Tabla 13. Plantilla de facilidades temporales con sus respectivos costos.	74
Tabla 14. Plantilla de costo de movilización y desmovilización	75
Tabla 15. Plantilla de supervisión y otros costos indirectos.	76
Tabla 16. Plantilla de ratios del costo directo.	78
Tabla 17. Plantilla para asignar ratios de costo a cada partida.	78
Tabla 18. Ratios agrupados por partida según lo solicitado por el cliente.	79
Tabla 19. Presupuesto de la instalación de un HRSG por Harps.	79
Tabla 20. Cuadro resumen de costos.	79
Tabla 21. Plantilla de composición de cuadrillas de trabajo.....	84
Tabla 22. Plantilla de cálculo de cantidad de obreros.	84
Tabla 23. Plantilla resumen de HH por cuadrilla y según la categoría del obrero.....	84
Tabla 24. Plantilla del histograma de equipos principales.	85
Tabla 25. Plantilla de cálculo de equipos menores.	85
Tabla 26. Plantilla de cálculo de herramientas.	85
Tabla 27. Planilla de cálculo de consumibles.	86
Tabla 28. Plantilla de cálculo de facilidades temporales.....	86
Tabla 29. Plantilla de cálculo de supervisión y otros costos indirectos.....	87
Tabla 30. Histograma de equipos principales del método de instalación por Harps ...	93
Tabla 31. Análisis de horas hombre por partida y su respectiva fase.	94
Tabla 32. Costo por tipo de cuadrilla de trabajo.	95

Tabla 33. Histograma de Equipos principales con sus respectivos costos.	95
Tabla 34. Equipos Menores con sus respectivos costos.	95
Tabla 35. Herramientas con sus respectivos costos.	96
Tabla 36. Consumibles con sus respectivos costos.	96
Tabla 37. Facilidades temporales con sus respectivos costos.	97
Tabla 38. Costo de movilización y desmovilización	97
Tabla 39. Supervisión y otros costos indirectos.	98
Tabla 40. Ratios del costo directo.	99
Tabla 41. Ratios asignados a cada partida.	99
Tabla 42. Los ratios son agrupados según lo solicitado por el cliente.	99
Tabla 43. Presupuesto de la instalación de un HRSG por Harps.	100
Tabla 44. Cuadro resumen de costos de la instalación de un HRSG por Harps.	100
Tabla 45. Composición de cuadrillas de trabajo.	101
Tabla 46. Cálculo de cantidad de obreros.	102
Tabla 47. Resumen de HH por cuadrilla y según la categoría del obrero.	102
Tabla 48. Histograma de equipos principales.	102
Tabla 49. Equipos menores.	103
Tabla 50. Herramientas.	103
Tabla 51. Consumibles.	103
Tabla 52. Facilidades temporales.	104
Tabla 53. Supervisión y otros costos indirectos.	105
Tabla 54. Histograma de equipos principales del método de instalación por Módulos	111
Tabla 55. Parte del análisis de horas hombre por partida y su respectiva fase.	112
Tabla 56. Costo por tipo de cuadrilla de trabajo.	113
Tabla 57. Histograma de Equipos principales con sus respectivos costos.	113
Tabla 58. Equipos Menores con sus respectivos costos.	113
Tabla 59. Herramientas con sus respectivos costos.	114
Tabla 60. Consumibles con sus respectivos costos.	114
Tabla 61. Facilidades temporales con sus respectivos costos.	115
Tabla 62. Costo de Movilización y desmovilización	115
Tabla 63. Supervisión y otros costos indirectos.	116
Tabla 64. Ratios del costo directo.	117
Tabla 65. Ratios asignados a cada partida.	117
Tabla 66. Los ratios son agrupados según lo solicitado por el cliente.	117

Tabla 67. Presupuesto de la instalación de un HRSG por Módulos.....	118
Tabla 68. Cuadro resumen de costos de la instalación de un HRSG por Módulos...	118
Tabla 69. Composición de cuadrillas de trabajo.	119
Tabla 70. Cálculo de cantidad de obreros	120
Tabla 71. Resumen de HH por cuadrilla y según la categoría del obrero.	120
Tabla 72. Histograma de equipos principales.	120
Tabla 73. Equipos menores.	121
Tabla 74. Herramientas.	121
Tabla 75. Consumibles.....	121
Tabla 76. Facilidades temporales.	122
Tabla 77. Supervisión y otros costos indirectos.....	123
Tabla 78. Comparativo de fechas entre ambos métodos.	125
Tabla 79. Cuadro resumen comparativo	127
Tabla 80. Cuadro comparativo de desglose de costos directos	127
Tabla 81. Cuadro comparativo de costos de condiciones generales	128
Tabla 82. Cuadro comparativo de costos de mano de obra.....	128
Tabla 83. Cuadro comparativo de las horas hombre estimadas para cada método de instalación.	128
Tabla 84. Cuadro comparativo de costos de equipos	129
Tabla 85. Cuadro comparativo de costos de herramientas y consumibles	129
Tabla 86. Cuadro comparativo de desglose de costos indirectos.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Métodos de instalación de una caldera recuperadora de calor.....	2
Figura 2. Estructura de un proceso ejemplo: Entrada, Herramientas y Técnicas y Salidas.....	8
Figura 3. Proceso de Planificar la Gestión del Cronograma	10
Figura 4. Proceso de Definir las Actividades.....	10
Figura 5. Proceso de Secuenciar las Actividades	11
Figura 6. Tipos de relaciones del método de diagramación por precedencia.	12
Figura 7. Proceso de Estimar las Duraciones de las Actividades	13
Figura 8. Proceso de Desarrollar el Cronograma.....	14
Figura 9. Proceso de planificar la gestión de los Costos	15
Figura 10. Proceso de estimar los Costos	16
Figura 11. Proceso de determinar el Presupuesto.....	16
Figura 12. Proceso de Planificar la Gestión de Recursos.....	17
Figura 13. Proceso de Estimar los Recursos de las Actividades	18
Figura 14. Harps, izquierda: arreglo de tuberías colocados uno sobre otro y derecha instalación de un harp.....	19
Figura 15. Esquema de la estructura principal del HRSG	20
Figura 16. Preensamble en piso, izaje, posicionamiento final y alineamiento de los marcos estructurales.....	20
Figura 17. Esquema de la instalación de los paneles de revestimiento	21
Figura 18. Traslado e instalación de paneles de revestimiento inferior y lateral.	22
Figura 19. Esquema del empalme típico de aislamiento de campo	23
Figura 20. Instalación de aislamiento faltante entre paneles y en las esquinas	23
Figura 21. Instalación de las vigas carrileras.....	24
Figura 22. Esquema del bastidor de elevación.....	24
Figura 23. Fijación de un harp sobre el bastidor de elevación	25
Figura 24. Verticalización del bastidor de elevación, en un extremo uso de la grúa y el otro extremo es curvo para generar el pivote.....	25
Figura 25. Esquema de traslado del bastidor de elevación con el harp y posicionamiento final del harp	26
Figura 26. Secciones de harps instalados dentro del HRSG	27
Figura 27. Deflectores de gas de la pared lateral.....	27

Figura 28. Ubicación e Izaje del domo de presión.....	28
Figura 29. Izquierda: Esquema corte del ducto de entrada. Derecha: instalación de paneles laterales.....	29
Figura 30. Esquema de corte del ducto de salida y chimenea.	30
Figura 31. Traslado, almacenamiento y esquema de posición de las planchas roladas de la chimenea.....	30
Figura 32. Preensamble de las secciones de la chimenea e izaje de la sección superior con grúa.....	31
Figura 33. Tuberías y válvulas de la parte inferior, superior y lateral de la caldera recuperadora de calor.....	32
Figura 34. Vista en planta de dos calderas recuperadoras de calor.....	34
Figura 35. Instalación de dos módulos de una caldera recuperadora de calor	34
Figura 36. Traslado de los módulos sobre una plataforma modular de 450 t...	35
Figura 37. Preensamble de las columnas principales a los módulos de la caldera.....	36
Figura 38. Instalación de las placas base	36
Figura 39. Esquema de verticalización de un módulo.....	37
Figura 40. Verticalización y posicionamiento de un módulo.....	38
Figura 41. Posicionamiento del primer módulo utilizando estructura temporal.	39
Figura 42. Esquema y posicionamiento final con la grúa del segundo módulo.	40
Figura 43. Unión entre el primer y el segundo módulo mediante pernos y soldadura	41
Figura 44. Esquema y colocación de las vigas de fijación entre los módulos. .	41
Figura 45. Conexiones internas superior e inferior de tubería entre módulos. .	42
Figura 46. Paneles de revestimiento lateral faltante.....	42
Figura 47. Esquema y sello del revestimiento faltante a instalar entre los módulos.	43
Figura 48. Esquema del aislamiento faltantes.....	44
Figura 49. Relleno del aislamiento faltante	44
Figura 50. Transporte de domos en camión plataforma modular de varios ejes.	45
Figura 51. Instalación de domos en parte superior de la caldera.....	45
Figura 52. Esquema de la ubicación de plataformas, escaleras y barandas en la parte superior y lateral de la caldera.....	46
Figura 53. Maniobra de volteo de las escaleras laterales de la caldera	47

Figura 54. Conexionado de las tuberías de la parte superior de la calera.	48
Figura 55. Esquema de la secuencia de instalación de los paneles de revestimiento del ducto de entrada.....	49
Figura 56. secuencia de instalación de los paneles de revestimiento del ducto de entrada.....	49
Figura 57. Transporte y almacenamiento de las planchas roladas para la chimenea.	50
Figura 58. Esquema y preensamble de las secciones de la chimenea	50
Figura 59. Esquema de la secuencia de armado del ducto de salida.	51
Figura 60. Instalación del ducto de salida.	51
Figura 61. Juntas flexibles para juntas de tubería y ductos de entrada y salida de la caldera	52
Figura 62. Junta de expansión flexible de los ductos de entrada y salida.....	53
Figura 63. La prueba hidrostática se realiza cuando toda la caldera se encuentra terminada.	53
Figura 64. Ubicación de la CT Las Flores.	59
Figura 65. Etapas de la investigación.....	60
Figura 66. Diagrama de flujo de la gestión del cronograma	63
Figura 67. Lista de actividades.....	64
Figura 68. Diagrama de Red, Nivel uno: color amarillo, nivel dos: color verde, nivel tres: color celeste y nivel cuatro: color azul.	65
Figura 69. Estimación de duraciones	66
Figura 70. Cronograma del proyecto.....	67
Figura 71. Histograma de personal directo	67
Figura 72. Histograma de personal directo más indirecto	68
Figura 73. Diagrama de Flujo de la gestión de los costos.....	69
Figura 74. Diagrama de Flujo de la gestión de los recursos.....	80
Figura 75. Diagrama de flujo de la gestión del cronograma	88
Figura 76. Lista de actividades del método de instalación por Harps.....	89
Figura 77. Diagrama de red del método de instalación por Harps. Nivel uno: color amarillo, nivel dos: color verde, nivel tres: color celeste y nivel cuatro: color azul.	90
Figura 78. Estimación de duraciones del método de instalación por Harps.	91
Figura 79. Cronograma del método de instalación por Harps	92

Figura 80. Histograma de personal directo del método de instalación por Harps	92
Figura 81. Histograma de personal directo e indirecto del método de instalación por Harps	93
Figura 82. Diagrama de Flujo de la gestión de los costos.....	94
Figura 83. Diagrama de Flujo de la gestión de los recursos.....	101
Figura 84. Diagrama de flujo de la gestión del cronograma	106
Figura 85. Lista de actividades del método de instalación por Módulos.....	107
Figura 86. Diagrama de red del método de instalación por Módulos. Nivel uno: color amarillo, nivel dos: color verde, nivel tres: color celeste y nivel cuatro: color azul.	108
Figura 87. Estimación de duraciones del método de instalación por Módulos.	109
Figura 88. Cronograma del método de instalación por Módulos	110
Figura 89. Histograma de personal directo del método de instalación por Módulos	110
Figura 90. Histograma de personal directo e indirecto del método de instalación por Módulos	111
Figura 91. Diagrama de Flujo de la gestión de los costos.....	112
Figura 92. Diagrama de Flujo de la gestión de los recursos.....	119
Figura 93. Cronograma del método de instalación por Harps.	124
Figura 94. Cronograma del método de instalación por Módulos.	124

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es determinar cuál es el método de instalación óptimo de una caldera recuperadora de calor tanto en tiempo como en costo, considerando que dichos métodos dependen de cómo el fabricante suministra la caldera. Dado que es un proyecto de gran envergadura, se requiere de una metodología y/o procedimiento para la planificación de la instalación con la finalidad de hacer comparaciones con los resultados, buscando así el método de instalación que implique un menor tiempo y costo de instalación.

Utilizando como base la guía del PMBOK, se desarrollará el procedimiento para la instalación de la caldera recuperadora de calor de manera general para luego aplicarlo en cada uno de los métodos de instalación a analizar en este estudio. La variable independiente será la caldera recuperadora de calor, la cual indistintamente a cómo se instaló, debe cumplir con la función para la que fue diseñada de recuperar el calor proveniente de los gases calientes producto de la combustión en la turbina de gas. Por otro lado, las variables dependientes serán los métodos de instalación a emplear, que están condicionados a como suministrará el fabricante la caldera. Los parámetros que se utilizarán para comparar las variables serán el costo y tiempo de instalación.

Finalmente, el resultado muestra que el método de instalación por módulos es el más óptimo, bajo los parámetros de costo y tiempo de instalación. Además, se puede mencionar que la metodología aplicada en este análisis es válida para la instalación de cualquier caldera recuperadora de calor de las diferentes formas cómo son suministradas por los fabricantes.

PALABRAS CLAVE: Caldera recuperadora de calor, instalación, planificación, costo y cronograma.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La conversión de una central de ciclo simple a ciclo combinado es muy común, ya que esta conversión busca aprovechar el calor que un ciclo simple expulsa al ambiente. Según Kenneth S. (2020), las centrales de ciclo combinado son las plantas de generación eléctrica más eficientes las cuales operan con eficiencias entre 45% y 57%. (p.95). Esto se logra gracias a que al utilizar la misma cantidad de combustible se puede mejorar el rendimiento al implementar los equipos necesarios para la conversión, entre estos equipos que hay que añadir están: La caldera recuperadora de calor (HRSG), la turbina de vapor, el generador eléctrico, condensador, torres de enfriamientos, bomba de alimentación, etc. También Kenneth S. menciona algunas ventajas de lograr esta conversión, tal como: El tiempo de construcción es corto respecto a otras centrales de generación eléctrica. La huella de carbono es pequeña en comparación con otras plantas de energía, las emisiones gaseosas son muy bajas, etc. (p.95).

Según el autor Douglas R. (2016), en la actualidad las empresas encargadas de llevar a cabo el diseño, suministro e instalación y verificar que todo se entregue operando óptimamente al dueño de la central térmica es denominada empresa EPC (Engineering, Procurement and Construction) (p.1). Esta empresa EPC es responsable de contratar a una empresa especialista en construcción quien será la encargada de instalar todos los equipos para llevar a cabo la conversión del ciclo simple a ciclo combinado.

Para el presente estudio nos enfocaremos en la instalación de la caldera recuperadora de calor, que es un equipo de grandes dimensiones y que en su interior recorrerá un flujo de calor a altas temperaturas y grandes presiones, estas características la hacen calificar como un equipo crítico dentro de una central de ciclo combinado.

Los fabricantes de calderas recuperadoras de calor pueden suministrar las calderas de diferentes maneras, y la decisión final lo tomará la empresa EPC según sus propios criterios de evaluación técnico-económico. Debido a que existen diferentes maneras de suministrar este equipo, consideraremos dos maneras que son las más comunes en ser suministrados, tal como se muestra en la figura 1, según Mitsubishi Power, (s.f.). De estas maneras de suministrar la caldera se desprenden

dos métodos de instalación los cuales llevan por nombre el método de instalación por harps y el método de instalación por bloques o módulos:

Figura 1. Métodos de instalación de una caldera recuperadora de calor.



Harp Construction Method



Block Construction Method

Fuente de información: Mitsubishi Power Ltd. (s.f.)

El problema surge cuando la empresa EPC al realizar su evaluación necesita conocer cuál será el tiempo y costo para la instalación de la caldera recuperadora de calor, ya que es conveniente para el dueño de la central térmica que la instalación se deba realizar en el menor tiempo y sin implicar un costo elevado.

Por otro lado, al ser la instalación de la caldera recuperadora de calor un trabajo especializado es necesario que se pueda planificar bajo una metodología que para nuestro caso emplearemos la guía del PMBOK como base para obtener el cronograma y presupuesto de cada uno de los métodos a instalar mencionados anteriormente.

1.1.1 PROBLEMA PRINCIPAL

- ✓ ¿Cuál es el método de instalación óptimo de una caldera recuperadora de calor (HRSG) tanto en tiempo como en costo?

1.1.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ✓ ¿De qué manera se puede desarrollar el proceso del método de instalación por harps para la caldera recuperadora de calor de la Central Térmica de Las Flores?
- ✓ ¿De qué manera se puede desarrollar el proceso del método de instalación por módulos para la caldera recuperadora de calor de la Central Térmica de Las Flores?
- ✓ ¿De qué manera se podrán analizar los métodos propuestos y determinar el óptimo en tiempo y costo?

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar cuál es el método de instalación óptimo de una caldera recuperadora de calor (HRSG) tanto en tiempo como en costo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Desarrollar el proceso del método de instalación por harps para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores, empleando la guía PMBOK.
- ✓ Desarrollar el proceso del método de instalación por módulos para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores, empleando la guía PMBOK
- ✓ Analizar los métodos propuestos y determinar el óptimo en tiempo y costo.

1.3 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Existen diversas investigaciones donde la aplicación de la metodología mencionada en el PMBOK como buenas prácticas es de suma importancia en los casos donde los proyectos vienen a ser de gran envergadura. Así mismo, se reconoce que la instalación de un equipo crítico como lo es una caldera recuperadora de calor ha sido también objeto de mucho planeamiento previo con la finalidad de controlar el tiempo y el costo.

A continuación, se mencionarán dos estudios donde se puede verificar la aplicación de la metodología dada en el PMBOK, y un estudio donde se verifica la planeación de la instalación de equipos críticos en una central de ciclo combinado:

- I. Asenjo Q., Castillo C., y Muñoz V. (2017). *Plan de gestión de los procesos alcance, tiempo y costo para el proyecto denominado: "Provisión de servicios de saneamiento para el distrito de Punta Hermosa"* (Tesis maestría). Donde uno de sus objetivos específicos es:

"Formular el plan de gestión de alcance, tiempo y costos alineado a los objetivos organizacionales con la metodología del PMBOK" (p.6).

Como lo menciona Asenjo, Castillo y Muñoz (2017), este estudio tomó como ejemplo a una empresa de construcción que en los últimos años tenía pérdidas en su utilidad, respecto a los proyectos que se le adjudicaban. Posteriormente se desarrolló un análisis para investigar la causa principal de las pérdidas y se llegó a la conclusión que las actuales prácticas para dirigir un proyecto están basadas

principalmente en la experiencia y habilidades del líder encargado, lo cual ha generado mucha incertidumbre en los alcances de los diversos proyectos, así como desviaciones al realizar las estimaciones para asignar recursos en las diferentes obras. Claramente se puede ver que hay una ausencia de una metodología para gestionar los proyectos que logre estandarizar los procesos durante la ejecución de cada uno de los proyectos (p.1).

La tesis en mención utilizó una metodología en las áreas de conocimiento del alcance, tiempo y costo según los lineamientos del PMBOK. Según Asenjo, Castillo y Muñoz (2017) uno de los resultados de implementar este tipo de metodología en las áreas de alcance, costo y tiempo, durante la planificación es mejorar la ejecución y cierre del proyecto, consiguiendo un menor tiempo. Sin embargo, es necesario utilizar mayores recursos y tiempo durante la etapa de planificación. (p.96)

II. Casillas J., Mejía C. y Páez N. (2018). *Diseño de una metodología de los procesos de inicio y planeación de la guía PMBOK aplicada a la empresa AMR Construcciones S. A. S.*

Se resume que el objetivo principal de los autores es lograr que la implementación de una metodología tal como la que se expone en la guía del PMBOK, sobre una organización o empresa al igual que AMR CONSTRUCCIONES S.A.S. brinde resultados positivos y mejoras en la eficiencia y calidad al ejecutar sus proyectos. (p.13)

Además, los autores reiteran la importancia de que el gerente de proyecto y su equipo de dirección estén en constante consulta de la guía del PMBOK, y esto para alinear sus directrices y uso de cada uno de los puntos clave descritos para cada área de trabajo. (p.99)

Por último, cabe rescatar que los autores mencionan que los formatos que fueron generados en este estudio no solo sirven para el departamento de proyectos, sino que también se pueden utilizar en las demás áreas de trabajo del proyecto, organización o empresa, tales como el área administrativa, área logística, etc. (p.99)

III. Klinger C. (2017). *Desarrollo de planificación y programación del montaje de caldera de ciclo combinado en cogeneradora Aconcagua*. Donde se puede resaltar que el autor busca lograr en su objetivo general la planificación y programación de todas las actividades requeridas para el correcto desarrollo del montaje de una caldera de ciclo combinado, manejando así los plazos necesarios, además de ello

también se hace mención de los equipos forman parte de la central de ciclo combinado. (p.9)

Por otro lado, Casillas, Mejía y Páez también concluyen que la etapa de planificación de un proyecto como este, es de suma importancia para llevar un control y dar una rápida respuesta a imprevistos, por lo que, hay que tomar en cuenta los recursos que se involucran tales como recursos de mano de obra, materiales, equipos, etc. requeridos para finalizar el proyecto. (p.82)

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Debido a la envergadura de un proyecto de ejecutar, como el referido, en la instalación de una caldera recuperadora de calor se debe utilizar una guía para la gestión del proyecto, que nos permita plasmar de manera ordenada y secuencial la planificación para el desarrollo de cada método de instalación para la caldera recuperadora de calor, limitándonos solo a los aspectos de tiempo y costo.

Para el presente estudio utilizaremos la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) y para ello se mostrará un comparativo entre la 6ta edición y la 7ma edición tal como se muestra en la Tabla 1, esto debido a que el PMI, quien es la institución autora de esta guía ha realizado una importante transformación en la estructura, así como en el enfoque al publicar la 7ma edición.

Tabla 1.

Comparativo entre 6ta edición y la 7ma edición de la guía del PMBOK.

PMBOK 6ta Edición	PMBOK 7ma Edición
Enfocado en cómo desarrollar un proyecto, con una estructura paso a paso.	Enfocado en los principios para guiar la mentalidad, comportamiento y acciones para la entrega del proyecto.
Procesos y áreas de conocimiento con entradas y salidas específicas empleando las herramientas y técnicas.	Dominios de desempeño enfocados en los lograr resultados, conceptos generales aplicados a distintos tipos de proyectos.
El entorno del proyecto es interno y externo.	El entorno del proyecto es interno y externo.
Se aplica a la gran mayoría de proyectos.	Para cualquier proyecto.
Dirigido principalmente a directores de proyectos.	Dirigido a todos los involucrados del proyecto, con prioridad en el equipo de proyecto.
Edición aumentaba en volumen y estaba basado en las ediciones anteriores.	No depende de las ediciones anteriores y está basado en principios para la entrega de valor.
726 páginas de contenido, con 10 áreas de conocimiento y 49 procesos.	341 páginas de contenido, con 8 dominios de desempeño y 12 principios de dirección.
Referencias a adaptación general.	Contiene una guía de adaptación detallada.

Fuente de información: Elaboración propia.

Debido a que la 6ta edición del PMBOK tiene mayor contenido que precisa el empleo de los procesos y herramientas que se utilizan normalmente en la gestión de proyectos de este tipo y además el enfoque en cascada hace que se muestre una estructura de gestión más rígida, eso favorece para desarrollar el análisis correspondiente a los dos métodos a emplear para la instalación de una caldera recuperadora de calor. A diferencia de la 7ma edición a la cual se le ha disminuido la cantidad de contenido, para darle un enfoque más ágil en el empleo de sus conceptos, sin embargo, este nuevo enfoque no detalla la estructura a seguir para desarrollar el análisis para la instalación de una caldera recuperadora de calor.

Por último, según la guía del PMBOK 7ma edición, se menciona que esta edición no contradice a las ediciones anteriores, y que muchas organizaciones y profesionales seguirán tomando en cuenta el enfoque de la 6ta edición como útil para lograr orientar sus habilidades al gestionar los proyectos. (p.xi)

Dado a que en este estudio se empleará la 6ta edición del PMBOK, en adelante la mención del PMBOK se referirá a la 6ta edición.

Como definición de la guía del PMBOK se puede citar que fue desarrollada para ser:

“una base sobre la que las organizaciones pueden construir metodologías, políticas, procedimientos, reglas, herramientas y técnicas, y fases del ciclo de vida necesarios para la práctica de la dirección de proyectos” (PMBOK, 2017, p.2).

Esta herramienta nos servirá como base fundamental para establecer el desarrollo de la planificación, a fin de gestionar tanto el tiempo como el costo en la instalación de la caldera recuperadora de calor.

2.1.2 PROCESOS DE PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO

Según la guía del PMBOK (2017) la definición del grupo de procesos de planificación de un proyecto:

“(...) está compuesto por aquellos procesos que establecen el alcance total del esfuerzo, definen y refinan los objetivos y desarrollan la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Los procesos del Grupo de Procesos de Planificación desarrollan los componentes del plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto utilizados para llevarlo a cabo.” (p.565)

Los procesos que lo componen han sido divididos en áreas de conocimiento, que a continuación, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.

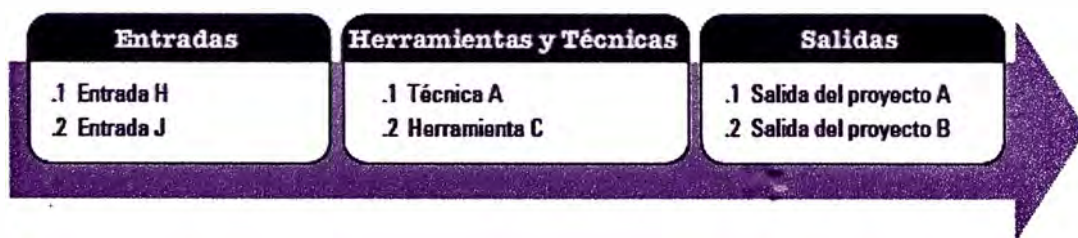
Grupo de Procesos de Planificación

Áreas de conocimiento	Grupo de Procesos de Planificación
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
5. Gestión del Alcance del Proyecto	5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS
6. Gestión del Cronograma del Proyecto	6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma
7. Gestión de los Costos del Proyecto	7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto
8. Gestión de la Calidad del Proyecto	8.1 Planificar la Gestión de la Calidad
9. Gestión de los Recursos del Proyecto	9.1 Planificar la Gestión de los Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto	11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto	12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Planificar el involucramiento de los interesados

Fuente de información: PMBOK (2017, p.25)

Cada uno de los procesos tienen la siguiente estructura, tal como se muestra a continuación:

Figura 2. Estructura de un proceso ejemplo: Entrada, Herramientas y Técnicas y Salidas.



Fuente de información: PMBOK (2017, p.22)

Para el objeto del presente estudio se emplearán los procesos que se agrupan en las áreas de conocimiento relacionados con el cronograma, costos y recursos.

2.1.3 GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO EN LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para la planificación del proyecto utilizaremos las áreas de conocimientos descritas en la guía del PMBOK, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3

Gestión del tiempo y costo

PARA ESTE ESTUDIO	ÁREAS DE CONOCIMIENTO <i>(Guía del PMBOK)</i>
2.1.3.1 Gestión del Tiempo	6. Gestión del Cronograma del proyecto
2.1.3.2 Gestión del Costo	7. Gestión de los Costos del proyecto 9. Gestión de los Recursos del proyecto

Fuente de información: PMBOK (2017, p.22). Elaboración propia.

2.1.3.1 GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO

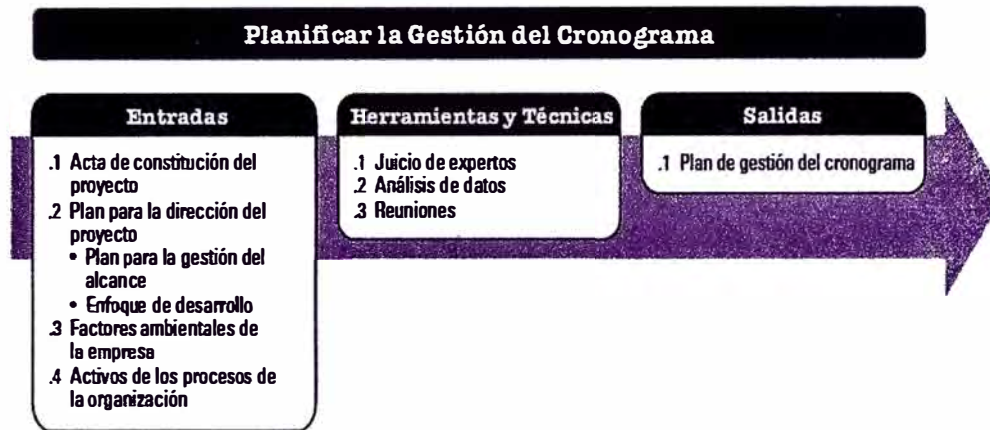
Tal como se indica en la Tabla 3, esta sección estará compuesta de los procesos de planificación para el área de conocimiento de la gestión del cronograma, según se muestra en la guía del PMBOK, los cuales se describen a continuación:

✓ PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

Según el PMBOK este proceso nos permite determinar el procedimiento a seguir para proceder de forma sistemática y continua la elaboración y control del cronograma del proyecto. Este aspecto de planificar como gestionar el cronograma nos ayuda con el propósito de encaminarnos hacia un mismo objetivo, ya que cuando se está elaborando el cronograma muchas veces resulta necesario realizar revisiones y ajustes, lo que ocasiona que se deba replantear, haciendo el proceso iterativo. Este proceso se usará durante la planificación y la ejecución del proyecto. (p.179)

La planificación de la gestión del cronograma tiene entradas, herramientas y técnicas y salidas, tal como se menciona la figura 3, el PMBOK nos da las bases a tomar en cuenta para formular la planificación, sin embargo, para el presente estudio se replanteará los aspectos necesarios a utilizar con la finalidad de adaptarlo a nuestras condiciones.

Figura 3. Proceso de Planificar la Gestión del Cronograma



Fuente de información: PMBOK (2017, p.179)

✓ DEFINIR LAS ACTIVIDADES

Al concluir la planificación y cómo realizar la gestión del cronograma, es necesario definir las actividades que se utilizarán para cumplir con el proyecto. Según el PMBOK hay que realizar una identificación de todas las acciones requeridas para culminar todos los entregables del proyecto. En esta etapa del proceso se debe desglosar los paquetes de trabajo en actividades que formarán parte del cronograma y estas actividades a su vez servirán para realizar las estimaciones, la programación, la ejecución y el monitorio y control del proyecto, esto se aplicará y revisará constantemente hasta el cierre del proyecto. (p.183)

Tal como se muestra en la figura 4, el entregable o salida principal es la lista de actividades.

Figura 4. Proceso de Definir las Actividades

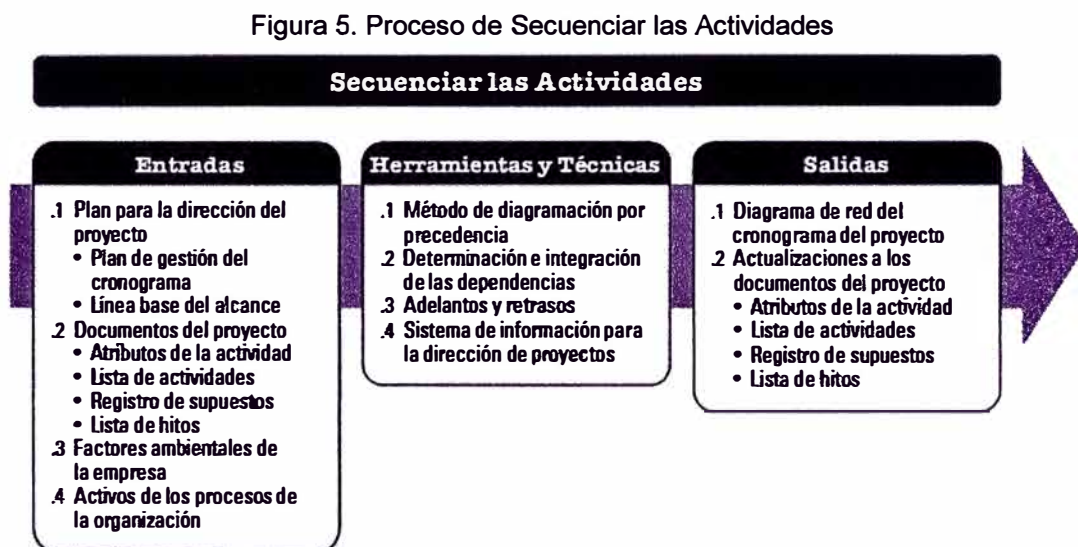


Fuente de información: PMBOK (2017, p.183)

✓ SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES

Posteriormente a la lista de actividades es necesario que se lleve a cabo un proceso de conexión entre ellas. Según el PMBOK en este proceso se debe buscar relacionar las diversas actividades para lograr una secuencia lógica que nos permita lograr una máxima eficiencia al desarrollar el proyecto, para ello se debe tomar en cuenta todas las condiciones de dicho proyecto. Esta acción se debe revisar constantemente hasta el cierre del proyecto. (p.187).

Tal como se muestra en la figura 5, el entregable o salida principal es el diagrama de red:



Fuente de información: PMBOK (2017, p.187)

Con el fin de obtener un diagrama de red podemos utilizar el método de diagramación por precedencia (PDM), que se menciona en el PMBOK (2017) con el cual se puede lograr una programación de las actividades, las cuales se representarán con nodos y se conectarán entre sí de manera gráfica empleando relaciones lógicas (flechas) para mostrar la secuencia entre las ellas. (p.189).

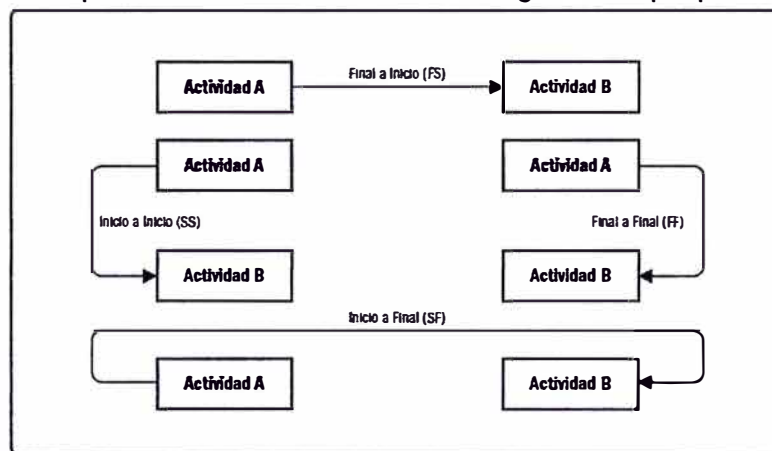
A continuación, se describirán los cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas que se pueden emplear en un diagrama de red:

- Final a Inicio (FS, finish to start). Esta relación se da cuando la segunda actividad no puede empezar hasta que haya finalizado la primera actividad. Por ejemplo: se debe pintar una casa (segunda actividad), después de haberla construido (primera actividad).
- Final a Final (FF, finish to finish). Esta relación se verifica cuando la segunda actividad no puede terminar hasta que concluya la primera actividad. Por ejemplo: es necesario terminar de redactar un documento (segunda actividad) antes de que pueda finalizar su edición (primera actividad).

- Inicio a Inicio (SS, start to start). Esta relación se da cuando la segunda actividad no puede empezar hasta que haya iniciado la primera actividad. Por ejemplo: nivelar el cemento (segunda actividad) no puede comenzar antes de comenzar a verter los cimientos (primera actividad)
- Inicio a Final (SF, start to finish). Esta relación se verifica cuando la segunda actividad no puede concluir hasta que haya empezado la primera actividad. Por ejemplo: un nuevo sistema de cuentas a pagar (segunda actividad) tiene que comenzar antes de que el antiguo sistema de cuentas a pagar pueda ser anulado (primera actividad). (p.189).

Estas relaciones lógicas se pueden apreciar de manera gráfica en la figura 6.

Figura 6. Tipos de relaciones del método de diagramación por precedencia.



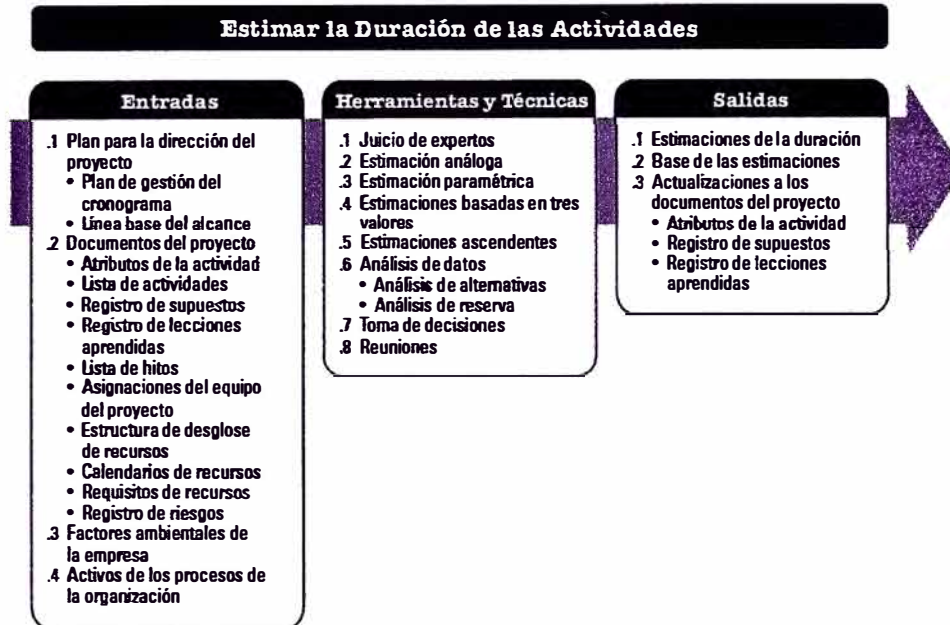
Fuente de información: PMBOK (2017, p.190)

✓ ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Una vez que se tiene definido la lista de actividades y la relación que existe entre ellas, se procederá a evaluar cuál es la duración de cada una de las actividades. Según el PMBOK en este proceso se lleva a cabo una estimación del plazo de cada una de las actividades de manera individual con el objetivo de que se culmine cada actividad. Es importante que esta actividad sea revisada a lo largo de todo el planeamiento, así como la ejecución. (p.195)

A continuación, en la figura 7 se puede ver la estructura de este proceso, donde cabe resaltar que de todas las herramientas y técnicas las más conveniente para nuestro caso de estudio, será el uso de juicio de expertos y la estimación ascendente.

Figura 7. Proceso de Estimar las Duraciones de las Actividades



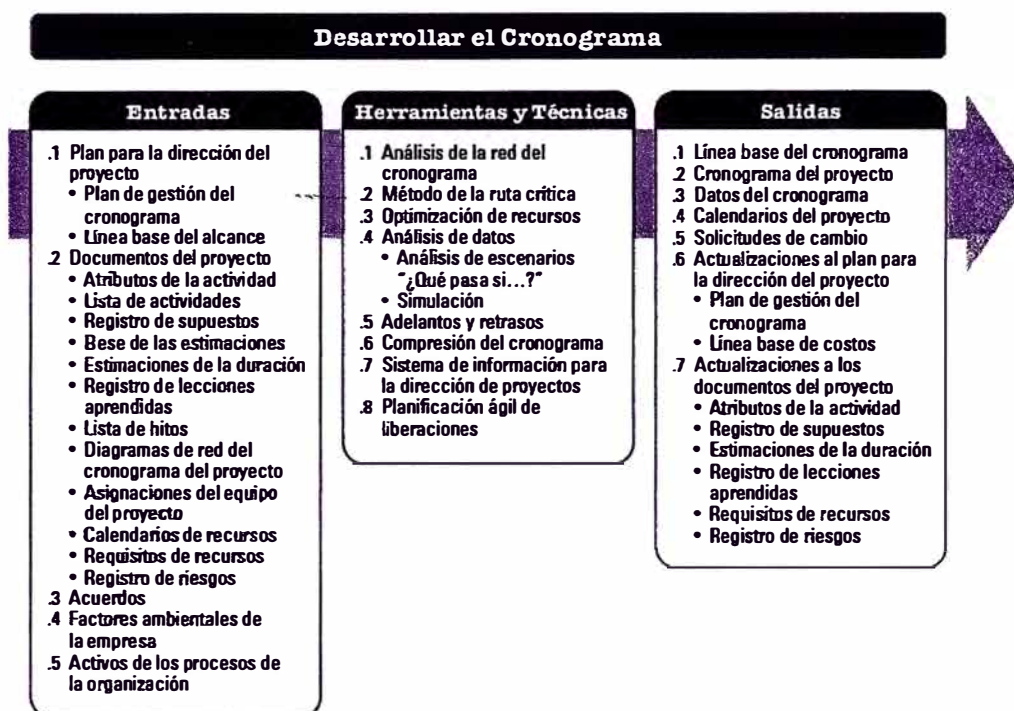
Fuente de información: PMBOK (2017, p.195)

✓ DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

Una vez ya concluido la lista de actividades con sus respectiva duración y secuencia es necesario hacer una evaluación integral con el fin de que el producto final, que es el cronograma, sea coherente. Según el PMBOK se tendrá que analizar la secuencia de actividades, las duraciones, los requisitos de recursos y las restricciones, esto permitirá que la programación tenga lógica y sea una guía y referencia para la etapa de ejecución y control. A fin de que el cronograma esté culminado es necesario que se mencionen las fechas para la finalización de cada una de las actividades. Y así como los procesos anteriores, éste también se revisará periódicamente durante el proyecto. (p.205)

A continuación, se muestra la figura 8 donde se visualiza la estructura general de este proceso, según el PMBOK.

Figura 8. Proceso de Desarrollar el Cronograma



Fuente de información: PMBOK (2017, p.205)

En este proceso también cabe resaltar el método de la ruta crítica, que según el PMBOK (2017):

Es el método que permite estimar la mínima duración del proyecto y con ello tener el grado de flexibilidad entre las diferentes secuencias lógicas de la programación. En donde se puede determinar qué actividades tendrán holguras que los aprobarán a fin de saber cuánto tiempo se puede adelantar o retrasar, sin tener un impacto al programa total del proyecto. También permite mapear las fechas para comenzar y terminar cada una de las actividades. Otra cualidad de la ruta crítica es que dichas actividades, que lo conforman, tienen la menor holgura total posible que casi siempre es cero. (p.210).

2.1.3.2 GESTIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO

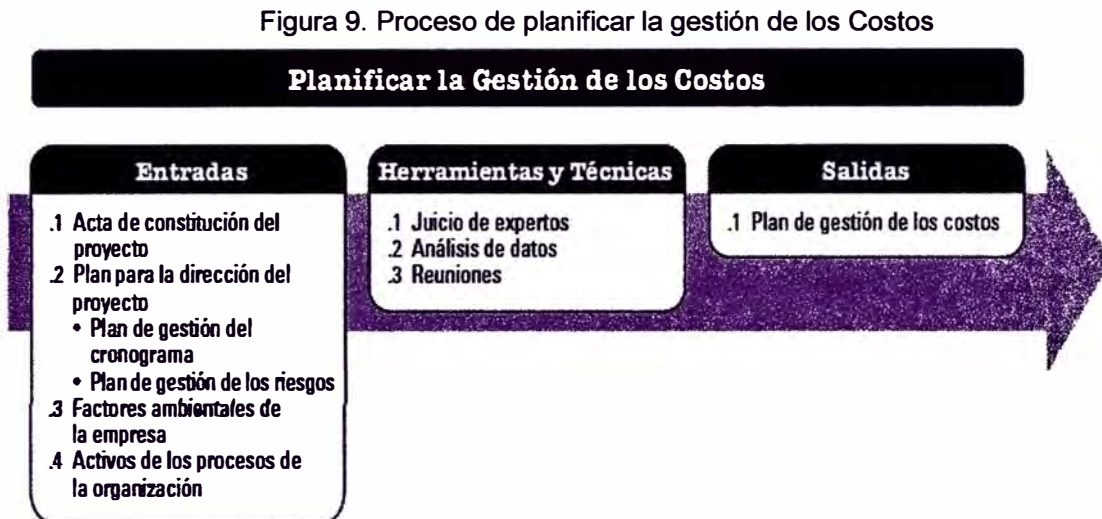
Está compuesto por los siguientes procesos, los cuales serán descritos en el siguiente párrafo.

Tal como se indica en la Tabla 3, esta sección estará compuesto de los procesos de planificación para el área de conocimiento de la gestión del costo y gestión de los recursos que se muestran en la guía del PMBOK, los cuales se describen a continuación:

✓ PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS

Según el PMBOK la planificación de la gestión de los costos es el plan base que contiene los parámetros y procedimiento a seguir para realizar el cálculo de la estimación, gestión y control de los costos. Y este plan se realiza una sola vez al inicio del proyecto. (p.235)

A continuación, se muestra la figura 9 donde se muestra según el PMBOK la estructura general de este proceso.



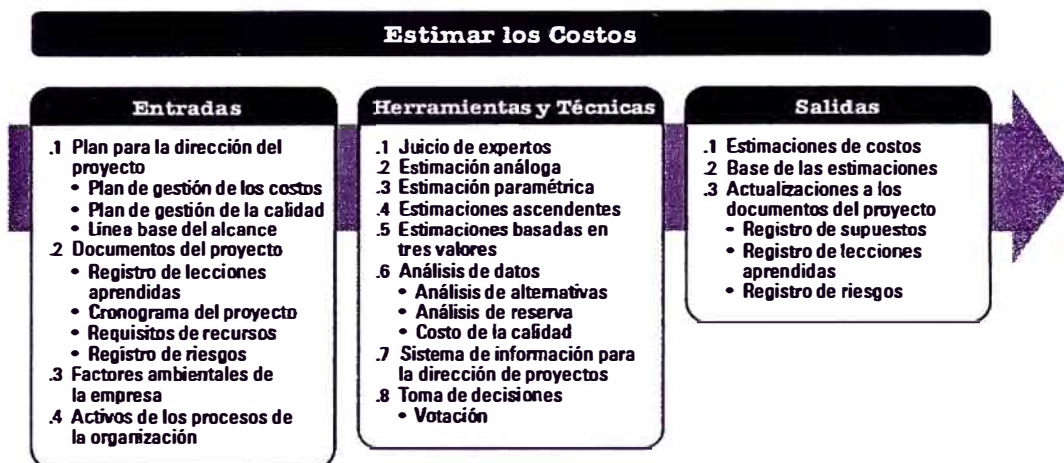
Fuente de información: PMBOK (2017, p.235)

✓ ESTIMAR LOS COSTOS

Después de definir el plan de costos se procederá a realizar la estimación de los costos pertenecientes a los recursos que se emplearán durante el proyecto. Según el PMBOK la estimación realizada es una aproximación del costo que representa los recursos monetarios que se requerirán durante el proyecto. Este proceso se debe realizar constantemente durante la planificación, ejecución y cierre del proyecto. (p.240).

A continuación, se muestra la figura 10 donde se ejemplifica, según el PMBOK la estructura general de este proceso.

Figura 10. Proceso de estimar los Costos



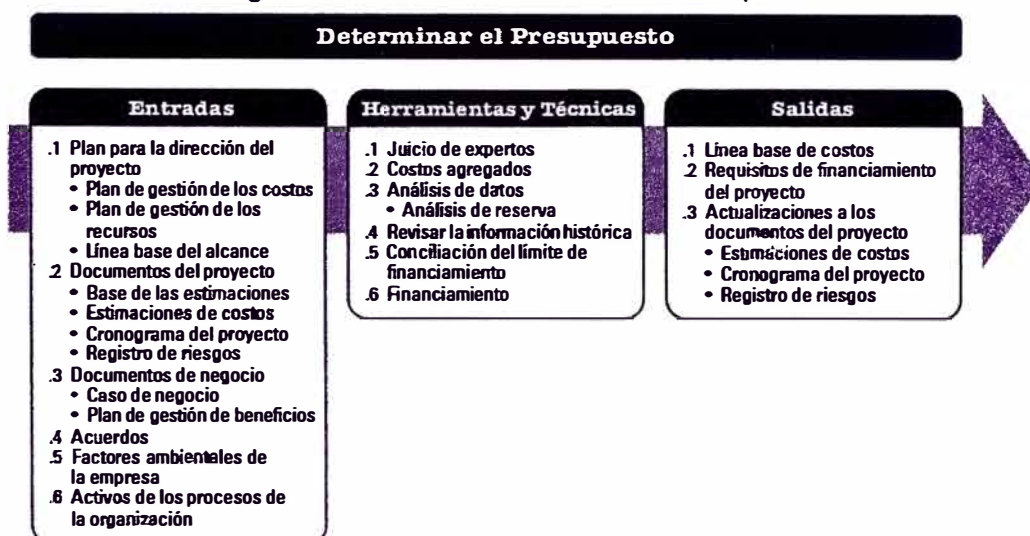
Fuente de información: PMBOK (2017, p.240)

✓ DETERMINAR EL PRESUPUESTO

Una vez obtenido los costos relacionados a los recursos involucrados en el proyecto se procederá a realizar la determinación del presupuesto. Según el PMBOK lo que se debe realizar es sumar todos los costos que se han estimado para cada una de las actividades o grupo de actividades, con lo cual se podrá tener una línea base de costos. Esta línea base de costos permitirá hacer el monitoreo y control del proyecto, indicándonos cual es el desempeño de éste. Por lo general se realiza durante la etapa de planificación. (p.248).

A continuación, se muestra la figura 11 donde se visualiza según el PMBOK la estructura general de este proceso.

Figura 11. Proceso de determinar el Presupuesto



Fuente de información: PMBOK (2017, p.248)

✓ PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS

Una parte importante de lograr obtener el cronograma y el presupuesto de un proyecto es la adecuada gestión de los recursos, para ello es necesario que se tenga en cuenta un procedimiento para la correcta estimación. Según el PMBOK este proceso nos permite definir la estimación, la adquisición y la gestión de los recursos y que se puede llevar al inicio del proyecto, así como durante la ejecución. (p.348).

Para el presente caso de estudio nos centraremos en la estimación de los recursos, el cual forma parte de la planificación.

A continuación, se muestra la figura 12 donde se visualiza, según el PMBOK la estructura general de este proceso.

Figura 12. Proceso de Planificar la Gestión de Recursos



Fuente de información: PMBOK (2017, p.348)

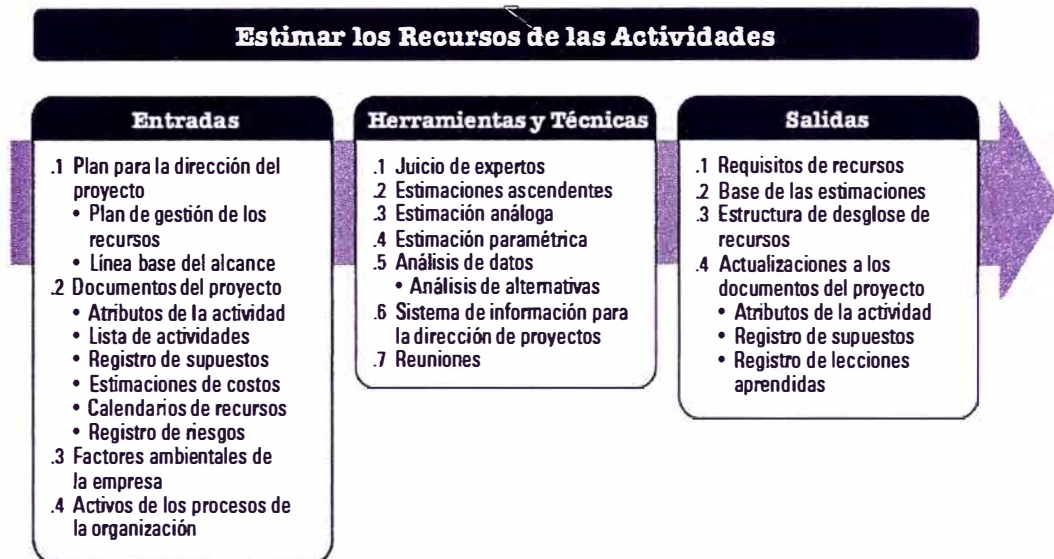
✓ ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

Una vez que se tenga el procedimiento descrito para la gestión de recursos, se debe realizar la estimación de los recursos de las actividades, lo cual influirá en el costo, así como los plazos que se determinaran para cada una de las actividades. Según el PMBOK la estimación de recursos se centrará en describir todos los recursos que se involucraran en el proyecto, estos recursos pueden ser del tipo mano de obra directa como indirecta, los materiales que se emplearan sean permanentes, así como consumibles, los equipos que participaran tanto equipos mayores, menores y herramientas y cualquier otro tipo de recurso que sea necesario para la correcta finalización y cierre del proyecto. por lo que será de gran importancia identificar el tipo, cantidad y características de los recursos. (p.356)

Es importante mencionar que la cantidad y calidad de recursos están relacionados directamente con el costo y con el cronograma.

A continuación, se muestra la figura 13 donde se visualiza, según el PMBOK la estructura general de este proceso.

Figura 13. Proceso de Estimar los Recursos de las Actividades



Fuente de información: PMBOK (2017, p.356)

2.1.4 MÉTODOS DE INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG)

Los métodos de instalación de una caldera recuperadora de calor, depende de cómo es suministrada por el fabricante del equipo, dado que éste utiliza varios parámetros para elaborarla, ya que depende básicamente del diseño.

Para nuestro caso de estudio se presentará las dos maneras de instalación, que a continuación se desarrollan:

MÉTODO DE INSTALACIÓN POR HARPS

Se denomina así, ya que la caldera recuperadora de calor es suministrada con un grado de despiece mayor, donde la tubería que es parte fundamental de la caldera viene agrupada en paneles de tubería denominadas harps (arpas), como se muestran en la figura 14, cuyo peso de cada unidad oscila entre las 25 t y 60 t.

Figura 14. Harps, izquierda: arreglo de tuberías colocados uno sobre otro y derecha: instalación de un harp.



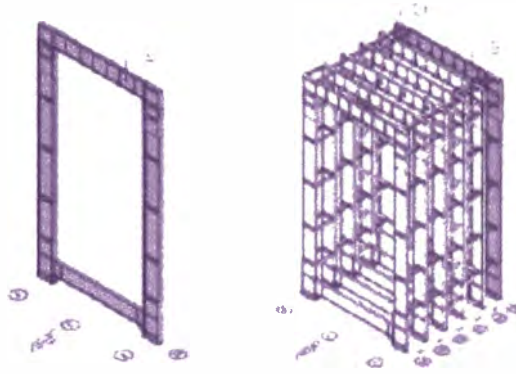
Fuente de información: Termotecnica Industriale Srl (s.f.) y CSI Energy Group (s.f.)

A continuación, se describirá las actividades secuenciales para la instalación, según la empresa NEM que forma parte del grupo Siemens Energy:

✓ **INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL**

La estructura metálica que se empleará para el cuerpo de la caldera es trasladada al sitio de preensamble cerca al lugar de instalación final, a través de camiones plataforma. Ya en sitio, estos son preensamblados dando la forma de los marcos estructurales como se muestran en la figura 15 y 16. Luego, cada marco estructural es levantado verticalmente con el apoyo de dos grúas realizando maniobra en tándem y luego son trasladados con la grúa principal a su posición final donde previamente se ha colocado las placas base sobre el concreto. Cada Marco estructural es posicionado en los pernos de anclaje de la placa base. El alineamiento es muy importante en este punto porque asegurará que encajen correctamente los paneles de revestimiento y los harps respectivamente. A continuación, se detalla la secuencia de instalación de los marcos estructurales:

Figura 15. Esquema de la estructura principal del HRSG



Fuente de información: NEM (s.f.)

Figura 16. Preensamble en piso, izaje, posicionamiento final y alineamiento de los marcos estructurales.



Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ INSTALACIÓN DE PANELES DE REVESTIMIENTO INFERIOR, SUPERIOR Y LATERAL

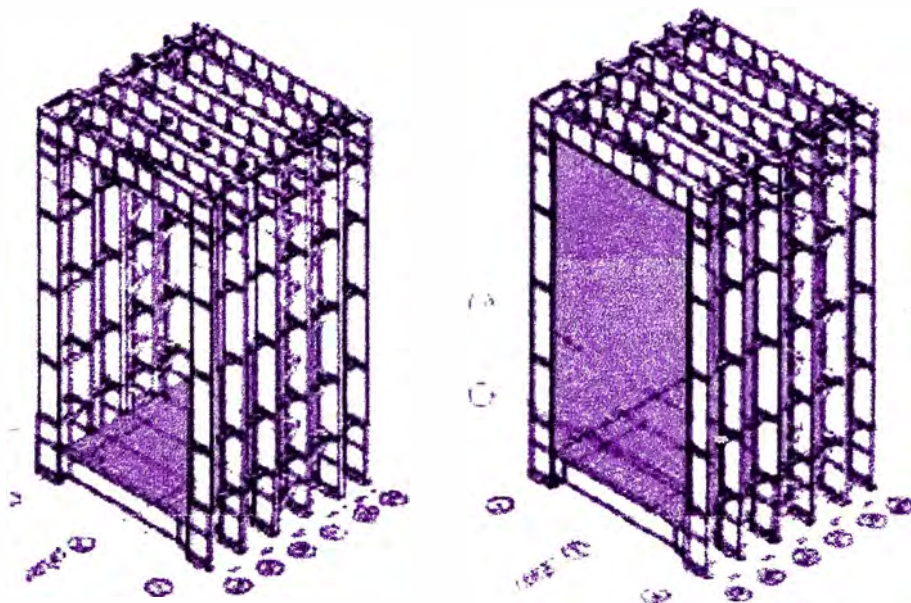
Una vez ya instalados y alineados correctamente los marcos estructurales se procederá a trasladar desde el almacén los paneles de revestimiento inferior, lateral y superior.

La secuencia para instalación de los paneles de revestimiento es la siguiente:

- a) Paneles inferiores
- b) Paneles laterales
- c) Paneles superiores

En la figura 17 está el esquema de los paneles de revestimiento mientras que en la figura 18 se puede apreciar parte del traslado y la secuencia de instalación. Cada panel de revestimiento tiene una longitud de 12 metros, un ancho de 3 metros y además de tener planchas de acero también albergan en su interior el aislamiento de la caldera. Con el apoyo de una grúa se va colocando cada panel de revestimiento siguiendo la secuencia ya mencionada, dejando una pequeña separación entre cada panel.

Figura 17. Esquema de la instalación de los paneles de revestimiento



Fuente de información: NEM (s.f.)

Figura 18. Traslado e instalación de paneles de revestimiento inferior y lateral.

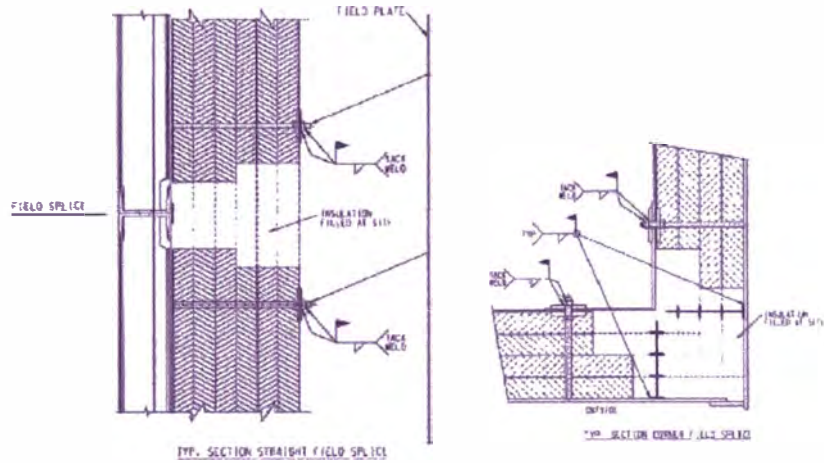


Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ INSTALACIÓN DEL AISLAMIENTO FALTANTE

Cuando todos los paneles ya se encuentran fijados en la estructura principal, se procede a rellenar aislamiento faltante y recubrirla con una placa de acero todas las separaciones entre paneles, así como en las esquinas de la caldera tal como se aprecia en la figura 19, donde también se observa la soldadura que se tiene que realizar para fijar las placas de acero, con la finalidad de dar hermeticidad a la parte interna de la caldera.

Figura 19. Esquema del empalme típico de aislamiento de campo



Fuente de información: NEM (s.f.)

Figura 20. Instalación de aislamiento faltante entre paneles y en las esquinas



Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VIGAS CARRILERAS

Una vez que ya están los paneles de revestimiento instalados y sellados herméticamente, se procede a realizar los preparativos para hacer ingresar cada uno de los harps para ello se instala unas vigas carrileras en la parte superior interna de la caldera que se puede apreciar en la figura 21 de color amarillo. La instalación se realiza mediante una grúa y tiene que existir mucha precisión ya que estas se utilizarán como rieles para trasladar los harps.

Figura 21. Instalación de las vigas carrileras

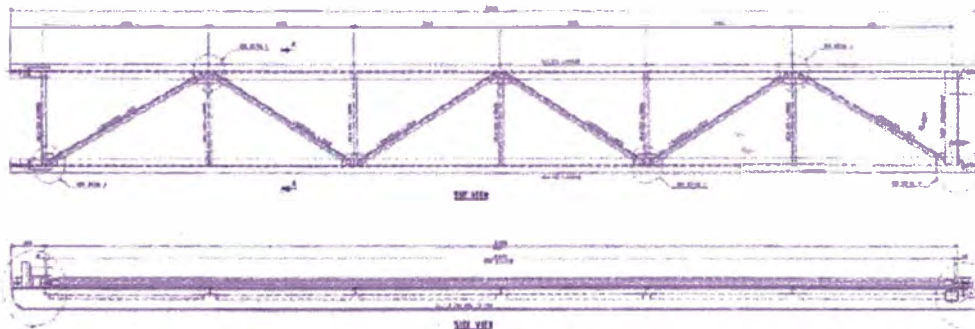


Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ INSTALACIÓN DE LOS HARPS (ARPAS DE TUBERÍA)

Al ser cada harps un conjunto de tuberías de acero aleado especiales para caldero estas deben manipularse con sumo cuidado, para ello se empleará un bastidor estructural denominado bastidor de elevación, como se ve en las figuras 22 y 23. Este bastidor debe ser proporcionado por el fabricante de la caldera o en su defecto, el fabricante debe indicar los planos y requerimientos para proceder a fabricar uno, que se emplee en el proyecto. El bastidor de elevación servirá como un soporte al cual se le fijará un harp tal como se muestra en la figura 23.

Figura 22. Esquema del bastidor de elevación



Fuente de información: NEM (s.f.)

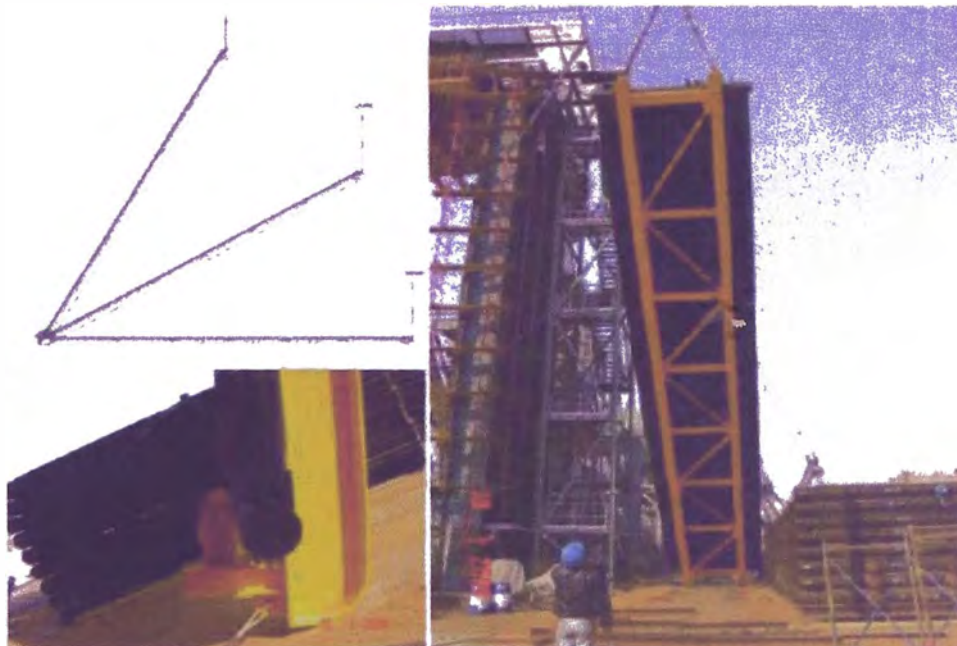
Figura 23. Fijación de un harp sobre el bastidor de elevación



Fuente de información: NEM (s.f.)

Una vez que se garantizó que el harp y el bastidor de elevación están unidos se procederá a la verticalización mediante el uso de una grúa de gran capacidad y apoyándose de uno de los extremos del bastidor de elevación que está preparado para pivotar tal como se muestra en la figura 24. Normalmente el peso de cada harp oscila entre las 25 t y 60 t, y el peso del bastidor de elevación esta alrededor de las 20 t haciendo una suma de aproximadamente 85 t con todo y los elementos de maniobra.

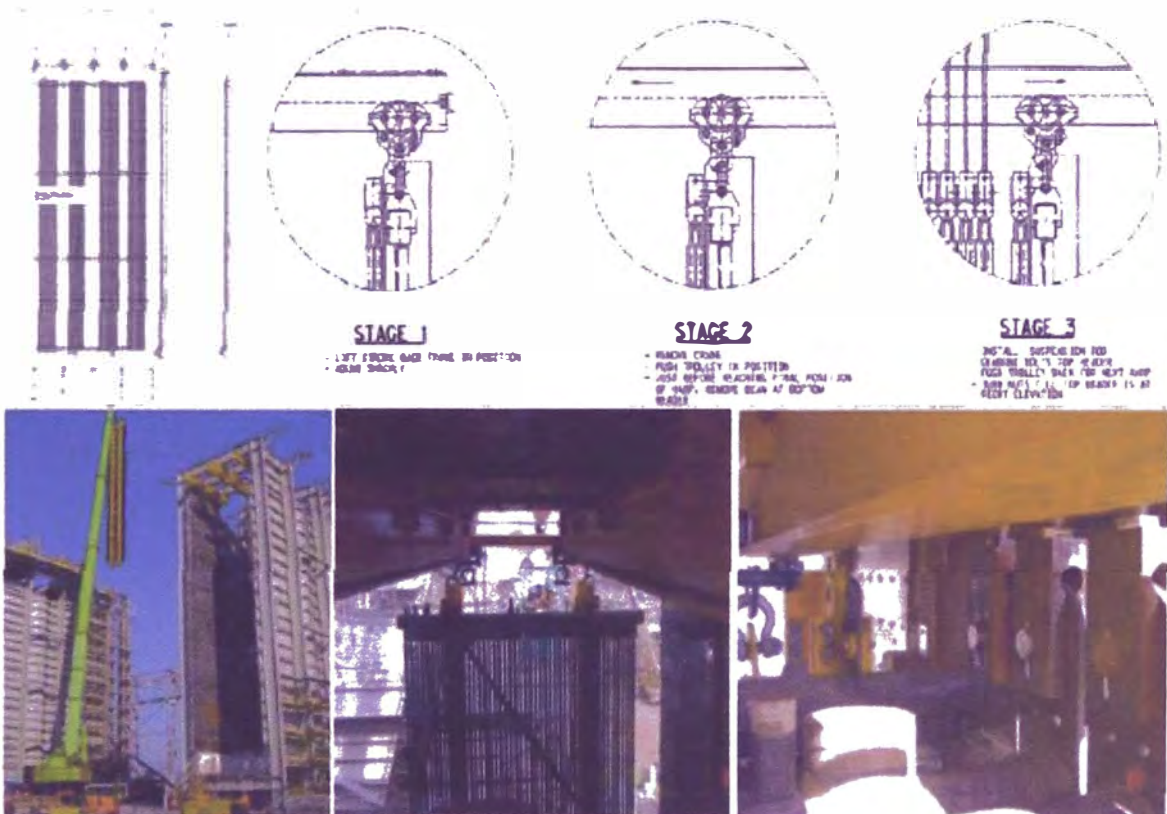
Figura 24. Verticalización del bastidor de elevación, en un extremo uso de la grúa y el otro extremo es curvo para generar el pivote.



Fuente de información: NEM (s.f.)

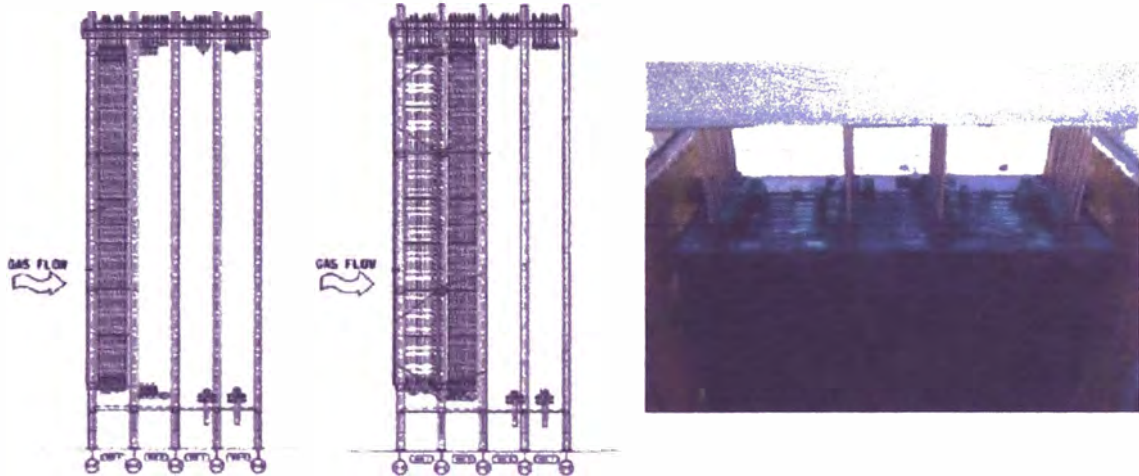
Luego se traslada el bastidor de elevación (incluyendo el harp), hasta las vigas carrileras. Éste se sujetará de un carrito para conducirlo sobre la viga hasta la posición final del harp donde se lo liberará, fijándolo pernos a unas varillas de suspensión, tal como se muestra en las figuras 25 y 26. Luego de que el bastidor de elevación quede libre, éste es retirado por la grúa y regresa a su posición inicial en horizontal para repetir toda la secuencia hasta completar todos los harps.

Figura 25. Esquema de traslado del bastidor de elevación con el harp y posicionamiento final del harp



Fuente de información: NEM (s.f.)

Figura 26. Secciones de harps instalados dentro del HRSG



Fuente de información: NEM (s.f.)

Luego de instalar la primera sección de la caldera recuperadora de calor, se procederá a instalar los parachoques correspondientes y posteriormente a repetir la secuencia de instalación de los harps como en la primera sección. Cabe resaltar, que, si bien esta actividad es algo repetitivo dentro del proyecto, representa una fracción muy importante porque es la parte donde se posiciona la mayor parte del cuerpo interno de la caldera recuperadora de calor.

✓ **INSTALACIÓN DE LOS DEFLECTORES DE GAS DE LA PARED LATERAL**

Una vez que se encuentran fijados los harps dentro de la caldera, se procederá a instalar en las paredes laterales los deflectores de gas que ayudarán a canalizar el flujo interno de gases calientes que circulará de manera transversal a las tuberías, por lo que éstos se instalan entre cada sección.

Figura 27. Deflectores de gas de la pared lateral

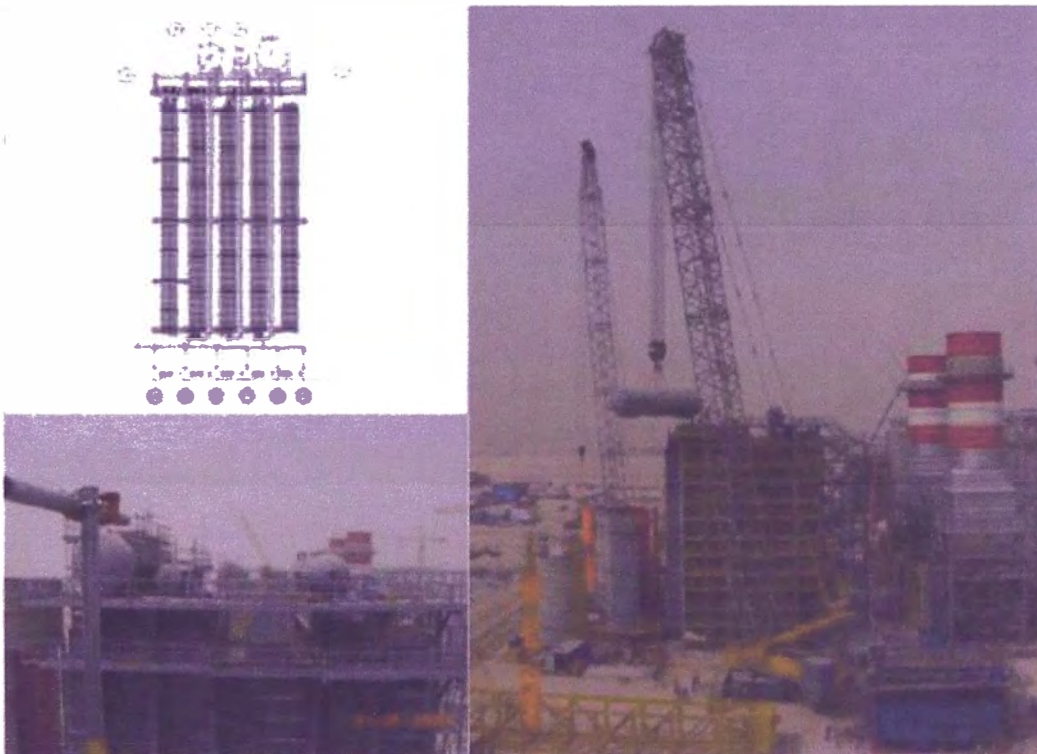


Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ **INSTALACIÓN DE LOS DOMOS**

Los domos son tanques cilíndricos horizontales que trabajan a presiones elevadas, estos se ubican en la parte superior de la caldera recuperadora de calor, y cuya cantidad y dimensiones depende de los niveles de presión (baja, intermedia y alta presión). Estos domos tienen un peso elevado que oscila entre 12 t y 65 t, donde el domo de alta presión es el de mayor peso, además de ello también es importante mencionar que la altura en la que se debe instalar está alrededor de los 20 a 30 m de alto, haciendo necesario que para la instalación se involucre una grúa de gran capacidad tal como se muestra en la figura 28.

Figura 28. Ubicación e izaje del domo de presión



Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ **INSTALACIÓN DEL DUCTO DE ENTRADA**

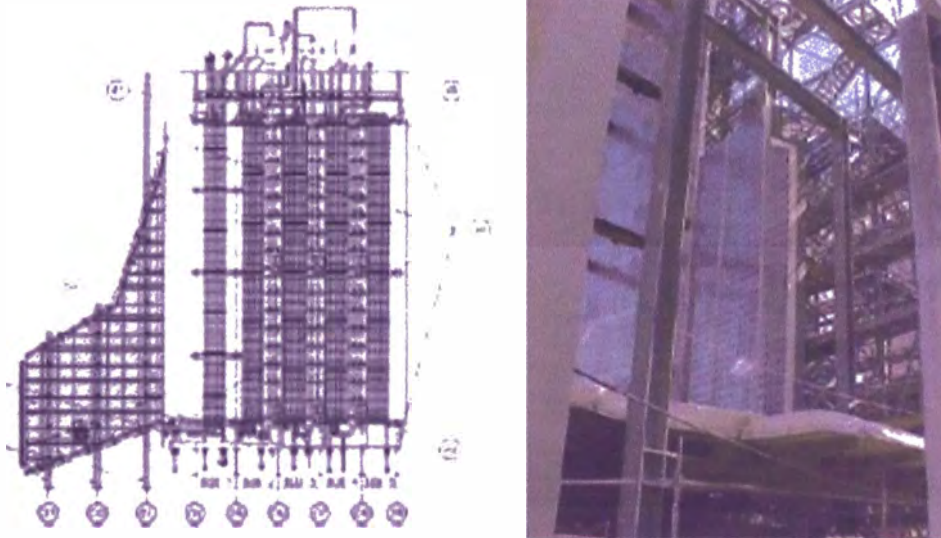
El ducto de entrada es la sección que conecta la salida de los gases calientes provenientes de la turbina de gas y el cuerpo de la caldera recuperadora de calor. Está compuesto de paneles de revestimiento similar a los paneles que cubren la caldera y estos están adosados a la estructura metálica soporte tal como se muestra en la figura 29.

La secuencia típica para instalar el ducto de entrada es:

- a) Instalación de la estructura
- b) Instalación de los paneles inferiores

- c) Instalación de los paneles laterales
- d) Instalación de los paneles superiores

Figura 29. Izquierda: Esquema corte del ducto de entrada. Derecha: instalación de paneles laterales

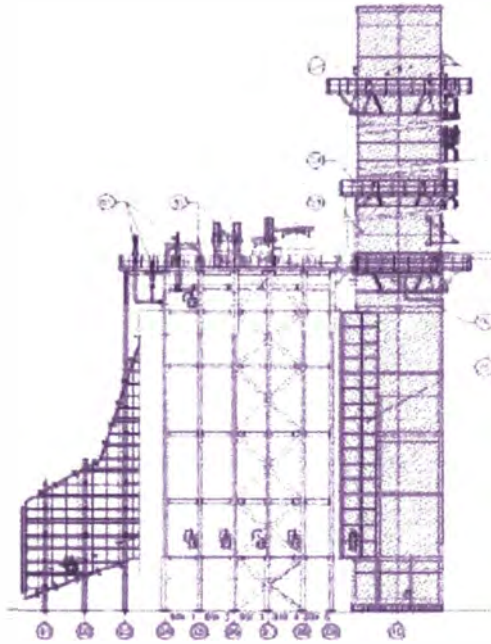


Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ **INSTALACIÓN DEL DUCTO DE SALIDA Y CHIMENEA**

El ducto de salida está conformado por algunos paneles de revestimiento que conectan el cuerpo de la caldera recuperadora de calor con la chimenea y que junto con la chimenea forman el conducto por donde se expulsa los gases con calor residual al ambiente.

Figura 30. Esquema de corte del ducto de salida y chimenea.



Fuente de información: NEM (s.f.)

Las planchas metálicas de la chimenea son suministradas roladas y en secciones de ángulos de 90° o 120° dependiendo del tamaño del diámetro, tal como se puede ver en la figura 31.

Figura 31. Traslado, almacenamiento y esquema de posición de las planchas roladas de la chimenea.



Fuente de información: NEM (s.f.)

Para instalar la chimenea se procede a realizar preensambles en secciones cilíndricas, uniendo las planchas roladas con soldadura tal como se muestra en la figura 32 y se le adosa la estructura de las escaleras y barandas, posterior a ello, se procede a limpiar el metal y se repara la pintura dañada colocando nuevamente las capas correspondientes de pintura. Estos trabajos se realizan a nivel del piso en un área muy cercana a la ubicación final de la chimenea. Hasta este punto de preensamble también se ha utilizado cuerpos de andamios para generar los accesos

que se requerirán para que el personal tenga el alcance suficiente. Luego, con la ayuda de una grúa de capacidad necesaria se elevará cada sección cilíndrica a su posición donde se realizará la soldadura circunferencial uniendo cada sección, para que posteriormente se realice la limpieza y retoque de pintura.

Figura 32. Preensamble de las secciones de la chimenea e izaje de la sección superior con grúa.



Fuente de información: NEM (s.f.)

✓ **INSTALACIÓN DE LAS CONEXIONES DE TUBERÍA**

Mientras se realiza la instalación de los ductos de entrada, salida y chimenea, se puede llevar a cabo la instalación de todas las conexiones de tubería faltantes que se encuentran en la parte inferior, superior y lateral de la caldera, esto incluiría los accesorios de tubería, las conexiones de válvulas, soportes y todo lo relacionado para dejarlo listo para realizar las pruebas hidrostáticas.

La tubería que se instalará en esta actividad es suministrada de manera suelta y despiezada, para que después se traslade desde el almacén hasta un taller en obra, donde se realizará la prefabricación de tramos denominados spools. Los cuales son un conjunto de tubería, accesorios y bridas, que siendo trabajados en un taller a nivel del piso y con condiciones favorables de soldado y manipuleo se puede lograr mejores avances en la producción de estos.

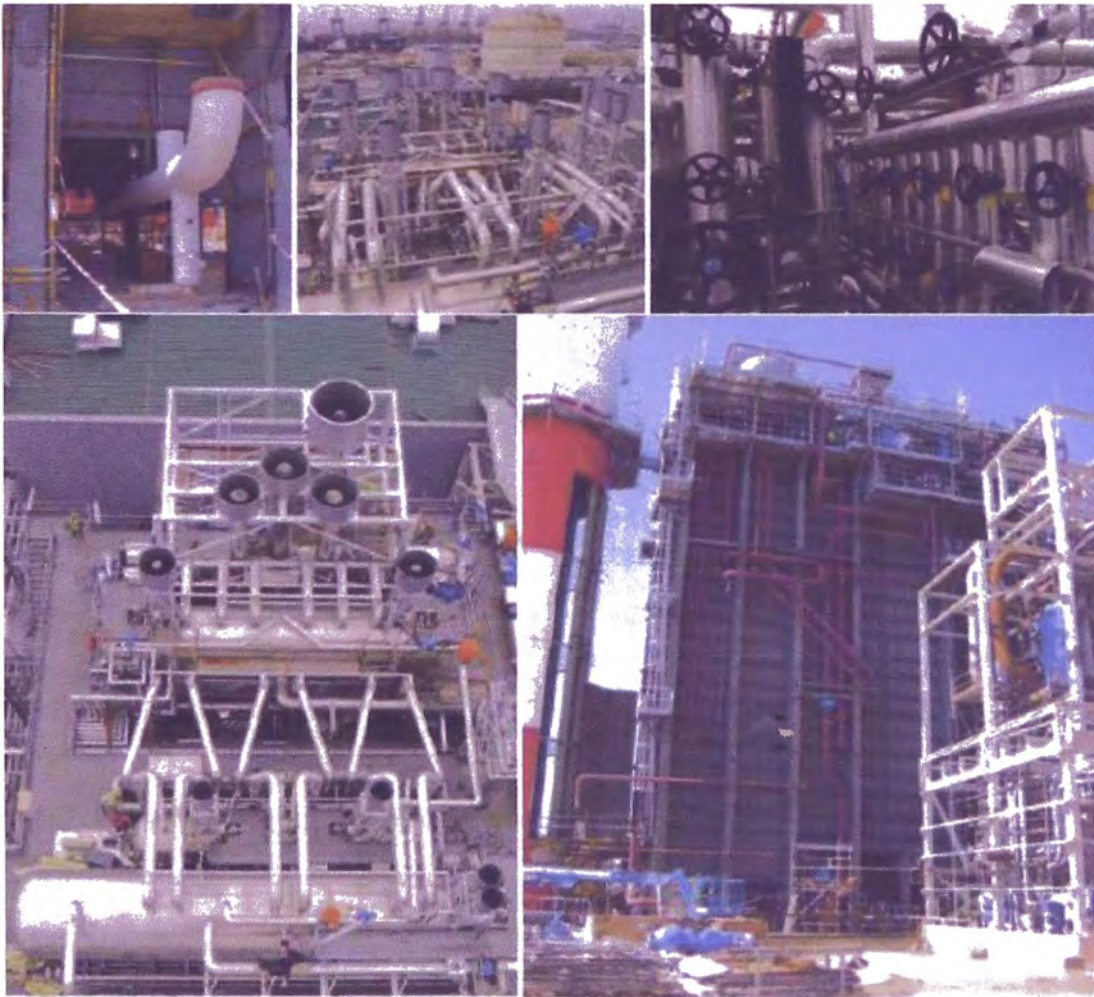
Posteriormente, de que se tengan los spools ya terminados, son trasladados hasta la caldera recuperadora de calor, donde se procederá a instalarlos mediante conexiones soldadas y bridadas dependiendo del caso. Teniendo en cuenta que las tuberías son de acero aleado estas por lo general requerirán que se realice un

calentamiento previo a la soldadura y un enfriamiento controlado posterior a la soldadura todo ello para asegurar que exista un alivio de tensiones internas dentro del acero y por ende se eviten fisuras o agrietamientos indeseados.

Luego de realizar una limpieza con equipo esmeril se deben realizar los ensayos no destructivos correspondientes para garantizar que las juntas soldadas estén correctas, por lo general se aplica 100% de gammagrafía, líquidos penetrantes y partículas magnéticas.

Por último, hay que realizar un retoque de pintura, solamente a las líneas de tubería de acero al carbono, ya que las líneas de tubería de acero aleado e inoxidable no llevan protección superficial debido al tipo de material.

Figura 33: . Tuberías y válvulas de la parte inferior, superior y lateral de la caldera recuperadora de calor.



Fuente de información: NEM (s.f.)

Una vez concluidos los trabajos de la tubería de la caldera recuperadora de calor y, antes de conectionarlo a los equipos anexos se le debe realizar una limpieza química haciendo fluir agua por dentro y en diferentes etapas junto con productos químicos, a fin de lograr que las líneas queden libres de: escoria de soldadura, cascarillas de laminación, grasas y aceites, arenas, óxidos y otros contaminantes.

Finalmente, solo quedaría realizar la prueba hidrostática, para ello realizarán las siguientes actividades: Primero se verifica la cantidad de paquetes de prueba los cuales estarán limitados por las válvulas de ingreso y salida de cada sección de la caldera. Segundo, se procederá a realizar conexiones para el ingreso de agua en baja y alta presión con el uso de tubería de 2" de diámetro en baja presión y 1/2" de diámetro en alta presión, en el caso de baja presión se conectará a una bomba de llenado mientras que en alta presión se conectará a una bomba de prueba de presión. Tercero, se instalará dos manómetros certificados por cada nivel de presión uno en cada domo correspondiente y el otro en cada ingreso de la bomba. Cuarto hay que verificar que los venteos y drenajes estén operando correctamente y que se hayan bloqueado todas las válvulas. Quinto, se debe utilizar el agua suficiente para el llenado de todas las líneas internas de la caldera, esta agua debe ser desmineralizada tratada y a una temperatura adecuada. Sexto, una vez lleno de agua, las tres secciones de presión de la caldera y a la presión de operación, se dejará un tiempo necesario para estabilizar la temperatura, luego de lo cual, se elevará la presión a la presión de prueba que es igual a 1.5 veces la presión de operación, para luego despresurizarlo pasado un tiempo, durante este punto, se pondrá especial atención a la sección de baja presión de la caldera. Séptimo, se procederá a incomunicar la sección de baja presión y se repetirá la presurización y despresurización poniendo atención a la sección de media presión. Octavo, se deberá incomunicar a la sección de media presión y se repetirá la presurización y despresurización de la sección de alta presión. Noveno, se procede a realizar el retiro de todos los instrumentos y equipos para la prueba hidrostática.

Finalmente, para la preservación de la caldera recuperadora de calor, mientras aún se concluye de instalar todos los equipos auxiliares de la central de ciclo combinado, se le puede dejar en condición húmeda donde el agua tratada de prueba se queda en la tubería o en condición seca donde se continúa al vaciado del agua de prueba y se deja una atmosfera de N₂.

Figura 34. Vista en planta de dos calderas recuperadoras de calor



Fuente de información: NEM (s.f.)

- MÉTODO DE INSTALACIÓN POR MÓDULOS

Se denomina así ya que el mayor volumen de la caldera recuperadora de calor es suministrado principalmente en módulos o bloques lo cuales son conjuntos compactos de paneles de tuberías ya alineadas con estructura, además de encontrarse la instalación de los paneles de revestimiento, incluyendo el aislamiento y todos los accesorios en general tal como se muestra en la figura 35. El peso de estos módulos oscila normalmente entre 180 a 300 t dependiendo del diseño y requerimientos de parte del dueño o encargado de operar la planta.

Figura 35. Instalación de dos módulos de una caldera recuperadora de calor



Fuente de información: NEM (2016).

A continuación, se describirán las actividades secuenciales para la instalación, según la empresa NEM que forma parte del grupo Siemens Energy:

✓ **TRASLADO DE LOS MÓDULOS HASTA SITIO DE PREENSAMBLE**

Una vez que los módulos llegan a puerto y son desaduanados se procede a trasladarlos sobre un camión plataforma modular de varios ejes con la capacidad de carga suficiente tal como se muestra en la figura 36, mediante una ruta previamente revisada son trasladados hasta la ubicación del proyecto, lugar, donde por conveniencia de la empresa que realizará la instalación, fijará las posiciones donde se procederá a hacer la descarga de cada uno de los módulos sobre durmientes. Esto con la finalidad de que se lleven a cabo las maniobras con las grúas y la posición de descarga sea la más favorable.

Figura 36. Traslado de los módulos sobre una plataforma modular de 450 t.

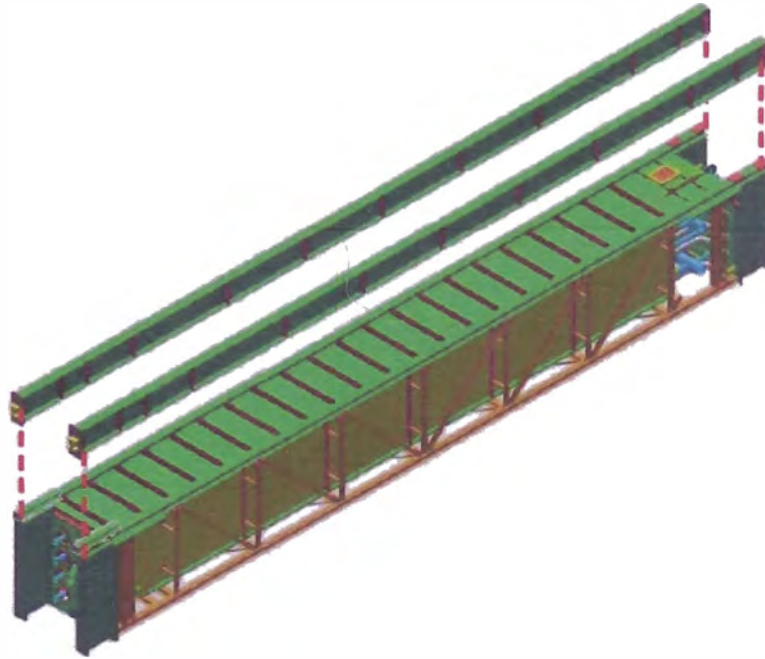


Fuente de información: NEM (2016).

✓ **CONEXIÓN DE LAS COLUMNAS PRINCIPALES DE ESTRUCTURA**

Las columnas de la caldera recuperadora de calor vienen por separado de los módulos por lo que es necesario adosar las columnas a cada módulo en un área de preensamble. Lo recomendable siempre será que la cantidad de movimientos en las maniobras sean la menor posible, por lo que, en la ubicación de descarga de los módulos, se procederá a adosar las columnas mediante el uso de una grúa.

Figura 37. Preensamble de las columnas principales a los módulos de la caldera.



Fuente de información: NEM (2016)

✓ INSTALACIÓN DE LAS PLACAS BASE

Las placas base se deben instalar bien alineadas, con bajas tolerancias y mucha precisión mediante el uso de equipos topográficos. Este es un paso muy importante para la posterior instalación de toda la caldera recuperadora de calor.

Figura 38. Instalación de las placas base



Fuente de información: NEM (2016)

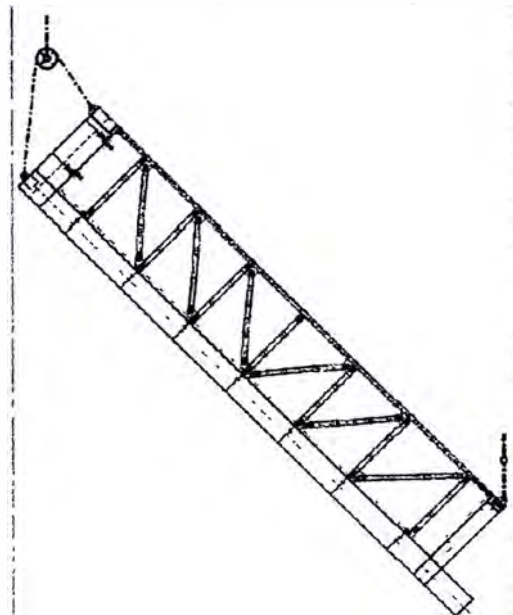
✓ VERTICALIZACIÓN DE LOS MÓDULOS

La verticalización siempre es una maniobra crítica ya que involucra en su mayoría de casos a dos grúas, esto se da porque el equipo a intervenir es de gran longitud y los esfuerzos producirían un pandeo en el equipo e inestabilidad a la maniobra.

Para instalar los módulos es necesario verticalizarlos y se involucrará dos grúas de gran capacidad y de preferencia que ambas sean grúas sobre orugas, en caso de no encontrar esa disponibilidad en el mercado se debe considerar que la grúa principal, la de mayor capacidad, sea una grúa sobre orugas, mientras que la segunda grúa debe ser hidráulica sobre camión pero de capacidad suficiente, en el peor de los casos se utilizará tres grúas, donde la principal siempre tendrá que ser sobre orugas mientras que las otras dos, serán hidráulicas sobre camión. A las grúas secundarias también se les llama grúas de cola por ser de apoyo en la verticalización.

La grúa principal es una sobre orugas dado que este tipo de grúas tiene la característica principal de moverse con la carga, con la seguridad de su gran capacidad. En la figura 39 se muestra el esquema de verticalización donde en la esquina izquierda superior se muestran los cables sujetos a dos orejas de izaje y ésta es la que está conectada a la grúa principal. Por otro lado, en la esquina inferior derecha se ve que los cables están sujetos a una oreja de izaje la cual se utiliza solo para la verticalización y de dónde estará sujeta la grúa de cola.

Figura 39. Esquema de verticalización de un módulo.



Fuente de información: NEM (2016)

A continuación, en la figura 40 se puede apreciar la maniobra de verticalización de un módulo el cual ha venido con las orejas de izaje diseñado de fabrica para poder soportar las cargas cuando se desarrolle la maniobra de verticalización.

La Maniobra se tiene que planificar y aprobarse para su posterior realización, en la cual principal después de la verticalización debe ser capaz de soportar todo el peso, incluso movilizarse con toda la carga de ser necesario. El cálculo de la maniobra depende del espacio físico donde se desarrollarán los movimientos, de las dimensiones y peso del módulo.

Figura 40. Verticalización y posicionamiento de un módulo



Fuente de información: NEM (2016)

✓ POSICIONAMIENTO SOBRE ESTRUCTURA TEMPORAL

Una vez que el módulo queda suspendido a la pluma de la grúa, la grúa se encargará de posicionarla en su ubicación final, trasladándola hasta las placas bases. La estructura principal que se encuentra adosada al módulo es la que se debe fijar a las placas base, ya que cada módulo solo tiene las columnas de la estructura principal al momento de ubicarla en su posición final será necesario colocar estructura metálica temporal para que el módulo se logre soportar sobre ella tal como se

muestra en la figura 41 en el costado izquierdo inferior mientras que en el costado derecho de la figura se ve que las columnas principales ya se encuentran fijas sobre su bases. Cuando ya se ha estabilizado y fijado el módulo se subirá trabajadores mediante un elevador de personal hasta la parte superior del módulo para liberar los cables de la grúa.

Figura 41. Posicionamiento del primer módulo utilizando estructura temporal.



Fuente de información: NEM (2016)

✓ COLOCACIÓN DEL SEGUNDO MÓDULO Y UNIÓN CON EL PRIMERO

Posteriormente que la grúa se encuentra libre de la maniobra, se procederá a trasladar al punto de verticalización para repetir la maniobra con el segundo módulo en cual es idéntico al primero pero físicamente de manera opuesta. Las grúas nuevamente se involucrarán en dicha maniobra y el segundo módulo se posicionará continuo el primer módulo ya instalado para así complementarlo. En la figura 42 se muestra el esquema y posicionamiento final del segundo módulo.

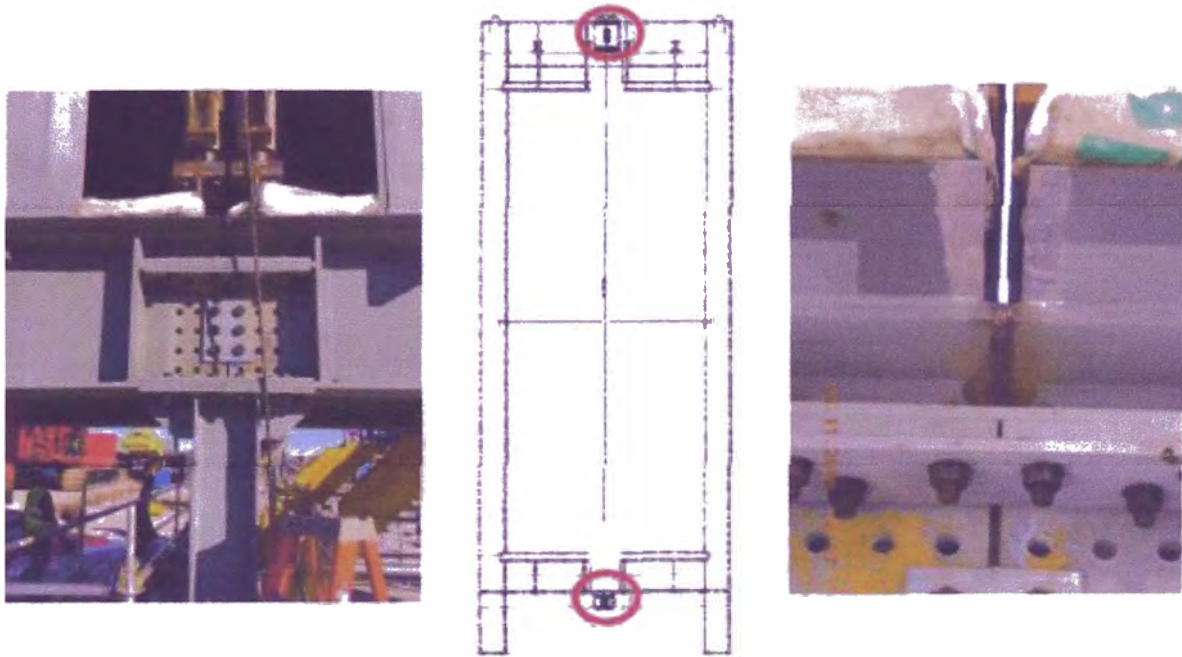
Figura 42. Esquema y posicionamiento final con la grúa del segundo módulo.



Fuente de información: NEM (2016)

Para unir ambos módulos se utilizan unas placas de amarre tal como se muestra en la parte izquierda de la figura 43, después de empernarlas se retira la estructura temporal que servía de soporte del primer módulo, y se procederá a realizar una soldadura de sello tanto arriba como abajo como se muestra la parte central de la figura mencionada, con ello se podrá garantizar la hermeticidad interna del cuerpo de la caldera recuperadora de calor.

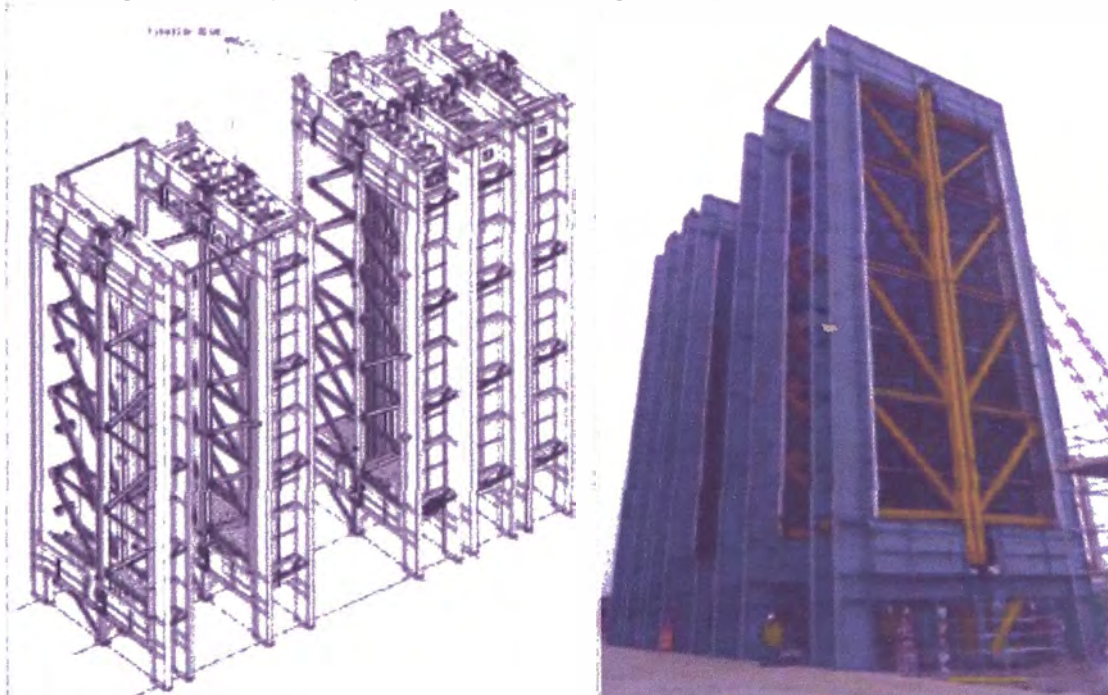
Figura 43. Unión entre el primer y el segundo módulo mediante pernos y soldadura



Fuente de información: NEM (2016)

Después de colocar dos módulos, se procederá a repetir las maniobras de verticalización para cada módulo faltante en el mismo momento de instalar todos los módulos, se colocarán vigas de fijación entre la estructura superior tal como se muestra en la figura 44.

Figura 44. Esquema y colocación de las vigas de fijación entre los módulos.



Fuente de información: NEM (2016)

✓ CONEXIÓN DE TUBERÍA INTERNA

Una vez que todos los módulos que se encuentran en posición final y completamente alineados se procederán a instalar todas las conexiones internas de tubería tal como se muestra en la figura 45. Para que solo queden expuestos las conexiones externas, tanto inferiores como superiores, las cuales se completarán con el conexionado del final cuando se instalen los domos y se proceda a hacer todos los preparativos para las pruebas hidrostáticas.

Figura 45. Conexiones internas superior e inferior de tubería entre módulos.



Fuente de información: NEM (2016)

✓ INSTALACIÓN DE PANELES DE REVESTIMIENTO FALTANTES

Cuando ya están instaladas todas las conexiones internas de tubería, lo siguiente que se debe realizar es instalar los paneles de revestimiento faltante que se ubican entre los módulos, tanto de la parte inferior como superior y lateral. Tal como se muestra en la figura 46 se procede a sellar el cuerpo de la caldera con estos paneles de revestimiento, logrando así que la caldera quede compacta y hermética.

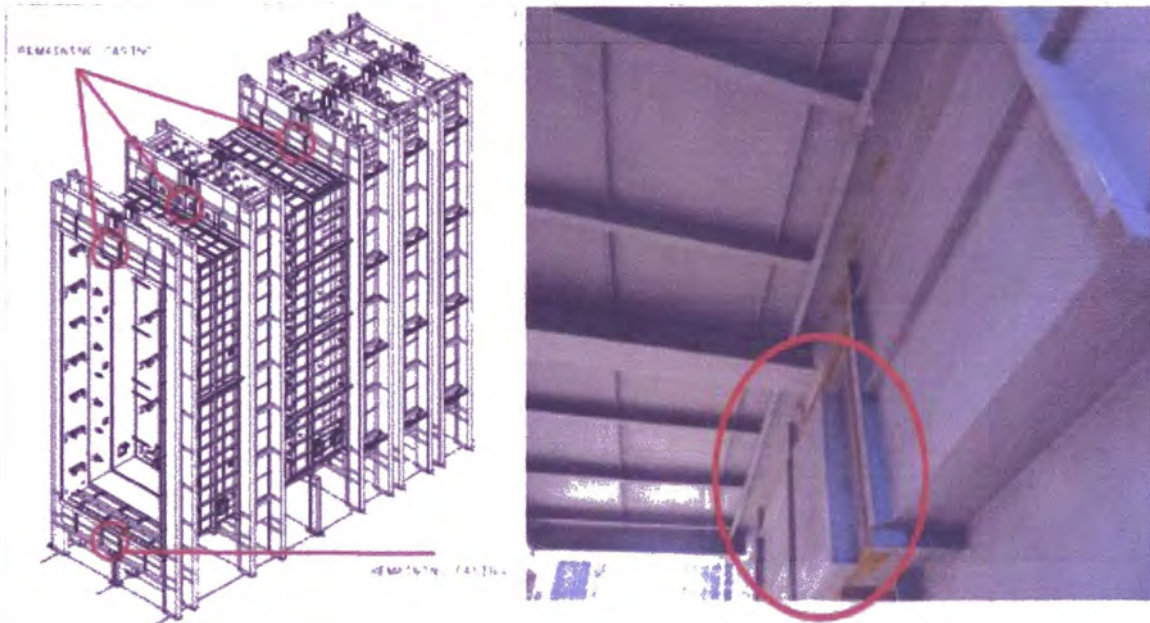
Figura 46. Paneles de revestimiento lateral faltante.



Fuente de información: NEM (2016)

En la figura 47 se puede apreciar que es necesario realizar una soldadura de sello en los diferentes puntos de unión entre módulos, entre paneles de revestimiento.

Figura 47. Esquema y sello del revestimiento faltante a instalar entre los módulos.

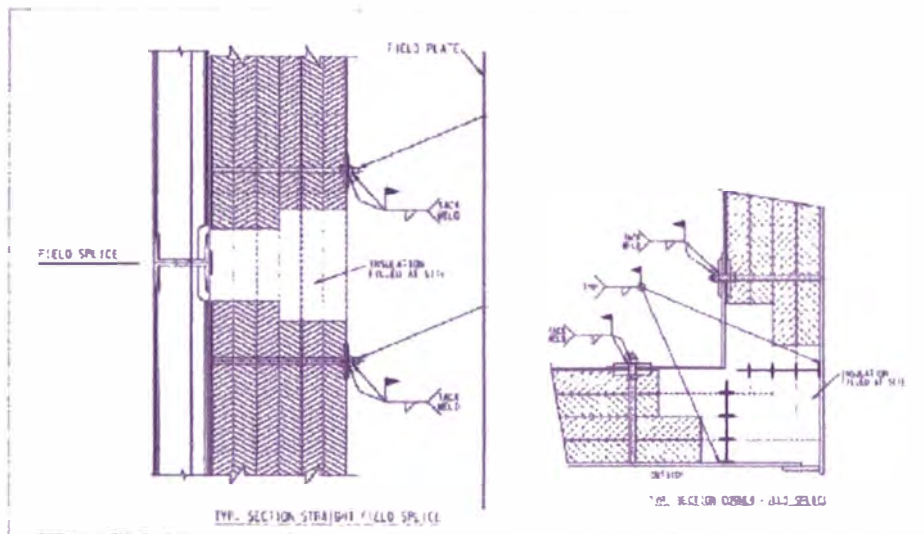


Fuente de información: NEM (2016)

✓ **INSTALACIÓN DE ASILAMIENTO FALTANTE**

Como parte del proceso de instalación de la caldera será necesario colocar todo el aislamiento faltante en las diferentes uniones y aristas de la caldera, este proceso es muy similar al descrito en el método de instalación por harps, y en la figura 48 y 49 se puede apreciar el esquema en una vista de corte y algunas fotos de cómo se procede a rellenar los espacios vacíos. Por otro lado, hay que tomar en cuenta que el método de instalación por harps, como proceso se llevaba a cabo antes de permitir el ingreso de las tuberías internas de la caldera, y que en el caso del método por módulos se realiza después de tener todas las tuberías internas ya instaladas, por lo que existiría poco espacio para desarrollar estos trabajos haciendo que esta actividad se califique como un trabajo en espacio confinado, requiriendo que el personal que ingrese este habilitado para dicha actividad.

Figura 48. Esquema del aislamiento faltantes.



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 49. Relleno del aislamiento faltante



Fuente de información: NEM (2016)

✓ INSTALACIÓN DE LOS DOMOS

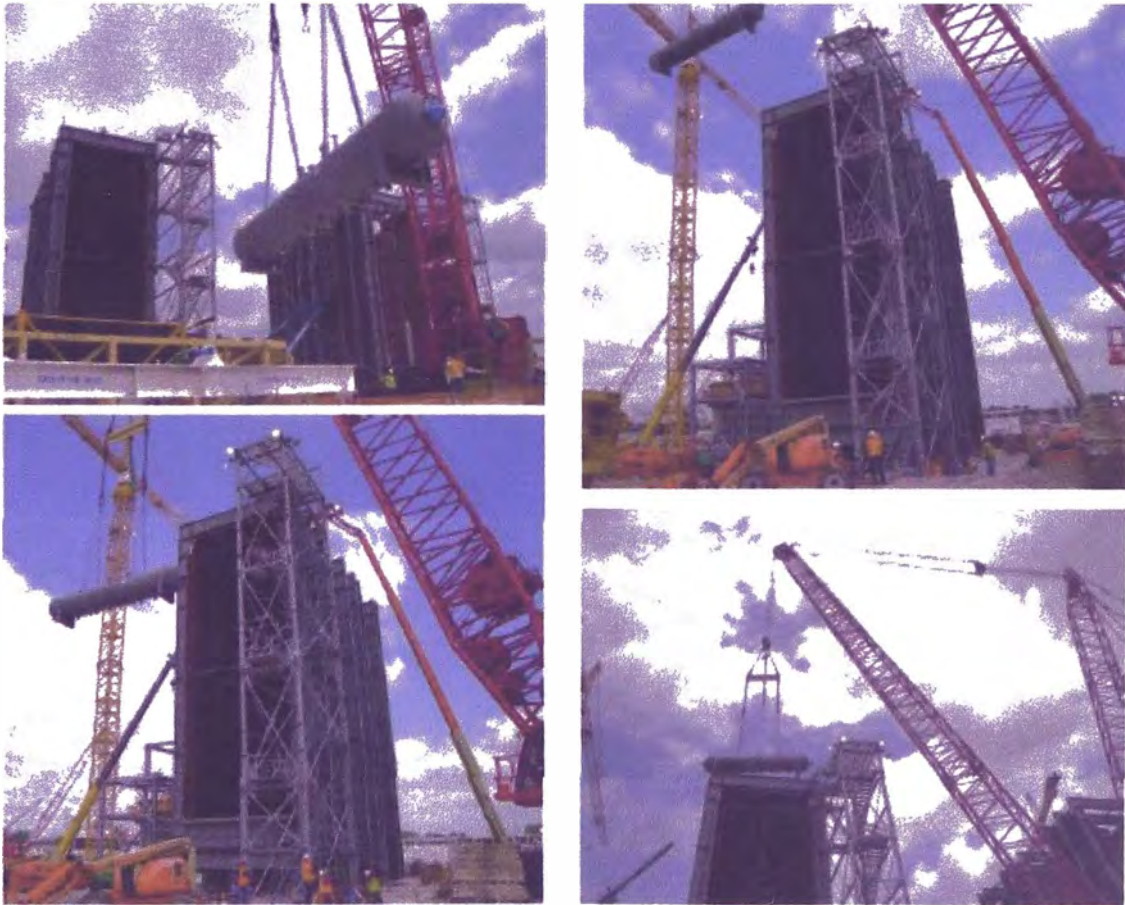
La descripción e instalación de los domos es similar que en el método de instalación por harps y se puede indicar que para el transporte de estos equipos es necesario utilizar un camión plataforma modular de varios ejes, y esto debido al peso y dimensiones que este equipo tiene, principalmente por el domo de alta presión tal como se muestra en la figura 50. Además, cabe mencionar que las fotos mostradas en la figura 51 corresponden a la instalación de domos sobre una caldera recuperadora de calor que ha sido instalada por módulos y no por harps como se muestra en la figura 28.

Figura 50. Transporte de domos en camión plataforma modular de varios ejes.



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 51. Instalación de domos en parte superior de la caldera.

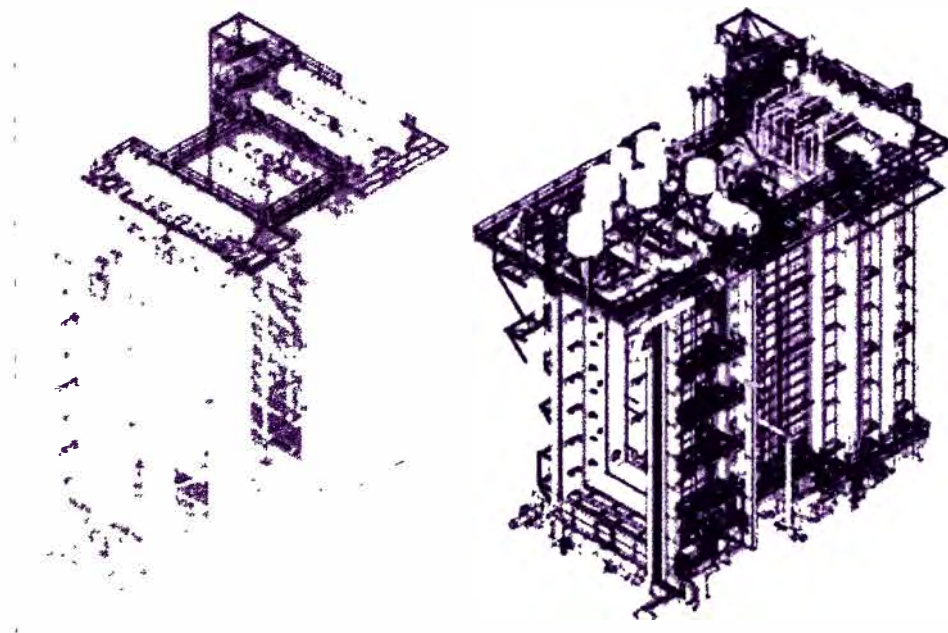


Fuente de información: NEM (2016)

✓ INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA AUXILIAR

Es importante mencionar que, por las dimensiones de una caldera recuperadora de calor, siempre será necesario que se le instalen accesos y accesorios de seguridad como escaleras, barandas rejillas, que permitan al personal de operación realizar el control y mantenimiento ya cuando estén operando. Estas escaleras, barandas, rejillas, etc. se les conocen como estructura auxiliar o miscelánea. En la figura 52 se puede apreciar el esquema de la ubicación de la estructura auxiliar, se puede notar la escalera de acceso que se encuentra en la parte lateral de la caldera, esta permitirá dar acceso a la parte superior donde se encuentran los domos y sus respectivas conexiones. Ya en la parte superior, se puede apreciar una cantidad de rejillas y barandas. Y en la figura 59 y 60 se puede visualizar que la chimenea que se instalará como parte de la salida de la caldera también lleva escaleras y barandas de acceso para llegar a la parte superior de la misma. La estructura auxiliar llega hasta el área de instalación despiezada y es necesario utilizar una grúa de baja capacidad para preensamblar secciones de esta y posteriormente izarla y colocarla en su posición final, tal como se muestra en la figura 53.

Figura 52. Esquema de la ubicación de plataformas, escaleras y barandas en la parte superior y lateral de la caldera.



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 53. Maniobra de volteo de las escaleras laterales de la caldera



Fuente de información: NEM (2016)

✓ **INSTALACIÓN DE LAS CONEXIONES DE TUBERÍA**

Una vez que se tienen instalados los accesos a la parte superior de la caldera, se procede a instalar la tubería faltante, este es un proceso minucioso que constituye una gran cantidad de tiempo y personal para dejarlo como instalado. Ya que esta actividad demanda tiempo y son trabajos pertenecientes al cuerpo de la caldera, por lo que se puede aprovechar e ir desarrollando otras actividades en paralelo con el fin de optimizar el tiempo de la instalación.

El procedimiento de instalación de la tubería faltante es similar al método de instalación por harps.

Figura 54. Conexión de las tuberías de la parte superior de la calera.



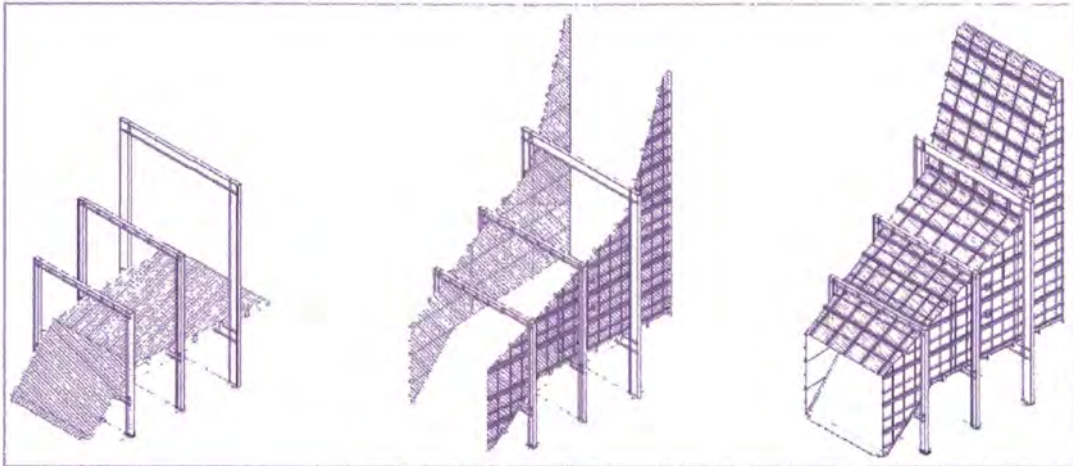
Fuente de información: NEM (2016)

✓ **INSTALACIÓN DEL DUCTO DE ENTRADA**

La instalación del ducto de entrada es similar al mencionado en el método de instalación por harps, por lo que solo se mencionará la secuencia típica para instalar el ducto de entrada y las figuras 55 y 56 que lo describen gráficamente:

- a) Instalación de la estructura
- b) Instalación de los paneles inferiores
- c) Instalación de los paneles laterales
- d) Instalación de los paneles superiores

Figura 55. Esquema de la secuencia de instalación de los paneles de revestimiento del ducto de entrada.



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 56. secuencia de instalación de los paneles de revestimiento del ducto de entrada.



Fuente de información: NEM (2016)

✓ INSTALACIÓN DEL DUCTO DE SALIDA Y CHIMENEA

La instalación de la chimenea es suministrada de manera similar a la descripción mencionada en el método de instalación por harps, desde el transporte a obra, el almacenamiento, preparación de secciones cilíndricas e izaje de estas secciones con la grúa hasta su posición final, sin embargo, también se puede mencionar que para las actividades de soldado y pintado es necesario el uso de andamios, colocados de manera circunferencial alrededor de toda la chimenea hasta llegar a la parte superior, tal como se muestra en la 58.

Figura 57. Transporte y almacenamiento de las planchas roladas para la chimenea.



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 58. Esquema y preensamble de las secciones de la chimenea



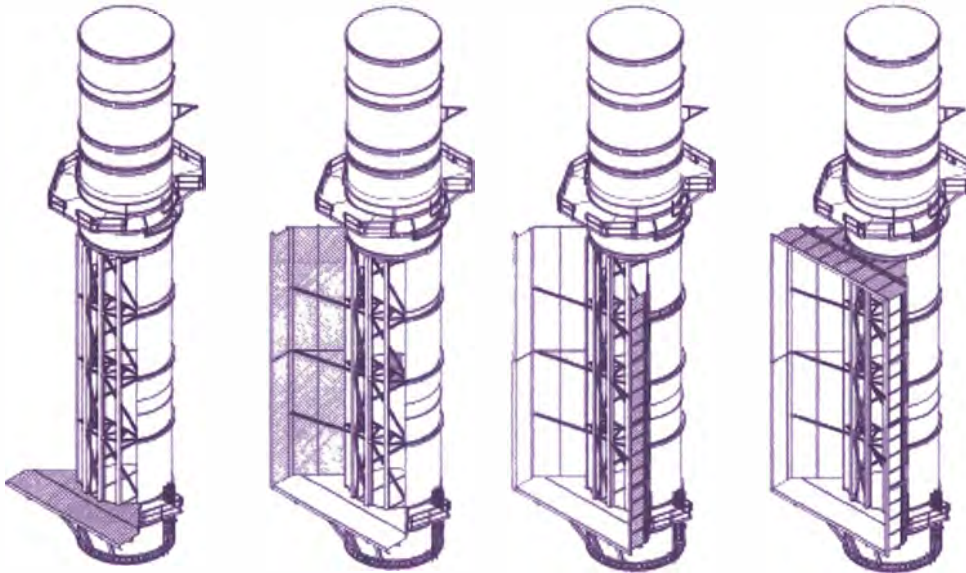
Fuente de información: NEM (2016)

Después de colocar las secciones de la chimenea hasta alcanzar la altura del cuerpo de la caldera recuperadora de calor, ya se podrá instalar la estructura del ducto de salida el cual servirá para unir el cuerpo de la caldera con la chimenea, la secuencia típica para la instalación del ducto de salida se menciona a continuación:

- a) Instalación de la estructura
- b) Instalación del panel inferior
- c) Instalación de los paneles laterales
- d) Instalación del panel superior

En la siguiente imagen se puede apreciar cual sería de manera gráfica la secuencia a emplear:

Figura 59. Esquema de la secuencia de armado del ducto de salida.



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 60. Instalación del ducto de salida.



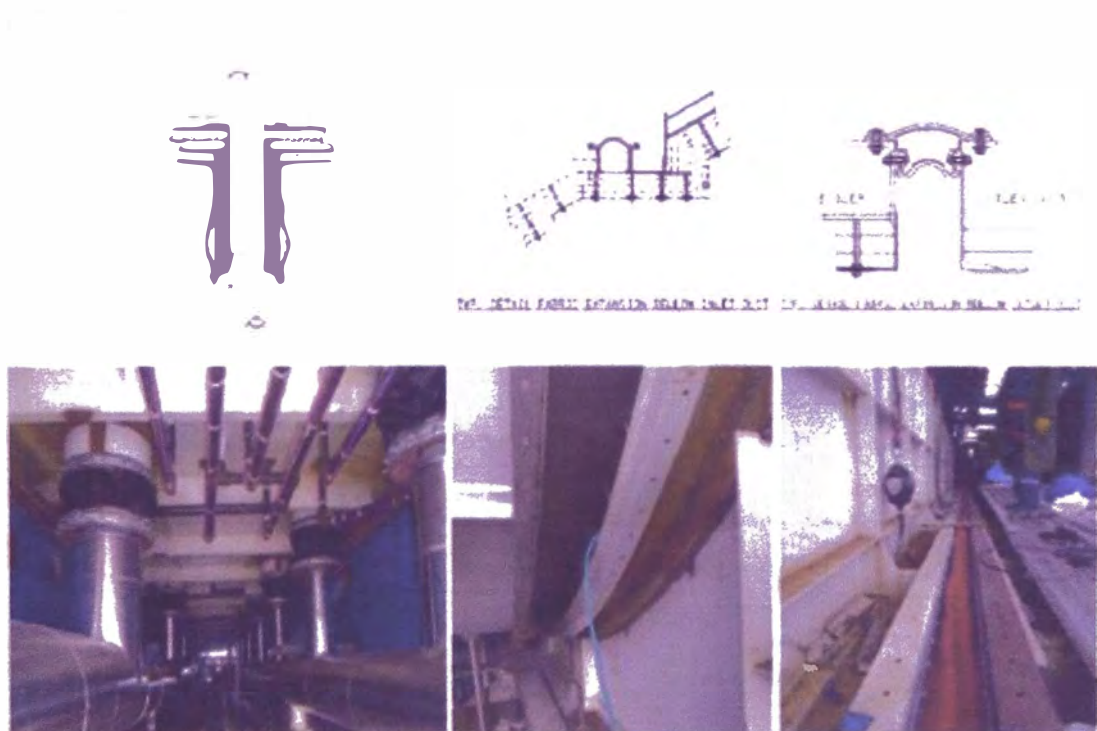
Fuente de información: NEM (2016)

✓ INSTALACIÓN DE LAS JUNTAS DE EXPANSIÓN

Posteriormente a que los ductos y la chimenea se encuentren finalizados, se procederá a colocar las juntas de expansión, las cuales son accesorios preparados para absorber las vibraciones que se producirán cuando la caldera entre en operación, además de proporcionar hermeticidad a la caldera. Entre estas juntas podemos mencionar que existen las juntas de expansión para tuberías las cuales se muestra en la figura 61 en la parte izquierda, y también existe las juntas de expansión de los ductos, que se pueden ver en la parte central y derecha de la figura 62 ya que, entre el ducto de entrada y la conexión con la salida de los gases calientes provenientes de la turbina de gas, y también entre el ducto de salida y el cuerpo de la caldera recuperadora de calor.

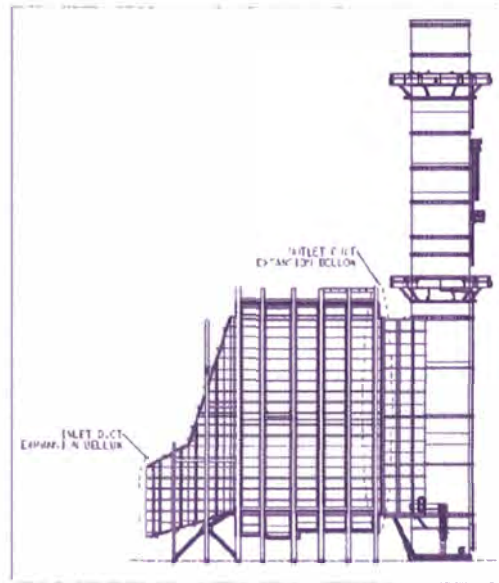
A la vez, se puede apreciar en la figura 63 cuál es la ubicación de esas dos juntas de expansión de los ductos de entrada y salida.

Figura 61. Juntas flexibles para juntas de tubería y ductos de entrada y salida de la caldera



Fuente de información: NEM (2016)

Figura 62. Junta de expansión flexible de los ductos de entrada y salida.



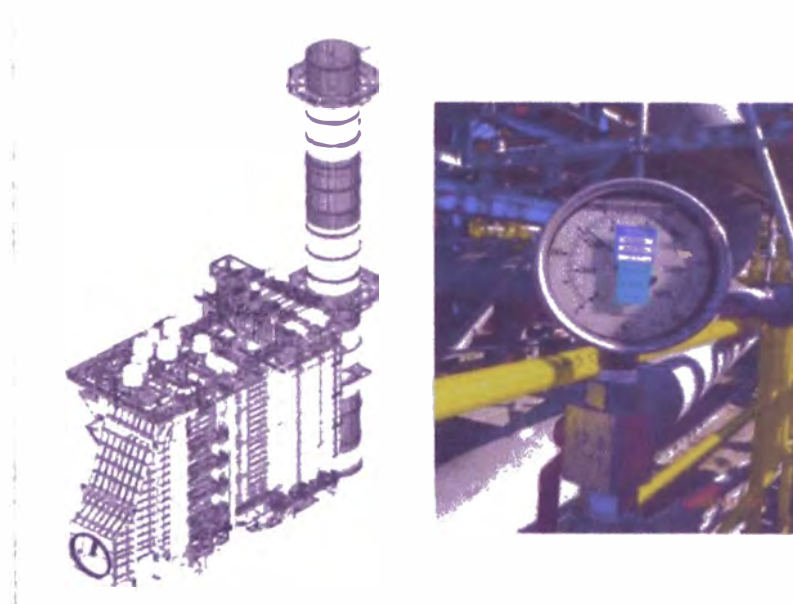
Fuente de información: NEM (2016)

✓ LIMPIEZA Y PRUEBAS HIDROSTÁTICAS

La limpieza y pruebas hidrostáticas que se llevarán a cabo a la caldera recuperadora de calor, se emplean con la finalidad de verificar que la instalación este bien realizada, de que no existirán problemas cuando se proceda a poner en marcha este equipo y la integridad de la planta de ciclo combinado se vea afectada.

El procedimiento es similar al descrito en el método de instalación por harps.

Figura 63. La prueba hidrostática se realiza cuando toda la caldera se encuentra terminada.



Fuente de información: NEM (2016)

1.4 MARCO CONCEPTUAL

CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG): Es una máquina a presión dentro de la cual, se lleva a cabo un intercambio de calor entre el flujo de calor que ha sido recuperado procedente de una máquina térmica y el líquido (agua) que circula por las tuberías de maneras transversal. Con ello se logra una transferencia de energía hacia el agua, la cual es convertida en vapor a alta presión, útil para generar movimiento en una turbina a vapor.

CENTRAL TÉRMICA DE CICLO COMBINADO: Son aquellas centrales de generación eléctrica donde se utiliza el gas natural como combustible para generar calor que a su vez se transforma en energía eléctrica, mediante el acoplamiento de dos ciclos termodinámicos correspondientes a la turbina de gas (opera a alta temperatura) y turbina de vapor (opera con temperatura menores).

La combustión producida por el gas natural genera calor que es transmitido a la turbina de gas haciendo que ésta gire y mueva el eje que conecta al generador eléctrico para obtener energía eléctrica. Asu vez el calor desechado por la turbina de gas es utilizado para calentar agua y transformarlo a vapor a alta presión dentro de una caldera recuperadora de calor. Este vapor es canalizado a través de tuberías hasta llegar a una turbina de vapor, haciendo que esta gire y mueva el eje de un segundo generador eléctrico para obtener más energía eléctrica.

La adición de un segundo ciclo hace que se forme el ciclo combinado el cual aprovecha el calor perdido, logrando así elevar el rendimiento de la planta hasta llegar a valores alrededor del 60%.

GUÍA DEL PMBOK: También llamado guía de los fundamentos para la dirección de proyectos es la publicación que emite el PMI y está formado por los conocimientos en la dirección de proyectos, que incluye a las buenas prácticas tradicionales, así como las nuevas prácticas que están emergiendo y que dan buenos resultados.

PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE): Es una institución dedicada al rubro de la gerencia de proyectos. Fue fundada en Pensilvania, Estados Unidos en el año de 1969, tiene por objetivo englobar y estandarizar las buenas prácticas en la gerencia de proyecto y trasmitirlos a sus miembros alrededor del mundo. En la actualidad cuenta con más de medio millón de miembros certificados.

EPC (ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION): La definición en español es ingeniería, adquisiciones y construcción, y se emplea para definir un contrato donde se requiere que la empresa contratista se encargue desde el diseño, adquisición y construcción de un proyecto específico.

JUICIO DE EXPERTOS: Este término se menciona constantemente como herramienta o técnica dentro de la guía de los fundamentos de la dirección de proyectos, y consiste en el juicio basado en la experiencia de la aplicación en un área de conocimiento específico. Esta experiencia lo puede suministrar un individuo o grupo de individuos que poseen dicha habilidad, conocimiento o especialización.

FACTORES AMBIENTALES DE LA EMPRESA: Son las diversas condiciones que el equipo encargado del proyecto no puede controlar y que afectan el proyecto. Su influencia en un proyecto pueda ser tanto positiva como negativa. Dichas condiciones se pueden clasificar en internas o externas al proyecto. Respecto a los factores internos, por ejemplo: infraestructura, software, disponibilidad de recursos, distribución de las instalaciones, etc. y cuando se mencionan los factores externos, por ejemplo: condiciones de mercado, restricciones legales, consideraciones financieras, condiciones ambientales físicas, etc.

Cabe resaltar que los factores por lo general forman parte de la entrada de varios procesos de la dirección de proyectos.

ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN: Están conformados por todos los planes, procesos, políticas, procedimientos y bases de conocimiento específicos propios de cada organización. Este conjunto de conocimientos es adquirido por medio de la experiencia con relación a proyectos históricos o externos, lecciones aprendidas de proyectos ejecutados, planes de ejecución, cronogramas, matrices de evaluación, etc. Por lo general esta información es confidencial y de uso exclusivo de la organización.

ESTIMACIÓN ASCENDENTE: Es una manera de estimar los plazos o costo de un proyecto, partiendo de hacer análisis de sus componentes menores y agrupándolos según el EDT (estructura de desglose de trabajo). En caso de no obtener un suficiente análisis de un componente, se procede a detallar a un nivel inferior con la finalidad de hacer un análisis minucioso, la suma de tiempo o costo de dicho nivel inferior será el tiempo y costo del componente. De igual manera se suman todos los componentes dando como resultado los valores de las actividades pertenecientes al proyecto,

obteniendo así el valor final de proyecto. Este procedimiento de estimación demanda mayor tiempo de análisis, sin embargo, tiene mayor confiabilidad.

TOMA DE DECISIONES: Es una de las técnicas que se emplean muy a menudo, también se puede clasificar en:

-La votación: es una manera de conseguir un resultado basándose en la emisión de votos de los participantes habilitados para decidir alguna solicitud de conformidad o no conformidad.

-La toma de decisión autocrática: el resultado o la decisión viene a ser dada por una persona quien carga con la responsabilidad de la decisión.

-Los análisis de decisiones con múltiples criterios: la herramienta clave que se emplea es una matriz de decisiones para desarrollar el análisis por medio de criterios que permiten la evaluación y valoración de cada decisión.

REUNIONES: Es una herramienta de uso muy común en la cual hay como mínimo dos participantes involucrados. Se pueden llevar a cabo de manera presencial o virtual, además que puede ser de carácter formal o informal, donde es válido incluir miembros del equipo, interesados o externos.

COSTO DIRECTO: En construcción se define como aquellos costos que pertenecen in situ de una obra y que puede ser: mano de obra, materiales, equipos, herramientas y consumibles. El costo directo de una obra está dado por la suma de costos parciales en la hoja de presupuesto. Los costos parciales son resultado de multiplicar los precios unitarios por las cantidades.

COSTO INDIRECTO: En construcción se define como aquellos costos que no pueden aplicarse a una partida específica y que tienen incidencia sobre todo el costo de la obra. Estos costos pueden ser, por ejemplo: gerencia del proyecto, personal de supervisión, vehículos indirectos, etc.

UTILIDAD: Es el beneficio o ganancia que se obtiene, resultante después de restar a los ingresos todos los egresos.

CAPITULO III : FUNDAMENTACIÓN DE HIPOTESIS, VARIABLES Y METODOLOGÍA

3.1 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

3.1.1 HIPÓTESIS PRINCIPAL

- ✓ Si al desarrollar los procesos de instalación propuestos se puede determinar que el método de instalación por módulos es el óptimo tanto en tiempo como en costo.

3.1.2 HIPÓTESIS SECUNDARIA

- ✓ Empleando la guía PMBOK se puede obtener la duración y costo del método de instalación por harps para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores.
- ✓ Empleando la guía PMBOK se puede obtener la duración y costo del método de instalación por módulos para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores.
- ✓ Al analizar los métodos de instalación propuestos se puede determinar cuál es el método óptimo tanto en tiempo como en costo.

3.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES

3.2.1 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ Variable Independiente: La caldera recuperadora de calor de la central térmica de ciclo combinado.
- ✓ Variable Dependiente: Método a utilizar para la instalación de la caldera recuperadora de calor según como es suministrada.

3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4. Variables, dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable independiente		
La caldera recuperadora de calor de la central térmica de ciclo combinado.	Instalación de la caldera recuperadora de calor.	1. Condiciones climáticas. 2. Mano de obra disponible. 3. Equipos de izaje disponibles.
Variable dependiente		
Método a utilizar para la instalación de la caldera recuperadora de calor según como es suministrada.	Evaluación mediante el método de instalación por Harps.	1. Tiempo de instalación. 2. Costo de instalación.
	Evaluación mediante el método de instalación por Módulos.	1. Tiempo de instalación. 2. Costo de instalación.

Fuente de información: Elaboración propia

3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

Según los propósitos de la investigación se incluye del tipo aplicada y transversal, dado que es necesario emplear los conceptos de planificación para llevar a cabo un correcto orden durante la instalación de la caldera recuperadora de calor. Y transversal porque la investigación tomará como referencia una caldera recuperadora de calor, suministrada de dos maneras diferentes, que implicará planificar dos métodos de instalación contemplando una misma fecha de inicio.

Los niveles de la investigación serán:

- ✓ Descriptiva: Porque es necesario hacer una clara descripción de la caldera recuperadora de calor, de manera física como es suministrada por un fabricante, y también una descripción minuciosa del método de instalación.
- ✓ Correlacional: Porque es necesario hacer que ambos métodos de instalación propuestos tengan la capacidad de correlacionarlos entre sí, a fin de compararlos y obtener resultados claros.
- ✓ Predictivo: Porque la investigación se centra en la planificación de los procesos para instalar la caldera recuperadora de calor con la finalidad de identificar la opción más óptima antes de que se realice la instalación.

3.3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación será del tipo no experimental transversal debido a que este diseño permite la descripción de las variables y analizar sus efectos en un momento dado.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis para el presente estudio es la caldera recuperadora de calor que se instalará en la central térmica de Las Flores.

La central térmica de Las Flores se ubica a 66 kilómetros al sur de Lima, en el distrito de Chilca, provincia de Cañete. Tiene como cercanía el gasoducto de Camisea y el corredor principal de transmisión eléctrica norte-sur.

Figura 64. Ubicación de la CT Las Flores.



Fuente de información: Google Maps (2021)

Como parte de la conversión de ciclo simple a ciclo combinado se instalará una caldera recuperadora de calor que será el principal componente de este proyecto.

Para el presente estudio se considera la información suministrada por dos empresas licitantes para el proyecto EPC cuyo alcance total era el diseño, la procura y la construcción para llevar a cabo la conversión del ciclo simple a ciclo combinado de la central térmica de Las Flores, donde cada empresa indicó una manera diferente de procura para la caldera recuperadora de calor.

El alcance de los trabajos de instalación se describe de la siguiente manera:

3.3.3.1 ALCANCE DE SUMINISTRO

Para ambos métodos de instalación todos los suministros relacionados a la caldera recuperadora de calor, ya se encuentran en los almacenes del cliente, y el constructor solo suministrará materiales consumibles, tales como: electrodos para soldadura, elementos de izaje, mortero, agua para pruebas, etc.

3.3.3.2 ALCANCE DE INSTALACIÓN

Para ambos casos de instalación, el alcance comprende el traslado de los materiales y/o equipos del almacén al lugar de trabajo, la instalación de todos los componentes de la caldera hasta finalizar con las pruebas hidrostáticas de la misma.

3.3.3.3 PLANILLA DE PRECIOS

Planilla de Precios del método de instalación por Harps

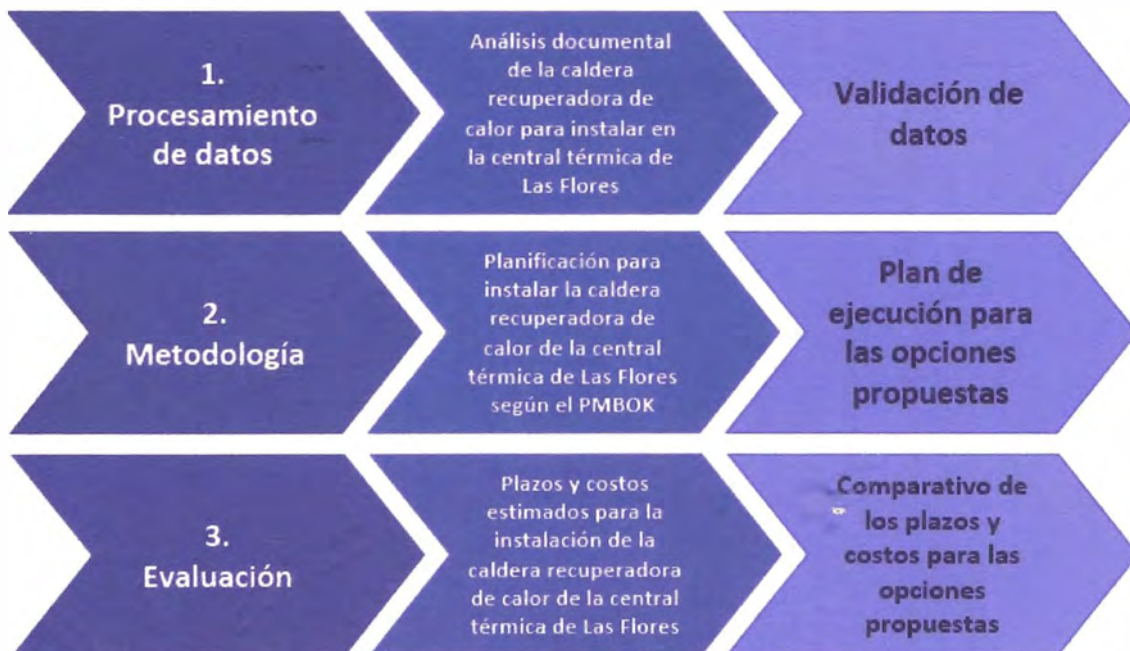
(Ver Anexo 1)

Planilla de precios del método de instalación por Módulos

(Ver Anexo 2)

3.3.4 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

Figura 65. Etapas de la investigación.



Fuente de información: Elaboración propia

3.3.5 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 5. Matriz de consistencia.

TÍTULO: "ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO EN LA PLANIFICACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG) DE UNA CENTRAL DE CICLO COMBINADO COMPARANDO MÉTODOS POR HARPS Y POR MÓDULOS SEGÚN GUÍA PMBOK"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. Problema Principal</p> <p>¿Cuál es el método de instalación óptimo de una caldera recuperadora de calor (HRSG) tanto en tiempo como en costo?</p>	<p>1. Objetivo Principal</p> <p>Determinar cuál es el método de instalación óptimo de una caldera recuperadora de calor (HRSG) tanto en tiempo como en costo.</p>	<p>1. Hipótesis General</p> <p>Si al desarrollar los procesos de instalación propuestos se puede determinar que el método de instalación por módulos es el óptimo tanto en tiempo como en costo.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>- La caldera recuperadora de calor de la central térmica de ciclo combinado.</p> <p>Indicadores:</p> <p>1. Condiciones climáticas. 2. Mano de obra disponible. 3. Equipos de izaje disponibles.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>- Método a utilizar para la instalación de la caldera recuperadora de calor según como es suministrada.</p> <p>Indicadores:</p> <p>1. Tiempo de instalación por cada método a utilizar. 2. Costo de instalación por cada método a utilizar.</p>	<p>1. Tipo de Investigación</p> <p>De acuerdo al propósito de la investigación y naturaleza del problema y objetivos formulados en este trabajo, el presente estudio reúne las condiciones suficientes para ser calificado como una investigación aplicada y transversal.</p>
<p>2. Problemas Secundarios</p> <p>a) ¿De qué manera se puede desarrollar el proceso del método de instalación por harps para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores?</p> <p>b) ¿De qué manera se puede desarrollar el proceso del método de instalación por módulos para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores?</p> <p>c) ¿De qué manera se podrán analizar los métodos propuestos y determinar el óptimo en tiempo y costo?</p>	<p>2. Objetivos Específicos</p> <p>a) Desarrollar el proceso del método de instalación por harps para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores, empleando la guía PMBOK</p> <p>b) Desarrollar el proceso del método de instalación por módulos para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores, empleando la guía PMBOK</p> <p>c) Analizar los métodos propuestos y determinar el óptimo en tiempo y costo.</p>	<p>2. Hipótesis Secundarias</p> <p>a) Empleando la guía PMBOK se puede obtener la duración y costo del método de instalación por harps para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores.</p> <p>b) Empleando la guía PMBOK se puede obtener la duración y costo del método de instalación por módulos para la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores.</p> <p>c) Al analizar los métodos de instalación propuestos se puede determinar cuál es el método óptimo tanto en tiempo como en costo.</p>	<p>Indicadores:</p> <p>1. Condiciones climáticas. 2. Mano de obra disponible. 3. Equipos de izaje disponibles.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>- Método a utilizar para la instalación de la caldera recuperadora de calor según como es suministrada.</p> <p>Indicadores:</p> <p>1. Tiempo de instalación por cada método a utilizar. 2. Costo de instalación por cada método a utilizar.</p>	<p>2. Nivel de Investigación</p> <p>- Descriptivo - Correlacional - Predictivo</p> <p>3. Diseño de la Investigación</p> <p>El diseño es del tipo: No experimental transversal</p> <p>4. Población y Muestra</p> <p>La unidad de la investigación será: la caldera recuperadora de calor de la central térmica de Las Flores.</p> <p>5. Técnicas e Instrumentos:</p> <p>- Análisis documental - Programación del tiempo - Análisis de Precios Unitarios</p>

Fuente de información: Elaboración propia.

CAPITULO IV: PROCEDIMIENTO DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO EN LA PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA HRSG

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG)

4.1.1 ALCANCE DEL PROYECTO

Antes de desarrollar la planificación es necesario aclarar el alcance de la instalación de una caldera recuperadora de calor, lo cual incluye lo siguiente:

- a) Alcance del Suministro: todos los suministros relacionados a la caldera como equipo, ya se encuentran en los almacenes del cliente, y la empresa encargada de la instalación solo suministrará materiales consumibles.
- b) Alcance de la Instalación: está comprendida por el traslado de los materiales y/o equipos del almacén al lugar de trabajo, la instalación de todos los componentes de la caldera hasta finalizar con las pruebas hidrostáticas de la misma.
- c) Planilla de precios: todos los trabajos realizados deben reflejarse en una planilla de precios en el que será indicado por medio de un listado de partidas.

4.1.2 PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez mencionado el alcance se procederá a la planificación de la instalación, para ello aplicaremos los conceptos de la guía PMBOK adaptándolos de la mejor manera para cumplir los objetivos de este presente estudio.

4.1.2.1 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

4.1.2.1.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA:

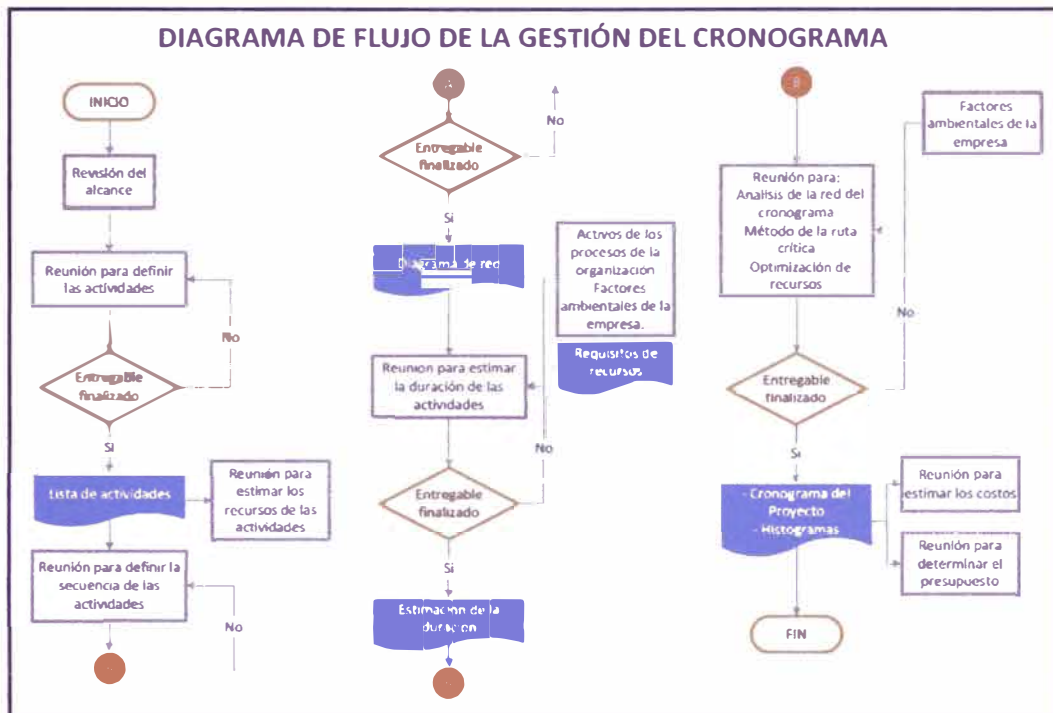
Entrada: Alcance del proyecto

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos y reuniones las cuales serán necesarias para establecer el procedimiento para realizar la gestión del cronograma.

Salida: El procedimiento para gestionar el cronograma del proyecto es un proceso iterativo y que entrega y recibe información de otros procesos y que se puede plasmar en un diagrama de flujo donde el producto final será el cronograma del proyecto, los histogramas de personal directo e indirecto, e histograma de equipos principales.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de flujo que representa el proceso para gestionar el cronograma.

Figura 66. Diagrama de flujo de la gestión del cronograma



Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.1.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES:

Entrada: Alcance del proyecto (la planilla de precios, los procedimientos de instalación según el fabricante, etc.), el diagrama de flujo para gestionar el cronograma del proyecto.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos y reuniones, que serán útiles para definir el listado de actividades necesarias para la correcta instalación de la caldera recuperadora de calor.

Salida: Lista de actividades del proceso de instalación tal como se muestra en la figura 67, este listado de actividades debe tener una estructura base que luego se analizara a mayor detalle en el siguiente proceso.

Figura 67. Lista de actividades

Id	Nombre de tarea
1	INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR
2	TÍTULO 1
3	Actividad 1
4	Actividad 2
5	Actividad 3
6	TÍTULO 2
7	TÍTULO 2.1
8	Actividad 2.1.1
9	Actividad 2.1.2
10	Actividad 2.1.3
11	TÍTULO 2.2
12	Actividad 2.2.1
13	Actividad 2.2.2
14	Actividad 2.2.3
15	TÍTULO 2.3
16	Actividad 2.3.1
17	Actividad 2.3.2
18	Actividad 2.3.3
19	TÍTULO 2.4
20	Actividad 2.4.1
21	Actividad 2.4.2
22	Actividad 2.4.3

Fuente de información: Elaboración propia

4.1.2.1.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES:

Entrada: Alcance del proyecto, diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto y la lista de actividades.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos y reuniones. Aquí se procederá a evaluar la precedencia y dependencias de cada actividad para obtener una secuencia lógica con actividades en serie y en paralelo dependiendo de sus características.

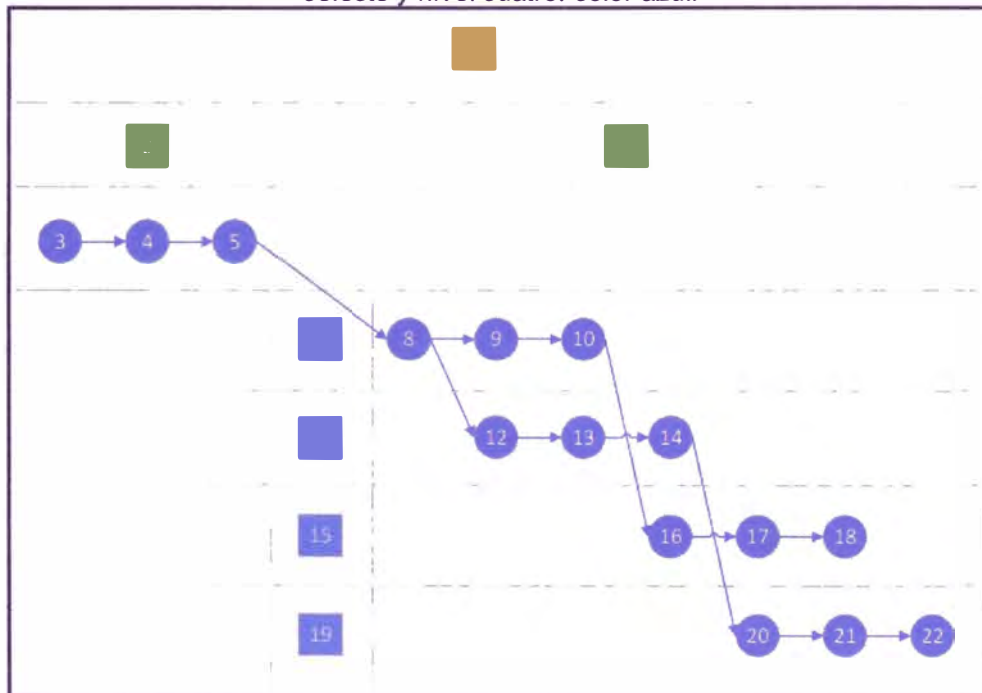
Salida: Diagrama de red del cronograma del proyecto, y si hubiera cambios que se tengan que realizar en la lista de actividades se procede actualizar.

El diagrama de red que se muestra en la figura 68, tiene un id con números que corresponden a las actividades de la lista de actividades de la figura 66, y para el caso de este presente estudio se ha dividido por niveles para tener una mejor estructura, estos niveles se pueden apreciar en los

colores donde el primer nivel es de color amarillo, el segundo nivel es de color verde, el tercer nivel es de color celeste y el cuarto nivel es de color azul.

Cada actividad de un mismo nivel se puede descomponer en subactividades que corresponden a un nivel inferior es así como un proyecto se va descomponiendo en niveles inferiores y llegando a descomponer hasta tener pequeños paquetes de trabajo.

Figura 68. Diagrama de Red, Nivel uno: color amarillo, nivel dos: color verde, nivel tres: color celeste y nivel cuatro: color azul.



Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.1.4 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

Entrada: Alcance del proyecto, diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto, lista de actividades, diagrama de red del cronograma del proyecto, activos de los procesos de la organización, factores ambientales de la empresa.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos, estimación ascendente, toma de decisiones y reuniones.

Estas herramientas nos permitirán evaluar plazo asignado de tiempo para cada actividad para ello se revisarán las cantidades de metrado según la planilla de precios, el área geográfica donde se trabajará según planos y los rendimientos típicos para estas actividades.

Salida: Estimación de la duración, y si hubiera cambios que se tengan que realizar a los entregables parciales anteriores se procede a actualizar.

Figura 69. Estimación de duraciones

Id	Nombre de tarea	Duración
1	INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR	160 días
2	TÍTULO 1	30 días
3	Actividad 1	10 días
4	Actividad 2	10 días
5	Actividad 3	10 días
6	TÍTULO 2	130 días
7	TÍTULO 2.1	60 días
8	Actividad 2.1.1	10 días
9	Actividad 2.1.2	20 días
10	Actividad 2.1.3	30 días
11	TÍTULO 2.2	60 días
12	Actividad 2.2.1	10 días
13	Actividad 2.2.2	20 días
14	Actividad 2.2.3	30 días
15	TÍTULO 2.3	60 días
16	Actividad 2.3.1	10 días
17	Actividad 2.3.2	20 días
18	Actividad 2.3.3	30 días
19	TÍTULO 2.4	60 días
20	Actividad 2.4.1	10 días
21	Actividad 2.4.2	20 días
22	Actividad 2.4.3	30 días

Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.1.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA:

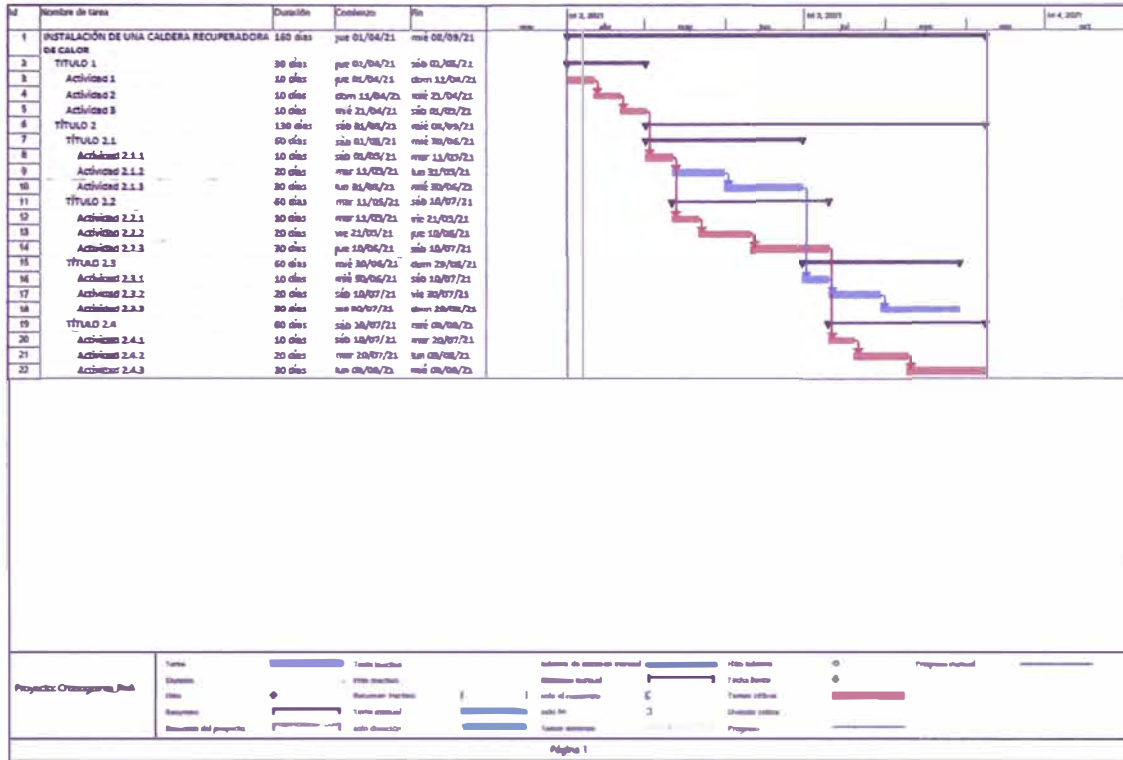
Entrada: Diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto, la lista de actividades, diagrama de red, estimación de duraciones y factores ambientales de la empresa.

Herramientas y técnicas: Análisis de la red del cronograma, método de la ruta crítica, optimización de recursos, análisis de datos: análisis de escenarios “¿Qué pasa si...?”, simulación, adelantos y retrasos. Este proceso es iterativo ya que se debe revisar varias veces para optimizar plazo (ruta crítica), costos, correcta utilización de recursos. Al ser el desarrollo del cronograma un punto donde es retroalimentado por costos y recursos, también se podrá generar los histogramas de personal directo e indirecto y de equipos principales, etc.

Salida: cronograma del proyecto, histograma de personal directo, histograma de personal directo más indirecto e histograma de equipos

principales. Actualización de documentos: estimación de costos, estimaciones de la duración y requisitos de recursos.

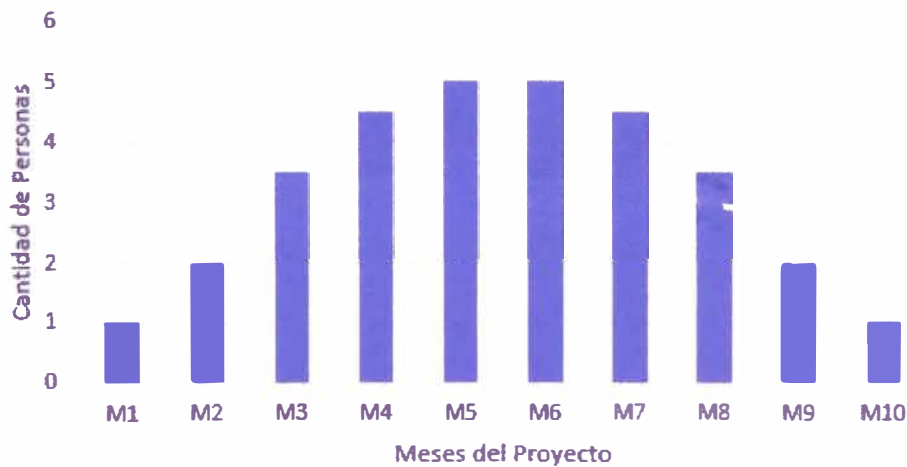
Figura 70. Cronograma del proyecto.



Fuente de información: Elaboración propia.

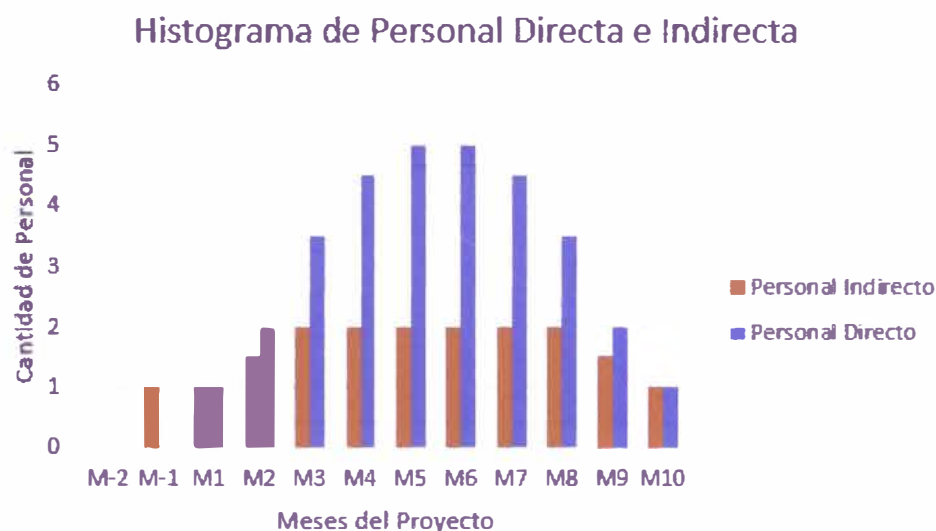
Figura 71. Histograma de personal directo

Histograma de Personal Directo



Fuente de información: Elaboración propia.

Figura 72. Histograma de personal directo más indirecto



Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 6. Histograma de equipos principales

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES
GRÚAS												
GRÚA DE 650 TON											-	-
GRÚA DE 500 TON											-	-
GRÚA DE 250 TON											-	-
GRÚA DE 90 TON											-	-
VEHÍCULOS												
CAMIÓN PLATAFORMA											-	-
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON											-	-
MODULAR											-	-
CAMABAJA DE 60 TON											-	-
EQUIPOS DE APOYO												
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES											-	-
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN											-	-
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN											-	-
MONTACARGA 15 TON											-	-
TOTAL USD												

Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.2 GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO:

4.1.2.2.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS:

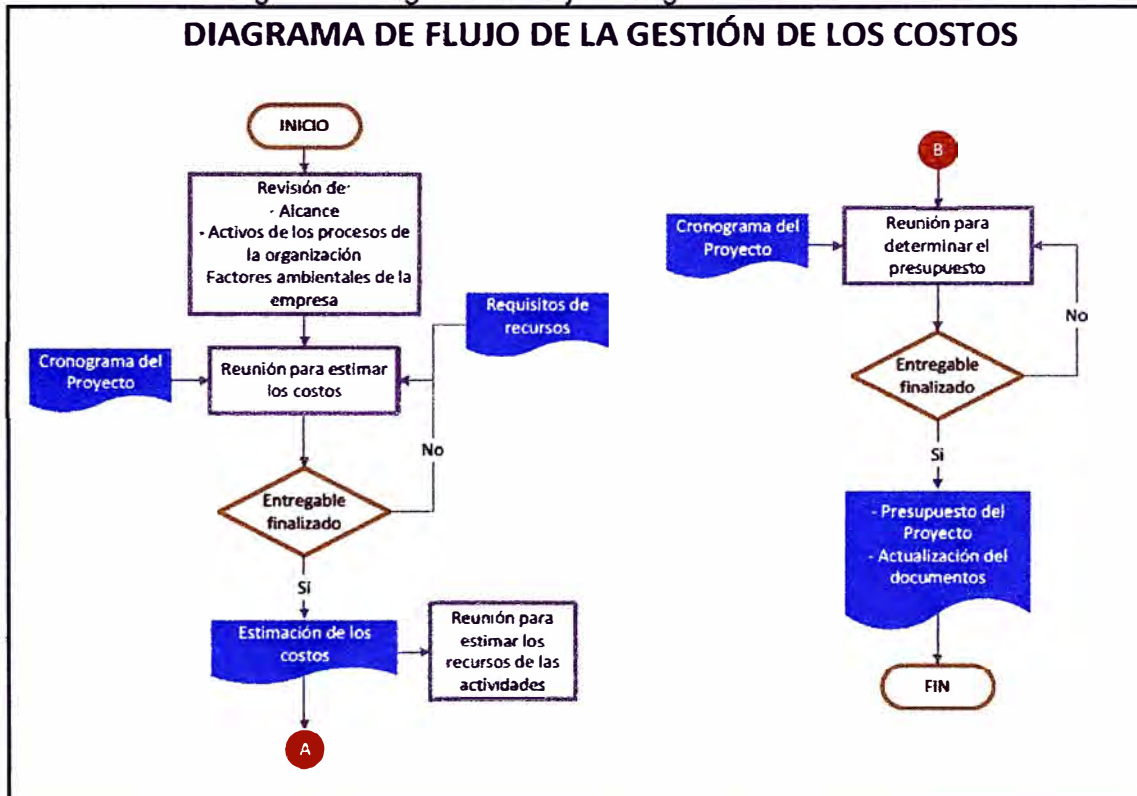
Entrada: Alcance del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos y reuniones son necesarias para establecer el procedimiento para realizar la gestión de los costos.

Salida: El procedimiento para gestionar los costos del proyecto es un proceso de análisis donde es necesario recibir y suministrar información del proceso del cronograma y del cálculo de recursos y que se puede plasmar en un diagrama de flujo donde el producto final será el presupuesto del proyecto.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de flujo que representa el proceso para la gestión de los costos.

Figura 73. Diagrama de Flujo de la gestión de los costos



Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.2.2 ESTIMAR LOS COSTOS:

Entrada: Alcance del proyecto (planilla de precios, etc.), cronograma del proyecto, requisitos de recursos, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización, diagrama de flujo de la gestión de los costos.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos, estimación ascendente, toma de decisiones.

Estas herramientas son útiles para estimar los costos directos, así como indirectos, donde para nuestro caso los costos directos estarán compuesto por cuatro conceptos como se mencionan a continuación:

1. Costos de mano de obra directa: la cual se basa en los jornales estipulados en el régimen de construcción civil emitidos anualmente por la cámara peruana de construcción (CAPECO).
2. Costos de Equipos: los cuales se componen de los costos de compra o alquiler de equipos principales o mayores, tales como son las grúas, vehículos, elevadores de personal, cisternas, etc. y los equipos menores, tales como son las máquinas de soldar, grupos electrógenos, esmeriles, taladros, etc.
3. Costos de Herramientas: los cuales son los costos de compra de las herramientas que se emplearán en el proyecto como, por ejemplo: los tacles, tiffors, torquímetros, llaves, etc.
4. Costos de Consumibles: Los cuales son los costos de los materiales que se consumirán y no se recuperan durante el proyecto como, por ejemplo: electrodos de soldadura, discos esmeril, acetileno, oxígeno, estrobos, grilletes, etc.

Todos estos costos deben tener los precios de mercado, para ellos se puede obtener mediante catálogos o por cotización con proveedores.

Como parte de los costos indirectos se tendrán los siguientes:

1. Costo de Supervisión y Equipos indirectos: los cuales son los costos del personal de supervisión y equipos indirectos.
2. Facilidades temporales: los cuales son los costos de las instalaciones que utilizarán en obra, tales como: oficinas, almacenes, servicios higiénicos, etc.
3. Movilización y desmovilización: lo cual es un costo que involucra a todos los costos relacionados con el traslado de equipos principales, equipos menores, herramientas, consumibles, así como las facilidades temporales a obra.

Para lograr mantener un orden correcto de estimación se utilizan plantillas de presupuestos los cuales dependen de cada organización.

Tal como se menciona una de las entradas de este proceso son los requisitos de los recursos, lo cual son todos los recursos que se involucraran en el proyecto, esta información debe ser suministrada desde el proceso de estimar los recursos de las actividades que se verá en la sección 4.1.2.3.2, y es muy importante ya que con ella se puede proceder a costear cada recurso para luego ir agrupándolos con respecto a cada concepto de costo directo e indirecto.

A continuación, como salida se mostrará las plantillas a utilizar para calcular los costos, y en aquellas plantillas se deberá indicar la cantidad de recursos.

Salida: estas son las plantillas se utilizarán, a continuación, una breve explicación de cada una:

Tabla 7, es la plantilla donde se tendrá la planilla de precios entregada por el cliente mostrando todas las partidas que se trabajaran en el presupuesto, debe ya tener la cantidad de horas hombre e indicar a que fase pertenece cada partida.

Tabla 8, es la plantilla donde se le colocará los precios a cada categoría de mano de obra directa que se ha indicado en el proceso de estimación de recursos y que todas estas categorías tienen precios que ya están estipulados en el régimen de construcción civil emitidos anualmente por la cámara peruana de construcción (CAPECO).

Tabla 9, es la plantilla donde se le colocará los precios a los equipos mayores involucrados en el proyecto, estos equipos normalmente se cotizan por alquiler a una empresa tercera y por lo general representan un costo importante en el proyecto.

Tabla 10, es la plantilla donde se le colocará los precios a los equipos menores involucrados en el proyecto, estos equipos normalmente se cotizan por compra y adicional a esto se le considera un porcentaje de la suma de todos los costos como contingencia en caso de cubrir algún equipo menor que no se ha contemplado durante la planificación. Para nuestro caso se ha contemplado un 10%.

Tabla 11, es la plantilla donde se le colocará los precios a las herramientas involucradas en el proyecto, las herramientas normalmente se cotizan por compra y al igual que los equipos menores también se le considera un porcentaje de la suma de todos los costos como contingencia. Para nuestro caso se ha contemplado un 15%.

Tabla 12, es la plantilla donde se le colocará los precios a los consumibles involucrados en el proyecto, los consumibles siempre se cotizan compra y de igual manera los equipos menores y las herramientas se le considera un porcentaje de la suma de todos los costos como contingencia. Para nuestro caso se ha contemplado un 25%.

Tabla 13, es la plantilla donde se le colocará los precios a las facilidades temporales comprendidas por las oficinas, almacén, servicios

higiénicos, etc. estos costos normalmente están comprendidos entre alquiler y compra,

Tabla 14, es la planilla donde se le colocará los precios de movilización y desmovilización de todos los equipos, herramientas, consumibles y facilidades temporales. Los costos correspondientes a los equipos mayores son dados por el proveedor de equipos, mientras que los costos correspondientes equipos menores, herramientas, consumibles, oficinas, almacenes, servicios higiénicos, etc. son trasladados mediante un camión plataforma.

Tabla 15, es la planilla donde se le colocará los sueldos al personal y equipamiento indirectos. Los costos para el personal indirecto ya incluyen todos los beneficios sociales según indica la ley en régimen común y los costos de equipamiento indirecto puede ser de alquiler como de compra.

Tabla 7. Plantilla para el análisis de horas hombre por partida y su respectiva fase.

Bill of Material for HRSG																
Codigo de Partida	Descripcion	Unit	Q'ty	Dimension				Weight				FASE	Cantidad de Personas	Días	HH UNIT	HH TOTAL
				H (m)	W (m)	L (m)	HrWtd. (m3) per pc	HrWtd. (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total						
01	Early work															
01.01	Temporary facilities	gib	1													
01.02	Mobilization & Demobilization	gib	1													
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries															
02.01	HARP															
02.01.01	PK-01A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24						
02.01.02	PK-01B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24						
02.01.03	PK-02A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32						
02.01.04	PK-02B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32						
02.01.05	PK-03A	ea	1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91						
02.01.06	PK-03B	ea	1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91						
02.01.07	PK-04A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36						
02.01.08	PK-04B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36						

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 8. Plantilla del costo por tipo de cuadrilla de trabajo.

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERIA	PRUEBAS	TOTAL (HH)	PU (USD)	PT (USD)
Jefe de Grupo		-	-	-	-	-	10.39	-
Operario Armador		-	-	-	-	-	8.92	-
Operario Almacenamiento		-	-	-	-	-	8.92	-
Operario Tubero		-	-	-	-	-	8.92	-
Soldador 6G y TIG		-	-	-	-	-	11.59	-
Soldador 3G y 4G		-	-	-	-	-	10.47	-
Oficial		-	-	-	-	-	6.49	-
Ayudante		-	-	-	-	-	5.93	-
Total HH		-	-	-	-	-	TOTAL USD	-
USD x cuadrilla		-	-	-	-	-		-
USD/HH		-	-	-	-	-		-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 9. Plantilla del Histograma de Equipos principales con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES	TARIFA MES	PT
GRÚAS														
GRÚA DE 650 TON											-	-	160,000	-
GRÚA DE 500 TON											-	-	80,000	-
GRÚA DE 250 TON											-	-	53,000	-
GRÚA DE 90 TON											-	-	19,500	-
VEHICULOS														
CAMIÓN PLATAFORMA											-	-	8,500	-
CAMIÓN GRUA DE 18 TON											-	-	13,500	-
MODULAR											-	-	35,000	-
CAMABAJA DE 60 TON											-	-	14,000	-
EQUIPOS DE APOYO														
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES											-	-	8,500	-
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN											-	-	4,000	-
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN											-	-	4,000	-
MONTACARGA 15 TON											-	-	13,000	-
TOTAL USD														
													HH/USD	-
													HH	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 10. Plantilla de Equipos Menores con sus respectivos costos.

EQUIPOS MENORES	Und	Cant	PU (USD)	P Total	
Horno eléctrico	und	-	1,500	-	
Tablero de control 220/440V 60hz	und	-	1,500	-	
Grupo Electrónico 120 kW	und	-	15,000	-	
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	-	220	-	
Esmeril Angular	und	-	300	-	
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	-	3,500	-	
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	-	2,100	-	
% Equipos Menores	%		10%	-	
TOTAL USD				-	
				HH/USD	-
				HH	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 11. Plantilla de herramientas con sus respectivos costos.

HERRAMIENTAS	Und	Cant	PU (USD)	P Total	
Equipo oxicorte semiautomático	und	-	250	-	
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	-	430	-	
Cortacabo manual de 2.1/2" a 4"	und	-	160	-	
Horno eléctrico Portátil	und	-	130	-	
Tede ratchet 3t.	und	-	330	-	
Tirfor de 1.5t	und	-	220	-	
Mordaza de cadena <12"	und	-	250	-	
Torquímetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	-	1,100	-	
Estuche de Herramientas de calderero	und	-	250	-	
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	-	250	-	
Estuche de Herramientas de Montajista	und	-	250	-	
Estuche de Herramientas de Tubero	und	-	250	-	
% Herramientas	%		15%	-	
TOTAL USD				-	
				HH/USD	-
				HH	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 12. Plantilla de consumibles con sus respectivos costos.

CONSUMIBLES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Electrodo	kg	-	3.20	-
Disco esmeril	und	-	2.91	-
Escobilla circular	Un	-	14.66	-
Escobillas	Un	-	0.69	-
Oxigeno	M3	-	3.34	-
Aceiteno	M3	-	12.70	-
Estrobo & Grilletes	Glb	-	1.00	-
Tacos de madera	und	-	15.14	-
% Consumibles			25%	-
TOTAL USD				-
			HH/USD	-
			HH	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 13. Plantilla de facilidades temporales con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO	PU	PT
OFICINAS					-
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und			1,200	-
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und			800	-
ESCALERAS	und			1,200	-
SSHH OFICINAS	und			300	-
ALMACENES					-
CONTENEDOR 40 PIES	und			1,200	-
CERCO METÁLICO	m			110	-
CASETA DE VIGILANCIA	und			1,000	-
SERVICIOS HIGIENICOS					-
SSHH OBREROS	und			250	-
TOTAL USD					-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 14. Plantilla de costo de movilización y desmovilización

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MOVILIZA.	DESMOVL.	PT
GRÚAS			
GRÚA DE 650 TON	40,000	40,000	-
GRÚA DE 450 TON	9,000	9,000	-
GRÚA DE 220 TON	6,000	6,000	-
GRÚA DE 90 TON	2,500	2,500	-
VEHÍCULOS			
CAMIÓN PLATAFORMA	500	500	-
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	300	300	-
MODULAR	1,000	1,000	-
CAMABAJA DE 60 TON	500	500	-
EQUIPOS DE APOYO			
ELEVADOR DE PERSONAL 120 PIES	1,400	1,400	-
CAMIÓN COMBUSTIBLE 2500 GLN	500	500	-
CAMIÓN CISTERNA 5000 GLN	500	500	-
MONTACARGA 15 TON	1,900	1,900	-
MISCELANEO			
EQUIPOS MENORES			-
HERRAMIENTAS			-
CONSUMIBLES			-
FACILIDADES TEMPORALES			-
TOTAL USD			

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 15. Plantilla de supervisión y otros costos indirectos.

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Tot	PU	PT
GERENCIA DE PROYECTO															
GERENTE DE PROYECTO														10,000	-
ADMINISTRADOR DE CONTRATO														8,000	-
CALIDAD															
JEFE DE CALIDAD														8,000	-
CONTROL DOCUMENTARIO														3,000	-
INSPECTOR DE CALIDAD END														5,000	-
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS														5,000	-
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA														5,000	-
INSPECTOR ASME														5,000	-
SEGURIDAD (SSOMA)															
JEFE DE SSOMA														8,000	-
ASISTENTE SSOMA														3,000	-
SUPERVISOR SSOMA														5,000	-
OFICINA TÉCNICA															
JEFE DE OFICINA TÉCNICA														8,000	-
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA														3,000	-
INGENIERO OFICINA TÉCNICA MECÁNICO														6,000	-
INGENIERO OFICINA TÉCNICA TUBERÍA														8,000	-
METRADOR MECÁNICO														4,000	-
METRADOR TUBERÍA														4,000	-
INGENIERO DE MANOBRAS														4,500	-
ASISTENTE DE MANOBRAS														3,800	-
CONTROL DE PROYECTOS															
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS														8,000	-
INGENIERO DE PLANEAMIENTO														6,000	-
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS														5,000	-
INGENIERO DE VALORIZACIONES														6,000	-
CONSTRUCCIÓN															
JEFE DE CONSTRUCCIÓN														8,000	-
INGENIERO MECÁNICO														6,000	-
INGENIERO TUBERIAS														6,000	-
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO														8,000	-
SUPERVISOR MECÁNICO														5,000	-
SUPERVISOR DE TUBERIA														5,000	-
TOPOGRAFO														4,000	-
ADMINISTRACIÓN Y RRHH															
ADMINISTRADOR DE OBRA														4,500	-
ASISTENTE ADMINISTRATIVO														3,500	-
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO														3,000	-
COMPRADOR														3,500	-
ASISTENTA SOCIAL														3,500	-
LOGISTICA															
JEFE DE SERVICIOS GENERALES														3,800	-
JEFE DE ALMACEN														3,000	-
ALMACENERO														2,500	-
PERSONAL DE APOYO															
AYUDANTE TOPOGRAFO														2,000	-
AYUDANTE ALMACENERO														2,000	-
VIGILANTES														2,000	-
CHOFERES														2,500	-
EQUIPOS															
CAMIONETAS														2,000	-
BUSE DE 50 PASAJEROS														7,000	-
EQUIPO DE TOPOGRAFIA														850	-
TELECOMUNICACIONES														250	-
EQUIPOS DE COMPUTO														150	-
MISCELANEOS															
UTILES DE ESCRITORIO														1,000	-
MATERIAL DE LIMPIEZA														600	-
MATERIAL DE SEGURIDAD														1,900	-
TOTAL USD															

Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.2.3 DETERMINAR EL PRESUPUESTO:

Entrada: Estimación de costos, cronograma del proyecto.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos, análisis de datos. Estas herramientas son útiles para integrar en un solo presupuesto los costos obtenidos en la estimación de costos. Para ello se procede a trasladar los costos directos calculados en la estimación de costos hacia la planilla de precios suministrada por el cliente.

Para ello se buscará tener una proporción respecto de las horas hombre del proyecto, eso se logra hallando las siguientes ratios de costo por hora hombre, tal como se muestra a continuación:

$$\text{Ratio costo de Mano de Obra } x \text{ cuadrilla} = \frac{\text{costo de mano de obra}}{\text{horas hombre del proy}}$$

$$\text{Ratio costo de equipos principales} = \frac{\text{costo de equipos principales}}{\text{horas hombre del proyecto}}$$

$$\text{Ratio costo de equipos menores} = \frac{\text{costo de equipos menores}}{\text{horas hombre del proyecto}}$$

$$\text{Ratio costo de herramientas} = \frac{\text{costo de herramientas}}{\text{horas hombre del proyecto}}$$

$$\text{Ratio costo de consumibles} = \frac{\text{costo de consumibles}}{\text{horas hombre del proyecto}}$$

Para ordenar dichos ratios utilizaremos la tabla 16 que es la plantilla de ratios del costo directo. Y una vez ya calculados se procederá a asignarlo a cada partida en la planilla de precios de acuerdo con la fase que pertenece, tal como se muestra en la tabla 17, donde al multiplicar dicho ratio por la cantidad de horas hombre de cada partida se podrá obtener el precio unitario y total.

Luego debido a que cada planilla de precios tiene diferentes requerimientos de acuerdo con el cliente que lo solicita, los ratios anteriormente mencionados se deberá agrupar y ajustar a dichos requerimientos, tal como se muestra en la tabla 18 donde se muestra del lado derecho tres columnas que son los requerimientos del cliente, costos de mano de obra (labor cost), costos de equipos de construcción (construction equipment) y costos de herramientas y consumibles (tools & consumables).

Para el caso de los costos indirectos, tanto de personal como de equipamiento, la movilización y desmovilización y las facilidades temporales, son costos que se traslada de manera integra a las partidas correspondientes tal como se muestra en la tabla 19.

Una vez que la planilla de precios tiene los costos directos e indirectos, se procederá a añadir el porcentaje de utilidad respecto a dichos costos, normalmente este número lo define la empresa que desarrolla el presupuesto. Por lo general se muestra en un resumen general tal como se muestra la tabla 20 donde para nuestro caso será de 10%.

Finalmente se añade el impuesto general a las ventas que corresponde al 18% de subtotal.

Salida: Presupuesto del proyecto, actualización de los documentos del proyecto: estimaciones de costos, cronograma del proyecto, etc.

Tabla 16. Plantilla de ratios del costo directo.

MANO DE OBRA	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	INSTALACIÓN DE EQUIPO	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	PRUEBAS
Total HH	-	-	-	-
Total USD	-	-	-	-
USD/HH	-	-	-	-

OTROS COSTOS DIRECTOS	EQUIPOS MAYORES	EQUIPOS MENORES	HERRAMIENTAS	CONSUMIBLES
Total HH	-	-	-	-
Total USD	-	-	-	-
USD/HH	-	-	-	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 17. Plantilla para asignar ratios de costo a cada partida.

Bill of Material for HRSG												
Código de Partida	Description	Unit	Q'ty	HH TOTAL	USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	PU	PT
01	Early works											
01.01	Temporary facilities	gib	1									
01.02	Mobilization & Demobilization	gib	1									
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries											
02.01	HARP											
02.01.01	PK-01A	ea	1									
02.01.02	PK-01B	ea	1									
02.01.03	PK-02A	ea	1									
02.01.04	PK-02B	ea	1									
02.01.05	PK-03A	ea	1									
02.01.06	PK-03B	ea	1									
02.01.07	PK-04A	ea	1									
02.01.08	PK-04B	ea	1									

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 18. Ratios agrupados por partida según lo solicitado por el cliente.

USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	Labor Cost	Construction Equipment	Tools & Consumables

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 19. Presupuesto de la instalación de un HRSG por Harps.

Bill of Material for HRSG													
Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks	
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price			
01	Early works												
01.01	Temporary facilities	glb	1										
01.02	Mobilization & Demobilization	glb	1										
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries												
02.01	HARP												
02.01.01	PK-01A	ea	1										
02.01.02	PK-01B	ea	1										
02.01.03	PK-02A	ea	1										
02.01.04	PK-02B	ea	1										
02.01.05	PK-03A	ea	1										
02.01.06	PK-03B	ea	1										
02.01.07	PK-04A	ea	1										

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 20. Cuadro resumen de costos.

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN		PRECIO PARCIAL (USD)
COSTO DIRECTO		-
COSTO INDIRECTO		-
UTILIDAD	10%	-
SUBTOTAL		-
IGV	18%	-
TOTAL + IGV		-

Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.3 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO:

4.1.2.3.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS:

Entrada: Alcance del proyecto, cronograma del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

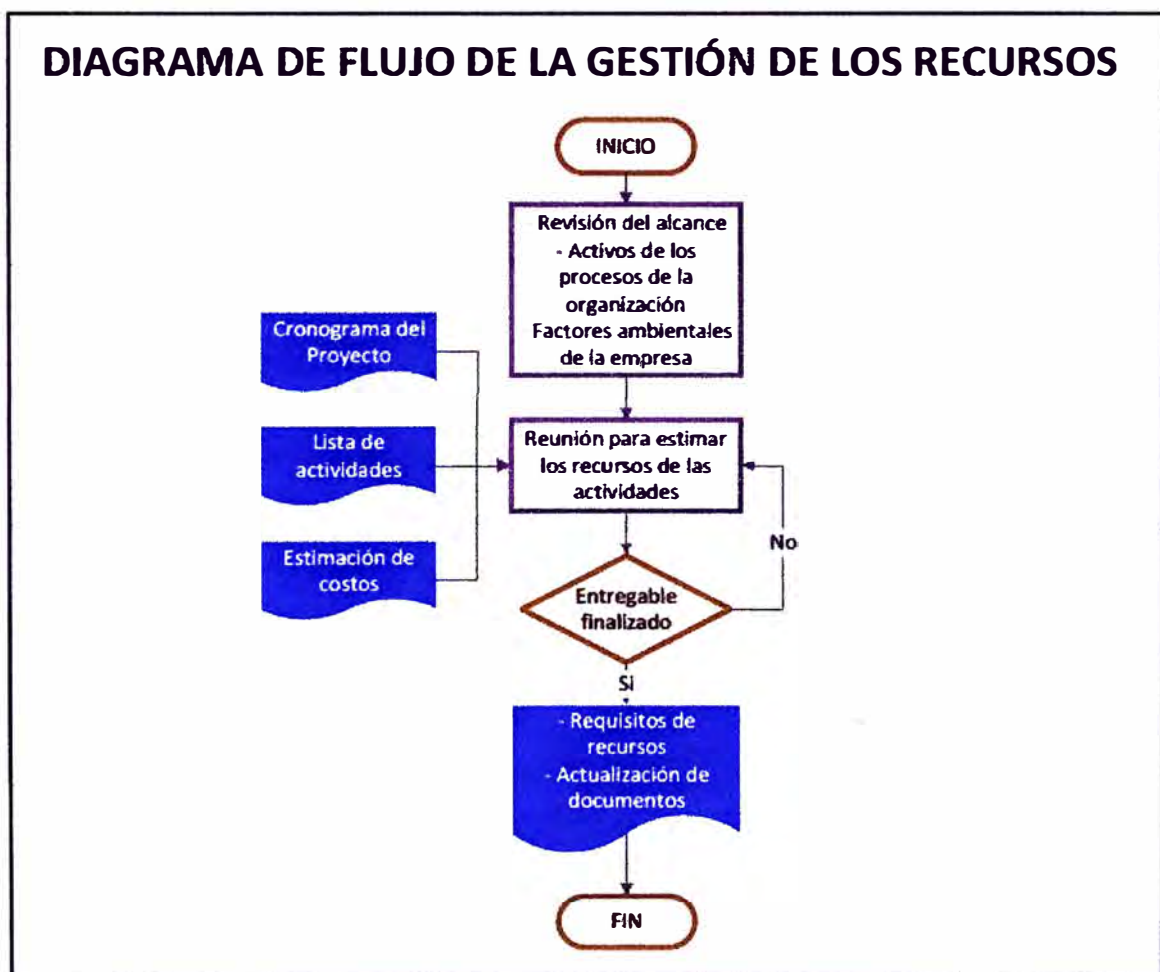
Herramientas y técnicas: Juicio de expertos, matriz de asignación de responsabilidades, reuniones son necesarios para establecer el procedimiento para realizar la gestión de los recursos.

Salida: Plan de gestión de los recursos, actualización a los documentos del proyecto.

El procedimiento para gestionar los recursos del proyecto es un proceso que va en paralelo de las reuniones para la estimación del costo, por lo que también es necesario recibir y suministrar información de dicho proceso. El procedimiento al ser dinámico se puede plasmar en un diagrama de flujo donde el producto final será los requisitos de recursos.

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de flujo que representa el proceso para gestionar los recursos.

Figura 74. Diagrama de Flujo de la gestión de los recursos.



Fuente de información: Elaboración propia.

4.1.2.3.2 ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES:

Entrada: Diagrama de flujo de la gestión de los recursos, lista de actividades, estimación de costos, cronograma del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

Herramientas y técnicas: Juicio de expertos, estimación ascendente, análisis de datos: análisis de alternativas, reuniones.

Estas herramientas son útiles para estimar la cantidad de recursos directos, así como indirectos, donde para nuestro caso los recursos directos estarán compuestos por cuatro conceptos como se mencionan a continuación:

1. Recursos de mano de obra directa: la cual se calcula con las horas hombre estimadas y la composición de cuadrillas de trabajo.
2. Equipos: los cuales se componen de los equipos principales o mayores, tales como son las grúas, vehículos, elevadores de personal, cisternas, etc. y los equipos menores, tales como son las máquinas de soldar, grupos electrógenos, esmeriles, taladros, etc.
3. Herramientas: los cuales son las herramientas que se emplearán en el proyecto como, por ejemplo: los tecles, tirsos, torquímetros, llaves, etc.
4. Consumibles: Los cuales son los costos de los materiales que se consumirán y no se recuperan durante el proyecto como, por ejemplo: electrodos de soldadura, discos esmeril, acetileno, oxígeno, estrobos, grilletes, etc.

Para la estimación de recursos comenzaremos por la mano de obra, donde utilizaremos la tabla 7 para contabilizar las horas hombre, la cual se calculará en base a una estimación ascendente evaluando partida por partida de la planilla de precios. Este tipo de análisis se lleva a cabo de dos maneras, la primera manera es utilizando rendimientos típicos de construcción y la segunda manera es utilizando un análisis de cuadrilla donde intervienen la cantidad de personas que intervendrán, así como el plazo de tiempo requerido para la finalización de dicha partida. Estas dos maneras de calcular es parte de lo que constituye los activos de los procesos de la organización propios de cada empresa.

Una vez que se tiene las horas hombre de cada una de las partidas, se procede a agruparlas de acuerdo con la naturaleza similar que tengan, a dicha agrupación la llamaremos fase, para nuestro caso las fases agruparán trabajos de instalación de estructura metálica, instalación de tubería, instalación de equipos y pruebas.

Después de agruparlas las fases, procederemos a asignarles una cuadrilla de trabajo según el tipo de trabajo a realizar. Cada cuadrilla de trabajo estará compuesta por personal obrero calificado tal como: jefe de grupo mecánico, operario armador, operario alineamiento, operario tubero, soldador 6G y TIG, soldador 3G y 4G, y oficiales mecánicos y el personal obrero no calificado que vendrían a ser ayudantes. La composición de cada cuadrilla de trabajo se muestra en la tabla 21.

En la tabla 22 se muestra la cantidad de horas hombre (HH) agrupadas por cada fase, con ellas se procederá a estimar la cantidad de cuadrillas que son necesarias por fase para poder terminar dichos trabajos en el plazo calculado.

En la tabla 23 se ordenará las horas hombre de cada fase respecto a la composición de cada cuadrilla, con el fin de contabilizar dichas horas respecto a cada categoría para trasladar esa información al proceso de estimación de costos.

Una vez analizadas las horas hombre, procederemos a evaluar la utilización de los equipos mayores, estos se basarán en el estudio de maniobras de izaje críticas las cuales determinan la capacidad de carga de cada grúa, así como de la cantidad de grúas a utilizar, estas maniobras críticas dependerán del peso y dimensiones de cada uno de los equipos a instalar. Acompañando a las grúas estarán los vehículos que se encargaran de trasladar los equipos y materiales desde el almacén entre estos tenemos: el camión tipo modular, camión plataforma, camión grúa, camión cisterna de agua, camión cisterna de combustible, además de ellos también será necesarios evaluar los equipos de apoyo tales como: los elevadores de personal, montacargas, etc.

Una vez definido la cantidad de equipos principales y sus respectivas capacidades, se utilizará el cronograma del proyecto para estimar los plazos de cada uno de ellos y como resultado obtendremos el histograma de equipos principales tal como se muestra en la tabla 24, este histograma de equipos se trasladará al proceso de estimación de costos.

Con las horas hombre (HH), la composición de cuadrillas y el cronograma del proyecto se podrá estimar la cantidad máxima de personal por tipo de categoría eso nos permitirá evaluar el tipo y cantidad de equipos menores y herramientas a utilizar en el proyecto y así obtener las cantidades en las tablas 25 y 26.

Finalmente, para cerrar el costo directo se calcularán los consumibles que se utilizarán en el proyecto, como por ejemplo los electrodos de soldadura, discos esmeril, acetileno, oxígeno, estrobos, grilletes, etc. tal como se muestra en la tabla 27. Los cuales estarán en función a los trabajos específicos a realizar y al juicio experto. De preferencia se calcula los principales consumibles.

Como parte de los recursos indirectos se tendrán los siguientes:

1. Facilidades temporales: los cuales se componen por las instalaciones temporales que utilizarán en obra, tales como: oficinas, almacenes, servicios higiénicos, etc. esto se muestra en la tabla 28, donde de acuerdo con las necesidades del proyecto se hará el respectivo dimensionamiento.
2. Supervisión y Equipos indirectos: los cuales se componen del personal de supervisión y equipos, y que están divididos en las áreas del proyecto que controlarán y ejecutarán la obra en el campo. Estas áreas y la cantidad de personal dependerán de los requerimientos de cada proyecto específico, y los plazos dependerá del cronograma del proyecto, tal como se muestra en la tabla 29. A continuación, se muestra una breve descripción de cada una de las áreas:
 1. Gerencia del proyecto: encargado de la dirección del proyecto y es el puente entre el cliente y la empresa.
 2. Calidad: encargada de garantizar la calidad de todo el proyecto.
 3. Seguridad (SSOMA): encargada de garantizar la seguridad durante el proyecto
 4. Oficina técnica: encargada de verificar que la ingeniería y expedientes técnicos del proyecto se cumplan según la normativa vigente y recomendaciones del fabricante.
 5. Control de proyectos: encargada de realizar el control de avance en tiempo y costo del proyecto.
 6. Construcción: encargada de la ejecución del proyecto.
 7. Administración y RRHH: encargada de la administración y contratación del personal y/o facilidades temporales.
 8. Logística: encargada de la compra de todo lo necesario para la ejecución del proyecto.
 9. Personal de apoyo: encargada de suministrar apoyo a las demás áreas, por ejemplo: ayudantes de topografía y almacén, vigilantes, choferes, etc.

10. Equipos: son los equipos que utilizara el personal indirecto, por ejemplo: camionetas, buses de transporte, equipos de cómputo, etc.

11. Misceláneos: comprende todos los materiales adicionales que se emplearan, por ejemplo: útiles de escritorio, material de limpieza, material de seguridad, etc.

Salida: requisitos de recursos.

Tabla 21. Plantilla de composición de cuadrillas de trabajo.

CUADRILLAS	CATEGORÍA	Jefe de Grupo	Operario Armador	Operario Alineamiento	Operario Tubero	Soldador 6G y TIG	Soldador 3G y 4G	Oficial	Ayudante	Total
Cuadrillas de Instalación de estructuras										0
Cuadrillas de Instalación de equipos										0
Cuadrillas de Instalación de tuberías										0
Cuadrillas de pruebas										0

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 22. Plantilla de cálculo de cantidad de obreros.

DESCRIPCIÓN	HH	Cant de personas x cuadrilla	Plazo según cronograma (días)	Cant de cuadrillas	Cant de Operarios	Cant de Soldadores	Cant de Obreros
ESTRUCTURA	-	0		-	-	-	-
EQUIPO	-	0		-	-	-	-
TUBERIA	-	0		-	-	-	-
PRUEBAS	-	0		-	-	-	-
TOTAL	-			-	-	-	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 23. Plantilla resumen de HH por cuadrilla y según la categoría del obrero.

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERIA	PRUEBAS	TOTAL (HH)
Jefe de Grupo		-	-	-	-	-
Operario Armador		-	-	-	-	-
Operario Alineamiento		-	-	-	-	-
Operario Tubero		-	-	-	-	-
Soldador 6G y TIG		-	-	-	-	-
Soldador 3G y 4G		-	-	-	-	-
Oficial		-	-	-	-	-
Ayudante		-	-	-	-	-
Total HH		-	-	-	-	-

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 24. Plantilla del histograma de equipos principales.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES
GRÚAS												
GRÚA DE 650 TON											-	-
GRÚA DE 500 TON											-	-
GRÚA DE 250 TON											-	-
GRÚA DE 90 TON											-	-
VEHÍCULOS												
CAMIÓN PLATAFORMA											-	-
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON											-	-
MODULAR											-	-
CAMABAJA DE 60 TON											-	-
EQUIPOS DE APOYO												
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES											-	-
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN											-	-
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN											-	-
MONTACARGA 15 TON											-	-
TOTAL USD												

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 25. Plantilla de cálculo de equipos menores.

EQUIPOS MENORES	Und	Cant
Horno eléctrico	und	-
Tablero de control 220/440V 60hz	und	-
Grupo Electrónico 120 kW	und	-
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	-
Esmeril Angular	und	-
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	-
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	-
% Equipos Menores	%	
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 26. Plantilla de cálculo de herramientas.

HERRAMIENTAS	Und	Cant
Equipo oxicorte semiautomático	und	-
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	-
Cortatubo manual de 2.1/2" a 4"	und	-
Horno eléctrico Portátil	und	-
Tecle ratchet 3t	und	-
Tirón de 1.5t.	und	-
Mordaza de cadena <12"	und	-
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	-
Estuche de Herramientas de calderero	und	-
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	-
Estuche de Herramientas de Montajista	und	-
Estuche de Herramientas de Tubero	und	-
% Herramientas	%	
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 27. Planilla de cálculo de consumibles.

CONSUMIBLES	Und	Cant
Electrodo	kg	-
Disco esmeril	und	-
Escobilla circular	Un	-
Escobillas	Un	-
Oxigeno	M3	-
Acetileno	M3	-
Estrobos & Grilletes	Glb	-
Tacos de madera	und	-
% Consumibles		
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 28. Plantilla de cálculo de facilidades temporales.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO
OFICINAS			
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und		
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und		
ESCALERAS	und		
SSHH OFICINAS	und		
ALMACENES			
CONTENEDOR 40 PIES	und		
CERCO METÁLICO	m		
CASETA DE VIGILANCIA	und		
SERVICIOS HIGIENICOS			
SSHH OBREROS	und		
TOTAL USD			

Fuente de información: Elaboración propia.

Tabla 29. Plantilla de cálculo de supervisión y otros costos indirectos.

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M.2	M.1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total
GERENCIA DE PROYECTO													
GERENTE DE PROYECTO													-
ADMINISTRADOR DE CONTRATO													-
CALIDAD													
JEFE DE CALIDAD													-
CONTROL DOCUMENTARIO													-
INSPECTOR DE CALIDAD END													-
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS													-
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA													-
INSPECTOR ASME													-
SEGURIDAD (SSOMA)													
JEFE DE SSOMA													-
ASISTENTE SSOMA													-
SUPERVISOR SSOMA													-
OFICINA TÉCNICA													
JEFE DE OFICINA TÉCNICA													-
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA													-
INGENIERO OFICINA TÉCNICA MECANICO													-
INGENIERO OFICINA TÉCNICA TUBERÍA													-
METRADOR MECÁNICO													-
METRADOR TUBERÍA													-
INGENIERO DE MANIOBRAS													-
ASISTENTE DE MANIOBRAS													-
CONTROL DE PROYECTOS													
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS													-
INGENIERO DE PLANEAMIENTO													-
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS													-
INGENIERO DE VALORIZACIONES													-
CONSTRUCCION													
JEFE DE CONSTRUCCIÓN													-
INGENIERO MECÁNICO													-
INGENIERO TUBERÍAS													-
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO													-
SUPERVISOR MECÁNICO													-
SUPERVISOR DE TUBERÍA													-
TOPOGRAFO													-
ADMINISTRACION Y RRHH													
ADMINISTRADOR DE OBRA													-
ASISTENTE ADMINISTRATIVO													-
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO													-
COMPRADOR													-
ASISTENTA SOCIAL													-
LOGISTICA													
JEFE DE SERVICIOS GENERALES													-
JEFE DE ALMACEN													-
ALMACENERO													-
PERSONAL DE APOYO													
AYUDANTE TOPOGRAFO													-
AYUDANTE ALMACENERO													-
VIGILANTES													-
CHOFERES													-
EQUIPOS													
CAMIONETAS													-
BUSE DE 50 PASAJEROS													-
EQUIPO DE TOPOGRAFIA													-
TELECOMUNICACIONES													-
EQUIPOS DE COMPUTO													-
MISCELANEOS													
UTILES DE ESCRITORIO													-
MATERIAL DE LIMPIEZA													-
MATERIAL DE SEGURIDAD													-
TOTAL US\$													

Fuente de información: Elaboración propia.

4.2 MÉTODO DE INSTALACIÓN POR HARPS DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG)

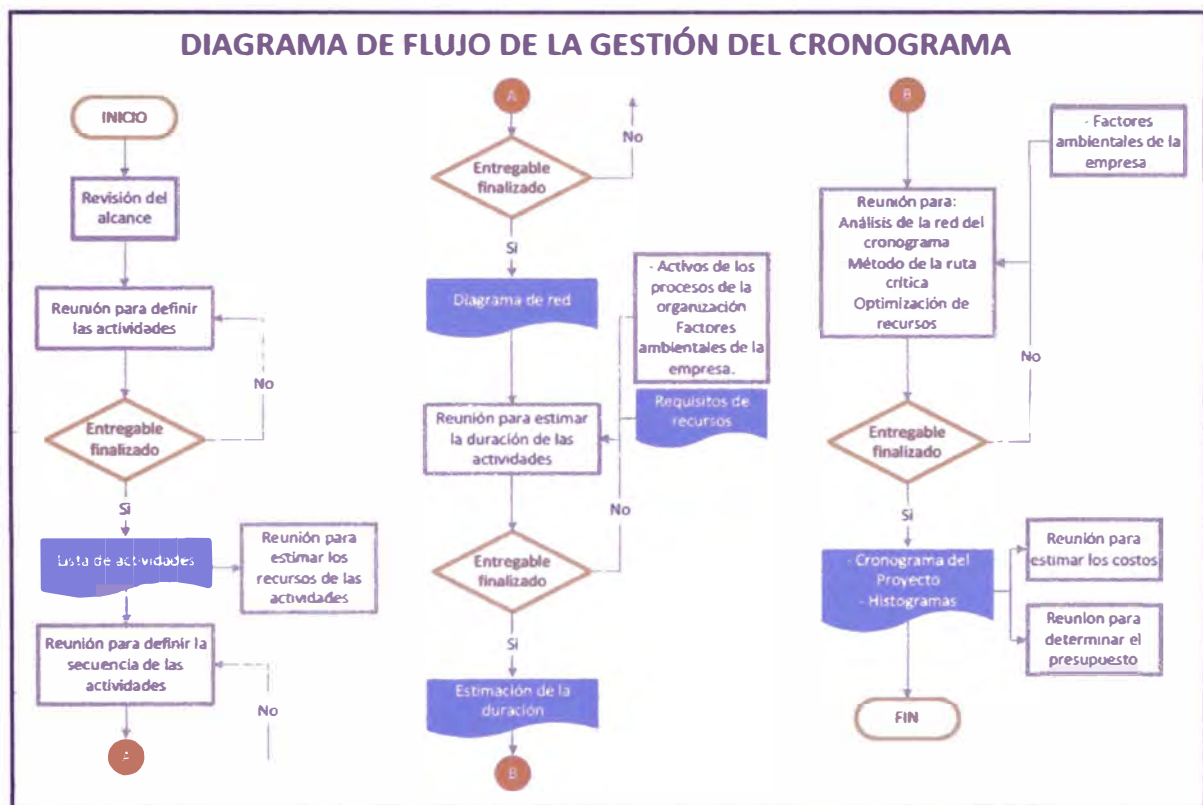
4.2.1 GESTIÓN DEL TIEMPO

4.2.1.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

Entrada: Alcance del proyecto (se encuentra en 4.2.2)

Salida: A continuación, se muestra el diagrama de flujo de la gestión del cronograma.

Figura 75. Diagrama de flujo de la gestión del cronograma



Fuente de información: Elaboración propia

4.2.1.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES

Entrada: Alcance del proyecto y el diagrama de flujo de la gestión del cronograma.

Salida: A continuación, en la figura 76 se muestra la lista de actividades.

Figura 76. Lista de actividades del método de instalación por Harps.

Id	Nombre de tarea
1	INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR POR HARPS
2	TRABAJOS PRELIMINARES
3	Movilización y desmovilización
4	Facilidades temporales
5	Trazo y replanteo topográfico
6	Traslado de material de almacén a obra
7	CONSTRUCCIÓN
8	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA
9	Instalación de estructura principal
10	Instalación de estructura auxiliar
11	Resane de pintura de las estructuras
12	INSTALACIÓN DE EQUIPOS
13	Instalación de paneles de revestimiento
14	Instalación de vigas y parachoques
15	Instalación de harps
16	Instalación de domos
17	Instalación del ducto de entrada
18	Instalación del ducto de salida
19	Instalación de la chimenea principal
20	Resane de pintura de los equipos
21	INSTALACIÓN DE TUBERÍA
22	Instalación de las conexiones de tubería
23	Resane de pintura de las tuberías
24	Instalación de aislamiento de tubería
25	LIMPIEZA Y PRUEBAS
26	Limpieza química
27	Pruebas hidráulica

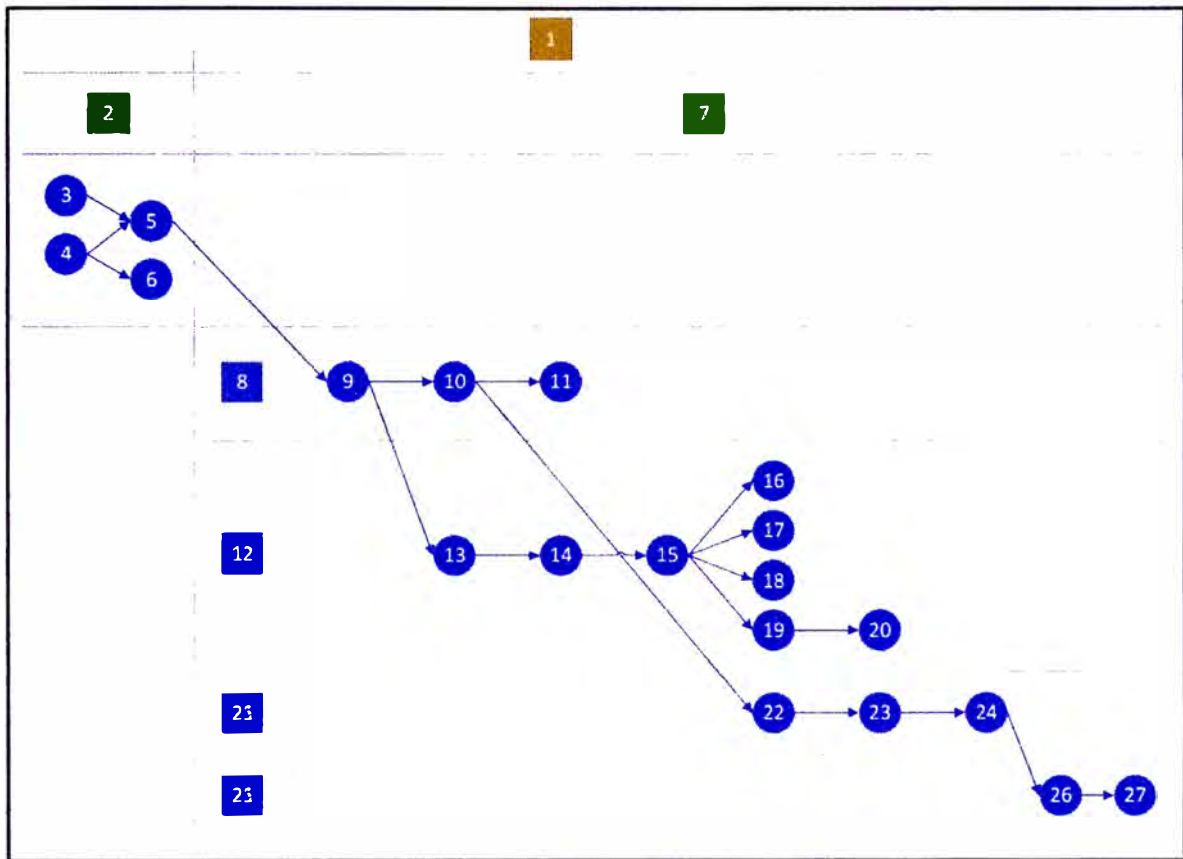
Fuente de información: Elaboración propia

4.2.1.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES

Entrada: Alcance del proyecto, diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto y la lista de actividades.

Salida: A continuación, en la figura 77 se muestra el diagrama de red.

Figura 77. Diagrama de red del método de instalación por Harps. Nivel uno: color amarillo, nivel dos: color verde, nivel tres: color celeste y nivel cuatro: color azul.



Fuente de información: Elaboración propia.

4.2.1.4 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Entrada: Alcance del proyecto, diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto, lista de actividades, diagrama de red del cronograma del proyecto, activos de los procesos de la organización, factores ambientales de la empresa.

Salida: A continuación, en la figura 78 se muestra la estimación de duraciones.

Figura 78. Estimación de duraciones del método de instalación por Harps.

Id	Nombre de tarea	Duración
1	INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR POR HARPS	314 días
2	TRABAJOS PRELIMINARES	80 días
3	Movilización y desmovilización	20 días
4	Facilidades temporales	20 días
5	Trazo y replanteo topográfico	7 días
6	Traslado de material de almacén a obra	60 días
7	CONSTRUCCIÓN	287 días
8	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	113 días
9	Instalación de estructura principal	30 días
10	Instalación de estructura auxiliar	61 días
11	Resane de pintura de las estructuras	22 días
12	INSTALACIÓN DE EQUIPOS	226 días
13	Instalación de paneles de revestimiento	77 días
14	Instalación de vigas y parachoques	5 días
15	Instalación de harps	68 días
16	Instalación de domos	22 días
17	Instalación del ducto de entrada	47 días
18	Instalación del ducto de salida	32 días
19	Instalación de la chimenea principal	55 días
20	Resane de pintura de los equipos	21 días
21	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	148 días
22	Instalación de las conexiones de tubería	64 días
23	Resane de pintura de las tuberías	14 días
24	Instalación de aislamiento de tubería	70 días
25	LIMPIEZA Y PRUEBAS	48 días
26	Limpieza química	38 días
27	Pruebas hidráulica	10 días

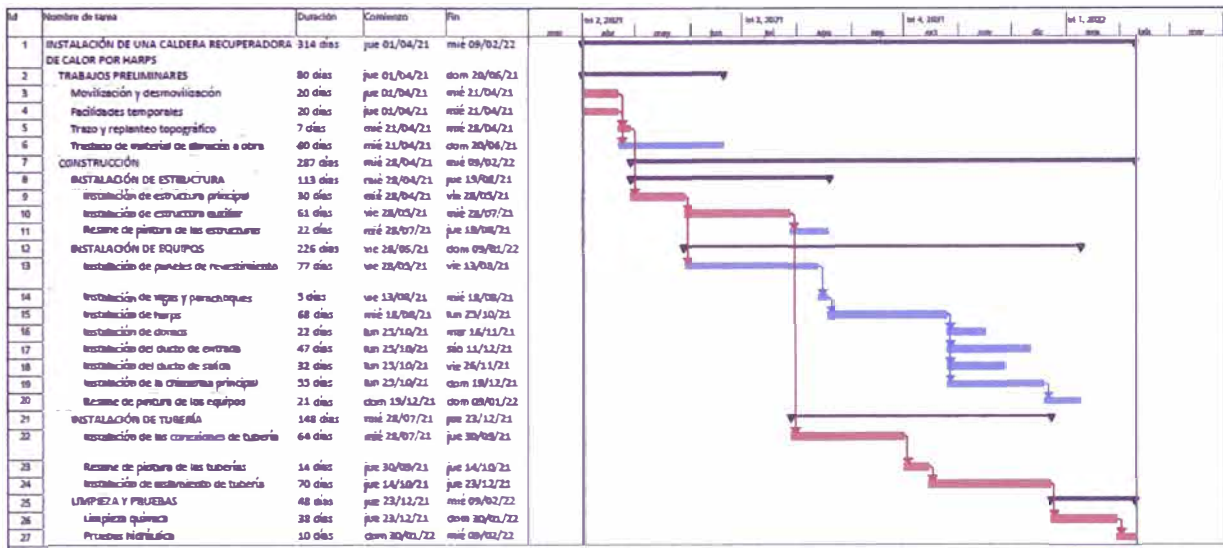
Fuente de información: Elaboración propia

4.2.1.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

Entrada: Diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto, lista de actividades, diagrama de red, estimación de duraciones y factores ambientales de la empresa.

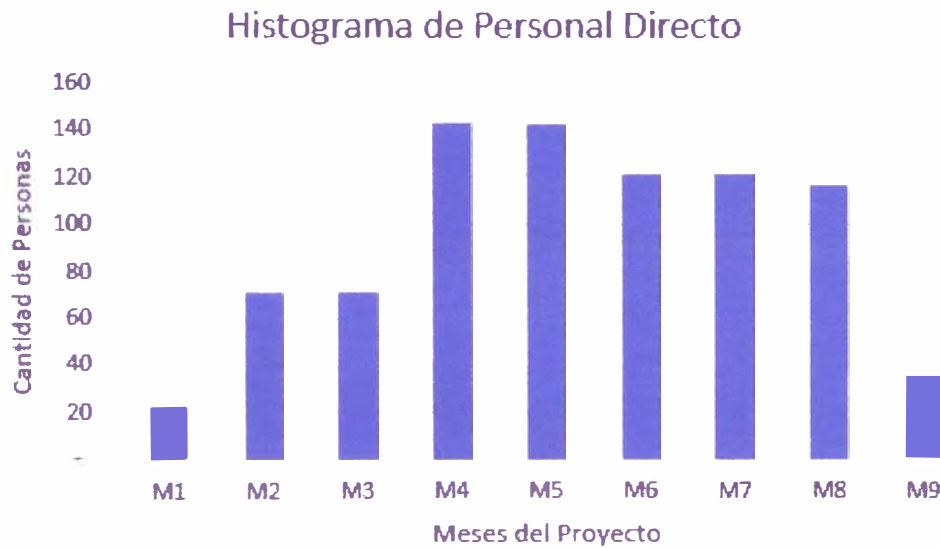
Salida: A continuación, en las figuras de la 79 a la 81 y la tabla 30 se muestra el cronograma del proyecto, histograma de personal directo, histograma de personal directo más indirecto e histograma de equipos principales.

Figura 79. Cronograma del método de instalación por Harps



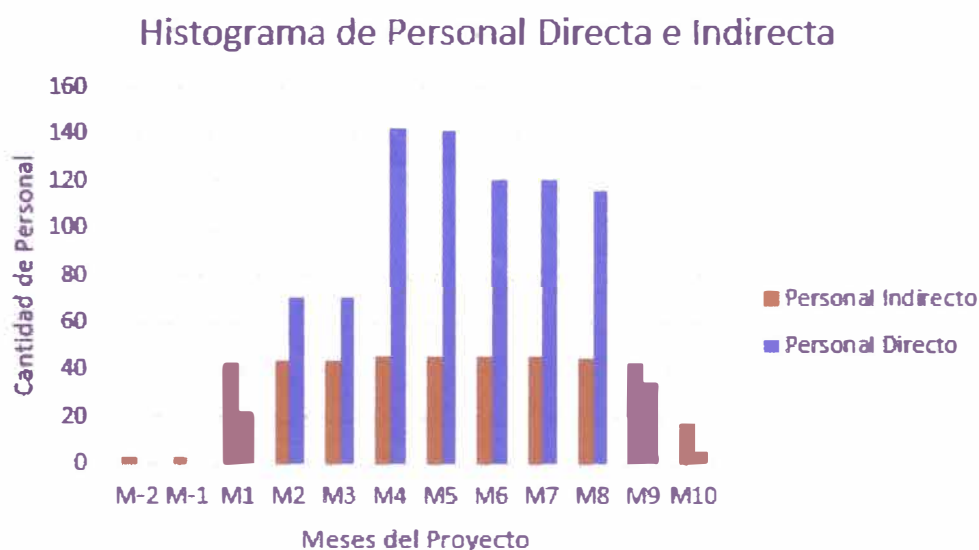
Fuente de información: Elaboración propia

Figura 80. Histograma de personal directo del método de instalación por Harps



Fuente de información: Elaboración propia

Figura 81. Histograma de personal directo e indirecto del método de instalación por Harps



Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 30. Histograma de equipos principales del método de instalación por Harps

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES
GRÚAS												
GRÚA DE 650 TON			1	1	1	1	1	1			1	6
GRÚA DE 500 TON		1	1	1	1	1					1	5
GRÚA DE 250 TON	1	1	1	1							1	4
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	9
VEHÍCULOS												
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON MODULAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CAMABAJA DE 60 TON		1	1	1	1	1	1	1			1	7
EQUIPOS DE APOYO												
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN									4	4	4	8
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
TOTAL USD												

Fuente de información: Elaboración propia

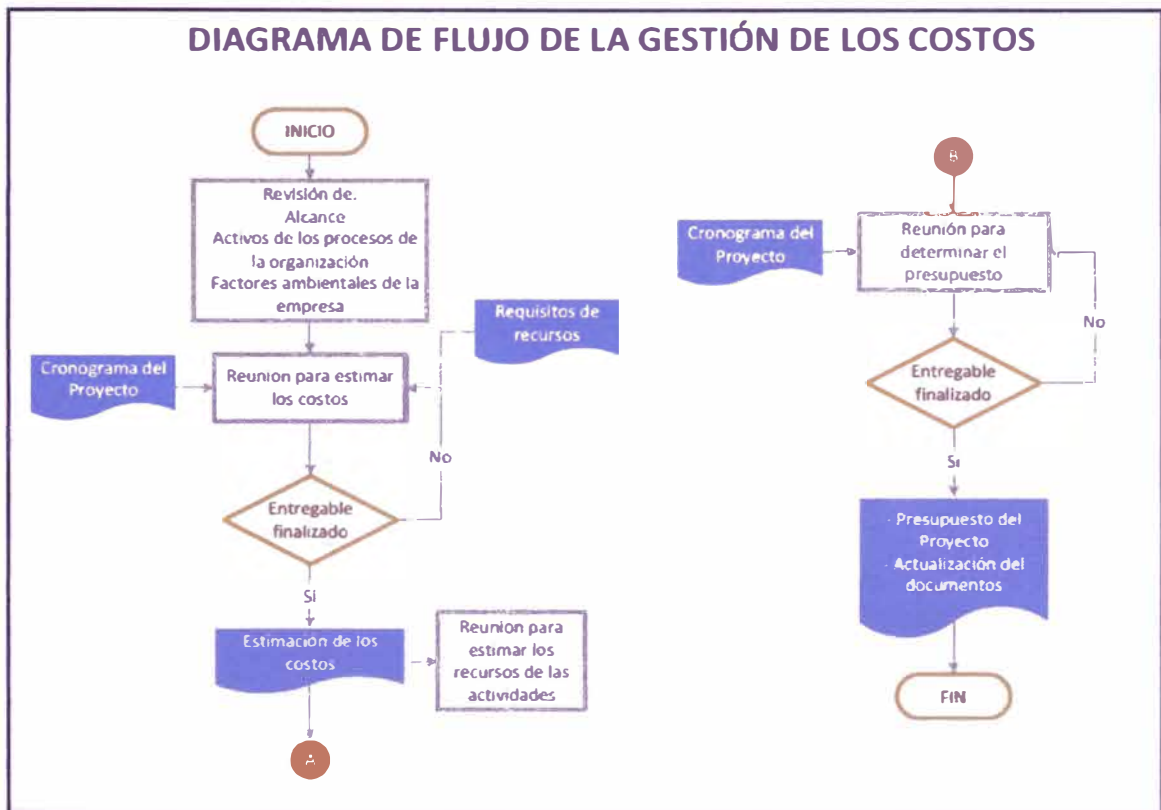
4.2.2 GESTIÓN DE COSTOS

4.2.2.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS

Entrada: Alcance del proyecto, factores ambientales de la empresa y activos de los procesos de la organización.

Salida: A continuación, en la figura 82 se muestra el diagrama de flujo de la gestión de los costos.

Figura 82. Diagrama de Flujo de la gestión de los costos.



Fuente de información: Elaboración propia

4.2.2.2 ESTIMAR LOS COSTOS

Entrada: Alcance del proyecto (planilla de precios, etc.), cronograma del proyecto, requisitos de recursos, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización, diagrama de flujo de la gestión de los costos.

Salida: A continuación, en las tablas de la 31 a al 39, se muestra la estimación de costos del proyecto.

Tabla 31. Análisis de horas hombre por partida y su respectiva fase.

Bill of Material for HRSG															
Codigo de Partida	Descripcion	Unit	Q'ty	Dimension				Weight		FASE	Cantidad de Personas	Dias	HH UNIT	HH TOTAL	
				H (m)	W (m)	L (m)	HarWht. (m3) per pc	HarWht. (m3) Total	Weight (ton) per pc						Weight (ton) Total
01	Early works														
01.01	Temporary facilities	gib	1							GENERAL					
01.02	Mobilization & Demobilization	gib	1							GENERAL					
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries														
02.01	HARP														
02.01.01	PK-01A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.02	PK-01B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	48.24	48.24	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.03	PK-02A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.04	PK-02B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.05	PK-03A	ea	1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.06	PK-03B	ea	1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.07	PK-04A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.08	PK-04B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36	EQUIPO	24	3	720	720

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 32. Costo por tipo de cuadrilla de trabajo.

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERIA	PRUEBAS	TOTAL	PU (USD)	PT (USD)
Jefe de Grupo		2,796	13,643	10,762	643	27,843	10 39	289,288
Operario Armador		5,591	13,643	-	1,286	20,519	8 92	183,032
Operario Alineamiento		-	13,643	-	-	13,643	8 92	121,691
Operario Tubero		-	-	21,524	-	21,524	8 92	191,994
Soldador 6G y TIG		-	-	21,524	-	21,524	11 59	249,463
Soldador 3G y 4G		2,796	-	-	-	2,796	10 47	29,269
Obrero		11,182	54,570	43,048	2,571	111,372	6 49	722,802
Ayudante		2,796	13,643	10,762	-	27,200	5 93	161,296
Total HH		25,169	109,140	107,620	4,500	246,420	TOTAL USD	1,948,836
USD x cuadrilla		197,338	820,187	896,475	34,836			
USD/HH		7.84	7.52	8.33	7.74			

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 33. Histograma de Equipos principales con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ.MES	TARIFA MES	PT
GRÚAS														1,747,500
GRÚA DE 650 TON			1	1	1	1	1	1	1		1	6	160,000	960,000
GRÚA DE 500 TON		1	1	1	1	1	1				1	5	80,000	400,000
GRÚA DE 250 TON	1	1	1	1							1	4	53,000	212,000
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	19,500	175,500
VEHÍCULOS														528,000
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8,500	85,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	13,500	135,000
MODULAR			1	1	1	1	1	1	1		1	6	35,000	210,000
CAMABAJA DE 60 TON		1	1	1	1	1	1	1	1		1	7	14,000	98,000
EQUIPOS DE APOYO														372,000
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	8,500	170,000
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	4,000	40,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN									4	4	4	8	4,000	32,000
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	13,000	130,000
TOTAL USD														2,647,500
													HH/USD	10 74
													HH	246,420

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 34. Equipos Menores con sus respectivos costos.

EQUIPOS MENORES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Horno eléctrico	und	1.0	1,500	1,500.00
Tablero de control 220/440V 60hz	und	4.0	1,500	6,000.00
Grupo Electrogeno 120 kW	und	3.0	15,000	45,000.00
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	17.0	220	3,740.00
Esmeril Angular	und	34.0	300	10,200.00
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	15.0	3,500	52,500.00
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	2.0	2,100	4,200.00
% Equipos Menores	%		10%	12,314.00
TOTAL USD				135,454
			HH/USD	0.55
			HH	246,420

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 35. Herramientas con sus respectivos costos.

HERRAMIENTAS	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Equipo oxicorte semiautomático	und	2.0	250	500.00
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	17.0	430	7,310.00
Cortatubo manual de 2.1/2" a 4"	und	7.0	160	1,120.00
Horno eléctrico Portátil	und	17.0	130	2,210.00
Tecla ratchet 3t.	und	10.0	330	3,300.00
Tirfor de 1.5t.	und	10.0	220	2,200.00
Mordaza de cadena <12"	und	7.0	250	1,750.00
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	9.0	1,100	9,900.00
Estuche de Herramientas de calderero	und	6.0	250	1,500.00
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	6.0	250	1,500.00
Estuche de Herramientas de Montajista	und	5.0	250	1,250.00
Estuche de Herramientas de Tubero	und	15.0	250	3,750.00
% Herramientas	%		15%	5,443.50
TOTAL USD				41,734
			HH/USD	0.17
			HH	246,420

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 36. Consumibles con sus respectivos costos.

CONSUMIBLES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Electrodo	kg	1,000.0	3.20	3,200.00
Disco esmeril	und	250.0	2.91	727.50
Escobilla circular	Un	8.0	14.66	117.28
Escobillas	Un	40.0	0.69	27.60
Oxigeno	M3	300.0	3.34	1,002.00
Aceiteno	M3	1,356.0	12.70	17,221.20
Estrobo & Grilletes	Glb	100,000.0	1.00	100,000.00
Tacos de madera	und	150.0	15.14	2,271.00
% Consumibles			25%	31,141.65
TOTAL USD				155,708
			HH/USD	0.63
			HH	246,420

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 37. Facilidades temporales con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO	PU	PT
OFICINAS					88,400
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und	4	10	1,200	48,000
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und	4	10	800	32,000
ESCALERAS	und	2	1	1,200	2,400
SSHH OFICINAS	und	2	10	300	6,000
ALMACENES					89,600
CONTENEDOR 40 PIES	und	4	10	1,200	48,000
CERCO METÁLICO	m	360	1	110	39,600
CASETA DE VIGILANCIA	und	2	1	1,000	2,000
SERVICIOS HIGIENICOS					
SSHH OBREROS	und	8	10	250	19,081
TOTAL USD					197,081

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 38. Costo de movilización y desmovilización

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MOVILIZA	DESMOVIL	PT
GRÚAS			115,000
GRÚA DE 650 TON	40,000	40,000	80,000
GRÚA DE 450 TON	9,000	9,000	18,000
GRÚA DE 250 TON	6,000	6,000	12,000
GRÚA DE 90 TON	2,500	2,500	5,000
VEHÍCULOS			4,600
CAMIÓN PLATAFORMA	500	500	1,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	300	300	600
MODULAR	1,000	1,000	2,000
CAMABAJA DE 60 TON	500	500	1,000
EQUIPOS DE APOYO			14,400
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	1,400	1,400	5,600
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	500	500	1,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN	500	500	4,000
MONTACARGA 15 TON	1,900	1,900	3,800
MISCELANEO			34,000
EQUIPOS MENORES	3,000	3,000	6,000
HERRAMIENTAS	1,000	1,000	2,000
CONSUMIBLES	1,000	1,000	2,000
FACILIDADES TEMPORALES	12,000	12,000	24,000
TOTAL USD			168,000

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 39. Supervisión y otros costos indirectos.

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT
GÉNERA DE PROYECTO															
GERENTE DE PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	10,000	120,000
ADMINISTRADOR DE CONTRATO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	8,000	96,000
CALIDAD															
JEFE DE CALIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8,000	80,000
CONTROL DOCUMENTARIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3,000	30,000
INSPECTOR DE CALIDAD END			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	5,000	45,000
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECANICOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	5,000	45,000
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	5,000	45,000
INSPECTOR ASME						1	1	1	1				4	5,000	20,000
SEGURIDAD (SSOMA)															
JEFE DE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8,000	72,000
ASISTENTE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,000	27,000
SUPERVISOR SSOMA			1	2	2	3	3	3	3	3	3	1	22	5,000	110,000
OFICINA TECNICA															
JEFE DE OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8,000	72,000
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TECNICA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,000	27,000
INGENIERO OFICINA TECNICA MECANICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6,000	54,000
INGENIERO OFICINA TECNICA TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6,000	54,000
METRADOR MECANICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	4,000	36,000
METRADOR TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	4,000	36,000
INGENIERO DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	4,500	40,500
ASISTENTE DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,800	34,200
CONTROL DE PROYECTOS															
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8,000	72,000
INGENIERO DE PLANEAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6,000	54,000
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
INGENIERO DE VALORIZACIONES			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
CONSTRUCCIÓN															
JEFE DE CONSTRUCCIÓN			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8,000	72,000
INGENIERO MECANICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6,000	54,000
INGENIERO TUBERIAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
SUPERVISOR MECANICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	5,000	45,000
SUPERVISOR DE TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	5,000	50,000
TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	4,000	36,000
ADMINISTRACIÓN Y RRHH															
ADMINISTRADOR DE OBRA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	4,500	45,000
ASISTENTE ADMINISTRATIVO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3,500	35,000
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,000	27,000
COMPRADOR			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,500	31,500
ASISTENTE SOCIAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,500	31,500
LOGISTICA															
JEFE DE SERVICIOS GENERALES			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	3,800	34,200
JEFE DE ALMACEN			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3,000	30,000
ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	2,500	25,000
PERSONAL DE APOYO															
AYUDANTE TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	2,000	18,000
AYUDANTE ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	2,000	18,000
VIGILANTES			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2,000	40,000
CHOFERES	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	21	2,500	52,500
EQUIPOS															
CAMIONETAS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	21	2,000	42,000
BUSE DE 50 PASAJEROS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	7,000	70,000
EQUIPO DE TOPOGRAFIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	850	7,650
TELECOMUNICACIONES	2	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	6	118	250	29,500
EQUIPOS DE COMPUTO	2	2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	10	266	150	39,900
MISCELANEOS															
UTILES DE ESCRITORIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1,000	10,000
MATERIAL DE LIMPIEZA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	600	6,000
MATERIAL DE SEGURIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1,800	18,000
TOTAL USD															2,277,454

Fuente de información: Elaboración propia

4.2.2.3 DETERMINAR EL PRESUPUESTO

Entrada: Estimación de costos, cronograma del proyecto.

Salida: A continuación, en las tablas de la 40 a la 44 se muestra el presupuesto del proyecto.

Tabla 40. Ratios del costo directo.

MANO DE OBRA	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	INSTALACIÓN DE EQUIPO	INSTALACIÓN DE TUBERIA	PRUEBAS
Total HH	25,160	109,140	107,620	4,500
Total USD	197,338	820,187	896,475	34,836
USD/HH	7.84	7.52	8.33	7.74

OTROS COSTOS DIRECTOS	EQUIPOS MAYORES	EQUIPOS MENORES	HERRAMIENTAS	CONSUMIBLES
Total HH	246,420	246,420	246,420	246,420
Total USD	2,647,500	135,454	41,734	155,708
USD/HH	10.74	0.55	0.17	0.63

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 41. Ratios asignados a cada partida.

Código de Partida	Description	Unit	Q'ty	HH TOTAL	USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	PU	PT
01	Early works											
01.01	Temporary facilities	gib	1								197,081	197,081
01.02	Mobilization & Demobilization	gib	1								168,000	168,000
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries											
02.01	HARP											
02.01.01	PK-01A	ea	1	720	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	14,119	14,119
02.01.02	PK-01B	ea	1	720	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	14,119	14,119
02.01.03	PK-02A	ea	1	720	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	14,119	14,119
02.01.04	PK-02B	ea	1	720	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	14,119	14,119
02.01.05	PK-03A	ea	1	960	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	18,825	18,825
02.01.06	PK-03B	ea	1	960	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	18,825	18,825
02.01.07	PK-04A	ea	1	720	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	14,119	14,119
02.01.08	PK-04B	ea	1	720	7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	14,119	14,119

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 42. Los ratios son agrupados según lo solicitado por el cliente.

USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	Labor Cost	Construction Equipment	Tools & Consumables
7.52	10.74	0.55	0.17	0.63	19.61	7.52	11.29	0.80

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 43. Presupuesto de la instalación de un HRSG por Harps.

Bill of Material for HRSG												
Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor/Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
01	Early works											
01.01	Temporary facilities	gib	1								197 081	
01.02	Mobilization & Demobilization	gib	1								168 000	
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries											
02.01	HARP											
02.01.01	PK-01A	ea	1	720 00	5 411	5 411	8 131	8 131	577	577	14 119	
02.01.02	PK-01B	ea	1	720 00	5 411	5 411	8 131	8 131	577	577	14 119	
02.01.03	PK-02A	ea	1	720 00	5 411	5 411	8 131	8 131	577	577	14 119	
02.01.04	PK-02B	ea	1	720 00	5 411	5 411	8 131	8 131	577	577	14 119	
02.01.05	PK-03A	ea	1	960 00	7 214	7 214	10 842	10 842	769	769	18 825	
02.01.06	PK-03B	ea	1	960 00	7 214	7 214	10 842	10 842	769	769	18 825	
02.01.07	PK-04A	ea	1	720 00	5 411	5 411	8 131	8 131	577	577	14 119	

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 44. Cuadro resumen de costos de la instalación de un HRSG por Harps.

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN		PRECIO PARCIAL (USD)
COSTO DIRECTO		5,294,313
COSTO INDIRECTO		2,277,450
UTILIDAD	10%	757,176
SUBTOTAL		8,328,940
IGV	18%	1,499,209
TOTAL + IGV		9,828,149

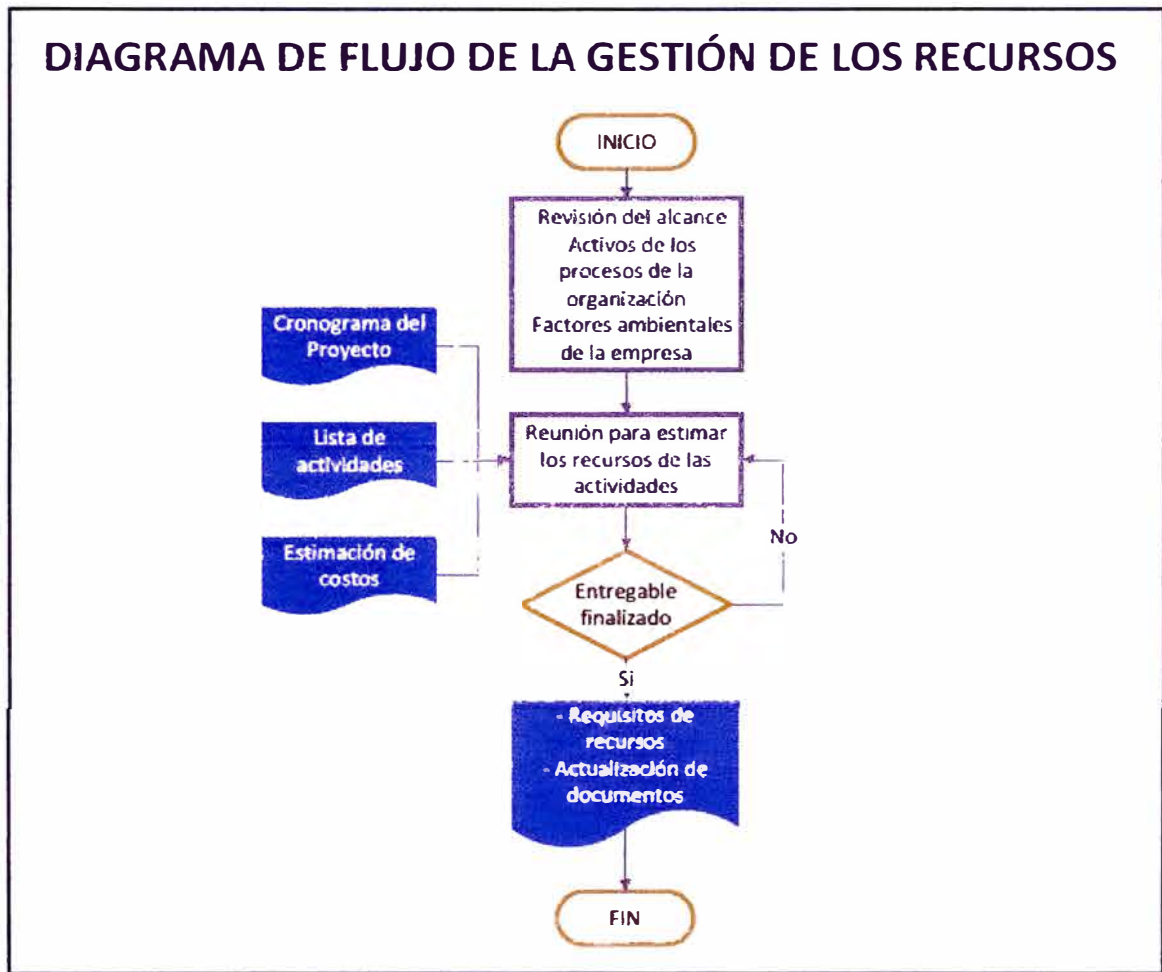
Fuente de información: Elaboración propia

4.2.2.4 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS

Entrada: Alcance del proyecto, cronograma del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

Salida: A continuación, en la figura 83 se muestra diagrama de flujo de la gestión de los recursos.

Figura 83. Diagrama de Flujo de la gestión de los recursos.



Fuente de información: Elaboración propia

4.2.2.5 ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

Entrada: Diagrama de flujo de la gestión de los recursos, lista de actividades, estimación de costos, cronograma del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

Salida: A continuación, en las tablas de la 45 a la 53 se muestran los requisitos de recursos para el proyecto.

Tabla 45. Composición de cuadrillas de trabajo.

CUADRILLAS	CATEGORÍA	Jefe de Grupo	Operario Arrojador	Operario Alisamiento	Operario Tubero	Soldador 6G y TIG	Soldador 3G y 4G	Oficial	Ayudante	Total
Cuadrillas de instalación de estructuras		1	2				1	4	1	9
Cuadrillas de instalación de equipos		1	1	1				4	1	8
Cuadrillas de instalación de tuberías		1			2	2		4	1	10
Cuadrillas de pruebas		1	2					4		7

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 46. Cálculo de cantidad de obreros.

DESCRIPCIÓN	HH	Cant de personas x cuadrilla	Plazo según cronograma (días)	Cant de cuadrillas	Cant de Operarios	Cant de Soldadores	Cant de Obreros
ESTRUCTURA	25,160	9	113	2	5	2	22
EQUIPO	109,140	8	226	6	12	-	48
TUBERIA	107,620	10	148	7	15	15	73
PRUEBAS	4,500	7	48	1	3	-	9
TOTAL	246,420			17	34	17	153

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 47. Resumen de HH por cuadrilla y según la categoría del obrero.

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERIA	PRUEBAS	TOTAL
Jefe de Grupo		2,796	13,643	10,762	643	27,843
Operario Armador		5,591	13,643	-	1,286	20,519
Operario Alineamiento		-	13,643	-	-	13,643
Operario Tubero		-	-	21,524	-	21,524
Soldador 6G y TIG		-	-	21,524	-	21,524
Soldador 3G y 4G		2,796	-	-	-	2,796
Oficial		11,182	54,570	43,048	2,571	111,372
Ayudante		2,796	13,643	10,762	-	27,200
Total HH		25,160	109,140	107,620	4,500	246,420

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 48. Histograma de equipos principales.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES
GRÚAS												
GRÚA DE 650 TON			1	1	1	1	1	1			1	6
GRÚA DE 500 TON		1	1	1	1	1					1	5
GRÚA DE 250 TON	1	1	1	1							1	4
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	9
VEHÍCULOS												
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
MODULAR			1	1	1	1	1	1			1	6
CAMABAJA DE 60 TON		1	1	1	1	1	1	1			1	7
EQUIPOS DE APOYO												
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN									4	4	4	8
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
TOTAL USD												

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 49. Equipos menores.

EQUIPOS MENORES	Und	Cant
Horno eléctrico	und	1.0
Tablero de control 220/440V 60hz	und	4.0
Grupo Electrónico 120 kW	und	3.0
Taladro eléctrico Bosch 20-2. 1/2"	und	17.0
Esmeril Angular	und	34.0
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	15.0
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	2.0
% Equipos Menores	%	10%
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 50. Herramientas.

HERRAMIENTAS	Und	Cant
Equipo oxicorte semiautomático	und	2.0
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	17.0
Cortacabo manual de 2. 1/2" a 4"	und	7.0
Horno eléctrico Portátil	und	17.0
Tecla ratchet 3t.	und	10.0
Tirfor de 1.5t.	und	10.0
Mordaza de cadena <12"	und	7.0
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	9.0
Estuche de Herramientas de calderero	und	6.0
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	6.0
Estuche de Herramientas de Montajista	und	5.0
Estuche de Herramientas de Tubero	und	15.0
% Herramientas	%	15%
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 51. Consumibles.

CONSUMIBLES	Und	Cant
Electrodo	kg	1,000.0
Disco esmeril	und	250.0
Escobilla circular	Un	8.0
Escobillas	Un	40.0
Oxígeno	M3	300.0
Aceiteno	M3	1,356.0
Estrobo & Grilletes	Glb	100,000.0
Tacos de madera	und	150.0
% Consumibles	%	25%
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 52. Facilidades temporales.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO
OFICINAS			
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und	4	10
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und	4	10
ESCALERAS	und	2	1
SSHH OFICINAS	und	2	10
ALMACENES			
CONTENEDOR 40 PIES	und	4	10
CERCO METÁLICO	m	360	1
CASETA DE VIGILANCIA	und	2	1
SERVICIOS HIGIENICOS			
SSHH OBREROS	und	8	10
TOTAL USD			

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 53. Supervisión y otros costos indirectos.

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total
GERENCIA DE PROYECTO													
GERENTE DE PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
ADMINISTRADOR DE CONTRATO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
CALIDAD													
JEFE DE CALIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CONTROL DOCUMENTARIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
INSPECTOR DE CALIDAD END			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INSPECTOR ASME						1	1	1	1				4
SEGURIDAD (SSOMA)													
JEFE DE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
ASISTENTE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
SUPERVISOR SSOMA			1	2	2	3	3	3	3	3	1	1	22
OFICINA TÉCNICA													
JEFE DE OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO OFICINA TÉCNICA MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO OFICINA TÉCNICA TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
METRADOR MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
METRADOR TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
ASISTENTE DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
CONTROL DE PROYECTOS													
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO DE PLANEAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
INGENIERO DE VALORIZACIONES			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
CONSTRUCCIÓN													
JEFE DE CONSTRUCCIÓN			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
INGENIERO TUBERÍAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
SUPERVISOR MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
SUPERVISOR DE TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
ADMINISTRACIÓN Y RRHH													
ADMINISTRADOR DE OBRA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
ASISTENTE ADMINISTRATIVO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
COMPRADOR			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
ASISTENTA SOCIAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
LOGÍSTICA													
JEFE DE SERVICIOS GENERALES			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
JEFE DE ALMACEN			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
PERSONAL DE APOYO													
AYUDANTE TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
AYUDANTE ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
VIGILANTES			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
CHOFERES	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	21
EQUIPOS													
CAMIONETAS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	21
BUSE DE 50 PASAJEROS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
TELECOMUNICACIONES	2	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	6	118
EQUIPOS DE COMPUTO	2	2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	10	266
MISCELANEO													
UTILES DE ESCRITORIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
MATERIAL DE LIMPIEZA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
MATERIAL DE SEGURIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
TOTAL USD													

Fuente de información: Elaboración propia

4.3 MÉTODO DE INSTALACIÓN POR MÓDULOS DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR (HRSG)

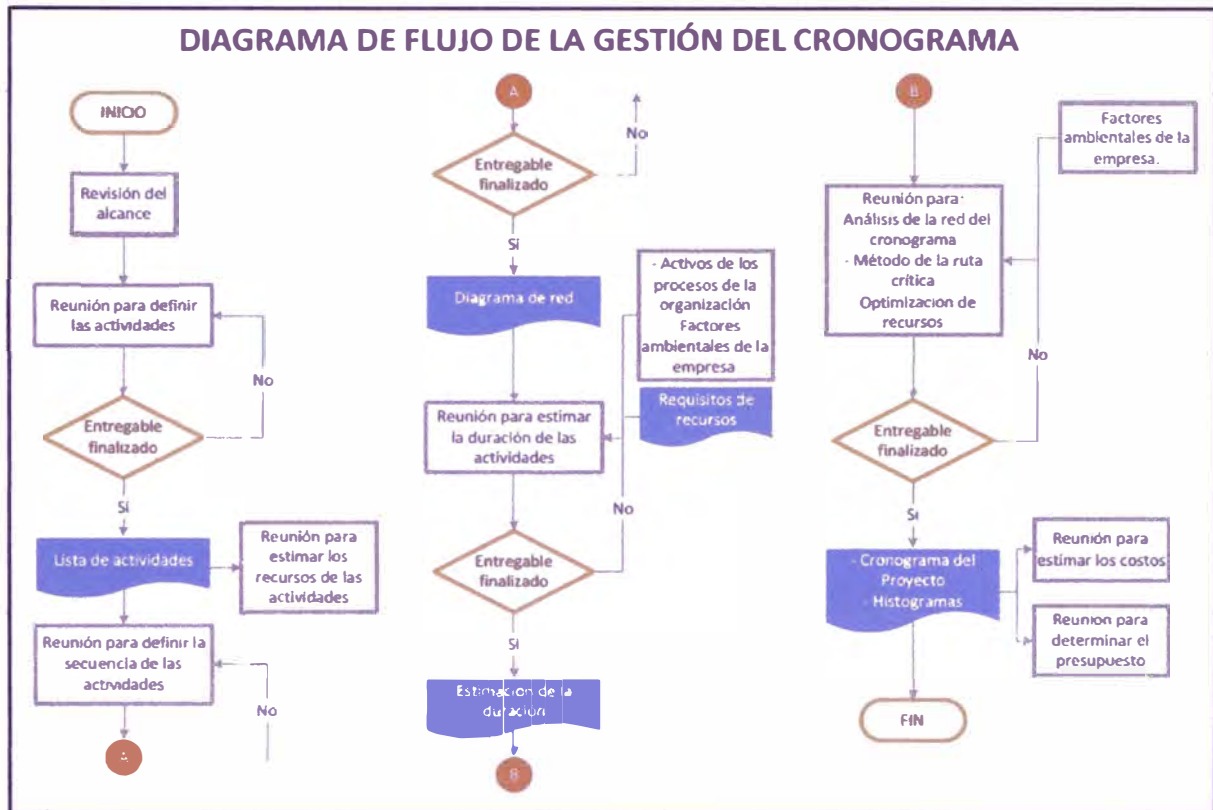
4.3.1 GESTIÓN DEL TIEMPO

4.3.1.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

Entrada: Alcance del proyecto (se encuentra en 4.2.2)

Salida: Diagrama de flujo de la gestión del cronograma.

Figura 84. Diagrama de flujo de la gestión del cronograma



Fuente de información: Elaboración propia

4.3.1.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES

Entrada: Alcance del proyecto y el diagrama de flujo de la gestión del cronograma

Salida: A continuación, en la figura 85 se muestra la lista de actividades

Figura 85. Lista de actividades del método de instalación por Módulos.

Id	Nombre de tarea
1	INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR POR MÓDULOS
2	TRABAJOS PRELIMINARES
3	Movilización y desmovilización
4	Facilidades temporales
5	Trazo y replanteo topográfico
6	Traslado de material de almacén a obra
7	CONSTRUCCIÓN
8	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA
9	Conexión de columnas principales de estructura
10	Instalación de estructura auxiliar
11	Resane de pintura de las estructuras
12	INSTALACIÓN DE EQUIPOS
13	Instalación de Módulos
14	Instalación de parachoques
15	Instalación de paneles de revestimiento faltante
16	Instalación de domos
17	Instalación del ducto de entrada e intermedio
18	Instalación del ducto de salida
19	Instalación de la chimenea principal
20	Resane de pintura de los equipos
21	INSTALACIÓN DE TUBERÍA
22	Instalación de las conexiones de tubería
23	Resane de pintura de las tuberías
24	Instalación de aislamiento de tubería
25	LIMPIEZA Y PRUEBAS
26	Limpieza química
27	Pruebas hidráulica

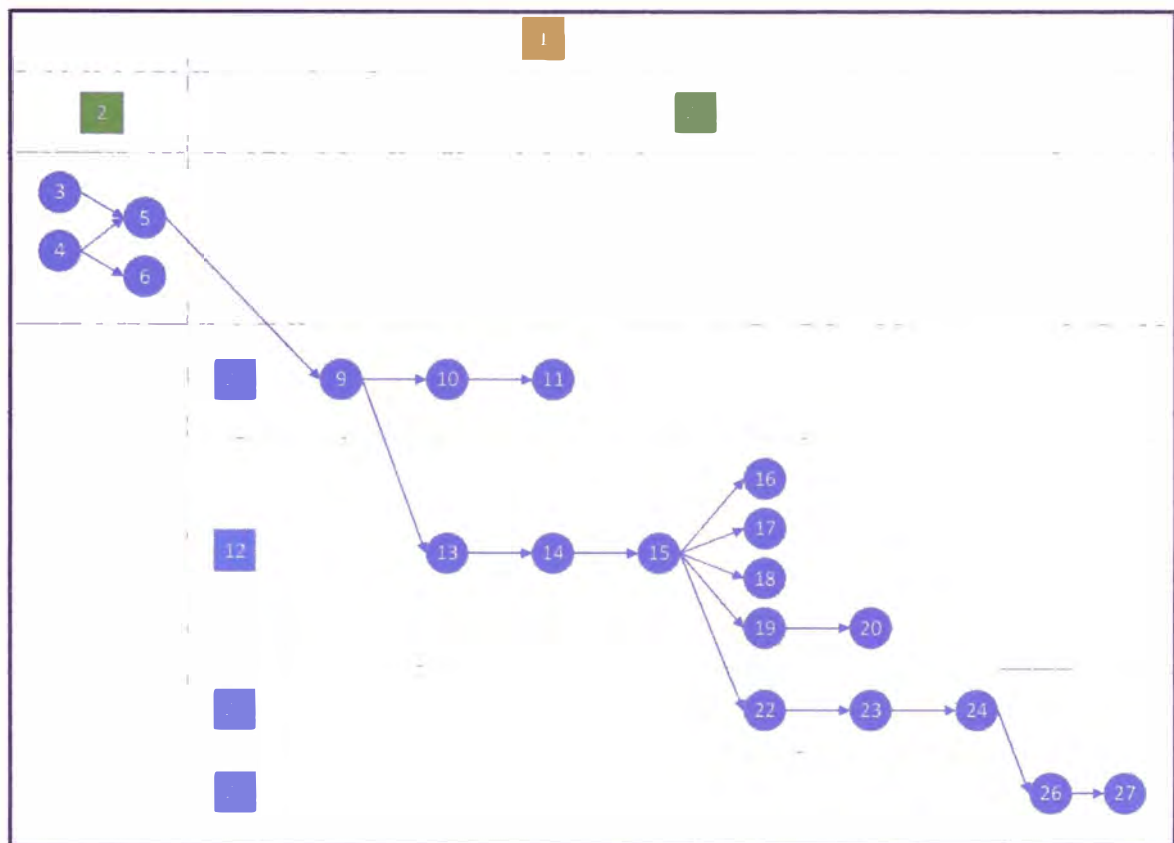
Fuente de información: Elaboración propia

4.3.1.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES

Entrada: Alcance del proyecto, diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto y la lista de actividades.

Salida: A continuación, en la figura 86 se muestra el diagrama de red.

Figura 86. Diagrama de red del método de instalación por Módulos. Nivel uno: color amarillo, nivel dos: color verde, nivel tres: color celeste y nivel cuatro: color azul.



Fuente de información: Elaboración propia

4.3.1.4 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Entrada: Alcance del proyecto, diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto, lista de actividades, diagrama de red del cronograma del proyecto, activos de los procesos de la organización, factores ambientales de la empresa.

Salida: A continuación, en la figura 87 se muestra la estimación de duraciones.

Figura 87. Estimación de duraciones del método de instalación por Módulos.

Id	Nombre de tarea	Duración
1	INSTALACIÓN DE UNA CALDERA RECUPERADORA DE CALOR POR MÓDULOS	272 días
2	TRABAJOS PRELIMINARES	80 días
3	Movilización y desmovilización	20 días
4	Facilidades temporales	20 días
5	Trazo y replanteo topográfico	7 días
6	Traslado de material de almacén a obra	60 días
7	CONSTRUCCIÓN	245 días
8	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	95 días
9	Conexión de columnas principales de estructura	20 días
10	Instalación de estructura auxiliar	60 días
11	Resane de pintura de las estructuras	15 días
12	INSTALACIÓN DE EQUIPOS	125 días
13	Instalación de Módulos	10 días
14	Instalación de parachoques	5 días
15	Instalación de paneles de revestimiento faltante	14 días
16	Instalación de domos	16 días
17	Instalación del ducto de entrada e intermedio	30 días
18	Instalación del ducto de salida	30 días
19	Instalación de la chimenea principal	75 días
20	Resane de pintura de los equipos	21 días
21	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	148 días
22	Instalación de las conexiones de tubería	64 días
23	Resane de pintura de las tuberías	14 días
24	Instalación de aislamiento de tubería	70 días
25	LIMPIEZA Y PRUEBAS	48 días
26	Limpieza química	38 días
27	Pruebas hidráulica	10 días

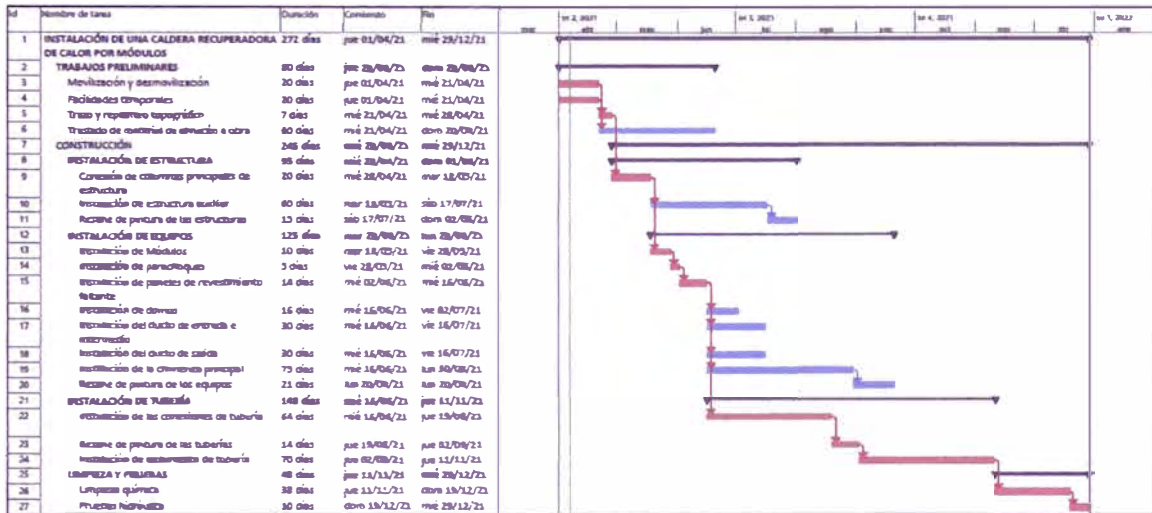
Fuente de información: Elaboración propia

4.3.1.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

Entrada: Diagrama de flujo de la gestión del cronograma del proyecto, lista de actividades, diagrama de red, estimación de duraciones y factores ambientales de la empresa.

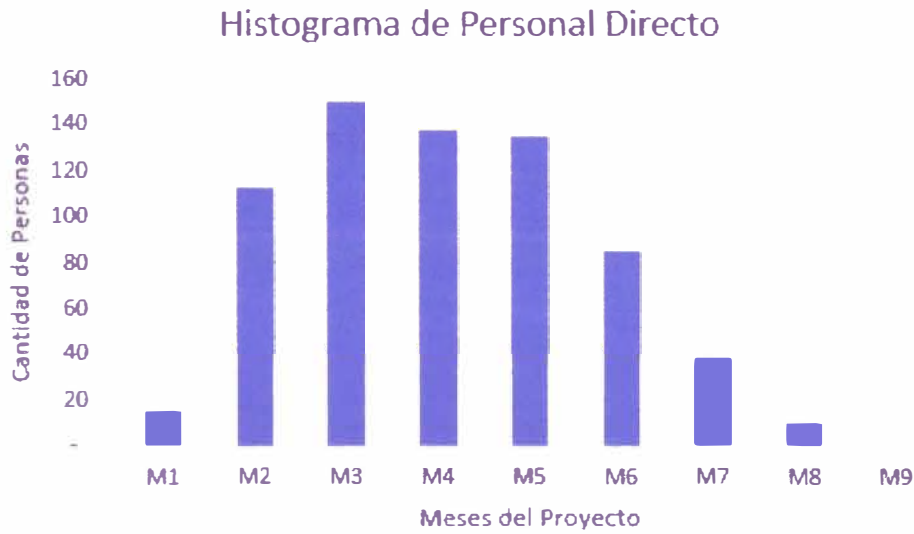
Salida: A continuación, en las figuras de la 88 a la 90 y la tabla 54 se muestra el cronograma del proyecto, histograma de personal directo, histograma de personal directo e indirecto e histograma de equipos principales.

Figura 88. Cronograma del método de instalación por Módulos



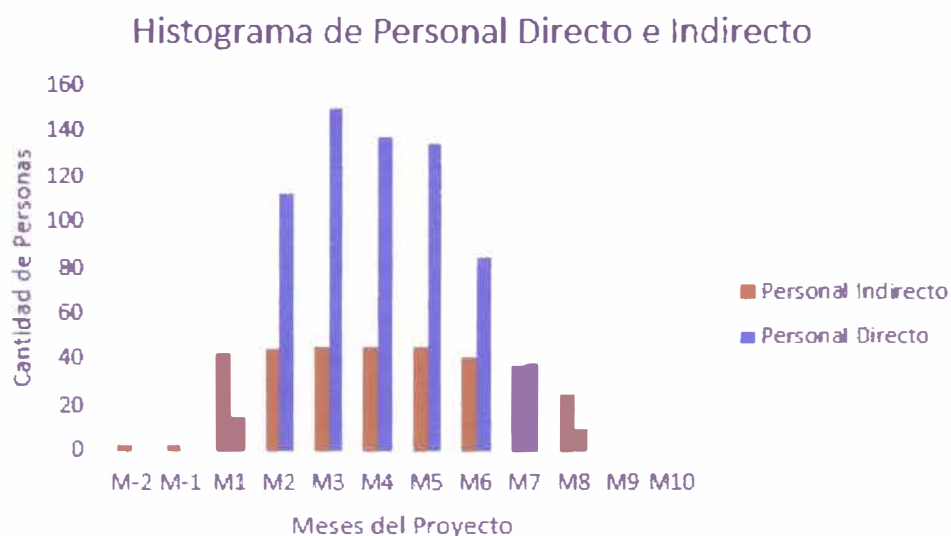
Fuente de información: Elaboración propia

Figura 89. Histograma de personal directo del método de instalación por Módulos



Fuente de información: Elaboración propia

Figura 90. Histograma de personal directo e indirecto del método de instalación por Módulos



Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 54. Histograma de equipos principales del método de instalación por Módulos

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES
GRÚAS												
GRÚA DE 650 TON	1	1	1	1							1	4
GRÚA DE 500 TON	1	1	1	1	1						1	5
GRÚA DE 250 TON											-	-
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
VEHÍCULOS												
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
MODULAR	1	1	1	1							1	4
CAMABAJA DE 60 TON	1	1	1	1							1	4
EQUIPOS DE APOYO												
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2			2	16
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN							4	4			4	8
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
TOTAL USO												

Fuente de información: Elaboración propia

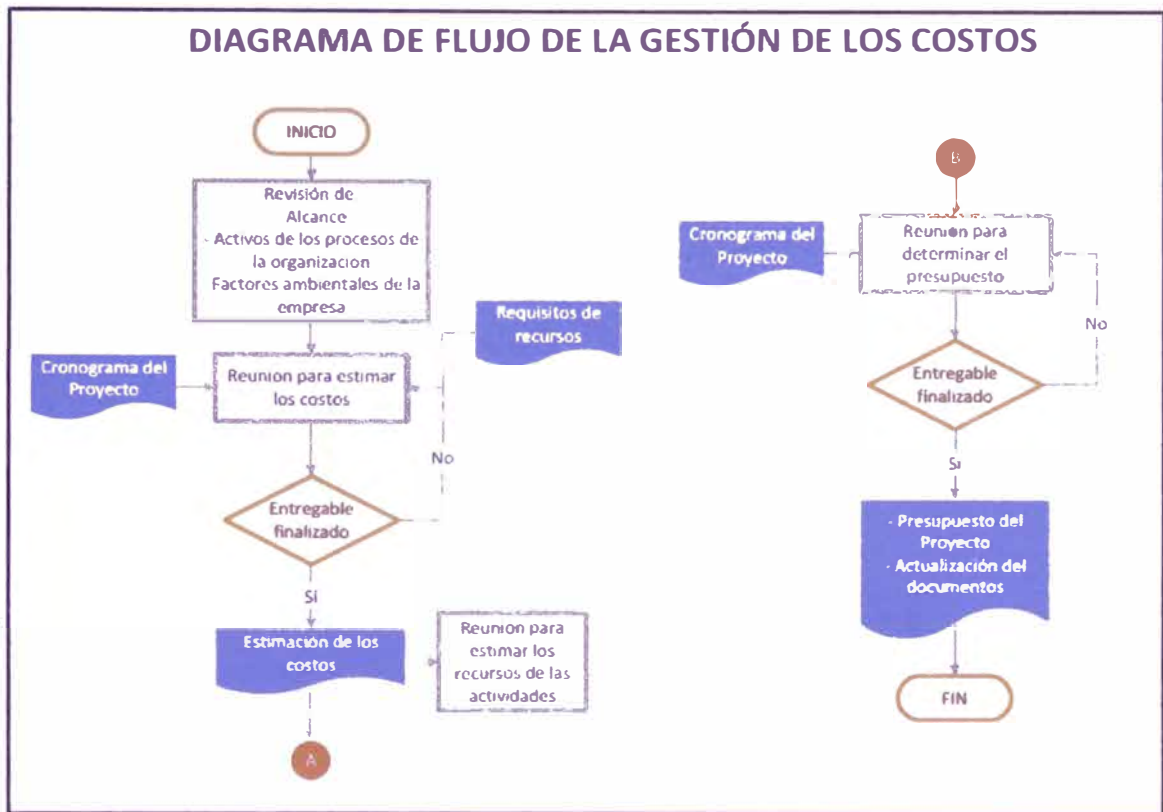
4.3.2 GESTIÓN DEL COSTO

4.3.2.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS

Entrada: Alcance del proyecto, factores ambientales de la empresa y activos de los procesos de la organización.

Salida: A continuación, en la figura 91 se muestra el diagrama de flujo de la gestión de los costos.

Figura 91. Diagrama de Flujo de la gestión de los costos.



Fuente de información: Elaboración propia

4.3.2.2 ESTIMAR LOS COSTOS

Entrada: Alcance del proyecto (planilla de precios, etc.), cronograma del proyecto, requisitos de recursos, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización, diagrama de flujo de la gestión de los costos.

Salida: A continuación, en las tablas de la 55 a al 63, se muestra la estimación de costos del proyecto.

Tabla 55. Parte del análisis de horas hombre por partida y su respectiva fase.

GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE										
CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Qty	Weight	FASE	Cantidad de Personas	Días	HH UNIT	Man-Hours
9160.02	9160.02	Temporary facilities	LS	1		GENERAL				
9160.03	9160.03	Mobilization and Demobilization	LS	1		GENERAL				
Total General Conditions Price										0
CNS Material By	CNS Erection By	Mechanical / Piping Scope	Unit	Qty	Weight	FASE	Cantidad de Personas	Días	HH UNIT	Man-Hours
9200.01	9200.01	Erection Mechanical HRSG, Stack, & Bypass Stack			2,992					82,240
9200.01.01	9200.01.01	Modules Erection	ea	10	1846.00	EQUIPO	12.00	1.00	120	1,200
9200.01.02	9200.01.02	Steam Drums	ea	8	109.00	EQUIPO	12.00	4.00	480	1,440
9200.01.03	9200.01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	ea	8	688.44	EQUIPO	50.00	30.00	15000	45,000
9200.01.04	9200.01.04	Main Stack and Silencers	ea	1	251.60	EQUIPO	24.00	75.00	18000	18,000
9200.01.06	9200.01.06	Platforms, Stairs, and ladders	gib	7	97.00	ESTRUCTURA	24.00	60.00	14400	14,400
9200.01.07	9200.01.07	HRSG Auxiliary equipment	gib	1	7.00	EQUIPO	8.00	10.00	800	800

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 56. Costo por tipo de cuadrilla de trabajo.

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERÍA	PRUEBAS	TOTAL	PU (USD)	PT (USD)
Jefe de Grupo		1,600	9,320	11,160	686	22,766	10 39	236,536
Operario Armador		3,200	9,320	-	1,371	13,891	8 92	123,912
Operario Alisamiento		-	9,320	-	-	9,320	8 92	83,134
Operario Tubero		-	-	22,320	-	22,320	8 92	199,094
Soldador 6G y TIG		-	-	22,320	-	22,320	11 59	258,689
Soldador 3G y 4G		1,600	-	-	-	1,600	10 47	16,752
Oficial		6,400	37,280	44,640	2,743	91,063	6 49	590,998
Ayudante		1,600	9,320	11,160	-	22,080	5 93	130,934
Total HH		14,400	74,560	111,600	4,800	205,360	TOTAL USD	1,540,049
USD x cuadrilla		112,944	560,318	929,628	37,159			
USD/HH		7 84	7 52	8 33	7 74			

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 57. Histograma de Equipos principales con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES	TARIFA MES	PT
GRÚAS														1,196,000
GRÚA DE 650 TON	1	1	1	1							1	4	160,000	640,000
GRÚA DE 500 TON	1	1	1	1	1						1	5	80,000	400,000
GRÚA DE 250 TON											-	-	53,000	-
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	8	19,500	156,000
VEHÍCULOS														372,000
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	8	8,500	68,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	8	13,500	108,000
MODULAR	1	1	1	1	1						1	4	35,000	140,000
CAMABAJA DE 60 TON	1	1	1	1							1	4	14,000	56,000
EQUIPOS DE APOYO														304,000
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2			2	16	8,500	136,000
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	4,000	32,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN							4	4			4	8	4,000	32,000
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	13,000	104,000
TOTAL USD														1,872,000
													HH/USD	9.12
													HH	205,360

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 58. Equipos Menores con sus respectivos costos.

EQUIPOS MENORES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Horno eléctrico	und	1.0	1,500.00	1,500.00
Tablero de control 220/440V 60hz	und	5.0	1,500.00	7,500.00
Grupo Electrogeno 120 kW	und	3.0	15,000.00	45,000.00
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	18.0	220.00	3,960.00
Esmeril Angular	und	35.0	300.00	10,500.00
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	15.0	3,500.00	52,500.00
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	2.0	2,100.00	4,200.00
% Equipos Menores	%		10%	12,516.00
TOTAL USD				137,676
			HH/USD	0.67
			HH	205,360

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 59. Herramientas con sus respectivos costos.

HERRAMIENTAS	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Equipo oxicorte semiautomático	und	2.0	250.00	500.00
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	18.0	430.00	7,740.00
Cortatubo manual de 2.1/2" a 4"	und	8.0	160.00	1,280.00
Horno eléctrico Portátil	und	17.0	130.00	2,210.00
Tecle ratchet 3l	und	9.0	330.00	2,970.00
Tirfor de 1.5t	und	9.0	220.00	1,980.00
Mordaza de cadena <12"	und	8.0	250.00	2,000.00
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	9.0	1,100.00	9,900.00
Estuche de Herramientas de calderero	und	7.00	250.00	1,750.00
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	7.0	250.00	1,750.00
Estuche de Herramientas de Montajista	und	3.0	250.00	750.00
Estuche de Herramientas de Tubero	und	15.0	250.00	3,750.00
% Herramientas	%		15%	5,487.00
TOTAL USD				42,067
			HH/USD	0.20
			HH	205,360

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 60. Consumibles con sus respectivos costos.

CONSUMIBLES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Electrodos	kg	1,000.0	3.20	3,200.00
Disco esmeril	und	250.0	2.91	727.50
Escobilla circular	Un	8.0	14.66	117.28
Escobillas	Un	40.0	0.69	27.60
Oxigeno	M3	300.0	3.34	1,002.00
Acetileno	M3	1,276.0	12.70	16,205.20
Estrobo & Grilletes	Glb	100,000.0	1.00	100,000.00
Tacos de madera	und	150.0	15.14	2,271.00
% Consumibles			25%	30,887.65
TOTAL USD				154,438
			HH/USD	0.75
			HH	205,360

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 61. Facilidades temporales con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO	PU	PT
OFICINAS					71,200
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und	4	8	1,200	38,400
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und	4	8	800	25,600
ESCALERAS	und	2	1	1,200	2,400
SSHH OFICINAS	und	2	8	300	4,800
ALMACENES					80,000
CONTENEDOR 40 PIES	und	4	8	1,200	38,400
CERCO METÁLICO	m	360	1	110	39,600
CASETA DE VIGILANCIA	und	2	1	1,000	2,000
SERVICIOS HIGIENICOS					16,021
SSHH OBREROS	und	8	8	250	16,021
TOTAL USD					167,221

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 62. Costo de Movilización y desmovilización

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MOVILIZA.	DESMOVL.	PT
GRÚAS			103,000
GRÚA DE 650 TON	40,000	40,000	80,000
GRÚA DE 500 TON	9,000	9,000	18,000
GRÚA DE 250 TON	6,000	6,000	-
GRÚA DE 90 TON	2,500	2,500	5,000
VEHÍCULOS			4,600
CAMIÓN PLATAFORMA	500	500	1,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	300	300	600
MODULAR	1,000	1,000	2,000
CAMABAJA DE 60 TON	500	500	1,000
EQUIPOS DE APOYO			14,400
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	1,400	1,400	5,600
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	500	500	1,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN	500	500	4,000
MONTACARGA 15 TON	1,900	1,900	3,800
MISCELANEO			34,000
EQUIPOS MENORES	3,000	3,000	6,000
HERRAMIENTAS	1,000	1,000	2,000
CONSUMIBLES	1,000	1,000	2,000
FACILIDADES TEMPORALES	12,000	12,000	24,000
TOTAL USD			156,000

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 63. Supervisión y otros costos indirectos.

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT
GERENCIA DE PROYECTO															
GERENTE DE PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10 000	100.000
ADMINISTRADOR DE CONTRATO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8 000	80.000
CALIDAD															
JEFE DE CALIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1		8	8.000	64.000
CONTROL DOCUMENTARIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		8	3 000	24.000
INSPECTOR DE CALIDAD END			1	1	1	1	1	1	1	1			7	5.000	35.000
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS			1	1	1	1	1	1					6	5.000	30.000
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	5.000	40.000
INSPECTOR ASME						1	1	1	1				4	5.000	20.000
SEGURIDAD (SSOMA)															
JEFE DE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1				7	8 000	56.000
ASISTENTE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1				7	3 000	21.000
SUPERVISOR SSOMA			1	3	4	3	3	2	1	1			18	5.000	90.000
OFICINA TÉCNICA															
JEFE DE OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1				7	8 000	56.000
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1				7	3 000	21.000
INGENIERO OFICINA TÉCNICA MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	6.000	30.000
INGENIERO OFICINA TÉCNICA TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6.000	48.000
METRADOR MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	4.000	20.000
METRADOR TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	4.000	32.000
INGENIERO DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1				7	4.500	31.500
ASISTENTE DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1				7	3.800	26.600
CONTROL DE PROYECTOS															
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS			1	1	1	1	1	1	1				7	8.000	56.000
INGENIERO DE PLANEAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6.000	48.000
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6.000	48.000
INGENIERO DE VALORIZACIONES			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6.000	48.000
CONSTRUCCIÓN															
JEFE DE CONSTRUCCIÓN			1	1	1	1	1	1	1	1			8	8.000	64.000
INGENIERO MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	6.000	30.000
INGENIERO TUBERÍAS			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6.000	48.000
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6.000	48.000
SUPERVISOR MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	5.000	25.000
SUPERVISOR DE TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	5.000	40.000
TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1					6	4.000	24.000
ADMINISTRACIÓN Y RRHH															
ADMINISTRADOR DE OBRA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	4.500	36.000
ASISTENTE ADMINISTRATIVO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3.500	28.000
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			7	3.000	21.000
COMPRADOR			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3.500	28.000
ASISTENTA SOCIAL			1	1	1	1	1	1	1				7	3.500	24.500
LOGÍSTICA															
JEFE DE SERVICIOS GENERALES			1	1	1	1	1	1	1				7	3.800	26.600
JEFE DE ALMACEN			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3.000	24.000
ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	2.500	20.000
PERSONAL DE APOYO															
AYUDANTE TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1				7	2.000	14.000
AYUDANTE ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	2.000	16.000
VIGILANTES			2	2	2	2	2	2	2	2			16	2.000	32.000
CHOFERES	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			18	2.500	45.000
EQUIPOS															
CAMIONETAS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			18	2.000	36.000
BUSE DE 50 PASAJEROS			1	1	1	1	1	1	1	1			8	7.000	56.000
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	850	6.800
TELECOMUNICACIONES	2	2	12	12	12	12	12	11	10	7			92	250	23.000
EQUIPOS DE COMPUTO	2	2	28	28	28	28	28	25	25	15			209	150	31.350
MISCELÁNEOS															
UTILES DE ESCRITORIO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	1.000	8.000
MATERIAL DE LIMPIEZA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	600	4.800
MATERIAL DE SEGURIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1			8	1.800	14.400
TOTAL USD															1.796.550

Fuente de información: Elaboración propia

4.3.2.3 DETERMINAR EL PRESUPUESTO

Entrada: Estimación de costos, cronograma del proyecto.

Salida: A continuación, en las tablas de la 64 a la 68 se muestra el presupuesto del proyecto.

Tabla 64. Ratios del costo directo.

MANO DE OBRA	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	INSTALACIÓN DE EQUIPO	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	PRUEBAS
Total HH	14,400	74,560	111,600	4,800
Total USD	112,944	560,318	929,628	37,159
USD/HH	7.84	7.52	8.33	7.74

OTROS COSTOS DIRECTOS	EQUIPOS MAYORES	EQUIPOS MENORES	HERRAMIENTAS	CONSUMIBLES
Total HH	205,360	205,360	205,360	205,360
Total USD	1,872,000	137,676	42,067	154,438
USD/HH	9.12	0.67	0.20	0.75

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 65. Ratios asignadas a cada partida.

GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE															
WBS	WBS	General Conditions	Unit	Qty	Man-Hours	USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	PU	PT		
9160.02	9160.02	Temporary Ac-Steam	LS	1								\$167,221	\$167,221		
9160.03	9160.03	Steam Drums and Distribution	LS	1								\$156,000	\$156,000		
Total General Conditions Price												0			323,221
WBS	WBS	Mechanical / Piping Scope	Unit	Qty	Man-Hours	USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	PU	PT		
9200.01	9200.01	Erection Mechanical - H2S6, Steam, & Oxygen Soud			83,280								1,546,265		
9200.01.01	9200.01.01	Modules Erection	ea	10	1,200	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	2,191	21,910		
9200.01.02	9200.01.02	Steam Drums	ea	3	1,440	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	8,764	26,292		
9200.01.03	9200.01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	ea	3	45,000	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	273,870	821,610		
9200.01.04	9200.01.04	Main Stack and Silencers	ea	1	18,000	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	328,644	328,644		
9200.01.06	9200.01.06	Pi-chords, Stairs, and Ladders	glb	1	14,400	7.84	9.12	0.67	0.20	0.75	18.59	267,643	267,643		
9200.01.07	9200.01.07	H2SO4 Auxiliary equipment	glb	1	800	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	14,606	14,606		
9200.01.08	9200.01.08	Condensate Preheating	ea	1	320	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	5,843	5,843		
9200.01.09	9200.01.09	Superheater and De-Superheaters	ea	1	480	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	8,764	8,764		
9200.01.10	9200.01.10	Blowdown System	ea	1	240	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	4,382	4,382		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 66. Las ratios son agrupadas según lo solicitado por el cliente.

USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	Labor Cost	Construction Equipment	Tools & Consumables
7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	7.52	9.79	0.96

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 67. Presupuesto de la instalación de un HRSG por Módulos.

GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE									
CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Qty	Man-Hours	Labor Price	Construction Equipment Price	Tools and consumables Price	Price
9160.02	9160.02	Temporary facilities	LS	1					\$167,221
9180.03	9180.03	Mobilization and Demobilization	LS	1					\$156,000
Total General Conditions Price					0	\$0	\$0	\$0	\$323,221

CNS Material By	CNS Erection By	Mechanical / Piping Scope	Unit	Qty	Man-Hours	Labor Price	Construction Equipment Price	Tools and consumables Price	Price
9200.01	9200.01	Erection Mechanical - HRSG, Stack, & Bypass Stack			82,280	\$622,763	\$804,810	\$78,694	\$1,506,265
9200 01.01	9200 01.01	Modules Erection	ea	10	1,200	\$9,018	\$11,743	\$1,148	\$21,910
9200 01.02	9200 01.02	Steam Drums	ea	3	1,440	\$10,822	\$14,092	\$1,378	\$26,292
9200 01.03	9200 01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	ea	3	45,000	\$338,175	\$440,375	\$43,060	\$821,610
9200 01.04	9200 01.04	Main Stack and Silencers	ea	1	18,000	\$135,270	\$176,150	\$17,224	\$328,644
9200 01.06	9200 01.06	Platforms, Stairs, and Ladders	plb	1	14,400	\$112,944	\$140,920	\$13,779	\$267,643
9200 01.07	9200 01.07	HRSG Auxiliary equipment	gib	1	800	\$6,012	\$7,829	\$766	\$14,606
9200 01.08	9200 01.08	Condensate Preheating	ea	1	320	\$2,405	\$3,132	\$306	\$5,843
9200 01.09	9200 01.09	Superheater and De-Superheaters	ea	1	480	\$3,607	\$4,697	\$459	\$8,764

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 68. Cuadro resumen de costos de la instalación de un HRSG por Módulos.

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN		PRECIO PARCIAL (USD)
COSTO DIRECTO		4,169,452
COSTO INDIRECTO		1,799,550
UTILIDAD	10%	596,900
SUBTOTAL		6,565,902
IGV	18%	1,181,862
TOTAL + IGV		7,747,764

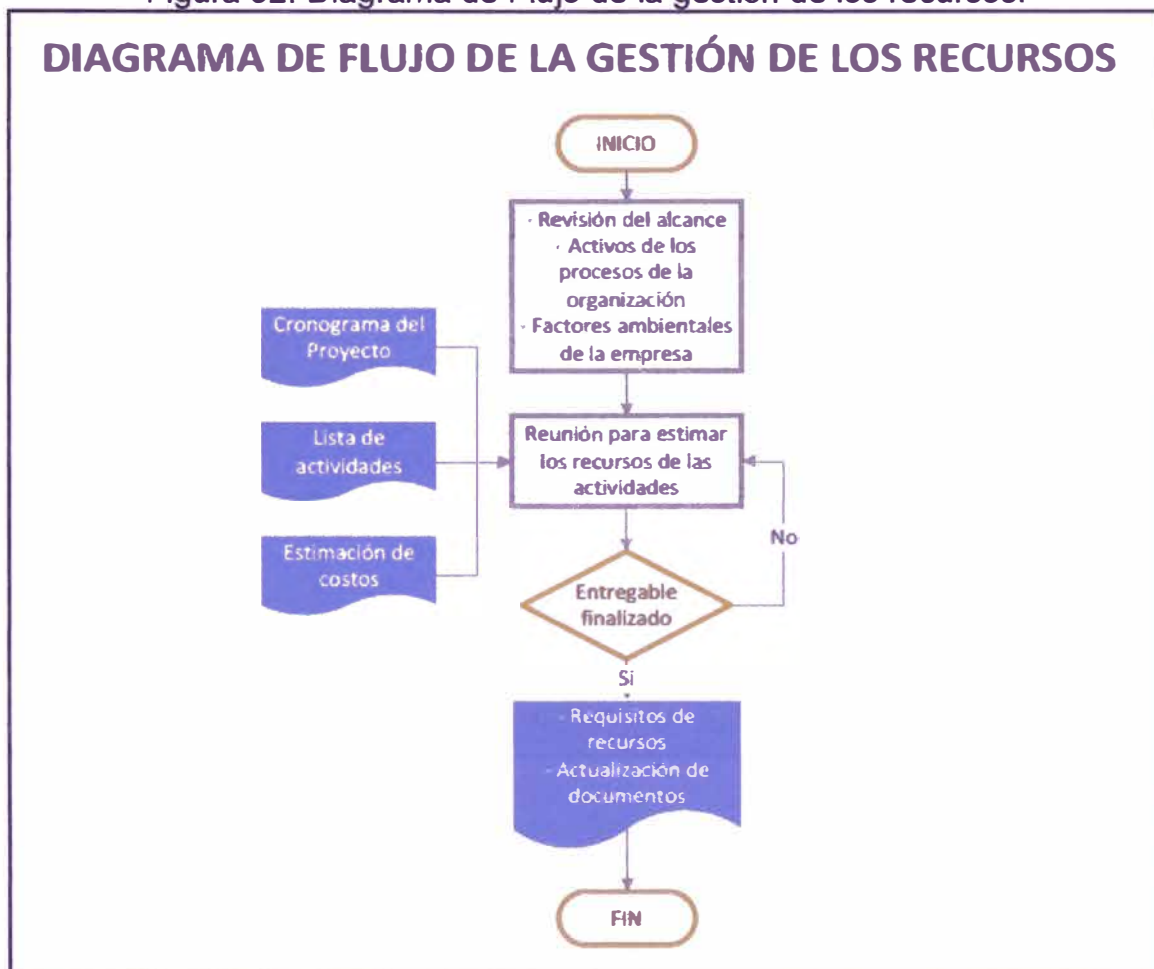
Fuente de información: Elaboración propia

4.3.2.4 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS

Entrada: Alcance del proyecto, cronograma del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

Salida: A continuación, en la figura 92 se muestra diagrama de flujo de la gestión de los recursos.

Figura 92. Diagrama de Flujo de la gestión de los recursos.



Fuente de información: Elaboración propia

4.3.2.5 ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

Entrada: Diagrama de flujo de la gestión de los recursos, lista de actividades, estimación de costos, cronograma del proyecto, factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización.

Salida: A continuación, en las tablas de la 69 a la 77 se muestran los requisitos de recursos para el proyecto.

Tabla 69. Composición de cuadrillas de trabajo.

CUADRILLAS	CATEGORÍA	Jefe de Grupo	Operario Amador	Operario Alineamiento	Operario Tubero	Soldador 6G y FIG	Soldador 3G y 4G	Oficial	Ayudante	Total
Cuadrillas de instalación de estructuras		1	2				1	4	1	9
Cuadrillas de instalación de equipos		1	1	1				4	1	8
Cuadrillas de instalación de tuberías		1			2	2		4	1	10
Cuadrillas de pruebas		1	2					4		7

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 70. Cálculo de cantidad de obreros

DESCRIPCIÓN	HH	Cant. de personas x cuadrilla	Plazo según cronograma (días)	Cant. de cuadrillas	Cant. de Operarios	Cant. de Soldadores	Cant. de Obreros
ESTRUCTURA	14,400	9	95	2	3	2	15
EQUIPO	74,560	8	125	7	15	-	60
TUBERÍA	111,600	10	148	8	15	15	75
PRUEBAS	4,800	7	48	1	3	-	10
TOTAL	205,360			18	36	17	160

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 71. Resumen de HH por cuadrilla y según la categoría del obrero.

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERÍA	PRUEBAS	TOTAL
Jefe de Grupo		1,600	9,320	11,160	686	22,766
Operario Armador		3,200	9,320	-	1,371	13,891
Operario Alineamiento		-	9,320	-	-	9,320
Operario Tubero		-	-	22,320	-	22,320
Soldador 6G y TIG		-	-	22,320	-	22,320
Soldador 3G y 4G		1,600	-	-	-	1,600
Oficial		6,400	37,280	44,640	2,743	91,063
Ayudante		1,600	9,320	11,160	-	22,080
Total HH		14,400	74,560	111,600	4,800	205,360

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 72. Histograma de equipos principales.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ. MES
GRÚAS												
GRÚA DE 650 TON	1	1	1	1							1	4
GRÚA DE 500 TON	1	1	1	1	1						1	5
GRÚA DE 250 TON											-	-
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
VEHÍCULOS												
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
MODULAR	1	1	1	1							1	4
CAMABAJA DE 60 TON	1	1	1	1							1	4
EQUIPOS DE APOYO												
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2			2	16
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN							4	4			4	8
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8
TOTAL USD												

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 73. Equipos menores.

EQUIPOS MENORES	Und	Cant
Horno eléctrico	und	1.0
Tablero de control 220/440V 60hz	und	5.0
Grupo Electrónico 120 kW	und	3.0
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	18.0
Esmeril Angular	und	35.0
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	15.0
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	2.0
% Equipos Menores	%	10%
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 74. Herramientas.

HERRAMIENTAS	Und	Cant
Equipo oxicorte semiautomático	und	2.0
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	18.0
Cortatubo manual de 2.1/2" a 4"	und	8.0
Horno eléctrico Portátil	und	17.0
Teclé ratchet 3t.	und	9.0
Tirfor de 1.5t	und	9.0
Mordaza de cadena <12"	und	8.0
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	9.0
Estuche de Herramientas de calderero	und	7.00
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	7.0
Estuche de Herramientas de Montajista	und	3.0
Estuche de Herramientas de Tubero	und	15.0
% Herramientas	%	15%
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 75. Consumibles.

CONSUMIBLES	Und	Cant
Electrodos	kg	1,000.0
Disco esmeril	und	250.0
Escobilla circular	Un	8.0
Escobillas	Un	40.0
Oxígeno	M3	300.0
Acetileno	M3	1,276.0
Estrobo & Grilletas	Glb	100,000.0
Tacos de madera	und	150.0
% Consumibles		25%
TOTAL USD		

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 76. Facilidades temporales.

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO
OFICINAS			
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und	4	8
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und	4	8
ESCALERAS	und	2	1
SSHH OFICINAS	und	2	8
ALMACENES			
CONTENEDOR 40 PIES	und	4	8
CERCO METÁLICO	m	360	1
CASETA DE VIGILANCIA	und	2	1
SERVICIOS HIGIENICOS			
SSHH OBREROS	und	8	8
TOTAL USD			

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 77. Supervisión y otros costos indirectos.

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M.2	M.1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total
GERENCIA DE PROYECTO													
GERENTE DE PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10
ADMINISTRADOR DE CONTRATO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10
CALIDAD													
JEFE DE CALIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1			8
CONTROL DOCUMENTARIO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INSPECTOR DE CALIDAD END			1	1	1	1	1	1	1	1			7
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS			1	1	1	1	1	1					6
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INSPECTOR ASME						1	1	1	1				4
SEGURIDAD (SSOMA)													
JEFE DE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1				7
ASISTENTE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1				7
SUPERVISOR SSOMA			1	3	4	3	3	2	1	1			18
OFICINA TÉCNICA													
JEFE DE OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1				7
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1				7
INGENIERO OFICINA TÉCNICA MECÁNICO			1	1	1	1	1						5
INGENIERO OFICINA TÉCNICA TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
METRADOR MECÁNICO			1	1	1	1	1						5
METRADOR TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INGENIERO DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1			7
ASISTENTE DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1			7
CONTROL DE PROYECTOS													
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS			1	1	1	1	1	1	1				7
INGENIERO DE PLANEAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INGENIERO DE VALORIZACIONES			1	1	1	1	1	1	1	1			8
CONSTRUCCIÓN													
JEFE DE CONSTRUCCIÓN			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INGENIERO MECÁNICO			1	1	1	1	1						5
INGENIERO TUBERÍAS			1	1	1	1	1	1	1	1			8
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
SUPERVISOR MECÁNICO			1	1	1	1	1						5
SUPERVISOR DE TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1					6
ADMINISTRACION Y RRHH													
ADMINISTRADOR DE OBPA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
ASISTENTE ADMINISTRATIVO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1				7
COMPRADOR			1	1	1	1	1	1	1	1			8
ASISTENTA SOCIAL			1	1	1	1	1	1	1				7
LOGISTICA													
JEFE DE SERVICIOS GENERALES			1	1	1	1	1	1	1				7
JEFE DE ALMACEN			1	1	1	1	1	1	1	1			8
ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
PERSONAL DE APOYO													
AYUDANTE TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1				7
AYUDANTE ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
VIGILANTES			2	2	2	2	2	2	2	2			16
CHOFERES	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			18
EQUIPOS													
CAMBONETAS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			18
BUSE DE 50 PASAJEROS			1	1	1	1	1	1	1	1			8
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
TELECOMUNICACIONES	2	2	12	12	12	12	12	11	10	7			92
EQUIPOS DE COMPUTO	2	2	28	28	28	28	28	25	25	15			209
MISCELANÉOS													
UTILES DE ESCRITORIO			1	1	1	1	1	1	1	1			8
MATERIAL DE LIMPIEZA			1	1	1	1	1	1	1	1			8
MATERIAL DE SEGURIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1			8
TOTAL USD													

Fuente de información: Elaboración propia

CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

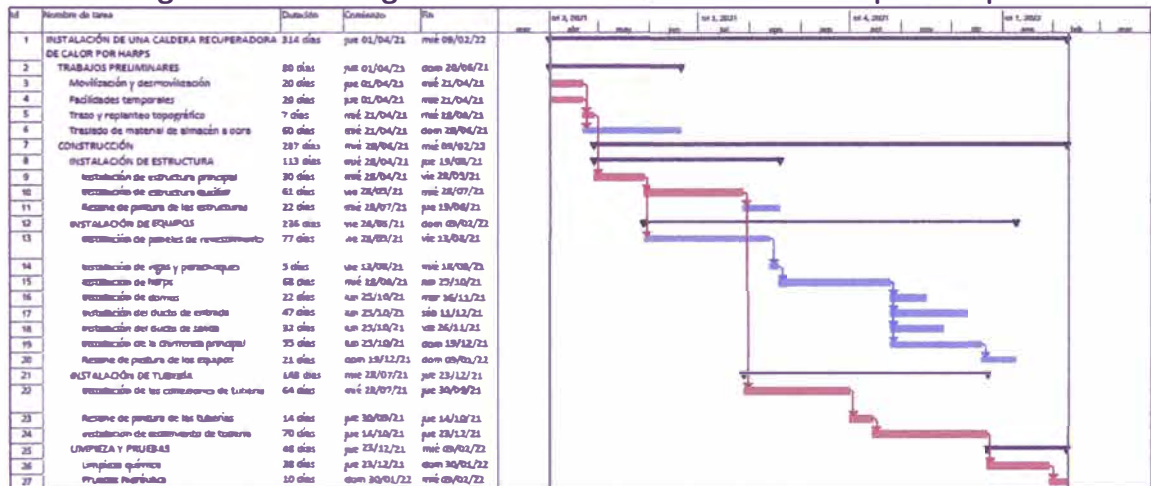
5.1 ANÁLISIS

Como resultado final después de haber identificado el presupuesto final y el cronograma de instalación de cada uno de los tipos de instalación mencionados en este estudio, haremos un comparativo para dar respuestas al problema de investigación, así como a las hipótesis mencionadas en el capítulo 3.

5.1.1 CRONOGRAMAS DE LAS INSTALACIONES

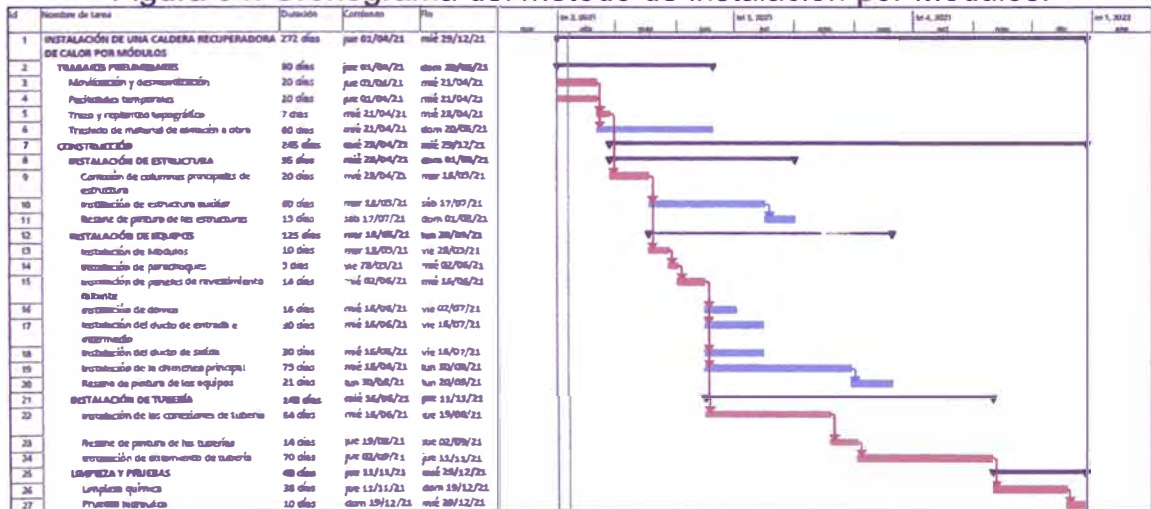
A continuación, presentaré los cronogramas para ambos métodos de instalación de la caldera recuperadora de calor.

Figura 93. Cronograma del método de instalación por Harps.



Fuente de información: Elaboración propia

Figura 94. Cronograma del método de instalación por Módulos.



Fuente de información: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra un resumen de fechas para ambos casos:

Tabla 78. Comparativo de fechas entre ambos métodos.

Item	Descripción	Método por Harps			Método por Módulos		
		Duración (días)	Inicio	Fin	Duración (días)	Inicio	Fin
00	Duración total	314	1/04/2021	9/02/2022	272	1/04/2021	29/12/2021
01	Trabajos Preliminares	80	1/04/2021	20/06/2021	80	1/04/2021	20/06/2021
01.01	Movilización y desmovilización	20	1/04/2021	21/04/2021	20	1/04/2021	21/04/2021
01.02	Facilidades Temporales	20	1/04/2021	21/04/2021	20	1/04/2021	21/04/2021
01.03	Trazo y replanteo topográfico	7	21/04/2021	28/04/2021	7	21/04/2021	28/04/2021
01.04	Traslado de material de almacén a obra	60	21/04/2021	20/06/2021	60	21/04/2021	20/06/2021
02	Construcción	287	28/04/2021	9/02/2022	245	28/04/2021	29/12/2021
02.01	Instalación de estructura	113	28/04/2021	19/08/2021	95	28/04/2021	1/08/2021
02.02	Instalación de equipos	226	28/05/2021	9/01/2022	125	18/05/2021	20/09/2021
02.03	Instalación de tubería	148	28/07/2021	23/12/2021	148	16/06/2021	11/11/2021
02.04	Limpieza y Pruebas	48	23/12/2021	9/02/2022	48	11/11/2021	29/12/2021

Fuente de información: Elaboración propia

Se puede apreciar que se han descrito actividades muy similares para ambos casos, donde las duraciones y fechas que son iguales se ha sombreado en color amarillo, las fechas y duraciones no son iguales están sombreadas en blanco y las actividades y duraciones donde presenta diferencias están con color de fuente en rojo.

Observaciones de los Cronogramas y cuadro resumen:

- La duración total del proyecto instalación de la caldera recuperadora de calor mediante el método por harps es de 314 días la cual supera por 42 días al método de instalación por módulos el cual tiene 272 días de duración.
- Para ambos métodos de instalación los trabajos preliminares que son las actividades previas vienen a ser iguales ya que demanda la misma cantidad de recursos y plazos.
- La diferencia de los plazos se puede apreciar en la construcción donde se mantiene la diferencia de 42 días para ambos métodos.
- Las actividades con color de fuente en rojo son las únicas que presentan diferencia, mientras que la instalación de tubería y la limpieza y pruebas tienen la misma cantidad de tiempo para ejecutarlas.
- La instalación de estructura para el método de instalación por harps es de 113 días mientras que para el método por módulos es de 95 días dando una diferencia de 13 días.
- La instalación de equipos para el método de instalación por harps es de 226 días mientras que para el método por módulos es de 125 días dando una diferencia de 101 días.
- La instalación de la estructura del método por harps tiene mayor plazo debido a que para este método la estructura total es suministrada despiezada y hay que realizar

la instalación pieza a pieza tal como se detalla en el capítulo 2, mientras que para el método por módulos la estructura principal es suministrada adosada en su mayor parte a los equipos, disminuyendo la cantidad de trabajo a realizar.

- Para ambos métodos a instalar es necesario realizar un resane de pintura en la estructura, siendo el método por harps el que demanda mayor tiempo debido a que los resanes a realizar son proporcionales a los trabajos realizados en la estructura.
- La duración para la instalación de los equipos que comprenden el cuerpo de la caldera recuperadora de calor para el método por harps también es mayor debido a que la tubería interna de la caldera es suministrada por el fabricante en harps que para la caldera de la central de Las Flores tiene una cantidad de 32 harps el cual tiene una secuencia de instalación con muchos pasos como se detalla en el capítulo 2. En el caso del método por módulos el fabricante suministra 10 módulos que comprenden la tubería interna ya instalada y fija dentro de la estructura y cubierta con revestimiento lateral, inferior y superior, haciendo que el módulo sea compacto y reduciendo el tiempo de instalación de cada uno de esos componentes.
- En el caso de los ductos de entrada, intermedio, salida y chimenea principal, se aprecia algunas diferencias de plazos en sus instalaciones los cuales son producto de cómo es suministrado por el fabricante cuya diferencia se puede apreciar en las planillas de precios donde se indican las cantidad y pesos a ser suministradas.
- La instalación de la tubería para ambos casos viene definida por el avance de la soldadura que representa la actividad principal, considerar que para una caldera recuperadora de calor las tuberías son de material acero aleado (P11, P22 y P91) en su gran mayoría, haciendo que los rendimientos del soldador sean superiores a los de una soldadura tradicional, además de agregar trabajos de precalentamiento, post enfriamiento, ensayos no destructivos al 100% para cada junta soldada y finalmente la colocación de asilamiento para cada línea.
- La duración para la limpieza y prueba hidrostática de la caldera recuperado de calor es la misma para ambos métodos y esta comprende realizar una limpieza química haciendo circular volúmenes de agua con aditivos que garanticen una limpieza interna de toda la tubería. Luego de ellos se realizará una prueba hidrostática a toda la caldera la cual se procederá a sellar todas las salidas y entradas de las líneas de tubería de la caldera y se aumentará la presión por un intervalo de tiempo verificando que la presión no varíe.

5.1.2 CUADRO RESUMEN DE COSTOS

A continuación, se mostrará el cuadro resumen donde se compara los costos de ambos métodos:

Tabla 79. Cuadro resumen comparativo

COMPARATIVO DE COSTOS				
DESCRIPCIÓN		MÉTODO POR HARPS	MÉTODO POR MÓDULOS	DIFERENCIA
		PRECIO PARCIAL (USD)	PRECIO PARCIAL (USD)	PRECIO PARCIAL (USD)
COSTO DIRECTO		5,294,313	4,169,452	1,124,862
COSTO INDIRECTO		2,277,450	1,799,550	477,900
UTILIDAD	10%	757,176	596,900	160,276
SUBTOTAL		8,328,940	6,565,902	1,763,038
IGV	18%	1,499,209	1,181,862	317,347
TOTAL + IGV		9,828,149	7,747,764	2,080,385

Fuente de información: Elaboración propia

Ahora procederemos a desglosar los costos directos e indirectos y realizar su respectiva comparación:

Tabla 80. Cuadro comparativo de desglose de costos directos

DESGLOSE DE COSTO DIRECTO				
DESCRIPCIÓN		MÉTODO POR HARPS	MÉTODO POR MÓDULOS	DIFERENCIA
		PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL
General Conditions	USD	365,081	323,221	41,860
Labor Price	USD	1,948,836	1,640,049	308,787
Construction Equipment Price	USD	2,782,954	2,009,676	773,278
Tools and consumables Price	USD	197,442	196,505	937
		5,294,313	4,169,452	1,124,862

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 81. Cuadro comparativo de costos de condiciones generales

COMPARATIVO DE CONDICIONES GENERALES				
DESCRIPCIÓN		MÉTODO POR HARPS	MÉTODO POR MÓDULOS	DIFERENCIA
		PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL
Temporary facilities	USD	197,081	167,221	29,860
Mobilization & Desmobilization	USD	168,000	156,000	12,000
		365,081	323,221	41,860

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 82. Cuadro comparativo de costos de mano de obra

COMPARATIVO DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN		MÉTODO POR HARPS	MÉTODO POR MÓDULOS	DIFERENCIA
		PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL
ESTRUCTURA	USD	197,338	112,944	84,394
EQUIPO	USD	820,187	560,318	259,869
TUBERIA	USD	896,475	929,628	- 33,153
PRUEBAS	USD	34,836	37,159	- 2,322
		1,948,836	1,640,049	308,787

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 83. Cuadro comparativo de las horas hombre estimadas para cada método de instalación.

COMPARATIVO DE HORAS HOMBRE				
DESCRIPCIÓN		MÉTODO POR HARPS	MÉTODO POR MÓDULOS	DIFERENCIA
ESTRUCTURA	HH	25,160	14,400	10,760
EQUIPO	HH	109,140	74,560	34,580
TUBERIA	HH	107,620	111,600	- 3,980
PRUEBAS	HH	4,500	4,800	- 300
		246,420	205,360	41,060

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 84. Cuadro comparativo de costos de equipos

COMPARATIVO DE EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	MÉTODO POR HARPS			MÉTODO POR MÓDULOS			DIFERENCIA
	CANT	EQ-MES	PT (USD)	CANT	EQ-MES	PT (USD)	USD
GRÚAS			1,747,500			1,196,000	551,500
GRÚA DE 650 TON	1	6	960,000	1	4	640,000	320,000
GRÚA DE 500 TON	1	5	400,000	1	5	400,000	-
GRÚA DE 250 TON	1	4	212,000	-	-	-	212,000
GRÚA DE 90 TON	1	9	175,500	1	8	156,000	19,500
VEHÍCULOS			528,000			372,000	156,000
CAMIÓN PLATAFORMA	1	10	85,000	1	8	68,000	17,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	10	135,000	1	8	108,000	27,000
MODULAR	1	6	210,000	1	4	140,000	70,000
CAMABAJA DE 60 TON	1	7	98,000	1	4	56,000	42,000
EQUIPOS DE APOYO			372,000			304,000	68,000
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	20	170,000	2	16	136,000	34,000
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	10	40,000	1	8	32,000	8,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN	4	8	32,000	4	8	32,000	-
MONTACARGA 15 TON	1	10	130,000	1	8	104,000	26,000
EQUIPOS MENORES			135,454			137,676	- 2,222
EQUIPOS MENORES	1	1	135,454	1	1	137,676	- 2,222
TOTAL USD			2,782,954			2,009,676	773,278

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 85. Cuadro comparativo de costos de herramientas y consumibles

COMPARATIVO DE HRRRTAS. Y CONSUM.				
DESCRIPCIÓN		MÉTODO POR HARPS	MÉTODO POR MÓDULOS	DIFERENCIA
		PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL
HERRAMIENTAS	USD	41,734	42,067	- 334
CONSUMIBLES	USD	155,708	154,438	1,270
		197,442	196,505	937

Fuente de información: Elaboración propia

Tabla 86. Cuadro comparativo de desglose de costos indirectos

DESGLOSE DE COSTO INDIRECTO					
DESCRIPCION	METODO POR HARPS		METODO POR MÓDULOS		DIFERENCIA
	Und-MES	USD	Und-MES	USD	USD
GERENCIA DE PROYECTO	24	216,000	20	180,000	36,000
CALIDAD	51	265,000	41	213,000	52,000
SEGURIDAD (SSOMA)	40	209,000	32	167,000	42,000
OFICINA TECNICA	72	353,700	54	265,100	88,600
CONTROL DE PROYECTOS	38	246,000	31	200,000	46,000
CONSTRUCCIÓN	66	377,000	48	279,000	98,000
ADMINISTRACIÓN Y RRHH	47	170,000	38	137,500	32,500
LOGISTICA	29	89,200	23	70,600	18,600
PERSONAL DE APOYO	59	128,500	49	107,000	21,500
EQUIPOS INDIRECTOS	424	189,050	335	153,150	35,900
MISCELANEOS	30	34,000	24	27,200	6,800
TOTAL USD		2,277,450		1,799,550	477,900

Fuente de información: Elaboración propia

A continuación, mencionaré las observaciones del costo:

- El IGV que representa el 18% se aplica sobre el subtotal para ambos métodos de instalación.
- La utilidad representa el 10% y se aplica sobre la suma del costo directo más el costo indirecto, para ambos métodos de instalación es el mismo criterio.
- La diferencia total entre ambos métodos de instalación es de 2,080,385.00 USD, donde debido a que el IGV y la utilidad son porcentajes, las diferencias parten del costo directo y costo indirecto, por ello se mencionarán las siguientes observaciones a continuación respecto de los cuadros de desglose del costo directo e indirecto:
- En la tabla 80, desglose de costo directo podemos observar que la diferencia total es de 1,124,862.00 USD, de lo cual entre los cuatro conceptos desglosados podemos ver que la principal diferencia se da en los equipos de construcción (Construction Equipment Price) y en la mano de obra (Labor Price).
- En la tabla 81, comparativo de condiciones generales, los cuales contemplan las facilidades temporales (Temporary facilities) y la movilización y desmovilización (Mobilization & Desmobilization) tiene una diferencia total de 41,860.00 USD

- Las facilidades temporales (Temporary facilities) que incluye las oficinas, almacenes, servicios higiénicos que se utilizarán temporalmente son proporcionales al plazo de construcción, y debido a que ambos métodos de instalación tienen plazos diferentes también presentarán diferencias en costo.
- La movilización y desmovilización (Mobilization & Demobilization) que incluye la movilización y desmovilización de todos los equipos, materiales, oficinas, almacenes, etc. Presenta diferencias en costo por motivo que en el método de instalación por módulos se utiliza una grúa menos ya que la cantidad de maniobras se reduce y no es necesario dicha grúa.
- En la tabla 82, comparativo de mano de obra y en la tabla 83, comparativo de horas hombre se han desglosado en cuatro cuadrillas típicas de acuerdo con la naturaleza de los trabajos a realizar (Estructura, equipo, tubería y pruebas), donde se puede observar que los costos son proporcionales a las horas hombre.
- La diferencia en la cuadrilla de estructura se debe a que las estructuras suministradas para el método de instalación por módulos, ya viene en gran parte adosada a los módulos por lo que las horas hombre necesarias para la instalación es menor haciendo que el costo también sea menor.
- La diferencia en la cuadrilla de equipos se debe a que los equipos suministrados tienen diferente configuración en ambos métodos de instalación. En el caso del método por harps es suministrado en más piezas que el método por módulos haciendo que se consuman más horas hombre durante la instalación y eso también se ve reflejado en el costo.
- La diferencia en las cuadrillas de tuberías y pruebas es mínima y eso se da porque en ambos métodos de instalación se presentan pequeñas variaciones de diseño, los cuales se evidencian en las cantidades figuradas en sus planillas de precio, donde los componentes que deben ser iguales o muy similares tienen ligeras diferencias de peso y tamaño sin quitar la misma efectividad de la caldera recuperadora de calor.
- En la tabla 84, comparativo de equipos se puede observar que la diferencia en costo es por los plazos y cantidades de equipos utilizados para cada método de instalación. Debido a que el plazo del método de instalación por

harps conlleva mayor tiempo los equipos involucrados también tendrán mayor tiempo y costo.

- En la tabla 85, comparativo de herramientas y consumibles se puede apreciar que las diferencias son mínimas debido a que en ambos métodos de instalación dichos conceptos están sujetos a compra y no están en función al plazo del proyecto.
- En la tabla 86, desglose de costo indirecto se puede observar que la diferencia de costos se da porque la cantidad de unidades-mes son diferentes, debido a que el plazo del método de instalación por harps es mayor, eso hace que se requiera contratar personal y equipos indirectos mayor tiempo

CONCLUSIONES

En esta sección podemos dar respuesta a la realidad problemática que se planteó en un inicio, y añadir también algunas apreciaciones importantes a tomar en cuenta.

A continuación, se mencionará las siguientes conclusiones:

- Después de revisar los resultados de cada uno de los métodos para instalar una caldera recuperadora de calor, se concluye que el método de instalación por módulos es el óptimo en tiempo y costo. Ya que al analizar ambos métodos de instalación el método de instalación por módulos es suministrado por el fabricante de manera más compacta favoreciendo la reducción del plazo de instalación, así como el costo.
- Se concluye que la metodología empleada por el PMBOK es apropiada para la planificación del tiempo y costo de ambos procesos de instalación propuestos para una caldera recuperadora de calor. Debido a que la planificación es un proceso dinámico e iterativo, nos permite obtener una adecuada estructura a seguir que se puede plasmar en diagramas de flujo que indique las entradas, salidas y entregables parciales, obteniendo como resultado para cada caso el cronograma y el presupuesto.
- Al hacer el comparativo tanto en tiempo como en costo de ambos métodos podemos concluir que a hay una reducción en los plazos del cronograma de 13% del método de instalación por módulos respecto al método de instalación por harps, y un ahorro en costo de 21% del método de instalación por módulos respecto al método de instalación por harps.
- También se puede concluir que el procedimiento para la instalación de la caldera recuperadora de calor, así como el procedimiento para la planificación de la estimación del cronograma y del costo se puede aplicar para otros proyectos donde se requiera instalar una caldera recuperadora de calor sea para un proyecto nuevo como para una conversión de centrales térmicas de ciclo simple a ciclo combinado.

RECOMENDACIONES

A continuación, se mencionará las siguientes recomendaciones:

- Los procedimientos de instalación para ambos métodos deben seguirse según las recomendaciones del fabricante, de manera estricta para garantizar el correcto funcionamiento del equipo durante la etapa de operación.
- Es recomendable también tener un inspector ASME en el proyecto quien pueda validar los procesos de instalación de la caldera recuperadora de calor, este inspector tiene que estar calificado para poner la estampa ASME una vez que las pruebas finales se hayan realizado exitosamente.
- Si bien el método de instalación por módulos es el óptimo en tiempo como en costo, es recomendable mencionar que el cliente tendrá que tomar en cuenta otras variables a considerar, tales como: el acceso de los componentes suministrados desde el puerto de llegada hasta la ubicación de la central térmica, costos por preservación de los componentes de los equipos durante su almacenamiento, costos por el tipo de almacenamiento sea abierto o cerrado, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Kenneth S. (2020). Industrial Construction Estimating Manual. Gulf Professional Publishing, Elsevier. United States, Cambridge.
- Douglas R. (2016). Contratos EPC o EPCM. Recuperado de <https://www.ausenco.com/download/10996>
- Mitsubishi Power Ltd, (s.f.) Heat Recovery Steam Generation (HRSG). Recuperado de <https://power.mhi.com/products/boilers/lineup/hrsg>
- Asenjo Q., Castillo C., y Muñoz V. (2017). Plan de gestión de los procesos alcance, tiempo y costo para el proyecto denominado: "Provisión de servicios de saneamiento para el distrito de Punta Hermosa" [Tesis de Maestría]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú. (1,6). Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe>
- Casillas J., Mejía C. y Páez N. (2018). Diseño de una metodología de los procesos de inicio y planeación de la guía PMBOK aplicada a la empresa AMR Construcciones S. A. S. Universidad Católica de Colombia. [Tesis]. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co>
- Klinger Carreras. H. U. (2017). Desarrollo de planificación y programación del montaje de caldera de ciclo combinado en cogeneradora Aconcagua, [Tesis]. Universidad Técnica Federico Santa María. Viña del Mar, Chile. (9, 82). Recuperado de <https://repositorio.usm.cl>
- Project Managment Body of Knowledge (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (6ta ed.). Pennsylvania, EE. UU.
- Project Managment Body of Knowledge (2021). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (7ma ed.). Pennsylvania, EE. UU.
- NEM (s.f.) Erection sequence for a horizontal HRSG. Triple pressure sections with reheat. Harp desing.
- NEM (2016) Erection sequence for a horizontal HRSG. Triple pressure sections with reheat. Nem fast.

ANEXOS

Anexo 1. Planilla de precios del método de instalación por Harps solo con cantidades	1
Anexo 2. Planilla de precios del método de instalación por Módulos solo con cantidades.	5
Anexo 3. Planilla de cálculo de precios y presentación del método de instalación por Harps	8
Anexo 4. Planilla de cálculo de precios y presentación del método de instalación por Módulos.	34

Anexo 1. Planilla de precios del método de instalación por Harps solo con cantidades.

SI NO.	Description	Unit	Q'ty	Dimension					Weight		Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
1	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliares																	
	HARP																	
	PK-01A		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24								
	PK-01B		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24								
	PK-02A		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32								
	PK-02B		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32								
	PK-03A		1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91								
	PK-03B		1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91								
	PK-04A		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36								
	PK-04B		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36								
	PK-05A		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.42	55.42								
	PK-05B		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.42	55.42								
	PK-06A		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	43.69	43.69								
	PK-06B		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	43.69	43.69								
	PK-07A		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	48.19	48.19								
	PK-07B		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	48.19	48.19								
	PK-08A		1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.43	37.43								
	PK-08B		1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.43	37.43								
	PK-09A		1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	28.29	28.29								
	PK-09B		1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	28.29	28.29								
	PK-10A		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.82	47.82								
	PK-10B		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.82	47.82								
	PK-11A		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.58	47.58								
	PK-11B		1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.58	47.58								
	PK-12A		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.60	55.60								
	PK-12B		1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.60	55.60								
	PK-13A		1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.16	29.16								
	PK-13B		1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.16	29.16								
	PK-14A		1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.82	37.82								
	PK-14B		1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.82	37.82								
	PK-15A		1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.81	37.81								
	PK-15B		1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.81	37.81								
	PK-16A		1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.11	29.11								
	PK-16B		1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.11	29.11								
	DRUM																	
	HP DRUM		1	3.0	2.4	11.0	79.20	79.20	62.50	62.50								
	IP DRUM		1	2.2	1.7	7.1	28.55	28.55	12.00	12.00								
	LP DRUM		1	3.2	2.8	11.5	95.68	95.68	16.00	16.00								

SI NO.	Description	Unit	Q'ty	Dimension					Weight		Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
	IP DRUM		1	2.2	1.7	7.1	26.55	26.55	12.00	12.00								
	LP DRUM		1	3.2	2.6	11.5	95.68	95.68	16.00	16.00								
	DRUM INSULATION		1	2.0	2.0	4.0	16.00	16.00	3.00	3.00								
	INLET DUCT																	
	SIDE PANEL		2	1.0	1.8	7.9	13.90	27.80	3.20	6.40								
	SIDE PANEL		2	0.6	2.2	7.7	10.80	21.59	2.50	5.00								
	SIDE PANEL		2	1.0	4.0	18.3	72.30	144.61	10.80	21.80								
	SIDE PANEL		2	0.6	2.5	21.3	34.13	68.26	6.90	13.80								
	TOP PANEL		1	1.0	2.1	7.7	15.81	15.81	3.30	3.30								
	TOP PANEL		1	0.4	2.5	7.2	7.50	7.50	2.00	2.00								
	TOP PANEL		1	0.9	3.5	8.8	28.88	28.88	5.90	5.90								
	TOP PANEL		1	0.4	3.3	8.2	11.78	11.78	4.00	4.00								
	TOP PANEL		1	0.8	3.2	9.9	24.17	24.17	6.10	6.10								
	TOP PANEL		1	0.5	3.5	7.0	13.07	13.07	3.90	3.90								
	TOP PANEL		1	0.5	3.5	7.0	13.07	13.07	3.90	3.90								
	BOTTOM PANEL		1	1.2	1.9	6.4	14.08	14.08	2.90	2.90								
	BOTTOM PANEL		1	1.0	3.2	7.5	25.06	25.06	4.40	4.40								
	BOTTOM PANEL		1	1.0	3.2	7.5	25.06	25.06	5.10	5.10								
	BOTTOM PANEL		1	0.5	2.7	9.6	11.79	11.79	3.40	3.40								
	ETC		3	2.3	2.4	12.0	66.24	198.72	5.20	15.80								
	CASING																	
	SIDE PANEL		2	1.5	4.2	27.4	170.57	341.13	45.12	90.25								
	SIDE PANEL		2	0.6	2.5	24.4	35.22	70.45	14.50	29.01								
	SIDE PANEL		2	0.7	1.4	27.4	25.56	51.12	22.56	45.12								
	SIDE PANEL		2	0.5	3.9	20.7	40.71	81.41	15.79	31.59								
	SIDE PANEL		2	1.4	4.5	27.4	169.45	338.91	51.57	103.14								
	SIDE PANEL		2	0.5	3.4	24.4	41.59	83.19	14.18	28.36								
	SIDE PANEL		2	1.4	3.5	27.4	134.05	268.10	38.68	77.36								
	TOP PANEL		1	1.6	4.1	12.0	80.81	80.81	15.47	15.47								
	TOP PANEL		1	0.4	2.5	9.5	8.61	8.61	4.19	4.19								
	TOP PANEL		1	0.7	1.6	11.9	12.48	12.48	14.50	14.50								
	TOP PANEL		1	0.5	3.9	9.3	18.17	18.17	12.89	12.89								
	TOP PANEL		1	1.5	4.5	11.7	78.80	78.80	14.50	14.50								
	TOP PANEL		1	0.3	3.4	9.3	8.16	8.16	8.06	8.06								
	TOP PANEL		1	1.3	3.1	11.7	45.60	45.60	12.89	12.89								
	BOTTOM PANEL		1	1.2	4.1	9.6	48.77	48.77	14.83	14.83								

SI NO.	Description	Unit	Qty	Dimension					Weight		Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
	BOTTOM PANEL		1	0.4	2.5	9.5	8.61	8.61	13.70	13.70								
	BOTTOM PANEL		1	0.7	1.3	8.9	7.55	7.55	3.55	3.55								
	BOTTOM PANEL		1	0.5	3.9	9.3	18.17	18.17	12.09	12.09								
	BOTTOM PANEL		1	1.2	4.5	8.7	46.95	46.95	7.25	7.25								
	BOTTOM PANEL		1	0.3	3.4	9.3	8.16	8.16	12.09	12.09								
	BOTTOM PANEL		1	1.3	3.1	8.7	33.87	33.87	12.89	12.89								
	FRONT PANEL		8	0.4	2.2	9.6	9.05	72.36	4.90	39.20								
	REAR PANEL		8	0.4	2.2	9.6	9.05	72.36	4.90	39.20								
	ETC		6	2.3	2.4	12.0	66.24	397.44	9.60	57.60								
	MAIN STACK																	
	120 Degree Shell Plate		18	3.0	5.3	13.0	206.70	3720.60	9.42	189.49								
	180 Degree Shell Plate		2	3.0	5.3	6.5	103.35	206.70	11.67	23.35								
	Breech Duct		4	0.4	3.0	5.0	6.00	24.00	3.47	13.88								
	Breech Duct		2	0.5	3.5	10.5	18.38	36.75	2.07	4.14								
	Grating & Platform		10	1.0	1.5	2.5	3.75	37.50	1.47	14.74								
	Ladder		5	1.2	1.2	10.0	14.40	72.00	0.32	1.60								
	Handrail		12	2.5	1.2	6.0	18.00	216.00	0.22	2.58								
	etc.		2	2.0	1.0	2.0	4.00	8.00	2.13	4.25								
	PLATFORM																	
	Support Steel		24	1.0	2.5	6.0	15.00	360.00	2.99	71.69								
	Grating		20	1.0	1.2	3.0	3.60	72.00	1.10	21.94								
	Handrail		42	1.0	1.2	6.0	7.20	302.40	0.34	14.42								
	Ladder		10	1.0	1.2	7.0	8.40	84.00	0.30	2.99								
	FRAME		30	2.0	2.5	6.0	30.00	900.00	1.03	30.80								
	Column Frame		6	1.1			0.00	0.00		0.00								
	Stair Stringer		5	2.0	1.4	7.0	19.60	98.00	1.11	5.56								
	Fastener		1	1.0	1.0	1.0	1.00	1.00	2.27	2.27								
	Silencer Support		45	0.6			0.00	0.00		0.00								
	VENDOR ITEM																	
	SAFETY VALVE		3				3.0	9.00	1.00	3.00								
	STEAM VENT SILENCER (incl support)		5				10.0	50.00	2.00	10.00								
	EXPANSION JOINT (HRSG IN)		1				20.0	20.00	2.00	2.00								
	EXPANSION JOINT (HRSG OUT)		1				40.0	40.00	3.00	3.00								
	Bellows							100.00	10.00	10.00								
	HOIST		1				2.2	2.16	0.50	0.50								

SI NO.	Description	Unit	Q'ty	Dimension					Weight		Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
	MAIN STACK DAMPER		1				32.8	32.76	6.50	6.50								
	BLOWDOWN TANK(CBD)		1				12.0	12.00	1.50	1.50								
	BLOWDOWN TANK(IBD)		1				18.8	18.75	3.50	3.50								
	CPH RECIRCULATION PUMP		1				3.6	3.60	1.00	1.00								
	PIPING																	
	MANUAL VALVE		11	1.0	1.5	2.1	3.15	34.65	0.80	8.80								
	LARGE BORE SPOOL		15	1.5	1.5	6.5	14.63	219.38	3.55	53.25								
	SMALL BORE PIPE		7	0.8	1.0	6.0	4.80	33.60	6.80	47.60								
	SMALL BORE FITTING		5	1.0	1.1	1.1	1.21	6.05	0.90	4.50								
	SUPPORT(BULK MATERIAL)		5	1.2	1.1	11.0	14.52	72.60	4.20	21.00								
	SPRING HANGER SUPPORT		5	1.2	2.0	6.0	14.40	72.00	2.00	10.00								
	SMALL BORE HANGER		2	1.5	1.5	2.0	4.50	9.00	1.90	3.80								
	INSULATION		7	2.7	2.4	12.0	77.76	544.32	12.50	87.50								
	INTERNAL PIPING																	
	LINK & MANIFOLD							450.00	91.00	91.00								
	EMBEDDED MATERIAL																	
	EMBEDDED MATERIAL (Anchor Bolt)		3	0.8	1.2	3.0	2.70	8.10	3.84	11.52								
	EMBEDDED MATERIAL (Template)		1	0.2	1.5	4.7	1.41	1.41	2.50	2.50								
	I&C																	
	E I&C		1 LOT							30.00								
	Attempator		2							0.45								
	MOV		20							6.80								
	Control Valve		17							4.90								
	NDE		1							0.00								
	PWHT		1							0.00								
	Chemical Cleaning		1							0.00								
										0.00								
										-								
	Sub Total							13,838.18		3,078.33								

Anexo 2. Planilla de precios del método de instalación por Módulos solo con cantidades.

SECTION 1: LUMP SUM - GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE

CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Man-Hours	Labor Price	Material Price	Price
9160.01	9160.01	Home Office Overhead, & Profit	LS				\$0
9160.02	9160.02	Site Indirects / Management	LS				\$0
9160.03	9160.03	Mobilization and Demobilization	LS				\$0
9160.04	9160.04	Letter of Credit	LS				\$0
9160.05	9160.05	Insurance	LS				\$0
9160.06	9160.06	Taxes	LS				\$0
9160.07	9160.07	Construction Permits	LS				\$0
Total General Conditions Price					0	\$0	\$0

CNS Material By	CNS Erection By	Mechanical / Piping Scope - Lump Sum Portion	Unit	Man-Hours	Labor Price	Material Price	Price
9200.01	9200.01	Erection Mechanical - HRSG, Stack, & Bypass Stack	LS	0	\$0	\$0	\$0
9200.01.01	9200.01.01	Modules Erection	LS				\$0
9200.01.02	9200.01.02	Steam Drums	LS				\$0
9200.01.03	9200.01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	LS				\$0
9200.01.04	9200.01.04	Main Stack and Silencers	LS				\$0
9200.01.05	9200.01.05	Bypass Stack and Silencers	LS				\$0
9200.01.06	9200.01.06	Platforms, Stairs, and Ladders	LS				\$0
9200.01.07	9200.01.07	HRSG Auxiliary equipment	LS				\$0
9200.01.08	9200.01.08	Condensate Preheating	LS				\$0
9200.01.09	9200.01.09	Superheater and De-Superheaters	LS				\$0
9200.01.10	9200.01.10	Blowdown System	LS				\$0
9200.01.11	9200.01.11	Electrical Superheater and Drop Separator	LS				\$0
9210.01	9210.01	Erection Mechanical - GT Package	LS	0	\$0	\$0	\$0
9210.01.01	9210.01.01	Gas Turbine Installation	LS				\$0
9210.01.02	9210.01.02	Generator Installation	LS				\$0
9210.01.03	9210.01.03	GT and Gen skids	LS				\$0
9210.01.04	9210.01.04	Air Intake and filter house	LS				\$0
9210.01.05	9210.01.05	GT and Gen Enclosures	LS				\$0

CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Man-Hours	Labor Price	Material Price	Price
9210.02	9210.02	Erection Mechanical - ST Package	LS	0	\$0	\$0	\$0
9210.02.01	9210.02.01	HP/IP Casing	LS				\$0
9210.02.02	9210.02.02	LP Casing	LS				\$0
9210.02.03	9210.02.03	ST Generator	LS				\$0
9210.02.04	9210.02.04	ST Rotor	LS				\$0
9210.02.05	9210.02.05	Hot Box	LS				\$0
9210.02.06	9210.02.06	Cross over pipe (K to LP)	LS				\$0
9210.02.07	9210.02.07	ST and Gen Skids	LS				\$0
9210.02.08	9210.02.08	ST Enclosure	LS				\$0
9210.02.09	9210.02.09	Brushless exciter and AVR	LS				\$0
9210.03	9210.03	Erection Mechanical - ACC	LS	0	\$0	\$0	\$0
9210.03.01	9210.03.01	Structural Steel	LS				\$0
9210.03.02	9210.03.02	Mechanical Equipment and skids	LS				\$0
9210.04	9210.04	Erection Mechanical - Water Treatment Area / Tanks	LS	0	\$0	\$0	\$0
9210.04.01	9210.04.01	Demin Water Storage Tank	LS				\$0
9210.04.02	9210.04.02	Demin Water Treatment Modules	LS				
9210.04.03	9210.04.03	Waste Water Storage Tank	LS				
9210.04.04	9210.04.04	Raw/Service/Fire Water Storage Tank	LS				\$0
9210.05	9210.05	Erection Mechanical - BOP Components	LS	0	\$0	\$0	\$0
9210.05.01	9210.05.01	Chemical Dosing	LS				\$0
9210.05.02	9210.05.02	Condensate Polisher	LS				\$0
9210.05.03	9210.05.03	CCW Fin Fan Cooler	LS				\$0
9210.05.04	9210.05.04	CEMS	LS				\$0
9210.05.05	9210.05.05	Boiler Water Feed Pump Skid	LS				\$0
9210.05.06	9210.05.06	Condensate water pump Skid	LS				\$0
9210.05.07	9210.05.07	Circ water pump Skid	LS				\$0
9210.05.08	9210.05.08	Service water pump skid	LS				\$0
9210.05.09	9210.05.09	Fire water pump skid	LS				\$0
9210.05.10	9210.05.10	Oil Water Separator	LS				\$0
9210.05.11	9210.05.11	Emergency Diesel Generator	LS				\$0
9210.05.12	9210.05.12	Laboratory container	LS				\$0

CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Man-Hours	Labor Price	Material Price	Price
9210.05.13	9210.05.13	Aux Boiler & Stack	LS				\$0
9210.05.14	9210.05.14	Air Compressor Skid (includes filters, dryers, tanks, silencers)	LS				\$0
9210.05.15	9210.05.15	Sump Pumps	LS				\$0
9210.05.16	9210.05.16	Demin Water Forwarding Pumps	LS				\$0
9210.05.17	9210.05.17	Waste Water Loading / Raw Water Unloading Pumps	LS				\$0
9210.05.18	9210.05.18	Sampling Container & Cooler	LS				\$0
9210.05.19	9210.05.19	Erection Fuel Gas Compressor	LS				\$0
9210.05.20	9210.05.20	Erection BOP Endlosures	LS				\$0
9210.05.21	9210.05.21	Erection BOP Enclosures - Fuel Gas Compressors	LS				\$0
9230	9230	Piping Erection	LS	0	\$0	\$0	\$0
9230.01	9230.01	Erection HRSG Piping - Large Bore	LS				\$0
9230.02	9230.02	Erection HRSG Piping - Small Bore	LS				\$0
9230.03	9230.03	Erection HRSG Piping - Valves & Supports	LS				\$0
9230.04	9230.04	Erection Piping - Gas Turbine and auxiliaries	LS				\$0
9230.05	9230.05	Erection Piping - Generator and auxiliaries	LS				\$0
9230.06	9230.06	Erection Piping - Air Inlet Filter House	LS				\$0
9230.09	9230.09	Erection Piping - Field routed small bore piping	LS				\$0
9240	9240	Painting & Touch-up	LS	0	\$0	\$0	\$0
9240.01	9240.01	Erection Painting & Touchup - HRSG & Stack	LS				\$0
9240.03	9240.03	Erection Painting & Touchup - ST/G/Condenser	LS				\$0
9240.04	9240.04	Erection Painting & Touchup - BOP Pipe and Equipment	LS				\$0
9250	9250	Insulation	LS	0	\$0	\$0	\$0
9250.01	9250.01	Erection Insulation - HRSG Pipe & Drum	LS				\$0
9250.02	9250.02	Erection Insulation - GT	LS				\$0
9250.03	9250.03	Erection Insulation - ST	LS				\$0
9282	9282	Mechanical - Commissioning & Others	LS	0	\$0	\$0	\$0
9282.01	9282.01	High Velocity Flush, Chemical Cleaning, & Steam Blow Plant	LS				\$0
9282.02	9282.02	Equipment First Fills	LS				\$0
		Total Lump Sum Mechanical / Piping Price		0	\$0	\$0	\$0

Anexo 3. Planilla de cálculo de precios y presentación del método de instalación por Harps.

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN		PRECIO PARCIAL (USD)
COSTO DIRECTO		5,294,313
COSTO INDIRECTO		2,277,450
UTILIDAD	10%	757,176
SUBTOTAL		8,328,940
IGV	18%	1,499,209
TOTAL + IGV		9,828,149

Bill of Material for HRSG - Planilla de Precios Harps

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
01	Early works											
01.01	Temporary facilities	glb	1								197,081	
01.02	Mobilization & Desmobilization	glb	1								168,000	
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxiliaries											
02.01	HARP											
02.01.01	PK-01A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.02	PK-01B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.03	PK-02A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.04	PK-02B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.05	PK-03A	ea	1	960.00	7,214	7,214	10,842	10,842	769	769	18,825	
02.01.06	PK-03B	ea	1	960.00	7,214	7,214	10,842	10,842	769	769	18,825	
02.01.07	PK-04A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.08	PK-04B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.09	PK-05A	ea	1	960.00	7,214	7,214	10,842	10,842	769	769	18,825	
02.01.10	PK-05B	ea	1	960.00	7,214	7,214	10,842	10,842	769	769	18,825	
02.01.11	PK-06A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.12	PK-06B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.13	PK-07A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.14	PK-07B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.15	PK-08A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.16	PK-08B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.17	PK-09A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.18	PK-09B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.19	PK-10A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.20	PK-10B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.21	PK-11A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.22	PK-11B	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor Cost		Const ruction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
02.01.23	PK-12A	ea	1	960.00	7,214	7,214	10,842	10,842	769	769	18,825	
02.01.24	PK-128	ea	1	960.00	7,214	7,214	10,842	10,842	769	769	18,825	
02.01.25	PK-13A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.26	PK-138	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.27	PK-14A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.28	PK-148	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.29	PK-15A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.30	PK-158	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.31	PK-16A	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.01.32	PK-168	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.02	DRUM										-	
02.02.01	HP DRUM	ea	1	450.00	3,382	3,382	5,082	5,082	361	361	8,824	
02.02.02	IP DRUM	ea	1	360.00	2,705	2,705	4,066	4,066	288	288	7,060	
02.02.03	LP DRUM	ea	1	450.00	3,382	3,382	5,082	5,082	361	361	8,824	
02.02.04	DRUM INSULATION	ea	1	750.00	5,636	5,636	8,470	8,470	601	601	14,707	
02.03	INLET DUCT										-	
02.03.01	SIDE PANEL	ea	2	960.00	3,607	7,214	5,421	10,842	385	769	18,825	
02.03.02	SIDE PANEL	ea	2	960.00	3,607	7,214	5,421	10,842	385	769	18,825	
02.03.03	SIDE PANEL	ea	2	1,440.00	5,411	10,822	8,131	16,263	577	1,154	28,238	
02.03.04	SIDE PANEL	ea	2	1,280.00	4,810	9,619	7,228	14,456	513	1,026	25,101	
02.03.05	TOP PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.03.06	TOP PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.03.07	TOP PANEL	ea	1	640.00	4,810	4,810	7,228	7,228	513	513	12,550	
02.03.08	TOP PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.03.09	TOP PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.03.10	TOP PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.03.11	TOP PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
02.03.12	BOTTOM PANEL	ea	1	400.00	3,006	3,006	4,517	4,517	320	320	7,844	
02.03.13	BOTTOM PANEL	ea	1	400.00	3,006	3,006	4,517	4,517	320	320	7,844	
02.03.14	BOTTOM PANEL	ea	1	400.00	3,006	3,006	4,517	4,517	320	320	7,844	
02.03.15	BOTTOM PANEL	ea	1	400.00	3,006	3,006	4,517	4,517	320	320	7,844	
02.03.16	ETC	ea	3	1,560.00	3,908	11,723	5,873	17,618	417	1,250	30,591	
02.04	CASING										-	
02.04.01	SIDE PANEL	ea	2	2,160.00	8,116	16,232	12,197	24,394	865	1,731	42,357	
02.04.02	SIDE PANEL	ea	2	1,440.00	5,411	10,822	8,131	16,263	577	1,154	28,238	
02.04.03	SIDE PANEL	ea	2	1,560.00	5,862	11,723	8,809	17,618	625	1,250	30,591	
02.04.04	SIDE PANEL	ea	2	1,440.00	5,411	10,822	8,131	16,263	577	1,154	28,238	
02.04.05	SIDE PANEL	ea	2	2,400.00	9,018	18,036	13,552	27,104	961	1,923	47,063	
02.04.06	SIDE PANEL	ea	2	1,440.00	5,411	10,822	8,131	16,263	577	1,154	28,238	
02.04.07	SIDE PANEL	ea	2	2,040.00	7,665	15,331	11,519	23,039	817	1,635	40,004	
02.04.08	TOP PANEL	ea	1	840.00	6,313	6,313	9,487	9,487	673	673	16,472	
02.04.09	TOP PANEL	ea	1	360.00	2,705	2,705	4,066	4,066	288	288	7,060	
02.04.10	TOP PANEL	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.04.11	TOP PANEL	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.04.12	TOP PANEL	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.04.13	TOP PANEL	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.04.14	TOP PANEL	ea	1	720.00	5,411	5,411	8,131	8,131	577	577	14,119	
02.04.15	BOTTOM PANEL	ea	1	600.00	4,509	4,509	6,776	6,776	481	481	11,766	
02.04.16	BOTTOM PANEL	ea	1	600.00	4,509	4,509	6,776	6,776	481	481	11,766	
02.04.17	BOTTOM PANEL	ea	1	360.00	2,705	2,705	4,066	4,066	288	288	7,060	
02.04.18	BOTTOM PANEL	ea	1	600.00	4,509	4,509	6,776	6,776	481	481	11,766	
02.04.19	BOTTOM PANEL	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.04.20	BOTTOM PANEL	ea	1	600.00	4,509	4,509	6,776	6,776	481	481	11,766	
02.04.21	BOTTOM PANEL	ea	1	600.00	4,509	4,509	6,776	6,776	481	481	11,766	

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
02.04.22	FRONT PANEL	ea	8	5,760.00	5,411	43,286	8,131	65,051	577	4,615	112,952	
02.04.23	REAR PANEL	ea	8	5,760.00	5,411	43,286	8,131	65,051	577	4,615	112,952	
02.04.24	ETC	ea	6	4,320.00	5,411	32,465	8,131	48,788	577	3,461	84,714	
02.05	MAIN STACK										-	
02.05.01	120 Degree Shell Plate	ea	18	17,280.00	7,214	129,859	10,842	195,152	769	13,845	338,857	
02.05.02	180 Degree Shell Plate	ea	2	2,400.00	9,018	18,036	13,552	27,104	961	1,923	47,063	
02.05.03	Breech Duct	ea	4	2,880.00	5,411	21,643	8,131	32,525	577	2,308	56,476	
02.05.04	Breech Duct	ea	2	960.00	3,607	7,214	5,421	10,842	385	769	18,825	
02.05.05	Grating & Platform	ea	10	3,600.00	2,705	27,054	4,066	40,657	288	2,884	70,595	
02.05.06	Ladder	ea	5	1,200.00	1,804	9,018	2,710	13,552	192	961	23,532	
02.05.07	Handrail	ea	12	1,440.00	902	10,822	1,355	16,263	96	1,154	28,238	
02.05.08	etc	ea	2	960.00	3,607	7,214	5,421	10,842	385	769	18,825	
02.06	PLATFORM										-	
02.06.01	Support Steel	ea	24	7,200.00	2,353	56,472	3,388	81,313	240	5,769	143,554	
02.06.02	Grating	ea	20	1,800.00	706	14,118	1,016	20,328	72	1,442	35,889	
02.06.03	Handrail	ea	42	5,040.00	941	39,530	1,355	56,919	96	4,038	100,488	
02.06.04	Ladder	ea	10	1,200.00	941	9,412	1,355	13,552	96	961	23,926	
02.06.05	FRAME	ea	30	3,600.00	941	28,236	1,355	40,657	96	2,884	71,777	
02.06.06	Column Frame	ea	6	720.00	941	5,647	1,355	8,131	96	577	14,355	
02.06.07	Stair Stringer	ea	5	600.00	941	4,706	1,355	6,776	96	481	11,963	
02.06.08	Fastener	ea	1	200.00	1,569	1,569	2,259	2,259	160	160	3,988	
02.06.09	Silencer Support	ea	45	1,800.00	314	14,118	452	20,328	32	1,442	35,889	
02.07	VENDOR ITEM										-	
02.07.01	SAFETY VALVE	ea	3	360.00	902	2,705	1,355	4,066	96	288	7,060	
02.07.02	STEAM VENT SILENCER (Incl. support)	ea	5	1,000.00	1,503	7,515	2,259	11,294	160	801	19,610	
02.07.03	EXPANSION JOINT (HRSG IN)	ea	1	300.00	2,255	2,255	3,388	3,388	240	240	5,883	

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Horas Hombre	Labor Cost		Construction Equipment		Tools & Consumables		Total Direct Price	Remarks
					Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price	Unit Price	Total Price		
02.07.04	EXPANSION JOINT (HRSG OUT)	ea	1	300.00	2,255	2,255	3,388	3,388	240	240	5,883	
02.07.05	Bellows	ea	1	520.00	3,908	3,908	5,873	5,873	417	417	10,197	
02.07.06	HOIST	ea	1	120.00	902	902	1,355	1,355	96	96	2,353	
02.07.07	MAIN STACK DAMPER	ea	1	480.00	3,607	3,607	5,421	5,421	385	385	9,413	
02.07.08	BLOWDOWN TANK(CBD)	ea	1	150.00	1,127	1,127	1,694	1,694	120	120	2,941	
02.07.09	BLOWDOWN TANK(IBD)	ea	1	240.00	1,804	1,804	2,710	2,710	192	192	4,706	
02.07.10	CPH RECIRCULATION PUMP	ea	1	180.00	1,353	1,353	2,033	2,033	144	144	3,530	
02.08	PIPING										-	
02.08.01	MANUAL VALVE	ea	11	3,520.00	2,666	29,322	3,614	39,753	256	2,820	71,895	
02.08.02	LARGE BORE SPOOL	ea	15	5,400.00	2,999	44,982	4,066	60,985	288	4,327	110,294	
02.08.03	SMALL BORE PIPE	ea	7	8,400.00	9,996	69,972	13,552	94,866	961	6,730	171,568	
02.08.04	SMALL BORE FITTING	ea	5	2,400.00	3,998	19,992	5,421	27,104	385	1,923	49,019	
02.08.05	SUPPORT(BULK MATERIAL)	ea	5	3,000.00	4,998	24,990	6,776	33,881	481	2,404	61,274	
02.08.06	SPRING HANGER SUPPORT	ea	5	1,200.00	1,999	9,996	2,710	13,552	192	961	24,510	
02.08.07	SMALL BORE HANGER	ea	2	1,200.00	4,998	9,996	6,776	13,552	481	961	24,510	
02.08.08	INSULATION	ea	7	58,800.00	69,972	489,804	94,866	664,060	6,730	47,113	1,200,977	
02.09	INTERNAL PIPING										-	
02.09.01	LINK & MANIFOLD	ea	1	7,200.00	59,976	59,976	81,313	81,313	5,769	5,769	147,058	
02.10	EMBEDDED MATERIAL										-	
02.10.01	EMBEDDED MATERIAL (Anchor Bolt)	ea	3	2,520.00	6,588	19,765	9,487	28,460	673	2,019	50,244	
02.10.02	EMBEDDED MATERIAL (Template)	ea	1	480.00	3,765	3,765	5,421	5,421	385	385	9,570	
03	TEST											
03.01	NDE	ea	1	7,500.00	62,475	62,475	84,702	84,702	6,009	6,009	153,186	
03.02	PWHT	ea	1	9,000.00	74,970	74,970	101,642	101,642	7,211	7,211	183,823	
03.03	Chemical Cleaning	ea	1	4,500.00	34,836	34,836	50,821	50,821	3,606	3,606	89,263	
	Sub Total			246,420		1,948,836		2,782,954		197,442	5,294,313	

Bill of Material for HRSG - Cálculo de Horas Hombre

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Dimension					Weight		FASE	Cantidad de Personas	Dias	HH UNIT	HH TOTAL
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total					
01	Early works														
01.01	Temporary facilities	glb	1								GENERAL				
01.02	Mobilization & Desmobilization	glb	1								GENERAL				
02	Heat Recovery Steam Generator & Auxliaries														
02.01	HARP														
02.01.01	PK-01A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.02	PK-01B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	43.24	43.24	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.03	PK-02A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.04	PK-02B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	39.32	39.32	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.05	PK-03A	ea	1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.06	PK-03B	ea	1	1.2	4.8	21.2	122.11	122.11	56.91	56.91	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.07	PK-04A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.08	PK-04B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.36	47.36	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.09	PK-05A	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.42	55.42	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.10	PK-05B	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.42	55.42	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.11	PK-06A	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	43.69	43.69	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.12	PK-06B	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	43.69	43.69	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.13	PK-07A	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	48.19	48.19	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.14	PK-07B	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	48.19	48.19	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.15	PK-08A	ea	1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.43	37.43	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.16	PK-08B	ea	1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.43	37.43	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.17	PK-09A	ea	1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	28.29	28.29	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.18	PK-09B	ea	1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	28.29	28.29	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.19	PK-10A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.82	47.82	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.20	PK-10B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.82	47.82	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.21	PK-11A	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.58	47.58	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.22	PK-11B	ea	1	0.9	4.8	21.2	91.58	91.58	47.58	47.58	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.23	PK-12A	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.60	55.60	EQUIPO	24	4	960	960
02.01.24	PK-12B	ea	1	1.0	4.8	21.2	101.76	101.76	55.60	55.60	EQUIPO	24	4	960	960

Codigo de Partida	Description	Unit	Qty	Dimension					Weight		FASE	Cantidad de Personas	Dias	HH UNIT	HH TOTAL
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total					
02.01.25	PK-13A	ea	1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.16	29.16	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.26	PK-13B	ea	1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.16	29.16	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.27	PK-14A	ea	1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.82	37.82	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.28	PK-14B	ea	1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.82	37.82	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.29	PK-15A	ea	1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.81	37.81	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.30	PK-15B	ea	1	0.8	4.8	21.2	81.41	81.41	37.81	37.81	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.31	PK-16A	ea	1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.11	29.11	EQUIPO	24	3	720	720
02.01.32	PK-16B	ea	1	0.7	4.8	21.2	71.23	71.23	29.11	29.11	EQUIPO	24	3	720	720
02.02	DRUM														
02.02.01	HP DRUM	ea	1	3.0	2.4	11.0	79.20	79.20	62.50	62.50	EQUIPO	15	3	450	450
02.02.02	IP DRUM	ea	1	2.2	1.7	7.1	26.55	26.55	12.00	12.00	EQUIPO	12	3	360	360
02.02.03	LP DRUM	ea	1	3.2	2.6	11.5	95.68	95.68	16.00	16.00	EQUIPO	15	3	450	450
02.02.04	DRUM INSULATION	ea	1	2.0	2.0	4.0	16.00	16.00	3.00	3.00	EQUIPO	6	13	750	750
02.03	INLET DUCT														
02.03.01	SIDE PANEL	ea	2	1.0	1.8	7.9	13.90	27.80	3.20	6.40	EQUIPO	8	6	480	960
02.03.02	SIDE PANEL	ea	2	0.6	2.2	7.7	10.80	21.59	2.50	5.00	EQUIPO	8	6	480	960
02.03.03	SIDE PANEL	ea	2	1.0	4.0	18.3	72.30	144.61	10.80	21.60	EQUIPO	8	9	720	1,440
02.03.04	SIDE PANEL	ea	2	0.6	2.5	21.3	34.13	68.26	6.90	13.80	EQUIPO	8	8	640	1,280
02.03.05	TOP PANEL	ea	1	1.0	2.1	7.7	15.81	15.81	3.30	3.30	EQUIPO	8	6	480	480
02.03.06	TOP PANEL	ea	1	0.4	2.5	7.2	7.50	7.50	2.00	2.00	EQUIPO	8	6	480	480
02.03.07	TOP PANEL	ea	1	0.9	3.5	8.8	28.88	28.88	5.90	5.90	EQUIPO	8	8	640	640
02.03.08	TOP PANEL	ea	1	0.4	3.3	8.2	11.78	11.78	4.00	4.00	EQUIPO	8	6	480	480
02.03.09	TOP PANEL	ea	1	0.8	3.2	9.9	24.17	24.17	6.10	6.10	EQUIPO	8	6	480	480
02.03.10	TOP PANEL	ea	1	0.5	3.5	7.0	13.07	13.07	3.90	3.90	EQUIPO	8	6	480	480
02.03.11	TOP PANEL	ea	1	0.5	3.5	7.0	13.07	13.07	3.90	3.90	EQUIPO	8	6	480	480
02.03.12	BOTTOM PANEL	ea	1	1.2	1.9	6.4	14.08	14.08	2.90	2.90	EQUIPO	8	5	400	400
02.03.13	BOTTOM PANEL	ea	1	1.0	3.2	7.5	25.06	25.06	4.40	4.40	EQUIPO	8	5	400	400
02.03.14	BOTTOM PANEL	ea	1	1.0	3.2	7.5	25.06	25.06	5.10	5.10	EQUIPO	8	5	400	400
02.03.15	BOTTOM PANEL	ea	1	0.5	2.7	9.6	11.79	11.79	3.40	3.40	EQUIPO	8	5	400	400

Codigo de Partida	Description	Unit	Qty	Dimension					Weight		FASE	Cantidad de Personas	Dias	HH UNIT	HH TOTAL
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total					
02.03.16	ETC	ea	3	2.3	2.4	12.0	66.24	198.72	5.20	15.60	EQUIPO	8	7	520	1,560
02.04	CASING														
02.04.01	SIDE PANEL	ea	2	1.5	4.2	27.4	170.57	341.13	45.12	90.25	EQUIPO	12	9	1,080	2,160
02.04.02	SIDE PANEL	ea	2	0.6	2.5	24.4	35.22	70.45	14.50	29.01	EQUIPO	12	6	720	1,440
02.04.03	SIDE PANEL	ea	2	0.7	1.4	27.4	25.56	51.12	22.56	45.12	EQUIPO	12	7	780	1,560
02.04.04	SIDE PANEL	ea	2	0.5	3.9	20.7	40.71	81.41	15.79	31.59	EQUIPO	12	6	720	1,440
02.04.05	SIDE PANEL	ea	2	1.4	4.5	27.4	169.45	338.91	51.57	103.14	EQUIPO	12	10	1,200	2,400
02.04.06	SIDE PANEL	ea	2	0.5	3.4	24.4	41.59	83.19	14.18	28.36	EQUIPO	12	6	720	1,440
02.04.07	SIDE PANEL	ea	2	1.4	3.5	27.4	134.05	268.10	38.68	77.36	EQUIPO	12	9	1,020	2,040
02.04.08	TOP PANEL	ea	1	1.6	4.1	12.0	80.81	80.81	15.47	15.47	EQUIPO	12	7	840	840
02.04.09	TOP PANEL	ea	1	0.4	2.5	9.5	8.61	8.61	4.19	4.19	EQUIPO	12	3	360	360
02.04.10	TOP PANEL	ea	1	0.7	1.6	11.9	12.48	12.48	14.50	14.50	EQUIPO	12	6	720	720
02.04.11	TOP PANEL	ea	1	0.5	3.9	9.3	18.17	18.17	12.89	12.89	EQUIPO	12	6	720	720
02.04.12	TOP PANEL	ea	1	1.5	4.5	11.7	78.80	78.80	14.50	14.50	EQUIPO	12	6	720	720
02.04.13	TOP PANEL	ea	1	0.3	3.4	9.3	8.16	8.16	8.06	8.06	EQUIPO	12	6	720	720
02.04.14	TOP PANEL	ea	1	1.3	3.1	11.7	45.60	45.60	12.89	12.89	EQUIPO	12	6	720	720
02.04.15	BOTTOM PANEL	ea	1	1.2	4.1	9.6	48.77	48.77	14.83	14.83	EQUIPO	12	5	600	600
02.04.16	BOTTOM PANEL	ea	1	0.4	2.5	9.5	8.61	8.61	13.70	13.70	EQUIPO	12	5	600	600
02.04.17	BOTTOM PANEL	ea	1	0.7	1.3	8.9	7.55	7.55	3.55	3.55	EQUIPO	12	3	360	360
02.04.18	BOTTOM PANEL	ea	1	0.5	3.9	9.3	18.17	18.17	12.09	12.09	EQUIPO	12	5	600	600
02.04.19	BOTTOM PANEL	ea	1	1.2	4.5	8.7	46.95	46.95	7.25	7.25	EQUIPO	12	4	480	480
02.04.20	BOTTOM PANEL	ea	1	0.3	3.4	9.3	8.16	8.16	12.09	12.09	EQUIPO	12	5	600	600
02.04.21	BOTTOM PANEL	ea	1	1.3	3.1	8.7	33.87	33.87	12.89	12.89	EQUIPO	12	5	600	600
02.04.22	FRONT PANEL	ea	8	0.4	2.2	9.6	9.05	72.36	4.90	39.20	EQUIPO	12	6	720	5,760
02.04.23	REAR PANEL	ea	8	0.4	2.2	9.6	9.05	72.36	4.90	39.20	EQUIPO	12	6	720	5,760
02.04.24	ETC	ea	6	2.3	2.4	12.0	66.24	397.44	9.60	57.60	EQUIPO	12	6	720	4,320
02.05	MAIN STACK														
02.05.01	120 Degree Shell Plate	ea	18	3.0	5.3	13.0	206.70	3720.60	9.42	169.49	EQUIPO	12	8	960	17,280
02.05.02	180 Degree Shell Plate	ea	2	3.0	5.3	6.5	103.35	206.70	11.67	23.35	EQUIPO	12	10	1,200	2,400

Codigo de Partida	Description	Unit	Qty	Dimension					Weight		FASE	Cantidad de Personas	Dias	HH UNIT	HH TOTAL
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total					
02.05.03	Breech Duct	ea	4	0.4	3.0	5.0	6.00	24.00	3.47	13.88	EQUIPO	12	6	720	2,880
02.05.04	Breech Duct	ea	2	0.5	3.5	10.5	18.38	36.75	2.07	4.14	EQUIPO	12	4	480	960
02.05.05	Grating & Platform	ea	10	1.0	1.5	2.5	3.75	37.50	1.47	14.74	EQUIPO	12	3	360	3,600
02.05.06	Ladder	ea	5	1.2	1.2	10.0	14.40	72.00	0.32	1.60	EQUIPO	6	4	240	1,200
02.05.07	Handrail	ea	12	2.5	1.2	6.0	18.00	216.00	0.22	2.58	EQUIPO	4	3	120	1,440
02.05.08	etc.	ea	2	2.0	1.0	2.0	4.00	8.00	2.13	4.25	EQUIPO	6	8	480	960
02.06	PLATFORM														
02.06.01	Support Steel	ea	24	1.0	2.5	6.0	15.00	360.00	2.99	71.69	ESTRUCTURA	6	5	300	7,200
02.06.02	Grating	ea	20	1.0	1.2	3.0	3.60	72.00	1.10	21.94	ESTRUCTURA	6	2	90	1,800
02.06.03	Handrail	ea	42	1.0	1.2	6.0	7.20	302.40	0.34	14.42	ESTRUCTURA	6	2	120	5,040
02.06.04	Ladder	ea	10	1.0	1.2	7.0	8.40	84.00	0.30	2.99	ESTRUCTURA	6	2	120	1,200
02.06.05	FRAME	ea	30	2.0	2.5	6.0	30.00	900.00	1.03	30.80	ESTRUCTURA	6	2	120	3,600
02.06.06	Column Frame	ea	6	1.1			0.00	0.00		0.00	ESTRUCTURA	6	2	120	720
02.06.07	Stair Stringer	ea	5	2.0	1.4	7.0	19.60	98.00	1.11	5.56	ESTRUCTURA	6	2	120	600
02.06.08	Fastener	ea	1	1.0	1.0	1.0	1.00	1.00	2.27	2.27	ESTRUCTURA	4	5	200	200
02.06.09	Silencer Suport	ea	45	0.6			0.00	0.00		0.00	ESTRUCTURA	8	1	40	1,800
02.07	VENDOR ITEM														
02.07.01	SAFETY VALVE	ea	3				3.0	9.00	1.00	3.00	EQUIPO	6	2	120	360
02.07.02	STEAM VENT SILENCER (Incl. support)	ea	5				10.0	50.00	2.00	10.00	EQUIPO	4	5	200	1,000
02.07.03	EXPANSION JOINT (HRSG IN)	ea	1				20.0	20.00	2.00	2.00	EQUIPO	6	5	300	300
02.07.04	EXPANSION JOINT (HRSG OUT)	ea	1				40.0	40.00	3.00	3.00	EQUIPO	6	5	300	300
02.07.05	Bellows	ea	1					100.00	10.00	10.00	EQUIPO	8	7	520	520
02.07.06	HOIST	ea	1				2.2	2.16	0.50	0.50	EQUIPO	6	2	120	120
02.07.07	MAIN STACK DAMPER	ea	1				32.8	32.76	6.50	6.50	EQUIPO	8	6	480	480
02.07.08	BLOWDOWN TANK(CBD)	ea	1				12.0	12.00	1.50	1.50	EQUIPO	6	3	150	150
02.07.09	BLOWDOWN TANK(IBD)	ea	1				18.8	18.75	3.50	3.50	EQUIPO	8	3	240	240

Codigo de Partida	Description	Unit	Q'ty	Dimension					Weight		FASE	Cantidad de Personas	Dias	HH UNIT	HH TOTAL
				H (m)	W (m)	L (m)	HxWxL (m3) per pc	HxWxL (m3) Total	Weight (ton) per pc	Weight (ton) Total					
02.07.10	CPH RECIRCULATION PUMP	ea	1				3.6	3.60	1.00	1.00	EQUIPO	6	3	180	180
02.08	PIPING														
02.08.01	MANUAL VALVE	ea	11	1.0	1.5	2.1	3.15	34.65	0.80	8.80	TUBERIA	8	4	320	3,520
02.08.02	LARGE BORE SPOOL	ea	15	1.5	1.5	6.5	14.63	219.38	3.55	53.25	TUBERIA	12	3	360	5,400
02.08.03	SMALL BORE PIPE	ea	7	0.8	1.0	6.0	4.80	33.60	6.80	47.60	TUBERIA	8	15	1,200	8,400
02.08.04	SMALL BORE FITTING	ea	5	1.0	1.1	1.1	1.21	6.05	0.90	4.50	TUBERIA	6	8	480	2,400
02.08.05	SUPPORT(BULK MATERIAL)	ea	5	1.2	1.1	11.0	14.52	72.60	4.20	21.00	TUBERIA	6	10	600	3,000
02.08.06	SPRING HANGER SUPPORT	ea	5	1.2	2.0	6.0	14.40	72.00	2.00	10.00	TUBERIA	6	4	240	1,200
02.08.07	SMALL BORE HANGER	ea	2	1.5	1.5	2.0	4.50	9.00	1.90	3.80	TUBERIA	6	10	600	1,200
02.08.08	INSULATION	ea	7	2.7	2.4	12.0	77.76	544.32	12.50	87.50	TUBERIA	12	70	8,400	58,800
02.09	INTERNAL PIPING														
02.09.01	LINK & MANIFOLD	ea	1					450.00	91.00	91.00	TUBERIA	12	60	7,200	7,200
02.10	EMBEDDED MATERIAL														
02.10.01	EMBEDDED MATERIAL (Anchor Bolt)	ea	3	0.8	1.2	3.0	2.70	8.10	3.84	11.52	ESTRUCTURA	12	7	840	2,520
02.10.02	EMBEDDED MATERIAL (Template)	ea	1	0.2	1.5	4.7	1.41	1.41	2.50	2.50	ESTRUCTURA	12	4	480	480
03	TEST														
03.01	NDE		1					0.00		0.00	TUBERIA	6	125	7,500	7,500
03.02	PWHT	ea	1					0.00		0.00	TUBERIA	6	150	9,000	9,000
03.03	Chemical Cleaning	ea	1					0.00		0.00	PRUEBAS	12	38	4,500	4,500
	Sub Total							13,838		3,036					246,420.00

COMPOSICIÓN DE CUADRILLAS DE TRABAJO

CUADRILLAS	CATEGORÍA	Jefe de Grupo	Operario Armador	Operario Alineamiento	Operario Tubero	Soldador 6G y TIG	Soldador 3G y 4G	Oficial	Ayudante	Total
Cuadrillas de Instalación de estructuras		1	2				1	4	1	9
Cuadrillas de Instalación de equipos		1	1	1				4	1	8
Cuadrillas de Instalación de tuberías		1			2	2		4	1	10
Cuadrillas de pruebas		1	2					4		7

CÁLCULO DE CANTIDAD DE OBREROS

DESCRIPCIÓN	HH	Cant de personas x cuadrilla	Plazo según cronograma (días)	Cant de cuadrillas	Cant de Operarios	Cant de Soldadores	Cant de Obreros
ESTRUCTURA	25,160	9	113	2	5	2	22
EQUIPO	109,140	8	226	6	12	-	48
TUBERIA	107,620	10	148	7	15	15	73
PRUEBAS	4,500	7	48	1	3	-	9
TOTAL	246,420			17	34	17	153

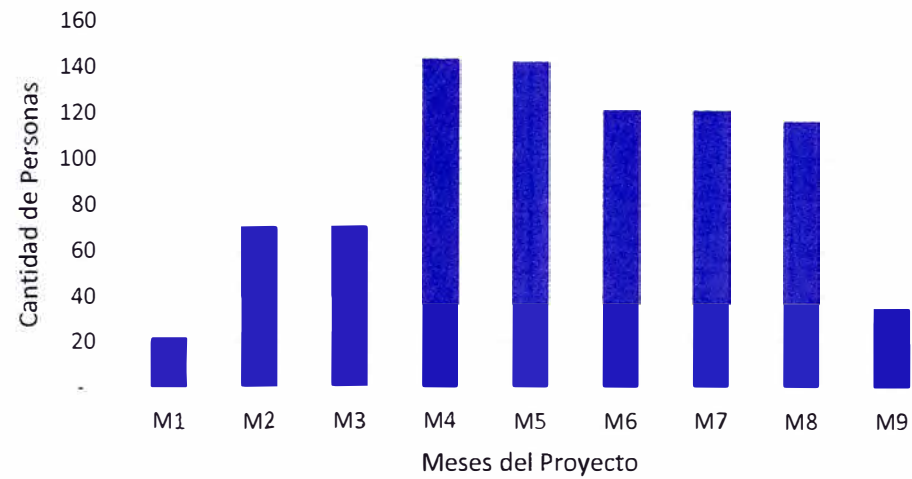
COSTO POR CUADRILLA

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERIA	PRUEBAS	TOTAL	PU (USD)	PT (USD)
Jefe de Grupo		2,796	13,643	10,762	643	27,843	10.39	289,288
Operario Armador		5,591	13,643	-	1,286	20,519	8.92	183,032
Operario Alineamiento		-	13,643	-	-	13,643	8.92	121,691
Operario Tubero		-	-	21,524	-	21,524	8.92	191,994
Soldador 6G y TIG		-	-	21,524	-	21,524	11.59	249,463
Soldador 3G y 4G		2,796	-	-	-	2,796	10.47	29,269
Oficial		11,182	54,570	43,048	2,571	111,372	6.49	722,802
Ayudante		2,796	13,643	10,762	-	27,200	5.93	161,296
Total HH		25,160	109,140	107,620	4,500	246,420	TOTAL USD	1,948,836
USD x cuadrilla		197,338	820,187	896,475	34,836			
USD/HH		7.84	7.52	8.33	7.74			

HISTOGRAMA DE PERSONAL DIRECTO

DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
ESTRUCTURA	22	22	22	22	21					
EQUIPO		48	48	48	48	48	48	48	26	
TUBERÍA				73	73	73	73	68		
PRUEBAS									9	6
TOTAL	22	71	71	143	142	121	121	116	35	6

Histograma de Personal Directo



HISTOGRAMA DE EQUIPOS

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES	TARIFA MES	PT
GRÚAS														1,747,500
GRÚA DE 650 TON			1	1	1	1	1	1			1	6	160,000	960,000
GRÚA DE 500 TON		1	1	1	1	1					1	5	80,000	400,000
GRÚA DE 250 TON	1	1	1	1							1	4	53,000	212,000
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	9	19,500	175,500
VEHÍCULOS														528,000
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8,500	85,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	13,500	135,000
MODULAR			1	1	1	1	1	1			1	6	35,000	210,000
CAMABAJA DE 60 TON		1	1	1	1	1	1	1			1	7	14,000	98,000
EQUIPOS DE APOYO														372,000
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	8,500	170,000
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	4,000	40,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN									4	4	4	8	4,000	32,000
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	13,000	130,000
TOTAL USD														2,647,500
													HH/USD	10.74
													HH	246,420

CÁLCULO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MOVILIZA.	DESMOVL.	PT
GRÚAS			115,000
GRÚA DE 650 TON	40,000	40,000	80,000
GRÚA DE 450 TON	9,000	9,000	18,000
GRÚA DE 250 TON	6,000	6,000	12,000
GRÚA DE 90 TON	2,500	2,500	5,000
VEHÍCULOS			4,600
CAMIÓN PLATAFORMA	500	500	1,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	300	300	600
MODULAR	1,000	1,000	2,000
CAMABAJA DE 60 TON	500	500	1,000
EQUIPOS DE APOYO			14,400
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	1,400	1,400	5,600
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	500	500	1,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN	500	500	4,000
MONTACARGA 15 TON	1,900	1,900	3,800
MISCELANEO			34,000
EQUIPOS MENORES	3,000	3,000	6,000
HERRAMIENTAS	1,000	1,000	2,000
CONSUMIBLES	1,000	1,000	2,000
FACILIDADES TEMPORALES	12,000	12,000	24,000
TOTAL USD			168,000

EQUIPOS MENORES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Horno eléctrico	und	1.0	1,500	1,500.00
Tablero de control 220/440V 60hz	und	4.0	1,500	6,000.00
Grupo Electrónico 120 kW	und	3.0	15,000	45,000.00
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	17.0	220	3,740.00
Esmeril Angular	und	34.0	300	10,200.00
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	15.0	3,500	52,500.00
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	2.0	2,100	4,200.00
% Equipos Menores	%		10%	12,314.00
TOTAL USD				135,454
				HH/USD 0.55
				HH 246,420

HERRAMIENTAS	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Equipo oxicorte semiautomático	und	2.0	250	500.00
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	17.0	430	7,310.00
Cortatubo manual de 2.1/2" a 4"	und	7.0	160	1,120.00
Horno eléctrico Portátil	und	17.0	130	2,210.00
Tecler ratchet 3t.	und	10.0	330	3,300.00
Tirfor de 1.5t.	und	10.0	220	2,200.00
Mordaza de cadena <12"	und	7.0	250	1,750.00
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	9.0	1,100	9,900.00
Estuche de Herramientas de calderero	und	6.0	250	1,500.00
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	6.0	250	1,500.00
Estuche de Herramientas de Montajista	und	5.0	250	1,250.00
Estuche de Herramientas de Tubero	und	15.0	250	3,750.00
% Herramientas	%		15%	5,443.50
TOTAL USD				41,734
				HH/USD 0.17
				HH 246,420

CONSUMIBLES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Electrodo	kg	1,000.0	3.20	3,200.00
Disco esmeril	und	250.0	2.91	727.50
Escobilla circular	Un	8.0	14.66	117.28
Escobillas	Un	40.0	0.69	27.60
Oxígeno	M3	300.0	3.34	1,002.00
Acetileno	M3	1,356.0	12.70	17,221.20
Estrobos & Grilletes	Glb	100,000.0	1.00	100,000.00
Tacos de madera	und	150.0	15.14	2,271.00
% Consumibles			25%	31,141.65
TOTAL USD				155,708
			HH/USD	0.63
			HH	246,420

RATIOS DE COSTO

MANO DE OBRA	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	INSTALACIÓN DE EQUIPO	INSTALACIÓN DE TUBERIA	PRUEBAS
Total HH	25,160	109,140	107,620	4,500
Total USD	197,338	820,187	896,475	34,836
USD/HH	7.84	7.52	8.33	7.74

OTROS COSTOS DIRECTOS	EQUIPOS MAYORES	EQUIPOS MENORES	HERRAMIENTAS	CONSUMIBLES
Total HH	246,420	246,420	246,420	246,420
Total USD	2,647,500	135,454	41,734	155,708
USD/HH	10.74	0.55	0.17	0.63

FACILIDADES TEMPORALES

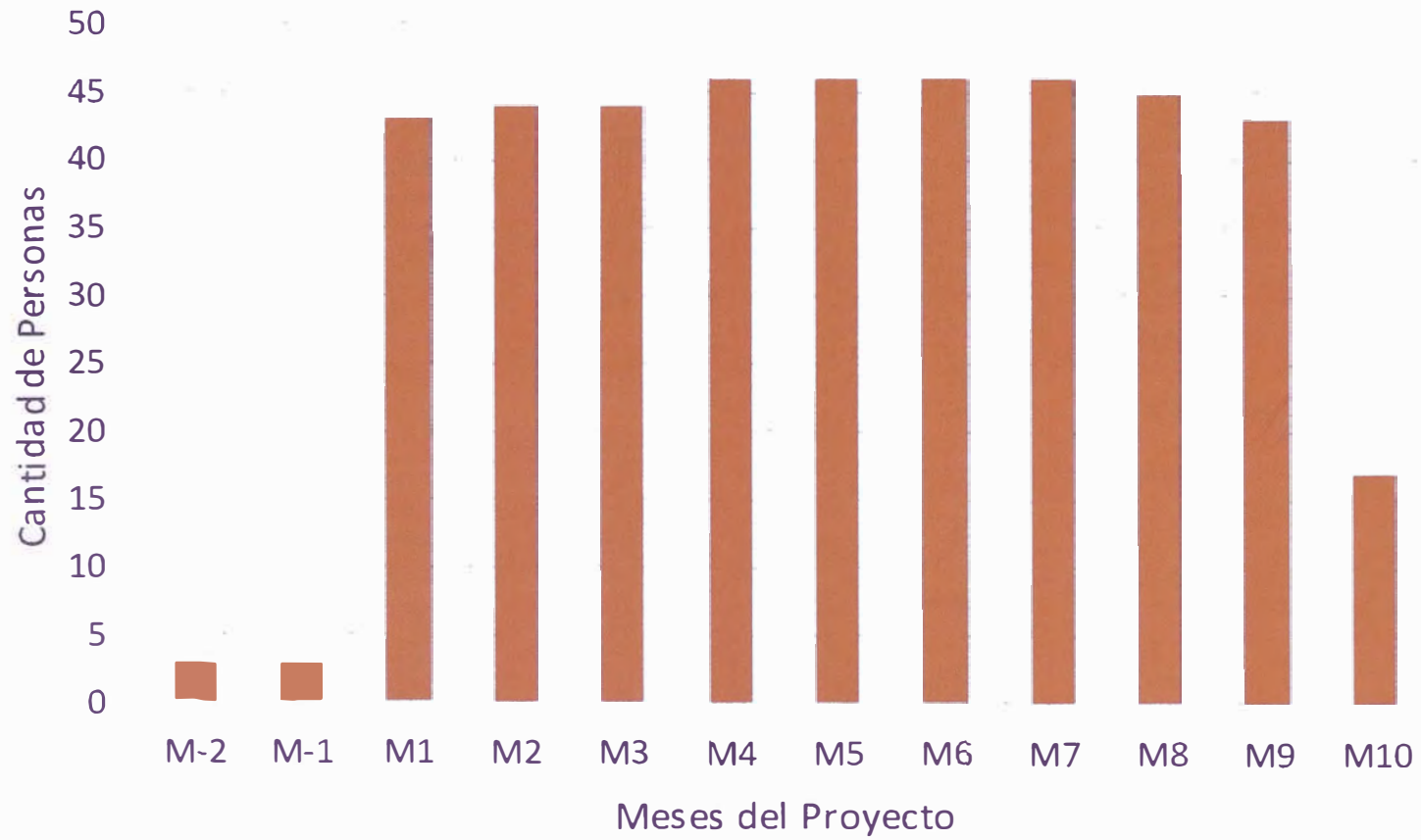
DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO	PU	PT
OFICINAS					88,400
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und	4	10	1,200	48,000
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und	4	10	800	32,000
ESCALERAS	und	2	1	1,200	2,400
SSHH OFICINAS	und	2	10	300	6,000
ALMACENES					89,600
CONTENEDOR 40 PIES	und	4	10	1,200	48,000
CERCO METÁLICO	m	360	1	110	39,600
CASETA DE VIGILANCIA	und	2	1	1,000	2,000
SERVICIOS HIGIENICOS					
SSHH OBREROS	und	8	10	250	19,081
TOTAL USD					197,081

SUPERVISIÓN																
DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT	
GERENCIA DE PROYECTO																
GERENTE DE PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	10,000	120,000	
ADMINISTRADOR DE CONTRATO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	8,000	96,000	
CALIDAD																
JEFE DE CALIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8,000	80,000	
CONTROL DOCUMENTARIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3,000	30,000	
INSPECTOR DE CALIDAD END			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	5,000	45,000	
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	5,000	45,000	
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	5,000	45,000	
INSPECTOR ASME						1	1	1	1				4	5,000	20,000	
SEGURIDAD (SSOMA)																
JEFE DE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	8,000	72,000	
ASISTENTE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,000	27,000	
SUPERVISOR SSOMA			1	2	2	3	3	3	3	3	1	1	22	5,000	110,000	
OFICINA TÉCNICA																
JEFE DE OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	8,000	72,000	
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,000	27,000	
INGENIERO OFICINA TECNICA MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	6,000	54,000	
INGENIERO OFICINA TECNICA TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	6,000	54,000	
METRADOR MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	4,000	36,000	
METRADOR TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	4,000	36,000	
INGENIERO DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	4,500	40,500	
ASISTENTE DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,800	34,200	
CONTROL DE PROYECTOS																
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	8,000	72,000	
INGENIERO DE PLANEAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	6,000	54,000	

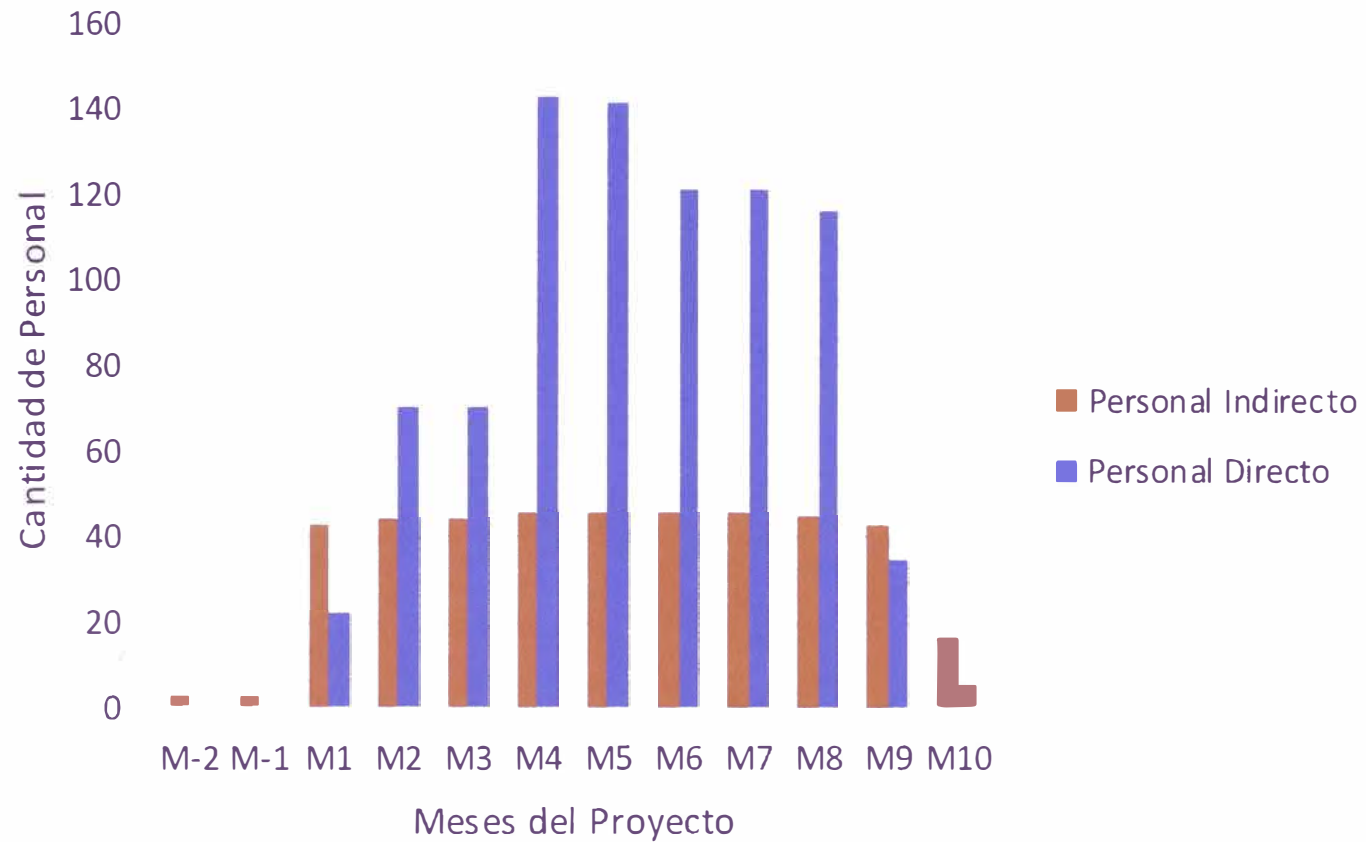
DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
INGENIERO DE VALORIZACIONES			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
CONSTRUCCIÓN															
JEFE DE CONSTRUCCIÓN			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	8,000	72,000
INGENIERO MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	6,000	54,000
INGENIERO TUBERÍAS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	6,000	60,000
SUPERVISOR MECÁNICO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	5,000	45,000
SUPERVISOR DE TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	5,000	50,000
TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	4,000	36,000
ADMINISTRACIÓN Y RRHH															
ADMINISTRADOR DE OBRA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	4,500	45,000
ASISTENTE ADMINISTRATIVO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3,500	35,000
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,000	27,000
COMPRADOR			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,500	31,500
ASISTENTA SOCIAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,500	31,500
LOGISTICA															
JEFE DE SERVICIOS GENERALES			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	3,800	34,200
JEFE DE ALMACEN			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	3,000	30,000
ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	2,500	25,000
PERSONAL DE APOYO															
AYUDANTE TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	2,000	18,000
AYUDANTE ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	2,000	18,000
VIGILANTES			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2,000	40,000
CHOFERES	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	21	2,500	52,500

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT	
EQUIPOS																
CAMIONETAS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	21	2,000	42,000
BUSE DE 50 PASAJEROS			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	7,000	70,000
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA			1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	850	7,650	
TELECOMUNICACIONES	2	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	6	118	250	29,500
EQUIPOS DE COMPUTO	2	2	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	10	266	150	39,900
MISCELANEOS																
UTILES DE ESCRITORIO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1,000	10,000
MATERIAL DE LIMPIEZA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	600	6,000
MATERIAL DE SEGURIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1,800	18,000
TOTAL USD																2,277,450

Histograma de Personal Indirecto



Histograma de Personal Directa e Indirecta



Anexo 4. Planilla de cálculo de precios y presentación del método de instalación por Módulos.

RESUMEN DE COSTOS		
DESCRIPCIÓN		PRECIO PARCIAL (USD)
COSTO DIRECTO		4,169,452
COSTO INDIRECTO		1,799,550
UTILIDAD	10%	596,900
SUBTOTAL		6,565,902
IGV	18%	1,181,862
TOTAL + IGV		7,747,764

SIEMENS GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE - Planilla de Precios Módulos

CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Qty	Man-Hours	Labor Price	Construction Equipment Price	Tools and consumables Price	Price
9160.02	9160.02	Temporary facilities	LS	1					\$167,221
9160.03	9160.03	Mobilization and Demobilization	LS	1					\$156,000
		Total General Conditions Price			0	\$0	\$0	\$0	\$323,221

CNS Material By	CNS Erection By	Mechanical / Piping Scope	Unit	Qty	Man-Hours	Labor Price	Construction Equipment Price	Tools and consumables Price	Price
9200.01	9200.01	Erection Mechanical - HRSG, Stack, & Bypass Stack			82,240	\$622,762	\$804,810	\$78,694	\$1,506,265
9200.01.01	9200.01.01	Modules Erection	ea	10	1,200	\$9,018	\$11,743	\$1,148	\$21,910
9200.01.02	9200.01.02	Steam Drums	ea	3	1,440	\$10,822	\$14,092	\$1,378	\$26,292
9200.01.03	9200.01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	ea	3	45,000	\$338,175	\$440,375	\$43,060	\$821,610
9200.01.04	9200.01.04	Main Stack and Silencers	ea	1	18,000	\$135,270	\$176,150	\$17,224	\$328,644
9200.01.06	9200.01.06	Platforms, Stairs, and Ladders	glb	1	14,400	\$112,944	\$140,920	\$13,779	\$267,643
9200.01.07	9200.01.07	HRSG Auxiliary equipment	glb	1	800	\$6,012	\$7,829	\$766	\$14,606
9200.01.08	9200.01.08	Condensate Preheating	ea	1	320	\$2,405	\$3,132	\$306	\$5,843
9200.01.09	9200.01.09	Superheater and De-Superheaters	ea	1	480	\$3,607	\$4,697	\$459	\$8,764
9200.01.10	9200.01.10	Blowdown System	ea	1	240	\$1,804	\$2,349	\$230	\$4,382
9200.01.11	9200.01.11	Electrical Superheater and Drop Separator	ea	1	360	\$2,705	\$3,523	\$344	\$6,573
9230	9230	Piping Erection			66,600	\$554,778	\$651,755	\$63,728	\$1,270,261
9230.01	9230.01	Erection HRSG Piping - Large Bore	glb	1	32,400	\$269,892	\$317,070	\$31,003	\$617,965
9230.02	9230.02	Erection HRSG Piping - Small Bore	glb	1	18,000	\$149,940	\$176,150	\$17,224	\$343,314
9230.03	9230.03	Erection HRSG Piping - Valves & Supports	glb	1	16,200	\$134,946	\$158,535	\$15,501	\$308,983
9240	9240	Painting & Touch-up			6,000	\$45,090	\$58,717	\$5,741	\$109,548
9240.01	9240.01	Erection Painting & Touchup - HRSG & Stack	glb	1	6,000	\$45,090	\$58,717	\$5,741	\$109,548
9250	9250	Insulation			45,720	\$380,261	\$447,421	\$43,749	\$871,430
9250.01	9250.01	Erection Insulation - HRSG Pipe	glb	1	45,000	\$374,850	\$440,375	\$43,060	\$858,285
9250.01	9250.02	Erection Insulation - HRSG Drum	glb	1	720	\$5,411	\$7,046	\$689	\$13,146
9282	9282	Mechanical - Commissioning & Others			4,800	\$37,159	\$46,973	\$4,593	\$88,725
9282.01	9282.01	High Velocity Flush, Chemical Cleaning, & Steam Blow Plant	glb	1	4,500	\$34,836	\$44,038	\$4,306	\$83,180
9282.02	9282.02	Equipment First Fills	glb	1	300	\$2,322	\$2,936	\$287	\$5,545
		Total Mechanical / Piping Price			205,360	\$1,640,049	\$2,009,676	\$196,505	\$3,846,230

GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE - Distribución de Precios

CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Qty	Man-Hours	USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	PU	PT
9160.02	9160.02	Temporary facilities	LS	1								\$167,221	\$167,221
9160.03	9160.03	Mobilization and Demobilization	LS	1								\$156,000	\$156,000
Total General Conditions Price					0								323,221

CNS Material By	CNS Erection By	Mechanical / Piping Scope	Unit	Qty	Man-Hours	USD/HH MO	USD/HH EQ MAYORES	USD/HH EQ MENORES	USD/HH HERRAMIENTAS	USD/HH CONSUMIBLES	USD/HH	PU	PT
9200.01	9200.01	Erection Mechanical - HRSG, Stack, & Bypass Stack			82,240								1,506,265
9200.01.01	9200.01.01	Modules Erection	ea	10	1,200	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	2,191	21,910
9200.01.02	9200.01.02	Steam Drums	ea	3	1,440	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	8,764	26,292
9200.01.03	9200.01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	ea	3	45,000	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	273,870	821,610
9200.01.04	9200.01.04	Main Stack and Silencers	ea	1	18,000	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	328,644	328,644
9200.01.06	9200.01.06	Platforms, Stairs, and Ladders	glb	1	14,400	7.84	9.12	0.67	0.20	0.75	18.59	267,643	267,643
9200.01.07	9200.01.07	HRSG Auxiliary equipment	glb	1	800	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	14,606	14,606
9200.01.08	9200.01.08	Condensate Preheating	ea	1	320	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	5,843	5,843
9200.01.09	9200.01.09	Superheater and De-Superheaters	ea	1	480	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	8,764	8,764
9200.01.10	9200.01.10	Blowdown System	ea	1	240	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	4,382	4,382
9200.01.11	9200.01.11	Electrical Superheater and Drop Separator	ea	1	360	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	6,573	6,573
9230	9230	Piping Erection			66,600								1,270,261
9230.01	9230.01	Erection HRSG Piping - Large Bore	glb	1	32,400	8.33	9.12	0.67	0.20	0.75	19.07	617,965	617,965
9230.02	9230.02	Erection HRSG Piping - Small Bore	glb	1	18,000	8.33	9.12	0.67	0.20	0.75	19.07	343,314	343,314
9230.03	9230.03	Erection HRSG Piping - Valves & Supports	glb	1	16,200	8.33	9.12	0.67	0.20	0.75	19.07	308,983	308,983
9240	9240	Painting & Touch-up			6,000								109,548
9240.01	9240.01	Erection Painting & Touchup - HRSG & Stack	glb	1	6,000	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	109,548	109,548
9250	9250	Insulation			45,720								871,430
9250.01	9250.01	Erection Insulation - HRSG Pipe	glb	1	45,000	8.33	9.12	0.67	0.20	0.75	19.07	858,285	858,285
9250.01	9250.02	Erection Insulation - HRSG Drum	glb	1	720	7.52	9.12	0.67	0.20	0.75	18.26	13,146	13,146
9282	9282	Mechanical - Commissioning & Others			4,800								88,725
9282.01	9282.01	High Velocity Flush, Chemical Cleaning, & Steam Blow Plant	glb	1	4,500	7.74	9.12	0.67	0.20	0.75	18.48	83,180	83,180
9282.02	9282.02	Equipment First Fills	glb	1	300	7.74	9.12	0.67	0.20	0.75	18.48	5,545	5,545
Total Mechanical / Piping Price					205,360								3,846,230

GENERAL CONDITIONS / SITE INFRASTRUCTURE / ERECTION SCOPE - Cálculo

CNS Material By	CNS Erection By	General Conditions	Unit	Qty	Weight	FASE	Cantidad de Personas	Días	HH UNIT	Man-Hours
9160.02	9160.02	Temporary facilities	LS	1		GENERAL				
9160.03	9160.03	Mobilization and Demobilization	LS	1		GENERAL				
Total General Conditions Price										0

CNS Material By	CNS Erection By	Mechanical / Piping Scope	Unit	Qty	Weight	FASE	Cantidad de Personas	Días	HH UNIT	Man-Hours
9200.01	9200.01	Erection Mechanical - HRSG, Stack, & Bypass Stack			2,992					82,240
9200.01.01	9200.01.01	Modules Erection	ea	10	1846.00	EQUIPO	12.00	1.00	120	1,200
9200.01.02	9200.01.02	Steam Drums	ea	3	109.00	EQUIPO	12.00	4.00	480	1,440
9200.01.03	9200.01.03	Inlet Duct, Intermediate Duct, and Outlet Duct	ea	3	688.44	EQUIPO	50.00	30.00	15000	45,000
9200.01.04	9200.01.04	Main Stack and Silencers	ea	1	231.60	EQUIPO	24.00	75.00	18000	18,000
9200.01.06	9200.01.06	Platforms, Stairs, and Ladders	glb	1	97.00	ESTRUCTURA	24.00	60.00	14400	14,400
9200.01.07	9200.01.07	HRSG Auxillary equipment	glb	1	7.00	EQUIPO	8.00	10.00	800	800
9200.01.08	9200.01.08	Condensate Preheating	ea	1	3.50	EQUIPO	8.00	4.00	320	320
9200.01.09	9200.01.09	Superheater and De-Superheaters	ea	1	5.60	EQUIPO	8.00	6.00	480	480
9200.01.10	9200.01.10	Blowdown System	ea	1	2.10	EQUIPO	6.00	4.00	240	240
9200.01.11	9200.01.11	Electrical Superheater and Drop Separator	ea	1	1.80	EQUIPO	6.00	6.00	360	360
9230	9230	Piping Erection			224					66,600
9230.01	9230.01	Erection HRSG Piping - Large Bore	glb	1	152.50	TUBERÍA	36.00	90.00	32400	32,400
9230.02	9230.02	Erection HRSG Piping - Small Bore	glb	1	13.37	TUBERÍA	24.00	75.00	18000	18,000
9230.03	9230.03	Erection HRSG Piping - Valves & Supports	glb	1	58.49	TUBERÍA	18.00	90.00	16200	16,200
9240	9240	Painting & Touch-up								6,000
9240.01	9240.01	Erection Painting & Touchup - HRSG & Stack	glb	1		EQUIPO	10	60	6000	6,000
9250	9250	Insulation								45,720
9250.01	9250.01	Erection Insulation - HRSG Pipe	glb	1		TUBERÍA	30	150	45000	45,000
9250.01	9250.02	Erection Insulation - HRSG Drum	glb	1		EQUIPO	6	12	720	720
9282	9282	Mechanical - Commissioning & Others								4,800
9282.01	9282.01	High Velocity Flush, Chemical Cleaning, & Steam Blow Plant	glb	1		PRUEBAS	12	37.5	4500	4,500
9282.02	9282.02	Equipment First Fills	glb	1		PRUEBAS	6	5	300	300
Total Mechanical / Piping Price										205,360

COMPOSICIÓN DE CUADRILLAS DE TRABAJO

CUADRILLAS	CATEGORÍA	Jefe de Grupo	Operario Armador	Operario Alineamiento	Operario Tubero	Soldador 6G y TIG	Soldador 3G y 4G	Oficial	Ayudante	Total
Cuadrillas de Instalación de estructuras		1	2				1	4	1	9
Cuadrillas de Instalación de equipos		1	1	1				4	1	8
Cuadrillas de Instalación de tuberías		1			2	2		4	1	10
Cuadrillas de pruebas		1	2					4		7

CÁLCULO DE CANTIDAD DE OBREROS

DESCRIPCIÓN	HH	Cant. de personas x cuadrilla	Plazo según cronograma (días)	Cant. de cuadrillas	Cant. de Operarios	Cant. de Soldadores	Cant. de Obreros
ESTRUCTURA	14,400	9	95	2	3	2	15
EQUIPO	74,560	8	125	7	15	-	60
TUBERÍA	111,600	10	148	8	15	15	75
PRUEBAS	4,800	7	48	1	3	-	10
TOTAL	205,360			18	36	17	160

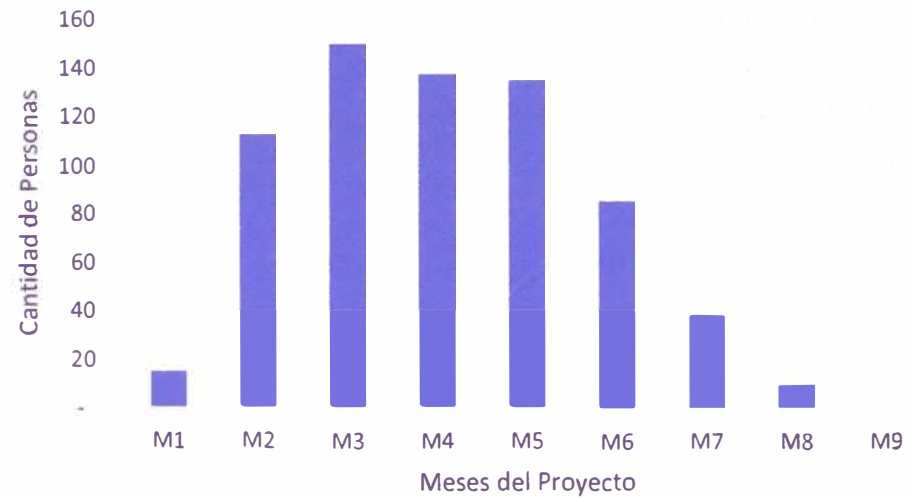
COSTO POR CUADRILLA

CATEGORÍA	CUADRILLAS	ESTRUCTURA	EQUIPO	TUBERÍA	PRUEBAS	TOTAL	PU (USD)	PT (USD)
Jefe de Grupo		1,600	9,320	11,160	686	22,766	10.39	236,536
Operario Armador		3,200	9,320	-	1,371	13,891	8.92	123,912
Operario Alineamiento		-	9,320	-	-	9,320	8.92	83,134
Operario Tubero		-	-	22,320	-	22,320	8.92	199,094
Soldador 6G y TIG		-	-	22,320	-	22,320	11.59	258,689
Soldador 3G y 4G		1,600	-	-	-	1,600	10.47	16,752
Oficial		6,400	37,280	44,640	2,743	91,063	6.49	590,998
Ayudante		1,600	9,320	11,160	-	22,080	5.93	130,934
Total HH		14,400	74,560	111,600	4,800	205,360	TOTAL USD	1,640,049
USD x cuadrilla		112,944	560,318	929,628	37,159			
USD/Hr		7.84	7.52	8.33	7.74			

HISTOGRAMA DE PERSONAL DIRECTO

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
	ESTRUCTURA	15	15	15	3						
	EQUIPO		60	60	60	60	10				
	TUBERÍA		38	75	75	75	75	33			
	PRUEBAS							6	10		
	TOTAL	15	113	150	138	135	85	39	10	-	

Histograma de Personal Directo



HISTOGRAMA DE EQUIPOS

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	CANT	EQ-MES	TARIFA MES	PT
GRÚAS														1,196,000
GRÚA DE 650 TON	1	1	1	1							1	4	160,000	640,000
GRÚA DE 500 TON	1	1	1	1	1						1	5	80,000	400,000
GRÚA DE 250 TON											-	-	53,000	-
GRÚA DE 90 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	19,500	156,000
VEHÍCULOS														372,000
CAMIÓN PLATAFORMA	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	8,500	68,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	13,500	108,000
MODULAR	1	1	1	1							1	4	35,000	140,000
CAMABAJA DE 60 TON	1	1	1	1							1	4	14,000	56,000
EQUIPOS DE APOYO														304,000
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	2	2	2	2	2	2	2	2			2	16	8,500	136,000
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	4,000	32,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN								4	4		4	8	4,000	32,000
MONTACARGA 15 TON	1	1	1	1	1	1	1	1			1	8	13,000	104,000
TOTAL USD														1,872,000
													HH/USD	9.12
													HH	205,360

CÁLCULO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MOVILIZA.	DESMOVL.	PT
GRÚAS			103,000
GRÚA DE 650 TON	40,000	40,000	80,000
GRÚA DE 500 TON	9,000	9,000	18,000
GRÚA DE 250 TON	6,000	6,000	-
GRÚA DE 90 TON	2,500	2,500	5,000
VEHÍCULOS			4,600
CAMIÓN PLATAFORMA	500	500	1,000
CAMIÓN GRÚA DE 18 TON	300	300	600
MODULAR	1,000	1,000	2,000
CAMABAJA DE 60 TON	500	500	1,000
EQUIPOS DE APOYO			14,400
ELEVADOR DE PERSONAL 125 PIES	1,400	1,400	5,600
CAMIÓN COMBUSTIBLE 4500 GLN	500	500	1,000
CAMIÓN CISTERNA 4500 GLN	500	500	4,000
MONTACARGA 15 TON	1,900	1,900	3,800
MISCELANEO			34,000
EQUIPOS MENORES	3,000	3,000	6,000
HERRAMIENTAS	1,000	1,000	2,000
CONSUMIBLES	1,000	1,000	2,000
FACILIDADES TEMPORALES	12,000	12,000	24,000
TOTAL USD			156,000

EQUIPOS MENORES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Horno eléctrico	und	1.0	1,500.00	1,500.00
Tablero de control 220/440V 60hz	und	5.0	1,500.00	7,500.00
Grupo Electrónico 120 kW	und	3.0	15,000.00	45,000.00
Taladro eléctrico Bosch 20-2.1/2"	und	18.0	220.00	3,960.00
Esmeril Angular	und	35.0	300.00	10,500.00
Máquina de soldar multiprocesos - 300 Amp	und	15.0	3,500.00	52,500.00
Máquina de soldar eléctrica 400-425 Amp	und	2.0	2,100.00	4,200.00
% Equipos Menores	%		10%	12,516.00
TOTAL USD				137,676
				HH/USD 0.67
				HH 205,360

HERRAMIENTAS	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Equipo oxicorte semiautomático	und	2.0	250.00	500.00
Cajón metálico para herramientas con tapa	und	18.0	430.00	7,740.00
Cortatubo manual de 2.1/2" a 4"	und	8.0	160.00	1,280.00
Horno eléctrico Portátil	und	17.0	130.00	2,210.00
Tecla ratchet 3t.	und	9.0	330.00	2,970.00
Tirfor de 1.5t.	und	9.0	220.00	1,980.00
Mordaza de cadena <12"	und	8.0	250.00	2,000.00
Torquimetro de encastre 1" de 300-2000 lbs/pie	und	9.0	1,100.00	9,900.00
Estuche de Herramientas de calderero	und	7.00	250.00	1,750.00
Estuche de Herramientas de Mecánico	und	7.0	250.00	1,750.00
Estuche de Herramientas de Montajista	und	3.0	250.00	750.00
Estuche de Herramientas de Tubero	und	15.0	250.00	3,750.00
% Herramientas	%		15%	5,487.00
TOTAL USD				42,067
			HH/USD	0.20
			HH	205,360

CONSUMIBLES	Und	Cant	PU (USD)	P Total
Electrodos	kg	1,000.0	3.20	3,200.00
Disco esmeril	und	250.0	2.91	727.50
Escobilla circular	Un	8.0	14.66	117.28
Escobillas	Un	40.0	0.69	27.60
Oxigeno	M3	300.0	3.34	1,002.00
Acetileno	M3	1,276.0	12.70	16,205.20
Estrobos & Grilletes	Glb	100,000.0	1.00	100,000.00
Tacos de madera	und	150.0	15.14	2,271.00
% Consumibles			25%	30,887.65
TOTAL USD				154,438
			HH/USD	0.75
			HH	205,360

RATIOS DE COSTO

MANO DE OBRA	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA	INSTALACIÓN DE EQUIPO	INSTALACIÓN DE TUBERIA	PRUEBAS
Total HH	14,400	74,560	111,600	4,800
Total, USD	112,944	560,318	929,628	37,159
USD/HH	7.84	7.52	8.33	7.74

OTROS COSTOS DIRECTOS	EQUIPOS MAYORES	EQUIPOS MENORES	HERRAMIENTAS	CONSUMIBLES
Total HH	205,360	205,360	205,360	205,360
Total, USD	1,872,000	137,676	42,067	154,438
USD/HH	9.12	0.67	0.20	0.75

FACILIDADES TEMPORALES

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PLAZO	PU	PT
OFICINAS					71,200
CONTENEDOR 40 PIES (incluye mobiliario)	und	4	8	1,200	38,400
CONTENEDOR 20 PIES (incluye mobiliario)	und	4	8	800	25,600
ESCALERAS	und	2	1	1,200	2,400
SSHH OFICINAS	und	2	8	300	4,800
ALMACENES					80,000
CONTENEDOR 40 PIES	und	4	8	1,200	38,400
CERCO METÁLICO	m	360	1	110	39,600
CASETA DE VIGILANCIA	und	2	1	1,000	2,000
SERVICIOS HIGIENICOS					16,021
SSHH OBREROS	und	8	8	250	16,021
TOTAL USD					167,221

UPERVICIÓN

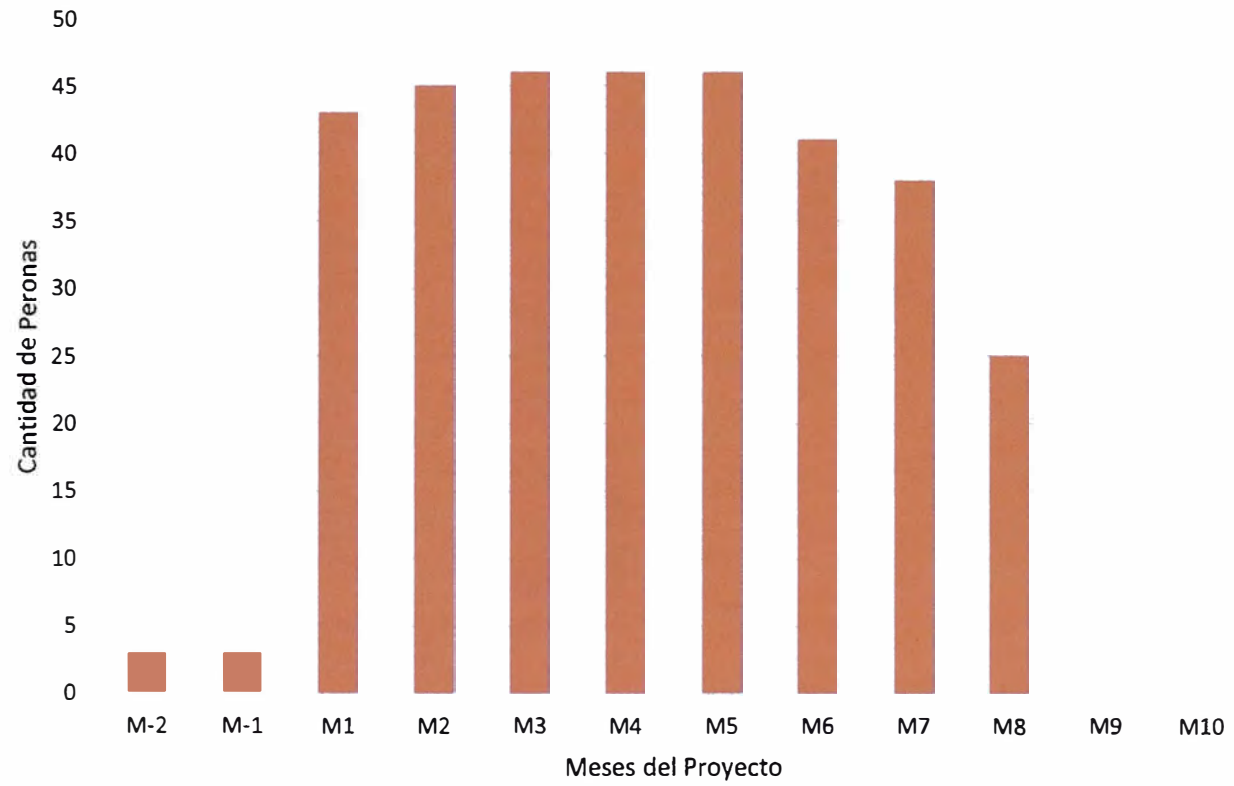
DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT
GERENCIA DE PROYECTO															
GERENTE DE PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			10	10,000	100,000
ADMINISTRADOR DE CONTRATO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			10	8,000	80,000
CALIDAD															
JEFE DE CALIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1			8	8,000	64,000
CONTROL DOCUMENTARIO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3,000	24,000
INSPECTOR DE CALIDAD END			1	1	1	1	1	1	1				7	5,000	35,000
INSPECTOR DE CALIDAD EQUIPOS MECÁNICOS			1	1	1	1	1	1					6	5,000	30,000
INSPECTOR DE CALIDAD TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	5,000	40,000
INSPECTOR ASME						1	1	1	1				4	5,000	20,000
SEGURIDAD (SSOMA)															
JEFE DE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1				7	8,000	56,000
ASISTENTE SSOMA			1	1	1	1	1	1	1				7	3,000	21,000
SUPERVISOR SSOMA			1	3	4	3	3	2	1	1			18	5,000	90,000
OFICINA TECNICA															
JEFE DE OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1				7	8,000	56,000
CONTROL DOCUMENTARIO OFICINA TÉCNICA			1	1	1	1	1	1	1				7	3,000	21,000
INGENIERO OFICINA TECNICA MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	6,000	30,000
INGENIERO OFICINA TECNICA TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6,000	48,000
METRADOR MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	4,000	20,000
METRADOR TUBERÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	4,000	32,000
INGENIERO DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1				7	4,500	31,500
ASISTENTE DE MANIOBRAS			1	1	1	1	1	1	1				7	3,800	26,600

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT
CONTROL DE PROYECTOS															
JEFE DE CONTROL DE PROYECTOS			1	1	1	1	1	1	1				7	8,000	56,000
INGENIERO DE PLANEAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6,000	48,000
INGENIERO DE CONTROL DE COSTOS			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6,000	48,000
INGENIERO DE VALORIZACIONES			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6,000	48,000
CONSTRUCCIÓN															
JEFE DE CONSTRUCCIÓN			1	1	1	1	1	1	1	1			8	8,000	64,000
INGENIERO MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	6,000	30,000
INGENIERO TUBERÍAS			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6,000	48,000
INGENIERO DE PRECOMISIONAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	6,000	48,000
SUPERVISOR MECÁNICO			1	1	1	1	1						5	5,000	25,000
SUPERVISOR DE TUBERIA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	5,000	40,000
TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1					6	4,000	24,000
ADMINISTRACIÓN Y RRHH															
ADMINISTRADOR DE OBRA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	4,500	36,000
ASISTENTE ADMINISTRATIVO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3,500	28,000
ASISTENTE DE RECLUTAMIENTO			1	1	1	1	1	1	1				7	3,000	21,000
COMPRADOR			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3,500	28,000
ASISTENTA SOCIAL			1	1	1	1	1	1	1				7	3,500	24,500
LOGISTICA															
JEFE DE SERVICIOS GENERALES			1	1	1	1	1	1	1				7	3,800	26,600
JEFE DE ALMACEN			1	1	1	1	1	1	1	1			8	3,000	24,000
ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	2,500	20,000

SUPERVICIÓN

DESCRIPCIÓN DE CARGO	M-2	M-1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total	PU	PT
PERSONAL DE APOYO															
AYUDANTE TOPOGRAFO			1	1	1	1	1	1	1				7	2,000	14,000
AYUDANTE ALMACENERO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	2,000	16,000
VIGILANTES			2	2	2	2	2	2	2	2			16	2,000	32,000
CHOFERES	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			18	2,500	45,000
EQUIPOS															
CAMIONETAS	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2			18	2,000	36,000
BUSE DE 50 PASAJEROS			1	1	1	1	1	1	1	1			8	7,000	56,000
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	850	6,800
TELECOMUNICACIONES	2	2	12	12	12	12	12	11	10	7			92	250	23,000
EQUIPOS DE COMPUTO	2	2	28	28	28	28	28	25	25	15			209	150	31,350
MISCELANEOS															
UTILES DE ESCRITORIO			1	1	1	1	1	1	1	1			8	1,000	8,000
MATERIAL DE LIMPIEZA			1	1	1	1	1	1	1	1			8	600	4,800
MATERIAL DE SEGURIDAD			1	1	1	1	1	1	1	1			8	1,800	14,400
TOTAL USD															1,799,550

Histograma de Personal Indirecto



Histograma de Personal Directo e Indirecto

