

- Demolición de radier existente, excavación y construcción de sistema de recolección de aceites.
- Elaboración de planos As-Built.

5.2.3.1.2 Especialidades mecánico y piping

- Instalación de compresor.
- Instalación de motor.
- Alineamiento motor – compresor.
- Trazado cañería agua de refrigeración compresor, post-enfriador y enfriador de aceite, más válvulas manuales.
- Montaje de junta de expansión, válvula check, silenciador de descarga, separador de condensado y válvula manual.
- Montaje de válvula de venteo, silenciador y línea de descarga.
- Montaje filtro de entrada, acoplamiento con ducto de aire limpio y cañería entre filtro y succión del compresor.
- Montaje en línea de flujómetro Annubar y transmisor de temperatura, descarga compresor.
- Montaje ducto de aire limpio dentro de la sala de máquinas.
- Instalación de soportes para cañerías, ductos e instrumentos.
- Instalación de líneas de servicios.
- Elaboración de planos as-built.

5.2.3.1.3 Especialidades electricidad, instrumentación, control y sistemas

- Montaje partidor de tensión reducida.

- Suministro y montaje panel de fuerza y alumbrado.
- Montaje UPS.
- Montaje de escalerillas y canalizaciones entre componentes del sistema.
- Tendido de conductores de fuerza, alimentación, control, instrumentación y comunicación.
- Aterrizamiento de equipos eléctricos.
- Chequeo y prueba de conductores.
- Montaje de Instrumentos externos al equipo.
- Chequeo de instrumentos en caso que presenten falla o duda en la medición y calibración en caso de ser necesario.
- Suministro y montaje sistema de alumbrado.
- Conexión entre los componentes eléctricos del sistema de alimentación, de instrumentación, de control e iluminación.
- Saneamiento de desconexión eléctrica en instalaciones existentes.
- Pruebas de precomisionamiento.
- Apoyo a pruebas de comisionamiento.
- Elaboración de planos as-built.

5.2.3.2 Área entre ducto de aire limpio y compresor Elliott N°2

5.2.3.2.1 Especialidades civil y estructural

- Fundaciones cepas de soporte ducto de aire limpio.
- Montaje cepas ducto de aire limpio.
- Montaje de estructuras de soporte menores de ducto de aire limpio y piping de descarga compresor.
- Elaboración de planos as-built.

5.2.3.2.2 Especialidades mecánico y piping

- Instalación de ventilador axial.

- Montaje ducto de aire limpio.
- Inspección, saneamiento y limpieza de ducto enterrado a ser reutilizado.
- Montaje de cañería de descarga compresor.
- Montaje de válvula check, válvulas manuales, válvula de control y placa orificio, en línea de descarga compresor.
- Elaboración de planos As-Built.

5.2.3.2.3 Especialidades electricidad, instrumentación, control y sistemas

- Canalización y tendido de conductores de alimentación y control a ventilador axial.
- Montaje transmisor de flujo y sensor de temperatura.
- Aterrizamiento ventilador axial.
- Canalización y tendido de conductores de instrumentación a válvula de control y flujómetro descarga compresor.
- Suministro y montaje sistema de alumbrado.
- Elaboración de planos As-Built

5.2.3.3 Sala de maquinas N° 1 montaje turbosoplador howden N°3

5.2.3.3.1 Especialidades civil y estructural

- Demolición de fundaciones y radieres existentes.
- Excavación y construcción de fundación nueva.
- Montaje de estructuras metálicas necesarias para la instalación de equipos y ductos (plataformas y soportaciones), tanto dentro como fuera de sala de máquinas N°1.
- Saneamiento de cierres atravesados por los ductos.
- Modificación de cubiertas y cierres del edificio existente.
- Desarme de altillo existente y reubicación escala.

- Elaboración de planos As-Built.

5.2.3.3.2 Especialidades mecánico y piping

- Retiro de compresor Elliott existente.
- Saneamiento de cañerías producto del retiro del compresor existente.
- Instalación de turbocompresor Howden.
- Instalación de enfriadores de turbocompresor y conexión con circuito de aceite.
- Montaje de ductos descarga turbosoplador Howden.
- Montaje filtro y silenciador de entrada.
- Ducto de descarga de polvos sistema de limpieza de filtro.
- Montaje silenciador de descarga.
- Montaje de válvula y silenciador de venteo.
- Montaje de válvulas manuales de 36" y 48".
- Instalación de soportes para ductos en línea de salida aire.
- Instalación de juntas de expansión en ducto de descarga.
- Tendido de líneas de servicio (aire de instrumentación, aire de planta, agua).
- Modificación de ducto de aire limpio (Omega) y reubicación de válvula existente.
- Modificación de posición de dumper, línea aire limpio.
- Elaboración de planos As-Built.

5.2.3.3.3 Especialidades electricidad, instrumentación, control y sistemas

- Retiro y traslado de partidor de tensión reducida de compresor a retirar.

- Saneamiento de acometidas eléctricas y conductores del compresor a retirar.
- Montaje autotransformador.
- Chequeo de Instalación de Celdas (CCM).
- Suministro y Montaje Panel de Fuerza y Alumbrado.
- Montaje UPS.
- Montaje de escalerillas y canalizaciones entre componentes del sistema.
- Aterrizamiento de equipos eléctricos.
- Chequeo y prueba de conductores.
- Montaje de Instrumentos externos al equipo (flujómetro, transmisor de presión, transmisor de temperatura, válvula de venteo, etc.).
- Chequeo de instrumentos en caso que presenten falla o duda en la medición. Calibración en caso de ser necesario.
- Conexión entre los componentes eléctricos del sistema de alimentación, de instrumentación, de control e iluminación.
- Pruebas de precomisionamiento.
- Apoyo a pruebas de comisionamiento.
- Elaboración de planos As-Built.

5.3 Estudio y alcance presupuestario

5.3.1 Alcance del presupuesto

El presupuesto está determinado por la cantidad de recursos que se dispongan para el proyecto, como: materiales, mano obra, equipos y gastos generales. Dentro de los materiales y equipos, una fracción de estos será aporte del mandante, y el resto será suministrado por el contratista.

El mandante en este caso, aportará:

- Todas las estructuras de refuerzo y montaje, ductos y cañerías de diámetro mayor o igual a 4” especificadas en el proyecto.
- El turbosoplador Howden y compresor Elliot, incluyendo la instrumentación y sistemas de control asociados al equipo
- Electricidad y agua industrial necesaria, además de todas las facilidades para hacer uso de los servicios de alimentación y suministro de combustible con los proveedores correspondientes.

A través del estudio de análisis de precios unitarios, se presupuestó cada partida:

- La cantidad de material para cada partida, incluyendo los insumos.
- La especialidad de la mano de obra y la cantidad de horas requeridas.
- Requerimientos de herramientas y equipos especiales, por partida

| 1. | OBRAS PRELIMINARES | | | Ch\$ | Ch\$ |
|-------|---|----|----|--------------|-------------------|
| 1.1.1 | Instalaciones Sanitarias y electricas provisorias | gl | 1 | 1.230.881 | 1.230.881 |
| 1.1.2 | Oficinas y dependencias provisorias | gl | 1 | 9.729.000 | 9.729.000 |
| 1.1.3 | Cierros provisorios | ml | 84 | 16.100 | 1.352.400 |
| 1.1.4 | Letreros de obra y HSEC | gl | 1 | 304.866 | 304.866 |
| 1.1.5 | Movilización | gl | 1 | 2.052.750 | 2.052.750 |
| | | | | Total | 14.669.897 |

Tabla 5.1 Presupuesto obras preliminares

(Fuente: Presupuesto Oficial Proyecto Montaje)

| 2. MOVIMIENTO DE TIERRA COMPRESOR ELLIOTT | | | | Ch\$ | Ch\$ |
|--|--|----|--------|--------------|--------------------|
| 2.1 EXCAVACIONES (PU) | | | | | |
| 2.1.1 | Excavaciones para fundaciones Interior Sala de máquinas N°2 | m³ | 6 | 62.663 | 375.978 |
| 2.1.2 | Excavación para canaleta de derrames | m³ | 2 | 62.663 | 125.326 |
| 2.1.3 | Excavaciones para fundaciones Cepas Ducto de Aire Limpio | m³ | 4 | 62.663 | 250.652 |
| 2.2 RELLENOS (PU) | | | | | |
| 2.2.1 | Rellenos para fundaciones | m³ | 2 | 14.145 | 28.290 |
| 2.2.2 | Rellenos bajo Losas | m³ | 5 | 16.798 | 83.990 |
| 3. OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURAS COMPRESOR ELLIOTT | | | | | |
| 3.1 FUNDACIONES (OBRAS INTERIORES Y EXTERIORES) (PU) | | | | | |
| 3.1.1 | Emplantillado H-10 e=0.1 m+C43 | m³ | 1 | 82.322 | 82.322 |
| 3.1.2 | Confeccion, suministro e inst. enfierradura | Kg | 745 | 1.123 | 836.635 |
| 3.1.3 | Moldaje | m² | 29,6 | 18.432 | 545.587 |
| 3.1.4 | Hormigón de fundacion H-30 | m³ | 12 | 109.655 | 1.315.860 |
| 3.1.5 | Impermeabilización | m² | 50,97 | 8.656 | 441.196 |
| 3.2 CANALETAS Y POZO | | | | | |
| 3.2.1 | Canaleta y pozo para derrames de aceite | kg | 3 | 376.680 | 1.130.040 |
| 3.3. ESTRUCTURA METALICA (PU) | | | | | |
| 3.3.1 | Interior Sala de Máquinas N°2 | kg | 4.025 | 2.181 | 8.778.290 |
| 3.3.2 | Cepas Ducto de Aire Limpio (3) | kg | 1.360 | 1.447 | 1.967.920 |
| 3.3.3 | Plataforma Ventilador Axial | kg | 4.534 | 2.123 | 9.624.295 |
| 4. MONTAJE MECÁNICO - PIPING COMPRESOR ELLIOTT | | | | | |
| 4.1 MECÁNICO (SA) | | | | | |
| 4.1.1 | Montaje Compresor, 9 Ton. | gl | 1 | 3.516.907 | 3.516.907 |
| 4.1.2 | Montaje Motor, 3 Ton. | gl | 1 | 1.512.445 | 1.512.445 |
| 4.1.3 | Alineamiento Mecánico y llenado de aceite | gl | 1 | 463.557 | 463.557 |
| 4.1.4 | Montaje Filtro de Entrada de Aire | gl | 1 | 216.859 | 216.859 |
| 4.1.5 | Montaje de Silenciador - Postenfriador | gl | 1 | 246.859 | 246.859 |
| 4.1.6 | Montaje Ventilador Axial para Aire Limpio | gl | 1 | 417.825 | 417.825 |
| 4.1.7 | Montaje Extensión Ducto Aire Limpio | kg | 20.582 | 718 | 14.777.876 |
| 4.1.8 | Montaje Soportes Ducto de Aire Limpio | kg | 2.000 | 2.782 | 5.564.000 |
| 4.1.9 | Montaje y suministro de soportes para cañerías | kg | 350 | 3.833 | 1.341.550 |
| 4.2. PIPING (SA) | | | | | |
| 4.2.1 | Montaje Cañerías de 12" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 15 | 33.952 | 509.280 |
| 4.2.2 | Montaje Cañerías de 10" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 220 | 30.699 | 6.753.780 |
| 4.2.3 | Montaje Cañerías de 8" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 14 | 27.180 | 380.520 |
| 4.2.4 | Montaje Cañerías de 6" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 10 | 23.960 | 239.600 |
| 4.2.5 | Montaje Cañerías de 5" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 15 | 20.740 | 311.100 |
| 4.2.6 | Montaje y suministro Cañerías de 3" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 6 | 45.154 | 270.924 |
| 4.2.7 | Montaje y suministro Cañerías de 1½" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 4 | 30.238 | 120.952 |
| 5. MONTAJE ELÉCTRICO - INSTRUMENTACIÓN COMPRESOR ELLIOTT | | | | | |
| 5.1. MONTAJE ELÉCTRICO | | | | | |
| 5.1.1 | Suministro y montaje conduit de acero galvanizado (PU) | m | 274 | 13.926 | 3.815.676 |
| 5.1.2 | Suministro y montaje Escalerillas portaconductores (PU) | m | 150 | 69.945 | 10.491.750 |
| 5.1.3 | Suministro e instalación de conductores de fuerza y alimentación (PU) | m | 1.150 | 7.987 | 9.185.400 |
| 5.1.4 | Montaje de Panel y Partidor de Tensión Reducida (SA) | gl | 1 | 4.974.202 | 4.974.202 |
| 5.1.5 | Montaje Ventilador Axial (SA) | gl | 1 | 3.323.113 | 3.323.113 |
| 5.1.6 | Conexión de Equipos Eléctricos (SA) | gl | 1 | 1.367.456 | 1.367.456 |
| 5.1.7 | Suministro y montaje sistema de alumbrado (SA) | gl | 1 | 1.063.443 | 1.063.443 |
| 5.2. MONTAJE INSTRUMENTACIÓN | | | | | |
| 5.2.1 | Suministro e instalación de conductores de Instrumentación, Control (PU) | m | 760 | 3.433 | 2.609.430 |
| 5.2.2 | Suministro e instalación de conductores Red de comunicación Modbus (PU) | m | 180 | 4.733 | 851.940 |
| 5.2.3 | Montaje de Instrumentos (SA) | gl | 1 | 1.884.566 | 1.884.566 |
| 5.2.4 | Conexión de señales de Instrumentación y Control (SA) | gl | 1 | 3.196.456 | 3.196.456 |
| 5.2.5 | Suministro y montaje Tubing de Aire de Instrumentación (PU) | m | 20 | 38.223 | 764.460 |
| 5.2.6 | Pruebas de precomisionamiento (SA) | gl | 1 | 1.923.339 | 1.923.339 |
| 6. PUESTA EN MARCHA Y CIERRE MONTAJE COMPRESOR ELLIOTT (SA) | | | | | |
| 6.1 | Apoyo en puesta en marcha | gl | 1 | 2.312.584 | 2.312.584 |
| | | | | Total | 109.994.230 |

Tabla 5.2.- Presupuesto montaje compresor Elliot

(Fuente: Presupuesto oficial del proyecto de montaje)

| 7. | MOVIMIENTO DE TIERRA TURBOSOPLADOR HOWDEN | | | Ch\$ | Ch\$ |
|--------|---|-----|--------|--------------|--------------------|
| 7.1. | EXCAVACIONES HOWDEN (PU) | | | | |
| 7.1.1 | Excavaciones fundación Turbosoplador | m³ | 70 | 62.663 | 4.386.410 |
| 7.2. | DEMOLICION Y COMPACTACION HOWDEN (PU) | | | | |
| 7.2.1 | Demolición fundación de compresor Elliot N°1 y Loza | m³ | 23 | 62.663 | 1.441.249 |
| 7.2.2 | Compactación de Sello Fundación | m³ | 40 | 23.167 | 926.680 |
| 8. | OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURAS TURBOSOPLADOR HOWDEN | | | | |
| 8.1. | FUNDACIONES HOWDEN (PU) | | | | |
| 8.1.2 | Emplantillado H-10 e=0.1 m | m³ | 10 | 82.322 | 823.220 |
| 8.1.3 | Confeccion e inst. enfierradura | m³ | 6.205 | 1.123 | 6.968.215 |
| 8.1.4 | Moldaje | Kg | 54 | 18.432 | 995.328 |
| 8.1.5 | Hormigón de fundación H-30 | m² | 90 | 109.655 | 9.868.950 |
| 8.1.6 | Impermeabilización | m³ | 50 | 8.656 | 432.800 |
| 8.2. | ANEXOS AREA AUTOTRANSFORMADOR Y TRINCHERA (PU) | | | | |
| 8.2.1 | Dowels | Kg | 55 | 1.904 | 104.720 |
| 8.2.2 | Escalines | Kg | 27 | 6.550 | 176.850 |
| 8.2.3 | Tapa Escotilla | c/u | 2 | 29.550 | 59.100 |
| 8.2.4 | Perfil L 65x65x5 | c/u | 25 | 1.916 | 47.900 |
| 8.2.5 | Tapas Plancha Diamantada de 620x780mm e=6mm | kg | 8 | 20.144 | 161.152 |
| 8.2.6 | Cañería 2½"x4.48 | c/u | 121 | 4.021 | 486.541 |
| 8.2.7 | Malla Galvanizada tipo bizcocho | kg | 10 | 5.975 | 59.750 |
| 8.2.8 | Alambre de púas | ml | 45 | 1.145 | 51.525 |
| 8.3. | ESTRUCTURA METALICA (PU) | | | | |
| 8.3.1 | Plataformas Interior Sala de Máquinas 1 + Plataforma Elliott 1 | kg | 9.695 | 2.139 | 20.733.360 |
| 8.3.2 | Estructura levantamiento techo | kg | 3.900 | 2.077 | 8.100.300 |
| 8.3.3 | Estructura sobre sala de máquinas N°1 | kg | 11.765 | 2.104 | 24.751.975 |
| 8.3.4 | Estructura plataforma acometida ducto de descarga | kg | 4.930 | 2.124 | 10.471.710 |
| 8.3.5 | Desarme Pared Divisoria Sala Filtros - Sala Compresor y reubicacion arrostros | kg | 300 | 2.637 | 791.100 |
| 8.3.6 | Desarme y Arme de Techo para Montaje de Turbosoplador | kg | 3.340 | 3.056 | 10.207.040 |
| 8.3.7 | Desarme Plataforma Existente | kg | 1.810 | 2.637 | 4.772.970 |
| 9. | MONTAJE MECÁNICO - PIPING TURBOSOPLADOR HOWDEN | | | | |
| 9.1. | MECÁNICO (SA) | | | | |
| 9.1.1 | Retiro de Compresor Elliott Existente | gl | 1 | 1.983.757 | 1.983.757 |
| 9.1.2 | Montaje de Turbosoplador - Motor | gl | 1 | 5.060.845 | 5.060.845 |
| 9.1.3 | Montaje de Filtro y Silenciador de Entrada | gl | 1 | 216.859 | 216.859 |
| 9.1.4 | Montaje de Silenciadores de salida | gl | 1 | 216.859 | 216.859 |
| 9.1.5 | Montaje de silenciador y válvula de venteo | gl | 1 | 216.859 | 216.859 |
| 9.1.6 | Montaje Enfriadores de Aceite | gl | 1 | 331.658 | 331.658 |
| 9.1.7 | Montaje Válvula manual 36" y Válvula de 48" | gl | 1 | 191.729 | 191.729 |
| 9.1.8 | Montaje Ducto Salida | gl | 25.690 | 718 | 18.445.420 |
| 9.1.9 | Modificación Ducto de Aire Limpio Interior Sala | kg | 1.750 | 2.981 | 5.216.750 |
| 9.1.10 | Montaje de Soportes Ducto de Descarga | kg | 3.800 | 2.508 | 9.530.400 |
| 9.1.11 | Suministro y montaje de aislación de Ducto de Descarga | kg | 350 | 21.926 | 7.674.030 |
| 9.1.12 | Saneamiento de Piping de Compresor Elliott a Retirar | gl | 1 | 241.246 | 241.246 |
| 9.2. | PIPING (SA) | | | | |
| 9.2.1. | Montaje y suministro cañerías de 3" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 35 | 45.154 | 1.580.390 |
| 9.2.1. | Montaje y suministro cañerías de 1 ½" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 10 | 30.238 | 302.380 |
| 9.2.1. | Montaje y suministro cañerías de 1" ASTM A-53 GR. B SCH40 + Fitting | m | 5 | 41.199 | 205.995 |
| 10. | MONTAJE ELÉCTRICO - INSTRUMENTACIÓN TURBOSOPLADOR HOWDEN | | | | |
| 10.1. | MONTAJE ELÉCTRICO | | | | |
| 10.1.1 | Suministro y montaje conduit (PU) | m | 610 | 17.931 | 10.937.910 |
| 10.1.2 | Suministro y montaje Escalerillas portaconductores (PU) | m | 60 | 70.273 | 4.216.380 |
| 10.1.3 | Suministro e instalación de conductores de fuerza y alimentación (PU) | m | 1.210 | 9.855 | 11.924.290 |
| 10.1.4 | Suministro y Montaje de Panel Fuerza y Alumbrado + Paneles Elliott 1(SA) | m | 1 | 4.469.402 | 4.469.402 |
| 10.1.5 | Montaje Autotransformador (SA) | c/u | 1 | 2.067.138 | 2.067.138 |
| 10.1.6 | Conexión de Equipos Eléctricos (SA) | c/u | 1 | 1.371.226 | 1.371.226 |
| 10.1.7 | Suministro y montaje sistema de alumbrado + Sist. Alumbrado Elliott 1 (SA) | gl | 1 | 2.272.829 | 2.272.829 |
| 10.1.8 | Retiro de Partidor de Tensión Reducida de Compresor Elliott existente (SA) | gl | 1 | 393.747 | 393.747 |
| 10.1.9 | Saneamiento eléctrico de conductores de Compresor Elliott a retirar (SA) | gl | 1 | 1.519.639 | 1.519.639 |
| 10.2. | MONTAJE INSTRUMENTACIÓN | | | | |
| 10.2.1 | Suministro e instalación de conductores de Instrumentación, Control (PU) | m | 520 | 3.799 | 1.975.630 |
| | Tipo 1x5Cx14 AWG - XTCC | m | 120 | 3.068 | 368.160 |
| | Tipo 1x1Px16 AWG - PLTC | m | 100 | 2.961 | 296.100 |
| | Tipo 1x2Px16 AWG - PLTC | m | 230 | 3.559 | 818.570 |
| | Tipo 1x8Tx16 AWG - PLTC | m | 70 | 7.040 | 492.800 |
| 10.2.2 | Suministro e instalación de conductores Red de comunicación Modbus y Modbus Plus (PU) | m | 450 | 4.733 | 2.129.850 |
| 10.2.3 | Montaje de Instrumentos (SA) | gl | 1 | 1.884.566 | 1.884.566 |
| 10.2.4 | Conexión de señales de Instrumentación y Control (SA) | gl | 1 | 3.196.456 | 3.196.456 |
| 10.2.5 | Suministro y montaje Tubing de Aire de Instrumentación (PU) | gl | 40 | 38.223 | 1.528.920 |
| 10.2.6 | Pruebas de precomisionamiento (SA) | gl | 1 | 1.923.339 | 1.923.339 |
| 11 | PUESTA EN MARCHA Y CIERRE MONTAJE TURBOSOPLADOR HOWDEN (SA) | | | | |
| 11.1 | Apoyo en puesta en marcha | gl | 1 | 2.312.584 | 2.312.584 |
| | | | | Total | 214.333.558 |

Tabla 5.3.- Presupuesto montaje turbosoplador Howden

(Fuente: Presupuesto oficial del proyecto de montaje)

| 12 | DESARME DE FAENA | | | Ch\$ | Ch\$ |
|--------|---|----|---|------------------|------------------|
| 12.1 | DESINTALACIÓN DE FAENAS (SA) | | | | |
| 12.1.1 | Retiro de Instalaciones Sanitarias y electricas provisorias | gl | 1 | 230.000 | 230.000 |
| 12.1.2 | Retiro de Oficinas y dependencias provisorias | gl | 1 | 2.070.000 | 2.070.000 |
| 12.1.3 | Retiro de Cierros provisorios | gl | 1 | 287.500 | 287.500 |
| 12.1.4 | Retiro de escombros y Deshechos | gl | 1 | 172.500 | 172.500 |
| 12.1.5 | Desmovilización | gl | 1 | 2.052.750 | 2.052.750 |
| | Total | | | 4.812.750 | 4.812.750 |

Tabla 5.4.- Presupuesto Desmovilización de Faena

(Fuente: Presupuesto oficial del proyecto de montaje)

| Partida | Total [\$] |
|--------------------------|--------------------|
| Obras Preliminares | 14.669.897 |
| Montaje Compresor Elliot | 109.994.230 |
| Montaja Turbo-soplador | 212.357.928 |
| Desmovilización | 4.812.750 |
| | |
| Gastos Generales | 155.278.924 |
| Utilidades | 70.030.556 |
| Total | 567.144.285 |

Tabla 5.5.- Resumen Presupuesto

(Fuente: Elaboración propia)

| Item | Total [\$] | |
|-----------------------------|--------------------|---|
| Personal Administración | 102.262.500 | Correspondiente al GG, con una dotación de 12 Pers. x 6 Meses |
| Mano de Obra | 154.845.000 | Considera una dotación promedio de 45 HM x 6 Meses |
| Materiales | 84.377.480 | Cubicación de los planos del Proyecto |
| Herramientas y Equipos | 44.323.782 | Requerimientos de acuerdo a las Actividades |
| Transporte | 17.200.000 | Considera arriendo de 3 camionetas y un bus de 45 pasajeros |
| Combustible | 12.480.000 | Combustible para las camionetas y bus durante 6 meses |
| Mantención de Vehiculos | 1.260.000 | Una mantención a cada camioneta mensual |
| Implementos de Seguridad | 13.636.080 | De acuerdo a los estandares de Altonorte |
| Alimentación | 22.230.000 | De lunes a viernes para todo el Personal 57 personas x 6 meses |
| Apoyo Logistico | 1.800.000 | Celulares y Radios |
| Exámenes Medicos | 3.135.000 | Requerido por altonorte para todo los integrantes del Proyecto |
| Seguros Trabajadores | 10.260.000 | Obligación |
| Interes Boletas de Garantia | 6.801.892 | Boletas de Fiel cumplimiento del Contrato x el 10% del contrato |
| Administración General | 2.565.000 | Remuneraciones, Gestión de Adquisiciones, Atc |
| Implementos de Oficina | 3.376.260 | |
| Varios | 16.560.735 | Imprevistos |
| | | |
| Utilidad Esperada | 70.030.556 | |
| | 567.144.285 | |

Tabla 5.6.- Desglose de gastos proyectados

(Fuente: base de datos del proyecto de montaje)

5.4 Organización

5.4.1 Organigrama del proyecto

La organización del proyecto en primera instancia se forma con los requerimientos del mandante, esto es: Administrador de Contrato, Jefe Oficina Técnica, Jefe Dpto HSEC¹⁶, QAQC¹⁷ y Jefe de Terreno.

Para los trabajos del proyecto, se dividió este en tres áreas: obras civiles, montaje mecánico piping y obras eléctricas e Instrumentación, cada una de ellas a cargo de un supervisor, el que tenía por misión organizar la totalidad de los trabajos, identificar las necesidades del área y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

Finalmente se completa la organización del proyecto con el administrativo encargado de los asuntos laborales, Bodeguero, Topógrafo y Medio de Transporte.

¹⁶ HSEC: Health Safety Environment and Community, Salud Seguridad y Medio Ambiente de la Comunidad.

¹⁷ QA/QC: Quality Assurance/ Quality Control, Garantía de Calidad/ Control de Calidad

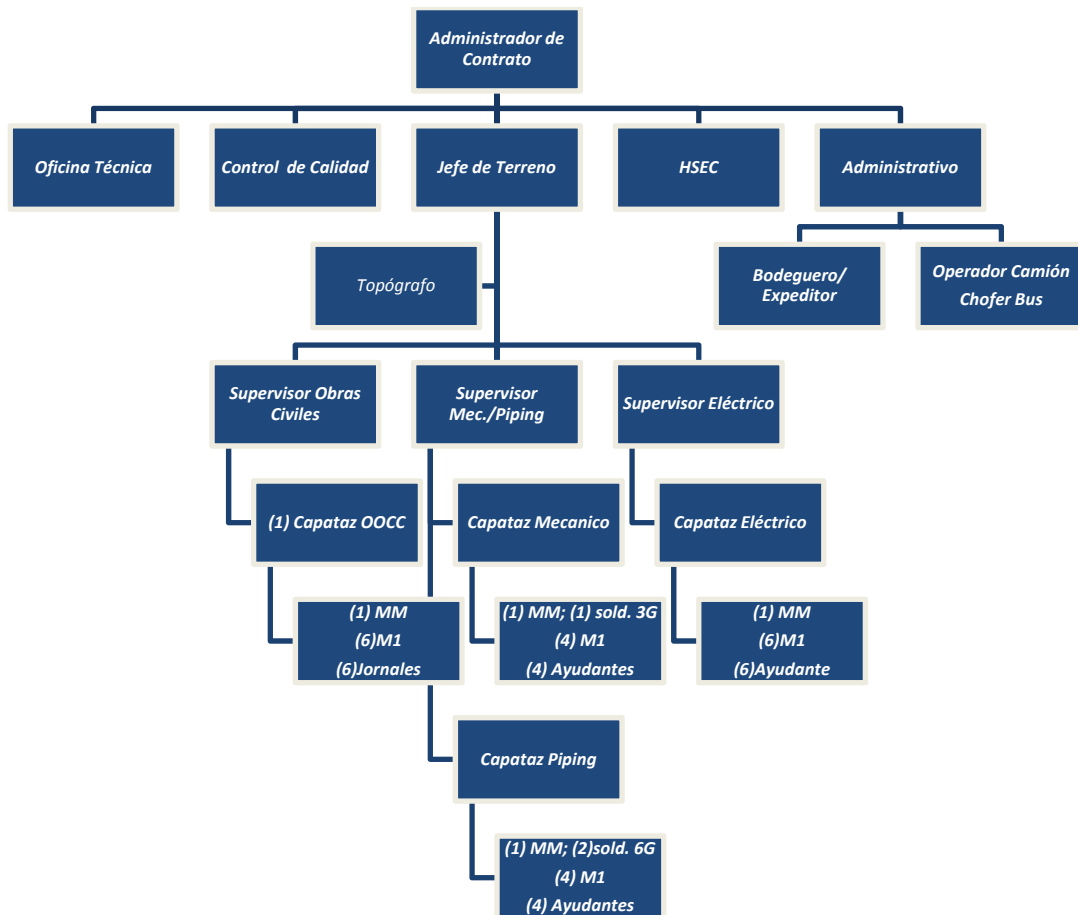


Figura 5.4.- Organigrama de Proyecto

(Fuente: Elaboración propia)

La organización del proyecto depende exclusivamente de la gerencia de operaciones de la empresa, la que entrega la totalidad de la responsabilidad del proyecto al administrador de contrato, quien tiene la autoridad absoluta sobre toda la organización. Por lo tanto será el administrador quien manifieste todas las necesidades a la gerencia de operaciones y a los departamentos de RRHH y/o adquisiciones.

5.5 Diagnóstico del Proyecto

5.5.1 Planificación y programación inicial

5.5.1.1 Hitos del Proyecto

En la reunión de pre-inicio del proyecto entre el mandante y el contratista se establecen los Hitos del Contrato indicados en la tabla 5.7; en base a estas fechas se confecciona la programación del proyecto, y se distribuyen los recursos. El no cumplimiento de estos hitos, faculta al mandante según contrato, de aplicar una multa de un 1% del valor neto mensual del contrato con un límite de 10% por atrasos de hitos intermedios, y por el atraso en la entrega del proyecto total, se aplicará una multa de un 1% del valor neto del contrato, con un límite máximo de 10%.

| Hitos del Contrato | Programa |
|--------------------------------------|-----------|
| Inicio de la Ejecución del Proyecto | 01-Abr-09 |
| Termino Montaje Compresor Elliot | 18-Jun-09 |
| Término Montaje Ducto de Aire Limpio | 19-Jun-09 |
| Término Montaje Turbo-soplador | 22-Sep-09 |
| Término Montaje Ducto de Descarga | 23-Sep-09 |
| Término del Proyecto | 09-Oct-09 |

Tabla 5.7.- Hitos del Proyecto

(Fuente: Elaboración Propia)

5.5.1.2 Programación de actividades

La programación de actividades es asumida por la oficina técnica del proyecto, la que mediante el estudio de las bases de licitación, especificaciones técnicas y planos del proyecto, define: la estructura de trabajo, las actividades, la cantidad de recursos y la secuencia constructiva. La programación de

actividades es realizada en el software Primavera v3.0, al cual se le ingresa, la estructura WBS, las actividades, las relaciones lógicas entre actividades y los recursos por actividades, con el objetivo de crear un línea base del proyecto, que sirva como parámetro de medición a los sucesivos controles a realizar

El resumen de la distribución de recursos (HH) se muestra en la tabla 5.8, en ella se representa la cantidad de mano de obra (HH) necesaria para que en cada actividad se cumpla con una cantidad específica de trabajo en un tiempo determinado, de manera de cumplir los Hitos del Proyecto y respetar el presupuesto disponible.

| ITEM PRINCIPALES OBRAS | | HH Contrato | Incidencia % |
|------------------------|---|----------------|-----------------|
| 1 | COMPRESOR ELLIOT | 12469 | 34,57% |
| 1.1 | Obras Preliminares | 1114 | 3,09% |
| 1.2 | Movimiento de Tierra Compresor | 388 | 1,08% |
| 1.3 | Obras Civiles y Estructuras Compresor | 2722 | 7,55% |
| 1.4 | Montaje Mecánico-Piping Compresor | 4191 | 11,62% |
| 1.5 | Montaje Eléctrico-Instrumención Compresor | 3604 | 9,99% |
| 1.6 | Puesta en Marcha y Cierre Montaje Compresor | 450 | 1,25% |
| 2 | TURBOSOPLADOR HOWDEN | 23596 | 65,43% |
| 2.1 | Movimiento de Tierra Turbosoplador | 1304 | 3,62% |
| 2.2 | Obras Civiles y Estructura Turbosoplador | 11887 | 32,96% |
| 2.3 | Montaje Mecánico-Piping Turbosoplador | 4628 | 12,83% |
| 2.4 | Montaje Eléctrico Instrumentación Turbosoplador | 4891 | 13,56% |
| 2.5 | Puesta en Marcha y Cierre Montaje Turbosoplador | 450 | 1,25% |
| 2.6 | Desmovilización de Faena | 436 | 1,21% |
| TOTAL | | 36065 | 100,00% |

Tabla 5.8.- Presupuesto de HH

(Fuente: Elaboración Propia)

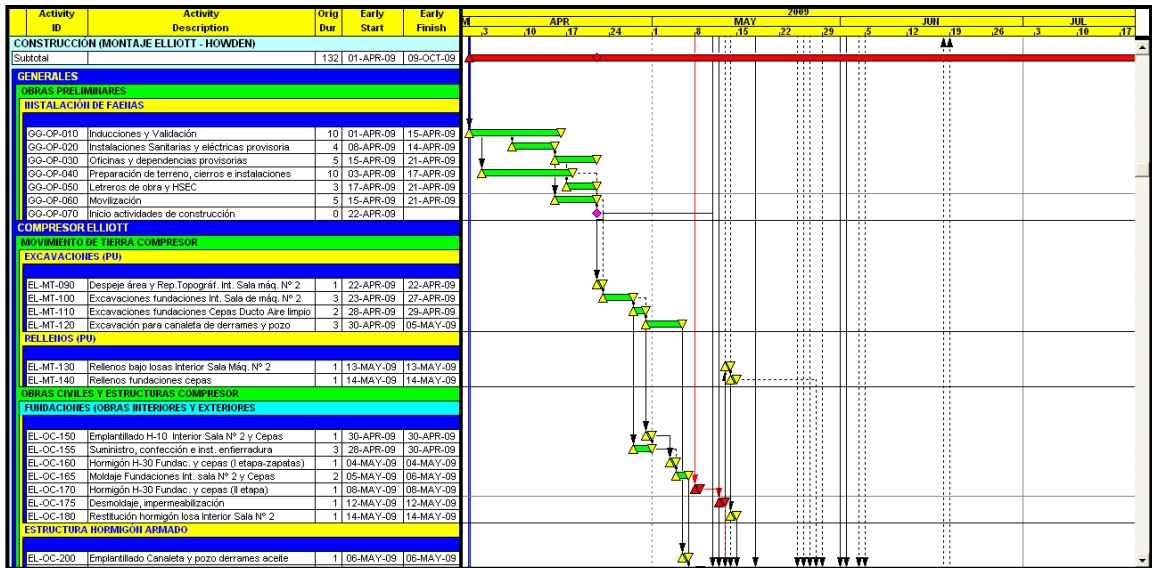


Figura 5.6.- Vista Programación en Primavera

(Fuente: Programa del proyecto Software Primavera P3)

Al ingresar los recursos (HH) por actividades en la programación y luego definir su secuencia en el tiempo, se obtiene la cantidad de HH programada por semana, esta información se representa en el gráfico de la figura 5.7.

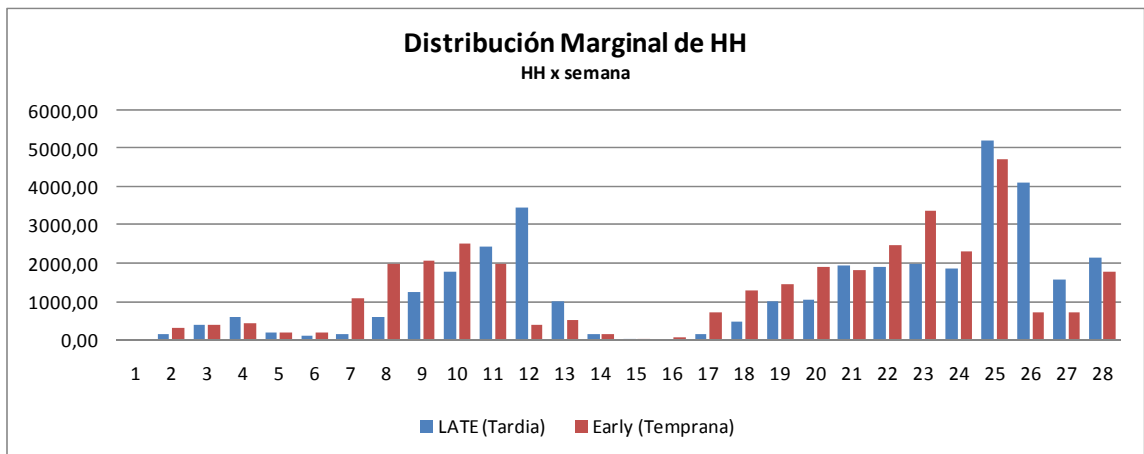


Figura 5.7.- Distribución marginal de HH

(Fuente: base de datos del proyecto)

La forma que toma la distribución marginal de HH por semanas, es decir con dos puntas y un valle intermedio es a causa de que la primera parte de la curva indica el montaje del Compresor y una vez terminada esta etapa se continua con el inicio de los trabajos del montaje del turbosoplador, por lo que hay un periodo intermedio en donde el gasto de HH debe disminuir paulatinamente, para volver aumentar de la misma forma.

Acumulando las HH programadas por semana se obtiene la curva característica del proyecto o “curva S”, en este mismo gráfico se marcará semanalmente las HH ganadas de proyecto, mostrando la curva de avance real y entregando una rápida impresión del estado de avance del proyecto.

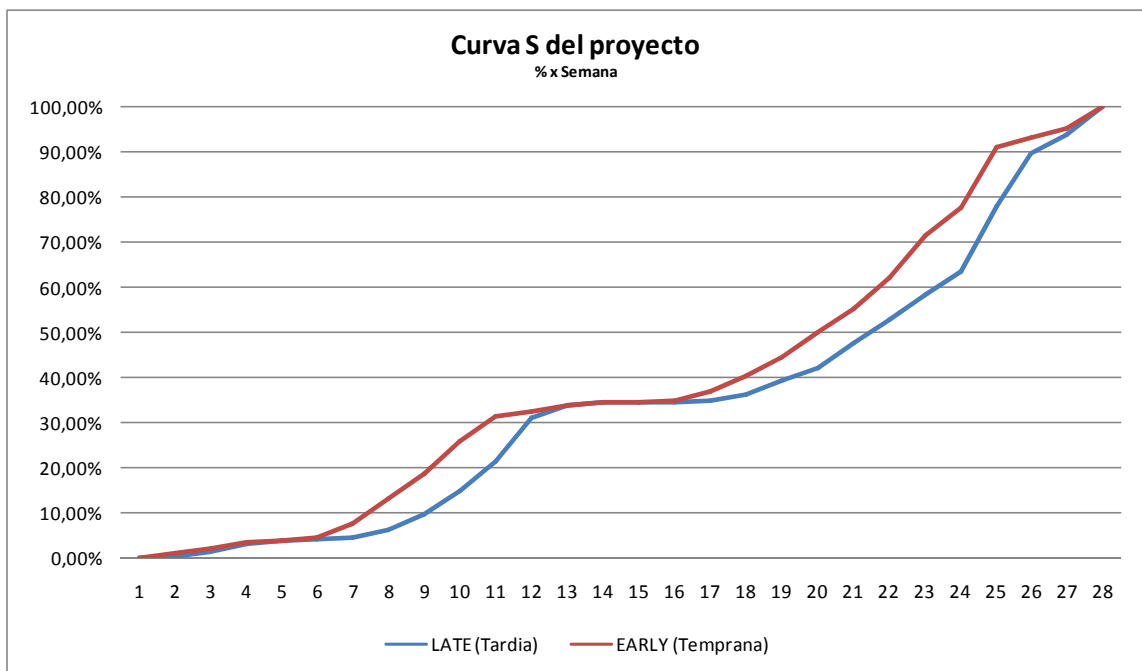


Figura 5.8.- Curva “S” programada del proyecto

(Fuente: base de datos del proyecto)

5.5.2 Variación en el cumplimiento de los hitos contractuales durante Proyecto

En lo referente al cumplimiento de los plazos del proyecto se presentaron importantes desviaciones de carácter negativo, indicando con ello atrasos en la mayoría de las actividades, obteniendo con estos antecedentes los siguientes resultados.

| | Programado | | | Real | | | Desviación |
|---|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|------------|------------|
| | Inicio | Término | OD | Inicio | Termino | RD | |
| COMPRESOR ELLIOT | 01-Abr-09 | 25-Jun-09 | 86 | 06-Abr-09 | 24-Jul-09 | 110 | -24 |
| OBRAS PRELIMINARES | 01-Abr-09 | 21-Abr-09 | 21 | 06-Abr-09 | 05-May-09 | 30 | -9 |
| MOVIMIENTO DE TIERRA COMPRESOR | 22-Abr-09 | 14-May-09 | 23 | 28-Abr-09 | 01-Jun-09 | 35 | -12 |
| OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURAS COMPRESOR | 28-Abr-09 | 04-Jun-09 | 38 | 07-May-09 | 08-Jul-09 | 63 | -25 |
| MONTAJE MECÁNICO-PIPING COMPRESOR | 07-May-09 | 18-Jun-09 | 43 | 04-May-09 | 08-Jul-09 | 66 | -23 |
| MONTAJE ELÉCTRICO-INSTRUMENTACIÓN COMPRESOR | 11-May-09 | 18-Jun-09 | 39 | 22-May-09 | 17-Jul-09 | 57 | -18 |
| PUESTA EN MARCHA Y CIERRE MONTAJE COMPRESOR | 19-Jun-09 | 25-Jun-09 | 7 | 10-Jul-09 | 24-Jul-09 | 15 | -8 |
| | | | | | | 1 | -1 |
| TURBOSOPLADOR HOWDEN | 13-Jul-09 | 09-Oct-09 | 89 | 13-Jul-09 | 06-Nov-09 | 117 | -28 |
| OBRAS CIVILES | 13-Jul-09 | 14-Sep-09 | 64 | 13-Jul-09 | 05-Oct-09 | 85 | -21 |
| MONTAJE DE ESTRUCTURAS | 20-Jul-09 | 21-Sep-09 | 64 | 24-Jul-09 | 30-Oct-09 | 99 | -35 |
| MONTAJE MECÁNICO PIPING | 23-Jul-09 | 23-Sep-09 | 63 | 21-Jul-09 | 30-Oct-09 | 102 | -39 |
| MONTAJE ELÉCTRICO | 27-Jul-09 | 17-Sep-09 | 53 | 29-Jul-09 | 30-Oct-09 | 94 | -41 |
| MONTAJE INSTRUMENTACIÓN | 20-Ago-09 | 02-Oct-09 | 44 | 13-Ago-09 | 30-Oct-09 | 79 | -35 |
| APOYO PUESTA EN MARCHA | 24-Sep-09 | 09-Oct-09 | 16 | | | 1 | 15 |
| DESMOVILIZACIÓN DE FAENA | 24-Sep-09 | 09-Oct-09 | 16 | 02-Nov-09 | 06-Nov-09 | 5 | 11 |

Tabla 5.9.- Variación en los plazos de término

(Fuente: elaboración propia)

Para obtener una mejor visión de la situación, en la figura 5.9 se presenta la situación graficada en formato Gantt, la línea roja representa el desarrollo real del proyecto, mientras que la línea de color celeste representa la línea base o target del proyecto.

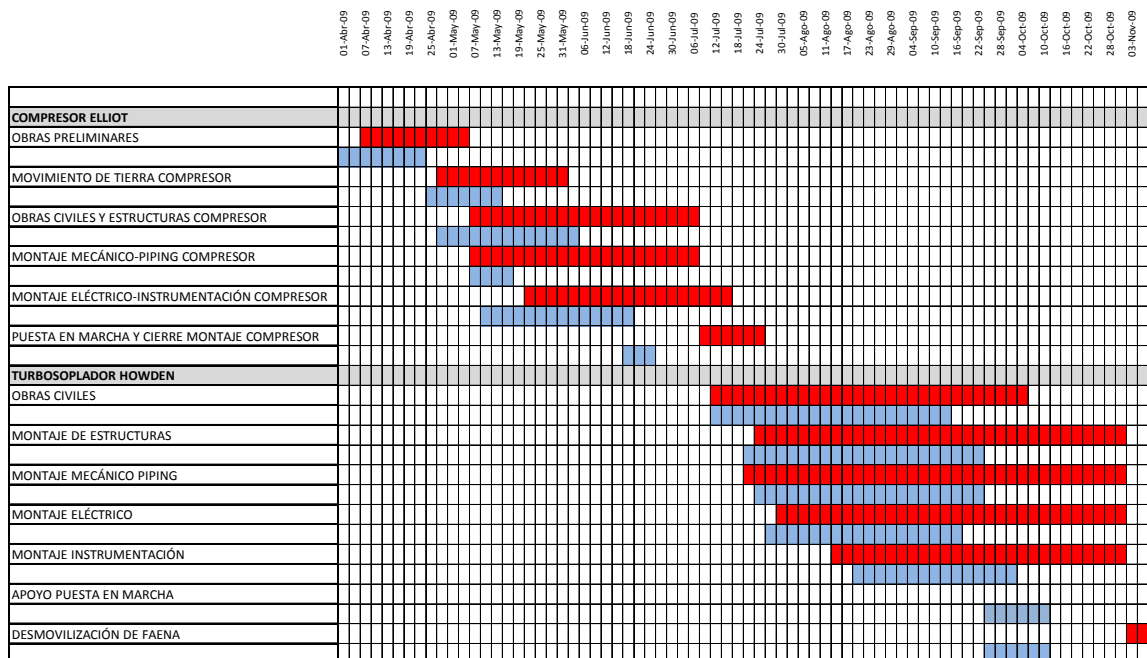


Figura 5.9.- Diagrama de Gantt del Proyecto

(Fuente: elaboración propia)

Es evidente que muchas de las actividades del proyecto tuvieron una duración superior a la programada. Esto hecho pudo deberse a la baja disposición de recursos o una disminución en el rendimiento de la mano de obra, análisis que se puede ver más profundo en el análisis de la curva S del proyecto.

5.5.3 Análisis valor ganado

El comportamiento de avance físico del proyecto representado a través de su curva de avance acumulado o “curva S”, mantuvo en la mayoría del tiempo un atraso con respecto a la curva más temprana de programación, tal como se muestra en el siguiente grafico.

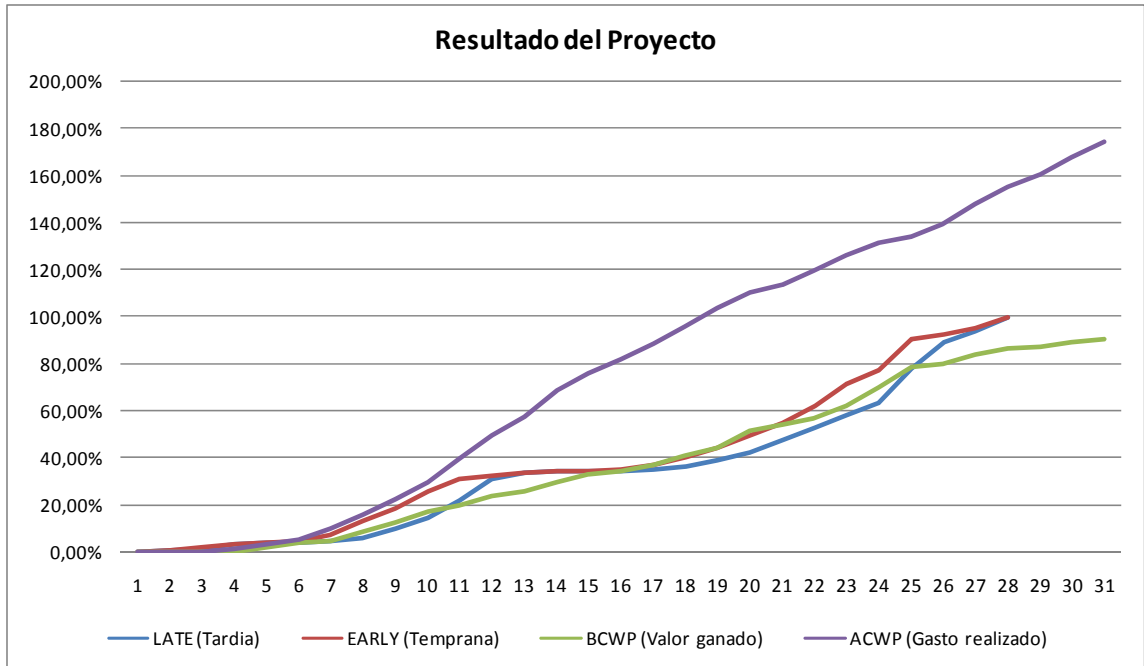


Figura 5.10.- Control de avance del proyecto

(Fuente: base de datos del proyecto)

La curva BCWP (Valor Ganado), representada en color verde, muestra el avance del proyecto con respecto a las curvas programadas “Late” y “Early”. Esta referencia muestra que el proyecto durante la mayoría de los controles estuvo por debajo de la curva programada “Early”, situación que evidencia un constante atraso.

La curva ACWP (gasto realizado), muestra la cantidad real de HH gastadas en el proyecto, la forma de esta curva muestra un gasto constante, es decir la dotación de HH semanales parece no cambiar. Además en el grafico de la figura 5.11 muestra que el rendimiento de las HH (porcentaje de HH ganadas en relación a la gastadas), comienza a disminuir durante el primer tercio del proyecto, lo que se puede atribuir a dos circunstancias. Una de ellas es el aumento de ordenes de cambio o mayores obras, lo que sería positivo, pues

esto va acompañado de aumento en los ingresos del proyecto. Otra situación podría indicar una disminución en el rendimiento de la mano de obra, lo que acompaña un aumento en la dotación para lograr dar cumplimiento a los avances proyectados.

El en grafico 5.11 se muestra la desviación en la programación por cada semana de acuerdo a los controles realizados. De este análisis se muestra que el proyecto en la mayoría de los controles presento atraso y a pesar de los esfuerzo por remontar (acenso de la curva) solo se consiguió estar tres semanas sin atraso.



Figura 5.11.- Desviación en la Programación del proyecto

(Fuente: base de datos del proyecto)

En el Grafico 5.12, se muestra la desviación en el gasto con respecto al valor ganado. En este analisis se indica como la curva desciende durante todo el proyecto, evidenciando un constante aumento del gasto con respecto al presupuesto, finalizando en un perdida de casi el 85% con respecto al valor inicial del proyecto.

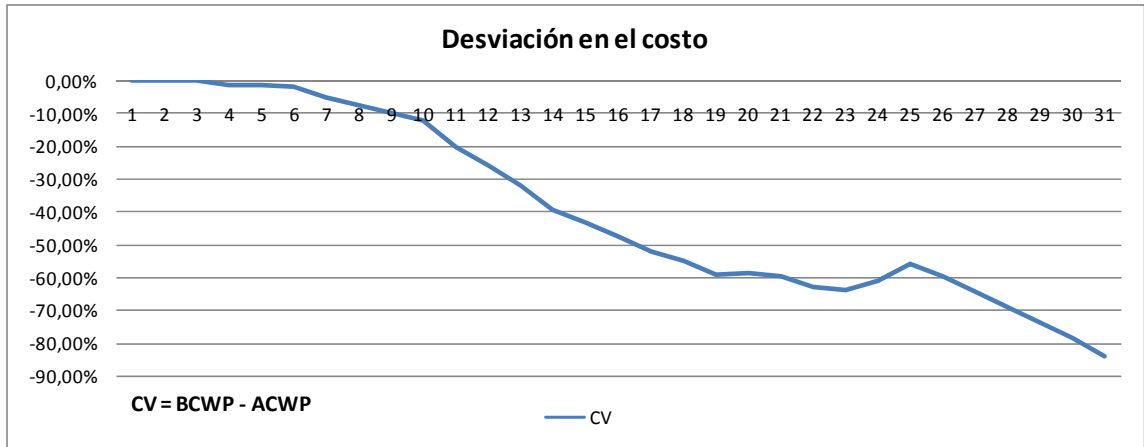


Figura 5.12.- Desviación en el costo del proyecto
(Fuente: elaboración propia)

El grafico mostrado en la figura 5.13, muestra la variación semanal de la proyección del gasto al término del proyecto. Durante todas las semanas la proyección fue superior al presupuesto del proyecto correspondiente al 100%.

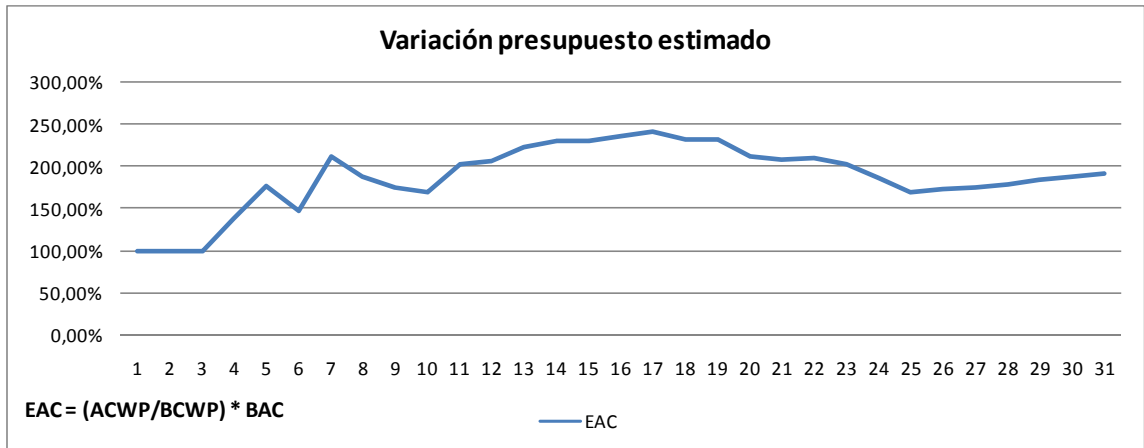


Figura 5.13.- Variación del presupuesto estimado
(Fuente: Elaboración propia)

De la misma forma el grafico en la figura 5.14, muestra la diferencia proyectada semanalmente del presupuesto real y el estimado.

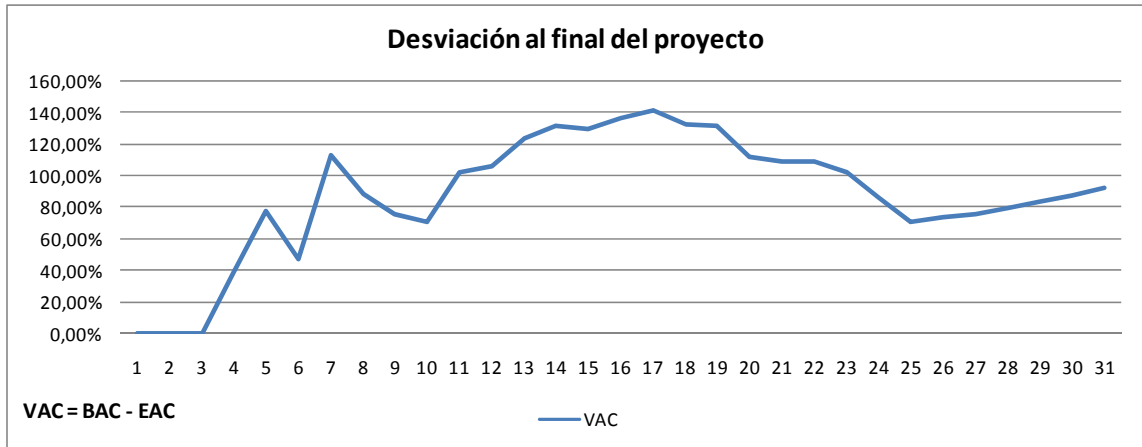


Figura 5.14.- Desviación al final del proyecto

(Fuente: elaboración propia)

En el grafico de la figura 5.15, muestra la proyección estimada semanalmente del gasto por realizar de acuerdo a las condiciones actuales del proyecto.

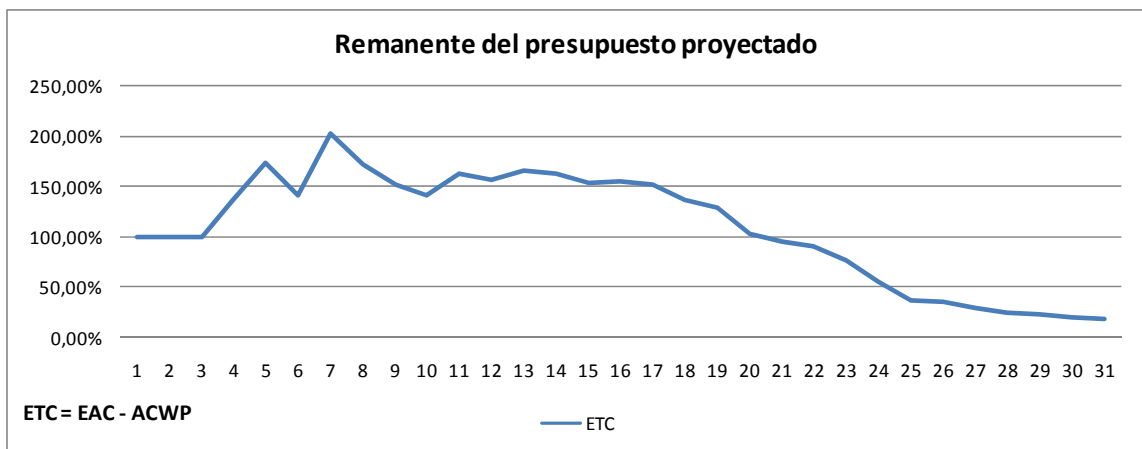


Figura 5.15.- Remanente del presupuesto proyectado

(Fuente: elaboración propia)

5.5.3.1 Análisis de avance por área de trabajo

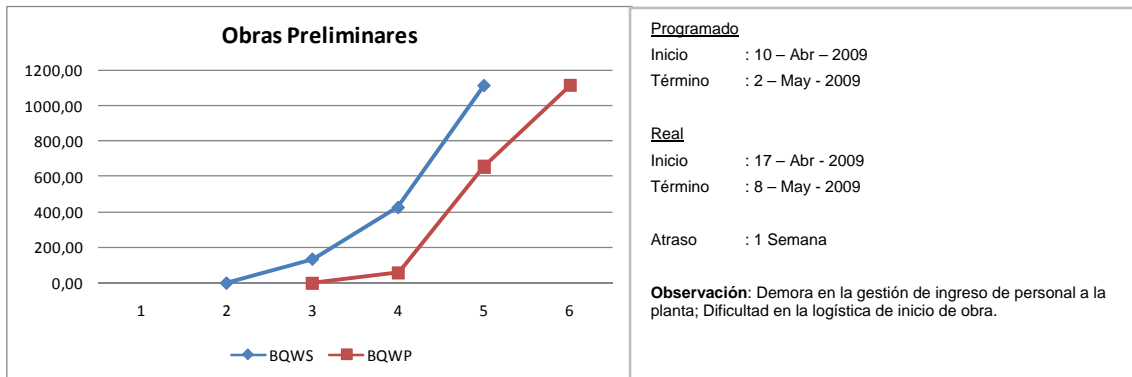


Figura 5.16.- Control de avance obras preliminares

(Fuente: base de datos del proyecto)

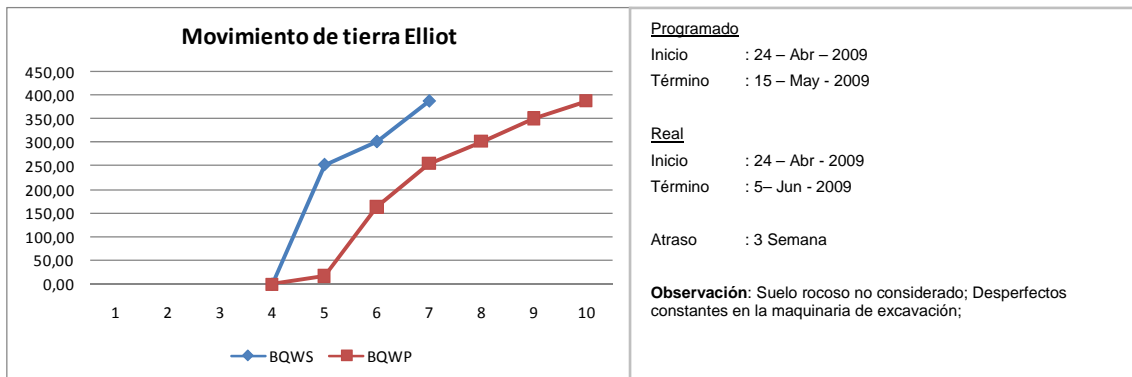


Figura 5.17.- Movimiento de Tierra Compresor Elliot

(Fuente: base de datos del proyecto)

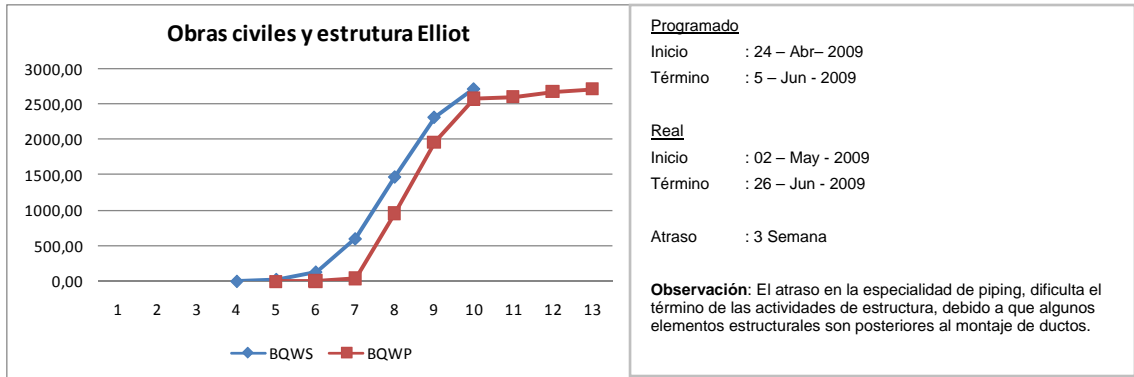


Figura 5.18.- Control de avance Obras Civiles y Estructura Compresor Elliot

(Fuente: base de datos del proyecto)

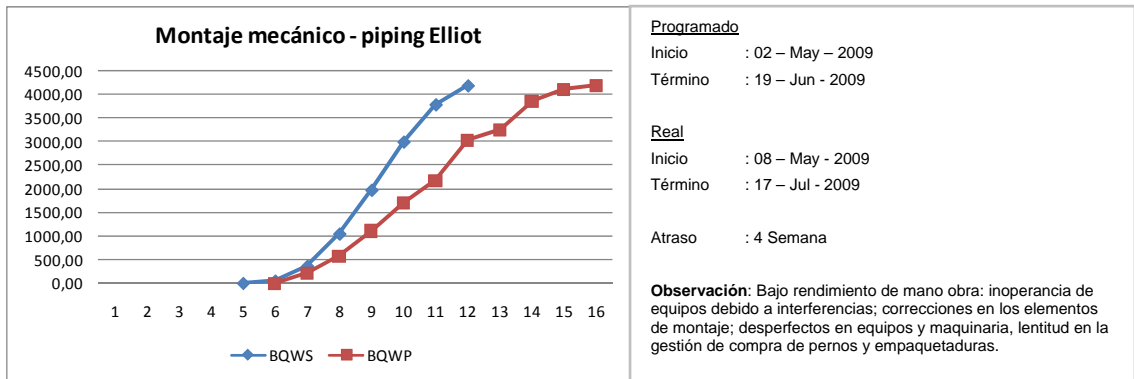


Figura 5.19.- Control de Avance Montaje Mecánico Piping

(Fuente: base de datos del proyecto)

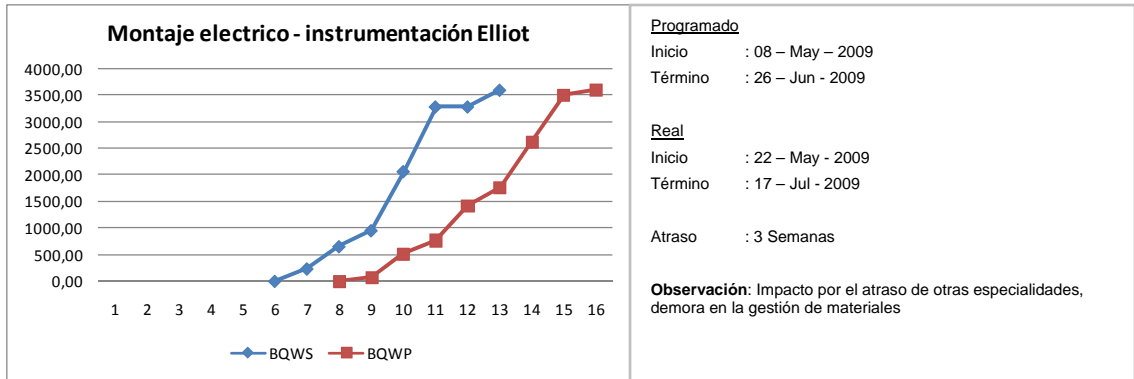


Figura 5.20.- Control de avance montaje eléctrico e Instrumentación compresor

(Fuente: base de datos del proyecto)

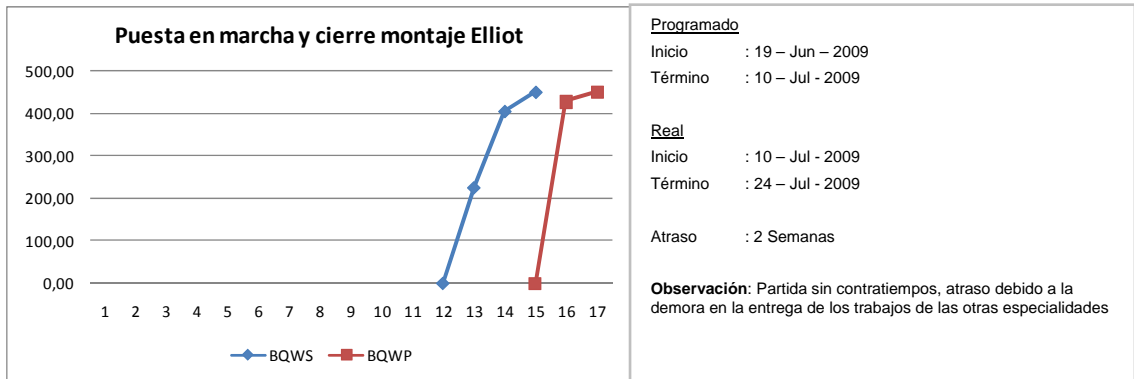


Figura 5.21.- Control de avance puesta en marcha

(Fuente: base de datos del proyecto)

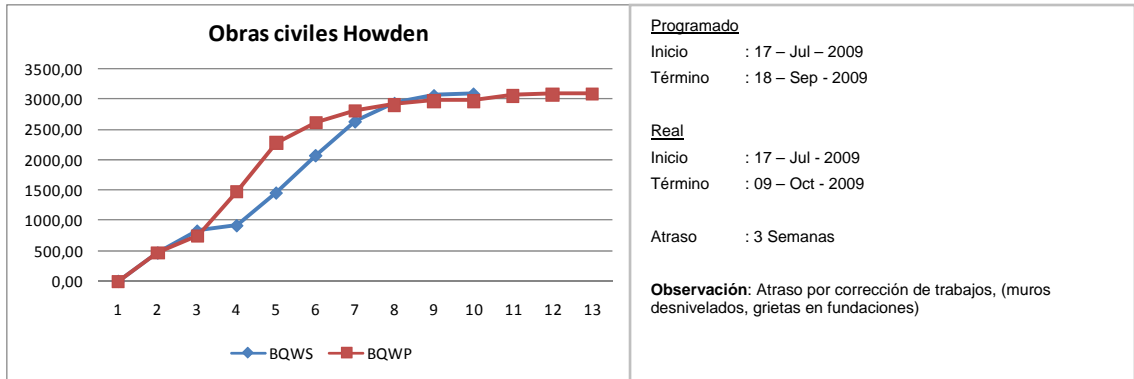


Figura 5.22.- Control de Avance Obras Civiles Montaje Turbo Soplador

(Fuente: base de datos del proyecto)

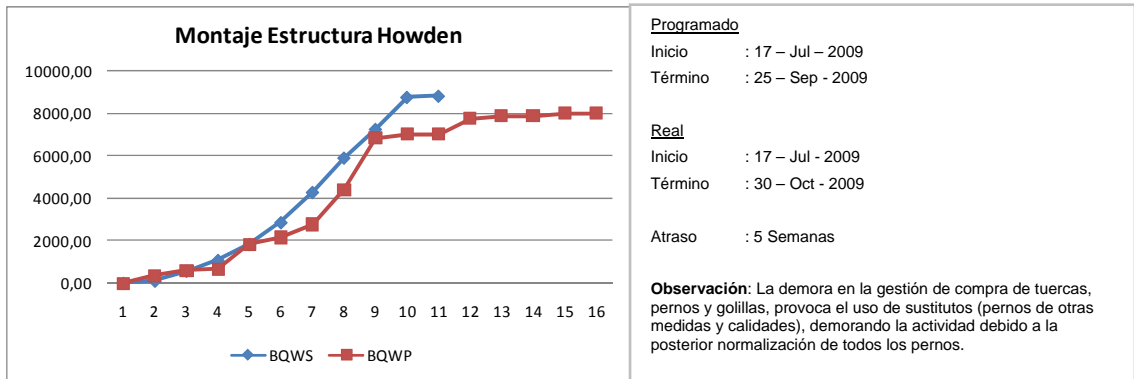


Figura 5.23.- Control de avance montaje estructura Turbo Soplador

(Fuente: base de datos del proyecto)

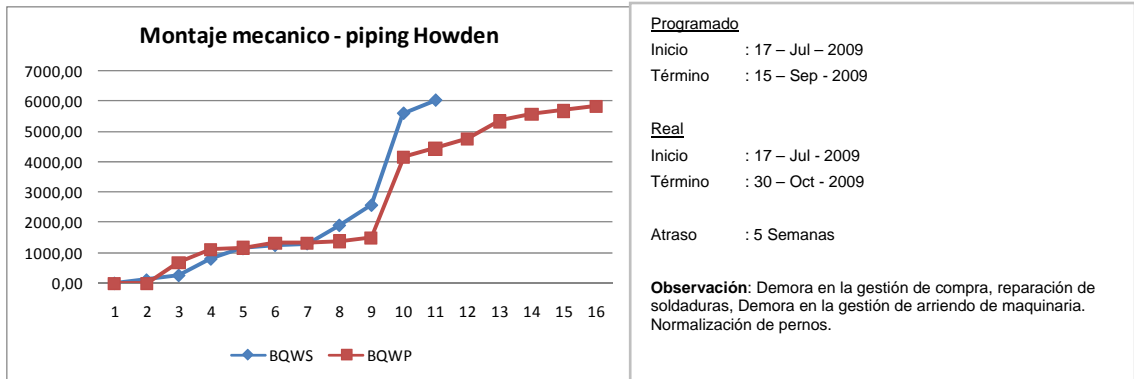


Figura 5.24.- Control de avance obras mecánico – Piping Turbo Soplador

(Fuente: base de datos del proyecto)

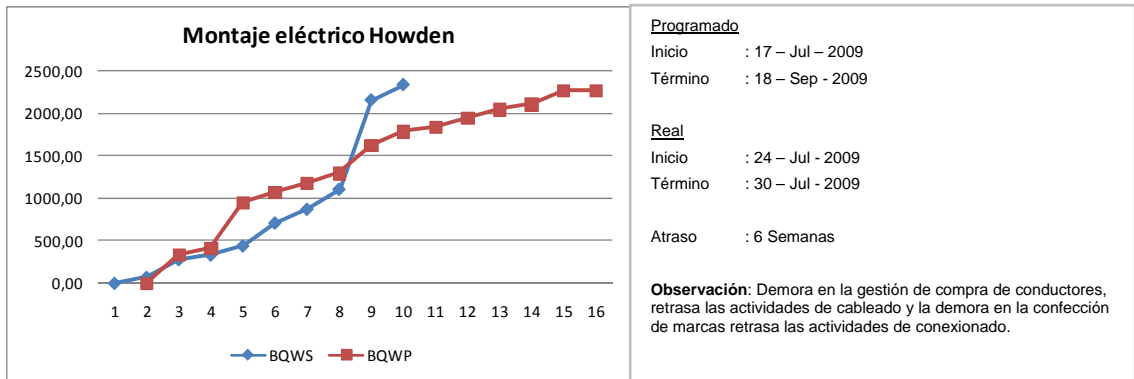


Figura 5.25.- Control de avance montaje eléctrico

(Fuente: base de datos de proyecto)

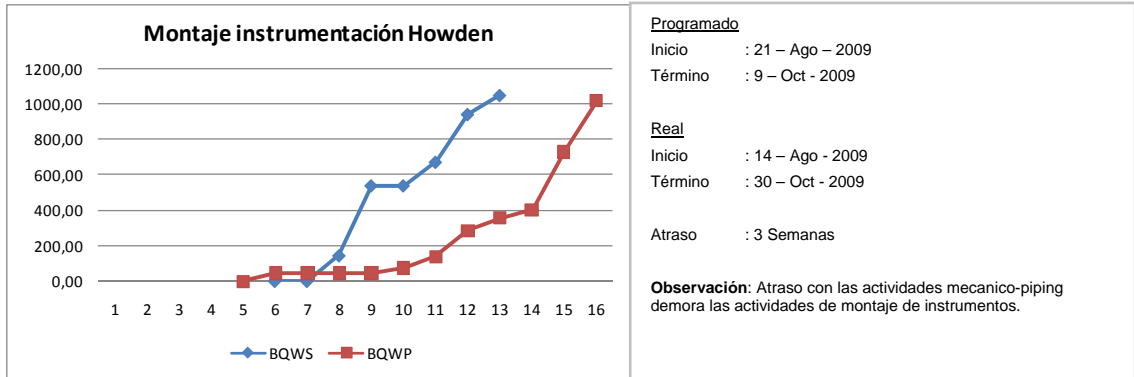


Figura 5.26.- Control de avance montaje instrumentación

(Fuente: base de datos del proyecto)

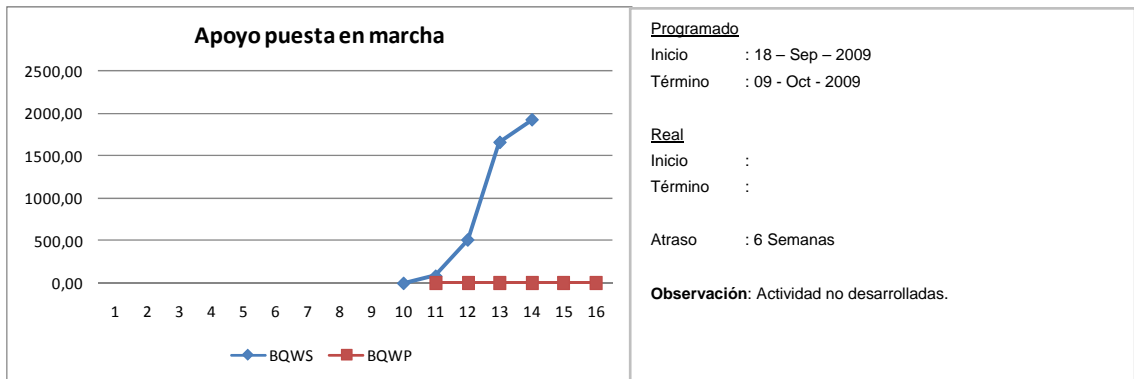


Figura 5.27.- Control de Avance apoyo puesta en marcha

(Fuente: base de datos del proyecto)

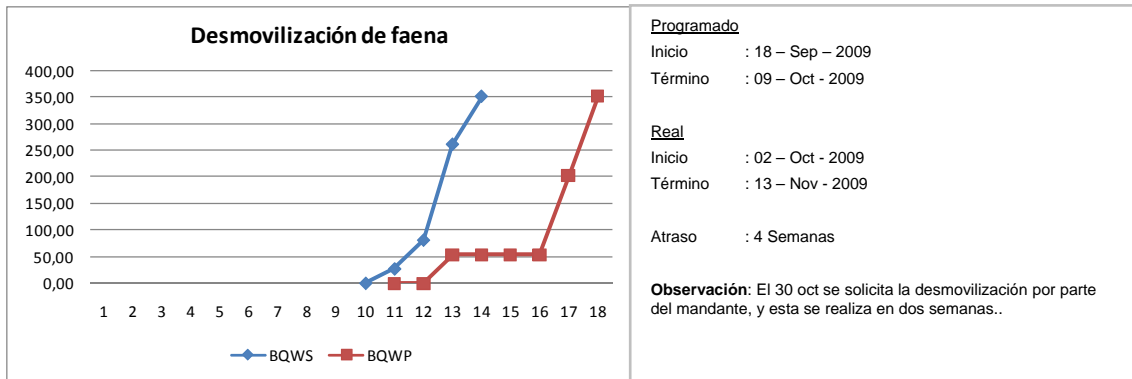


Figura 5.28.- Control de Avance desmovilización de faena

(Fuente: base de datos del proyecto)

5.5.4 Desglose de gastos del proyecto

El resultado final del desglose de gastos del proyecto, se compara en la tabla 5.10 mostrada en el capítulo anterior, en el se muestran importantes desviaciones en los ítems de mano de obra materiales, herramientas y equipos, exámenes médicos y transporte. La causa más probable de aumento de estos ítem es el aumento en la dotación de personal y la rotación de este durante el proyecto, además de la falta de gestión de adquisiciones en materiales y equipos, hechos que se cuantificarán en el capítulo de evaluación.

| Item | Proyectado Total [\$] | Real Total [\$] | Desviación |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Personal Administración | 102.262.500 | 115.075.991 | 12.813.491 |
| Mano de Obra | 154.845.000 | 270.839.390 | 115.994.390 |
| Materiales | 84.377.480 | 111.943.603 | 27.566.123 |
| Herramientas y Equipos | 44.323.782 | 83.576.923 | 39.253.141 |
| Transporte | 17.200.000 | 25.074.160 | 7.874.160 |
| Combustible | 12.480.000 | 18.454.176 | 5.974.176 |
| Mantenición de Vehiculos | 1.260.000 | 1.164.744 | (95.256) |
| Implementos de Seguridad | 13.636.080 | 23.850.868 | 10.214.788 |
| Alimentación | 22.230.000 | 43.821.999 | 21.591.999 |
| Apoyo Logístico | 1.800.000 | 6.969.780 | 5.169.780 |
| Exámenes Medicos | 3.135.000 | 6.175.950 | 3.040.950 |
| Seguros Trabajadores | 10.260.000 | 20.212.200 | 9.952.200 |
| Interes Boletas de Garantia | 6.801.892 | 6.801.892 | - |
| Administración General | 2.565.000 | 2.565.000 | - |
| Implementos de Oficina | 3.376.260 | 3.376.260 | - |
| Varios | 16.560.735 | - | - |
| Utilidad Esperada | | | |
| | 497.113.729 | 739.902.935 | |

Tabla 5.10.- Desglose de gastos finales del proyecto

(Fuente: base de datos del proyecto)

5.6 Conclusiones del Diagnóstico

El objetivo principal del proyecto desde el punto de vista del contratista o empresa ejecutora, es dar fiel cumplimiento al alcance del contrato y además maximizar las utilidades esperadas. Este diagnóstico muestra que dicha situación esperada, se vio afectada por innumerables interferencias que repercutieron en la economía del proyecto. Al analizar los resultados de este diagnóstico se pueden obtener las siguientes conclusiones.

La dificultad en la contratación de la mano de obra, situación provocada por dos razones. La primera de ellas, es que debido a la especialización de la mano de obra requerida (soldadores 6G, maestros mecánico – piping, maestros eléctricos industriales, instrumentistas, maestros de aislación térmica), y la alta demanda de esta misma en la Segunda Región, dificulto la búsqueda de

personal, aumentando los tiempos de contratación. La segunda razón se debió al equilibrio de mercado causado por la alta demanda y baja oferta de mano de obra, situación que se tradujo en un aumento del precio del trabajo, escapándose de los límites de presupuestarios, aumentando con ello el gasto en el ítem de mano de obra.

Incoherencia en las características de algunos materiales y/o equipos dentro del presupuesto, provocaron que durante la ejecución, no se tuviera certeza de lo que estaba presupuestado fuera realmente lo especificado para el proyecto, además de no considerar en algunas ocasiones condiciones físicas del lugar, situación que provocó que en muchas ocasiones hizo imposible utilizar métodos tradicionales de trabajo, y se tuvo que optar por alternativas más sofisticadas. A continuación una tabla con las principales desviaciones en este aspecto.

| Actividad o Ítem | Presupuesto | Real |
|---|--|---|
| Maniobra de Montaje Turbosoplador (54 Ton) | Arriendo Grúa de 60 (Ton) por tres días. | Debido a condiciones de espacio se hizo necesaria el arriendo dos grúas de 100 (ton) y 50 (Ton), cada una por una semana. Además de una empresa especialista para posicionar el turbosoplador sobre la fundación. |
| Aislación de Ductos de 1.100 mm de diámetro | Mano de Obra Especializada, cuadrilla de 5 trabajadores. | Servicio ejecutado por empresa externa (7 HM), arriendo de Manlift |
| Personal Indirecto | Se considera un profesional por cada jefatura | Se aumenta por cada jefatura 2 asistentes debido a la cantidad de trabajo de oficina y terreno. |
| Maquinaria presente todo el proyecto | 1 Pluma 8 Ton; 1 grúa 12 ton; | 2 Plumas 8 Ton; 1 grúa 12 ton; 1 grúa 40 Ton |

Tabla 5.11.- Cuadro análisis de errores de presupuesto

(Fuente: elaboración propia)

La deficiencia presente en la gestión de compra, provocó en muchas ocasiones tiempos muertos, debido al atraso en la entrega o gestión de: materiales y/o insumos críticos, mantención de equipos y herramientas y arriendo de maquinaria. Esta situación tuvo dos consecuencias negativas, una de ellas fue el atraso que se iba acumulando tras la espera de los materiales, y por otro lado, el hecho de que cada requerimiento se hiciera más urgente a medida que pasaba el tiempo, dificultaba proceso de cotización de precios, el que finalmente se obviaba y se terminaba comprando al primer proveedor dispuesto a entregar el producto con la urgencia requerida, lo que sin duda repercutió en el presupuesto del proyecto..

Durante el desarrollo del proyecto, se presentó una alta tasa de rotación de personal, debido a: la contratación de mano de obra no especializada, despidos masivos por movilizaciones, despidos por acciones inseguras, entre otras. Esta mano de obra debía ser reemplazada, pero ello implicaba la realización de nuevos exámenes médicos, nuevo equipo de EEPP, y asumir el tiempo que el trabajador permanecía ya contratado a la espera de la aprobación de su pase de ingreso. Esta situación, repetida en varias ocasiones, disminuyo considerablemente el rendimiento del grupo de trabajo.

Las condiciones medioambientales de la planta se caracterizan por la contaminación de gases ácidos producto de la fundición, y los altos niveles de ruidos presente en las salas de maquinas producto del funcionamiento de estas. Estas condiciones afectaron directamente al personal de proyecto, el cual debía adaptarse a las condiciones mediante el uso de implementos de protección, pero que de igual forma se notaba una disminución del rendimiento de la mano de obra.

Deficiencias en la organización dificultaban la búsqueda de soluciones rápidas a los requerimientos del proyecto, y más aún imponer sistemas de control y mejorar en los canales de información. Dichas deficiencias tenían como origen el mismo estado del proyecto, que desde el principio presentó falencias que a medida que estas se iban solucionando aparecían nuevas y con mayor capacidad de desastre.

Las pérdidas y robos de material y herramientas desde la instalación de faena, se presentó como un problema grave, ya que por tal motivo se interrumpía la continuidad de algunas actividades, y además la pérdida de tiempo en la investigación de los hechos. Pero más perjudicial el atraso atribuido a esta causa, el costo del material y/o equipo sustraído y el gasto en la reposición.

Fallas en equipos y maquinarias producidas por la falta de mantención.

.....Disminución en el rendimiento de la mano de obra debido a la falta de planificación de los trabajos, la ausencia de un trabajo continuo, producto de muchas interrupciones provocadas por falta de material, herramientas, fuertes emanaciones de vapores contaminante, entre otras.

.....En ciertas ocasiones se tuvo que rehacer un trabajo o realizar una reparación, esta situación se producía debido a la celeridad que llevaba el proyecto en sus etapas finales, en donde por dar prioridad al término de alguna actividad, se incurría en errores de montaje. Instalación y/o terminaciones en elementos de hormigón, esta situación vista por el mandante obligaba a realizar la reparación a costo del contratista, asumiendo el gasto adicional y el tiempo de reparación.

CAPITULO VI

EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES INTERFERENCIAS

6.1 Evaluación de las interferencias operacionales

Las interferencias operacionales son aquellas que afectan la operación del proceso dentro de las actividades del proyecto. De acuerdo a los resultados del diagnóstico se puede identificar como interferencias operacionales:

- Malas condiciones medioambientales
- Deficiencias en equipos y maquinarias
- Disminución en el rendimiento de la mano de obra
- Demora en la adquisición de materiales e insumos, equipos, herramientas y/o maquinaria.

6.1.1 Malas condiciones medioambientales

6.1.1.1 Evaluación

La contaminación del aire presente en la fundición de Altonorte corresponde en su mayoría a *anhídrido sulfuroso* producto de la fundición de cobre que es una de las actividades industriales que produce este gas. La exposición a *anhídrido carbónico* ocurre principalmente al respirarlo en el aire. Los efectos varían entre ardor de la nariz, garganta, ojos y dificultad para respirar y seria obstrucción de las vías respiratorias. La medida de control utilizada es una protección respiratoria de medio rostro con filtros para vapores

orgánicos y gases ácidos, y protección visual hermética (lentes de policarbonato herméticos).

Sumado a esto, el funcionamiento de grandes compresores y sopladores al interior de las salas de máquinas, generan durante los trabajos, altos niveles de contaminación acústica, superando en ocasiones los 160 decibeles, muy por encima de los 120 decibeles de tolerancia máxima del oído humano. La medida de control utilizada es una doble protección auditiva compuesta de tapones y orejeras.



Figura 6.1.- Protección respiratoria y visual

(Fuente: www.racchile.cl)

Evaluando esta interferencia, se concluye que la mala calidad del aire en el lugar, impedía un trabajo continuo durante la jornada, esto debido a la incomodidad producida por el constante uso del respirador y el empañamiento de los lentes herméticos, situación que disminuía considerablemente la concentración del trabajador y por ende el rendimiento.

Situación similar se producía al interior de las salas de máquinas donde el excesivo ruido sumado al uso de doble protección auditiva, imposibilitaba la

6.1.1.2 Medida de control

Al momento de presupuestar un proyecto, se deben tener nociones de las condiciones del lugar en donde se desarrollará el trabajo. Una razón para ello es que se debe considerar toda la implementación necesaria tanto en seguridad como en asegurar la funcionalidad de los recursos del proyecto. De igual forma se debe considerar la disminución de rendimiento producto de estas condiciones. He aquí donde la experiencia de la empresa o de los profesionales a cargo juega un papel fundamental. Se tiene certeza de que habrá un impacto en rendimiento, pero cuantificar esta ponderación solo es posible a través de la comparación de varios proyectos y determinar en algunas condiciones similares, y tomar este como referencia.

En la tesis “Control de Riesgos Operacionales del Proyecto”, del autor Lorena Tapia se determina que hay una probabilidad de 45% de que las condiciones medioambientales afecten la productividad y tiempo del proyecto.

6.1.2 Deficiencia en Equipos y Maquinaria

6.1.2.1 Evaluación

En 47 actividades del proyecto indicadas en el presupuesto, se requería de uso de maquinaria y equipos de importante capacidad, el uso de estas maquinarias se vio afectada en ocasiones por: fallas a causa de la falta de mantención, inoperancia por la falta de espacio para maniobras e inactividad por falta de operador.

Las fallas de los equipos eran producidas por la exigencia en los trabajos y la falta de mantención, estas fallas concluían con la detención de los trabajos y la espera por las reparaciones.

Los reducidos espacios y/o la cantidad de interferencias físicas impedía una maniobra normal de la maquinaria presupuestada, situación que concluía con el arriendo de una maquinaria más funcional, y además asumiendo la detención de la actividad.

La falta de operador, ya sea por inasistencia o desvinculación de este, se presentó en varias ocasiones, provocando la paralización durante toda la jornada de los trabajos de la maquinaria en cuestión.

Las fallas, inoperancias y/o inactividad de los equipos y maquinarias propios de la empresa finalmente se traducían en atrasos en las actividades y un aumento en los gastos debido a los arriendos adicionales que debían realizarse para cumplir con los objetivos de los trabajos.

El impacto causado por estas interferencias se aprecia en el resultado de los gastos del proyecto en la tabla 5.11, en el cual la desviación por conceptos de maquinaria y equipo es de \$39.253.141, equivalente al 6.92% del presupuesto.

6.1.2.2 Medida de Control

La mantención adecuada de los equipos y herramientas radica principalmente en el cuidado brindado por los trabajadores que los utilizan además de la reposición oportuna de las partes críticas de estos y la constante revisión a fin de detectar posibles anomalías.

La mantención es aun más importante cuando existen equipos críticos, de los cuales no se puede prescindir, pues son necesarios para la continuidad normal del proyecto y en caso de que presente algún tipo de falla, la productividad del proyecto se vería seriamente afectada.

Una de las medidas de control para evitar fallas inesperadas es la mantención preventiva, la cual consiste en la detección y reparación oportuna de los defectos advertidos durante inspecciones planeadas a las máquinas y equipos, como también el recambio de piezas críticas, según indica el fabricante, es decir durante un determinado tiempo de uso, kilometraje o desgaste.

La mantención preventiva de equipos y maquinarias no solo busca evitar fallas también evitar riesgos de accidentes con consecuencias graves o fatales, a causa del desperfecto de la maquinaria en plena maniobra, como es el caso de la grúa.

6.1.3. Disminución del rendimiento de la mano de obra

6.1.3.1. Evaluación

Los distintos rendimientos de mano de obra utilizados para presupuestar y programar el proyecto fueron obtenidos de bases de datos comerciales y/o de información de proyectos anterior de la misma empresa y/o una simple intuición basada en la experiencia en la que se determina la duración de la actividad con una determinada cantidad de recursos. De estos datos obtenidos empíricamente o suposiciones, se genera la programación de proyecto y la cantidad de HH presupuestadas, que ascienden a 32.065 HH, por el contrario al finalizar el proyecto se tiene un gasto de 62.973 HH, lo que de acuerdo a estos datos la productividad del proyecto es de 57,27%, por lo que se concluye que la eficiencia en la productividad fue baja de acuerdo a la tabla 6.2.

| EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD | RANGO |
|--------------------------------|-----------|
| Muy baja | 10% - 40% |
| Baja | 41% - 60% |
| Normal (promedio) | 61% - 80% |
| Muy buena | 81% - 90% |
| Excelente | 91% -100% |

Tabla 6.2.- Eficiencia en la productividad

(Fuente: Estimator's general construction man – hour manual, John S. Page)

Los rendimientos y consumos utilizados en el presupuesto y programación de un proyecto, deben estar fundamentados en múltiples observaciones y análisis estadísticos, que consideren las condiciones especiales del lugar donde se realizan las diferentes actividades del proyecto. Por esta razón la productividad calculada no es representativa pues la cantidad de HH programadas asociadas al rendimiento del proyecto, no consideraron la totalidad de las condiciones del lugar de trabajo, por lo tanto el único dato real es la cantidad de HH gastadas.

Pero de todas formas existe evidencia de que el rendimiento del proyecto no fue óptimo, esto debido a las interferencias detectadas que produjeron dificultades durante el desarrollo de las actividades, por causa de:

- Condiciones ambientales desfavorables
- Demora en la entrega de materiales
- Fallas de equipos y/o maquinaria
- Falta de Planificación de actividades.
- Rotación de personal
- Etc.-

Por lo tanto, al evaluar estos hechos se concluye que la mano de obra directa pudo haberse afectada por dos grupos de factores, una por factores externos que no dependen directamente del grupo de trabajo, como por ejemplo las causas nombradas anteriormente. Y otra por factores de carácter internos, es decir, que están directamente relacionados con la capacidad de trabajo del grupo de obreros, por ejemplo; situación personal, ritmo de trabajo, habilidades, conocimientos, desempeño, actitud hacia el trabajo, etc.

Ya en este punto es difícil identificar y cuantificar las causas reales de disminución del rendimiento de la mano de obra, ya que no se tiene un parámetro de medición confiable, que hubiese sido un estudio previo de las condiciones de trabajo del Complejo Altonorte.

6.1.3.2 Medida de control

Si bien para el estudio de rendimientos existen bases de datos comerciales (Ej: ONDAC¹⁸, Estimator's Man-Hours Manual¹⁹, etc) que mantienen registros de rendimientos estándares de mano de obra para distintas actividades, su utilización está condicionada por un alto grado de desconfianza entre profesionales, quienes modifican estos datos de acuerdo con sus necesidades o conveniencia, convirtiéndolas hasta la fecha en intentos aislados, que sumados a varios trabajos de tesis presentados por estudiantes de distintas áreas profesionales, presentan una alta variación, pues no comparten una metodología para la toma y registro de datos, lo cual no los hace confiables. En base a esta realidad, es necesario realizar un estudio acabado sobre las condiciones de trabajo del proyecto individualizado, esto para conseguir un mejor parámetro de medición durante el presupuesto y programación del

¹⁸ ONDAC Chile S.A. 1978, manual de precios.

¹⁹ Manual estimador de horas hombre, John S. Page, EEUU

proyecto, y tener certeza de los valores de productividad del proyecto, y menor dispersión de las interferencias que afectan el rendimiento.

6.1.4 Demora en la gestión de adquisiciones

6.1.4.1 Evaluación

Una de las causas que contribuyó en los atrasos del proyecto, fue la excesiva demora en la entrega de materiales e insumos y arriendo de maquinaria. Esta deficiencia en la logística de la empresa tenía como principales causas:

1. Dentro del proyecto existían materiales con características muy específicas, que dificultaba la búsqueda de proveedores. El problema se presentaba cuando la orden de compra se realizaba con poco tiempo de anticipación al comienzo de la actividad, mientras que el tiempo de despacho del proveedor era muy superior, lo que provocaba una demora en la entrega de los trabajos. Este problema se presentaba principalmente en las actividades de cableado y montaje eléctrico e instrumentación, debido a las características muy específicas de los conductores, como se aprecia en la figura 6.2 donde se muestra el control de avance de las actividades de Montaje Eléctrico.

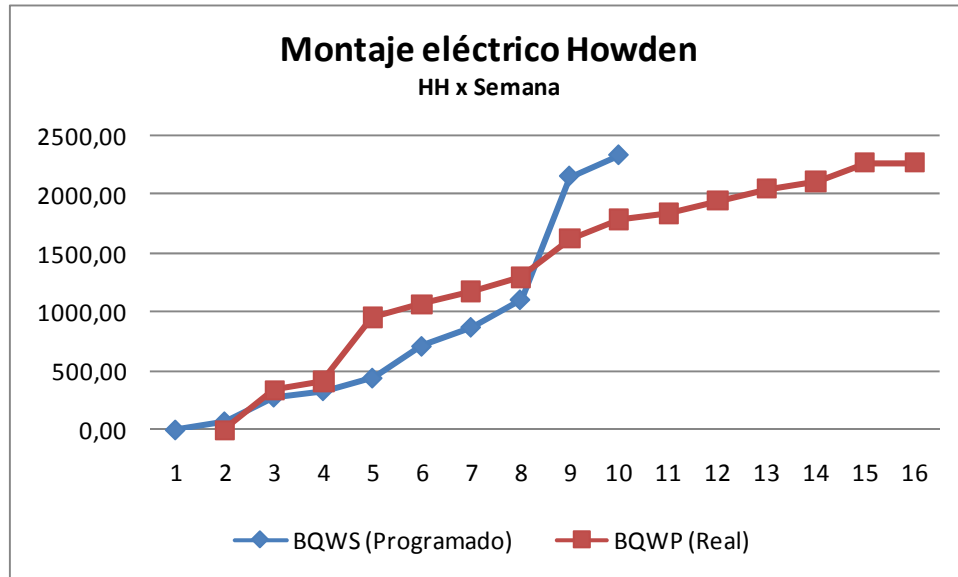


Figura 6.2.- Control de avance montaje eléctrico

(Fuente: base de datos del proyecto)

Durante el desarrollo de la actividad en segunda mitad del grafico, se muestra la caída en el avance, producto del atraso en gestión de materiales.

2. Errores en la descripción de materiales en la solicitud o errores en las especificaciones de los materiales entregados. En varias ocasiones el material enviado a obra no correspondía con las especificaciones requeridas, esto debido a que la solicitud fue mal enviada o que la compra fue mal hecha. Esta situación provocó tiempo de espera durante la restitución del material. Este hecho se presento en los trabajos de montaje de estructura y montaje piping, en particular con la adquisición de pernos, tuercas y golillas, esto debido a la gran cantidad de este insumo que era requerido, y la variedad en sus especificaciones según cada estructura, por ello, los listados de pedidos eran extensos dando

cabida a errores. En figura 6.3 se muestra el atraso al final de la curva, atraso correspondiente a la normalización de pernos y tuercas en las estructuras para el posterior torqueo.

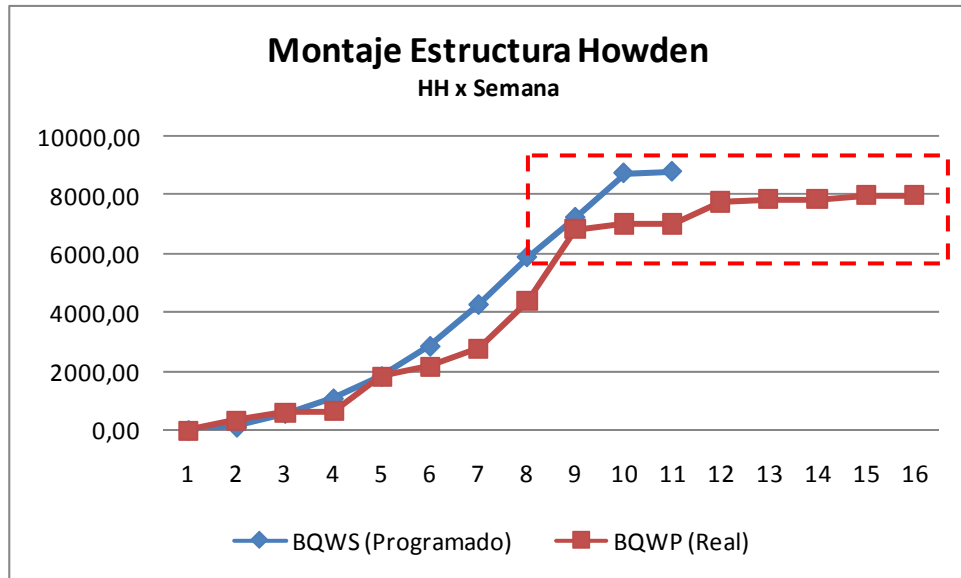


Figura 6.3.- Montaje estructura, atraso por la normalización de pernos
(Fuente: base de datos del proyecto)

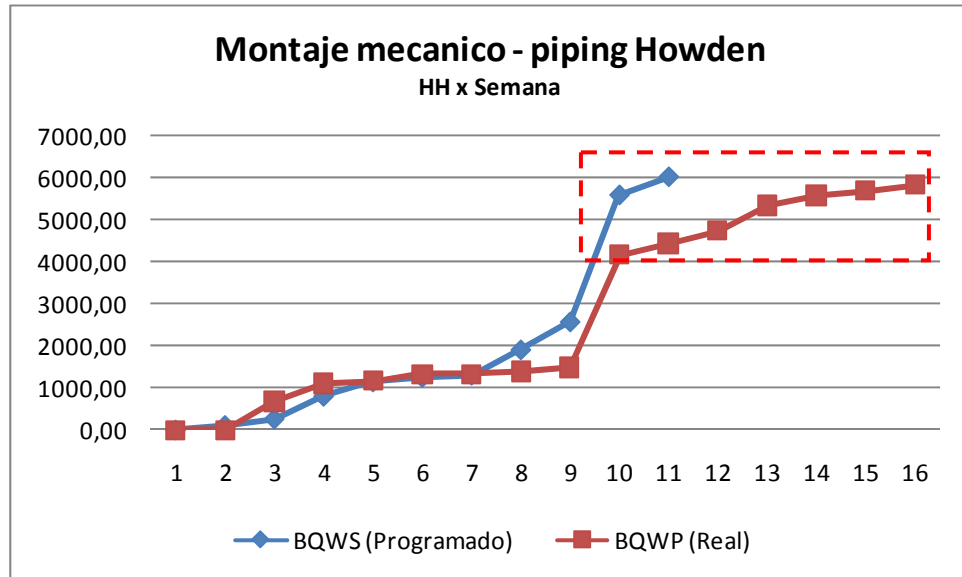


Figura 6.4.- Montaje Mecánico Piping, atraso por la normalización de pernos
(Fuente: base de datos del proyecto)

3. La poca seriedad del proveedor con respecto a disponibilidad de algún recurso y las fechas de entrega, provocó que en más de una ocasión se tuviese que cambiar de proveedor en instancias muy críticas, esto en perjuicio del tiempo y costo. Este hecho se mostró en las actividades que requerían de arriendo de maquinaria, específicamente la grúa de 40 ton,

6.1.4.2 Medida de Control

El objetivo de mejorar el sistema o proceso de compras de un proyecto, es conseguir que el material o recurso específico, se encuentre disponible al momento de requerirlo, evitando largos periodos de almacenaje de éste, y por supuesto evitar la espera de su llegada a obra.

Para ello es necesario, una metodología estándar para las adquisiciones de un proyecto y un sistema informático de soporte para manejar la información

En los fundamentos de la gestión de proyecto en el capítulo 12, Gestión de las Adquisiciones del Proyecto, se describe los procesos para comprar o adquirir productos y/o servicios, con el objetivo de .optimizar el proceso, evitando demoras y errores durante su gestión.

Adaptando esta metodología a los requerimientos del proyecto estudiado, se puede entregar los siguientes procesos de gestión de adquisiciones.

- a) **Planificar las compras y adquisiciones.-** en esta etapa se deben identificar que productos o servicios deberían ser comprados o contratados a un agente externo, como una mejor opción a la de fabricar o ejecutar el producto o servicio con los recursos de mismo proyecto. Para ello se debe evaluar los riesgos involucrados en cada decisión de fabricación propia o compra, de ejecución propia o subcontrato.

- b) **Efectuar las adquisiciones.-** una vez identificados los productos o servicios comprados o contratados a un tercero, se deben documentar claramente las especificaciones de producto a comprar, y la descripción detallada del servicio a contratar, para posteriormente identificar a los posibles proveedores o contratista. Una vez identificados los proveedores o contratistas, se les hace envío de la documentación con las especificaciones del material y/o el alcance del servicio, con el fin de obtener información, presupuestos y plazos de entrega, ofertas o propuestas, según corresponda. Una vez recibidos los presupuestos y plazos de entrega, ofertas y/o propuestas, se deben revisar atendiendo

los requerimientos del proyectos en tiempo y costo, seguido se debe seleccionar a los posibles proveedores o contratistas y negociar un contrato por escrito con cada uno.

c) **Administrar las adquisiciones.**- gestionar el contrato y la relación con el proveedor o contratista, revisar y documentar cuál es o fue el rendimiento de un vendedor a fin de establecer las acciones correctivas necesarias y proporcionar una base para relaciones futuras.

d) **Cerrar las adquisiciones.**- completar y aprobar cada contrato, incluida la resolución de cualquier tema abierto, y cerrar cada contrato aplicable al proyecto.

6.2 Evaluación de las interferencias organizacionales

La organización de un proyecto tiene la función de establecer los criterios para dividir el trabajo, ya sea este por especialidad, funciones, proceso, áreas, etc con el propósito de aplicar de mejor manera los conocimientos de la empresa, ejercer una línea de autoridad bien definida y delegar las responsabilidades correspondientes a cada una de las partes de la organización. Con el objetivo primordial de optimizar en tiempo y costo, todos los procesos del proyecto.

6.2.1 Evaluación

Durante el desarrollo del proyecto en estudio, se presentaron diversos eventos que afectaron la funcionalidad de la organización, provocando: dualidades de mando, errores de comunicación, despidos masivos, pérdida de información histórica del proyecto, desorganización, etc. Los eventos más importantes a nombrar fueron los siguientes:

- **Cambio del administrador de contrato en dos ocasiones;** este hecho trajo como consecuencia, el tiempo que demoraba la implementación de las modificaciones del sistema de trabajo que se había impuesto por cada uno de los administradores, modificaciones que se basaban en el grado de autoridad y responsabilidad que a juicio del administrador debería tener cada integrante del proyecto.
- **Modificación del personal profesional clave;** estas modificaciones eran producto de la renuncia voluntaria o desvinculación del personal perteneciente a los cargos de confianza como son: Jefe Oficina Técnica, Jefe Dpto HSEC, Jefe Dpto QA/QC. Dependía de la circunstancias de la modificación de personal para que hubiera un traspaso formal de información histórica del departamento, situación que por lo general no se producía, provocando que al principio de las funciones del nuevo personal, hubiera confusión y demora al intentar continuar con metodología de la gestión anterior, y de no conseguirlo, cambiarla.
- **Organización sindicalista dentro del proyecto;** la formación de un sindicato dentro del proyecto, podría afectar de manera seria la continuidad normal de los trabajos, ya que es habitual oficializar el

sindicato con un listado de peticiones tendiente a mejorar las condiciones laborales de personal, situación por la que se conforma una mesa de diálogo con el objetivo de negociar un acuerdo con el empleador. Durante este proceso es probable que se efectúen movilizaciones y paralizaciones, que podrían en cierta forma demorar el avance del proyecto.

- **Cambios abruptos de prioridades;** esto era a causa de peticiones del mandante que producto del atraso del proyecto imponía fechas límites para el término de ciertas actividades críticas, situación que obligaba a disponer de todos los esfuerzos hacia esa actividades en particular despreocupando otras áreas de trabajo y cambiando totalmente la planificación semanal.

Estas situaciones en conjunto dificultaba la visualización por parte de la administración, de la raíz de los problemas que afectaban en su momento al proyecto, ya que el personal encargado de tomar las decisiones para solucionar y mejorar las condiciones de trabajo, estaba más preocupada de adaptarse a los cambios, de atender los requerimientos del cliente y/o evitar una movilización sindical.

6.2.2. Medida de Control

Uno de los principales temas detectados en la evaluación es el cambio de las líneas de autoridad, el grado de responsabilidad y las metodologías de trabajo, producidos por el cambio de personas dentro de la organización. Esto indica que las funciones, responsabilidades de cada miembro de la organización no están consolidadas en documentos de la empresa, por eso cada miembro de la organización adapta su trabajo a su experiencia.

En los fundamentos de la gestión de proyecto 4ta edición, Capítulo 9, “gestión de los recursos humanos del proyecto”, muestra los procesos que organizan y dirigen a la organización o equipo de proyecto, el cual está compuesto por las personas a quienes se le han asignando roles y responsabilidades para concluir el proyecto. Los procesos de Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluyen lo siguiente:

- a) **Desarrollar el plan de RRHH.-** durante la etapa de planificación se deben identificar las necesidades de recurso humano del proyecto, separando cada una de ellas en funciones o roles que deben ser desarrollados por personas con las competencias necesarias, y sobre ellas delegar la responsabilidad de una parte del proyecto. Es muy importante en esta etapa crear para cada rol un documento oficial detallando claramente las funciones cada integrante del proyecto (descripción de cargo), mencionando en él, el nivel de autoridad que tiene en la organización y además indicar las áreas y/o procesos del cual es responsable. El objetivo de este documento es consolidar las funciones y responsabilidades de cada integrante, de manera de que no puedan ser modificadas, y de esta forma minimizar el impacto producido por el cambio de algún integrante del proyecto.

- b) **Adquirir el equipo del proyecto**, una vez definidas las categorías de recurso humano necesarios para terminar el proyecto, se debe realizar una selección de los postulantes, tomando en cuenta que el candidato seleccionado debe cumplir con la disponibilidad, capacidad, experiencia para ejercer el cargo, que tenga un real interés en participar del proyecto, y que sus pretensiones de renta se encuentren dentro del presupuestado.
- c) **Desarrollar el equipo de proyecto**, mejorar las competencias y la interacción de los miembros del equipo para lograr un mejor rendimiento del proyecto. Estas mejoras van dirigidas a las habilidades de los miembros del proyecto a través de capacitaciones y cursos, también a mejorar los sentimientos de confianza y cohesión entre los miembros del proyecto, a fin de incrementar la productividad a través de un mejor trabajo en equipo.
- d) **Gestionar el equipo de proyecto**, hacer un seguimiento del rendimiento de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver polémicas y coordinar cambios a fin de mejorar el rendimiento del proyecto.

6.3 Evaluación del presupuesto del proyecto

Una de las mayores dificultades al momento de desarrollar un presupuesto es la falta de información con la que se cuenta en ese momento. Esta falta de información obliga a realizar estimaciones de los costos y la duración de las actividades. Esta falencia se acentúa aún más, cuando el proyecto es de alta complejidad, y la empresa encargada de su ejecución no cuenta con la suficiente experiencia.

En los resultados del proyecto se muestra una importante desviación en costo y tiempo tal como lo indica la tabla 6.3, esta desviación puede ser atribuida a distintas causas. El alcance del proyecto se completo en un 90,65%, correspondiente al avance alcanzado a la fecha de término del proyecto, esto debido a que las actividades de puesta marcha no fueron realizadas por el contratista.

| Variable | Presupuesto | Resultado | Desviación | % |
|----------|-------------|-------------|--------------|--------|
| Tiempo | 192 días | 213 días | 21 días | 10,93% |
| Costo | 567.144.285 | 739.902.935 | -172.758.650 | 30,46% |
| Alcance | 100 % | 90,65% | 9,35% | 9,35% |
| HH | 36.065 | 62.973 | 26.908 | 74% |

Tabla 6.3 .- Resultados del proyecto

(Fuente: elaboración propia)

6.3.1 Evaluación

De acuerdo a los resultados del flujo de caja final del proyecto, se concluye que las mayores desviaciones están en la mano de obra, materiales y maquinaria. Es cierto que un porcentaje de esta diferencia es atribuible a

errores en el presupuesto. En esta evaluación se determinará las falencias de estudio que impactaron negativamente el presupuesto del proyecto.

Caso 1

Durante la confección del presupuesto, no se tomó en cuenta el precio de mercado de la mano de obra especializada para los trabajos de montaje mecánico piping y montaje eléctrico instrumentación, la cual estaba por encima del precio de otras especialidades en sus distintas categorías. Además que dicha mano de obra es de alta demanda en esta región, por lo que además el precio ofrecido deba ser atractivo.

| | | Diagnostico | Mercado |
|------|------------------------------|----------------|----------------|
| Item | Personal | Sueldo Liquid. | Sueldo Liquid. |
| 1 | Capataz mecanico | 700.000 | 1.000.000 |
| 2 | Maestro Mayor Mecánico | 600.000 | 800.000 |
| 3 | Maestro Primera Mecánico | 500.000 | 600.000 |
| 4 | Ayudante Mecánico | 350.000 | 350.000 |
| 5 | Soldador Calificado 6G | 650.000 | 900.000 |
| 6 | Capataz OCCC | 700.000 | 700.000 |
| 7 | Maestro Mayor OCCC | 600.000 | 600.000 |
| 8 | Maestro Primera OCCC | 500.000 | 500.000 |
| 9 | Operarios Jornales Ayudantes | 300.000 | 350.000 |
| 10 | Capataz Eléctrico | 700.000 | 1.000.000 |
| 11 | Maestro Mayor Eléctrico | 600.000 | 800.000 |
| 12 | Maestro Primera Eléctrico | 500.000 | 600.000 |
| 13 | Ayudante Eléctrico | 350.000 | 350.000 |

Tabla 6.4.- Comparación de precio de mano de obra

(Fuente: Investigación realizada en empresas de la especialidad en Altonorte)

Caso 2

Para la actividad de montaje del turbosoplador se presupuestó el arriendo por 12 horas de una grúa de 80Ton, y una cama baja para el transporte del equipo desde bodega a la sala de maquinas N° 2, todo esto por un precio de \$5.060.845. Lo que resulto en obra fue que la mejor oferta de grúa 80 ton, tenía como mínimo de tiempo de arriendo cinco días con un precio de \$288.500 por HM con un mínimo de 9 horas diarias. Sumado a esto la maniobra no podría realizarse solo con la grúa de 80 ton, era necesario un apoyo de de otra grúa de 40 Ton, esto debido al reducido espacio de maniobra, de igual forma la grúa de 40 Ton tenía un arriendo mínimo de 5 días por 9 horas por día con un precio de \$97.500 HM. Además las maniobras con las grúas solo conseguían dejar el equipo en la entrada de sala de maquinas, quedando como tarea pendiente, posicionarla encima de la fundación. Para esta tarea se tuvo que contratar una empresa especialista en montaje de este tipo, por un precio de \$ 1.500.000. Resumiendo.

| Equipo | HM | PU | Total |
|---------------------|---------|-----------|------------|
| Grua 80 Ton | 288.500 | 45 | 12.982.500 |
| Grua 40 Ton | 97.500 | 45 | 4.387.500 |
| Cama Baja | 56.250 | 45 | 2.531.250 |
| Servicio de Montaje | 1 | 1.500.000 | 1.500.000 |
| | | Total | 21.401.250 |

Tabla 6.5.- Costo Real actividad de montaje turbosoplador

(Fuente: base de datos del proyecto)

Caso 3

Para el presupuesto del proyecto se consideró un personal indirecto de 12 integrantes, sin considerar el personal de apoyo para cada departamento de la organización. Por lo que durante el desarrollo del proyecto fue necesario implementar este personal a los distintos departamentos, para mejorar la funcionalidad y aumentar la eficiencia en la gestión de documentos de calidad, prevención de riesgo, programación y control, sin descuidar los acontecimientos de terreno. Por esta razón el personal indirecto aumentó de 12 a 20 integrantes.

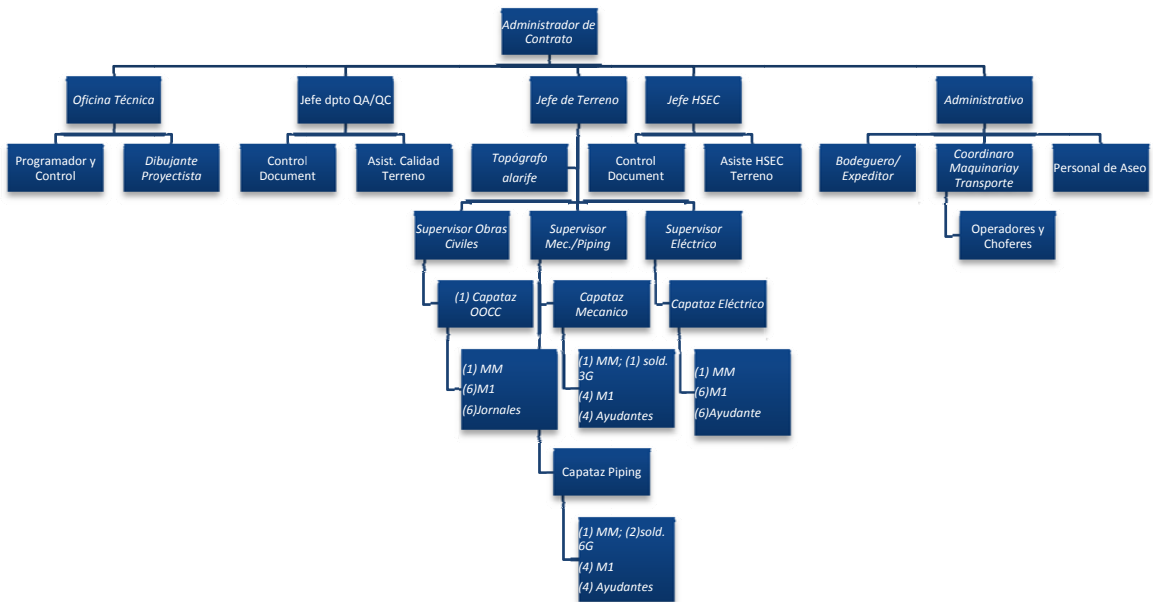


Figura 6.5.- Organigrama de terreno

(Fuente: elaboración propia)

6.3.2 Medida de Control

Los fundamentos de la dirección de proyectos 4ta edición, en su Capítulo 7, gestión de los costes del proyecto, describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado. La gestión de costes está constituida por tres procesos.

- a) **Estimar los costos.-** en esta etapa se debe desarrollar una aproximación de los costes de los recursos necesarios para completar cada actividad de la programación. Al hacer una aproximación de los costes, el estimador debe considerar las posibles causas de variación de las estimaciones de costes, incluyendo los riesgos.
- b) **Determinar el presupuesto.-** la preparación del presupuesto de costes implica sumar los costes estimados de las actividades de la programación o paquetes de trabajo individuales para establecer una línea base de coste total, a fin de medir el rendimiento del proyecto.
- c) **Control de Costos.-** durante esta etapa se buscan las causas de las variaciones positivas y negativas, y forma parte del Control Integrado de Cambios. Por ejemplo, una respuesta inapropiada a variaciones del coste puede ocasionar problemas de calidad o de programación, o producir un nivel de riesgo inaceptable en una etapa posterior del proyecto

6.4 Evaluación de la Planificación

La planificación es la actividad mental creativa de trabajar sobre qué se debe hacer, cómo, en qué lugar, por quién y con qué, lo que implica realizar el trabajo en la mente. Los planes representan el resultado de raciocinios cuidadosos, discusiones, decisiones y acciones, y de compromisos realizados entre las personas involucradas.

En la planificación del manejo de contratos, tal como sucede en la administración de todo proyecto, se distinguen dos etapas. La primera fija planes y programas para definir los marcos del trabajo (programa maestro); de este programa se obtendrán las fechas inamovibles que se impondrán en los documentos de licitación (fechas de inicio y término, e hitos intermedios) y que deben incorporarse al programa de la oferta que, con las modificaciones que se convengan generará el programa oficial del contrato. La segunda etapa comprende todos los planes y programas del proceso continuo de planificación inherente a un trabajo que requiere de constantes adecuaciones a la realidad (programas de trabajo).

6.4.1 Evaluación

Durante la primera etapa de planificación del proyecto, se confecciona la primera programación de actividades representada en una carta Gantt en formato Primavera P3, la que como principal requisito es ajustarse a los plazos del proyecto e hitos intermedios, y a través de ella generar la curva S del proyecto. El detalle de actividades de esta programación, era similar al presentado en el itemizado de presupuesto, por lo que la programación no era muy detallada.

Con el uso de este programa, surgió durante el seguimiento del proyecto, la inconveniencia de trabajar con un programa de actividades no muy específicas, lo que provocó que los controles de avance fueran demasiados imprecisos, provocando un constante desacuerdo con el mandante respecto a porcentajes de avance entregados. Las características de programa dificultaba visualizar la realidad del proyecto a través de la programación.

Durante la segunda etapa de planificación o planificación de terreno, se presentó como principal interferencia la incertidumbre con respecto a la disponibilidad de recursos, situación que impedía realizar una planificación certera. Por esta razón no se podía mantener una línea de acción constante, y finalmente concluía en muchas ocasiones con la improvisación diaria.

6.4.2 Medida de Control

Los cimientos de una buena planificación están en el conocimiento y experiencia que se tenga de las condiciones y procesos de trabajo durante la ejecución del proyecto, la empresa encargada debe contar con fuentes de información que ayuden a visualizar posibles interferencias e identificar las necesidades de acuerdo a la naturaleza del proyecto. Esta información puede estar contenida en: libros y revistas, literatura especializada, experiencia personal, experiencia de otras personas, bases de datos de la empresa, bases técnicas del proyecto, etc, el objetivo es anticiparse a cualquier evento que pudiera afectar el desarrollo del proyecto. El objetivo es programar el proyecto, de la manera más aproximada a lo que se supone podría ser la realidad, detallando de la mejor manera cada una de las actividades, asignado para cada una información del alcance, detalle de recursos, responsables, tipo especialidad, a que fase pertenece, área de trabajo, detalle de presupuesto y duración, de manera que durante la ejecución del proyecto sea fácilmente

planificar y asignar los recursos a cada actividad y controlar su avance y uso de recurso.

El tipo de planificación antes descrita corresponde a una global, pero durante la ejecución del proyecto, la planificación pasa a ser del tipo operacional, en donde se debe planificar y programar las actividades inmediatas a la ejecución, sea de la semana siguiente o de los próximos días. De la eficiencia que se obtenga en esta fase del trabajo, dependerá, en gran medida el buen o mal resultado de la dirección de proyecto.

Una de las técnicas más reconocidas para este tipo de planificación es el “Sistema Último Planificador”, basado en los principios de *Lean Construction*, este sistema apunta a incrementar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Para esto el sistema último planificador provee herramientas de planificación y control efectivas aun en proyectos complejos, inciertos y rapidos. Este sistema está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en los proyectos aumentando la confiabilidad de los planes.

El último planificador es quien fija tareas específicas a quienes hacen el trabajo, es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción, es responsable de la capacidad de las unidades de producción, de sus rendimientos y de la calidad de su trabajo.

6.5 Evaluación de la Gestión de los Riesgos del Proyecto

La evaluación de los riesgos de un proyecto consiste en los procesos relacionados con la planificación de los riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto. El objetivo de esta metodología es aumentar la probabilidad y el

impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto. En la guía de los fundamentos de la Gestión de Proyecto, en el Capítulo 11, gestión de los riesgos del proyecto, se identifican los principales procesos para evaluar los riesgos de un proyecto. Estos procesos son:

6.5.1 Planificación de la gestión de riesgos,

En esta etapa se decide como enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto, lo que depende de la naturaleza de los riesgos y de la importancia del proyecto, a fin de proporcionar el tiempo y recursos suficientes para las actividades de la gestión de riesgo.

De acuerdo a los resultados del diagnóstico, se evidencia la necesidad de una gestión de evaluación de riesgos previa al comienzo del proyecto. Una planificación adecuada para este proyecto hubiera sido implementar a través del administrador de contrato y oficina técnica un plan de gestión de riesgos, que consiste en analizar las condiciones de trabajo dentro de las instalaciones de Altonorte, con las siguientes tareas:

- Realizar un listado de todas las posibles interferencias que pudieran afectar la duración de las actividades que conforman el proyecto, ordenarla de acuerdo a su nivel de riesgo (alta, media, baja).
- Analizar las condiciones de trabajo de cada actividad, tomando en cuenta la influencia que pudiera tener las interferencias en su duración. Seguido de esto determinar una duración optimista según las condiciones ideales de trabajo, y una duración pesimista de acuerdo al impacto que puede producir la interferencias (metodología PERT).

- Realizar una simulación del proyecto con el Software PERTMASTER y obtener el índice de criticidad de las actividades y la probabilidad de término en la fecha comprometida.
- Aplicar un plan de contingencia para aquellas interferencias que estén afectando a las actividades con mayor probabilidad de modificar el plazo y presupuesto del proyecto.
- Realizar este análisis semanalmente junto a los controles de avance para analizar los resultados de la gestión de riesgo.

Estos pasos describen la planificación de una gestión de riesgos adecuada al proyecto en estudio.

6.5.2 Análisis Cualitativo del Riesgo,

En esta etapa se priorizan los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia e impacto.

De acuerdo a la planificación descrita anteriormente, el análisis cualitativo del riesgo, es realizar el listado de las principales interferencias que podrían afectar el desarrollo de las distintas actividades del proyecto.

Para el proyecto diagnosticado se tiene el siguiente listado:

| Interferencia | Probabilidad de Ocurrencia | Nivel de Impacto | Prob. x Impac. | Nivel de Riesgo |
|--------------------------|----------------------------|------------------|----------------|-----------------|
| Medioambientales | | | | |
| Ruido Intenso | 0,90 | 0,20 | 0,18 | Alto |
| Contaminación Aire | 0,90 | 0,20 | 0,18 | Alto |
| Operacionales | | | | |
| Falla de Equipos | 0,50 | 0,40 | 0,20 | Alto |
| Atraso de Materiales | 0,70 | 0,40 | 0,28 | Alto |
| Errores de Material | 0,50 | 0,80 | 0,40 | Alto |
| Ausencia Personal Clave | 0,50 | 0,20 | 0,10 | Medio |
| Accidente CTP | 0,10 | 0,80 | 0,08 | Bajo |
| Paralización de Trabajos | 0,10 | 0,80 | 0,08 | Bajo |
| Rehacer trabajo | 0,30 | 0,80 | 0,24 | Alto |
| Excavación en Roca | 0,30 | 0,80 | 0,24 | Alto |
| Clima Adverso | 0,30 | 0,40 | 0,12 | Medio |
| Error de Planificación | 0,70 | 0,40 | 0,28 | Alto |
| Corte de Energia | 0,30 | 0,40 | 0,12 | Medio |

Tabla 6.6 .- Lista de Interferencias con riesgo de modificar la duración de las actividades

(Fuente: elaboración propia)

6.5.3 Análisis Cuantitativo del Riesgo

En esta etapa se analiza numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.

Obtenido los niveles de riesgo se analiza la influencia que tendría la interferencia en la duración de la actividad, para obtener una duración pesimista y una optimista.

La razón de obtener duraciones optimistas y pesimistas para cada actividades, es poder ingresar esta información al software Pertmaster, y realizar la simulación con la metodología PERT.

Pertmaster tiene soporte para los archivos de primavera de extensión “xer”, por lo que se puede abrir fácilmente un proyecto creado en primavera. Una vez

abierta la programación del proyecto en PERMASTER, se deben ingresar las duraciones optimistas y pesimista en las columnas “Minimum Duration” y “Maximum Duration”, respectivamente.

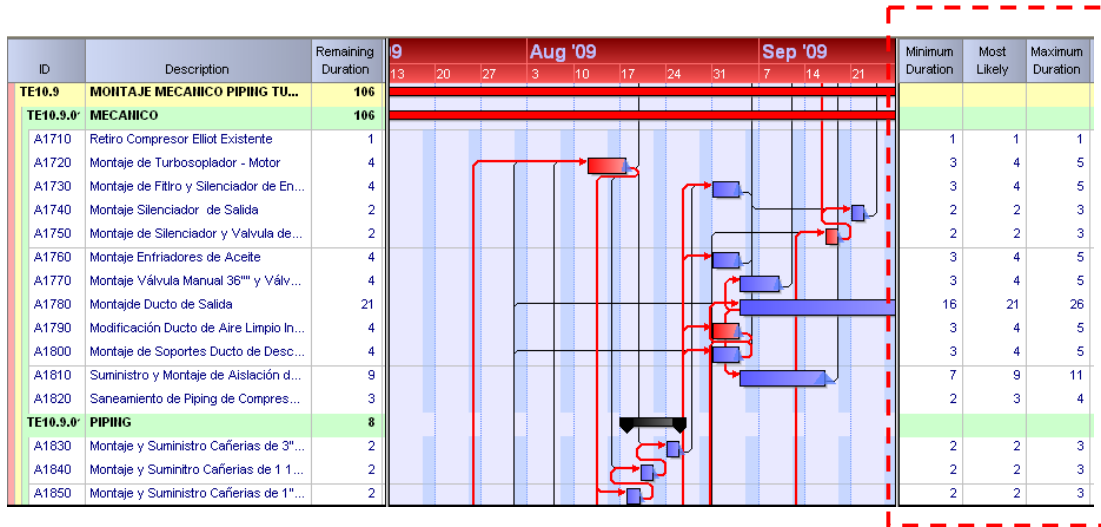



Figura 6.6.- Ingreso de duraciones optimistas y pesimistas en Pertmaster

(Fuente: Software Pertmaster)

Se debe recordar que estas dos duraciones están enteramente relacionadas con el impacto causado por la interferencia en la actividad, entregando una duración pesimista cuando la actividad es totalmente influenciada por la interferencia y una optimista cuando la interferencia no se presenta.

Una vez ingresadas estas duraciones en el programa se procede a ejecutar la simulación con el icono  Run Analisis Risk o con la tecla F10.

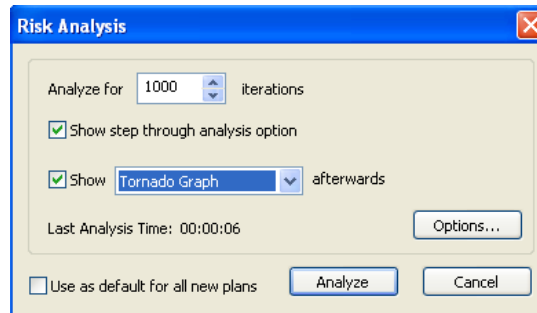


Figura 6.7.- Ventana de análisis de riesgo Pertmaster
(Fuente: Software Pertmaster)

En el cuadro de análisis de riesgo se debe indicar el número de iteraciones, atendiendo a que un mayor número de iteraciones entregará resultados más exactos.

Una vez realizada la iteración se obtiene información gráfica del análisis de riesgo, como son el índice de criticidad y las probabilidades del término del proyecto.

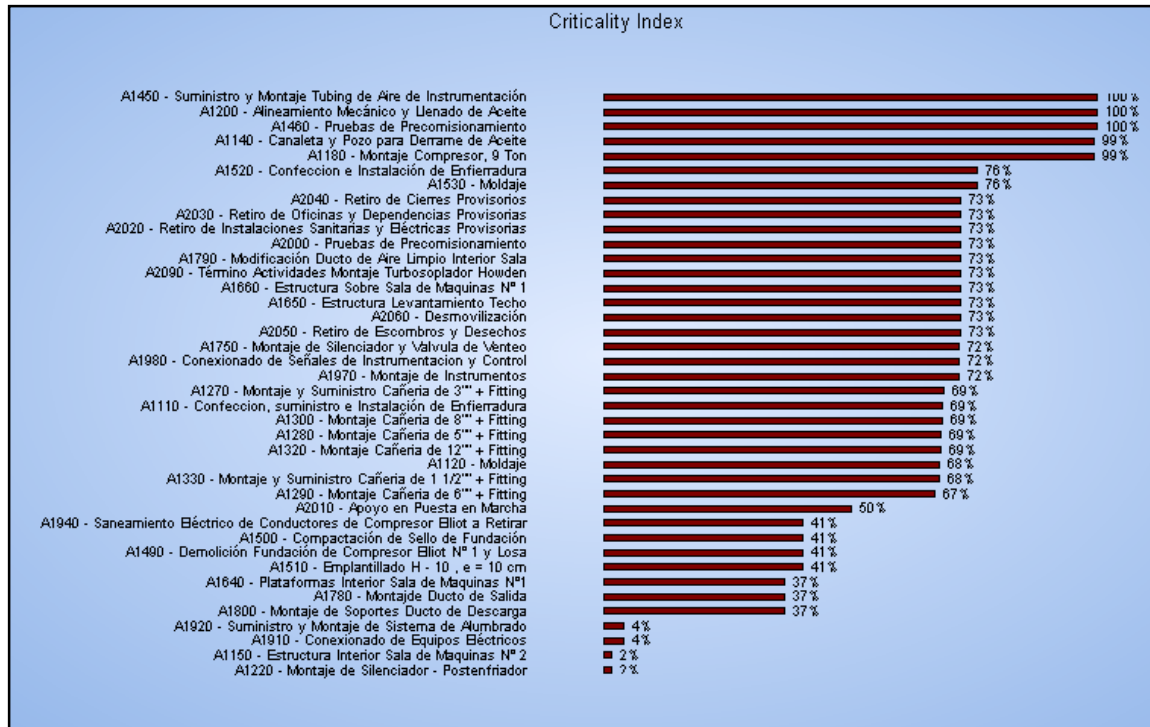


Figura 6.8.- Índice de Criticidad del Proyecto

(Fuente: Software pertmaster)

En la figura 6.8, se muestra el gráfico de tornado, el cual representa el índice de criticidad del proyecto. El porcentaje indicado en grafico representa la cantidad de veces que la actividad fue crítica durante las mil iteraciones, entonces las actividades con 100%, fueron mil veces tareas criticas durante la simulación, y las con 73% fueron por lo menos 730 veces tareas críticas durante la simulación.

En otras palabras, también se puede decir, por ejemplo, que aquellas actividades con 73%, indican que se tiene una probabilidad de 73% de que cualquier fluctuación en su duración modifique la duración total del proyecto, y de la misma forma con las otras actividades.

Este análisis entrega una valiosa información al identificar aquellas actividades sub-críticas, que sin bien no están dentro de la ruta crítica del proyecto, cualquier aumento en su duración pueden transformarla fácilmente en críticas, dependiendo de su índice de criticidad.

Con esta información se debe proceder a priorizar aquellas actividades con mayor índice de criticidad, realizando para ellas un mejor análisis de manera de mejorar las condiciones de trabajo y de reducir la incertidumbre en su duración representada en la duración pesimista.

En base a esta misma iteración se puede obtener la probabilidad de terminar en el plazo del proyecto, aún cuando el proyecto no ha empezado. Esta información es representada por la distribución de frecuencias que se forma al simular el proyecto. Esto es, por cada iteración se calcula una fecha de término, entonces en mil iteraciones se tiene mil fechas de término, estas se representan en grafico de frecuencias, las que se asocian a una distribución conocida en este caso a una distribución normal, y con ello se calcula la probabilidad de terminar en una determinada fecha.

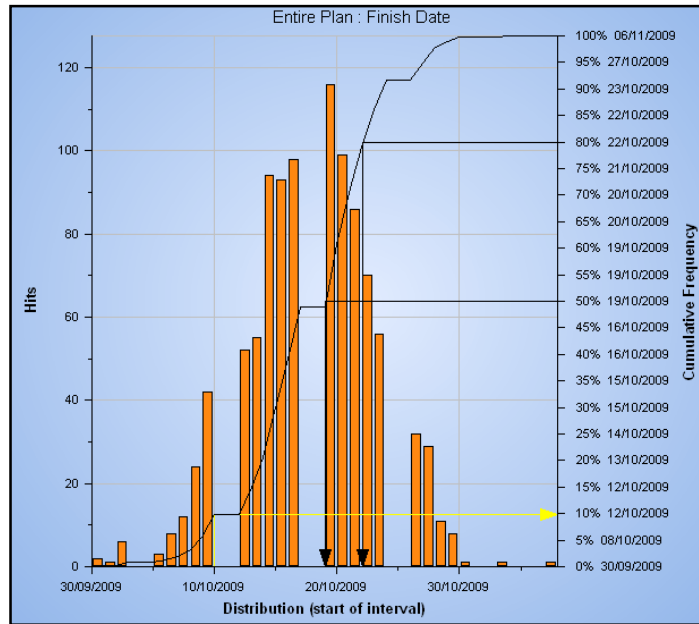


Figura 6.9 .- Distribución de probabilidades de fecha de término
(Fuente: Software Pertmaster)

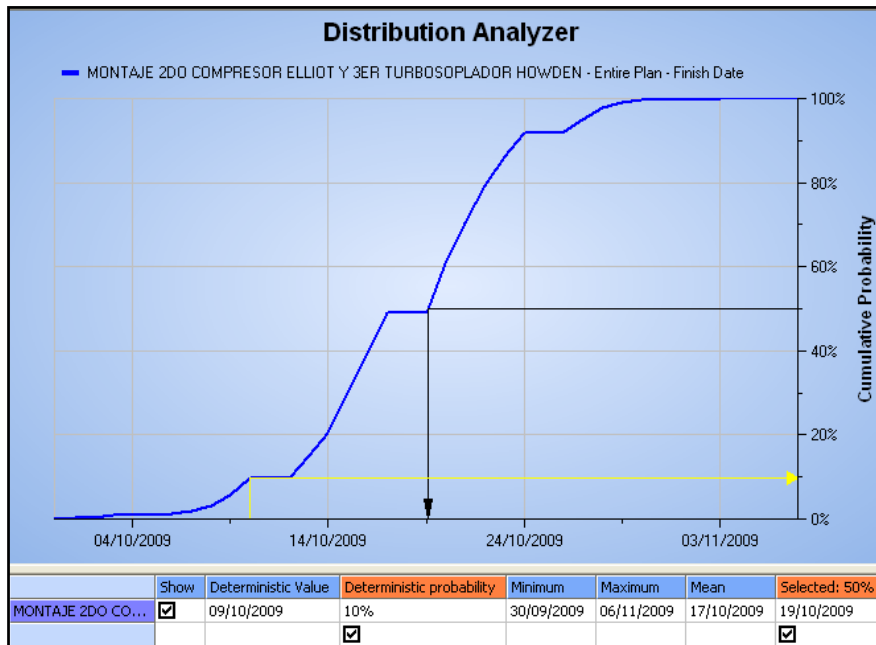


Figura 6.10.- Distribución de probabilidades acumulada de la fecha de término
(Fuente: Software Pertmaster)

Con esta información se puede obtener que la fecha de término optimista (Minimum) del proyecto es el 30-09-2010, y que la fecha de término pesimista (Maximum) es el 6-11-2009, y existe un 50% de probabilidad de terminar el 19-10-2009 y que la fecha de término planificada tiene una probabilidad de 10% de cumplirse. Toda esta información antes de comenzar el proyecto.

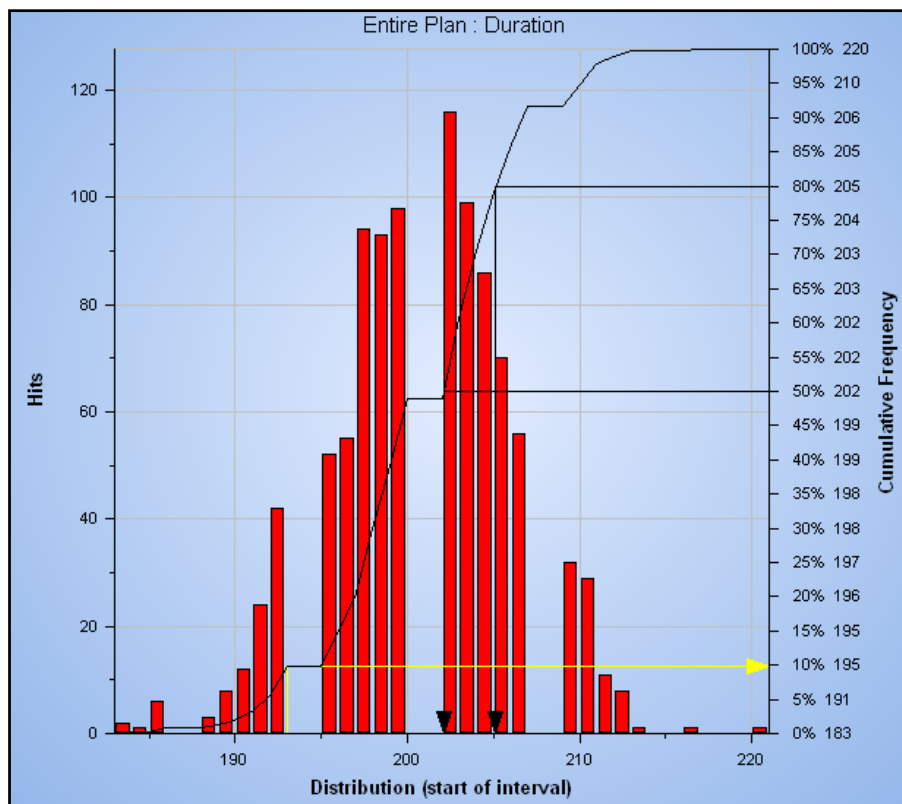


Figura 6.11.- Distribución de probabilidades de la duración del proyecto

(Fuente: Software Pertmaster)

De la misma forma se puede obtener la distribución de probabilidades de la duración del proyecto de acuerdo al calendario designado de trabajo. Este gráfico muestra que hay una probabilidad de 10 % de tener una duración menor

a duración original del proyecto de 195 días, y existe un 95% de probabilidad de terminar el proyecto antes de 210 días.

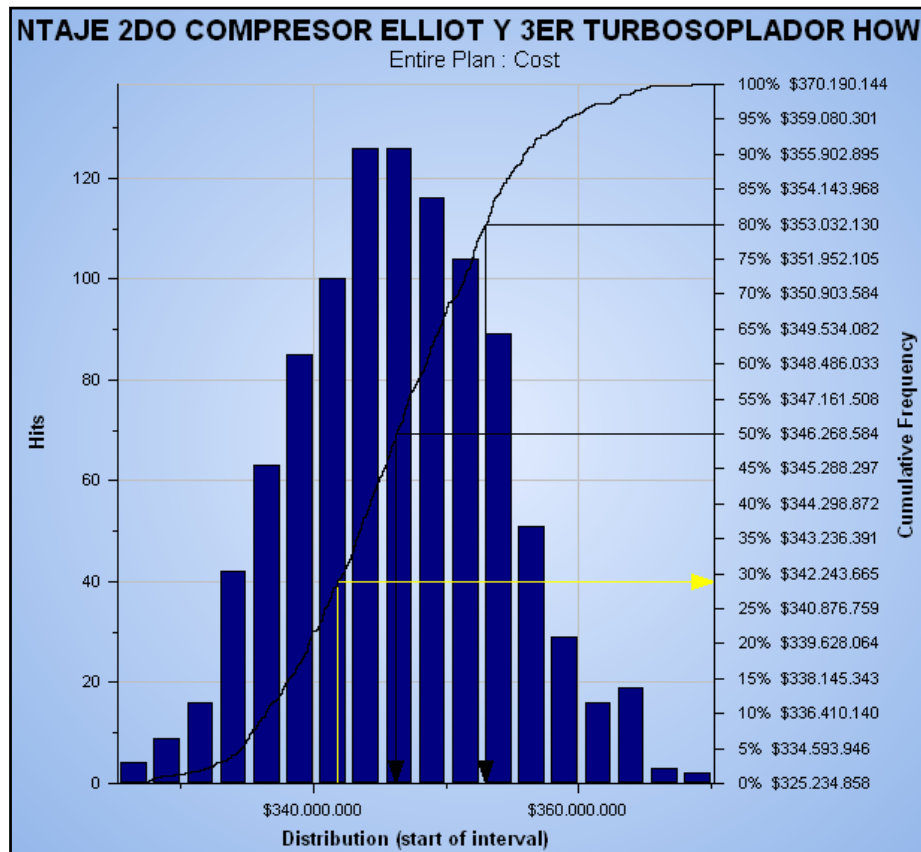


Figura 6.12.- Distribución de Probabilidades del Presupuesto

(Fuente: Software Pertmaster)

Con una metodología similar se obtiene la distribución de probabilidades de terminar dentro del presupuesto. Para el proyecto diagnosticado, en la etapa anterior al comienzo de los trabajos existía un 30% de probabilidad de terminar la obra dentro del presupuesto.

Esta información se puede obtener en cualquiera de los controles sucesivos del proyecto, y el objetivo es ir mejorando constantemente estas probabilidades, a través de la preocupación de las condiciones de trabajo de aquellas actividades críticas y sub-críticas con mayor índice de criticidad.

6.5.4 Planificación de la respuesta a los riesgos

En esta etapa se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Realizada las acciones de evaluación de riesgo, se debe determinar qué actividades prontas a ejecutar o que se estén ejecutando, tienen los mayores índices de criticidad, para luego analizar para cada una de ellas las condiciones de trabajo en las cuales se desarrollará, esto con respecto a disponibilidad de materiales, equipos, herramientas, mano de obra, condiciones medioambientales, climáticas, etc. y con ello confeccionar un plan para disminuir los riesgo para estas actividades, de tal forma que se consiga un normal desarrollo o tal vez una disminución en su duración. Y así conseguir durante los análisis de riesgo posteriores una mayor probabilidad de terminar en el plazo y dentro del presupuesto.

6.5.5 Seguimiento y control de riesgos

En esta etapa se realiza el seguimiento de los riesgos identificados, se supervisan los riesgos residuales, se identifican los nuevos riesgos y se ejecutan planes de respuesta a los riesgos, evaluando su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La importancia de la implementación de un sistema de gestión de riesgos en el proyecto, radica en la necesidad de plantear un escenario más realista en donde se desenvolverá el proyecto, con el objetivo de disminuir el tiempo de reacción en controlar eventos adversos, mejorar la toma de decisiones frente a respuestas inesperadas, plantear contantemente una visión futura del proyecto, disminuyendo con ello la incertidumbre, y los más importante mejorar la eficiencia en tiempo y costo.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Terminado el proyecto de tesis, se puede afirmar que los objetivos planteados al inicio, fueron cumplidos satisfactoriamente, entregando con ello un aporte a aquellos profesionales que comienzan su trayectoria en el campo de la gestión de proyecto.

Con respecto al diagnóstico, se debe mencionar, la importancia trascendental que tiene la buena gestión de control de proyecto, esto, por la valiosa información que se puede obtener de ella, una vez finalizado el proyecto. En el diagnóstico realizado, la información obtenida del proyecto fue más bien cualitativa, a causa de que los controles de avances solo presentaban una información general del proyecto, de manera que hubo una dificultad al momento de cuantificar el impacto de situaciones puntuales.

Una buena gestión de control, aporta información valiosa con respecto a comportamiento que tiene el proyecto durante su desarrollo, mejorando la toma de decisiones y la implementación temprana de planes de contingencia. Además, la gestión de control almacena información histórica una vez terminado el proyecto, y de esta información se pueden obtener importantes parámetros comparativos para proyectos posteriores.

La evaluación de las interferencias de un proyecto, de la misma forma que gestión de control, busca establecer parámetros de comparación, que se utilicen para evaluar los riesgos de proyectos con condiciones similares, y de

esta forma contribuir a una mejora continua, disminuyendo la incertidumbre y mejorando la eficiencia de la gestión del proyecto.

La importancia de desarrollar trabajos como esta tesis, radica en que la gestión de proyecto no es una ciencia exacta, y depende muchos factores, entre ellos, el más impredecible “las personas”. Es por esto que una eficiente gestión de proyecto se sustenta, en su mayoría en la experiencia de los profesionales encargados de tomar las decisiones, quienes han logrado identificar con anticipación las principales interferencias que podrían afectar el presupuesto y la planificación del proyecto.

La mayoría de las interferencias nombradas en la tesis, no eran desconocidas en el habitual desarrollo de proyectos similares, pero claramente fueron obviadas y sin duda afectaron de sobremanera al proyecto. La interpretación de estos hechos, radica en la falta de planificación de los profesionales encargados de dirigir el proyecto, y la efectividad de estos profesionales depende de la capacidad y experiencia que tengan. Pero además depende de un sinnúmero de factores inherentes a cada profesional como persona, lo que dificulta aún más dar respuesta a este problema.

Las técnicas de evaluación de riesgo son la respuesta a muchas problemáticas de la gestión de proyecto, una de ellas la incertidumbre en los resultados. La técnica de simulación utilizada por PERTMASTER, aplicando la metodología de MonteCarlo, entrega información valiosa para la toma de decisiones y la implementación temprana de planes de contingencia. Pero para ello necesita de una exhaustiva planificación y programación del proyecto, es decir, un ordenamiento de actividades que se asemeja lo más posible a la realidad que se quiere dar al proyecto, con el fin de obtener información sustentable.

En términos generales, el trabajo realizado en la tesis busca entregar una visión de la realidad de cómo se ejecutan hoy en día los proyectos, que a pesar de existir bastante avance en el estudio de esta gestión, siguen habiendo “presupuestos caídos”, empresas constructoras quebradas, proyectos incompletos, construcciones de mala calidad, etc hechos que se traducen en cuantiosas pérdidas económicas. Por esta razón, esta tesis se muestra como un aporte al estudio para mejorar la gestión de proyecto de este país, a través del traspaso de la experiencia, y la entrega de los conocimientos obtenidos durante el ejercicio de la profesión.

BIBLIOGRAFIA

1. MARIO CAMPERO Q. Y LUIS FERNANDO ALARCON C. Administración de Proyectos Civiles. Tercera Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile.
2. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK). Cuarta edición. PMI Global STANDAR. 2008
3. TAPIA CORTES, LORENA. Control de riesgos operacionales del proyecto. Tesis de Pregrado Construcción Civil. Universidad Católica del Norte. 2006
4. RODRIGUEZ MANSILLA, DARÍO. Diagnóstico Organizacional. Ediciones Universidad Católica de Chile. 2004.
5. DEL RIO CORNEJO, MARCELA PAZ. Análisis de la Programación y Control de Costos a través del Software Primavera Project Management y su Aplicación al Proyecto "Construcción Franja N°7 y N°8 PAD de Lixiviación N° 2, Minera Escondida. Tesis de Pregrado Ingeniería Civil. Universidad Católica del Norte. 2008.
6. SAPAG CHAIN,NASSIR. Programación y Control de Proyecto. Universidad de Chile.1986.
7. PEDRO BRICEÑO. Administración y Dirección de Proyectos un Enfoque Integrado. Segunda Edición Universidad de Chile.CIADE. 1996
8. CARRASCO ASTUDILLO, YETRO ISAAC. Simulación de la Incertidumbre y Riesgo de un Proyecto de Contrucción Mediante un Modelo Estocástico Utilizando Software Especializado. Tesis de Pregrado Ingeniería Civil. Universidad Católica del Norte. 2009.

9. GODOY LEON, MAURICIO. El Primavera Planner en la Planificación y Control de Proyectos. Tesis Pregrado Ingeniería Civil. Universidad Católica del Norte. 2005
10. CANITROT BAEZA, MAXIMO ARMANDO. Planificación de la Gestión de los Riesgos para un Proyecto de Contrucción. Tesis Pregrado Universidad Católica del Norte.
11. AGUILAR BENOIS, DERIK ITALO. Planificación de Proyectos de Construcción: Método del último Planificador. Tesis. Universidad Católica del Norte. 2007.