

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PLANEAMIENTO, PROGRAMACIÓN Y SUPERVISIÓN DE
LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TENDIDO DE
TUBERÍAS DE GAS EN SELVA”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR:
GERARDO BENDEZÚ DE LA CRUZ**

**ASESOR:
Ing. RAUL ICOCHEA BAO**

Lima - Perú

2022

© 2022, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir el Trabajo de Suficiencia Profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Bendezú De la Cruz, Gerardo

gbendezu2015@gmail.com

942832300

DEDICATORIA

- A mis padres Gerardo Bendezú y Balbina De la Cruz, por ser las personas más importantes de mi vida, quienes me orientaron con sus sabios consejos para ser mejor cada día, por las enseñanzas y valores que me han inculcado y por esforzarse toda su vida para darme lo mejor.
- A mi esposa Vania Caballero, por ser mi compañera fiel e incondicional, por el apoyo desinteresado y por la confianza depositada en mí.
- A mis hijos Jimena y Joaquín, porque son lo más lindo que me pudo pasar, porque son mi motivación y mi fuerza para seguir adelante, y porque gracias a ellos veo el futuro con ilusión y optimismo.
- A Dios Por acompañarme siempre y guiar mis pasos por el buen camino, por permitirme estudiar y culminar esta linda carrera, y por cuidar a mi familia en medio de la pandemia.

AGRADECIMIENTOS

- A mi hermano Abg. Antonio Bendezú, porque juntos compartimos una linda infancia siendo compañeros en muchas travesuras y hasta el día de hoy nos mantenemos unidos.
- A la FIC-UNI Con cariño y gratitud por la formación académica, me siento orgulloso de haber estudiado en sus aulas.
- A mi colegio I.E. 2079 “Antonio Raymondi”, por la formación que recibí en sus aulas durante mis años de escolar.
- A mis profesores Daniel Cueva y Aydee Vara, mis profesores de matemáticas e historia del colegio, por el tiempo compartido, sus sabios consejos, su apoyo continuo y por creer en mí siempre.
- A mi asesor Ing. Raúl Icochea Bao, por brindarme su asesoría en la elaboración de mi informe, por el seguimiento, evaluación y recomendaciones durante el desarrollo de mi Trabajo de Suficiencia Profesional.
- A mis jurados Ing. Juan Cavero y PhD. Ing. Juan G. Ríos Segura, por las diferentes sugerencias, consejos, evaluaciones y recomendaciones que me permitieron mejorar, culminar y sustentar con éxito mi trabajo.
- A mis amigos Por darme su apoyo, confianza y muestras de compañerismo.

| | Pág. |
|--|------|
| RESUMEN | 5 |
| ABSTRACT. | 7 |
| PRÓLOGO | 9 |
| LISTA DE CUADROS | 10 |
| LISTA DE FIGURAS | 11 |
| LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS | 13 |
| | |
| CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.1 GENERALIDADES | 15 |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA | 17 |
| 1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO | 23 |
| 1.3.1 Objetivo General | 23 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 24 |
| 1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 25 |
| | |
| CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL | 27 |
| 2.1 MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.1.1 Antecedentes Históricos de las Técnicas de Planeación | 27 |
| 2.1.2 Necesidad de Planear y Controlar un Proyecto de Construcción | 30 |
| 2.1.3 Planeamiento | 32 |
| 2.1.4 Técnicas de Programación de una Obra | 33 |
| 2.1.4.1 <i>Diagramas de Barras</i> | 34 |
| 2.1.4.2 <i>Curvas de Producción Acumulada</i> | 36 |
| 2.1.4.3 <i>Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM)</i> | 38 |
| 2.1.4.4 <i>PERT (Program Evaluation Review Technique)</i> | 45 |
| 2.1.4.5 <i>Principios de la Teoría de la Cadencia de la Producción</i> | 52 |
| 2.1.4.6 <i>Relación Costo-Tiempo</i> | 57 |
| 2.1.4.7 <i>Costo mínimo y duración Óptima de un proyecto</i> | 59 |
| 2.1.5 Control de Obra | 61 |
| 2.1.5.1 <i>Control de Tiempo</i> | 61 |
| 2.1.5.2 <i>Control de Costos</i> | 62 |

| | Pág. |
|--|------|
| 2.1.5.3 Control del Personal | 63 |
| 2.1.5.4 Análisis de Restricciones y Look Ahead | 64 |
| 2.1.5.5 Informe de Ingeniería | 64 |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL | 64 |
| 2.2.1 Enfoque | 64 |
| 2.2.2 Objeto de la Investigación Descriptiva (Informe) | 65 |
| 2.2.3 Gerencia y Planificación del Proyecto | 65 |
| 2.2.3.1 Métodos y Procedimientos | 65 |
| 2.2.3.2 Iniciación | 66 |
| 2.2.3.3 Planificación | 67 |
| 2.2.3.4 Control y seguimiento | 68 |
| 2.2.3.5 Cierre | 71 |
| | |
| CAPÍTULO III : PLANEAMIENTO DEL PROYECTO | 73 |
| 3.1 INTRODUCCION | 73 |
| 3.2 OBJETIVO DE LA PLANIFICACION | 73 |
| 3.3 DESCRIPCION Y ALCANCES DEL PROYECTO | 73 |
| 3.4 IMPACTO Y ASPECTOS TECNICOS DEL PROYECTO | 76 |
| 3.4.1 Impacto del Proyecto | 76 |
| 3.4.2 Costo Total de Inversión y Financiamiento | 79 |
| 3.4.3 Caudal de Transporte del Gas y Presión de Trabajo | 80 |
| 3.4.4 Sistema de Elevación de la Presión | 81 |
| 3.4.5 Instalación de Tuberías y Cruces en los Ríos Porocari y Cashiriari | 81 |
| 3.4.6 Válvulas de Control y Espesor de Tuberías | 86 |
| 3.5 PLANEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO | 90 |
| 3.5.1 Organización de la Dirección de Obra | 90 |
| 3.5.2 Plan de Ejecución y Fases del Proyecto | 93 |
| 3.6 PLANIFICACION CON EL METODO DE LA RUTA CRITICA "CPM" | 96 |
| 3.6.1 Definición de Actividades | 98 |
| 3.6.2 Establecer Secuencia de Actividades | 99 |
| 3.6.3 Estimación de los Recursos de las Actividades | 102 |
| 3.6.4 Estimación de Duración de las Actividades | 102 |
| 3.6.5 Control del Cronograma | 103 |

| | Pág. |
|--|------|
| 3.7 PRESUPUESTO DE OBRA | 106 |
| 3.7.1 Memoria Descriptiva | 106 |
| 3.7.2 Especificaciones Técnicas | 106 |
| 3.7.3 Metrados | 107 |
| 3.7.4 Análisis de Costos | 107 |
| 3.7.4.1 <i>Costos Directos e indirectos</i> | 107 |
| 3.7.4.2 <i>Costos de Seguridad, Medio Ambiente y Calidad</i> | 108 |
| 3.7.5 Presupuesto | 111 |
| | |
| CAPÍTULO IV : PROGRAMACIÓN DE OBRA | 112 |
| 4.1 RESUMEN DEL PLANEAMIENTO DE OBRA | 112 |
| 4.1.1 Recurso Humano | 112 |
| 4.1.2 Área Física | 112 |
| 4.1.3 Procesos | 113 |
| 4.1.4 Diagrama de Red | 114 |
| 4.2 DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA | 115 |
| 4.3 ASIGNACIÓN DE RECURSOS Y TIEMPOS DE ACTIVIDADES | 117 |
| 4.3.1 Apertura del Derecho de Vía | 117 |
| 4.3.2 Instalación de FlowLine | 120 |
| 4.3.3 Puesta en Marcha | 124 |
| 4.3.3.1 <i>Pre Comisionado</i> | 124 |
| 4.3.3.2 <i>Comisionado</i> | 132 |
| 4.4 HISTOGRAMA DE PERSONAL Y EQUIPOS | 137 |
| 4.5 CRONOGRAMA DE OBRA | 141 |
| | |
| CAPÍTULO V : CONTROL Y SUPERVISIÓN DE OBRA | 143 |
| 5.1 CONTROL DE TIEMPO | 143 |
| 5.1.1 Rendimientos de Instalación de Tuberías en Función al Diámetro | 146 |
| 5.2 CONTROL DE COSTOS | 148 |
| 5.3 CONTROL DEL PERSONAL | 152 |
| 5.4 CONTROL DE CALIDAD | 153 |
| 5.4.1 Ensayos No Destructivos a la Soldadura (END) | 155 |
| 5.4.2 Pruebas Hidrostáticas | 156 |

| | Pág. | |
|-------|--|-----|
| 5.5 | GESTION DE RIESGO DE DESASTRES | 157 |
| 5.5.1 | Gestión de Riesgo de Desastres Naturales | 157 |
| 5.5.2 | Gestión de Riesgo de Seguridad Ocupacional y/o de Obra | 159 |
| 5.6 | INFORME DE INGENIERÍA | 162 |
| 5.7 | CUMPLIMIENTO DE HITOS Y OBJETIVOS ALCANZADOS | 164 |
| | CONCLUSIONES | 165 |
| | RECOMENDACIONES | 173 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 174 |
| | ANEXOS | 176 |
| 1. | Memoria Descriptiva | 177 |
| 2. | Especificaciones Técnicas | 190 |
| 3. | Medidas de Mitigación del Impacto Ambiental | 202 |
| 4. | Cuadro General de Metrados | 215 |
| 5. | Presupuesto de Obra | 222 |
| 6. | Panel Fotográfico | 229 |
| 7. | Planos | 259 |

RESUMEN

Un proyecto de construcción involucra el uso de diferentes materiales, según el tipo de recursos humanos, con variación de especialidades y de equipos. Por ello, es necesario contar con un plan de obra para establecer una buena comunicación con los diversos recursos humanos, debido a que cada quien tiene diversas perspectivas y formas de pensar en relación al proyecto. En tal sentido la planeación, programación y control de obra se define como la coordinación de todos los recursos humanos, materiales, equipos y financiero, en un programa, tiempo y costo determinado, para lograr alcanzar los objetivos planeados.

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional, analiza la interrelación y dependencia de los factores: tiempo, duración, rendimientos, laboriosidad, dificultad, recurso humano, equipos, materiales, condiciones topográficas y climáticas, mediante la aplicación de los principios de las Metodologías “Diagrama de Gantt”, “Curva de Producción Acumulada o Curva S” y “Critical Path Method - CPM” como métodos de Planificación y Programación de Obra que respalda la elaboración de este TSP desarrollado sobre el Proyecto del tendido de tuberías de alta presión de gas en selva “FlowLine”, donde se debieron realizar obras civiles de apertura del derecho de vía y de control de erosión, instalación y soldeo de la línea de tuberías de alta presión, obras electromecánicas e instrumentación, desarrollando el servicio de ingeniería, suministro, fabricación, transporte, construcción, instalación, pre comisionado, comisionado, puesta en marcha y pruebas de rendimiento (performance test) del nuevo “FlowLine” y de las instalaciones asociadas desde la locación de Cashiriari 1 hasta la Planta de Gas Malvinas, con una longitud total de 30 km.

En el Capítulo I, se hace un breve recuento de los antecedentes del proyecto, la descripción del problema de investigación donde se analiza la necesidad de realizar la obra, se establece los objetivos del presente TSP y se define las metas y entregables a alcanzar, también se revisó algunos antecedentes investigativos relacionados al tema desarrollado en el presente TSP.

En el Capítulo II, se presenta el Marco Teórico donde se revisa los antecedentes históricos de las técnicas de planeación, y se establece la necesidad de planear

y controlar un proyecto para lograr tener resultados óptimos en la ejecución de una obra. Así mismo se repasa los criterios de las técnicas de programación aplicables al control de un proyecto y principalmente se abordan los principios de las Metodologías “Diagrama de Gantt”, “Curva S” y “CPM”. También se presenta el Marco Conceptual donde se describen los principales conceptos y procedimientos que fueron utilizados en el desarrollo del presente “TSP”.

En el Capítulo III, se desarrolla el “Planeamiento de Proyecto”, pues antes de ejecutar un proyecto, es necesario realizar previamente una formulación, darle un curso de acción que sirva de guía para la ejecución del proyecto, en este marco se estableció una metodología para la elaboración del cronograma del proyecto, desarrollando estrategias que permitieron completarlo dentro del plazo determinado por el cliente, permitiendo de este modo, a la Empresa optimizar tiempos, reducir recursos y maximizar ganancias. La planificación se realizó en base en actividades generales de la obra, con la finalidad de estimar los tiempos de realización de cada una, así como las posibles limitaciones, restricciones o imprevistos que pudieran surgir durante la ejecución de los trabajos.

En el Capítulo IV, fuimos más allá pues a la elaboración de un plan más detallado se le denomina “Programación de Obra”, en el que se integran las diferentes actividades específicas del proyecto. Estas actividades se ordenan de manera sistemática, y se le asigna una duración y una fecha de inicio y terminación. También se establecen relaciones entre las diferentes actividades, y las posibles restricciones existentes entre unas y otras, como resultado obtuvimos el “Cronograma de Obra”, que nos permitió llevar el adecuado control.

En el Capítulo V, se detalla la manera de cómo se llevó a cabo el “Control y Supervisión de Obra”, reportando los avances e identificando las desviaciones a la Planificación y Programación. En esta etapa hicimos el seguimiento de la gestión del Proyecto a lo largo de toda la ejecución de la obra. Se realizó el control de tiempos y costos mediante las Metodologías “Diagrama de Gantt”, “Curva S” y “CPM”, a la vez realizamos el control y manejo de personal. Así mismo se sugiere el orden que debe tener el Informe Final de Obra, con el objetivo de comunicar lo más cercano a la realidad del estado real de la obra, finalmente se reporta el cumplimiento de hitos y objetivos alcanzados.

ABSTRACT.

A Construction Project involved the use of different materials, depending on the type of human resources, with variation of specialties and equipment. Because of that, it is necessary to have a project site plan to establish a good communication with the diverse human resources, since each one have diverse perspectives and way of thinking regarding the project. In that sense, the planning, programming, and control of the project is defined as the coordination of all human resources, materials, equipment, and financials, in a program, time and fixed cost, in order to reach the planned objectives.

This work of Professional Proficiency analyzes the interrelation and dependency of the factors: time, duration, yields, industriousness, difficulty, human resources, equipment, materials, topographic and weather conditions, through the application of the principles of the methodologies “Gantt Diagram”, “Cumulative Production Curve or S Curve” and “Critical Path Method – CPM” as methods of planning and programming of projects that back the elaboration of this TSP developed about the laying of high pressure gas pipelines in the rainforest “FlowLine”, where civil engineering works were done about the right of way opening and erosion control, installation and soldering of high pressure pipelines, electro mechanic and instrumentation works, developing the services of engineering, supplies, manufacturing, transportation, construction, installation, pre commissioning, commissioning, implementation, and performance tests of the new “FlowLine” and of the associated installations from the Cashiriari 1 location to the Gas Plant Malvinas, with a total length of 30 Km.

In Chapter I, a brief summary of the project background is made, the description of the investigation problem where to analyzes the necessity of the execution of the project is done, it establishes the objectives of this TSP and it defines the goals and deliverables to reach, it also reviewed some investigative background related to the topic of this TSP.

In chapter II, the Theoretical Frame is presented where the historical background of the planning techniques are reviewed, it also establishes the necessity to plan and control a project in order to reach the optimum result in the execution of a

project. Likewise it reviews the criteria of the programming techniques applicable to the project control and primarily focuses on the principles of the methodologies “Gantt Diagram”, “S Curve”, and “CPM”. It also presents the Conceptual Frame where the main concepts and procedures utilized in the development of this “TSP” were described.

In chapter III, the “Project Planning” is developed, since prior to the execution of a project, it's necessary to prepare a formulation, give it a course of action that helps to guide the execution of the project, in this frame, a methodology for the elaboration of the timeline of the project was established, developing strategies which allowed it to be completed within the timeframe set by the client, allowing the company to optimize schedules, reduce resources and maximize profits. The planning was done based on the general activities of the project, with the intention to estimate the timeline of each one, as well as the possible limitations, restrictions, or unforeseen events that may arise during the execution of the fieldwork.

In chapter IV, we went beyond the development of a more detailed plan which is named “Project Programming”, in which the different activities specific to the project are integrated. These activities are arranged in a systematic manner, they are assigned a duration, start date, and completion date. It also establishes the relationship between the different activities, and the possible restrictions between each other, as final result we reached the “Project Timeline”, which allowed us to keep an adequate control.

In chapter V, it details the way in which the “Control and Supervision of the Project” was performed, reporting the progress and identifying the deviations from the planning and programming. In this stage, we did a follow up of the management of the project along the execution of the whole project. The control of times and costs through the methodologies “Gantt Diagram”, “S Curve”, and “CPM” was done, while we also controlled and managed personnel. At the same time, the arrange of the order that the Final Report of the Project must have was suggested, with the objective to communicate the most accurate description of the state of the project. Finally, it reports the compliance of the milestones and objectives reached.

PRÓLOGO

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional “TSP” corresponde a la “Construcción del Tendido de Tuberías de Gas en Selva”, en el marco del Proyecto Camisea; luego de 13 años de operación se ha determinado, por parte de las empresas especializadas involucradas, aumentar la producción de 730 MMSCFD a 840 MMSCFD; para poder operar en cada punto de captación o clúster (CR-1 y CR-3) con presiones compatibles a los niveles de producción esperados se debió incorporar un ducto en paralelo al ducto existente de 24” entre CR-1 y Malvinas (loop). Este ducto enterrado tiene un diámetro de 24” y una longitud total de 30.46 km en función de la ruta seleccionada para su recorrido (que no será la misma que la que tiene el ducto existente de 24”).

El proyecto prevé la incorporación principalmente de una nueva trampa lanzadora en CR-1, una receptora en Malvinas y un sistema de inyección de químicos para el nuevo ducto. El Proyecto fue financiado por el Grupo Camisea, es decir, que el financiamiento es con recursos propios. El contrato del Proyecto con el ejecutor se firmó en la modalidad de EPC (Ingeniería, Procura y Construcción). Según este esquema el presupuesto total del Proyecto se divide en 2 partes: el SUMINISTRO y la INSTALACION, el costo total de la inversión fue de \$ 47`241,690.23 dólares americanos.

En el presente “TSP”, se hace un recuento de los antecedentes del proyecto, la descripción del problema, se establece los objetivos y se define las metas y entregables a alcanzar en la ejecución; se presenta el Marco Teórico donde se revisa los antecedentes históricos de las técnicas de planeación, y se establece la necesidad de planear y controlar un proyecto; también se presenta el Marco Conceptual donde se describen los principales procedimientos que fueron utilizados en el desarrollo de la obra. El Informe también desarrolla el “Planeamiento del Proyecto”, con lo cual se estableció una metodología para la elaboración del “Cronograma del Proyecto” y la “Programación de Obra”, en el que se integran las diferentes actividades específicas del mismo. Durante la etapa de ejecución se desarrolla el “Control y Supervisión de Obra”, reportando los avances e identificando las desviaciones de la Planificación y Programación. Para la realización del control de tiempos y costos se utilizó las Metodologías “Diagrama de Gantt”, “Curva S” y “CPM; finalmente se reporta el cumplimiento de hitos y objetivos alcanzados.

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro N°1.1 Distribución de la Explotación de Gas en el Perú | 18 |
| Cuadro N°2.1 Leyenda de Símbolos del Diagrama de Flechas | 41 |
| Cuadro N°2.2 Identificación de Actividades para el Diagrama de Flechas | 41 |
| Cuadro N°2.3 Actividades y Predecesoras del Diagrama de Precedencias | 44 |
| Cuadro N°2.4 PERT – Estimaciones de Tiempo por Cada Actividad | 47 |
| Cuadro N°2.5 PERT – Tiempos Estimados y Varianzas por Cada Actividad | 48 |
| Cuadro N°3.1 FlowLines del Sistema Cashiriari | 79 |
| Cuadro N°3.2 Pozos de CR-3 y CR-1, Capacidad y Modo de Operación | 79 |
| Cuadro N°3.3 Resumen del Presupuesto Total de Obra | 80 |
| Cuadro N°3.4 Espesores de Tuberías del FlowLine | 87 |
| Cuadro N°4.1 Índice de Check List – Precomisionado Eléctrico | 130 |
| Cuadro N°4.2 Índice de Check List – Precomisionado de Instrumentos | 131 |
| Cuadro N°5.1 Longitudes por Diámetro de Tubería Instalada | 146 |
| Cuadro N°5.2 Rendimientos Instalación Tuberías en Función del Diámetro | 147 |
| Cuadro N°5.3 Gestión de Riesgo de Desastres | 160 |
| Cuadro N°5.4 Cumplimiento de Hitos y Objetivos Alcanzados | 164 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura N°1.1 Ubicación Lote 88 - Malvinas | 16 |
| Figura N°1.2 Reservas de Gas en el Perú | 18 |
| Figura N°1.3 Trazo del Tendido de Tuberías de Gas en Selva | 26 |
| Figura N°2.1 Karol Adamiecki (1866-1933) | 27 |
| Figura N°2.2 Ordenador digital UNIVAC1 | 29 |
| Figura N°2.3 William F. Raborn (1905-1990) | 30 |
| Figura N°2.4 Cronograma Contractual – Tendido de Tuberías de Gas | 34 |
| Figura N°2.5 Curva “S” del Proyecto – Tendido de Tuberías de Gas | 37 |
| Figura N°2.6 Alcances del Método de la Ruta Crítica (CPM) | 39 |
| Figura N°2.7 Ejemplo Práctico del Diagrama de Flechas | 42 |
| Figura N°2.8 Redes - Diagrama de Precedencias | 44 |
| Figura N°2.9 Regla 1 para Diagramar con Redes | 46 |
| Figura N°2.10 Regla 2 para Diagramar con Redes | 46 |
| Figura N°2.11 PERT – Diagrama de Red | 48 |
| Figura N°2.12 PERT – Cálculo de la Red (Indicador T1) | 49 |
| Figura N°2.13 PERT – Cálculo de la Red (Indicador T2) | 50 |
| Figura N°2.14 PERT – Cálculo de la Red (Indicador H) | 50 |
| Figura N°2.15 PERT – Cálculo de la Red (Ruta Crítica) | 51 |
| Figura N°2.16 Ciclo de Vida de un Proyecto | 57 |
| Figura N°2.17 Relación Costo – Tiempo (Comportamiento Lineal) | 58 |
| Figura N°2.18 Gráfico Costo – Tiempo (Costo Directo, Indirecto y Total) | 60 |
| Figura N°2.19 Ciclo de Vida del Proyecto | 66 |
| Figura N°2.20 Flujo de Proceso de Seguimiento y Control del Proyecto | 67 |
| Figura N°2.21 Etapas del Proyecto con Fases Superpuestas | 67 |
| Figura N°2.22 Planificación del Proyecto | 68 |
| Figura N°2.23 Seguimiento y Control del Proyecto | 69 |
| Figura N°3.1 Sistema de FlowLines Cashiriari-Malvinas | 78 |
| Figura N°3.2 Especificaciones de los Cruces Especiales | 84 |
| Figura N°3.3 Organigrama Oficina Central - Lima | 91 |
| Figura N°3.4 Organigrama de Campo – Malvinas | 92 |
| Figura N°3.5 Work Breakdown Structure “WBS” del Proyecto | 95 |
| Figura N°3.6 Proceso de Planificación del Cronograma | 97 |
| Figura N°3.7 Proceso – Definir las Actividades | 98 |

| | Pág. |
|--|------|
| Figura N°3.8 Proceso – Bosquejo de Diagrama de red de Actividades | 99 |
| Figura N°3.9 Proceso – Establecer las Secuencias de las Actividades | 100 |
| Figura N°3.10 Diagrama de Red de las Actividades del Proyecto FlowLine | 101 |
| Figura N°3.11 Proceso – Estimación de los Recursos de las Actividades | 102 |
| Figura N°3.12 Proceso – Estimación de Duración de las Actividades | 102 |
| Figura N°3.13 Proceso – Control del Cronograma de Actividades | 103 |
| Figura N°3.14 Proceso – Monitoreo del Cronograma | 104 |
| Figura N°3.15 Esquema Costo – Presupuesto | 106 |
| Figura N°4.1 Organigrama de Dirección de Obra | 112 |
| Figura N°4.2 Work Breakdown Structure “WBS” del Proyecto | 113 |
| Figura N°4.3 Diagrama de Red del Proyecto | 114 |
| Figura N°4.4 Ruta Crítica del Proyecto – Tendido de Tuberías de Gas | 116 |
| Figura N°4.5 Esquema General del Derecho de Vía | 118 |
| Figura N°4.6 Estrategia de Ejecución – Diagrama Espacio Tiempo | 119 |
| Figura N°4.7 Estrategia de Ejecución – Desfile y Curvado de Tuberías | 122 |
| Figura N°4.8 Estrategia de Ejecución – Soldadura de Tuberías | 122 |
| Figura N°4.9 Metodología de la Etapa del Pre Comisionado | 125 |
| Figura N°4.10 Definición de Sistemas y Sub Sistemas - Pre Comisionado | 127 |
| Figura N°4.11 Metodología de la Etapa de Comisionado | 133 |
| Figura N°4.12 Histograma de Personal | 139 |
| Figura N°4.13 Histograma de Equipos | 140 |
| Figura N°4.14 Cronograma del Desarrollo de Obra | 142 |
| Figura N°5.1 Curva “S” del Proyecto – Tendido de Tuberías de Gas | 144 |
| Figura N°5.2 Avance Construcción – Apertura del Derecho de Vía | 145 |
| Figura N°5.3 Avance Instalación de FlowLine – Soldadura de Línea | 145 |
| Figura N°5.4 Integración de Línea Base de Medición del Rendimiento | 149 |
| Figura N°5.5 Elementos de la Gestión del Valor Ganado | 150 |
| Figura N°5.6 Curva “S” del Proyecto – Control de costos | 151 |
| Figura N°5.7 Organigrama QA/QC – Personal de Calidad | 154 |
| Figura N°5.8 Ensayos No Destructivos a la Soldadura (END) | 156 |
| Figura N°5.9 Tramos para la Prueba Hidrostática (PH) | 157 |
| Figura N°5.10 Estructura del Informe de Ingeniería | 163 |

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS**SIMBOLOS**

| | |
|---------------|---|
| Te | Tiempo estimado. |
| σ^2 | Varianza |
| σ | Desviación estándar |
| T1, T2, H | Indicadores para el cálculo de la red en el método PERT |
| T1 | Tiempo más temprano de realización de un evento |
| T2 | Tiempo más tardío de realización del evento |
| H | Tiempo de holgura, es decir la diferencia entre T2 y T1 |
| t | Duración de una cadena particular |
| T | Plazo total de la cadena de construcción |
| k | Módulo de ciclicidad |
| N | Numero de ejecutores en una cadena particular |
| m | Unidades de producción |
| n | Número de cadenas particulares |
| P | Volumen de trabajo en las "m" unidades de producción |
| s | Rendimiento de 01 ejecutante en la unidad de tiempo |
| Q | Laboriosidad de una cadena – Cantidad total de trabajo |
| i | Intensidad de producción de la cadena particular |
| I | Intensidad de producción de la cadena de construcción |
| Pc | Volumen de construcción de las "m" unidades de producción |
| Ko | Paso de la cadena |
| v | Ritmo de la cadena particular |
| V | Ritmo de la cadena de construcción |
| T', T'', T''' | Períodos de desarrollo de los procesos |
| T' | Período de crecimiento. |
| T'' | Período estabilizado. |
| T''' | Período de decrecimiento de la cadena. |
| α | Índice de uniformidad de la cadena |
| β | Índice de productividad de la cadena |
| γ | Índice de consumo de tiempo en la unidad de producción |
| δ | Índice de uniformidad de consumo de recursos |
| rp | Consumo de recursos promedio. |

| | |
|----------------|----------------------------|
| r | Consumo total de recursos. |
| C _D | Costo directo |
| C _I | Costo indirecto |
| C _T | Costos totales |

SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| CECAM | Comité Especial del Proyecto Camisea. |
| FIC | Facultad de Ingeniería Civil |
| UNI | Universidad Nacional de Ingeniería |
| CURVA "S" | Curva de Producción Acumulada |
| CPM | Critical Path Method - Método de la Ruta Crítica |
| PERT | Program Evaluation and Review Technique - Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos |
| PDM | Precedence Diagramming Method - Método del Diagrama de Precedencias |
| AON | Activity on Node – Actividad en Nodo |
| RDA | Reporte Diario de Actividades |
| RDO | Reporte Diario de Obra |
| CDC | Costos de Calidad |
| CNC | Costos de No Calidad |

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La explotación del gas de Camisea, en la Región del Cuzco, en el Perú se inicia en agosto de 2004, después de 20 años de su descubrimiento. La zona de explotación del gas de Camisea, una de las más importantes del continente americano, se encuentra enclavada en el mismo corazón de la Región Cuzco, en el bajo Urubamba. Forma parte del distrito de Echarate, de la provincia de La Convención.

En julio de 1982, el Estado peruano suscribió un contrato de operaciones petrolíferas por los lotes 38 y 42 con la compañía Shell. Esas concesiones sumaban aproximadamente 2`000,000 hectáreas, en la parte sur de la denominada Cuenca del Ucayali. Iniciados los trabajos de excavación, fue sólo en 1987, tras el levantamiento de 3,000 kilómetros de líneas sísmicas y la perforación de cinco pozos exploratorios, que el área de Camisea reveló al mundo dos yacimientos de gas natural en los cuales se denominaron San Martín y Cashiriari. El entusiasmo que generó este hallazgo dio paso a la firma del Acuerdo de Bases para la Explotación de Camisea entre Shell y Petroperú, en marzo de 1988. Sin embargo, las negociaciones concluyeron en agosto de ese año sin llegar a feliz término.

En marzo de 1994, se firmó el convenio para la evaluación y desarrollo de los yacimientos de Camisea entre Shell y Petroperú. En julio de 1998 el consorcio Shell/Móvil comunica su decisión de no continuar con el segundo periodo del contrato y las inversiones por 500 millones de dólares, los 6 pozos perforados y las instalaciones pasan a beneficio del Estado Peruano. Por ese motivo, en mayo de 1999, la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) acuerda realizar un proceso de licitación para desarrollar el proyecto Camisea mediante un esquema segmentado que comprende módulos independientes de negocios. En 1999 se aprueba la Ley N°27133 que aseguraba el abastecimiento del mercado interno por un "horizonte permanente de 20 años". A fines de mayo de este año, el comité especial del Proyecto Camisea (CECAM) convocó a dos concursos públicos internacionales para otorgar el contrato para la explotación

de Camisea, así como las concesiones de transporte de líquidos y gas desde los mismos yacimientos hasta la costa, y de distribución de gas en Lima y Callao.

En diciembre de 2000, se suscribieron los contratos para el desarrollo del proyecto con los consorcios (Pluspetrol y Techint) adjudicatarios de los concursos organizados por el CECAM. En mayo de 2002, se suscribió el contrato de concesión para el transporte y distribución del gas de Camisea a la Costa Peruana, así Tractebel se convierte en el tercer operador del proyecto (siendo Pluspetrol y Techint los otros dos). Este paso completa el esquema de desarrollo de Camisea, hasta ese momento con el gas de menor costo en el mundo (al no trasladarse al costo final lo invertido por el consorcio Shell-Móvil).

El proyecto consiste en captar y transportar el gas natural proveniente de los yacimientos San Martín y Cashiriari, en el Lote 88 (ver Figura N°1.1), hacia una planta de separación de líquidos ubicada en Malvinas, a orillas del río Urubamba.



Figura N°1.1: Ubicación Lote 88 - Malvinas

(Fuente: Internet, <http://perupetro.com.pe>)

En esta planta se separan el agua y los hidrocarburos líquidos contenidos en el gas natural y se acondiciona este último para ser transportado por un gasoducto hasta el City Gate en Lima, donde se filtra, mide y reduce su presión para ser

entregado al sistema de distribución; mientras que el gas excedente se reinyecta a los reservorios productivos. Por otro lado, los Líquidos del Gas Natural obtenidos en la planta de separación son conducidos hasta la costa mediante un ducto de líquidos y recibidos en una planta ubicada en Pisco, donde se fraccionan en productos de calidad comercial (GLP, gasolina y condensados), y luego se despachan al mercado mediante buques o camiones cisternas.

Las reservas de Camisea son del orden de los 8,7 trillones de pies cúbicos de gas y de 545`000,000 de barriles de hidrocarburos líquidos. La producción inicial del yacimiento fue de 9`000,000 de metros cúbicos diarios extraídos de seis pozos. En cuanto a los ductos de transporte, son dos: el del gas, con una extensión de 540 kilómetros aproximadamente, y el de líquidos, de 680 kilómetros atravesando transversalmente la difícil geografía del Perú.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Para poder comprender mejor la problemática general que encontramos en la explotación de gas natural en el Perú debemos hacernos algunas preguntas.

¿Porque se tiene que explotar yacimientos de gas en el Perú? El proyecto Camisea, actualmente en funcionamiento, es la piedra angular del cambio de matriz energética en el Perú, que permitirá cambiar el uso de combustibles contaminantes y caros como la gasolina y el petróleo, por el más limpio y barato gas natural, asimismo favorecer ampliamente la industria (vehicular, de distribución, de generación de electricidad, etc.) y se ha creado directa e indirectamente miles de empleos en el Perú.

¿Para qué se explota las reservas de gas, para satisfacer necesidades civiles o para atender las necesidades de la industria? Promigas y Quavii presentaron el Informe del Sector Gas Natural 2021, el cual señala que, impulsada por el trabajo de las empresas concesionarias y pese a la pandemia del covid-19, la cifra de usuarios en el Perú llegó a un millón 244,000 en el 2020, lo que implica un alza del 12% respecto al 2019. Este crecimiento está sustentado principalmente en 130,000 nuevas familias con el servicio. También influyó el sector industrial, que creció 7%, de 787 a 840 usuarios, de las estaciones de

servicio que subieron 1%, y de las generadoras eléctricas que pasaron de 42 a 43 usuarios. La cobertura de gas natural pasó de 11% en el 2019 a 12% en el 2020, por encima del 5% de cobertura conseguido hasta el 2016.

¿Como se distribuye la explotación de gas? A continuación, se muestra el detalle de la distribución de la explotación de gas natural en el Perú (Ver Cuadro N°1.1).

Cuadro N°1.1: Distribución de la Explotación de Gas en el Perú

(Fuente: Internet, <https://www.perupetro.com.pe>)

Mercado Interno

| LOTE | Reservas (TCF) | | | Recursos (TCF) | Comentarios |
|------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| | 1P (Probadas) | 2P (Probadas + Probables) | 3P (Probadas + Probadas + Posibles) | Contingentes 2C | |
| 88 | 8.95 | 9.16 | 9.34 | 0.93 | Fin Contrato: 2040 / vida útil: 2047 |
| 58 | 2.08 | 2.65 | 3.48 | 0 | Fin Contrato: 2045 / vida útil: 2047 |

Mercado Externo

| LOTE | Reservas (TCF) | | | Recursos (TCF) | Comentarios |
|------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| | 1P (Probadas) | 2P (Probadas + Probables) | 3P (Probadas + Probadas + Posibles) | Contingentes 2C | |
| 56 | 2.11 | 2.84 | 3.02 | 0 | Fin Contrato: 2044 / vida útil: 2047 |
| 57 | 1.65 | 1.86 | 1.86 | 0.4 | Fin Contrato: 2044 / vida útil: 2047 |

¿Cuáles son las reservas de gas en el PERU? ¿Potencia de esos yacimientos?

El país cuenta con 19.89 TCF de Reservas de Gas Natural, siendo la mayor acumulación en el yacimiento de Camisea que abarcan los Lotes 88, 58, 56 y 57.

Asimismo, el país cuenta con 66.50 TCF de Recursos de Gas Natural, a nivel país. (Ver Figura N°1.2).

| Reservas (TCF) | | | Recursos (TCF) | |
|----------------|-----------|----------|----------------|--------------|
| Probadas | Probables | Posibles | Contingentes | Prospectivos |
| 14.09 | 3.83 | 1.97 | 6.25 | 60.25 |

TCF: TRILLONES DE PIES CUBICOS DE GAS



Figura N°1.2: Reservas de Gas en el Perú

(Fuente: Internet, <http://perupetro.com.pe>)

¿Para cuantos años durara las reservas de gas en el Perú? El 04/11/2021 el ejecutivo de la empresa Promigas, Aquiles Mercado resaltó que el Perú cuenta con reservas de gas natural para cubrir la demanda por los siguientes 24 años, por lo que hay recursos suficientes para la masificación del mencionado combustible: “En este momento el país dispone, teniendo en cuenta reservas probadas, posibles y probables, con 13.2 trillones de pies cúbicos (TPC) de gas natural”, precisó. Además, señaló: “Hay suficientes excedentes de gas natural para acelerar aún más la masificación. Teniendo en cuenta la producción fiscalizada actual, el cálculo del índice de autonomía de recursos alcanza para 24 años”, agregó.

Canasta energética: Aquiles Mercado explicó que la canasta energética del Perú está compuesta por 40% de petróleo, 28% de hidroelectricidad, 26% de gas natural, 5% de energías renovables y 2% de carbón: “El gas natural desplazó principalmente al petróleo en los últimos años”, manifestó.

Desempeño: En el último quinquenio, los usuarios (viviendas) del gas natural pasaron de 477,729 en el 2016 a un millón 244,172 en el 2020; es decir, un crecimiento interanual del 27% en el último quinquenio. Hay compromiso de las distribuidoras de gas natural: Quavii, en la zona norte; Cálidda, en Lima y Callao; Contugas, en Ica; así como Petroperú, en el sur. “Las empresas somos aliadas del Estado para alcanzar los objetivos”, dijo el vicepresidente de negocios de distribución de Promigas, Wilson Chinchilla.

¿Dónde están los yacimientos de gas en el PERU además de Camisea? El Perú tiene suficientes reservas de gas natural como para atender la demanda interna y externa de los próximos 24 años, con base en el consumo actual y los contratos de exportación, sostuvo el gerente de promoción y contratación de Perúpetro, Luis Felipe Fernández: “El país cuenta con 15.11 trillones de pies cúbicos (TCF). La mayor concentración de esta reserva se encuentra en el yacimiento de Camisea, que abarca los Lotes 88, 58, 56 y 57”, manifestó durante el taller Desarrollo de proyectos de gas natural en el Perú, ¿cómo estamos?, organizado por Perúpetro. De este modo, Camisea cuenta con 14.31 TCF, lo cual representa el 94% de las reservas del país. Enfatizó que el desarrollo de las reservas de gas no se contrapone al desarrollo de las energías renovables.

Distribución: Fernández explicó que en el norte del país se concentra el 2% de la producción total de gas natural, mientras que, en el centro, el 1%. En el sur,

donde se encuentra Camisea (94%), se concentra el 97% de la producción total de gas natural: “Se trata de un sistema regulado de precios en boca de pozo en el Lote 88, mientras que el Lote 56 está destinado a la exportación”. Destacó, asimismo, que una de las principales ventajas de construir un gasoducto en el sur del país es la seguridad energética y la puesta en valor de los recursos de gas natural: “Las ventajas de tener el gasoducto sur son suministro de gas a las centrales térmicas, soporte del proceso de masificación y la seguridad energética. Además, permite poner en valor recursos prospectivos para estimular la exploración”, manifestó. Aclaró que el ducto no se construiría solo para alimentar dos plantas termoeléctricas como manifiestas algunos productores de energía. “El ducto permitirá poner en valor el gas que hay en la zona”.

Masificación: Fernández dijo que el proyecto de masificación del gas natural en la sierra centro y sur del país, que demandará una inversión de 200 millones de dólares, está respaldado por el Fondo de Inclusión Social Energético (Fise): “El proceso en esa zona no es rentable para un inversionista privado debido a que la demanda es baja. Por ello, se prevé que el Fise financie este proyecto”, precisó.

¿Están en búsqueda de más yacimientos? La China National Petroleum Corporation (CNPC) anunció el descubrimiento de cuatro yacimientos de gas natural en el sur de Perú con un volumen conjunto de 3,9 trillones de pies cúbicos, informó el Ministerio de Energía y Minas peruano en un comunicado. Desde la institución, no descartan la existencia de yacimientos todavía no conocidos. Los nuevos yacimientos se encuentran en el Lote 58, situado en la selva de la región de Cuzco, cercanos al Lote 88, conocido como Camisea, donde se encuentra el mayor yacimiento de gas natural del país, explicó el ministro de Energía y Minas, Gonzalo Tamayo, que calificó el descubrimiento como una "muy buena noticia para Perú". El volumen de los yacimientos descubiertos, bautizados como Urubamba, Picha, Taini y Paratori, representa casi el 40% del gas existente en Camisea. Por su parte, el presidente de la empresa estatal Perúpetro, Rafael Zoeger, indicó que el Plan Inicial de Desarrollo del Lote 58 demandará una inversión superior a los US\$500 millones por parte de CNPC, y generará importantes beneficios para la región Cuzco en concepto de regalías. Zoeger consideró necesario aumentar la actividad exploratoria en esa área de la Amazonía "para obtener nuevos descubrimientos que permitan garantizar la seguridad energética de Perú". Mientras tanto, sigue

en el aire el proyecto de construcción de un gasoducto, estudiado por la Justicia por posibles irregularidades en la concesión de la obra. La empresa Semptra, que pretendía comprar la participación en el proyecto de la brasileña Odebrecht (un 55%), anunció que no llegó a un acuerdo para hacerlo.

Ahora podemos analizar la problemática específica materia de nuestro informe, puesto que, a lo largo de estos años de explotación del gas natural, hemos encontrado que entre los principales factores que dificultan los avances en la masificación del gas natural se encuentran la ausencia de infraestructura de transporte (gasoducto), la falta de competitividad de las tarifas de gas natural frente al gas licuado de petróleo (GLP) y al gas natural vehicular (GNV), otros.

Al respecto sabemos que en junio del 2004 la Empresa Argentina PPC y sus socios: Hunt Oil, Repsol, SK, Sonatrach, y Tecpetrol inician las operaciones en el lote 88 (yacimientos San Martín y Cashiriari) explotando las reservas de Gas Natural. En el 2017, tras 13 años continuos de operación y ante la necesidad de aumentar la producción de gas natural, PPC requiere contratar los servicios de una empresa especialista en montaje de tuberías de alta presión (FlowLine), obras civiles y de control de erosión, obras electromecánicas e instrumentación, para desarrollar el servicio de ingeniería, suministro, fabricación, transporte, construcción, instalación, pre comisionado, comisionado, asistencia a la puesta en marcha y pruebas de rendimiento (performance test) del nuevo FlowLine y de las instalaciones asociadas desde la locación Cashiriari 1 hasta la Planta de Gas Malvinas (30 km. de recorrido).

Como sabemos el contrato del Proyecto con el ejecutor se firmó en la modalidad de EPC (Ingeniería, Procura y Construcción). La primera tarea que realizaremos una vez firmado el contrato será el relevamiento previo de la localización de la traza utilizando para ello dos cuadrillas de topografía, las cuales proporcionarán la información necesaria para corroborar la ingeniería básica y para elaborar la ingeniería de detalle. Dentro de las tareas a ejecutar por este grupo estarán los sondeos y demarcación de todas las instalaciones existentes en la zona donde se llevarán a cabo los nuevos trabajos de montaje. También se realizará el relevamiento de las plantas Malvinas y Cashiriari1 en las zonas que se deberán intervenir. Un equipo de especialistas acompañará a las cuadrillas de topografía

realizando labores de inventario forestal sobre distintas especies vegetales que serán afectadas. Dadas las características de la zona sobre la cual se desarrollarán las tareas durante la etapa de construcción, se contempla un equipo de mantenimiento del DdV y accesos, debiendo tener mantenimiento durante todo el periodo de obra, debido a que la traza del FlowLine será el único camino de circulación. De acuerdo al desarrollo de los trabajos se ha considerado que la fabricación y montaje del diesel-ducto sea realizado por un equipo compacto de montaje. El mismo comenzará sus tareas una vez el equipo de apertura de Derecho de Vía cuente con una longitud considerable de pista habilitada. Cuando se cuente con más de un kilómetro de tubería desfilada, alineada y curvada se dará inicio a las fases de soldadura.

Para participar en la licitación y ganar la buena pro se presentó un presupuesto a suma alzada y precios unitarios además de un cronograma de obra basado en la experiencia en la fabricación y montaje de obras similares en la zona (características similares de topografía, geología y climáticas), sin embargo, el hecho de que recién una vez firmado el contrato se hará el relevamiento topográfico previo, ocasiona que aparezcan condiciones inesperadas de topografía, geología, y climáticas, las cuales podrían significar en pérdidas de tiempo considerables lo cual afecta a la planificación, programación y presupuesto ofertado, debiendo tomar medidas de mitigación de estas condiciones inesperadas, teniendo que actualizar el cronograma de obra a medida que se avanza la ejecución de los trabajos, abrir mas frentes de trabajo para cumplir con los tiempos estimados y evitar penalidades, entre otras.

Por lo analizado surge la interrogante ¿Por ser un contrato en la modalidad de EPC y el hecho de que recién una vez firmado el contrato se hará el relevamiento topográfico previo, nos traerá complicaciones al momento de ejecutar los trabajos? ¿el tiempo estimado en la oferta será suficiente para cumplir con la ejecución de la obra? ¿los precios unitarios de excavación deberán ajustarse en la medida que la topografía revele materiales rocosos no considerados inicialmente? ¿se tendrá que actualizar el cronograma de obra ajustándolo a las condiciones que se vayan dando en la ejecución de obra? Estos son los puntos que debemos solucionar e informar en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

De acuerdo a estas informaciones, en el Perú, el sector energético representa un segmento económico muy importante, aunque no se resuelve aun el problema de la masificación del gas natural por la falta de infraestructura para su transporte, pero se ve viene trabajando en ello. Por lo tanto, esta situación, nos conduce a desarrollar proyectos de infraestructura cada vez en números mayores, en menor tiempo y sin descuidar la Calidad de los mismos.

Últimamente, se vienen constituyendo nuevas empresas contratistas, con el objetivo de participar en este segmento de la construcción de gasoductos, generándose un mercado cada vez más competitivo, y como consecuencia el respectivo desarrollo de la técnica en este campo. Por lo que se hace necesario la aplicación de diferentes herramientas del Planeamiento, la Programación y el respectivo Control de una Obra, con creatividad sin ningún atisbo de pretenderla copiar de otra obra (cada obra es única, con sus propias contradicciones y particularidades), y más aún, buscar y desarrollar nuevos métodos propios acordes a nuestra realidad.

El desarrollar un proyecto apoyándose solo en la experiencia práctica y dejando de lado la aplicación de un método científico, o sea alejado de un moderado planeamiento, una adecuada programación y su respectivo control, conducirá irrefrenablemente a ejecutar actividades improvisadas, con mayor porcentaje de tiempos improductivos, ampliación de plazos de ejecución, incremento de costos y, como consecuencia, la obtención de Obras caras o generación de márgenes de utilidades estrechas, más aún, con la posibilidad que se produzcan pérdidas económicas.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo General

Mediante una adecuada planificación (método científico) que, en forma armoniosa, nos permita hacer un uso adecuado de sus diferentes elementos tales como: los Materiales, Maquinarias, Personas, Recurso Financiero, Tiempo, Dirección, Información y Tecnología, Seguridad, Protección del Medio Ambiente, etc., llevar a cabo el desarrollo de la obra sin mayores contratiempos y llegar a

concluirlo en el tiempo planificado, con la calidad esperada y dentro de los costos previstos; para finalmente con los resultados obtenidos realizar el informe respecto del planeamiento, programación y supervisión de los procesos constructivos del tendido de tuberías de gas en selva, para transportar el gas natural proveniente del yacimiento Cashiriari 1, en el Lote 88, hacia la planta de separación de líquidos ubicada en Malvinas – Región Cusco (ver Figura N°1.3).

1.3.2 Objetivos Específicos

Realizar el **Planeamiento Integral del Proyecto** buscando asegurar que cada actividad tenga la oportunidad de ser ejecutada adecuadamente, en el lugar apropiado, en el momento oportuno y con los recursos necesarios, de este modo lograr optimizar los rendimientos y reducir los costos de ejecución del proyecto. Como resultado de la planificación integral de obra se obtuvo los siguientes entregables: a) Organigrama de la Dirección de Obra definiendo las funciones y responsabilidades de cada área y cargo, b) Work Breakdown Structure (WBS) de las actividades específicas que comprende el proyecto, definiendo los alcances y asignando los recursos de la manera más adecuada correspondientes a cada actividad, c) Diagrama de Flechas y Redes de Precedencia de las actividades del proyecto que nos permite calcular los ritmos de producción (ratios) de las actividades predominantes del proyecto, d) Cuadro General de Metrados, que nos permitirá definir los costos de cada actividad, y e) Presupuesto de Obra.

Realizar la **Programación de Obra** definiendo el plazo de ejecución contractual del proyecto, el cual comprende: tiempo preparatorio (necesario desde la fecha de inicio contractual hasta el inicio de los trabajos principales), duración máxima de las actividades especializadas, y tiempo adicional necesario para culminar los trabajos de todas las actividades de producción, para el cálculo de estos tiempos se considera los recursos disponibles (recurso humano, materiales, equipos, proveedores, etc.) y factores externos (ubicación del área del proyecto, topografía del terreno, factor climático, etc.). Como resultado se obtuvo el siguiente entregable: **CRONOGRAMA DE OBRA**.

Realizar la **Supervisión de los Procesos Constructivos** en la etapa de ejecución del proyecto, verificando el cumplimiento de las actividades de manera

adecuada trabajando con seguridad y calidad en los trabajos realizados, se puso mayor énfasis en la supervisión de la ejecución de las actividades predominantes del proyecto, logrando cumplir con el plazo de ejecución contractual del proyecto. Como resultado se obtuvo el siguiente entregable: **INFORME FINAL DE OBRA**.

1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el año 2001, el bachiller Ing. Civil Reducindo Díaz Karen Patricia, realizó la Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil – FIC – UNI, denominado **“Planeamiento y Programación de Obras para una Planta de Separación de Gases”**, utilizando para este trabajo la Técnica del Costo Mínimo y Duración Óptima de un Proyecto, logrando la aceleración de las actividades mediante la asignación de más recursos al Proyecto tales como: más personal por actividad, uso de medios auxiliares, aumento de la jornada de trabajo, se adoptó una política de aplicación de incentivos por metas logradas, entre otras. Logrando de este modo la aceleración de los trabajos y un costo mínimo para el Proyecto.

En el año 2011, el bachiller Ing. Civil Mallma Rosas Milton Juan, realizó la Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil – FIC – UNI, denominado **“Planeamiento, Programación y Control Aplicado a los Procesos Constructivos de la Estructura de 16 Edificios Multifamiliares”**, utilizando para este trabajo los Principios de la Teoría de la Cadencia de la Producción, como método de planificación y programación de obra, con la aplicación del método, se definieron las cadenas particulares y las actividades de su competencia, y como consecuencia, la restricción de la rotación del personal (formación de cuadrillas) y por consiguiente, evitar la improvisación de sus actividades, al tener cuadrillas especializadas por actividad, se hizo más eficiente la producción, logrando una disminución del 5% del presupuesto interno de ejecución de obra.

En el año 1999, el bachiller Ing. Civil Benavente Ramírez Pelayo Wilbert, realizó el Informe de Ingeniería para optar el título de Ingeniero Civil – FIC – UNI, denominado **“Planeamiento de la Construcción de un edificio de 21 pisos con 5 Sótanos por el método de Construcción en Cadena”**, como el título indica se aplicó los Principios de la Teoría de la Cadencia de la Producción, con este método se definió el volumen de trabajo de las cuadrillas especializadas, que por

el tiempo de ejecución de sus unidades de producción, y el respectivo número de repeticiones, permitieron: a) La especialización de los ejecutores, b) Menor costo de aprendizaje, c) Aumentar la productividad, y d) Minimizar tiempos improductivos. Logrando una disminución del costo de ejecución de la obra.

En el año 2015, el bachiller Rivera Esteban Víctor Manuel, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó la Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero, denominado **“Programación, Planificación y Control de Obras de Infraestructura Civil en la República de Guatemala”**, utilizando el diagrama de barras, Diagrama de Gantt, Gráfica de Gantt o Carta Gantt. El objetivo del autor fue establecer las ventajas de realizar una planificación, y una programación a corto plazo de un proyecto de construcción aplicando técnicas de planificación y programación. Se realizó dos análisis, uno de lo que hubiera sucedido de hacerse con planificación y otro de lo que realmente ocurrió, luego realizó la comparación, logrando como resultados: a) Disminuir los tiempos de holgura del recurso humano y maquinaria, b) Reducir el nivel de riesgo económico en la ejecución de obras de infraestructura, c) Optimizar los recursos materiales y humanos del contratista y ejecutor.

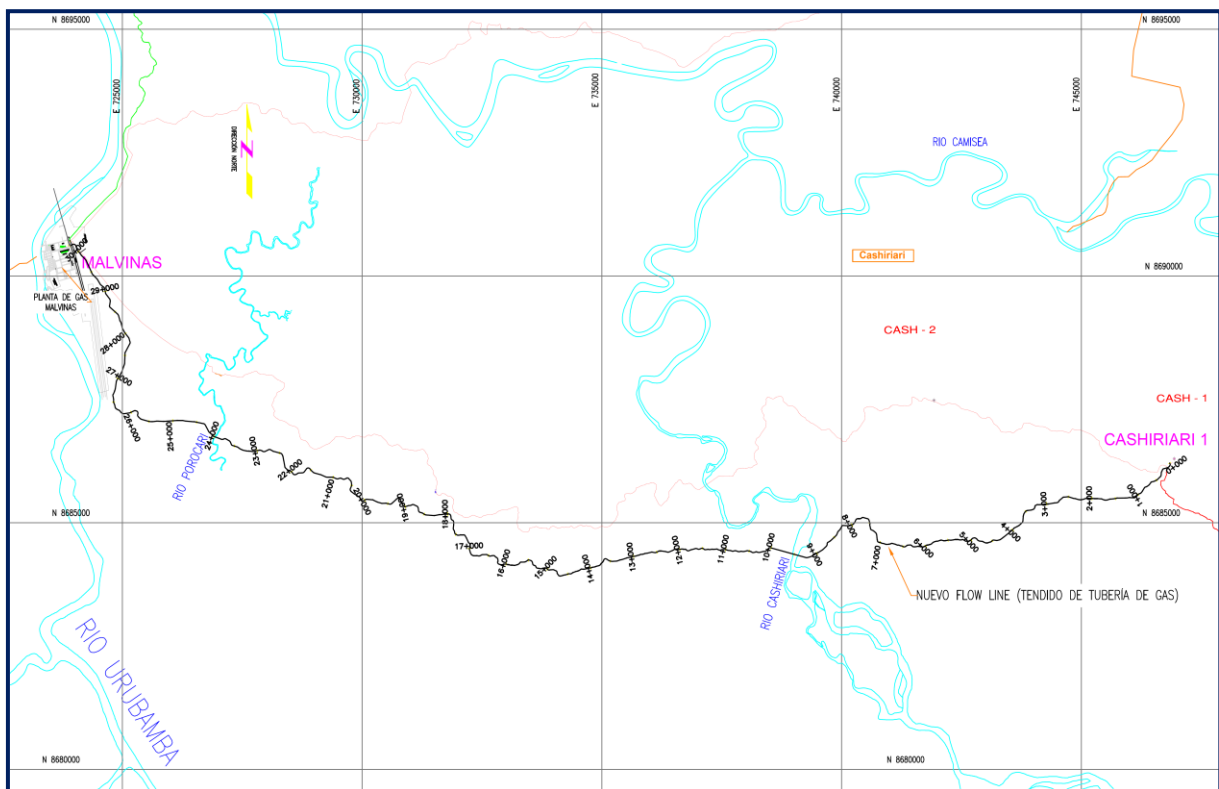


Figura Nº1.3: Trazo del Tendido de Tuberías de Gas en Selva
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes Históricos de las Técnicas de Planeación

Si tuviésemos que hablar de la historia de la planificación y control de obras, deberíamos referirnos a la primera de las construcciones realizadas por el hombre. Construcciones como las pirámides de Egipto no pudieron construirse sin un plan previo y una compleja organización de recursos.

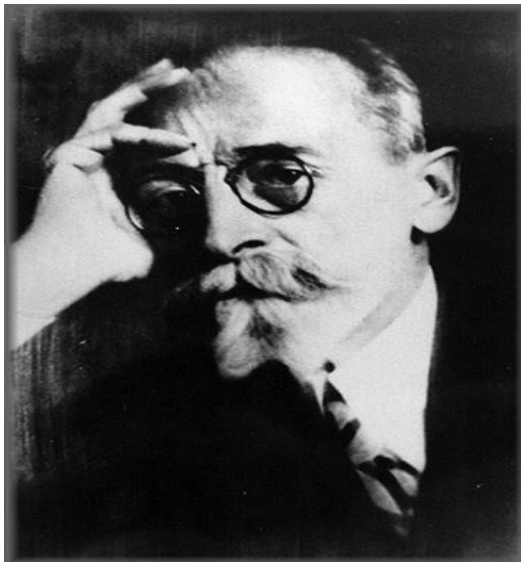


Figura N°2.1: Karol Adamiecki (1866-1933)
(Fuente: <https://procedimientosconstruccion>)

Sin embargo, si queremos utilizar las actuales técnicas de planificación, podríamos reducir significativamente nuestra historia y remontarnos apenas medio siglo en Estados Unidos, cuando tanto desde el ámbito militar como desde el civil, de forma independiente, se sentaron las bases de las técnicas basadas en el método del camino crítico (Critical Path Method, CPM) y en el método PERT (Program Evaluation and Review Technique).

La planificación y programación de proyectos, comenzó a ser motivo de atención al final de la Segunda Guerra Mundial, donde el diagrama de barras de Gantt era la única herramienta de planificación de la que se disponía, que fue un método innovador en su momento. Gantt publicó en 1916 "Work, Wages, and Profits", donde discutía aspectos de planificación relacionados con la productividad. Para ser más exactos, Gantt no fue el pionero en el uso de esta herramienta. Otros autores como Joseph Priestley en 1765 o William Playfair en 1786, ya habían sugerido ideas precursoras, que el ingeniero Karol Adamiecki (ver Figura N°2.1) desarrolló en 1896 en lo que él llamó como "Harmonograma". También deberíamos destacar aquí los primeros intentos desarrollados, entre 1955 y 1957

por la “Imperial Chemical Industries” y el “Central Electricity Generating Board”, en el Reino Unido, donde se desarrolló una técnica capaz de identificar la secuencia de estados más larga e irreductible para la ejecución de un trabajo, en línea con lo que después se llamaría CPM (Critical Path Method). Estas empresas consiguieron ahorros de tiempo en torno al 40%, pero debido a que no se publicaron estas innovaciones, cayeron en la oscuridad, de la cual se despertó con los avances que se desarrollaron al otro lado del océano.

Si bien al principio PERT y CPM tenían algunas diferencias importantes, con el tiempo, ambas técnicas se han fusionado, de modo que hoy se habla de estos procedimientos como PERT/CPM. El PERT supone que el tiempo para realizar cada una de las actividades es una variable aleatoria descrita por una distribución de probabilidad. El CPM por otra parte, infiere que los tiempos de las actividades se conocen en forma determinísticas y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados. Ambos métodos aportaron los elementos necesarios para conformar el método del camino crítico actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para ejecutar un proyecto en el menor tiempo y costo posible. PERT/CPM se basan en diagramas de redes capaces de identificar las interrelaciones entre las tareas y establecen el momento adecuado para su realización. Además, permiten preparar el calendario del proyecto y determinar los caminos críticos. El camino crítico es la ruta que representa el cuello de botella de un proyecto. La reducción del plazo de ejecución será sólo posible si se encuentra la forma de abreviar las tareas situadas en dicho camino, pues el tiempo necesario para ejecutar las actividades no críticas no incide en la duración total del proyecto. La principal diferencia entre PERT y CPM es la manera en que se realizan los estimados de tiempo.

El origen del CPM se sitúa entre diciembre de 1956 y febrero de 1959. En aquellos momentos, la compañía norteamericana E.I. du Pont (DuPont) estaba buscando cómo utilizar una de los primeros ordenadores comerciales, el “UNIVAC1” (ver Figura N°2.2). Los gestores de DuPont se dieron cuenta que planificar, estimar y programar parecía ser el mejor uso que la empresa podría darle a este ordenador. Este trabajo se asignó a Morgan Walker, de la Engineering Services Division de Du Pont, que junto con el matemático James E. Kelley, Jr., que trabajaba en Remington Rand, consiguieron poner a punto el



Figura N°2.2: Ordenador digital UNIVAC1
(Fuente: [tps://procedimientosconstruccion](https://procedimientosconstruccion))

método, con el objetivo de controlar el mantenimiento de los proyectos de plantas químicas de DuPont. A mediados de 1957, esta empresa estaba interesada en ampliar cerca de 300 fábricas, lo cual implicaba un gran número de actividades (por lo menos unas 30,000) lo cual no se podía abordar con los diagramas de Gantt. El objetivo era controlar y optimizar los costos de operación de las actividades de un proyecto. En este método, cada una de las tareas tenía una duración exacta, conocida de antemano.

El origen de los trabajos de la técnica PERT empezó formalmente en Enero de 1957, siendo paralelo al del CPM, pero su origen fue en el ámbito militar. Se desarrolló en la Oficina de Proyectos Especiales de la Armada de los EEUU, al reconocer el almirante William. F. Raborn (ver Figura N°2.3) que se necesitaba una planificación integrada y un sistema de control fiable para el programa de misiles balísticos Polaris. Con su apoyo se estableció un equipo de investigación para desarrollar el PERT o “Program Evaluation Research Task”.

Así, la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de los Estados Unidos de América, en colaboración con la división de Sistemas de Misiles Lockheed (fabricantes de proyectiles balísticos) y la consultora Booz, Allen & Hamilton (ingenieros consultores), se plantean un nuevo método para solucionar el problema de planificación, programación y control del proyecto de construcción de submarinos atómicos armados con proyectiles «Polaris», donde tendrían que coordinar y controlar, durante un plazo de cinco años a 250 empresas, 9000 subcontratistas y numerosas agencias gubernamentales. En julio de 1958 se publica el primer informe del programa al que denominan “Program Evaluation and Review Technique”, decidiendo su aplicación en octubre del mismo año y consiguiendo un adelanto de dos años sobre los cinco previstos.



Figura N°2.3: William F. Raborn (1905-1990)
(Fuente: [tps://procedimientosconstruccion](https://procedimientosconstruccion))

D. G. Malcolm, J. H. Roseboom, C. E. Clark y W. Fazar, todos del equipo de investigación patrocinado por la Armada, fueron los autores del primer documento publicado sobre el PERT (Malcolm et al., 1959). Este método se basa en la probabilidad de la duración de las actividades. Hoy día se sigue utilizando este método si bien, tal y como apuntan algunos autores, la estimación calculada por PERT suele subestimar la duración real de los proyectos.

2.1.2 Necesidad de Planear y Controlar un Proyecto de Construcción

Un proyecto de construcción involucra el uso de diferentes materiales, según el tipo de recursos humanos, con variación de especialidades y de equipos. Por ello, es necesario contar con un plan para establecer una buena comunicación con los diversos recursos humanos, debido a que cada quien tiene diversas perspectivas y formas de pensar en relación al proyecto. En tal sentido la planeación, programación y control de obra se define como la coordinación de todos los recursos humanos, materiales, equipos y financiero, en un programa, tiempo y costo determinado, para lograr alcanzar los objetivos planeados. Bajo este principio, se debe poner mucho énfasis en la correcta interacción de todas las actividades que intervienen en la elaboración del proyecto, solo así, se obtendrán mejores resultados, por eso, todos los proyectos de construcción requieren de una correcta planeación, donde se exige a cada uno de los participantes producir algo único, en este caso sus actividades. La buena gerencia debe usarse a lo largo de toda la construcción del proyecto, de principio a fin, es decir, desde el inicio del estudio de viabilidad, la planeación del lugar de trabajo de construcción, hasta la entrega del proyecto al cliente. Se debe de coordinar con todas las personas y subcontratistas que se vean envueltos en cada una de las actividades o partidas.

Si no se cuenta con una adecuada planeación de obra, puede haber retrasos en la llegada de los materiales, o tener material almacenado por mucho tiempo de forma innecesaria. Esto implica un aumento en los costos, debido a que si el material no está bien almacenado o está a la intemperie pierde sus propiedades físicas. En el caso de agregados finos puede haber pérdidas que ocasionan gastos de recursos no necesarios, afectando el flujo de efectivo del proyecto, de igual forma sucede en la mano de obra calificada. Conforme pasa el tiempo, los costos de mano de obra, materiales y equipos se elevan. En la mayoría de las veces, la ganancia consiste en el máximo aprovechamiento de los recursos con la finalidad de minimizar costos. Con una buena planeación se logra determinar, en primera instancia, el equipo más adecuado en cuanto a operación y costo.

Hacer una planeación permite prever ciertos sucesos desfavorables como lo son los fenómenos naturales que están fuera del control del contratista. Es necesario conocer la situación climática del lugar para planear y organizar la obra. De esta manera, la lluvia u otros eventos climáticos no interrumpen la construcción, si se cuenta con una planeación adecuada de la obra. También se pueden hacer correcciones por los diferentes imprevistos que pueden presentarse, por condiciones del terreno, diferentes a las reportadas por los estudios de suelo.

La planeación en la obra debe ser continua, procurando resolver los problemas ocasionados por situaciones imprevistas. Así como optimizar cada etapa del proyecto conforme se va avanzando en su realización, una buena planeación, ayuda a identificar riesgos potenciales. Existen razones que implican la necesidad de planear un proyecto. A continuación, se enumeran varias de ellas:

- Tener una comunicación efectiva entre las diferentes partes del proyecto.
- Cumplir con las obligaciones contractuales.
- Pedir y probar los materiales y piezas prefabricadas con anticipación.
- Optimizar recursos de mano de obra, materiales y equipo.
- Crear un clima de confianza sobre la buena realización del proyecto en Instituciones Financieras y Aseguradoras.
- Prever situaciones desfavorables o solucionar imprevistos de manera rápida y efectiva.
- Tener un control aceptable sobre el proyecto tanto en el alcance, tiempo, costo, y calidad.

Por consiguiente, el planear tiene sus objetivos principales en el análisis de cómo será hecho el trabajo, en qué orden y con qué recursos, reduciendo el número de actividades o eventos manejables. La prevención de cualquier contingencia o de cómo manejarlas y sobre todo anticiparse al riesgo en donde sus efectos puedan ser minimizados. La importancia de coordinar y controlar el avance del proyecto, se fundamenta en la correcta recolección de información y toma de decisiones en donde un mal monitoreo o informe, se verá reflejado en las tres variables que mencionamos que son: costo – calidad – tiempo.

Por lo expuesto, la importancia de planear y controlar un proyecto de construcción debe ser tal, que se puedan coordinar todas las actividades por más pequeñas que sean, ya que al no tomarles importancia se pueden volver críticas. El no planear, al final contribuye a incrementar el costo de la incertidumbre y por ende, la reducción de la ganancia por parte del contratista.

2.1.3 Planeamiento

Antes de ejecutar un proyecto, es necesario realizar una formulación, darle un curso de acción que sirva de guía para la ejecución del proyecto. Esto consiste en elaborar una estrategia para la eficiente realización del proyecto. Se construye con base en actividades generales de la obra, con la finalidad de estimar los tiempos de realización de cada una, así como las posibles limitaciones, restricciones o imprevistos que pudieran surgir durante la ejecución de trabajos. Este plan servirá de guía para el desarrollo del proyecto. Existen tres tipos de planeación en función de sus objetivos: a largo, mediano y corto plazo.

El gerente de obra debe elaborar un plan en el que se identifique el trabajo a realizarse: quién va a hacerlo, cuándo y cómo debe hacerse, y bajo qué costos, además, es necesario conocer el estado en la que se encuentran las vías de comunicación, condiciones climáticas, posibles canteras, forma de obtener mano de obra, medios de transporte, otros. A la elaboración de un plan más detallado se le denomina “Programación”, en el que se integran las actividades específicas del proyecto. Estas actividades se ordenan de manera sistemática, y se le asigna una duración y una fecha de inicio y terminación. También se establecen relaciones entre las actividades, y las restricciones existentes entre una y otras.

Basado en la programación, se procede a la “Organización”, trata de organizar los recursos requeridos por actividad. Consiste también en la selección de personal para la realización de trabajos específicos, así como la asignación de labores a trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de la programación. La planeación es un proceso continuo, debido a que, durante el control de obra, es probable que se requiera de modificaciones en la programación, en ciertos casos se recomienda “planear lo planeado”. Esto para cumplir con lo establecido en el plan general, estando al tanto de la situación de la obra, sus avances y posibles anomalías, para resolver los problemas y desviaciones a tiempo.

2.1.4 Técnicas de Programación de una Obra

Como hemos visto hasta el momento, ser organizado y programar las actividades en un proyecto de construcción es algo vital. Es por ello que, a través de los tiempos algunas personas crearon sistemas ordenados y entendibles (en cierto modo) para organizar y gestionar de forma continua un proyecto considerando contratiempos y eventualidades que pudiesen ocurrir antes, durante y después de la ejecución de la obra, el método más usado hoy en día es el sistema de “Carta Gantt”, pero no es el único sistema que existe.

Las técnicas más usadas comúnmente en la programación de una obra son:

- Diagrama de Barras o Carta Gantt: Se confecciona generalmente a partir de un CPM o Pert, su función es fijar las fechas reales de ejecución y controlar el avance de la obra. No indica interrelación de actividades. No se pueden establecer cuáles son las actividades críticas para la duración del proceso.
- Curvas de Producción Acumulada.
- CPM (Critical Path Method): Establece secuencias de actividades. Se confecciona para programar la obra y determinar la trayectoria crítica para la ejecución de las actividades.
- Sistema PERT (Program Evaluation and Review Technics): Evolución del sistema CPM, en que se le da un enfoque probabilístico a la duración de las actividades.
- Principios de la Teoría de la Cadencia de la Producción.
- Relación Costo-Tiempo.
- Costo mínimo y duración Óptima de un proyecto.

2.1.4.1 Diagramas de Barras

El Diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un período de tiempo determinado. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones previstas (en forma de barras), permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto. Desarrollado por Henry Laurence Gantt a inicios del siglo XX (entre 1910 y 1915), el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas. Las acciones entre sí quedan vinculadas por su posición en el cronograma. El inicio de una tarea que depende de la conclusión de una acción previa se verá representado con un enlace del tipo fin-inicio. También se reflejan aquellas cuyo desarrollo transcurre de forma paralela.

El diagrama de Gantt es un sistema de coordenadas con dos ejes: en el eje vertical se ubican las tareas a realizar desde el inicio hasta el fin del proyecto, mientras en el horizontal se ponen los tiempos. En función del tipo de actividades que conformen el proyecto, los valores ubicados en el eje horizontal deben definirse en días, semanas, meses, semestres o, incluso, años (Ver Figura N°2.4). En una etapa posterior, se le asigna a cada tarea un bloque rectangular que indique su grado de progreso y el tiempo restante para su ejecución plena.

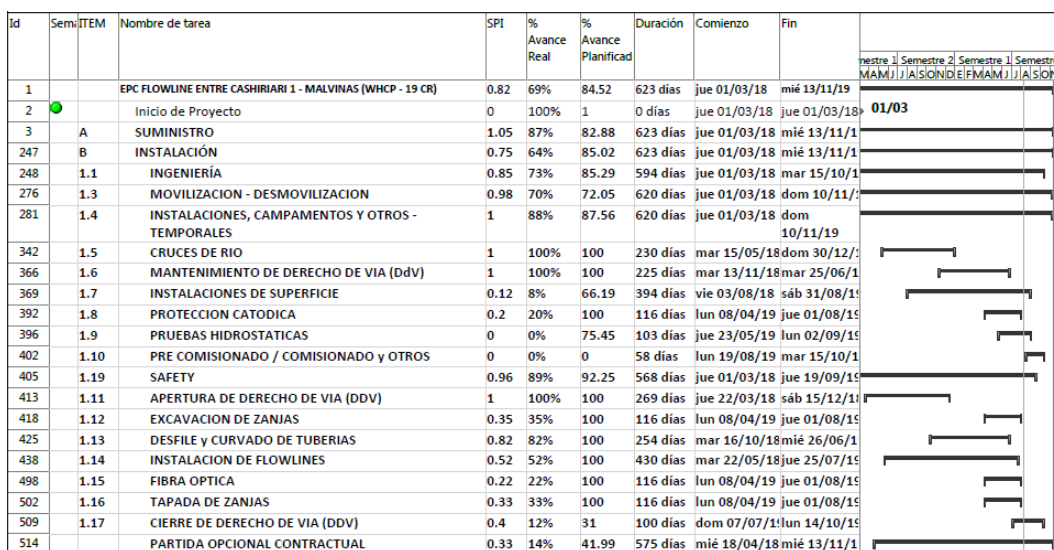


Figura N°2.4: Cronograma Contractual – Tendido de Tuberías de Gas
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Saber qué es un diagrama de Gantt permite darse cuenta de todas las ventajas de usarlo. Entre los beneficios que definen a este tipo de gráfico se encuentran:

- El diagrama de Gantt simplifica la visualización de tareas y representa todas las etapas y actividades de un proyecto en un único lugar.
- Este tipo de gráfico ayuda a administrar proyectos y a reducir problemas de programación.
- Gracias a Gantt es más sencillo identificar los puntos críticos.
- El diagrama de Gantt puede actualizarse en cualquiera de sus ejes, en todo momento.
- Son simples de preparar y fáciles de comprender.
- No es preciso hacer el diagrama de Gantt manualmente, hoy día existen todo tipo de aplicaciones que facilitan su construcción e incluso se puede hacer con Excel.

Es habitual pensar en esta herramienta para la gestión de proyectos y, en este caso, puede suponer un gran apoyo para la gestión de contratos y el seguimiento de los trabajos. Se trata de un diagrama muy fácil de usar que puede agrupar fácilmente todas las etapas de construcción en las columnas, permitiendo editar las tareas y personalizarlas según las necesidades.

Los pasos básicos para elaborar un Diagrama de Gantt son los siguientes:

- 1) El primer paso es hacer una lista de las actividades que comprende el proyecto, puede que, como resultado, obtengamos una lista demasiado larga. Sin embargo, a partir de esto definiremos tiempos para la realización de cada tarea, prioridades y orden de consecución. Además, agruparemos las actividades por partidas específicas para simplificar al máximo la gráfica.
- 2) El diseño del diagrama de Gantt debe ser lo más esquemático posible. Debe transmitir lo más importante, ya que será consultado con frecuencia. Las personas implicadas en el proceso deben quedarse con una idea clara de lo que está sucediendo en un momento concreto del proceso.
- 3) Si se desea, se puede crear y mantener actualizada otra versión más detallada para la persona que ejecuta el proyecto. Gracias al diagrama de Gantt, es posible una monitorización clara del progreso para descubrir con facilidad los puntos críticos, los períodos de inactividad y para calcular los retrasos en la ejecución. Así ayuda a prever posibles costos sobrevenidos.

Para la gestión de proyectos, el Diagrama de Gantt se ha convertido en un método muy eficaz. Permite visualizar las actividades a realizar, la interdependencia entre ellas y su planificación en el tiempo del proyecto. Los que saben qué es un Diagrama de Gantt tienen claro que sus usos más frecuentes se vinculan a proyectos y planes de acción, procesos de mejora e, incluso, resolución de problemas. En realidad, se puede utilizar para planificar cualquier tipo de proceso simple, que esté definido temporalmente. En otras ocasiones se emplea también para fragmentar proyectos complejos en diferentes partes. Intentar explicar lo mismo con palabras resultaría algo confuso. Por eso, está especialmente recomendado cuando el propósito es comunicar las diferentes etapas de un proyecto a las personas involucradas. Demasiada complejidad produciría sobrecarga de información y la gente se sentiría abrumada, por eso la importancia del correcto uso de esta técnica.

2.1.4.2 Curvas de Producción Acumulada

En términos de gestión de proyectos, la también llamada curva "S" es un gráfico matemático que representa datos acumulativos relevantes para un proyecto, como el costo o las horas de trabajo, en relación con el tiempo. La razón por la que se llama curva "S" es porque la forma del gráfico generalmente forma una «S» amplia y poco pronunciada. En gestión de proyectos, se usa normalmente una curva "S" para hacer un seguimiento del progreso de un proyecto. En el vertiginoso clima empresarial actual, garantizar que un proyecto no se salga del cronograma y el presupuesto es fundamental para su éxito. La curva "S" con frecuencia tiene esta forma porque el crecimiento del proyecto en las etapas iniciales suele ser lento. Después, a medida que se avanza más, el crecimiento se acelera rápidamente, creando esa pendiente ascendente que forma la parte media de la «S». Este punto de máximo crecimiento se llama punto de inflexión. Durante este período, los miembros del equipo están trabajando intensamente y se incurre en muchos de los principales costos. Tras el punto de inflexión, el crecimiento comienza a estabilizarse, formando la parte superior de la «S», conocida como asíntota superior, y la fase «madura» del proyecto.

Algunos de los usos más comunes de las curvas "S" son para medir el progreso, evaluar el rendimiento y realizar previsiones de flujo de efectivo. Una curva "S"

es útil para supervisar el éxito de un proyecto porque los datos acumulativos reales en tiempo real de varios elementos del proyecto, como el costo, se pueden comparar con los datos proyectados. El grado de alineación entre los dos gráficos revela el progreso, o la falta del mismo, de cualquier elemento que se esté estudiando (ver Figura N°2.5). Si es necesario hacer correcciones para volver a encauzar el rumbo, la curva “S” puede ayudar a identificarlas.

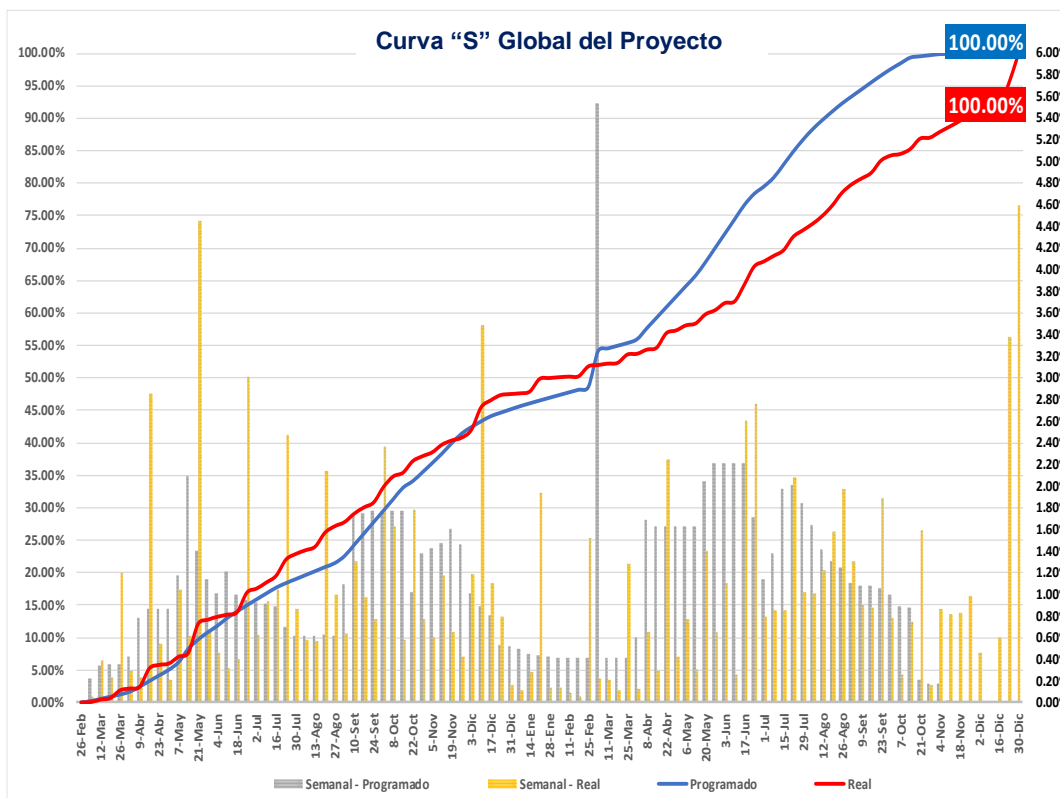


Figura N°2.5: Curva “S” del Proyecto – Tendido de Tuberías de Gas
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

La Curva “S”, es la curva que muestra la línea base del desempeño esperado del proyecto. Inicia sin gastos en el día inicial del proyecto, concluyendo con el 100% del gasto en la fecha última del cronograma. La primera versión de la Curva “S” se crea a partir del cronograma vigente y el presupuesto inicial. Posteriormente se puede actualizar conforme se crean las nuevas versiones. Estas curvas pueden aplicarse para todo el proyecto en general, o en su defecto por actividades. En el primer caso se puede observar la velocidad de avance del proyecto. Para su elaboración se necesita del diagrama de barras. Por lo tanto, a manera de conclusión, de la Curva de Producción Acumulada o también conocida como la Curva “S” podemos decir que:

- Se emplea para controlar el proyecto durante su ejecución.
- Se basa en la información reunida en el Diagrama de barras y se elabora una vez optimizada la asignación de recursos; es decir, sobre la programación definitiva de actividades.
- Se puede graficar por especialidad, fase y proyecto.
- En el eje de las abscisas se expresa la unidad de tiempo y en el de las ordenadas un eje con doble escala: una porcentual y la otra en HH. El total de HH. del proyecto corresponde al 100% del avance del proyecto.
- Las HH. se van acumulando por cada intervalo de tiempo, el cual debe tener relación con la periodicidad de control definida.
- El avance porcentual se obtiene relacionando la cantidad de HH. acumulada a cada intervalo de tiempo con el total de HH. del proyecto.

2.1.4.3 Método de la Ruta Crítica (*Critical Path Method, CPM*)

En la planeación de una obra, es necesario contar con una herramienta que me permita a través de un diagrama, esquematizar todas las actividades en la que se divide el proyecto (ver Figura N°2.6); especificando el tipo de relación entre una u otra actividad, así como su duración. Una herramienta que me permite estimar el tiempo más corto en el que es posible completar un proyecto es el Método de la Ruta Crítica (CPM-Critical Path Method) o del camino crítico. Este es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos. El objetivo principal es determinar la duración de un proyecto, donde cada una de las actividades del mismo tiene una duración estimada. La duración de las actividades que forman la ruta crítica determina la duración del proyecto entero y las diferencias con las otras rutas que no sean la crítica se denominan tiempos de holgura. Un proyecto puede tener más de una ruta crítica.

El método de la ruta crítica usa tiempos ciertos o estimados y consiste en:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto.
- Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
- Construir una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia.
- Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.

- Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto de construcción.
- Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el avance del proyecto.

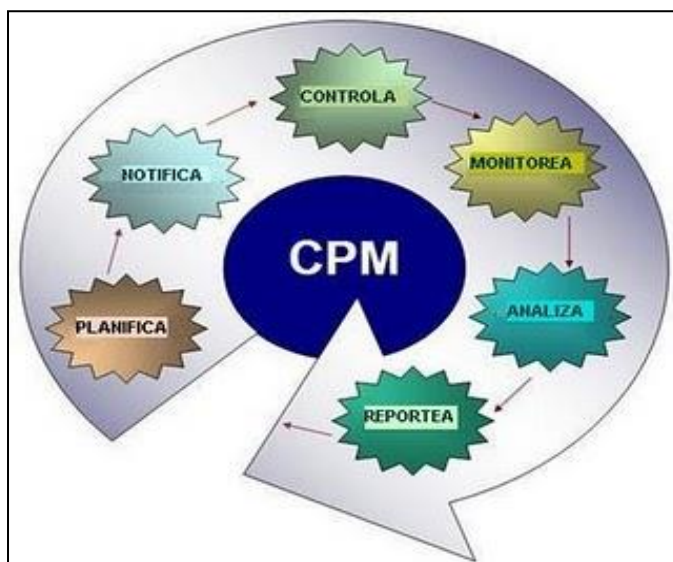


Figura N°2.6: Alcances del Método de la Ruta Crítica (CPM)
(Fuente: Escuela de Organización Industrial – España)

Existen dos tipos de redes dentro del método de la Ruta Crítica:

- a.- Diagrama de flechas.
- b.- Redes de precedencia.

Tanto el diagrama de flechas como las redes de precedencia nos sirven para determinar la ruta crítica de un proyecto. Dado que los dos tipos de redes se calculan de manera diferente, merecen una mención especial.

a.- Diagrama de Flechas:

Consisten en elaborar una red o diagrama en la que se muestra todas las actividades pertenecientes a la elaboración de un proyecto, muestra una secuencia lógica en la que se debe realizar dicho proyecto y se especifica la interdependencia entre una actividad y otra. Las actividades se representan mediante flechas y las uniones entre una actividad y otra se representa mediante Nodos. El diagrama de flechas es una representación gráfica en forma de red que nos permite visualizar el orden en que las actividades de un proyecto se realizan, permitiendo planificar y controlar su desarrollo.

El diagrama de flechas también se denomina como actividad diagrama de red, red de actividades, diagrama de nodo o método de ruta crítica (CPM). El diagrama de flechas es una simplificación de la herramienta de planificación de proyectos diagrama de PERT. El diagrama de flechas es considerado una de las 7 nuevas herramientas de la calidad o herramientas administrativas de calidad.

Entre las cosas que podemos hacer con esta herramienta tenemos:

- El diagrama de flechas muestra en un solo documento el recorrido de un proyecto de construcción.
- Permite conocer la secuencia de actividades y su duración.
- Este diagrama se puede reajustar continuamente para adaptarse a la realidad cambiante del proyecto.
- Realizar una planificación del proyecto y determinar sus prioridades.
- Nos permite coordinar tareas simultáneas para optimizar la ejecución de un proyecto y, por lo tanto, el tiempo de ejecución.

El diagrama de flechas nos permite programar las actividades necesarias para el cumplimiento de un proyecto en el menor tiempo posible, controlando el progreso de cada una de las actividades. Con la finalidad, de facilitar la elaboración de un diagrama de flechas, establecemos los pasos a seguir, y son:







- Reunir al equipo apropiado que conozca las actividades del proyecto.
- Identificar las actividades necesarias para el cumplimiento del mismo.
- Determinar la secuencia de actividades.
- Unir los eventos o nodos con flechas y líneas ficticias de acuerdo a su relación con las actividades (anteriores y posteriores).
- Una vez elaborado el diagrama, definir la ruta crítica del proyecto.

La Ruta Crítica es una serie de actividades que no se pueden retrasar, y si pasara la duración del proyecto se vería afectada. La ruta crítica es el tiempo más largo en que el proyecto será finalizado. Para definir la ruta crítica, sigue el camino de los nodos que tienen la misma fecha próxima y lejana de ocurrencia.

Para poder analizar un ejemplo práctico, es necesario antes revisar una leyenda (ver Cuadro N°2.1) de los diferentes símbolos que podemos encontrar en el diagrama de flechas, así como su significado.

Cuadro N°2.1: Leyenda de Símbolos del Diagrama de Flechas

(Fuente: Internet, <http://asesordecalidad.blogspot.com>)

| SÍMBOLOS Y CONCEPTOS DEL DIAGRAMA DE FLECHAS | |
|---|--|
|  | Evento o nodo: puntos que indican el principio y final de una actividad |
|  | Fecha más próxima de la ocurrencia del evento, se debe definir las unidades de tiempo: segundos, minutos, horas, días, semanas, meses... Se indica en el interior del nodo, en la parte inferior izquierda. |
|  | Fecha más lejana de la ocurrencia del evento, se debe definir las unidades de tiempo: segundos, minutos, horas, días, semanas, meses... Se indica en el interior del nodo, en la parte inferior derecha. |
|  | Actividad o trabajo es representado con una flecha e indica el consumo del tiempo. |
|  | Número de evento o nodo: es el número de identificación de cada nodo para llevar un orden en el proyecto. El número correlativo se sitúa en la parte superior interior del nodo. |
|  | Liga o línea ficticia es aquella línea punteada que indica cuando una actividad tiene relación con otra pero no afecta a la totalidad del proyecto. |
| Actividades anteriores son todas aquellas actividades que preceden a otra y deben cumplirse antes de iniciar la nueva actividad. Se indican con letras consecutivas, encima de cada una de las líneas. | |

Ahora podemos analizar un ejemplo práctico: “En una empresa de fabricación de elementos prefabricados de hormigón, se ha iniciado un nuevo proyecto, para la producción de una sola viga armada”. Con la finalidad de realizar un ejemplo sencillo, he considerado únicamente realizar la fabricación de un sólo producto.

Cuadro N°2.2: Identificación de Actividades para el Diagrama de Flechas

(Fuente: Internet, <http://asesordecalidad.blogspot.com>)

| Identificación de actividades previo al diagrama de flechas | | | |
|---|---|------------------------------|-----------------|
| Identificación de la actividad | Descripción de la actividad | Actividad anterior inmediata | Tiempo en horas |
| A | Elaboración del armado de la viga | - | 16 |
| B | Preparación del encofrado en la pista | A | 5 |
| C | Colocación del armado en el encofrado | B | 2 |
| D | Colocación de los diferentes elementos (esperas, anclajes, separadores, otros) según los planos de montaje | C | 1 |
| E | Control de calidad, antes del hormigonado, verificando la armadura y todos los elementos se ajustan a los planos. | D | 0,5 |
| F | Fabricación del hormigón con los requisitos especificados en el proyecto | E | 1 |
| G | Rellenar el encofrado con el hormigón fabricado | F | 1 |
| H | Realizar las probetas para analizar la resistencia del mismo y su curado | F | 672 |
| I | Curado 24 horas antes de desencofrar | G | 24 |
| J | Acopio | I | 672 |
| K | Resultados del autocontrol, verificación de la resistencia del hormigón (rotura a compresión de las probetas) antes del transporte. | H | 4 |
| L | Verificar las características geométricas y el estado de la viga en el acopio antes del transporte | J | 1 |
| M | Transporte de la viga en la obra del cliente | J | 8 |

Primero de todo debemos identificar todas las actividades que se realizan en el proceso de producción de estos productos, así como los tiempos de ejecución de cada uno, y las actividades anteriores inmediatas (ver Cuadro N°2.2). Teniendo el cuadro elaborado, pasamos a realizar el diagrama de flechas, para ello colocamos los nodos y las flechas, de tal manera que coincida con las relaciones que hemos establecido en la tabla (ver Figura N°2.7). Muchas veces nos puede pasar que tengamos que rehacer o reajustar la tabla, ya que, a la hora de representarlo en el diagrama, notaremos que hemos saltado alguna actividad, o bien que no acaba de encajar con la realidad. Cuantos más detalles de las actividades tengamos menos errores tendremos que solucionar.

Por lo tanto, colocamos los nodos, con las flechas, identificamos la letra de las flechas, y anotamos el tiempo que necesita cada flecha (actividad) en realizarse, según lo que hemos indicado en la tabla. Una vez que tenemos el esqueleto, enumeramos los diferentes nodos, correlativamente, para mantener un orden.

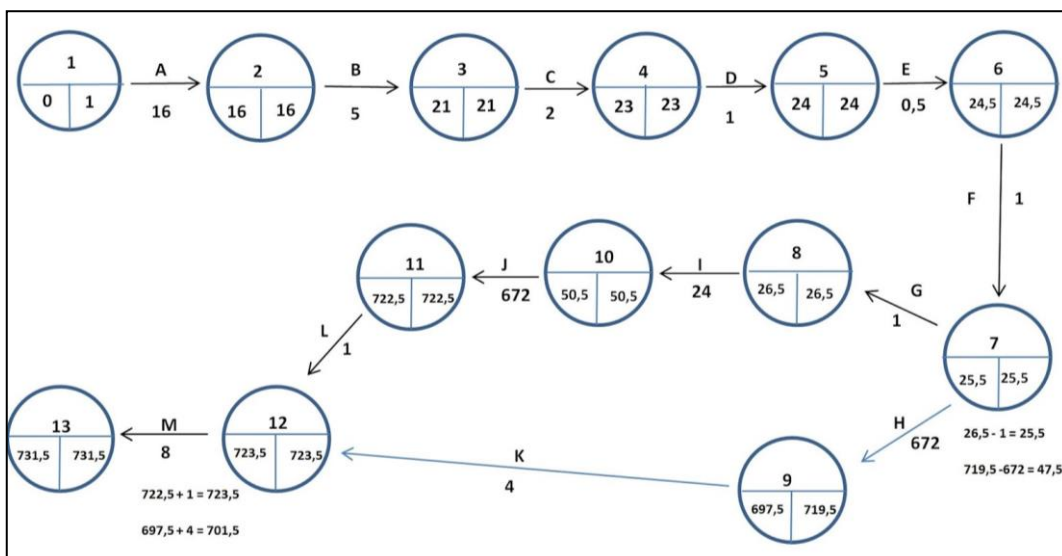


Figura N°2.7: Ejemplo Práctico del Diagrama de Flechas

(Fuente: Internet, <http://asesordecalidad.blogspot.com>)

Para determinar los tiempos más próximos, situados en la parte inferior izquierda de cada nodo. Comenzamos con el tiempo 0. Se debe sumar los tiempos de derecha a izquierda, el tiempo más próximo de la ocurrencia del evento anterior, con el tiempo que transcurre la actividad. Es decir, la primera actividad A, requiere de 16 horas, entonces $0+16=16$, y es el número que colocamos en el siguiente nodo. Para la actividad B, partimos de 16 y le tenemos que sumar el

tiempo que tardaremos en realizar la actividad B, por lo tanto: $16+5=21$ horas, que tenemos que colocar en el nodo siguiente, así hasta el final.

Cuando dos o más flechas llegan a un mismo nodo, el número a escribir es el mayor. Analicemos cómo establecer el tiempo más próximo del nodo número 12, ya que recibe del nodo 9 y 11. Por lo que, hacemos las sumas parciales:

Del nodo procedente del 9: $697,5+4=701,5$

Del nodo procedente del 11: $722,5+1=723,5$

En estos casos, elegiremos el valor mayor. En este caso es 723,5

Para determinar los tiempos más lejanos, situados en la parte inferior derecha de cada nodo. Comenzamos con el último nodo, debemos empezar por el mismo tiempo con el que acaba, en el caso del núcleo 13, igualamos el tiempo del tiempo más próximo. En este caso se corresponde a 731,5 horas. En el siguiente paso, núcleo 12, deberemos restar el tiempo más lejano de ocurrencia del último nodo, el tiempo transcurrido por la actividad. En este caso, sería $731,5-8=723,5$.

Cuando dos o más flechas salen a un mismo nodo, el número a escribir es el menor. Analicemos cómo establecer el tiempo más lejano del nodo número 7, ya que existe la división del nodo 8 y 9. Por lo que, hacemos las sumas parciales:

Del nodo procedente del 8: $26,5-1=25,5$

Del nodo procedente del 9: $719,5-672=47,5$

En estos casos, elegiremos el valor menor. En este caso es 25,5

En este diagrama “La Ruta Crítica” se ha marcado con flechas de color negro (Ver Figura N°2.7) y notamos que los tiempos de los nodos coinciden.

b.- Redes de Precedencia:

Las actividades se representan en nodos y las flechas sirven sólo para conectar actividades, así como especificar el tipo de relación entre una y otra. En esta podemos establecer relaciones especiales entre todas las actividades. El método del diagrama de precedencias (en inglés, Precedence Diagramming Method o PDM) es una herramienta para la programación de actividades en la planeación de un proyecto. Es un método de construcción de un diagrama de red del cronograma del proyecto que utiliza cajas, denominados nodos, para representar las actividades y los conecta con flechas que muestran las dependencias.

PDM (Precedence Diagram Method) o Método del Diagrama de Precedencias es una técnica de red de proyecto enfocada en las precedencias de las actividades, también se conoce como método actividad-en-nodo (activity-on-node o AON). A continuación, presentamos una tabla (ver Cuadro N°2.3), que muestra una lista de actividades seguidas de sus predecesores.

Cuadro N°2.3: Actividades y Predecesoras del Diagrama de Precedencias

(Fuente: Internet, <https://www.praxisframework.org/es>)

| Actividad | Predecesor(es) |
|-----------|----------------|
| A | None |
| B | A |
| C | B |
| D | A |
| E | D |
| F | C, D |
| G | F, E |

La segunda columna muestra las actividades que deben terminar antes de que la actividad en la primera columna comience. La red resultante es la siguiente:

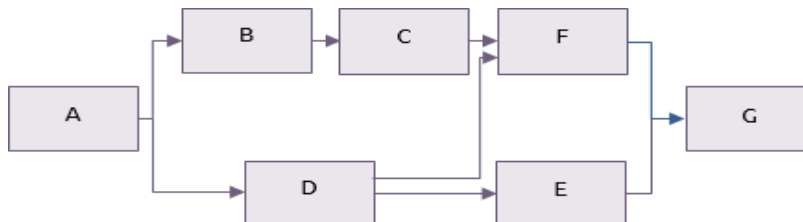


Figura N°2.8: Redes - Diagrama de Precedencias

(Fuente: Internet, <https://www.praxisframework.org/es>)

En este ejemplo todas las conexiones muestran que cuando una actividad es terminada otra puede empezar (ver Figura N°2.8). Esto es conocido como una conexión termino a comienzo. Tres formas más para indicar la relación entre un par de actividades son:

Comienzo-a-comienzo: En esta relación, B puede comenzar una vez A ha comenzado. En situaciones como esta es improbable que las dos comiencen simultáneamente y es probable que haya un tiempo líder entre sus comienzos. El periodo entre dos comienzos puede ser colocado en la conexión e incluido en el análisis de la ruta crítica.

Termino-a-termino: En esta relación, B puede terminar una vez que A ha terminado. Si hay un tiempo necesario entre el termino de A y el termino de B este puede ser dado en la conexión e incluido en el análisis de la ruta crítica.

Comienzo-a-termino: Es inusual encontrar una situación que use este tipo de conexión. Ella indica que B no puede terminar hasta que A ha terminado. Justo como con las dependencias comienzo-a-comienzo y termino-a-termino, un periodo de tiempo puede ser dado a la conexión para mostrar el tiempo que debe pasar entre los dos puntos y ser incluido en los cálculos de la ruta crítica.

En un proyecto se puede aplicar las diversas herramientas que existen y que puedan estimar los resultados que se buscan, es factible usar PERT, Gantt y Microsoft Project, pero en mi caso particular además de utilizar las antes mencionadas no dejaría de aplicar un CPM o el Método de la Ruta Crítica, de hecho, es una herramienta que no dejaría de aplicar al desarrollar un proyecto.

2.1.4.4 PERT (*Program Evaluation Review Technique*)

La Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos (PERT, Program Evaluation and Review Technique) es una técnica estadística de la gestión y administración de proyectos diseñada para analizar y representar las tareas involucradas en culminar un proyecto. Inventado en 1957 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de Estados Unidos como parte del proyecto Polaris en respuesta directa a la crisis del Sputnik.

Es una técnica aplicada en importantes proyectos de nuestra historia. La Armada de los Estados Unidos comenzó a utilizarla en 1957 para la planificación del proyecto Polaris, un misil balístico basado en submarinos, construido con armas nucleares durante la Guerra Fría. Gracias a la lógica de PERT, se adelantó dos años la fecha de terminación de su construcción. Toda una ventaja si tratamos un contexto bélico. El método PERT, es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos. El resultado de la aplicación de este algoritmo será un cronograma para el proyecto, en el cual se podrá conocer la duración total del proyecto, y la clasificación de las actividades según su criticidad. El algoritmo PERT se desarrolla mediante intervalos

probabilísticos, considerando tiempos optimistas, probables y pesimistas, lo cual lo diferencia del método CPM que supone tiempos determinísticos.

Recordemos algunos conceptos básicos para diagramar actividades con redes:

Regla 1: Cada actividad se debe representar sí y sólo sí, por un ramal o arco (ver Figura N°2.9).

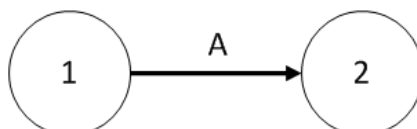


Figura N°2.9: Regla 1 para Diagramar con Redes
(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

Regla 2: Cada actividad debe estar identificada por dos nodos distintos. En el caso de existir actividades concurrentes (que inicien al mismo tiempo, o que el inicio de una actividad dependa de la finalización de 2 o más actividades) se debe recurrir a actividades ficticias (representadas por arcos punteados que no consumen ni tiempo ni recursos) para satisfacer esta regla. Por ejemplo (ver Figura N°2.10), la actividad C para su inicio requiere que finalicen A y B. Las actividades A y B inician al mismo tiempo.

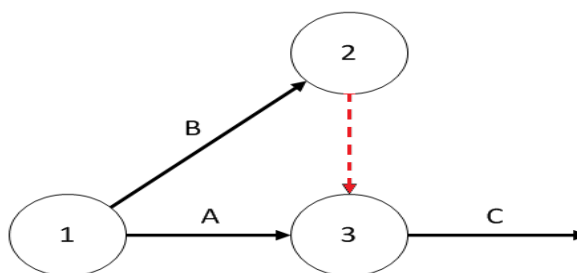


Figura N°2.10: Regla 2 para Diagramar con Redes
(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

Ahora veamos las fases para la planificación de un proyecto con PERT:

Paso 1 - Actividades del proyecto: La primera fase corresponde a identificar todas las actividades que intervienen en el proyecto, sus interrelaciones, sucesiones, reglas de precedencia. Con la inclusión de cada actividad al proyecto se debe cuestionar respecto a que actividades preceden a esta, y a cuáles siguen inmediatamente ésta finalice. Además, deberán relacionarse los

tiempos estimados para el desarrollo de cada actividad. A diferencia del método CPM, el método PERT asume tres estimaciones de tiempo por cada actividad (ver Cuadro N°2.4), estas estimaciones son:

Tiempo optimista (a): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma perfecta. En la práctica suele acudir al tiempo récord de desarrollo de una actividad, es decir, el mínimo tiempo en que una actividad de esas características haya sido ejecutada.

Tiempo más probable (m): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma normal. En la práctica suele tomarse como el tiempo más frecuente de ejecución de una actividad de iguales características.

Tiempo pesimista (b): Duración que ocurre cuando el desarrollo de la actividad transcurre de forma deficiente, o cuando se materializa el riesgo de ejecución.

Cuadro N°2.4: PERT – Estimaciones de Tiempo por Cada Actividad

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

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

Paso 2 – Calcular el tiempo estimado (duración promedio) y la varianza: Para efectos de determinar la ruta crítica del proyecto se acude al tiempo de duración promedio, también conocido como tiempo estimado. Este tiempo es determinado a partir de estimaciones como:

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

El cálculo del tiempo estimado deberá hacerse entonces para cada actividad. Por ejemplo, para la actividad A:

$$T_e = \frac{3 + 4(5,5) + 11}{6} = 6$$

Además de calcular el tiempo estimado, deberá calcularse la varianza de cada actividad. El cálculo de esta medida de dispersión se utiliza para determinar la

incertidumbre de que se termine el proyecto de acuerdo al programa. Para efectos del algoritmo PERT, el cálculo de la varianza se hará a partir de sus estimaciones tal cómo se muestra a continuación:

$$\text{Varianza } (\sigma^2) = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

El cálculo de la varianza deberá hacerse entonces para cada actividad. Por ejemplo, para la actividad A:

$$\sigma^2 = \left(\frac{11 - 3}{6}\right)^2 = 6.$$

Para las actividades del Cuadro N°2.4 mencionado en el Paso 1, los tiempos estimados y varianzas serían las siguientes (ver Cuadro N°2.5):

Cuadro N°2.5: PERT – Tiempos Estimados y Varianzas por Cada Actividad

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

| Actividad | Tiempo Optimista (a) | Tiempo más probable (m) | Tiempo pesimista (b) | Tiempo estimado | Varianza |
|-----------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|----------|
| A | 3 | 5,5 | 11 | 6 | 1,78 |
| B | 1 | 1,5 | 5 | 2 | 0,44 |
| C | 1,5 | 3 | 4,5 | 3 | 0,25 |
| D | 1,2 | 3,2 | 4 | 3 | 0,22 |
| E | 2 | 3,5 | 8 | 4 | 1,00 |
| F | 1,8 | 2,8 | 5 | 3 | 0,28 |
| G | 3 | 6,5 | 7 | 6 | 0,44 |
| H | 2 | 4,2 | 5,2 | 4 | 0,28 |
| I | 0,5 | 0,8 | 2,3 | 1 | 0,09 |
| J | 0,8 | 2,1 | 2,8 | 2 | 0,11 |

Paso 3 – Diagrama de red: Con base en la información obtenida en la fase anterior y haciendo uso de los conceptos básicos para diagramar una red, obtendremos el gráfico del proyecto (ver Figura N°2.11), los tiempos relacionados con cada actividad corresponden a los tiempos estimados.

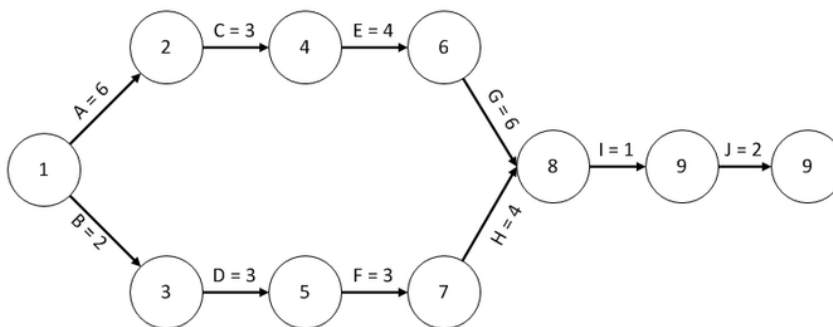


Figura N°2.11: PERT – Diagrama de Red

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

Paso 4 – Calcular la red: Para el cálculo de la red se consideran 3 indicadores, T1, T2 y H. Estos se calculan en cada evento o nodo, entiéndase nodo como un punto en el cual se completan actividades y se inician las subsiguientes.

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

- T1 del primer nodo es igual a 0.
- T1 del nodo n = T1 del nodo n-1 (nodo anterior) + duración de la actividad (tiempo estimado) que finaliza en el nodo n.
- Si en un nodo finaliza más de una actividad, se toma el tiempo de la actividad con mayor valor.

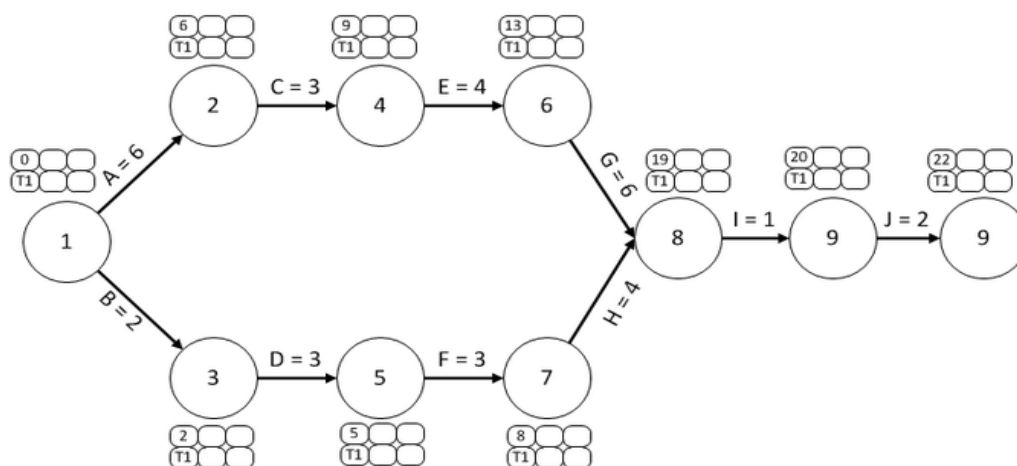


Figura N°2.12: PERT – Cálculo de la Red (Indicador T1)

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

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

$$T1 (\text{nodo } 6) + G = 13 + 6 = 19 \text{ y } T1 (\text{nodo } 7) + H = 8 + 4 = 12$$

Así entonces, el T1 del nodo 8 será 19 que es el mayor valor (ver Figura N°2.12).

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

- T2 del primer nodo (de derecha a izquierda) es igual al T1 de este.
- T2 del nodo n = T2 del nodo n-1 (nodo anterior, de derecha a izquierda) menos la duración de la actividad que se inicia (tiempo estimado).
- Si en un nodo finaliza más de una actividad, se toma el tiempo de la actividad con menor valor.

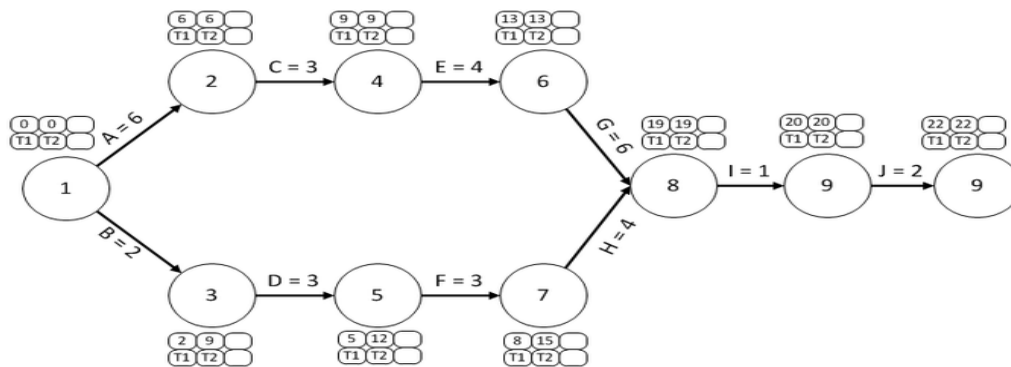


Figura N°2.13: PERT – Cálculo de la Red (Indicador T2)

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

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

$$T2 \text{ nodo } 2 - B = 6 - 6 = 0 \text{ y } T2 \text{ nodo } 3 - C = 9 - 2 = 7$$

Así entonces, el T2 del nodo 1 será 0 que es el menor valor (ver Figura N°2.13).

H: Tiempo de holgura, es decir la diferencia entre T2 y T1. Esta holgura, dada en unidades de tiempo corresponde al valor en el que la ocurrencia de un evento puede tardarse (ver Figura N°2.14). Los eventos en los cuales la holgura sea “0” corresponden a la ruta crítica, es decir que la ocurrencia de estos eventos no puede tardarse una sola unidad de tiempo respecto al cronograma establecido.

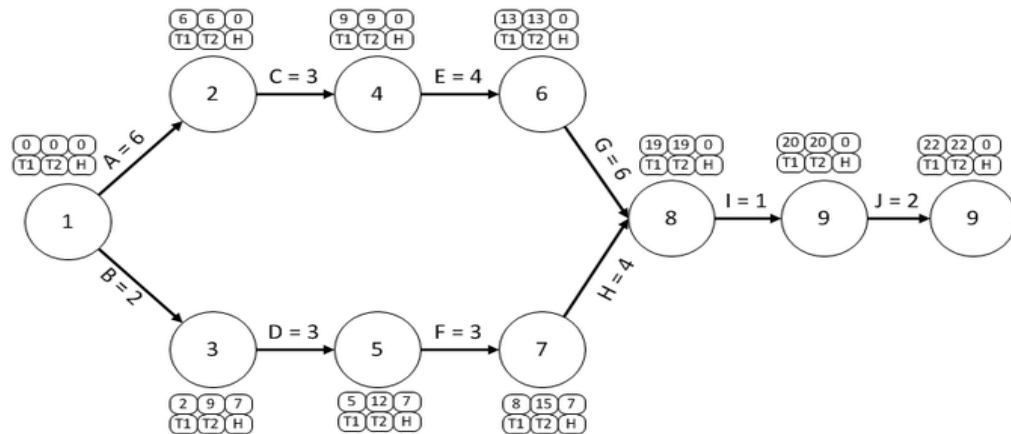


Figura N°2.14: PERT – Cálculo de la Red (Indicador H)

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

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

encuentra compuesta por las actividades A, C, E, G, I, J (ver Figura N°2.15). La duración del proyecto sería de 22 semanas.

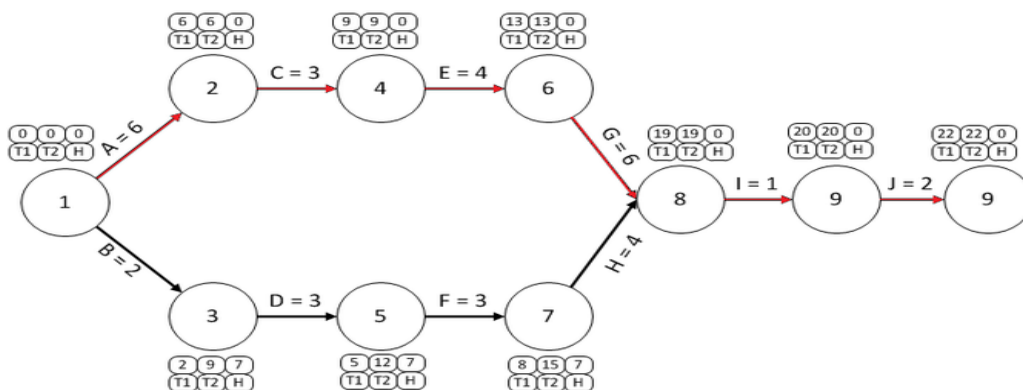


Figura N°2.15: PERT – Cálculo de la Red (Ruta Crítica)

(Fuente: Internet, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>)

Paso 5 – Cálculo de la varianza, desviación estándar y probabilidades: La varianza y la desviación estándar para la culminación del proyecto se relacionan con las actividades que comprenden la ruta crítica. Así entonces, para calcular la varianza basta con sumar las varianzas de las actividades A, C, E, G, I y J de la siguiente manera:

$$\sigma^2_{Proyecto} = \sigma^2_A + \sigma^2_C + \sigma^2_E + \sigma^2_G + \sigma^2_I + \sigma^2_J$$

$$\sigma^2_{Proyecto} = 1,78 + 0,25 + 1,00 + 0,44 + 0,09 + 0,11 = 3,67$$

La desviación estándar corresponde a la raíz cuadrada de la varianza del proyecto, es decir:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

$$\sigma = \sqrt{3,67} = 1,92$$

Con la información que acabamos de obtener podemos efectuar cálculos probabilísticos de terminación del proyecto. Por ejemplo, si se nos pide hallar la probabilidad de que el proyecto se culmine antes de 26 semanas, procederíamos de la siguiente forma y siguiendo la teoría de distribución normal:

$$\mu = 22 \quad \sigma = 1.92 \quad x = 26$$

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{26 - 22}{1.92} = 2.08$$

Buscando este valor en una tabla de distribución normal encontramos que equivale a 0,9612, es decir que la probabilidad de culminar el proyecto en 26 semanas o menos es del 96,12%.

Paso 6 – Establecer el cronograma: Para establecer un cronograma deberán considerarse varios factores, el más importante es la relación de precedencia, y el siguiente corresponde a escalonar las actividades que componen la ruta crítica de tal manera que se complete el proyecto dentro de la duración estimada.

2.1.4.5 Principios de la Teoría de la Cadencia de la Producción

Es bien sabido en el sector productivo que, al fabricar determinados productos en forma individualizada, se eleva notablemente los costos de producción en comparación a los elaborados en serie. Éste último caso permite optimizar los recursos y como consecuencia lograr una mayor productividad. Identificar los procesos repetitivos y sistematizarlos permite, ampliar el margen de utilidad. En el sector de la construcción y más en específico dentro de las obras civiles, estos procesos repetitivos también se presentan, por lo que se requiere identificarlos y darles una secuencia rítmica, concatenarlos, asignarles sus respectivos recursos y empezar a ejecutarlos. La cadencia de producción en serie, establece el desarrollo de la Organización de los Procesos Tecnológicos, en forma rítmica, lo cual contribuye a elevar la productividad del proceso constructivo, propiciando el uso racional y empleo óptimo de los recursos de producción (mano de obra, equipos, insumos y materiales). La Organización de los Procesos Productivos, constituyen el punto de partida para un adecuado desarrollo de la Obra, cuyo resultado natural es el de cumplir metas establecidas en los plazos establecidos.

En este punto es preciso conceptualizar algunos términos, tales como:

- Objeto de Construcción
- Normal Tecnológica
- Cadena Particular
- Cadena de Construcción
- Parámetros de la Construcción en Cadena

OBJETO DE CONSTRUCCION:

Definiremos así, a la pavimentación de una calle o la construcción de una carretera, a una vivienda unifamiliar o un conjunto habitacional, la construcción de una piscina o la construcción de una represa, al cambio de una tubería dañada (intervención) o como es nuestro caso el tendido de 30 kilómetros de

tuberías de gas de alta presión en selva, etc. Un objeto de construcción es una obra de menor o mayor magnitud con características o especificaciones definidas. Podemos clasificar a los objetos de construcción según estos criterios:

Por su uso o destino.

- Edificaciones Civiles
- Edificaciones Industriales
- Obras Agrícolas
- Proyectos Energéticos
- Proyectos en el Sector Hidrocarburos
- Proyectos de Tendido de Tuberías de Gas en Selva

Por su Distribución en el Espacio.

- Objeto de Construcción lineal: Aquel que presenta un frente de trabajo abierto, donde la longitud prevalece (Redes ingenieriles), lo cual permite comenzar o iniciar la construcción desde cualquier punto. Por ejemplo, la construcción de una carretera o canales de irrigación.
- Objeto de Construcción Concentrado: Aquel que presenta frente de trabajo cerrado donde predominan las alturas o niveles. Por esta razón los trabajos tienen que iniciarse secuencialmente porque están supeditadas a otras actividades, por lo que no pueden iniciarse en puntos intermedios.
- Objeto de Construcción Disperso: Son aquellos cuyo frente de trabajo es una combinación de los Lineales y Concentrados (abierto y cerrado). Por ejemplo, la construcción de un conjunto habitacional, etc.

Por sus características tecnológicas-constructivas:

- Homogéneos: Tecnología de producción estable. Pueden ser iguales (Cadena rítmica) o desiguales (Cadena de ritmo múltiple).
- Heterogéneos: Tecnología de producción inestable (Cadena arrítmica).

La Teoría de Producción en Cadena conlleva a cumplir con algunas premisas que han de tenerse en cuenta al momento de su aplicación, las cuales son:

- Desmembrar el objeto de producción en procesos u operaciones.
- Repartir el trabajo entre los ejecutantes, premisa asociada al espacio.
- Establecer el ritmo de producción, asignando un tiempo a cada operación.
- Establecer simultaneidad en la ejecución de los procesos componentes, maximizando los procesos heterogéneos o cadenas productivas.

NORMAL TECNOLÓGICA:

Representa el desmembramiento del objeto de producción o construcción en procesos y operaciones, la misma que se ejecuta a través de análisis secuenciales y lógicos de las actividades que componen el proceso productivo.

CADENA PARTICULAR:

Es la cadena que representa la ejecución de una actividad. Pueden ejecutarse actividades simples o complejas que no son posibles de particionar. En este caso se asume las siguientes Hipótesis de aplicación:

- La potencia de producción en cada unidad de producción es constante.
- Con un mismo recurso se ejecuta el proceso 1, 2, ..., m.
- 1, 2, ..., n, representan las cadenas particulares.
- La Cadena de construcción es la suma de las "n" cadenas particulares.

CADENA DE CONSTRUCCIÓN:

Es el conjunto de Cadenas Particulares que se desarrollan a través de las Unidades de Producción y que se interrelacionan en el tiempo según determinados parámetros. La cadena de Construcción se grafica en un Ciclograma, en el cual las Cadenas Particulares representan a las actividades necesarias para realizar el objeto de Construcción. Podemos calcular la intensidad de producción de la cadena de construcción de la siguiente manera:

Intensidad de Producción de la Cadena de Construcción (I)

$$I = \frac{P_c}{T}$$

P_c = Volumen de construcción de las m unidades de producción

T = Plazo total de la Cadena.

Tipos de Cadena de Construcción:

Dependiendo de la magnitud de la obra, de su volumen y complejidad, podemos considerar los siguientes tipos de construcción.

Según la forma de particionamiento del proceso de construcción en:

- Cadena de particionamiento parcial.
- Cadena de particionamiento total.

Según el grado de desarrollo de la cadena en:

- Cadena estabilizada
- Cadena no estabilizada

Según su movimiento en el tiempo en:

- Cadena Rítmica
- Cadena Arrítmica
- Cadena de Ritmo múltiple

Según la estructura de la cadena:

- Cadenas especializadas
- Cadena de objeto
- Cadena compleja.

PARAMETROS DE LA CONSTRUCCION EN CADENA:

Existen 03 parámetros en la construcción en cadena, siendo estos los que a continuación mencionaremos: Parámetros de Espacio, Parámetros Tecnológicos y Parámetros de Tiempo.

Parámetros de Espacio:

Unidades de Producción (m): Se define como el espacio en donde se desarrollan a través del tiempo las cadenas particulares que componen la cadena de construcción. Es un frente de trabajo horizontal. Generalmente este espacio se subdivide en otros para constituir un sistema de unidad de producción. Cada cadena particular puede tener su propio sistema de unidades de producción; dependerá de la forma como nos organicemos.

Frente de Trabajo: Es el parámetro que se define como el espacio en donde se va a desarrollar una actividad específica. El frente de trabajo dependiendo de las características propias de la obra a construirse, puede ser abierto o cerrado, también tan amplio como restringido.

Sector: Es el conjunto de unidades de producción que corresponden a un objeto de construcción dado.

Parcela: Es el frente de trabajo que, de acuerdo a la complejidad del proceso de producción a realizarse, se asigna a un obrero, una cuadrilla o una brigada de trabajo. La parcela debe tener como mínimo un tamaño tal que permita el buen desenvolvimiento y desplazamiento de los obreros.

Nivel: Referido al desarrollo vertical del objeto que estamos considerando.

Parámetros Tecnológicos:

Número de cadenas particulares (n): Es el parámetro que representa a las partes en que se ha particionado al objeto de construcción. Su magnitud depende de la forma en que establezcamos la normal tecnológica de la cadena de construcción.

Volumen de Trabajo (P): Es la cantidad de trabajo que efectuamos al ejecutar una cadena particular. Tiene un valor constante cuando el área de construcción está definida. Para determinar este parámetro debemos de realizar un metrado de la actividad a realizar.

Volumen de laboriosidad de los trabajos. Trabajosidad de la cadena particular (Q): Es la cantidad de horas hombre (u otra unidad lógica), que se requiere para ejecutar una cadena particular. La trabajosidad está en función del rendimiento de la cuadrilla o del equipo mecánico que se utilice.

Intensidad de la cadena particular (I): También se llama potencia de cadena. Este parámetro se define como el volumen de trabajo en la unidad de tiempo. Puede estar referido a la cadena de construcción.

Parámetros de Tiempo:

Módulo de ciclicidad (k): Es el tiempo que se necesita para ejecutar la cadena particular en cada unidad de producción. El módulo de ciclicidad define el ritmo de ejecución de la cadena particular. Cuando ella es rítmica, el valor del módulo es constante para cada unidad de producción.

Paso de la cadena (Ko): Es el lapso de tiempo en el que se inicia la cadena particular siguiente.

Ritmo de la Cadena Particular (v): Es la cantidad de Unidad de Producción que se salen de una Cadena Particular, en la unidad de tiempo.

$$v = \frac{m}{t} \quad \text{como: } t = m * k \quad \text{entonces: } v = \frac{1}{k}$$

Ritmo de la Cadena de Construcción (V): Es la cantidad de Unidades de producción que salen de la Cadena de Construcción en la Unidad de tiempo.

$$V = \frac{m}{T} \quad \text{como: } T = (m+n-1) * k \quad \text{entonces: } V = \frac{1}{(m+n-1) * k}$$

2.1.4.6 Relación Costo-Tiempo

Un proyecto de construcción comprende un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas; la razón de ser de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos. Un criterio diferenciador entre los proyectos es, sin duda alguna, su ciclo de vida ya que la duración de las fases por las cuales debe atravesar cada proyecto durante su existencia está asociada directamente con el tipo proyecto; por tanto, la configuración del ciclo de vida entre un proyecto y otro depende de su propia naturaleza (ver Figura N°2.16).

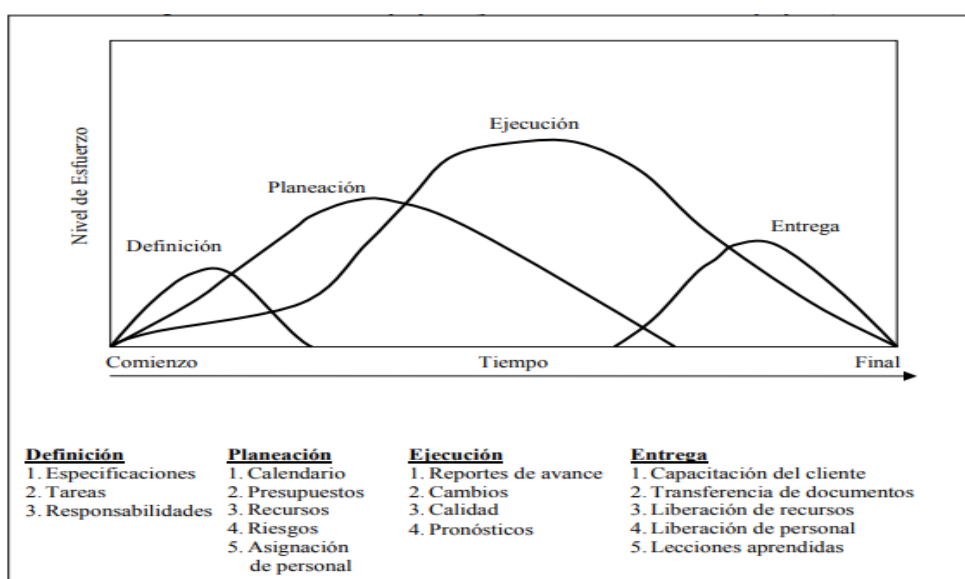


Figura N°2.16: Ciclo de Vida de un Proyecto
(Fuente: GRAY, Clifford y LARSON, Erik – 2009)

El arranque del proyecto se da con el inicio de las actividades asociadas con él; el nivel de esfuerzo se incrementa paulatinamente para posteriormente descender y desaparecer en el momento en que el proyecto concluye. Las actividades que integran el proyecto tienen características distintas; sin embargo, deben estar sujetas, al menos, a dos condiciones: TIEMPOS y COSTOS. El tiempo se descompone para propósitos analíticos en el tiempo requerido para completar los componentes del proyecto que es, a su vez, descompuesto en el tiempo requerido para completar cada tarea que contribuye a la finalización de cada componente. El costo de desarrollar un proyecto depende de múltiples variables: costos de mano de obra, costos de materiales, administración de riesgo, infraestructura (edificios, máquinas, entre otros.), equipo y utilidades.

Cuando se contrata a un consultor independiente para un proyecto, el costo típicamente será determinado por la tarifa de la empresa consultora multiplicada por un estimado del avance del proyecto. La planificación de proyectos de construcción implica una serie de operaciones que inician una vez que se ha tomado la decisión de ejecutar el proyecto y que se ha demostrado su viabilidad técnica y financiera a través de la evaluación del mismo. Las estimaciones, tanto de tiempo como de costos, son fundamentales para la elaboración de los programas de trabajo y responsabilidades; la determinación de la duración y costo del proyecto; los requerimientos de flujos de efectivo; y la definición de rutas críticas de progreso en las fases del proyecto.

Frecuentemente, las estimaciones son realizadas a partir de experiencias similares precedentes, las cuales permiten hacer inferencias relacionadas con los tiempos y costos requeridos en la ejecución de los proyectos; sin embargo, es necesario añadir técnicas de estimación que permitan perfeccionar la información histórica. Según lo mencionado hasta el momento podemos decir que la relación que existe entre el costo y el tiempo es inversa, es decir, a mayor tiempo menor costo y a menor duración mayor costo. La proporción que se incrementa está en función de la actividad a desarrollar. La relación que existe entre el costo y el tiempo de una actividad la representamos en la gráfica siguiente. Conforme aceleramos la actividad el costo va aumentando, siempre que nos encontremos entre los puntos A y N (ver figura N°2.17).

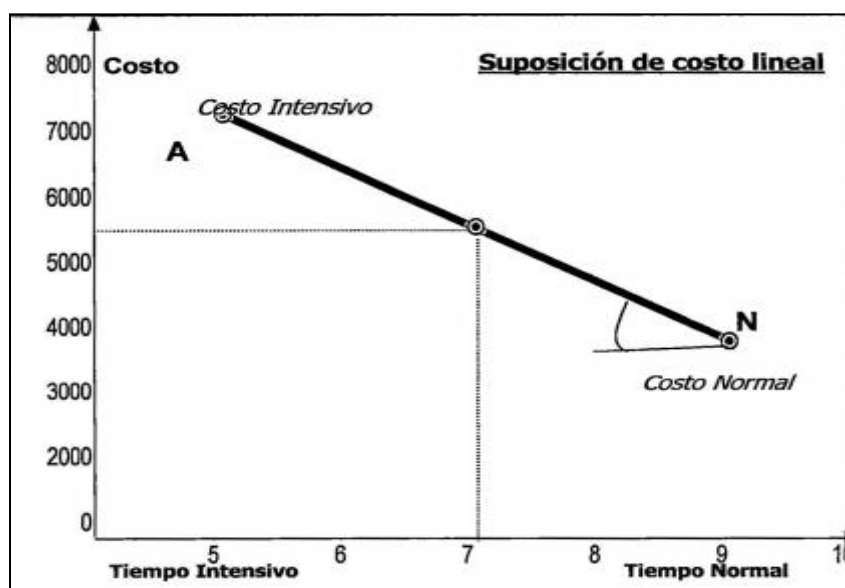


Figura N°2.17: Relación Costo – Tiempo (Comportamiento Lineal)

(Fuente: GRAY, Clifford y LARSON, Erik – 2009)

Punto N: Es el punto de duración normal y de costo normal en condiciones normales de trabajo.

Punto A: Es el punto de mínimo tiempo o de máxima aceleración y de costo más acelerado, o sea, de mayor costo.

A la derecha del punto N se produce una infrutilización de los recursos con lo cual aumenta el costo al aumentar la duración; a la izquierda del punto A por mucho que incrementemos los recursos no conseguiremos reducir la duración de la actividad. Del gráfico, podemos calcular el incremento del costo por unidad de tiempo acelerado.

$$\tan \alpha = \frac{\text{Incremento del Costo}}{\text{Und}} = \frac{C_A * C_N}{D_A * D_N} = \frac{C_A - C_N}{D_N - D_A}$$

$$\frac{C_A - C_N}{D_N - D_A} = r \text{ (pendiente) } \dots\dots\dots (*)$$

(*) Representa el incremento del costo que se produce por cada unidad de tiempo de la actividad que se acelera.

Si tenemos que acelerar un proyecto, aceleramos las actividades más baratas.

2.1.4.7 Costo mínimo y duración Óptima de un proyecto

Existen distintos tipos de métodos que permiten estimar tiempos en la planificación de un proyecto. Es imprescindible considerar: la duración total del proyecto, fecha de inicio y fin de cada una de las actividades, así como el conocimiento de las consecuencias que tendrá el atraso o desfase en la realización de las tareas individuales que forman parte del proyecto. Los atrasos en las actividades individuales del proyecto tienen incidencias directas en los costos. Al realizar la planificación de un proyecto de construcción es posible determinar su costo mínimo correspondiente a un plazo óptimo. Sabemos que el costo de un proyecto se compone de costo directo y costo indirecto.

Costo Directo (C_D): Es el valor de los insumos directamente consumidos en la realización del trabajo, como: materiales, mano de obra, maquinaria, etc. Este costo directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

$$\text{Costo Directo (C}_D\text{)} = \text{Metrados} * \text{Costo Unitario}$$

Costo Indirecto (C_I): corresponde a los gastos de dirección técnico-administrativa de la obra, gastos financieros, etc. Se considera que el costo indirecto varía en forma directamente proporcional al tiempo.

Costos Totales (C_T): la suma de los costos directos e indirectos nos permite obtener la curva tiempo-costo total del proyecto, que generalmente, resulta una curva cóncava. Trazando una normal horizontal a esta curva obtendremos el punto que corresponde al costo mínimo y duración óptima del proyecto.

$$C_T = C_D + C_I$$

La curva tiempo-costo total podría ser modificada si se toma en cuenta el costo de la multa por atraso con respecto al plazo contractual y/o costo del premio, en caso de entrega adelantada del proyecto. En este caso, el punto correspondiente al costo mínimo-duración óptima podría variar (ver Figura N°2.18).

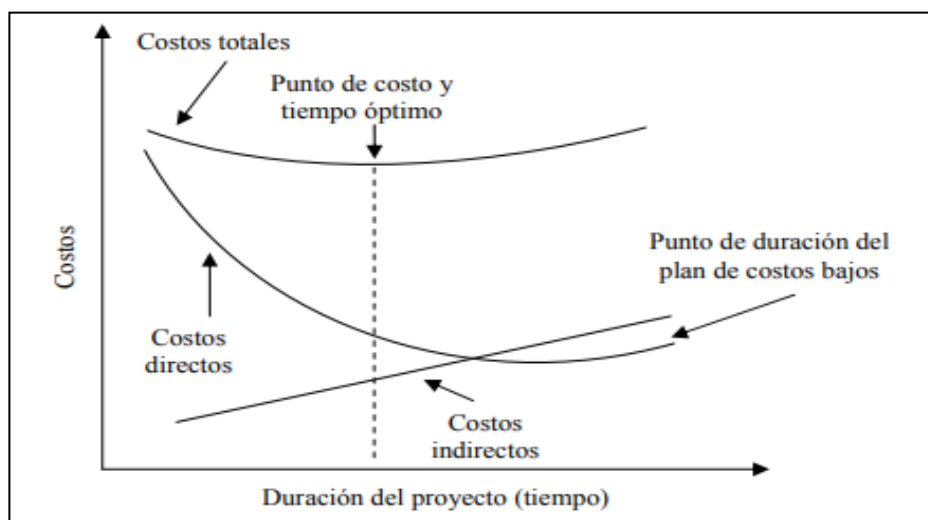


Figura N°2.18: Gráfico Costo – Tiempo (Costo Directo, Indirecto y Total)

(Fuente: GRAY, Clifford y LARSON, Erik – 2009)

En la figura N°2.18 se aprecia que el costo total es la suma de los costos directos e indirectos; éstos últimos continúan durante la vida del proyecto, es decir en la medida en que disminuye la duración del proyecto también se reducirán los costos indirectos; por otro lado, los costos directos se incrementan cada vez que se reduce el tiempo de ejecución del proyecto con respecto a la planeación original. A continuación, veamos algunas recomendaciones para la aceleración de un proyecto:

- Acelerar únicamente actividades del camino crítico ya que, si no aumenta el costo, pero no disminuye la duración.
- Comenzaremos la aceleración por aquella que menor incremento de costo produzca por unidad de tiempo reducida.
- No más unidades de tiempo que la diferencia entre su duración normal y duración acelerada.
- No más unidades de tiempo que las que permitan los caminos no críticos.
- De existir más de un camino crítico habrá de reducirse igual número de unidades en todos ellos.

Cuando no podamos acelerar más el proyecto hemos llegado a la duración más acelerada posible. La aceleración de las actividades se consigue mediante la asignación de más recursos a la actividad, de más personal, de medios auxiliares, de aumento de jornada de trabajo, de incentivos, etc.

2.1.5 Control de Obra

Es una de las etapas más difíciles de la planificación de proyectos. Consiste en elaborar un sistema de control que le permita al administrador medir, reportar, y prevenir posibles variaciones en el tiempo o costo de la obra. Debido a esto, se dice que el control y planeación van de la mano. La planeación es un proceso continuo, debido a que conforme se mantiene el control de la obra, es probable que se requiera de modificaciones en la programación. Esto para cumplir con lo establecido en el plan general, estando al tanto de la situación de la obra, sus avances y posibles anomalías, para el cumplimiento de lo planeado. La planificación de proyectos en la construcción varía dependiendo de la persona encargada de realizar dicha acción. Si se trata del cliente, este realizará una planeación general, cuya escala de tiempo sea en meses o semanas. Esto le permitirá estimar el costo total de la obra, así como los diferentes flujos de efectivo que se requieran. Por otro lado, los encargados del diseño del proyecto se preocupan por planear el proceso de diseño.

2.1.5.1 Control de Tiempo

Antes de iniciar una obra de construcción se debe realizar el planeamiento y la programación de la obra teniendo en cuenta las siguientes etapas:

- Procesos: se realiza el Ciclograma, el Diagramas de Barras, y los Diagramas de Redes (gráficas y/o tabulares).
- Área Física: se define las Unidades de Producción y el Planeamiento Regional del proyecto.
- Recurso Humano: se define o conforman las Cuadrillas, las Brigadas, se elabora los Organigramas y Cronogramas de Empleo, siempre llevando un control e incluyendo estos parámetros en la elaboración de la Curva "S".
- Recursos Físicos: se elabora el Cronograma de Consumo de Recursos, incluyendo este parámetro en la elaboración de la Curva "S".
- Económico: se elabora el Cronograma de Avance Valorizado de obra, y la Curva "S".
- Financiero: acá trabajamos el Cronograma de Desembolsos, el Flujo de Ingresos, Flujo de Egresos y Flujo de Caja.
- Logístico: Cronograma de Adquisiciones y el Transporte Externo.
- Varios: consideramos la Ingeniería de Seguridad, gestiones en el Aseguramiento de la Calidad de los Trabajos, estrategias de Trato con el Cliente, Proyectistas y Otros.

Durante el desarrollo de la obra se lleva el control realizando un Planeamiento y Programación de Corto Plazo, teniendo en cuenta un:

- Control Periódico: En esta etapa se realiza la Recolección y Procesamiento de la Información, Análisis de Resultados, Conclusiones, Recomendaciones, y de ser el caso el Rediseño del Planeamiento y Programación del Saldo de Obra con la finalidad de cumplir los plazos establecidos.

2.1.5.2 Control de Costos

Realizamos la estimación del Costo de Obra considerando lo siguiente:

- Determinación de las etapas del Proyecto: siguiendo los Principios de la Metodología CPM podemos esquematizar todas las actividades en la que se divide el proyecto; especificando el tipo de relación entre una u otra actividad, así como su duración.
- Programación del costo: considerando la estrecha relación que tiene con el tiempo de ejecución del proyecto, para lo cual consideramos:

- Identificar todas las actividades que involucra el proyecto.
 - Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
 - Construir una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia.
 - Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.
 - Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto de construcción.
 - Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el avance del proyecto.
- **Control de Productividad:** Durante la fase de ejecución se debe llevar un control de los avances diarios de los trabajos para poder optimizar recursos y alcanzar los objetivos trazados en la planificación.
- Aleatorio "Fotografiado" de los trabajos (diario)
 - Trabajos Productivos.
 - Trabajos Contributarios.
 - Trabajos no Contributarios.
 - Sistemático: Informes Diarios (RDA y RDO) e Informe Semanal.
 - Trabajos manuales (Trabajosidad de la mano de obra)
 - Trabajos mecanizados (Trabajosidad de equipos de construcción).
 - Materiales de construcción.
 - Control Económico: Informe Mensual
 - Costo directo (Materiales de construcción, Personal obrero o Mano de obra, Equipos y herramientas, Subcontratos).
 - Costo indirecto (Materiales, Personal obrero, Equipos y herramientas, Servicios, Personal técnico-administrativo, Fianzas, seguros, tributos, gastos financieros, permisos, licencias).
 - Margen económico

2.1.5.3 Control del Personal

En este punto es importante considerar los siguientes criterios:

- Eficiencia y efectividad
- Crítica y autocrítica
- Política de incentivos

2.1.5.4 Análisis de Restricciones y Look Ahead

El Look Ahead es un cronograma de ejecución a mediano plazo (suele estar entre 3 a 6 semanas). Se ha partido de la programación maestra, haciendo algunos cambios al cronograma debido a que el Look Ahead es mucho más detallado de lo cual se debe tomar en cuenta lo siguiente, incluido en el cronograma:

- Duración: tiempo que tomara ejecutar las diferentes partidas y/o actividades.
- Comienzo/Fin: fecha exacta de comienzo y culminación de la partida.
- Observaciones y/o Restricciones: información acerca del impedimento u obstáculos para lograr los objetivos planteados inicialmente.

2.1.5.5 Informe de Ingeniería

En esta etapa se elaboran los reportes que por contrato y según los TDR del proyecto se debe presentar informando al cliente acerca de los avances tanto físicos como económicos, dichos reportes son los siguientes:

- Reporte Diario de Actividades (R.D.A.) y Reporte Diario de Obra (R.D.O.)
- Reporte Semanal y Mensual del Proyecto.
- Reporte Final de Obra
- Dossier de Calidad.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

En esta parte del informe se describirán los principales conceptos y procedimientos que fueron utilizados en el desarrollo del presente "TSP".

2.2.1 Enfoque

Se puede clasificar el presente Trabajo de Suficiencia Profesional "TSP" como cuantitativo ya que se ha realizado de una forma estructurada recopilando y analizando datos obtenidos en este caso de campo, e implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para la obtención de resultados. El presente trabajo también es de tipo experimental porque nos permite obtener resultados de producción, costos y ejecución en plazo, luego de

la aplicación de algunas herramientas de gestión basadas en técnicas de programación de obras. Contiene las características de una investigación de tipo descriptiva (Informe), dado que se enfoca en el análisis y medición de variables con el fin de determinar cómo se manifiestan y así poder definir los tiempos muertos, tiempos que agregan valor y la productividad de Obra a nivel general o partidas específicas. Y finalmente podemos afirmar que el trabajo desarrollado es prospectivo, ya que se debe recolectar datos y realizar las mediciones. Por ejemplo, los tiempos de los operarios al realizar las diferentes actividades tales como: habilitación, armado, montaje, pruebas y puesta en marcha.

2.2.2 Objeto de la Investigación Descriptiva (Informe)

El presente “TSP” comprende la aplicación de herramientas de control en gestión de obra y técnicas de programación en una obra denominada: “Tendido de Tubería de Gas de Alta Presión en Selva” ejecutada en el Campamento Malvinas en la Región Cusco, en el cual se medirán los tiempos productivos e improductivos que aportan los trabajadores de construcción y su impacto a nivel de costo y tiempo para las diferentes partidas como son: obras civiles, control de erosión, obras electromecánicas e instrumentación, entre otras, destacando así la importancia de la aplicación de nuestras técnicas de programación de obra, para la toma de decisiones y mejora de la productividad. El objeto del presente “TSP” es optar el Título Profesional de Ingeniero Civil lo cual se espera lograr realizando el informe respecto del planeamiento, programación y supervisión de los procesos constructivos del tendido de tuberías de gas en selva, para transportar el gas natural proveniente del yacimiento Cashiriari 1, hacia la planta de separación de líquidos ubicada en Malvinas – Región Cusco.

2.2.3 Gerencia y Planificación del Proyecto

2.2.3.1 Métodos y Procedimientos

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional “TSP” comprende la aplicación de Técnicas de Programación de Obras tales como: Diagrama de Barras o Carta Gantt, Curvas de Producción Acumulada, CPM (Critical Path Method), Relación Costo-Tiempo, Costo mínimo y duración Óptima de un proyecto.

El procedimiento para la realización del presente “TSP” es el siguiente:

- Recopilación de información de todas las áreas del proyecto: Calidad, Seguridad, Medio ambiente, Recursos Humanos, Ingeniería, Operaciones, Obras Civiles y Obras de Piping, Planeamiento y Control de Obra, Logística.
- Análisis e interpretación de la información de campo, clasificación de información relevante para el desarrollo del presente trabajo.
- Revisión del presupuesto y análisis de costos del proyecto.
- Revisión del cronograma inicial de obra, análisis de la programación, control y supervisión del proyecto.
- Análisis de cumplimiento de Hitos, objetivos y resultados obtenidos.

2.2.3.2 Iniciación

Está compuesto por aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase. Dentro de los procesos de iniciación, se define el alcance inicial y se comprometen los recursos financieros iniciales. Se identifican los interesados internos y externos que van a interactuar y ejercer alguna influencia sobre el resultado global del proyecto. Esta información se plasma en el acta de constitución del proyecto (Project Charter) y registro de interesados. El acta de constitución del proyecto o fase es un documento que autoriza formalmente el comienzo de un proyecto, y debe ser emitido por una gerencia de alto nivel de la organización. A continuación, se detalla el ciclo de vida del proyecto (ver Figura N°2.19).

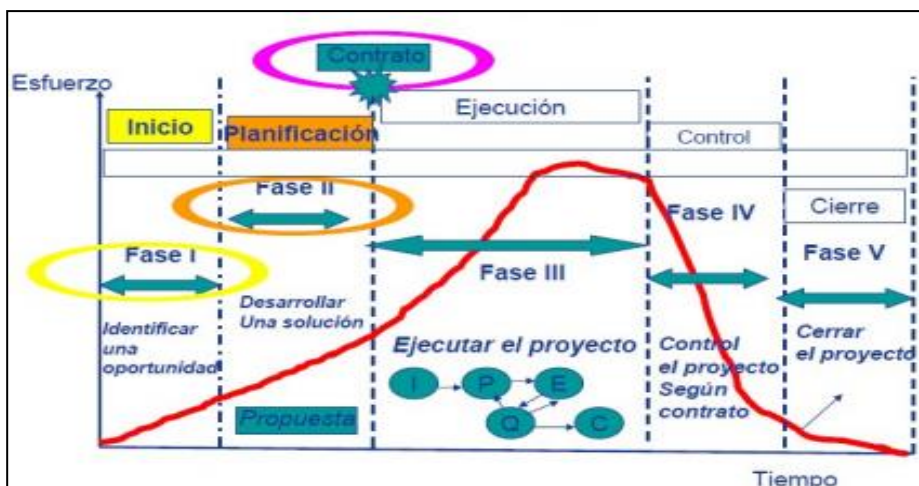


Figura N°2.19: Ciclo de Vida del Proyecto

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

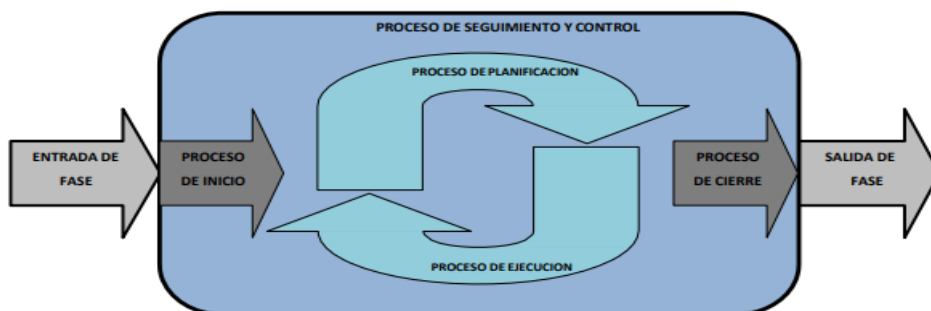


Figura N°2.20: Flujo de Proceso de Seguimiento y Control del Proyecto
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Una vez determinado el Flujo de Procesos de la dirección del proyecto (ver Figura N°2.20), es necesario tener en cuenta que se deberá realizar las etapas del proyecto con fases superpuestas (ver Figura N°2.21), tales como: Ingeniería de detalle; Construcción y Puesta en Marcha.

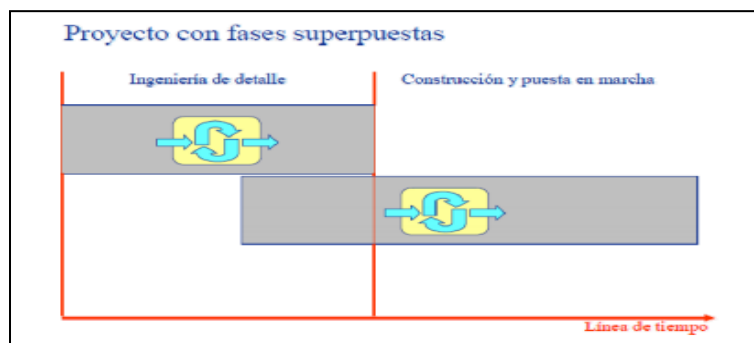


Figura N°2.21: Etapas del Proyecto con Fases Superpuestas
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

2.2.3.3 Planificación

Está compuesto por aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Con los procesos de planificación se desarrollan el plan para la dirección del Proyecto y los documentos que se usarán para llevarlo a cabo, esto se realizará integrando las diversas áreas de conocimiento (ver Figura N°2.22), tales como:

- Gestión del Alcance.
- Gestión del Tiempo.
- Gestión del Costo.
- Gestión de la Calidad.
- Gestión de Recursos Humanos.
- Gestión de Comunicaciones.
- Gestión de Riesgo.
- Gestión de Adquisiciones.
- Gestión de la Integración.

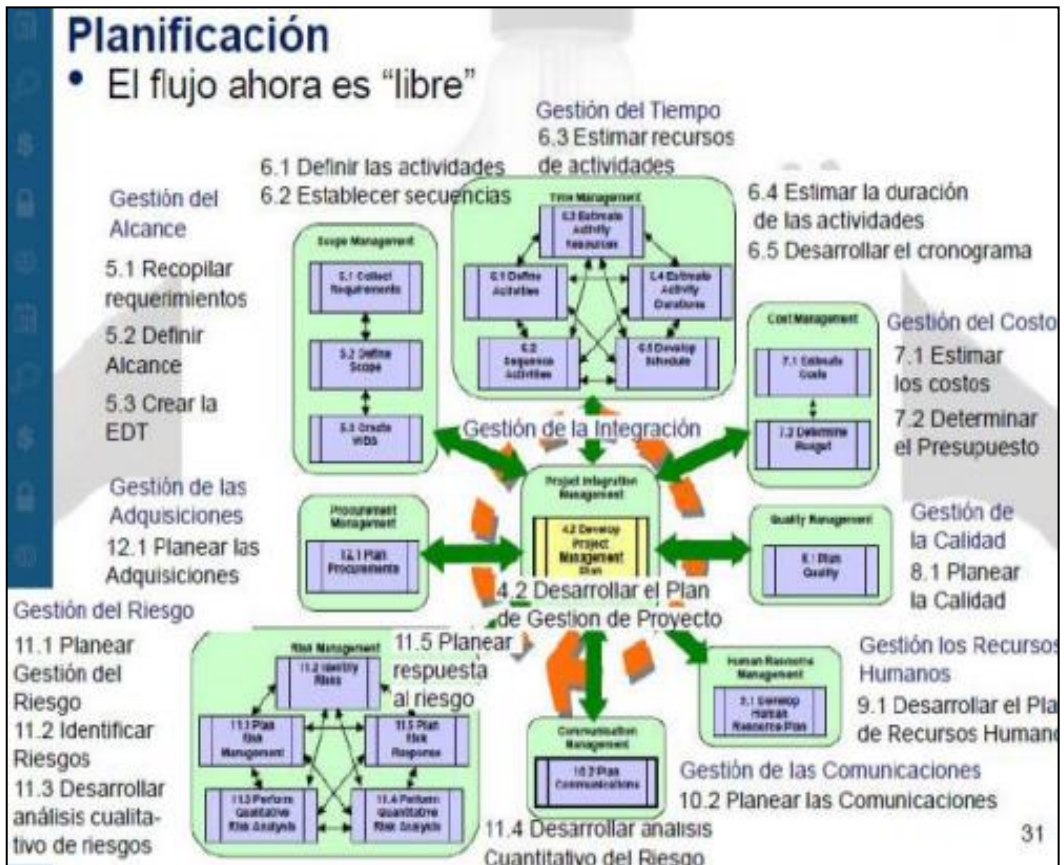


Figura N°2.22: Planificación del Proyecto

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

2.2.3.4 Control y seguimiento

Está compuesto por aquellos procesos requeridos para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. El beneficio clave de este grupo de procesos radica en que el desempeño del proyecto se observa y se mide de manera sistemática y regular, a fin de identificar variaciones respecto del plan para la dirección del proyecto (Ver Figura N°2.23). El grupo de procesos de seguimiento y control también incluye:

- Controlar Cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
- Dar seguimiento a las actividades del Proyecto, comparándolas con el Plan de Dirección del Proyecto y la línea base de desempeño de ejecución del proyecto.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.



Figura N°2.23: Seguimiento y Control del Proyecto

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

El seguimiento y control se realizará en:

- El alcance.
- Las adquisiciones.
- El tiempo.
- El costo.
- El riesgo.
- La calidad y
- Comunicaciones

En la etapa de seguimiento y control buscamos tener una buena estrategia de medición y llevarla a cabo. Pero una vez que nos adentramos en el universo de los datos, corremos el riesgo de que una sobredosis de información nos haga perder la visión de conjunto y no sepamos poner las métricas en práctica, por esta razón haremos uso de una herramienta muy útil: "El Dashboard".

DASHBOARD: Es una herramienta de gestión de la información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de desempeño (KPI), métricas y datos fundamentales para hacer un seguimiento del estado de una Obra, Empresa, Campaña o un Proceso Específico. Podemos pensar en el Dashboard como una especie de "resumen" que recopila datos de diferentes fuentes en un solo sitio y los presenta de manera digerible para que lo más importante salte a la vista. Estas son algunas de las características que debe tener este centro de control:

- **Personalizado:** Un Dashboard debe contener únicamente los KPI que sean relevantes para el proceso que nos ocupa. Para orientarlo, podemos pensar en las preguntas principales a las que queremos responder. Por ejemplo, cuáles son las principales actividades de nuestra obra, cómo está funcionando nuestra planificación o cuáles son las 5 actividades que nos generan más ingresos (con mayor valor de P.U.).
- **Visual:** La idea de un Dashboard es que podamos obtener la información que buscamos a golpe de vista. Por ello, los datos se presentan en forma de gráficos y debemos contar con indicadores rápidos a través de claves de color, flechas hacia arriba o abajo o cifras destacadas.
- **Práctico:** La función principal de un Dashboard siempre debe ser orientar las acciones de nuestro equipo. Debe facilitar la información necesaria para que podamos saber cuáles son los siguientes pasos para mejorar los resultados.
- **En tiempo real:** Al día de hoy, las acciones de marketing digital evolucionan con gran rapidez y aprovechar el momento clave es esencial. Por eso, la información debería estar actualizada al momento en todas las fuentes y mostrarse en el Dashboard en tiempo real.

¿Por qué decidimos implementar la herramienta de gestión Dashboard?

- **Porque permite medir múltiples KPI y métricas al mismo tiempo.** Si gestionamos procesos de una cierta complejidad, lo normal es que acabemos teniendo varias soluciones de análisis para cada plataforma y tengamos que consultarlas por separado, lo que obstaculiza la visión global. En cambio, el Dashboard puede mostrar datos recopilados de diferentes fuentes. De esta manera, será mucho más fácil compararlas entre ellas y ver su evolución.
- **Porque es fácil de comprender.** Un buen Dashboard presenta un puñado de métricas fundamentales de manera clara y visual, de tal manera que no hace falta ser experto en análisis para comprenderlo.
- **Porque hace que los datos sean fácilmente accesibles.** Si contamos con un Dashboard sincronizado en la nube, podemos crear diferentes usuarios para que todo el equipo comparta la misma información desde cualquier parte. Incluso es posible proyectar el Dashboard en una pantalla en la oficina para que todo el equipo vea lo que está ocurriendo en tiempo real.
- **Porque hace que los informes sean más eficientes.** Contar con un panel de control centralizado es un enorme ahorro de tiempo. En lugar de tener que recopilar datos dispersos en diferentes fuentes y crear tus propios gráficos,

los Dashboards hacen todo el trabajo por ti. Solo tienes que invertir algo de tiempo al principio para configurar las métricas y la forma de presentarlas, y a partir de ese momento los informes se generan de manera automática.

2.2.3.5 Cierre

Está compuesto por los procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de los grupos de procesos de la dirección de proyectos, a fin de completar formalmente el proyecto, una fase del mismo u obligaciones contractuales. Estos procesos completados, verifican que los procesos definidos se hayan completado dentro de todos los grupos de procesos a fin de cerrar el proyecto o una fase del mismo, y establece formalmente que el proyecto o fase finalizó.

A. Cierre del Proyecto con el Cliente:

El Proyecto acordará con el Cliente, de acuerdo a lo estipulado por el Contrato, los documentos a ser presentados, los cuales pueden referirse a Entregas de Expedientes Finales, Certificaciones y Declaraciones Juradas, entre otros. Entre los documentos a presentar se tienen los siguientes:

Consolidación del Expediente del Proyecto:

- Expediente de Especificaciones de Equipos y Materiales.
- Expediente de Certificados y Garantías.
- Expediente de Planos Como Construido (As Built).
- Expediente de Procesos Constructivos.

Consolidación del Expediente Administrativo Contable:

- Cierre y Devolución de Carta Fianza.
- Certificados de No Adeudo (valorizaciones).
- Cierre de Documentos de Subcontratas.
- Cierre de Documentos de Compras.

Adicional se puede presentar, en caso el cliente lo requiera lo siguiente:

- Cierre de documentos de planillas.
- Documentos de Aportes Seguros Social.
- Documentos de Aportes Beneficios Sociales y Documentos de AFP.

Consolidación del Expediente de Aseguramiento y Control de Calidad:

- Dossier de Calidad.
- Certificados de Conformidad por las pruebas desarrolladas.

B. Actividades Administrativas:

Se deberá cumplir con determinadas actividades administrativas necesarias para cerrar el Proyecto. El cierre administrativo con el Cliente puede comprender las siguientes actividades:

- Emisión de los documentos de cobranza requeridos en función a la Conciliación Técnica y Contractual Final y evitar la generación de Saldos Contables.
- Seguimiento a la Cobranza Final.
- Solicitud de devolución de todas las fianzas entregadas al Cliente.
- Devolución de documentación de control suministrada por el Cliente para fines de cierre.
- Devolución documentada de recursos remanentes e instalaciones facilitadas contractualmente por el Cliente.

Documentación a Obtener: Son los documentos que deben obtenerse del Cliente, y que conforman el Expediente Contractual. Estos pueden referirse a documentación técnica, certificados, etc., y deben ser mantenidos en el archivo de Oficina Principal, como sustento ante una eventual auditoría. El siguiente listado no es limitativo ni definitivo, tiene por función guiar en el proceso de cierre de un Proyecto:

- Conformidades Ejecución.
- Acta de Recepción.
- Certificado de Cierre de Valorizaciones (No adeudo).
- Certificados de Cierre de Procesos de Aseguramiento de las Calidad.
- Certificados Complementarios Contractuales de Conformidad.
- Certificados Administrativos de Cierre de Proyecto.
- Certificados de abandono de sitio.

C. Cierre con Terceros:

- El Administrador de Proyecto debe comunicar en forma escrita a los proveedores y subcontratistas, con quienes a la fecha mantenga saldos pendientes, el cierre del Proyecto, con el objetivo de establecer la fecha y forma de conciliación y obtener el certificado o constancia de no adeudo.
- En la comunicación se reiterará el cumplimiento de las obligaciones contractuales en cuanto a la demostración de cumplimiento de obligaciones del Tercero frente a sus trabajadores y subcontratistas.

CAPITULO III: PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

3.1 INTRODUCCION

En la ejecución de una obra de construcción realizar una acertada planificación asegura que cada actividad tenga la oportunidad de ser ejecutada adecuadamente, en el lugar apropiado, en el momento oportuno y con los recursos necesarios. Es decir, la planificación tiene como propósito principal lograr el cumplimiento de un objetivo con la mínima interferencia producida por eventos que puedan retrasar o detener la obra. Al iniciar los estudios del proyecto se desarrolla una planificación, la cual será la primera fuente importante sobre como guiar el proyecto a través de las etapas posteriores de ejecución, seguimiento, control y cierre. En la planificación se incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo.

Estos procesos son seis, cinco de ellos se ejecutan antes del lanzamiento del proyecto (en este caso sería en la elaboración de la oferta) dentro de la etapa de planificación. La ejecución de estos culmina con el desarrollo del cronograma, el cual se aprueba y se convierte en la línea base del cronograma del proyecto. El sexto proceso, es el control del cronograma, se desarrolla a lo largo de la ejecución del proyecto, y consiste en controlar desviaciones respecto de aquella línea base del cronograma (este punto lo desarrollaré en el Capítulo V).

3.2 OBJETIVO DE LA PLANIFICACION

Establecer una metodología para la elaboración del cronograma del proyecto, desarrollando estrategias que permitan completarlo dentro del plazo determinado por el cliente. Permitiendo a la Empresa optimizar tiempos, reducir recursos y maximizar ganancias.

3.3 DESCRIPCION Y ALCANCES DEL PROYECTO

La presente obra consiste en el tendido de tuberías de alta presión de gas en selva (FlowLine), donde se deben realizar obras civiles y de control de erosión, obras electromecánicas e instrumentación, desarrollando el servicio de

ingeniería, suministro, fabricación, transporte, construcción, instalación, pre comisionado, comisionado, asistencia a la puesta en marcha y pruebas de rendimiento (performance test) del nuevo FlowLine y de las instalaciones asociadas desde la locación de Cashiriari 1 hasta la Planta de Gas Malvinas, con una longitud total de 30 km de tuberías. La propuesta presentada por el Contratista comprende todos los trabajos necesarios para ejecutar el Proyecto FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas en el Lote 88 – Distrito de Megantoni – Provincia de La Convención – Región Cusco. Estos trabajos incluyen: diseño, ingeniería de detalle y constructiva, dotación de equipos/maquinaria, materiales, consumibles, herramientas, personal y la dirección/sopORTE técnico que permitan cumplir con el alcance del proyecto.

Los alcances del proyecto son los siguientes:

- Modalidad de Contratación : EPC
- Ubicación : Lote 88, Yacimiento Cashiriari1 hacia Planta de Tratamiento en Malvinas – Megantoni – La Convención – Cusco
- Apertura de Pista DdV : Ancho del DdV es 25 metros
- Instalación de FlowLine : Diámetro de tubería es 24” (esp. 0.938” - 0.812” - 0.688”)
- Cierre de Pista DdV : Reforestación del DdV al 100%
- Longitud Total del Tramo : 30 km.
- Construcción Cruce de Ríos : 01 (Río Cashiriari – HDD)
01 (Río Porocari – A Cielo Abierto)
- Instalaciones de Superficie : 01 Trampa Lanzadora (Cashiriari 1)
01 Trampa Receptora (Malvinas)
06 Válvulas de Bloqueo LBV (02 en cruce de río Cashiriari, 02 en cruce de Río Porocari, 01 en la locación Cashiriari I y 01 en Planta Malvinas)
Tie Ins e Interconexiones: Malvinas y Cashiriari 1

Se propone ejecutar la etapa de construcción del proyecto en un plazo de días respetando los hitos y fechas solicitadas en el pliego por parte del cliente,

incluyendo la provisión de materiales, la ejecución de trabajos especiales y el soporte en la Puesta en Marcha representados en los Cronogramas del Proyecto según escenarios.

Gran parte de los recursos tales como Campamentos, Equipos Menores, Equipos Pesados, Mano de Obra, etc. que serán afectados a la etapa de la construcción del nuevo FlowLine serán los provenientes de las operaciones cercanas que el Contratista está concluyendo. Esta estrategia permite:

- Iniciar de manera temprana las labores de preapertura y apertura de DdV.
- Cumplir con la ejecución dentro del plazo ofertado.
- Disminuir los costos de movilización desde Lima a Malvinas.

Se tiene definidas dos fases o etapas de construcción:

ETAPA AÑO 1:

En esta etapa se contará con dos frentes de apertura de DdV en los escenarios 1 y 2, para el Escenario 3 se consideró un frente de apertura de DdV. Estos frentes harán los distintos trabajos de control de erosión provisorio/definitivo para garantizar el mantenimiento y transitividad de la pista a lo largo del trazado durante el desarrollo de los trabajos. El sentido de los trabajos será desde la Planta Malvinas hacia la Locación Cashiriari 1. A medida que los trabajos en la apertura del DDV tengan un avance significativo, se comenzará con los trabajos de construcción del diesel-ducto por un equipo especializado en montaje de este tipo de ducto. Para el diesel-ducto se contará con un equipo que realizará dicho montaje. El mismo equipo realizará el prefabricado y montaje de la estación de bombeo en la Planta Malvinas. Se comenzará a realizar dicho montaje una vez que el equipo de apertura de DdV tenga una distancia considerable de avance. Así mismo, se realizará la prefabricación de spools para las instalaciones de superficie en un taller que para este fin se habilitará en Malvinas.

ETAPA AÑO 2:

Para la materialización de los trabajos en esta etapa (FlowLine) se contará con la utilización de tres frentes de montaje, siendo dos de línea regular (rápido) y uno de línea lento. El Frente 1 y 2 o Línea regular ejecutarán la construcción del Tramo desde la PK 30+300 (salida de Pta. Malvinas) hasta la PK 9+000 con una

longitud de 18,99 km en Ø24", siendo igual el sentido de avance, y considerando esta zona con menos accidentes geográficos, por este motivo se prevé un avance para todas las fases de trabajo del Frente 1 y 2 entre 180 y 250 metros lineales por día. Este frente de trabajo estará compuesto por fases de instalación de ductos. El Frente 3 o Línea lenta ejecutarán la construcción del Tramo desde la PK 0+000 (salida de Pta. Cashiriari 1) hasta la PK 9+000 con una longitud de 9.00 km en Ø24", siendo de igual el sentido de avance, considerando que esta zona contiene más accidentes geográficos, hemos previsto un avance para este frente de trabajo de 90 metros lineales por día.

3.4 IMPACTO Y ASPECTOS TECNICOS DEL PROYECTO

3.4.1 Impacto del Proyecto:

Las reservas de Camisea son del orden de los 8,7 trillones de pies cúbicos de gas y de 545`000,000 de barriles de hidrocarburos líquidos. La producción inicial del yacimiento fue de 9`000,000 de metros cúbicos diarios extraídos de seis pozos. En cuanto a los ductos de transporte, son dos: el del gas, con una extensión de 540 km aproximadamente, y el de líquidos, de 680 km atravesando transversalmente la geografía del Perú. El proyecto Camisea, actualmente en funcionamiento, es la piedra angular del cambio de matriz energética en el Perú, que permitirá cambiar el uso de combustibles contaminantes y caros como la gasolina y el petróleo, por el más limpio y barato gas natural.

PPC tiene a su cargo la operación de la planta de gas Malvinas, diseñada para deshidratar gas y recuperar los líquidos naturales (NLG por sus siglas en inglés) los cuales provienen desde los distintos clusters de producción: San Martín 1, San Martín 3 y Cashiriari 1 (en el Lote 88); y Pagoreni A, Pagoreni B y Mipaya (en el Lote 56). Dichos lotes se encuentran ubicados en el valle del Bajo Urubamba, sector Camisea en el distrito de Echarate, Provincia de La Convención, Departamento del Cuzco, aproximadamente a 400 Km al Este de la ciudad de Lima.

El transporte de hidrocarburo (fluido multifásico) desde los clusters mencionados hasta la Planta de Gas Malvinas se lleva a cabo mediante FlowLines (tuberías de

gas a alta presión) existentes. En esta planta el gas es procesado, separándose el líquido del gas para su transporte. La planta cuenta también con un sistema de recompresión, el cual se utiliza para la reinyección de gas hasta los clusters.

Posteriormente a su tratamiento, el gas es transportado vía pipeline a la ciudad de Lima para su distribución, mientras que los hidrocarburos líquidos son transportados, también vía pipeline, hacia la Planta de Fraccionamiento de Pisco, ubicada en el KM. 14 de la Ruta San Andrés – Paracas, en el departamento de ICA. En las instalaciones existentes el producto es fraccionado en propano, butano, naftas y diesel, los cuales son almacenados en tanques y comercializados para consumo interno y/o exportados al mercado internacional.

En el Año 2018 PPC solicitó propuestas en la modalidad de EPC (Ingeniería, Procura y Construcción) para la instalación de un nuevo FlowLine (LOOP) a través del tendido de tuberías de gas en selva, de un diámetro $\varnothing 24"$ de aproximadamente 30.48 km (visto en planta) o 31.30 km (longitud desarrollada 3D) para el transporte de gas desde el yacimiento Cashiriari 1 hacia la planta de separación de líquidos ubicada en Malvinas. La construcción del nuevo FlowLine requiere atravesar dos de los ríos más importantes de la zona: el río Cashiriari y el río Porocari. También incluye la instalación de un cable de fibra óptica para transmitir las señales de instrumentación a través de todo el recorrido.

El impacto de este proyecto se concibe bajo el concepto de incrementar la producción del clúster CASHIRIARI 1 y que sea sostenible a través del tiempo. Es decir que el objetivo es aumentar la producción y garantizar la sostenibilidad de dicho clúster en los próximos años de explotación. Para entender el impacto del proyecto debemos analizar el objeto de la construcción del nuevo FlowLine.

Actualmente Cashiriari consta de dos clusters (CASHIRIARI-1 y CASHIRIARI-3) que envían su producción de gas condensado a la planta Malvinas (CR-1: 280 MMSCFD y CR-3: 450 MMSCFD, producción total: 730 MMSCFD). El clúster CR-3 envía su producción hasta el clúster CR-1 a través de un ducto de 20" de diámetro y 12.8 km de longitud (espesor 0.812"). En CR-3 hay una trampa lanzadora (STAH-21440) y en CR-1 una trampa receptora (STAQ-21225) asociadas a este ducto. Desde el clúster CR-1 se envía la producción de los

pozos de CR-1 y la producción que viene desde CR-3 hasta la planta Malvinas a través de un ducto de 24" de diámetro y 33 km de longitud (espesor 0.750"). En CR-1 hay una trampa lanzadora (STAH-21240) y en la planta de Malvinas una trampa receptora (STAQ-22030) asociadas a este ducto.

De acuerdo al plan de desarrollo del Bloque 88 (yacimientos de Cashiriari y San Martín) se aumentará la producción a 840 MMSCFD (un incremento de 110 MMSCFD) y para poder operar en cada clúster (CR-1 y CR-3) con presiones compatibles con los niveles de producción esperados se deberá incorporar un ducto en paralelo al ducto existente de 24" entre CR-1 y Malvinas (loop). En principio se prevé que este ducto enterrado tenga un diámetro de 24" y una longitud total de 30.46 km en función de la ruta seleccionada para su recorrido (que no será la misma que la que tiene el ducto existente de 24"). El proyecto prevé la incorporación principalmente de una nueva trampa lanzadora en CR-1, una receptora en Malvinas y un sistema de inyección de químicos para el nuevo ducto (ver Figura N°3.1). A continuación, se muestra el esquema simplificado del sistema de gathering de Cashiriari-Malvinas.

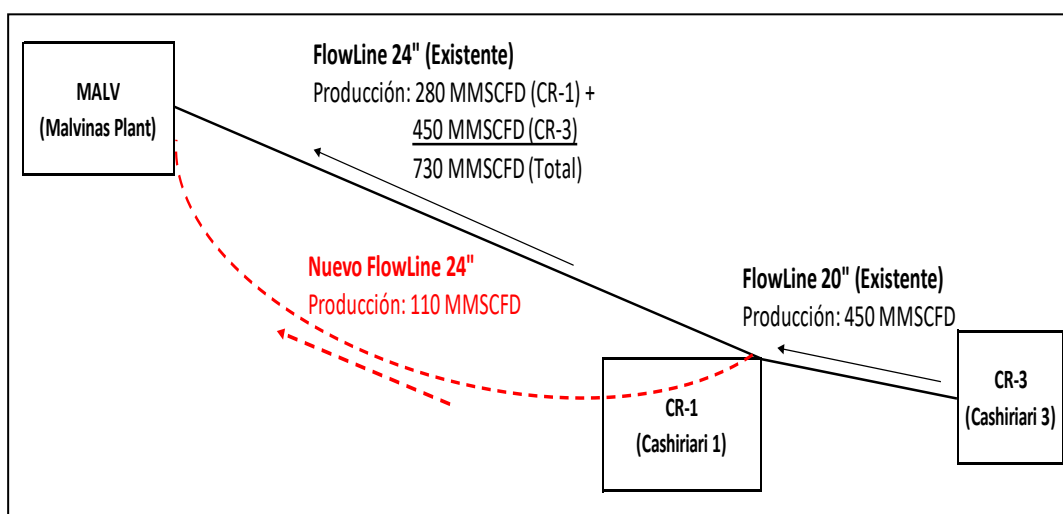


Figura N°3.1: Sistema de FlowLines Cashiriari-Malvinas
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Midiendo las distancias a lo largo de los FlowLines se tiene que:

- Cashiriari 1 se encuentra a 32.9 km de la planta Malvinas.
- Cashiriari 3 se encuentra a 12.6 km de Cashiriari 1.
- Cashiriari 3 se encuentra a 45.4 km de la planta Malvinas.

En el Cuadro N°3.1 se listan los FlowLines del sistema Cashiriari, en el Cuadro N°3.2 se muestran la cantidad de pozos de las dos locaciones, capacidad y el modo de operación (ver Cuadro N°3.1 y Cuadro N°3.2).

Cuadro N°3.1: FlowLines del Sistema Cashiriari
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| Desde | Hacia | Modo de Operación | Diámetro | Espesor | Presión de Diseño (PSI) |
|-------------|-----------------|--|------------|---------------|-------------------------|
| CR-3 | CR-1 | Producción | 20" | 0.750" | 2000 |
| CR-1 | Malvinas | Producción | 24" | 0.812" | 2000 |
| CR-1 | Malvinas | Producción (Nuevo FlowLine) | 24" | 0.688" | 2000 |

Cuadro N°3.2: Pozos de CR-3 y CR-1, Capacidad y Modo de Operación
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| Locación | Pozos Totales | Pozos a Operar | Pozos Futuros | Producción MMSCFD | Modo de Operación |
|----------|---------------|----------------|---------------|-------------------|-------------------|
| CR-1 | 7 | 5 | 2 | 450 | Producción |
| CR-3 | 7 | 5 | 2 | 450 | Producción |

En conclusión, el impacto que tendría el Proyecto es la incrementación de la producción del Clúster Cashiriari 1 en 110 MMSCFD, es decir, se incrementará la producción del Clúster Cashiriari 1 en un 15%.

3.4.2 Costo Total de Inversión y Financiamiento:

Revisando las minutas iniciales del proyecto, verificamos que el Proyecto es financiado por el Grupo Camisea (ellos tramitaron el leasing), es decir, que el financiamiento es con recursos propios. Como se mencionó anteriormente el contrato del Proyecto se firmó en la modalidad de EPC (Ingeniería, Procura y Construcción) lo cual significa que el Contratista hará el proyecto en la secuencia siguiente:

- Ingeniería del Proyecto, es decir, el Contratista realizará el diseño de toda la estructura a construirse, la cual deberá ser revisada y aprobada por PPC antes de su fabricación e instalación en campo.

- Procura o Suministro de materiales, es decir, el Contratista deberá proveer todos los materiales necesarios para la fabricación de la estructura a instalarse, salvo las tuberías que serán brindadas por PPC.
- Construcción e Instalación, que se refiere a la fabricación, instalación y puesta en marcha del nuevo FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas.

Según este esquema el presupuesto se divide en 2 partes: el SUMINISTRO y la INSTALACION, donde el costo de la ingeniería está incluido dentro de ambas. A continuación, se presenta el Resumen del Presupuesto Total de Obra (Ver Cuadro N°3.3), cabe mencionar que para conocer el detalle del presupuesto de obra se recomienda ver el Anexo 5.

Cuadro N°3.3: Resumen del Presupuesto Total de Obra
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| DESCRIPCIÓN | INCID. | TOTAL CONTRATO (\$) |
|----------------------------------|----------------|---------------------------|
| Costo EPC Flowline - SUMINISTRO | 18.59% | \$ 8,784,497.59 |
| Costo EPC Flowline - INSTALACION | 81.41% | \$ 38,457,192.64 |
| Costo Total EPC Flowline | 100.00% | \$ 47,241,690.23 |

NOTA: Los costos no incluyen I.G.V.

3.4.3 Caudal de Transporte del Gas y Presión de Trabajo:

Según hemos conocido líneas arriba la producción del nuevo FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas será de 110 MMSCFD, partiendo de esa información calculamos el caudal de la siguiente manera:

$$Q = 110 \text{ MMSCFD} = \frac{110 * 28,316.8 \text{ m}^3}{24 * 3600 \text{ seg.}}$$

Donde:

1 MMSCFD = 1,000,000 Standard Cubic Feet per Day = 28,316.8 m³/Dia

Entonces:

$$Q = 36.1 \text{ m}^3/\text{s}$$

La presión de trabajo según diseño es 2,000 PSI y el tiempo de explotación depende de la beta de los pozos.

3.4.4 Sistema de Elevación de la Presión:

El proyecto del FlowLine no contempló el diseño de un sistema de elevación de la presión ya que el clúster de CASHIRIARI es existente y cuenta con su sistema de bombeo. Sin embargo, un Sistema de Elevación de Presión futuro está en proyecto y se realizará mediante un sistema de inyección de aire para acelerar el sistema de bombeo actual (la fase de construcción aun no empieza).

3.4.5 Instalación de Tuberías y Cruces en los Ríos Porocari y Cashiriari:

La instalación de tuberías en todo el Proyecto es enterrada en su totalidad, se mejoró su estabilidad en los cruces de ríos con macizos de anclaje que son bloques de concreto colocados en ambos lados del cruce de ríos (para tener claro el proceso constructivo se recomienda ver el Anexo 1 – Memoria Descriptiva y el Anexo 7 – Planos), así mismo se realizó 2 cruces especiales en los ríos Porocari y Cashiriari. A continuación, se describe los trabajos realizados.

A. Movilización de Equipos, Personal y Logística:

El personal y equipos a utilizar para la ejecución de la obra serán movilizados inicialmente de las operaciones cercanas al Lote 88. Los equipos restantes serán movilizados desde distintas regiones preferentemente de Perú y Argentina, priorizando en todo momento la utilización de mano de obra local no calificada para determinadas tareas que no requieran especialización. Para el inicio de los trabajos tenemos contemplada la movilización del personal de los puestos jerárquicos, así también el personal de ingeniería, topografía, campamento y logística (personal idóneo para realizar la planificación y arranque de la obra).

B. Relevamiento Previo

La primera tarea que realizaremos una vez firmado el contrato será el relevamiento previo de la localización de la traza utilizando para ello dos cuadrillas de topografía, las cuales proporcionará la información necesaria para corroborar la ingeniería básica y para elaborar la ingeniería de detalle. Dentro de las tareas a ejecutar por este grupo estarán los sondeos y demarcación de todas

las instalaciones existentes en la zona donde se llevarán a cabo los nuevos trabajos de montaje. También se realizará el relevamiento de las plantas Malvinas y Cashiriari1 en las zonas que se deberán intervenir. Un equipo de especialistas acompañará a las cuadrillas de topografía realizando labores de inventario forestal sobre distintas especies vegetales que serán afectadas.

C. Instalación del FlowLine: Tendido de Tuberías de Gas en Selva

Mantenimiento de Pista: Dadas las características de la zona sobre la cual se desarrollarán las tareas durante la etapa de construcción, se contempla un equipo de mantenimiento del DdV y accesos, debiendo tener mantenimiento durante todo el periodo de obra, debido a que la traza del FlowLine será el único camino de circulación.

Movimiento de suelos y Apertura de Pista: Cuando se cuente con la documentación de obra aprobada por Pluspetrol, la liberación de los permisos de paso y se hayan movilizado los equipos correspondientes, se dará inicio a los trabajos de apertura de pista.

Construcción de Diesel-ducto: De acuerdo al desarrollo de los trabajos se ha considerado que la fabricación y montaje del diesel-ducto sea realizado por un equipo compacto de montaje. El mismo comenzará sus tareas una vez el equipo de apertura de DDV cuente con una longitud considerable de pista habilitada.

Inspección y Recepción de Tuberías: Previo a la recepción de las tuberías se realizará una inspección de las mismas por los encargados de calidad, realizando la inspección visual de revestimiento mediante Holiday Detector y pruebas de placa calibradora del paso interior.

Desfile en obra: Las columnas de tubería serán lo más larga posible donde las condiciones del terreno lo permitan, para reducir la cantidad de empalmes.

Alineación y curvado: Se posicionará la tubería con la costura en los cuartos superiores, a izquierda y derecha, de manera tal que la línea de soldadura no quede coincidente.

Soldadura: Cuando se cuente con más de un kilómetro de tubería desfilada, alineada y curvada se dará inicio a las fases de soldadura. Las tuberías serán ensambladas utilizando tiende-tubos para el izaje y presentador interno neumático o externo, según la conveniencia, para su montaje.

Revestimiento de uniones soldadas: Una vez aprobadas las soldaduras se procederá al cepillado y revestimiento de las uniones soldadas. Estas serán revestidas con mantas termo-contráctiles tipo Raychem o Canusa.

Excavación de zanja: Hemos previsto realizar las tareas de excavación de zanja inmediatamente después del revestimiento de las pegas, de tal manera que las labores de bajado y tapado se realicen con prontitud para evitar dejar una zanja abierta y así reducir los riesgos que pudieran ocasionar las lluvias.

Bajada y tapado: La inversión de la secuencia de montaje (soldadura previa a la zanja) permitirá minimizar la longitud de zanja abierta, puesto que normalmente se organizan las tareas de bajado para primera hora de la tarde, a los efectos de dejar no más allá de la longitud de un tramo de zanja abierta de un día para otro.

Protección contra erosión en ducto: Como medida de Protección contra la erosión en la construcción del FlowLine, se instalarán dentro de la zanja (sectores con pendiente) taponos de sacos con suelo cemento. En los tramos en pendiente, se debe suministrar y colocar sacos de suelo-cemento para que actúen como freno dentro de la zanja.

Cruces Especiales: Todos los cruces serán realizados a cielo abierto, colocando caño (tuberías) hormigonado en las quebradas y en el lecho de los cursos de agua, siendo su espesor definido con la ingeniería de detalle del proyecto, asegurando flotabilidad negativa (siempre asentado), se mejoró la estabilidad de las tuberías en los cruces de ríos con macizos de anclaje que son bloques de concreto colocados en ambos lados del cruce. La Contratista instalará 2 carteles (uno por margen) de manera de advertir a terceros la existencia del FlowLine.

Cruces por HDD: De acuerdo al Pliego se ha considerado el cruce de los ríos Cashiriari y Porocari por el método dirigido (HDD). Para esta tarea se contempló

un subcontrato de una empresa de alto reconocimiento en el mercado internacional especialista en estas actividades. La evaluación se ha realizado en base a los documentos y estudios enviados en el Pliego de Licitación. El Proyecto plantea para cada río el cruce de dos cañerías a saber, el FlowLine de gas húmedo de 24" Ø y en forma paralela y a diez metros de distancia una segunda cañería de acero de 6" Ø a utilizarse para el retorno de fluidos y luego para el tendido de fibra óptica. A continuación, se presenta las Especificaciones de los cruces especiales de los ríos Cashiriari y Porocari (Ver Figura N°3.2).



| Cruce 1 | Río Porocari | Cruce 2 | Río Cashiriari |
|----------------------|--|----------------------|--|
| Ubicación | PK 24+100 | Ubicación | PK 9+480 aprox |
| Productos a instalar | <ul style="list-style-type: none"> → Caño de acero API 5L X 70 <ul style="list-style-type: none"> ◆ Diámetro Exterior: 24" ◆ Espesor: 0,875" ◆ Presión Operación: 2000psi - Temp:180F (82.22°C) ◆ Uso: Gasoducto ◆ Revestimiento tricapa poly. 8mm → Caño de acero auxiliar Grado B con uniones soldadas y tritubo incorporado <ul style="list-style-type: none"> ◆ Diámetro Exterior: 6" ◆ Uso: Conducción de tritubo para fibra óptica | Productos a instalar | <ul style="list-style-type: none"> → Caño de acero API 5L X 70 <ul style="list-style-type: none"> ◆ Diámetro Exterior: 24" ◆ Espesor: 0,875" ◆ Presión Operación: 2000psi - Temp:180F (82.22°C) ◆ Uso: Gasoducto ◆ Revestimiento tricapa poly. 8mm → Caño de acero auxiliar Grado B con uniones soldadas y tritubo incorporado <ul style="list-style-type: none"> ◆ Diámetro Exterior: 6" ◆ Uso: Conducción de fibra óptica |
| Trazado | <p>Determinantes tentativos del trazado a perforar:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Ángulo de acometida: 14° → Ángulo de salida: 8° → Radio de curvatura de acometida: 700 mts → Radio de curvatura de salida: 700 mts → Profundidad del túnel desde la cota cero máq.: 40 mts. → Profundidad del túnel desde cota cero recepción: 105 mts. → Tapada Bajo el lecho del Río Porocari: Más de 10 metros dentro manto consolidado. → Distancia entre extremos por trazado aprox: 731 mts → Largo columna sugerida para inserción aprox: 750 mts. | Trazado | <p>Determinantes tentativos del trazado a perforar:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Ángulo de acometida: 14° → Ángulo de salida: 8° → Radio de curvatura de acometida: 600 mts → Radio de curvatura de salida: 600 mts → Profundidad del túnel desde la cota cero (Máq.): 16 mts → Profundidad del túnel desde la cota cero recepción: 20 mts → Tapada Bajo el lecho del Río Cashiriari: Mas de 10 metros dentro estrato consolidado. → Distancia entre extremos por trazado aprox: 481 mts → Largo columna sugerida para inserción aprox: 500 mts. |
| Imagen |  | Imagen |  |

Figura N°3.2: Especificaciones de los Cruces Especiales
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Cruces Especiales Ducto Existente: Se ha considerado realizar la instalación del ducto nuevo con los cruces de ductos, cables eléctricos y fibra óptica existentes en operación; como actividad previa de ejecución la detección superficial del ducto, realizar calicatas hasta el lomo del ducto cada 10 metros, señalización de

peligro y marcado del ducto, se delimitará con barreras de protección visibles, se realizará excavación manual para ubicar y liberar las interferencias. La metodología de trabajos se realizará siguiendo los lineamientos de seguridad.

Pruebas: A medida que se finalice el montaje de los tramos, se realizará una prueba hidráulica de resistencia y hermeticidad en las presiones indicadas por las especificaciones técnicas y los cálculos realizados por la oficina técnica en base a longitud de tramo, altimetría, etc. Se procederá primero al soplado y limpieza de cada tramo mediante el pasaje de scrappers limpiadores, a fin de remover de la tubería toda la tierra, agua óxidos u otras sustancias alojadas en su interior. El agua para prueba podrá ser obtenida de los ríos de la zona y su disposición luego de las pruebas se realizará previo tratamiento.

Secado de la Tubería: Una vez realizadas las pruebas anteriores se deberán eliminar el agua de la cañería. Para ello se emplearán polipigs de barrido, los que serán impulsados con aire comprimido según el sentido conveniente de la operación y la cantidad de veces que la inspección lo considere necesario.

Inspección Interna del gasoducto (Pig instrumentado): Una vez realizada la Prueba Hidráulica y el vaciado de la tubería se procederá a realizar la corrida del Pig Instrumentado. Para esta tarea se contempló el subcontrato de una empresa de alto reconocimiento en el mercado internacional especialista en estas actividades. Esta herramienta nos dará la posibilidad de monitorear la cañería y poder determinar la integridad del ducto, ubicar las posibles anomalías presentes en el mismo tales como abolladuras, deformaciones, ovalizaciones y otros defectos que pudieran ser encontrados.

Fibra Óptica: Se realizará el suministro, tendido y pruebas de fibra óptica requerido para las telecomunicaciones del proyecto. Así mismo serán realizadas las canalizaciones finales y el tendido de la misma y las obras civiles que se requieran para su instalación y protección.

Protección catódica y señalamiento: Se prevé realizar la construcción de la protección catódica realizando la instalación del sistema y la provisión de equipos para el método de corriente impresa, determinado en la ingeniería para

construcción la potencia, rectificadores, y materiales de ánodos galvanizados, de acuerdo con los resultados de los estudios de suelo.

Recomposición final: Completados los trabajos se realizará la recomposición final de toda la zona donde se hayan realizado trabajos de manera de que la zona recupere su antiguo estado. Se pondrá especial atención en iniciar los trabajos de recomposición de pista una vez comenzada la fase de bajada y tapada, a fin minimizar las posibles erosiones.

Tie Ins en Planta Malvinas y Cashiriari 1: Se ha previsto realizar la provisión y montaje de las conexiones (Tie-Ins) tanto en la locación Cashiriari 1 como en la Planta Malvinas, para esto se realizarán los correspondientes relevamientos en campo para definir los puntos de interconexión definitivos (Tie-Ins) a las instalaciones existentes y su forma de ejecución.

Tareas Complementarias y de Apoyo: Las tareas complementarias y de apoyo serán aquellas que brindarán servicio a los trabajos en campo permitiendo realizar las actividades de manera eficiente respecto a calidad y tiempo. Estas tareas son: Construcción Puentes, Viveros, Canteras y Hormigonado de Tubería.

Precomisionado, Comisionado y Puesta en Marcha: Concluidos los trabajos en campo de las distintas fases y una vez probada la cañería e instalaciones con resultados satisfactorios que no implican riesgo a las instalaciones existentes, se considera que se ha realizado las tareas de Precomisionado satisfactoriamente y se podrá considerar que el proyecto se encuentra listo para ser comisionado.

3.4.6 Válvulas de Control (LBV's) y Espesor de Tuberías

Como medida de seguridad, inspección y monitoreo del FlowLine se deberá considerar el suministro e instalación de imanes permanentes en el cuerpo superior de la tubería como mínimo cada 1 km con registro de sus coordenadas X,Y,Z. Esta facilidad se utilizará en las inspecciones de posicionamiento inercial del ducto, para determinar probables movimientos de la tubería y las tensiones resultantes. Estos imanes serán del tipo Rosen Marker Magnet (MM2.0). Así mismo PPC suministrará las Line Break Valves de la Tubería (LBV's) en

Cashiriari 1 (nueva trampa lanzadora), en la Planta Malvinas (nueva trampa receptora) y en los ríos Cashiriari y Porocari (se deberá instalar una LBV de cada lado de los cruces). Las LBV's serán soldadas a la tubería y se instalarán enterradas. Las LBV's se instalarán a ambos lados del cruce de los ríos Porocari y Cashiriari, como una medida de seguridad en caso que la tubería sea erosionada por el cauce de los ríos, las Válvulas de control (6 LBV's) se usarán para el monitoreo, mantenimiento y como medida de seguridad.

Cuadro N°3.4: Espesores de Tuberías del FlowLine

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| KM | Espesor (Pulg) | Número de Tubos | Longitud (m.) | Observaciones |
|----------------------|----------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|
| KM 00 | 0.938 | 19 | 228.00 | Salida de Cashiriari 1 hacia Malvinas |
| | 0.812 | 15 | 180.00 | Salida de Cashiriari 1 hacia Malvinas |
| | 0.688 | 51 | 612.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 01 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 02 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 03 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 04 | 0.688 | 73 | 876.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 11 | 132.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 05 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 06 | 0.688 | 79 | 948.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 07 | 0.688 | 76 | 912.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 6 | 72.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 08 | 0.688 | 22 | 264.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.938 | 63 | 756.00 | Cruce de Río Cashiriari por HDD |
| KM 09 | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 10 | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 2 | 24.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 11 | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 12 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 13 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 14 | 0.688 | 70 | 840.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 2 | 24.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 15 | 0.688 | 58 | 696.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 2 | 24.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 16 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 1 | 12.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 17 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 18 | 0.688 | 80 | 960.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 5 | 60.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 19 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 20 | 0.688 | 78 | 936.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 6 | 72.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 21 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.812 | 4 | 48.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 22 | 0.688 | 65 | 780.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.938 | 14 | 168.00 | Material Rocoso |
| | 0.812 | 4 | 48.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 23 | 0.688 | 49 | 588.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.938 | 34 | 408.00 | Cruce de Río Porocari a cielo abierto |
| KM 24 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| | 0.688 | 26 | 312.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 25 | 0.938 | 58 | 696.00 | Material Rocoso |
| | 0.938 | 82 | 984.00 | Material Rocoso |
| KM 26 | 0.938 | 84 | 1,008.00 | Material Rocoso |
| KM 27 | 0.938 | 84 | 1,008.00 | Material Rocoso |
| KM 28 | 0.938 | 84 | 1,008.00 | Material Rocoso |
| KM 29 | 0.938 | 84 | 1,008.00 | Entrada a la Planta de Malvinas |
| KM 30 | 0.938 | 30 | 360.00 | Entrada a la Planta de Malvinas |
| Total general | | 2,504 | 30,048.00 | |

El espesor de pared de las tuberías varía de acuerdo a las condiciones de su ubicación, ejemplo en los cruces de ríos y en los cruces de quebradas es de mayor espesor, también varía de acuerdo al tipo de suelo (Ver Cuadro N°3.4).

Participación en la realización del Proyecto del Nuevo FlowLine:

A continuación, describo las funciones que mi persona, bachiller Ing. Civil Gerardo Bendezú De la Cruz, realicé en la ejecución del Proyecto del Nuevo FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas, con lo cual pretendo optar el título de Ingeniero Civil – FIC – UNI, presentando el Trabajo de Suficiencia Profesional “TSP” denominado **“Planeamiento, Programación y Supervisión de los Procesos Constructivos del Tendido de Tuberías de Gas en Selva”**.

Funciones y Responsabilidades Organizativas:

- Dado que el contrato es en el marco de un proyecto EPC, me encargué de coordinar, dirigir, informar y supervisar las actividades de las diferentes disciplinas, como civil, mecánica, instrumentación y control, electricidad, procesos, control de calidad y documentos de ingeniería. De manera que la ingeniería, construcción y calidad de las obras cumplan con los estándares y niveles definidos en el proyecto.
- Seguimiento constante de la ejecución de los trabajos para garantizar que el Proyecto EPC (Ingeniería, Procura, Construcción y Puesta en Marcha), se lleve a cabo de manera tal que se cumpla con los alcances, cronograma, presupuesto y calidad del proyecto bajo lineamientos del PMI.
- Responsable de la formación y conducción de equipos de trabajo en ingeniería, supervisión de obras, y seguimiento y control de proyectos.
- Aseguramiento del cumplimiento de la construcción con los planes de ingeniería, códigos, normativas y reglamentos vigentes, incluidas las de seguridad industrial y medio ambiente (SMS).

Funciones y Responsabilidades Técnicas:

- Definir el alcance inicial y solicitar los recursos financieros iniciales. Se identificó los interesados internos y externos que ejercieron alguna influencia sobre el resultado global del proyecto. Esta información se plasmó en el acta de constitución del proyecto (Project Charter) y registro de interesados.

- Una vez determinado el Flujo de Procesos y la dirección del proyecto, fue necesario considerar realizar las etapas del proyecto con fases superpuestas, tales como: Ingeniería de detalle; Construcción y Puesta en Marcha.
- Con los procesos de planificación definidos se desarrolla el plan para la dirección del Proyecto y los documentos que se usarán para llevarlo a cabo, esto se realizará integrando las diversas áreas de conocimiento, tales como: Alcances, Tiempo, Costos, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgo, Adquisiciones, Integración.
- Realizada la planificación del Proyecto y una vez iniciados los trabajos de campo, es decir, iniciada la ejecución de las obras me traslade al campamento Malvinas para asumir las funciones y responsabilidades de mi cargo como JEFE DE OFICINA TECNICA DE CAMPO (Ver Figura N°3.4 – Organigrama de Campo), teniendo la responsabilidad de coordinar los trabajos con las diferentes especialidades con el objetivo de cumplir con los plazos determinados en el cronograma de obra, para lo cual tuve que realizar el seguimiento y control de la obra.
- Supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño del Proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. El grupo de procesos de seguimiento y control incluye: a) Controlar cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas. b) Dar seguimiento a las actividades del Proyecto, comparándolas con el Plan de Dirección del Proyecto y la línea base de desempeño de ejecución del proyecto. c) Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.
- Realizar el seguimiento y control en: el alcance, las adquisiciones, el tiempo, el costo, el riesgo, la calidad y las comunicaciones; brindando la información e indicadores necesarios a la Gerencia en Lima para la elaboración del reporte mensual al Cliente utilizando la herramienta “Dashboard”.

Funciones Específicas:

- Revisar la información referente al alcance del proyecto y la propuesta final.
- Planificar la gestión de tiempos.
- Definir las actividades.
- Establecer las secuencias de las actividades.

- Estimar los recursos de las actividades.
- Estimar la duración de las actividades.
- Elaborar el cronograma general del proyecto.
- Elaborar la Línea Base del cronograma del proyecto.
- Controlar los avances en el cronograma de ejecución.
- Realizar las actualizaciones al cronograma del proyecto.
- Controlar los cambios de programación.
- Identificar las restricciones.
- Elaboración del reporte diario de actividades (RDA) y reporte diario de obra (RDO) los cuales se presentan diariamente al Cliente.
- Elaboración del Reporte Semanal y Reporte Mensual de Obra.
- Seguimiento de los Protocolos de Calidad que sustentarán la Valorización.
- Elaboración de la Certificación (Valorización) Mensual de Obra.
- Elaboración de la Valorización Mensual del alquiler de Equipos Pesados y Camionetas al Consorcio Inmac-Contreras.
- Otras funciones solicitadas por la Gerencia en Lima o el Cliente en Malvinas.

3.5 PLANEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO

3.5.1 Organización de la Dirección de Obra

Para poner en práctica las diferentes técnicas de programación de obra, que nos permita alcanzar nuestro objetivo, debemos primeramente darle organicidad a la obra para definir con claridad los alcances, las responsabilidades y las funciones que asumirán sus integrantes.

La estructura, funciones, responsabilidades y autoridad del personal actuante definidas para el Proyecto "FLOWLINE ENTRE CASHIRIARI 1 – MALVINAS", se encuentra sustentada bajo las normas OHSAS 18001:2007 ítem 4.4.1 e ISO 14001:2004 ítem 4.4.1. (ver Figura N°3.3).

Para este proyecto, la responsabilidad del cumplimiento de la Planificación de Obra, el Plan de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente que se encuentra basado en un sistema de gestión recaerá directamente sobre la siguiente estructura (ver Figura N°3.4):

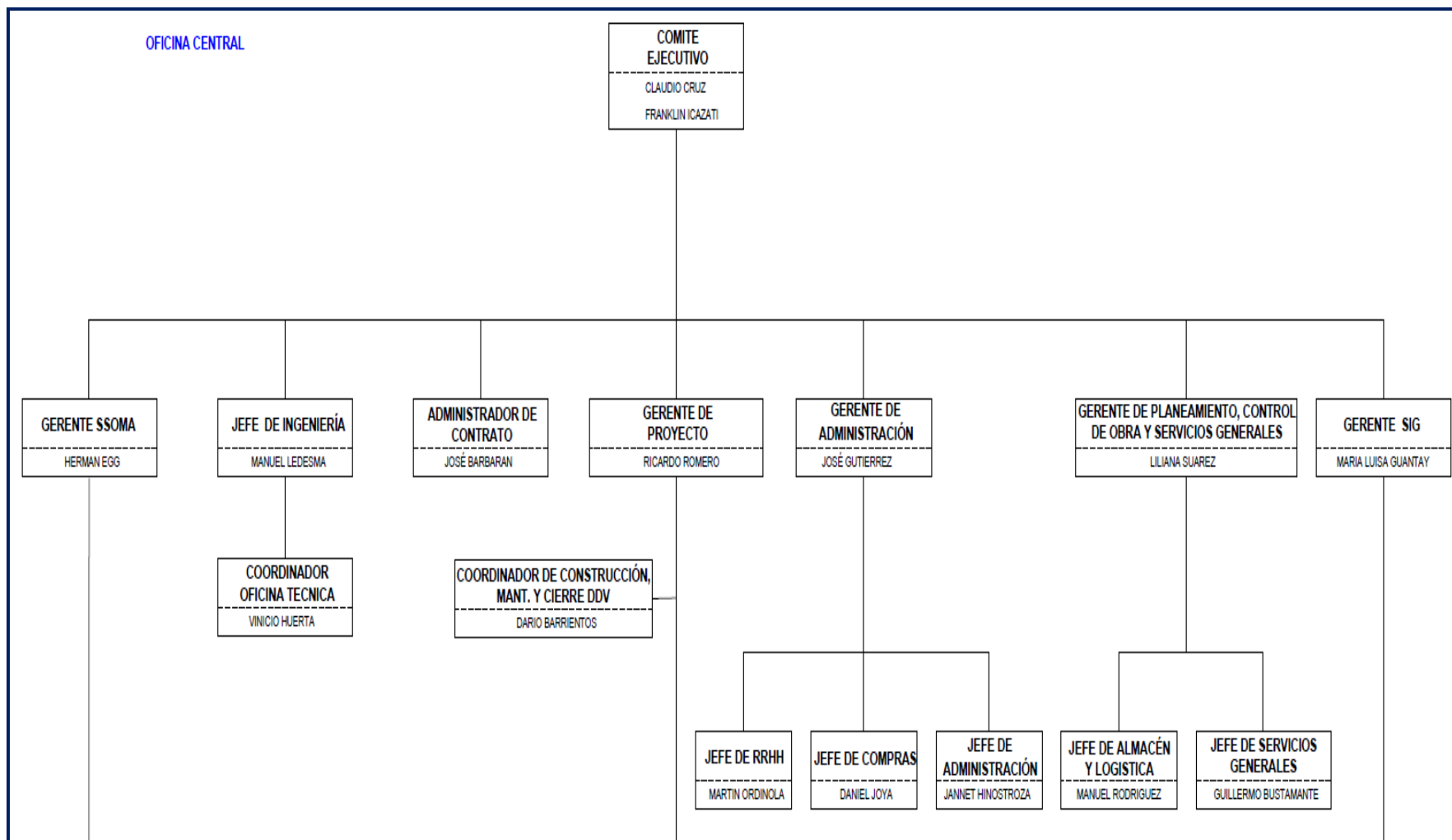


Figura N°3.3: Organigrama Oficina Central - Lima
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

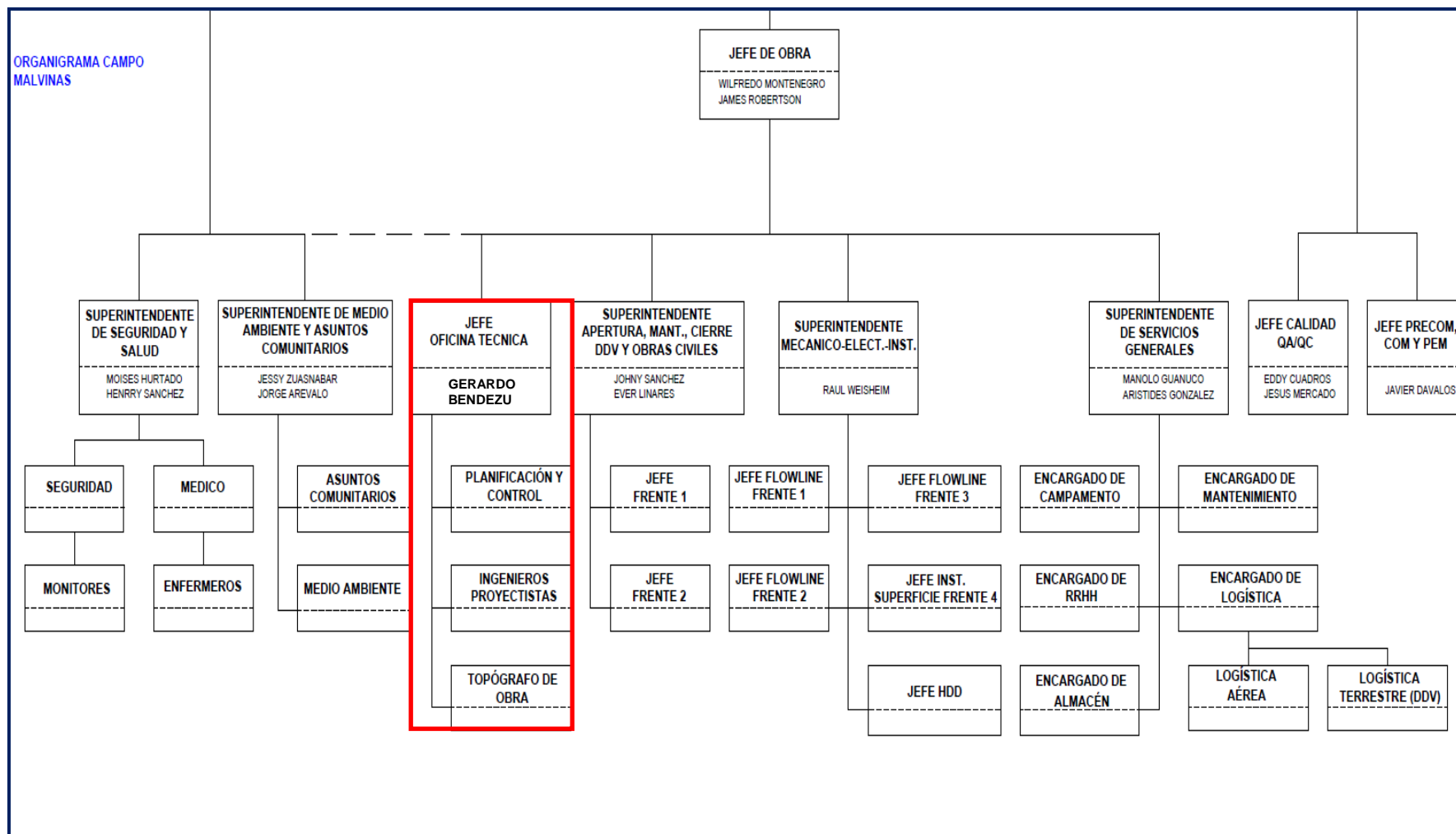


Figura N°3.4: Organigrama de Campo – Malvinas
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

De la Figura N°3.4 tenemos que, para este proyecto, el Sistema de Gestión y la Organización de la Dirección de Obra tienen la siguiente estructura:

- Gerente de Proyecto.
- Jefe de Obra.
- Superintendente de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Superintendente de Medio Ambiente y Asuntos Comunitarios.
- Jefe de Oficina Técnica.
- Superintendente de Apertura, Mantto, Cierre de DdV y Obras Civiles.
- Superintendente Mecánico, Electricidad e Instrumentación.
- Superintendente de Servicios Generales.
- Jefe de Calidad QA/QC.
- Jefe de PRECOM, COM y PEM.
- Supervisor de Seguridad.
- Médico.
- Supervisor de Asuntos Comunitarios.
- Supervisor de Medio Ambiente.
- Ingeniero de Planificación y Control de Obra.
- Ingeniero Proyectista.
- Topógrafo de Obra.
- Jefes de Frentes 1 y 2 de Obras Civiles.
- Jefes de Frentes 1, 2 y 3 de FlowLine.
- Jefe de Frente 4 de Instalación de Superficie.
- Jefe HDD.
- Encargado de Campamentos.
- Encargado de Mantenimiento.
- Encargado de RR.HH.
- Encargado de Logística.
- Encargado de Almacén.
- Monitor de Seguridad.
- Enfermero.

Cada uno de los profesionales y técnicos que forman parte de la Organización de la Dirección de Obra tienen funciones y responsabilidades clave para el éxito del proyecto.

3.5.2 Plan de Ejecución y Fases del Proyecto

De acuerdo a lo especificado en el Pliego de Licitación, el proyecto será adjudicado según el escenario a decisión de PPC y se ejecutará durante los Años 1 y 2, concluyendo la desmovilización en el periodo de creciente del año 2 y 3. Conforme a esto, la planificación de la obra se ha planteado de la siguiente manera:

Ejecución de trabajos en el Año 1:

- Ingeniería para Construcción.
- Emisión ODC de LLI.
- Primera Movilización.
- Armado y acondicionamiento del área para campamento, talleres y oficinas.
- Apertura DDV (pista para construcción) con obras de control de erosión.
- Armado campamentos secundarios o volantes.
- Armado de zonas de helipuerto y acopios.
- Construcción de puentes sobre los ríos Cashiriari y Porocari.
- Montaje de diesel-ducto de Ø3", longitud 31km, con estación de bombeo y derivaciones en línea para abastecimiento de combustible a los equipos.

Ejecución de trabajos en el Año 2:

- Segunda Movilización.
- Recepción de materiales y tuberías suministradas por PPC.
- Fabricación y montaje de FlowLine de Ø24" y longitud 31.3km.
- Cruces de ríos Cashiriari y Porocari mediante HDD; para el río Porocari se determinará con la ingeniería si es posible realizar este cruce soterrado.
- Montaje en Plataforma Cashiriari 1.
- Montaje en Planta Malvinas.
- Trabajos de Tie-Ins.
- Precomisionado, comisionado y apoyo a PEM.
- Desmontaje de diesel-ducto Ø3"
- Remediación de la traza sobre los 31.3km.
- Acondicionamiento y/o restauración de zonas de campamentos.
- Desmovilización (diciembre Año 2, y enero y febrero Año 3).

Fases del Proyecto: Para tener claridad de todas las actividades a ejecutarse, recurrimos a desglosar el trabajo para definir y cuantificar el trabajo a realizar en todo el proyecto. Para esto partiremos del cuadro general de metrados del proyecto. Una estructura de descomposición del trabajo o "EDT", también conocido por su nombre en inglés Work Breakdown Structure "WBS", es una presentación simple y organizada del trabajo requerido para completar el proyecto. Algo importante de recordar es que la "WBS" documenta el alcance del proyecto, no su plan de ejecución. A continuación, se muestra la "WBS" del proyecto (ver Figura N°3.5).

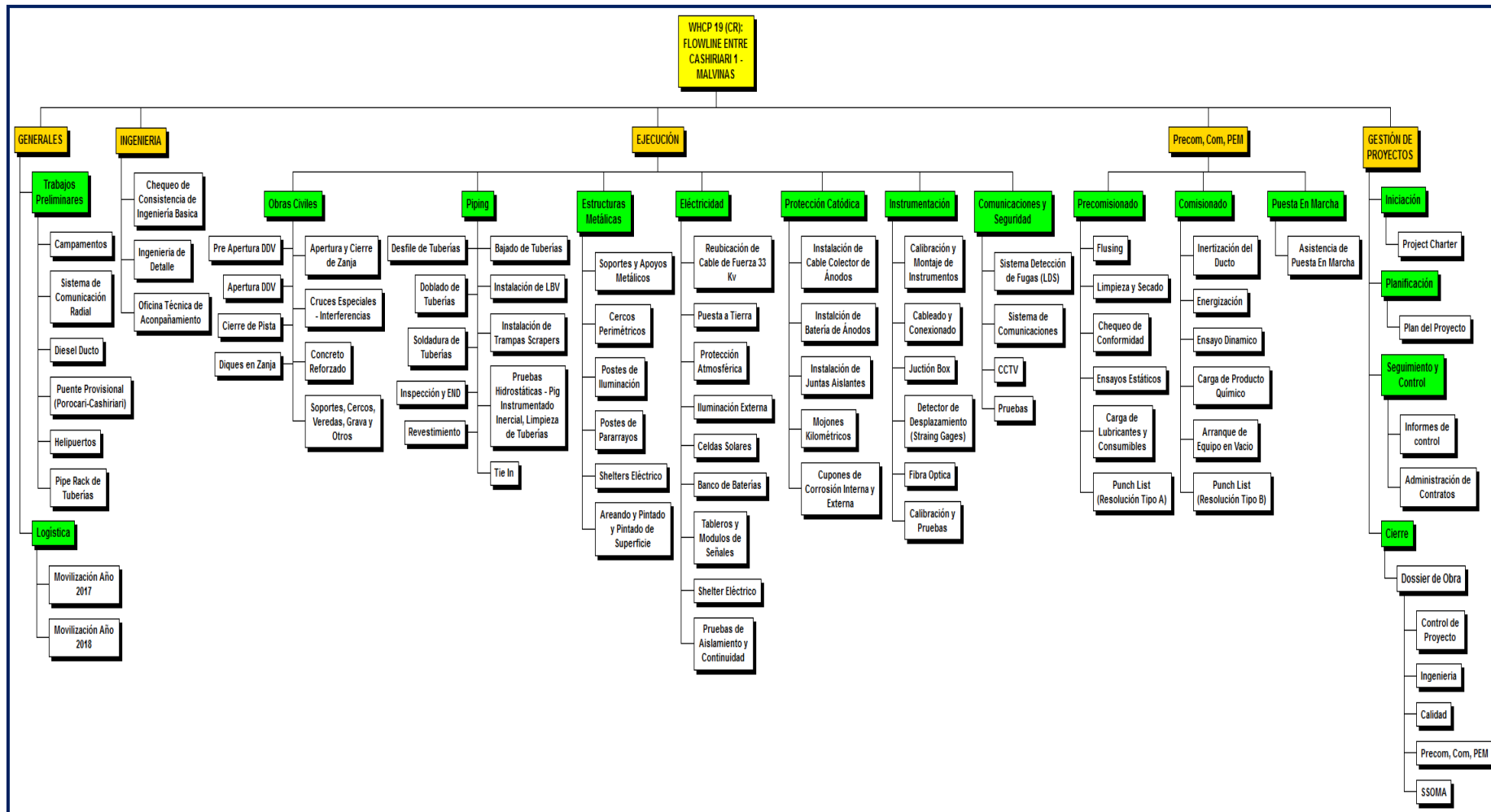


Figura N°3.5: Work Breakdown Structure “WBS” del Proyecto
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

3.6 PLANIFICACION CON EL METODO DE LA RUTA CRITICA “CPM”

Al iniciar los estudios del proyecto se desarrolló una planificación, la cual es la primera fuente importante sobre como guiar el proyecto a través de las etapas posteriores de ejecución, seguimiento, control y cierre. En la planificación se incluyó los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo.

Estos procesos son seis, cinco de ellos se ejecutan antes del lanzamiento del proyecto (en este caso sería en la elaboración de la oferta) dentro de la etapa de planificación. La ejecución de estos culmina con el desarrollo del cronograma, el cual se aprueba y se convierte en la línea base del cronograma del proyecto. El sexto proceso, es el control del cronograma, se desarrolla a lo largo de la ejecución del proyecto, y consiste en controlar desviaciones respecto de aquella línea base del cronograma.

Línea Base del Cronograma: Es una versión determinada del cronograma del proyecto desarrollada a partir del análisis de red del cronograma.

La presente planificación es aplicable a la ejecución del Proyecto “FLOWLINE entre Cashiriari 1 – Malvinas” en el Lote 88, y fue realizada por un equipo de profesionales con las siguientes responsabilidades:

Gerente de Operaciones:

- Revisar la información relacionada al alcance del proyecto y la propuesta final realizada al cliente.
- Aprobar el cronograma general del proyecto.

Gerente de Proyecto:

- Revisar toda la información referente al alcance del proyecto y la propuesta final realizada al cliente.
- Definir la metodología a utilizar para la elaboración del cronograma (para este proyecto de uso las metodologías Gantt y CPM)
- Asignar a los responsables de la elaboración del cronograma del proyecto.
- Participar en la elaboración del plan de ejecución y del cronograma general del proyecto.
- Revisar y aprobar las actualizaciones al cronograma del proyecto.

Residente de Obra / Superintendente de Obra:

- Revisar toda la información referente al alcance del proyecto y la propuesta final.
- Elaborar el plan de ejecución del cronograma general del proyecto.
- Definir la Línea Base del cronograma del proyecto.
- Revisar las actualizaciones del cronograma del proyecto.

Ing. De Oficina Técnica / Planner:

- Revisar toda la información referente al alcance del proyecto y la propuesta final.
- Elaborar el cronograma general del proyecto.
- Elaborar la Línea Base del cronograma del proyecto.
- Controlar los avances en el cronograma de ejecución.
- Realizar las actualizaciones al cronograma del proyecto.

El equipo de dirección del proyecto acepta y aprueba las fechas de inicio y las fechas de finalización de la línea base. A continuación, se detalla los procesos que forman parte de la planificación del cronograma (ver Figura N°3.6)

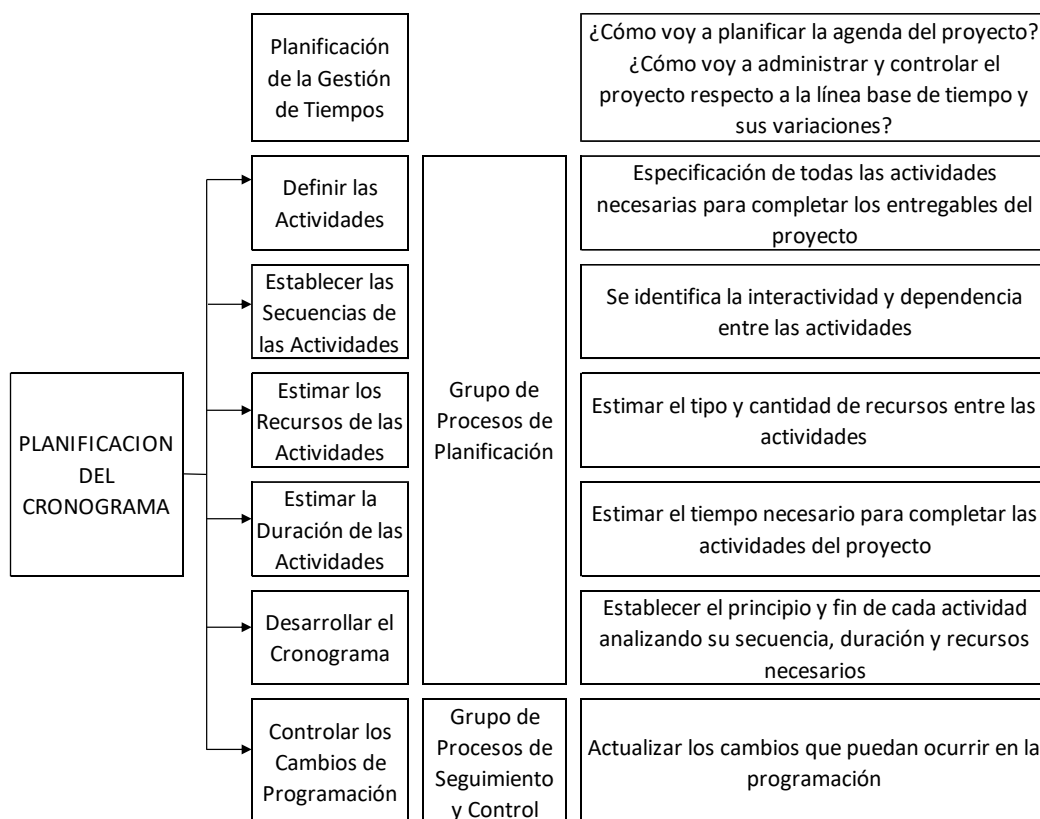


Figura N°3.6: Proceso de Planificación del Cronograma
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

3.6.1 Definición de Actividades

Se busca identificar y documentar el trabajo que se pretende hacer. Esto quedará plasmado en el listado de actividades.

Se toma como entrada los paquetes de trabajo que forman los niveles más bajos del WBS y los subdivide en componentes menores, hasta alcanzar el nivel de actividades que deben tener un grado de detalle apropiado para poder estimar su duración y programarlas adecuadamente, así como también monitorear y controlar los trabajos del proyecto (ver Figura N°3.7)

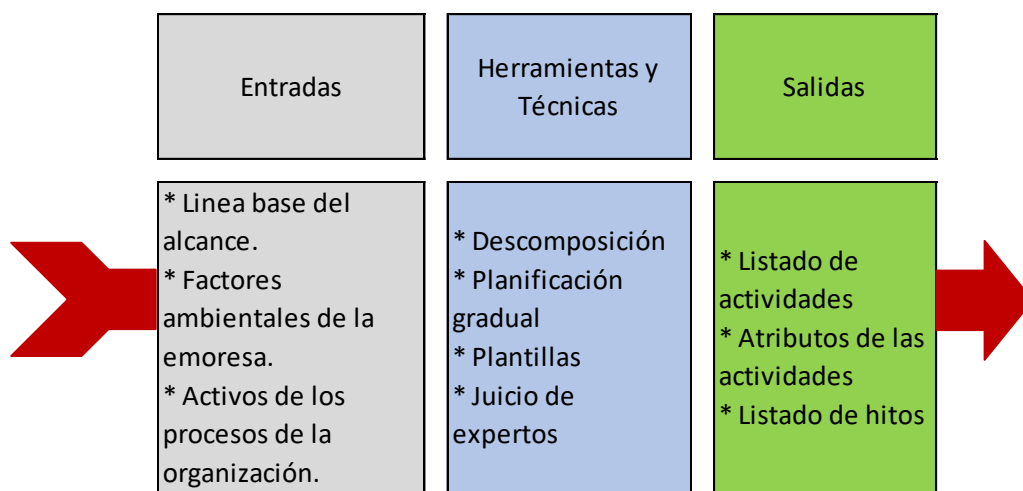


Figura N°3.7: Proceso – Definir las Actividades

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Para poder efectuar una correcta definición de actividades se deberá tener en cuenta las restricciones o asunciones:

- Las Restricciones, son factores que limitarán las opciones de su equipo de dirección de trabajo, como los hitos del cronograma con fechas de conclusión impuestas por dirección de proyecto o por el Contrato.
- Las asunciones, son factores que se consideran verdaderas para la planificación del cronograma del proyecto, como las horas de trabajo por semana o el momento del año que se realizarán los trabajos de construcción. La continuidad de la validez de asunciones se debe monitorear a lo largo de todo el proyecto para confirmar que siguen vigentes.

Para el listado de actividades del presente proyecto se detectó las siguientes restricciones:

- El inicio de la movilización de materiales para campamentos, talleres y equipos para apertura de pista, así como accesorios para Gasolinoducto tuvo como fecha de inicio el 01 de marzo del 2018.
- El inicio de la movilización de equipos para montaje de FlowLine, tuvo como fecha de inicio el 01 de diciembre del 2017.
- La apertura del DDV tuvo como fecha de inicio el 22 de marzo del 2018.
- La excavación de zanja para instalación de FlowLine tuvo como fecha de inicio el 08 de abril del 2019.
- Los trabajos de pre comisionado y comisionado tuvo como fecha de inicio el 19 de agosto del 2019.

Así mismo se asumió lo siguiente:

- Se asumió que no habría desordenes sociales que afecten la normal ejecución de las tareas.
- Se asumió que se trabajaría aproximadamente 10 horas diarias.

3.6.2 Establecer Secuencia de Actividades

Este proceso identifica y documenta las dependencias entre las actividades del cronograma. Como resultado se obtiene un diagrama de red, el cual indica a grandes rasgos, el orden de ejecución de las actividades.

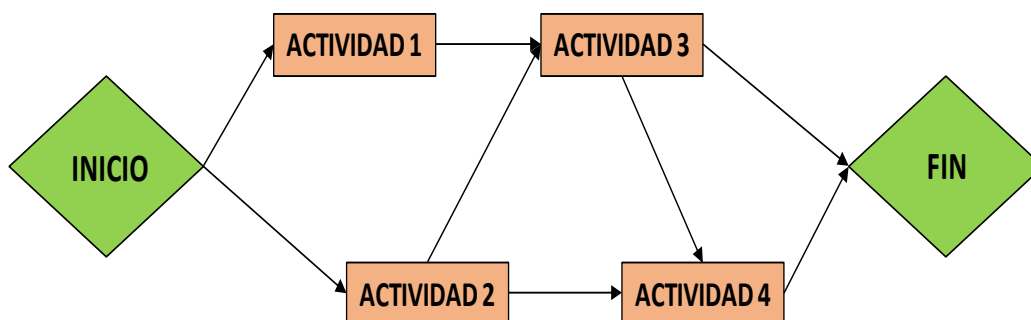


Figura N°3.8: Proceso – Bosquejo de Diagrama de red de Actividades
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Se utilizaron casillas o rectángulos denominados nodos, para representar las diferentes actividades del proyecto (ver Figuras N°3.8 y N°3.9).

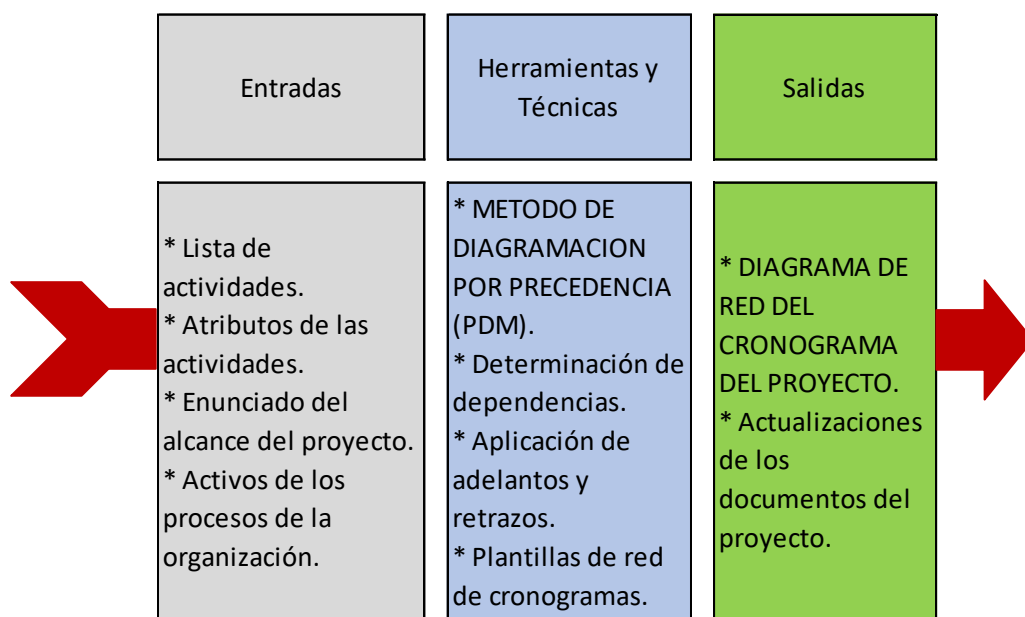


Figura N°3.9: Proceso – Establecer las Secuencias de las Actividades
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Dependencias:

Para el caso del proyecto en estudio, se trabajó con secuencias definidas para la construcción que, en rasgos mayores, fueron:

- Ingeniería.
- Instalaciones, campamentos y otros temporales.
- Apertura del derecho de vía.
- Instalaciones de superficie.
- Trabajos complementarios (puentes, hormigonado de tuberías).
- Excavación de zanja.
- Desfile y curvado de tuberías.
- Instalación de FlowLine.
- Cruces especiales de ríos.
- Mantenimiento del derecho de vía.
- Pruebas hidráulicas.
- Cierre del derecho de vía.

Con las dependencias mencionadas podemos realizar el Diagrama de Red del proyecto (Ver Figura N°3.10).

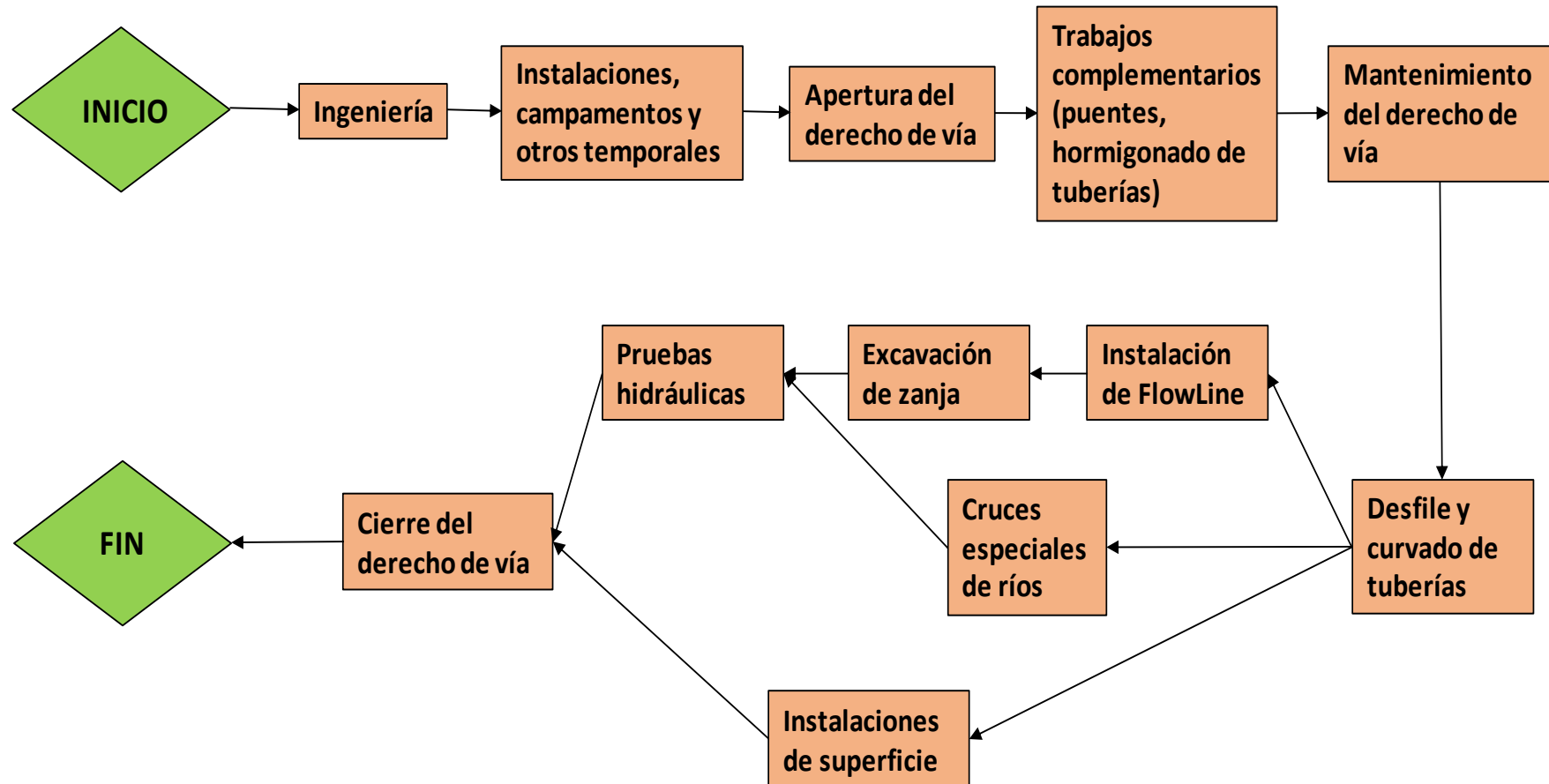


Figura N°3.10: Diagrama de Red de las Actividades del Proyecto FlowLine
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

3.6.3 Estimación de los Recursos de las Actividades

Se estimó la cantidad de equipos, herramientas y materiales, así como el número de cuadrillas coherente para poder efectuar las actividades en el tiempo especificado (Ver Figura N°3.11).

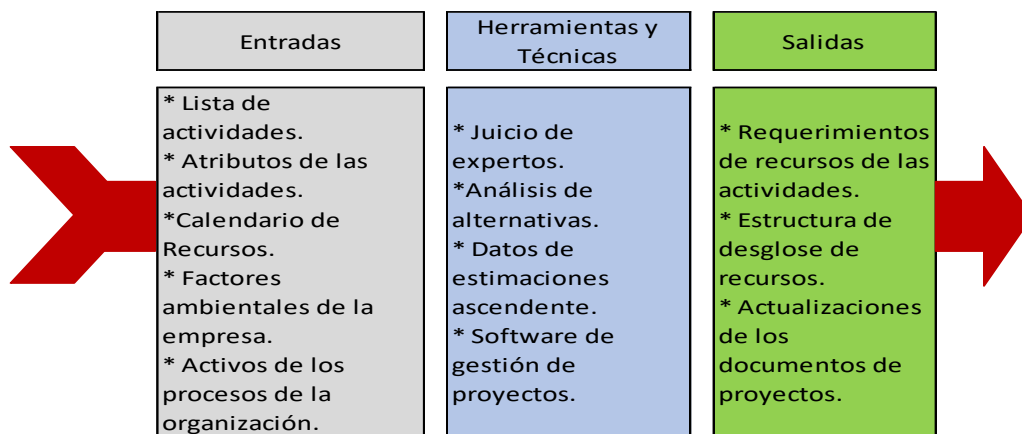


Figura N°3.11: Proceso – Estimación de los Recursos de las Actividades
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

3.6.4 Estimación de Duración de las Actividades

Este proceso es clave en la gestión del tiempo, ya que con sus resultados se elaborará el cronograma del proyecto, que una vez aprobado pasará a ser la línea base sobre la que se controlará el avance (Ver Figura N°3.12).

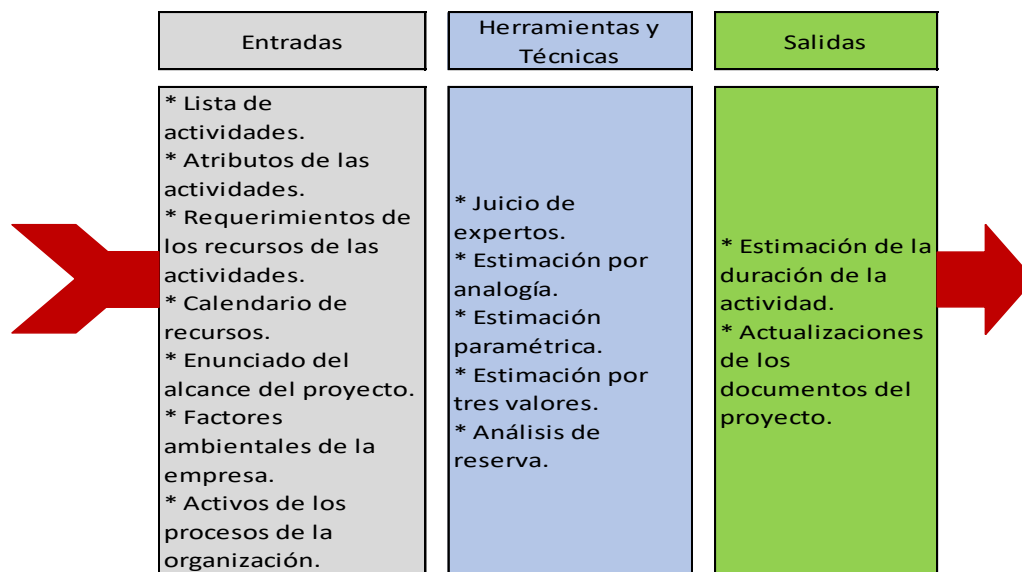


Figura N°3.12: Proceso – Estimación de Duración de las Actividades
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

3.6.5 Control del Cronograma

Este proceso corresponde al único de seguimiento y control, y es el que controla los cambios del cronograma del proyecto. El control del cronograma es una parte del proceso integrado de cambios y que comprende (Ver Figura N°3.13):

- Determinar la situación real del cronograma del Proyecto.
- Influir en los factores que crean cambios en el cronograma.
- Determinar si el cronograma del proyecto ha cambiado y de qué modo.
- Gestionar los cambios a medida que estos suceden.

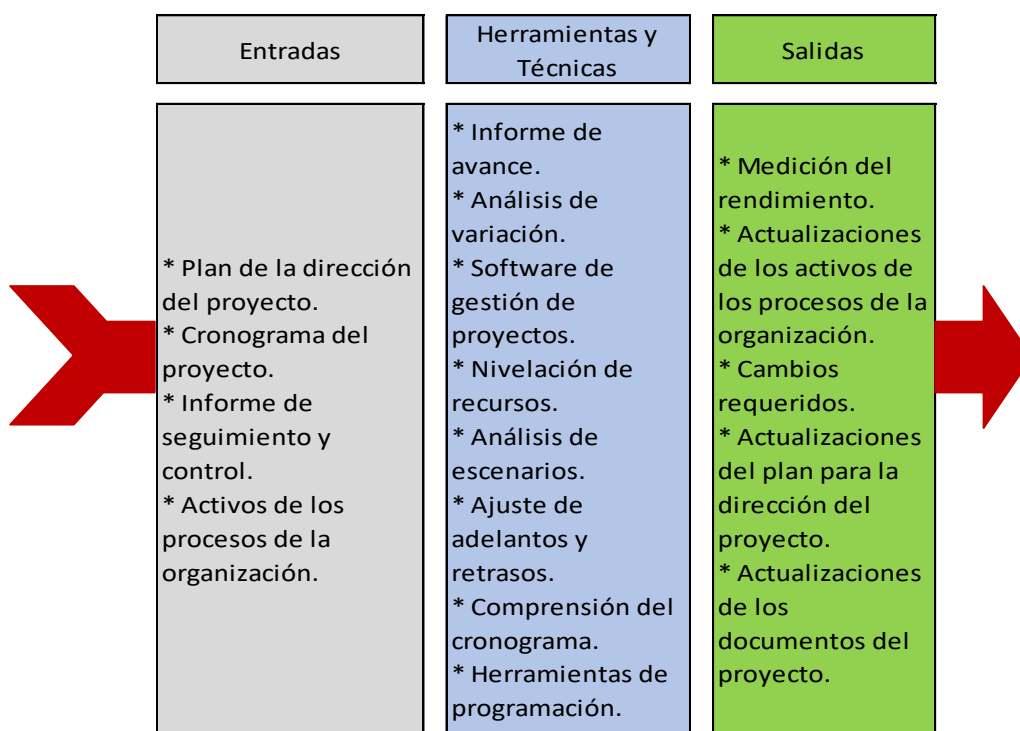


Figura N°3.13: Proceso – Control del Cronograma de Actividades
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Para controlar el cronograma se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Seguimiento del Cronograma: Mientras el proyecto avanza, el Gerente del Proyecto utilizará los reportes del estado de actividad del equipo del proyecto para actualizar el cronograma y la información del avance del trabajo. El reporte del progreso del cronograma incluye información tal como las fechas de inicio y fin reales y la duración para cualquier actividad no finalizada. Para finalizar el reporte del progreso del cronograma se puede utilizar una forma que se mantenga constante durante la vida del proyecto.

El Gerente del Proyecto actualizará el cronograma utilizando los métodos:

1. Colocando los porcentajes para cada actividad que ha sido completada.
2. Colocando el número de días que han sido trabajados en cada actividad.

En el proyecto, se utilizó el primer método por medio del Microsoft Project. Estos periodos de reporte se estimaron que sean semanales para tener un detalle idóneo del cronograma del proyecto. Los resultados de estas actualizaciones con los datos reales le dan al Gerente del Proyecto la información del estado general del proyecto, lo cual puede resultar en cambios al cronograma proyectado.

Monitoreo del Cronograma: El monitorear trata de tomar la decisión en saber si es la variación o el cronograma el que requiere cualquier acción correctiva. Por ejemplo, si una actividad del proyecto dura más días de lo planificado y dicha actividad no está en la ruta crítica, el final del proyecto puede no verse afectado y en consecuencia no se necesitaría aplicar acción correctiva. A continuación, se muestra cómo se puede monitorear la evolución de las tareas, por medio del diagrama de Gantt de seguimiento. En este caso se observa la actualización del progreso de una tarea al 75% del trabajo realizado (Ver Figura N°3.14).

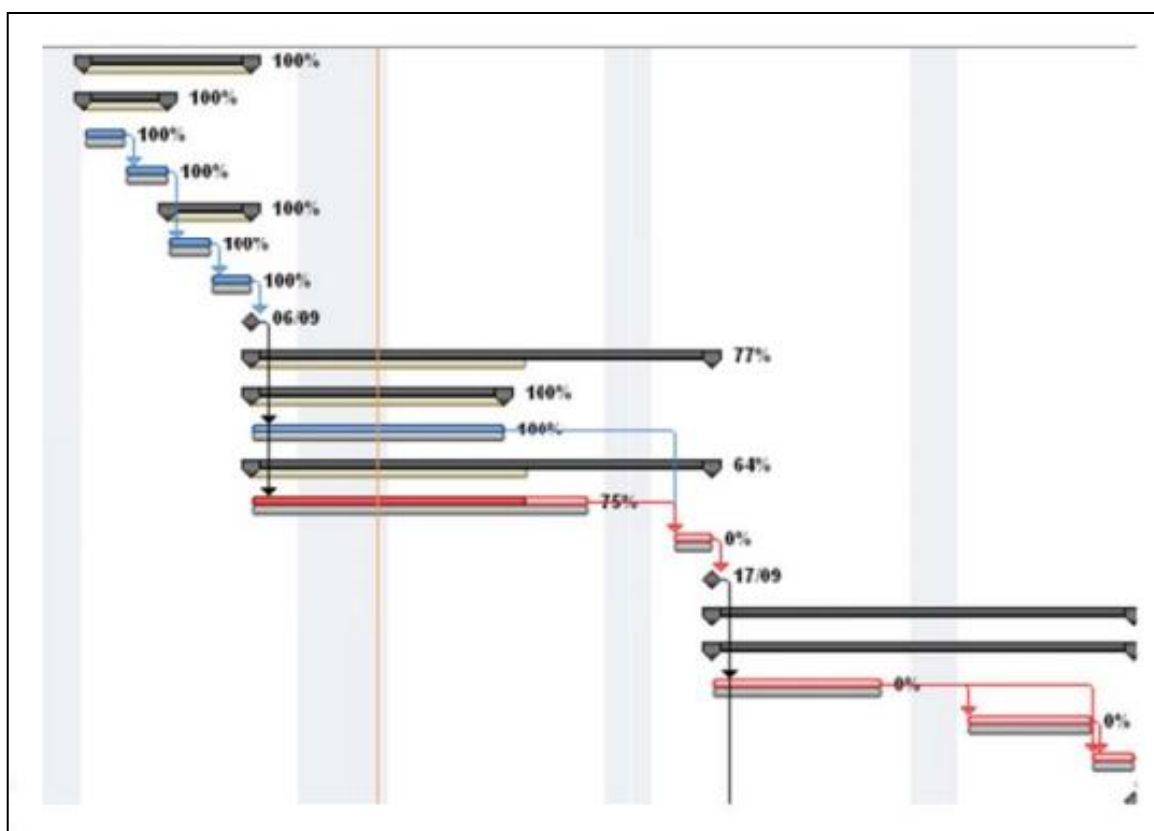


Figura N°3.14: Proceso – Monitoreo del Cronograma
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

El análisis de variación se utiliza para determinar el grado de variación que un cronograma tiene de las fechas originalmente planificadas o línea base. La variación analiza la variación que existe entre las fechas planificadas que cada actividad tenía para empezar y terminar con las fechas actuales con las que las actividades se iniciaron y culminaron. Esto ayuda a detectar variaciones y lleva a la implementación de acciones correctivas en caso de retrasos en el cronograma.

Del análisis de la variación se puede ver la posible demora del proyecto, y en consecuencia saber si es necesario tomar acciones correctivas. Acciones como puede ser el incluir el uso de recursos adicionales, que puede tener un impacto en el presupuesto del proyecto.

Existen dos técnicas simples de acciones correctivas para corregir el cronograma:

- **Crashing:** es una técnica para obtener la mayor reducción del cronograma con el menor aumento de los costos. Se puede aumentar la asignación de recursos a una actividad determinada para reducir el tiempo para completarla. Para ello también se puede ampliar una actividad que no está en la ruta crítica, transfiriendo algún recurso hacia la tarea que queremos reducir su duración. El Gerente de Proyecto tendrá que determinar si la reducción de la duración del proyecto es suficiente para justificar los costos asociados.
- **Fast Tracking:** involucra ejecutar en paralelo las actividades que en un inicio fueron planificadas para estar en secuencia. El Gerente del Proyecto tiene que determinar si no existen dependencias críticas. Con este método las actividades pueden ser ajustadas para tomar ventaja de la Gestión del Cronograma del Proyecto.

Actualizar el Cronograma: Actualizar el cronograma requiere de modificaciones a la línea base del cronograma y las nuevas fechas de inicio y fin. Todos los cambios al cronograma tienen que ser aprobados como parte de los procedimientos de control de los cambios que definen los niveles de autorización para cambios al cronograma.

3.7 PRESUPUESTO DE OBRA

Costos y presupuesto son dos términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costos; y un costo por sí solo, aplicado a una cantidad o metrado, de determinada unidad constituye ya un presupuesto (Ver Figura N°3.15). Para el caso de una obra se puede plantear el esquema:

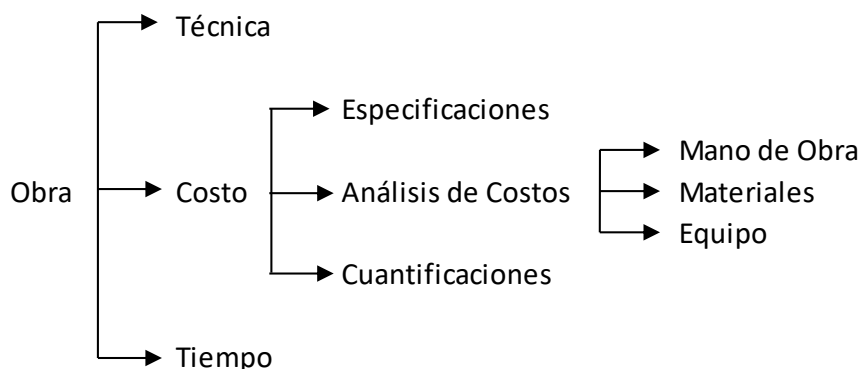


Figura N°3.15: Esquema Costo – Presupuesto

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Para proyectar un presupuesto para la obra a ejecutarse, es necesario contar con la mayor información posible que permita tener un conocimiento al detalle de todos los componentes de la obra. Para ello se cuenta con lo siguiente:

- Memoria Descriptiva
- Especificaciones Técnicas
- Planos

3.7.1 Memoria Descriptiva

Es un documento escrito en el que se explica en que consiste el proyecto de forma clara y completa. Para poder tener acceso a este documento se recomienda ver el ANEXO 1.

3.7.2 Especificaciones Técnicas

Son documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de la obra. Para poder tener acceso a este documento se recomienda ver el ANEXO 2.

3.7.3 Metrados

Definiremos el metrado como un proceso ordenado y sistemático de cálculo, cuya finalidad es determinar por partidas, la cantidad de obra a ejecutar, para poder tener acceso al CUADRO GENERAL DE METRADOS se recomienda ver el ANEXO 4, en el cual se presenta un cuadro en el que podemos ver el volumen de trabajo calculado para el Proyecto, la información que figura en el cuadro, fue extraída del respectivo expediente técnico.

3.7.4 Análisis de Costos

El análisis de costos es el proceso de evaluación de los recursos principales para realizar un trabajo o un proyecto, este análisis establece la calidad y cantidad de los recursos, evalúa los costos en términos de dinero para los gastos que se generen en el desempeño del proyecto, con el objetivo de saber si se puede llevar o no a cabo. Para precisar el total de la cantidad de recursos que se necesita, el Especialista debe comprender las actividades a desarrollar. También debe considerar la cantidad de horas que amerita para cada una de las actividades, de igual forma debe aplicarse para los materiales que se utilizaran en ellas. Una vez culminado el análisis, el Especialista debe realizar un presupuesto detallando la cantidad de personas y materiales. El presupuesto puede contener elementos que no puede ser calculado en términos de dinero.

3.7.4.1 Costos Directos e Indirectos

Costo Directo (C_D): es el valor de los insumos directamente consumidos en la realización del trabajo, tales como: costo de materiales, mano de obra, maquinaria, etc. Estructuralmente, este costo directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

$$\text{Costo Directo (C}_D\text{)} = \text{Metrados} * \text{Costo Unitario}$$

Al realizar el Análisis de Costos Unitarios tenemos que:

$$\text{Costos Unitarios (C}_u\text{)} = \text{Mo} + \text{Eq} + \text{Mat} + \text{Herr}$$

Donde:

Mo = Mano de Obra

Eq =Equipo

Mat = Materiales

Herr = Herramientas.

Costo Indirecto (C_I): corresponde a los gastos de dirección técnico-administrativa de la obra, gastos financieros, etc. Se considera que el costo indirecto varía en forma directamente proporcional al tiempo. Los costos Indirectos que conformarán el Presupuesto de Obra, serán analizados de acuerdo a las necesidades de la misma y se subdividen en:

- Costos Indirectos Fijos.
- Costos Indirectos Variables

Costos Totales (C_T): la suma de los costos directos y los costos indirectos nos permite obtener la curva tiempo-costo total del proyecto, que también, generalmente, resulta una curva cóncava. Trazando una normal horizontal a esta curva obtendremos el punto que corresponde al costo mínimo y duración óptima del proyecto.

$$C_T = C_D + C_I$$

Así mismo, en el presupuesto se aprecia un ordenamiento por fases que nos permitirá llevar un mejor control de los costos.

3.7.4.2 Costos de Seguridad, Medio Ambiente y Calidad

Costos de Seguridad:

Antes de ejecutar un proyecto, es necesario elaborar un plan de seguridad laboral de tal forma que permita identificar los peligros y evaluar los riesgos, adoptando para ello los equipos apropiados de protección personal, así como el sistema de seguridad que se deben implementar. El desempeño de la S&SO, afecta al presupuesto de un proyecto. Por lo que es necesario estimarlos y considerarlos dentro del presupuesto del Proyecto. Enfocaremos nuestro análisis para poder hallar los costos, considerando lo siguiente:

- Equipo de protección personal (EPP)
- Capacitaciones a los trabajadores en temas de seguridad.

Aplicar un sistema de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional, durante la realización de un proyecto, necesariamente generará un centro de costos. Los equipos de protección personal (EPP) comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones. Los equipos de protección personal (EPP) constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo por otros medios como los “Controles de Ingeniería”.

El criterio que se debe tener en cuenta para seleccionar el EPP es el de:

- Proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- No debe restringir los movimientos del trabajador.
- Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento hacerse en la empresa.
- Debe ser construido de acuerdo con las normas de construcción.

Así mismo debemos indicar que los EPP's se clasifican en:

- Protección a la Cabeza (cráneo).
- Protección de Ojos y Cara.
- Protección a los Oídos.
- Protección de las Vías Respiratorias.
- Protección de Manos y Brazos.
- Protección de Pies y Piernas.
- Cinturones de Seguridad para trabajo en Altura.
- Ropa de Trabajo y Ropa Protectora.

El concepto que se emplea es el de contabilizar del total de las horas hombre, desdoblarlos en las horas hombre correspondiente a Operario, Oficial y Peón, con estas cantidades parciales, lo relacionamos con la durabilidad promedio que ofrece cada EPP, esto nos permitirá encontrar la cantidad de EPP's que se consumirán durante el desarrollo del proyecto. Teniendo el costo unitario de cada EPP, simplemente lo multiplicamos por la cantidad de EPP's y estaremos encontrando el Presupuesto de Seguridad esperado.

$$\text{Costos de Seguridad} = \text{Cantidad de EPP's} * \text{Costo Unitario de EPP's}$$

Costos de Medio Ambiente:

Actualmente extensos sectores de la sociedad reconocen la imperiosa necesidad de proteger el medio ambiente, aprovechar cuidadosamente nuestros inapreciables recursos naturales y prevenir la contaminación, minimizando los impactos ambientales negativos. Conviene tener presente que la prevención de la contaminación incluye el uso de procedimientos, productos y materiales que evitan o reducen la contaminación. En los últimos años se ha hecho evidente que muchos de los grandes problemas sociales y los ambientales están muy vinculados. La ejecución de obras civiles y de edificación supone un importante impacto en el medio ambiente, tanto por su resultado de obra terminada, duradera en el tiempo, como por el proceso mismo de su ejecución.

En sí la construcción es una de las actividades que modifican y/o alteran sustancialmente el medio ambiente. Se conoce que, del total de los recursos consumidos en el mundo, la industria de la construcción consume el 40% de arena y piedras, 25% de madera proveniente de bosques, 16% de agua y 40% de energía. En síntesis, por cada metro cuadrado de edificación, gastamos alrededor de 2, 7 toneladas de materiales.

Durante la construcción, la naturaleza se encuentra particularmente vulnerable a la alteración ambiental. A menudo, la construcción es un proceso rápido y desordenado, con gran énfasis en completar el proyecto y no en proteger el medio ambiente. Por lo tanto, pueden darse impactos ambientales innecesarios y peligrosamente dañinos.

Con el objetivo de minimizar impactos ambientales negativos, es necesario elaborar un plan de gestión de Medio Ambiente y en ella adoptar medidas orientadas a alcanzar ese fin. Las medidas que se ha considerado son las siguientes:

- Capacitación al Personal
- Uso de Contenedores de residuos rotulados.
- Monitoreo periódico de calidad del aire (Monóxido de carbono CO).
- Monitoreo periódico de ruido (Diurno y Nocturno).
- Monitoreo periódico de contaminación del suelo (aceites y grasas)
- Monitoreo periódico de contaminación del suelo (Hidrocarburos)

Costos de Calidad:

En toda obra el gerente responsable dispone del metrado y presupuesto, la información contenida en tal documento es: los precios unitarios, el metrado de la obra, el subtotal (producto de precio unitario de cada partida por su metrado correspondiente), el total del costo directo, el precio de la obra, incluyendo este último los rubros de gastos generales y utilidad. Es decir, la empresa responsable de la construcción debe planificar, y cumplir con controles, ensayos, pruebas, análisis, planificados previamente, sólo así se logrará cumplir con los requisitos del proyecto. Su cumplimiento, demanda de un costo que evidentemente. afectará al presupuesto. De ahí la necesidad de considerarlo en la etapa de elaboración del presupuesto. Los costos relativos a la calidad son:

Costos de Calidad (CDC). - Costos en que se incurre para asegurar una calidad satisfactoria y dar confianza de ello.

Costos de NO Calidad (CNC). - Se considera así a las pérdidas cuando no se logra la calidad satisfactoria.

$$\text{Costos de Calidad} = \text{CDC} + \text{CNC}$$

Donde:

CDC = costos de calidad

CNC = costos de no calidad

Dentro de los costos de calidad, se considera a los costos de prevención y los costos de evaluación.

3.7.5 Presupuesto

Tradicionalmente, se considera que un presupuesto está constituido por los costos directos y los costos indirectos. Los costos de calidad de prevención y evaluación, los costos de seguridad y salud ocupacional (referidos a la capacitación y uso de EPP's), y los costos de medio ambiente, muchas veces son absorbidas multiplicándolos por un factor que manejan las constructoras producto de su experiencia y la acumulación de información que adquieren a través de las distintas obras ejecutadas. Para poder acceder al Presupuesto de Obra se recomienda ver el ANEXO 5.

CAPÍTULO IV: PROGRAMACIÓN DE OBRA

4.1 RESUMEN DEL PLANEAMIENTO DE OBRA

4.1.1 Recurso Humano

Inevitablemente la ejecución de un proyecto necesita de la participación de un recurso muy valioso como es el humano, pero éste debe participar en forma organizada. Por ello la importancia de contar con una Organización de la dirección de Obra y de la Ejecución de Procesos (Ver Figura N°4.1).

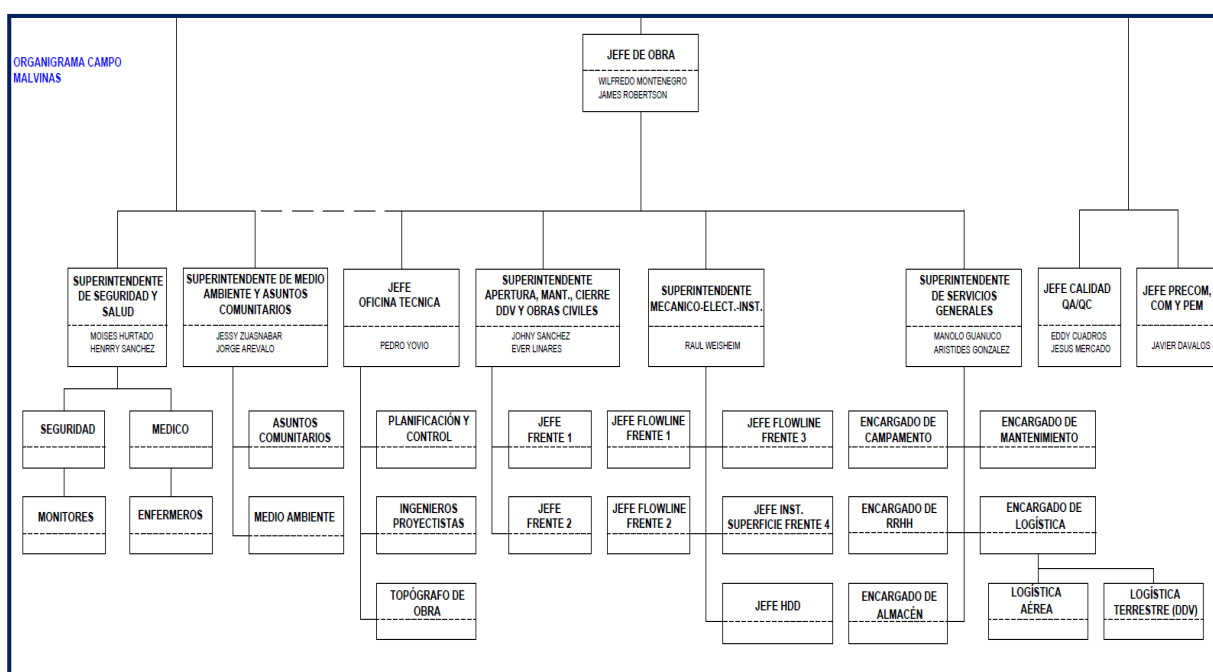


Figura N°4.1: Organigrama de Dirección de Obra

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

4.1.2 Área Física

La forma como se dará inicio a la ejecución del proyecto, dependerá de la UNIDAD DE PRODUCCIÓN que se haya definido, así como la estrategia adoptada para su desarrollo, considerando para ello el entorno de su ubicación (PLANEAMIENTO REGIONAL). El proyecto se ubica en el lote de Malvinas – Distrito de Megantoni – Provincia de La Convención – Región Cusco, por lo que debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- La disponibilidad de la mano de Obra en la zona.
- La disponibilidad de materiales y otros recursos en la zona.
- Recursos básicos como agua, electricidad, alcantarillado.
- Condiciones físicas del terremoto, topografía.
- Caminos de acceso al lugar de la obra, capacidad portante de los suelos.
- Distancia a puertos, ferrocarriles y pueblos aledaños.
- Otros medios de comunicación (teléfono, radios, etc.).
- Apoyo logístico varios.
- Condiciones climáticas.

4.1.3 Procesos

Gestionar el desarrollo del proyecto bajo un enfoque por procesos, permite la identificación y administración sistemática de las actividades y las interacciones entre ellas, con el fin de obtener los resultados esperados (Ver Figura N°4.2).

No olvidemos que:

- Los procesos son las CAUSAS. Mientras que los productos son nuestros EFECTOS.
- Todo proceso es posible de ser mejorado.

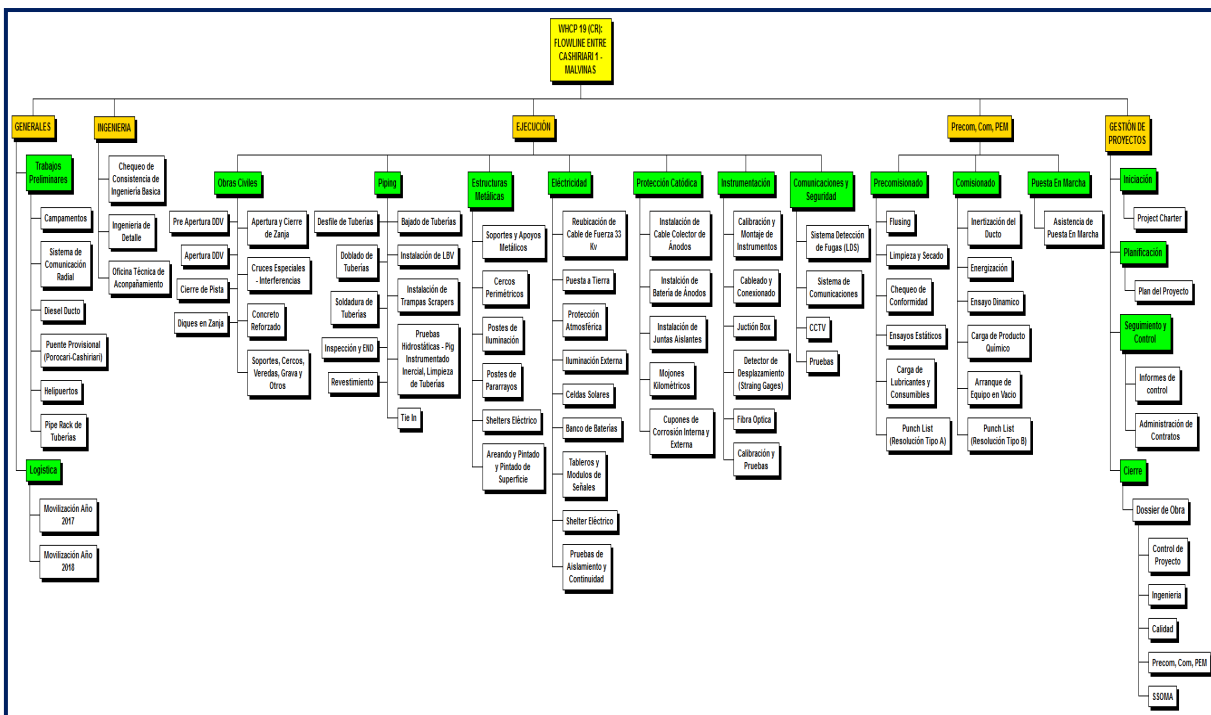


Figura N°4.2: Work Breakdown Structure “WBS” del Proyecto
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

4.1.4 Diagrama de Red

Para el caso del proyecto en estudio, se trabajó con secuencias definidas para la construcción de la obra que, en rasgos mayores, comprendieron las siguientes actividades:

- Ingeniería.
- Instalaciones, campamentos y otros temporales.
- Apertura del derecho de vía.
- Instalaciones de superficie.
- Trabajos complementarios (puentes, hormigonado de tuberías).
- Excavación de zanja.
- Desfile y curvado de tuberías.
- Instalación de FlowLine.
- Cruces especiales de ríos.
- Mantenimiento del derecho de vía.
- Pruebas hidráulicas.
- Cierre del derecho de vía.

Con las dependencias mencionadas podemos realizar el Diagrama de Red del proyecto (Ver Figura N°4.3).

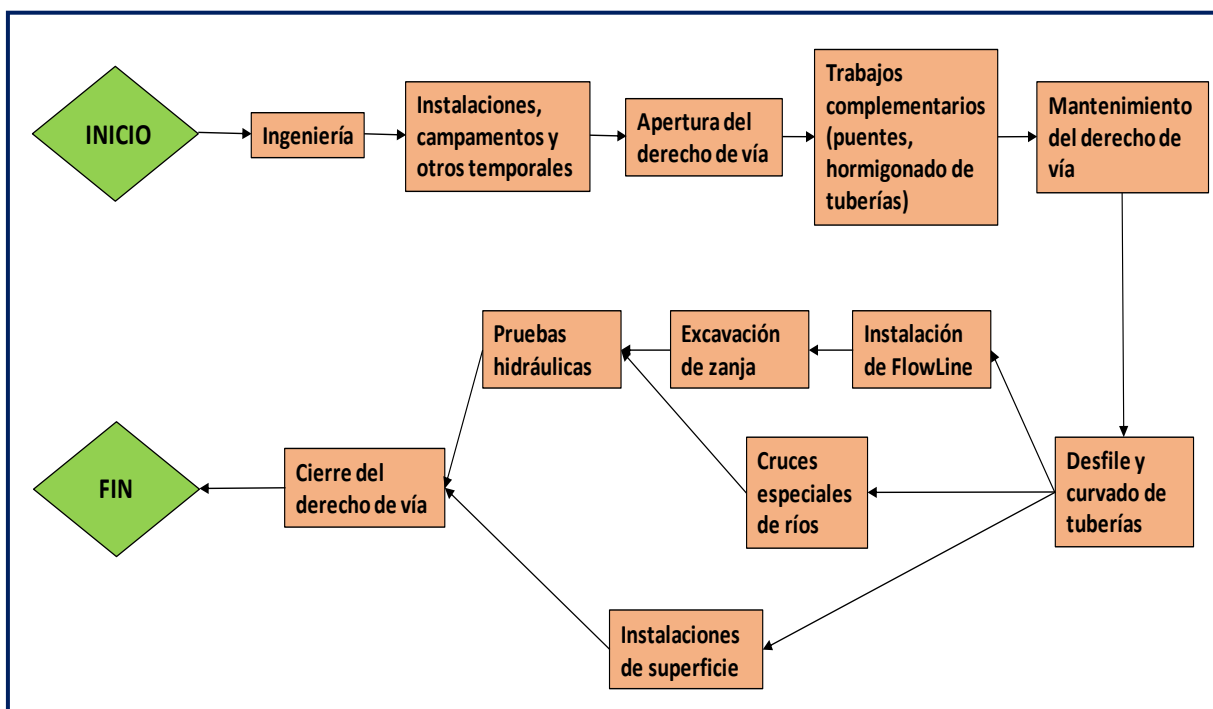


Figura N°4.3: Diagrama de Red del Proyecto

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

4.2 DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA

En un proyecto de construcción se puede aplicar las diversas herramientas de planeamiento que existen y que puedan estimar los resultados que se buscan, es factible usar Gantt, la Curva “S” y Microsoft Project, pero en mi caso particular además de utilizar las antes mencionadas recomendaría aplicar un CPM o el Método de la Ruta Crítica, de hecho, es una herramienta que no dejaría de aplicar al desarrollar un proyecto.

El Método de la Ruta Crítica (CPM-Critical Path Method) o del camino crítico, es una herramienta que me permite estimar el tiempo más corto en el que es posible completar un proyecto. Este es un algoritmo utilizado para el cálculo de tiempos y plazos en la planificación de proyectos. El objetivo principal es determinar la duración de un proyecto, donde cada una de las actividades del mismo tiene una duración estimada. La duración de las actividades que forman la ruta crítica determina la duración del proyecto entero y las diferencias con las otras rutas que no sean la crítica se denominan tiempos de holgura.

En nuestro proyecto usamos el método de la ruta crítica con tiempos ciertos calculados en base a los rendimientos de las cuadrillas en campo basados en experiencias anteriores en trabajos similares, bajos condiciones de topografía y climáticas similares, siguiendo los pasos:

- Identificamos todas las actividades que involucra el proyecto.
- Establecimos relaciones entre las actividades. Se decidió cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
- Se construyó una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia.
- Se definió los costos y tiempo estimado para cada actividad.
- Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto de construcción.

Utilizaremos el diagrama de red y la Ruta Crítica (Ver Figura N°4.4), como ayuda para planear, supervisar y controlar el avance del proyecto.

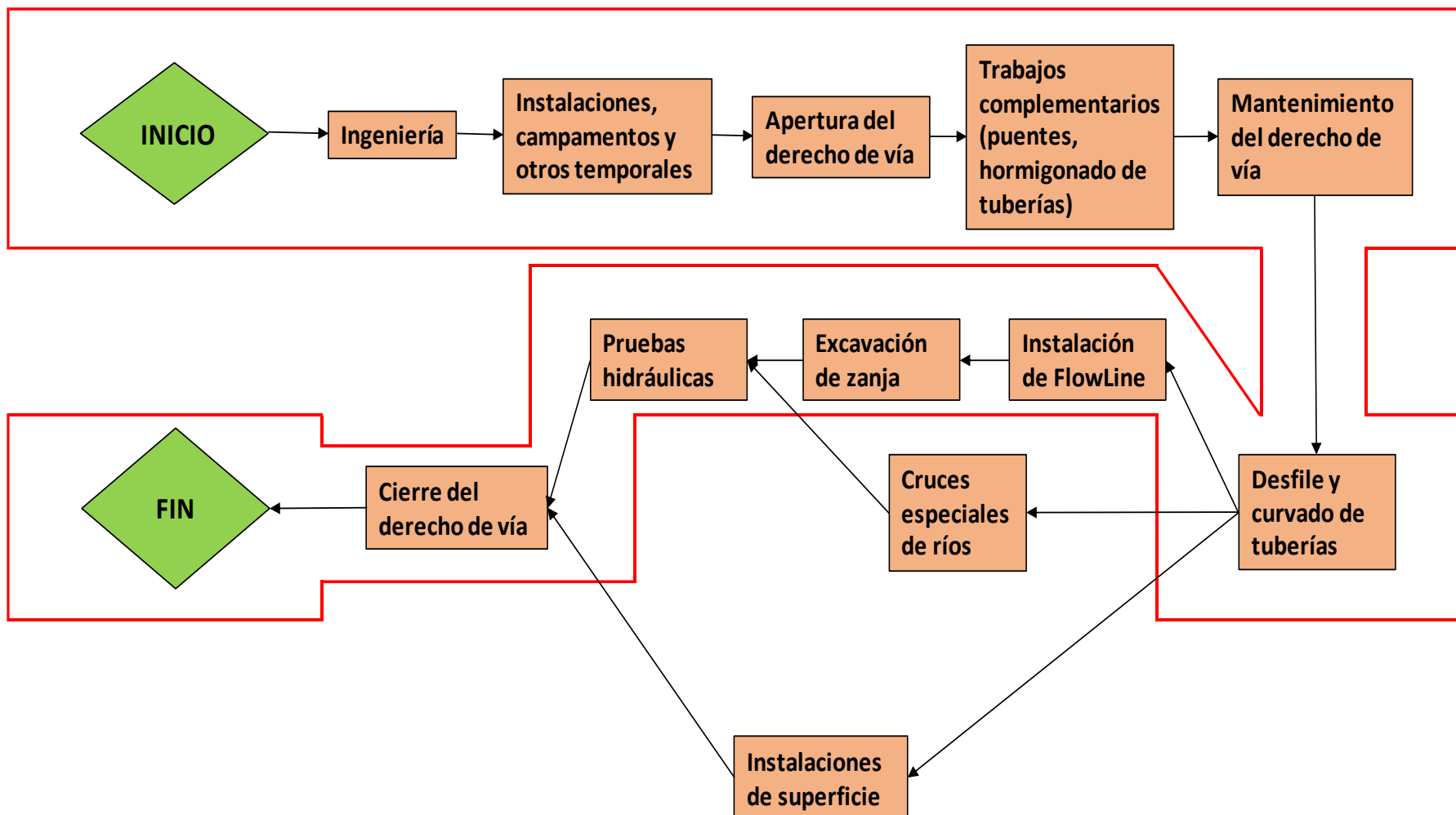


Figura N°4.4: Ruta Crítica del Proyecto – Tendido de Tuberías de Gas.
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

4.3 ASIGNACIÓN DE RECURSOS Y TIEMPOS DE ACTIVIDADES

Nuestro proyecto comprendió las siguientes actividades:

- Ingeniería.
- Instalaciones, campamentos y otros temporales.
- Apertura del derecho de vía.
- Instalaciones de superficie.
- Trabajos complementarios (puentes, hormigonado de tuberías).
- Excavación de zanja.
- Desfile y curvado de tuberías.
- Instalación de FlowLine.
- Cruces especiales de ríos.
- Mantenimiento del derecho de vía.
- Pruebas hidráulicas.
- Puesta en Marcha.
- Cierre del derecho de vía.

De las Cuales las principales actividades son:

- Apertura del derecho de vía.
- Instalación de FlowLine.
- Puesta en Marcha

Analizaremos estas actividades para determinar los tiempos de las mismas y asignar los recursos necesarios.

4.3.1 Apertura del Derecho de Vía

Actividades de campo: En esta etapa se reconocen las siguientes fases de trabajo (Ver Figura N°4.5):

- Topografía de Detalle.
- Demarcación de anchos de pista e identificación de áreas de depósito DME.
- Censo Forestal.
- Desmalezado.
- Tala Dirigida.
- Estructura de contención, construcción de botaderos, obras de geotecnia (trincheras de contención y conducción, canales de drenaje, decantadores de sedimentos, cajas sedimentadoras, etc.).

- Limpieza y destoconado, Avance 50 ml
- Movimiento de suelo orgánico.
- Movimiento de suelo inorgánico.
- Movimiento de suelos para conformación de DDV (corte y eliminación de material), Rendimiento: 131 ml
- Conformación de DDV finalizado, Rendimiento: 50 ml
- Control de erosión.
- Revestimiento de trinchera bulto de rama con geotextil, Rendimiento: 60 ml

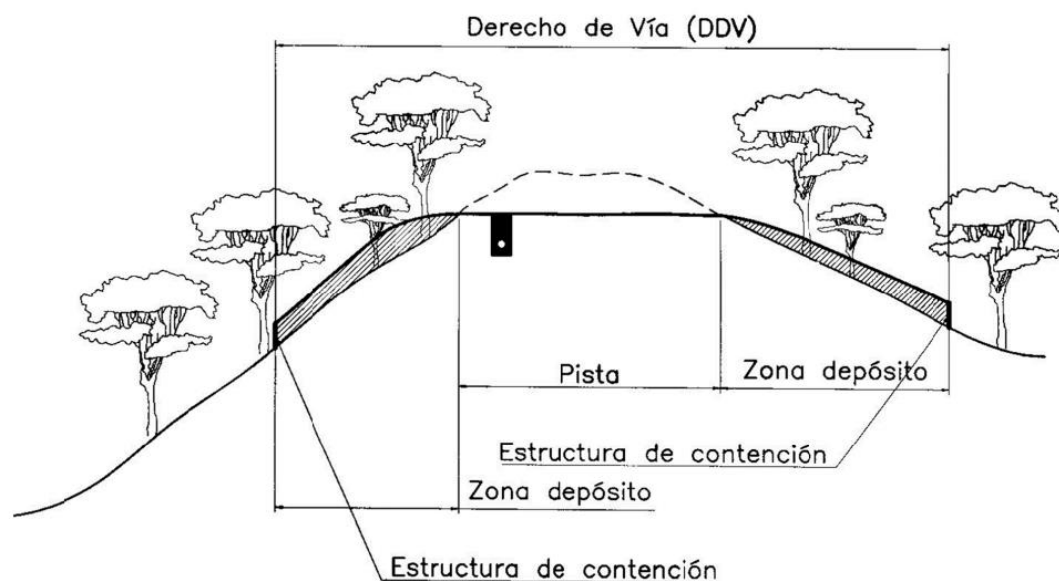


Figura N°4.5: Esquema General del Derecho de Vía

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Personal Requerido en el Frente de Trabajo (Mo): Del Análisis de P.U. se tiene que la cuadrilla típica para esta actividad comprende el siguiente personal:

- (01) Supervisor de Obra
- (01) Topógrafo
- (04) Capataz
- (01) Operario
- (02) Operario Carpintero
- (04) Oficial
- (02) Motosierrista
- (01) Mecánico
- (01) Ayudante de Topógrafo
- (01) Ayudante de Carpintero

- (01) Ayudante de Mecánico
- (18) Ayudante General
- (04) Operador Equipo Pesado
- (01) Supervisor Ssoma
- (02) Enfermera

Esta cuadrilla trabajó jornadas de 8 horas diarias, y se implementó 3 cuadrillas de trabajo (C1 y C2 en el frente 1 y C3 en el frente 2), según la siguiente distribución (Ver Figura N°4.6):

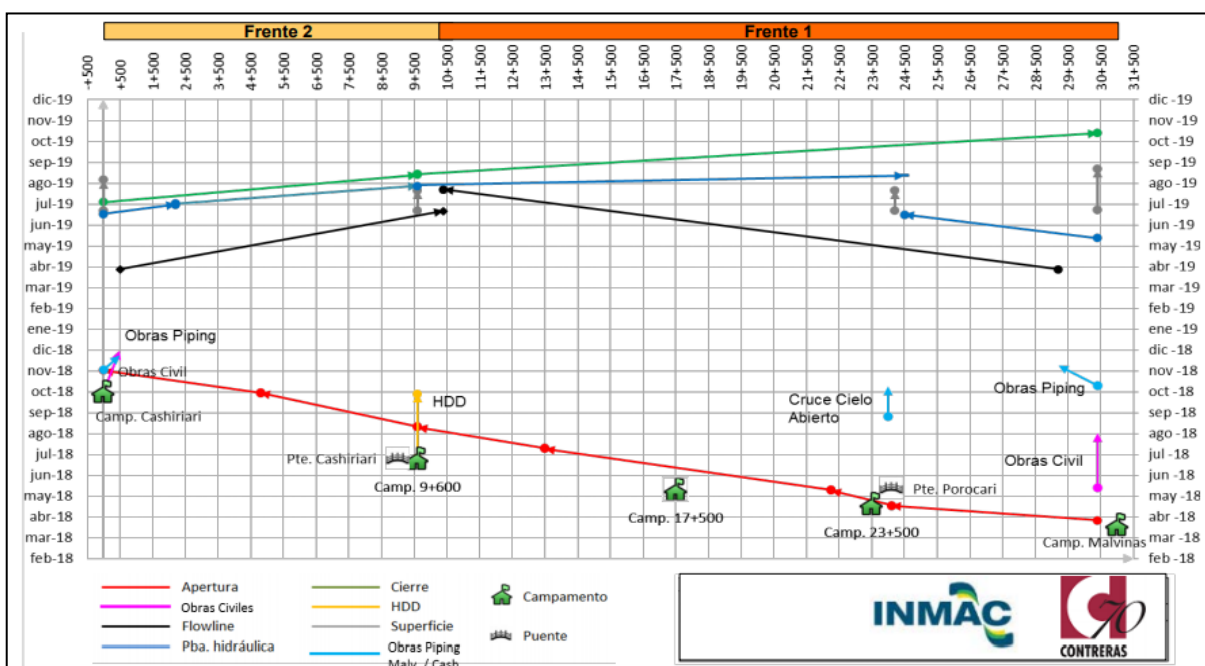


Figura N°4.6: Estrategia de Ejecución – Diagrama Espacio Tiempo
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Relación de Equipos (Eq): Del Análisis de P.U. se tiene que para esta actividad se empleó la siguiente relación de equipos, por cada frente de trabajo:

- (02) EXCAVADORA CAT 320 DL
- (01) EXCAVADORA VOLVO PL3005D
- (01) TRACTOR CAT D6
- (02) MOTOSIERRA MS 660
- (01) ESTACION TOTAL

Cálculo de Parámetros de Tiempo (T_{DdV}):

La apertura del derecho de vía comprende las actividades de campo enumeradas líneas arriba, considerando rendimientos teóricos basados en

experiencias anteriores con las cuadrillas dimensionadas comprendiendo la Mano de Obra (Mo) y Equipos (Eq) listados, consideramos los siguientes rendimientos:

| | | |
|-----------------------------------|----------|---|
| Longitud total del DdV | = | 30.00 km |
| Rendimiento cuadrillas C2 y C3 | = | 40 ml/día de apertura de DdV |
| Rendimiento cuadrilla C1 | = | 31 ml/día de apertura de DdV (los primeros kilómetros partiendo del PK 30+500 a menores es rocoso). |
| Tiempo Apertura DdV (T_{DdV}) | = | 30,000 ml / (2 * 40 ml/día + 31 ml/día) |
| | = | 30,000 ml / (111.50 ml/día) |
| T_{DdV} | = | 269 días |

Significa que las 3 cuadrilla consideradas y distribuidas entre los Frentes 1 y 2, demorarán 269 días realizando todas las actividades que comprende la apertura del derecho de vía. Si queremos disminuir el tiempo tendremos que aumentar las cuadrillas.

4.3.2 Instalación de FlowLine

Actividades de campo:

En esta etapa se reconocen las siguientes fases de trabajo:

Frente de línea regular – Frente 1

El frente de línea regular contará con las fases habituales de construcción de ductos (topografía, desfile, alineación, curvado, soldadura, gammagrafía, cepillado y revestimiento, zanjeo, bajada, tapada y empalme), y con producciones promedio altas, las que han sido fijadas teniendo en cuenta la topografía entre escasa y media ondulaciones. La configuración general de este Equipo para la construcción de la FlowLine será la siguiente:

1. Frente Regular (1 Equipo): Ejecución de 18,900 ml de Ø24”.
2. Frente Obras especiales (3 equipos): Caminos, quebradas, cañerías, etc. Ejecución de 1,608 ml de Ø24”.
3. Instalación de Fibra Óptica entre Pk 0+000 y Pk 31+300.
4. Rendimiento Frente 1 = 217 ml/día. (con 19 Soldadores)

Frente de línea lenta – Frente 2

El frente de línea lento contará con un grupo compacto de construcción que realizará todas las actividades de montaje sea cual fuera su dificultad (cruces de quebradas, tuberías, FO, caminos, empalmes entre tramos, etc.) con producciones promedio bajas, las que han sido fijadas teniendo en cuenta la topografía con pendientes pronunciadas de difícil instalación de cañerías. La configuración de este Equipo para la construcción del FlowLine será la siguiente:

Frente Lento (1 Equipo): Ejecución de 9,000 ml de Ø24" (8,450 ml de línea + 550 ml de cruces especiales).

Rendimiento Frente 2 = 96 ml/día. (con 8 Soldadores)

Frente de línea lenta – Frente 3 (TRAMO ESPECIAL)

El frente de línea lento contará con un grupo compacto de construcción que realizará todas las actividades de montaje sea cual fuera su dificultad (cruces de ductos existentes en condición de operación, cruces de quebradas, tuberías, FO, caminos, empalmes entre tramos, etc.) con producciones promedio bajas, las que han sido fijadas teniendo en cuenta la topografía con pendientes pronunciadas de difícil instalación de cañerías. La configuración general de este Equipo para la construcción del FlowLine será la siguiente:

Frente Lento (1 Equipo): Ejecución de 2,500 ml de Ø24" (tramo especial).

Rendimiento Frente 3 = 25 ml/día (con 2 Soldadores)

Personal Requerido en el Frente de Trabajo (Mo): Del Análisis de P.U. se tiene que la cuadrilla típica para esta actividad comprende el siguiente personal:

- (03) Jefe de Soldadores
- (29) Soldador 6G
- (06) Operario Tubero
- (60) Oficial Amolador - Esmerilador
- (06) Electromecánico
- (06) Instrumentista
- (30) Revestidor
- (06) Supervisor de Excavación
- (06) Oficial Civil
- (06) Operario Motosierrista
- (84) Ayudante General

- (06) Conductor de Camioneta
- (18) Operador Equipo Pesado
- (06) Supervisor QA/QC
- (06) Asistente de Calidad
- (12) Enfermero

Este personal trabajó jornadas de 8 horas diarias, y se distribuyó en los 3 Frentes mencionados (Ver Figuras N°4.7 y N°4.8), según la siguiente estrategia:

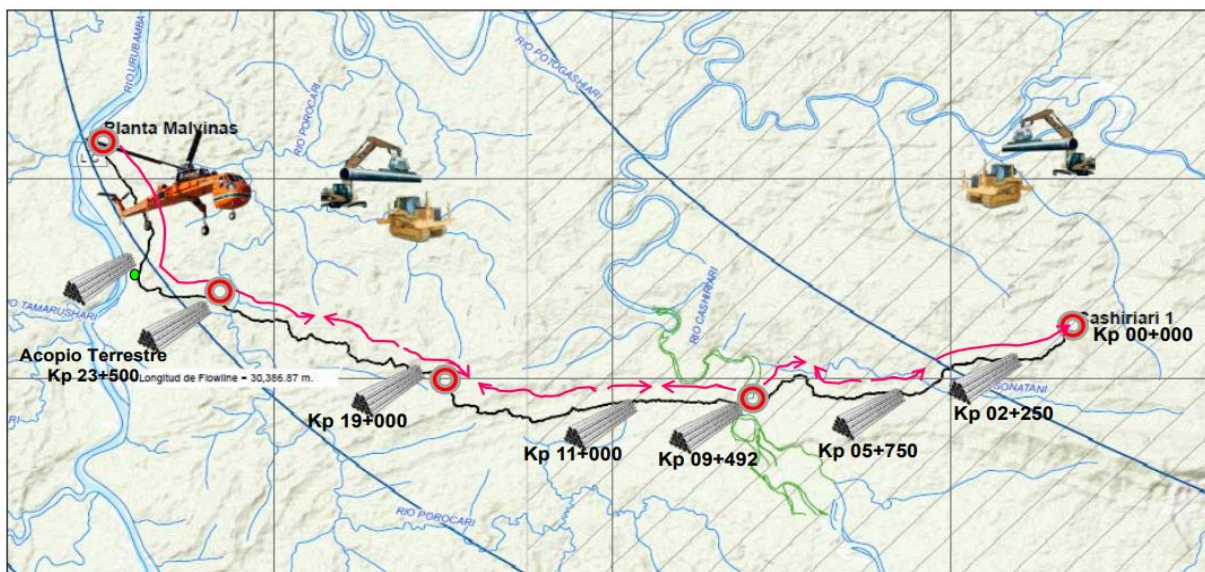


Figura N°4.7: Estrategia de Ejecución – Desfile y Curvado de Tuberías
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

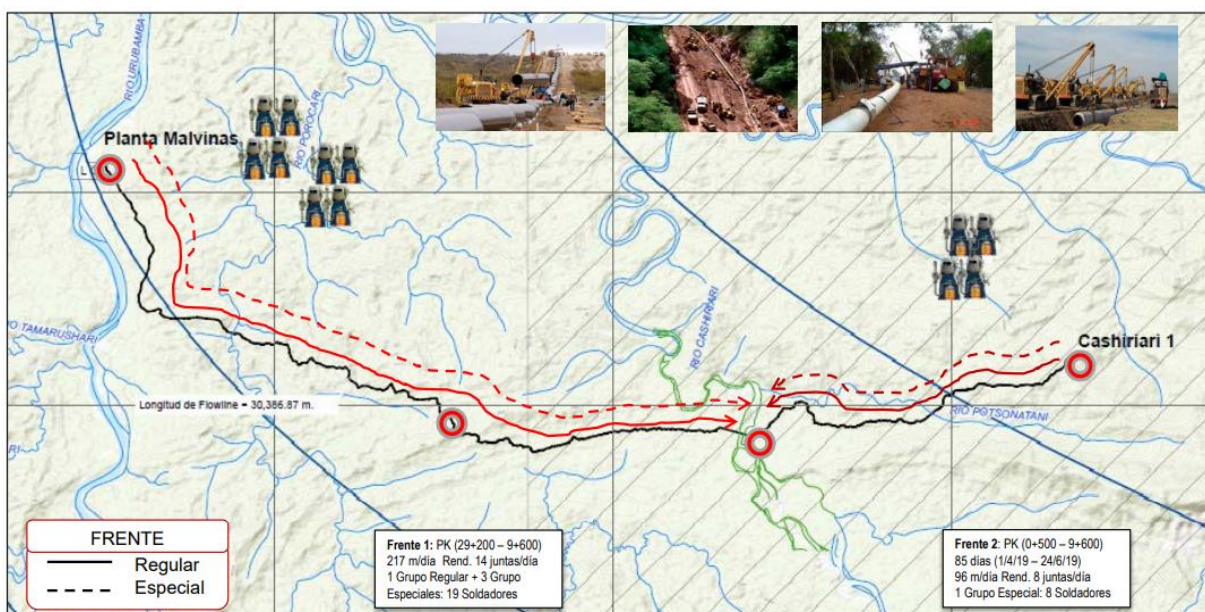


Figura N°4.8: Estrategia de Ejecución – Soldadura de Tuberías
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Relación de Equipos (Eq): Del Análisis de P.U. se tiene que para esta actividad se empleó la siguiente relación de equipos, distribuidos en los 3 frentes:

- (06) Tractor Oruga
- (06) Side Boom
- (06) Excavadoras CAT
- (29) Motosoldadoras
- (60) Esmeril
- (06) Camionetas

Cálculo de Parámetros de Tiempo (T_{IFL}):

La Instalación de FlowLine comprende todas las actividades de campo enumeradas líneas arriba, considerando rendimientos teóricos basados en experiencias anteriores con las cuadrillas dimensionadas comprendiendo la Mano de Obra (Mo) y Equipos (Eq) listados, consideramos los siguientes rendimientos:

Frente de línea regular – Frente 1

| | | |
|---|---|---|
| Ejecución Frente Regular (1 Equipo) | = | 18,900 ml. |
| Ejecución Frente Obras especiales (3 equipos) | = | 1,608 ml. |
| Rendimiento Frente 1 (los 4 equipos) | = | 217 ml/día. (con 19 Soldadores) |
| Tiempo Instalación FlowLine (T_{IFL-1}) = | | $(18,900 \text{ ml} + 1,608 \text{ ml}) / (217 \text{ ml/día})$ |
| | = | $20,508 \text{ ml} / (217 \text{ ml/día})$ |
| T_{IFL-1} | = | 94 días |

Frente de línea lenta – Frente 2

| | | |
|---|---|--|
| Ejecución Frente Lento (1 Equipo) | = | 9,000 ml. |
| Rendimiento Frente 1 | = | 96 ml/día. (con 8 Soldadores) |
| Tiempo Instalación FlowLine (T_{IFL-2}) = | | $9,000 \text{ ml} / (96 \text{ ml/día})$ |
| T_{IFL-2} | = | 94 días |

NOTA: Estos rendimientos son teóricos extraídos del Análisis de P.U. y considerando rendimientos en obras similares bajo las mismas características topográficas y climáticas.

4.3.3 Puesta en Marcha

Las actividades finales a desarrollar en la construcción de una nueva planta de hidrocarburos consisten en una serie de verificaciones llevadas a cabo justo antes del comienzo de funcionamiento de la misma. El fin de dichas verificaciones es asegurar, tan exhaustivamente como sea práctico, que la construcción y operación de cada ELEMENTO sea acorde a su diseño. Estas verificaciones son también la última revisión del diseño del equipamiento antes de la puesta en marcha de la planta. Estas actividades se dividen en dos etapas: PRECOMISIONADO y COMISIONADO; la separación de estas corresponde, en forma general, a etapas de pruebas estáticas y dinámicas respectivamente. Las actividades de PRECOMISIONADO y COMISIONADO se organizan a partir de SISTEMAS y SUBSISTEMAS operativos, en los cuales se divide la planta, y de las ESPECIALIDADES vinculadas a las diferentes áreas de la Ingeniería.

4.3.3.1 Pre Comisionado

Para llevar a cabo la tarea de Pre Comisionado en el FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas el proceso de documentación de PRECOMISIONADO debe ser organizado en forma independiente al de la Obra, y concluye cuando se emiten los certificados de "Listo para COMISIONADO" (RFC; READY FOR COMMISSIONING), necesariamente con pendientes que no impidan desarrollar el COMISIONADO con seguridad. Tener en cuenta las siguientes definiciones:

- SISTEMA: Es la mayor subdivisión de una instalación, pudiendo ser de proceso o de servicio, que cumpla una función operativa significativa en la planta. El sistema incluye todos los equipos que le permiten operar.
- SUBSISTEMA: Es la subdivisión de un sistema, que cumple funciones parciales de operación dentro del mismo, sin o con poca interferencia de los otros subsistemas.
- ESPECIALIDAD: Diferentes áreas de ingeniería que aseguran el desarrollo del proceso. Estas especialidades son: Electricidad, Instrumentos, Piping.

A continuación, podemos apreciar la METODOLOGIA de la etapa del Pre Comisionado (Ver Figura N°4.9):

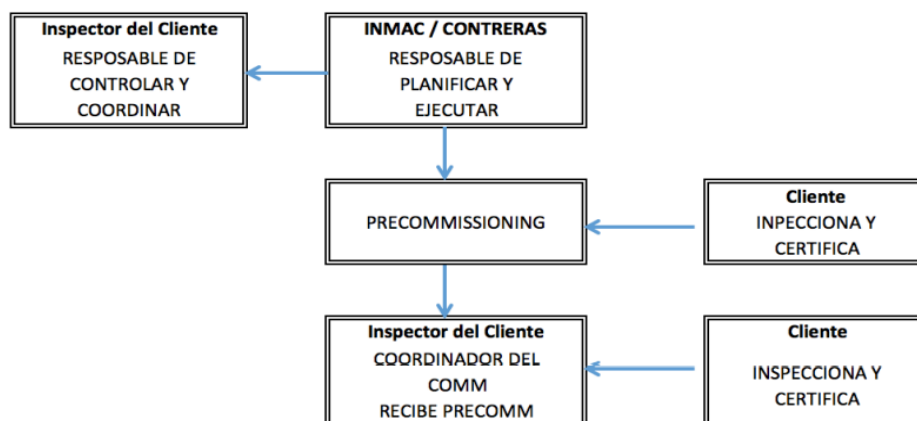


Figura N°4.9: Metodología de la Etapa del Pre Comisionado
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

EL PRECOMISIONADO se desarrolla en tres fases:

- a. Planificación
- b. Ejecución
- c. Cierre

Cada una de las fases requiere de información precisa y procedimientos acordados. A continuación, se desarrolla la metodología para cada fase.

a. Planificación:

Como guía, se deberá disponer de la siguiente información para iniciar el proceso de planificación, la cual proviene del área de ingeniería y de construcciones:

- Diagrama de Flujo del Proceso.
- Diagramas de Piping e Instrumentos (P&ID).
- Lay Out de instalaciones.
- Lista de Recipientes, Equipos Mecánicos y Eléctricos.
- Lista de Líneas.
- Lista de Válvulas.
- Lista de Instrumentos.
- Lista de Cables Eléctricos y de Instrumentos.
- Diagramas de Conexionado Eléctrico.
- Manuales de Operación, Puesta en Marcha y Mantenimiento de Equipos Mecánicos. Recomendaciones de Proveedores.
- Procedimientos, Instructivos y Formularios para el Chequeo de Instalaciones ya definidos en el Proyecto.

- Cronograma de Ejecución de la Obra, especialmente para la etapa de Construcción y entrega de equipos paquetizados.

La primera actividad a realizar es la definición de los SISTEMAS y en la medida de lo posible los SUBSISTEMAS en que se dividirá el FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas para la realización del PRECOMISIONADO. Un SISTEMA es la primera subdivisión de una instalación, pudiendo ser de proceso o de servicio, que cumple una función operativa significativa en la planta. El sistema incluye todos los equipos que le permiten operar. Un SUBSISTEMA es una siguiente subdivisión de un sistema que cumple funciones parciales de operación dentro del mismo, sin o con poca interferencia de los otros subsistemas.

Definir un SISTEMA significa clasificar equipos mecánicos y eléctricos, líneas, instrumentos y cables, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Un caso particular podría darse en el caso de SKIDS (módulo), donde también pueden coexistir diferentes servicios y fluidos, pero acotados a los límites físicos del mismo. Un SKID puede considerarse como un SUBSISTEMA.
- En general los SISTEMAS / SUBSISTEMAS no deben ser muy pequeños para no generar una gran cantidad y dificultar la organización de la documentación, ni demasiado grandes de modo que resulte muy difícil completar un SISTEMA / SUBSISTEMA.
- La apertura en SUBSISTEMAS resulta muy útil, sobre todo cuando hay posibilidades de PRECOMISIONAR anticipadamente, o cuando se prevé que la construcción se atrasará. Casos típicos son los tanques, que se pueden PRECOMISIONAR hasta las válvulas de raíz del mismo, los sistemas de trampas scrapper, cuando no está finalizado el FlowLine, o áreas de la Planta que se construyan en una segunda etapa.
- Al definir los sistemas debe prestarse atención a la secuencia posterior de COMISIONADO y PUESTA EN MARCHA, dado que en esos procesos se utilizan los mismos SISTEMAS.

Inicialmente se deberá preparar un set de P&ID con los SISTEMAS/SUBSISTEMAS identificados por colores y una planilla tipo con la codificación del SISTEMA/SUBSISTEMA.

La identificación de Ítems de cada Sistema se realizará de la siguiente manera:

- Primer Campo: Es el número del sistema compuesto por 2 dígitos.
- Segundo Campo: Es el número del Subsistema compuesto por un dígito (de no existir se colocará "0").
- Tercer campo: Letra que identifica la especialidad (Ver listado de especialidades).
- Cuarto Campo: Número correlativo de 3 dígitos que define la ubicación en el "Listado de ítems".
- Quinto Campo: Número de tantos dígitos correspondientes al TAG (identificación del elemento de que se trata).

Podemos ver un ejemplo a continuación (Ver Figura N°4.10):

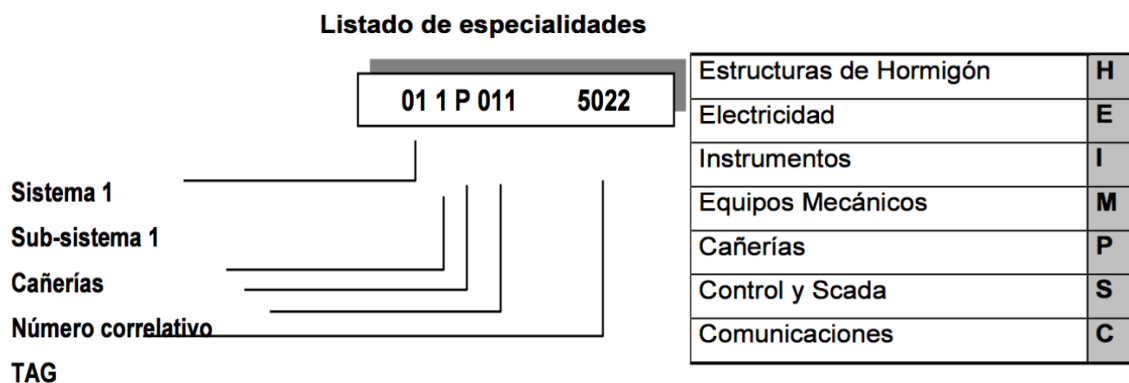


Figura N°4.10: Definición de Sistemas y Sub Sistemas - Pre Comisionado
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

En cada Proyecto se deben definir las ESPECIALIDADES que participarán en el PRECOMISIONADO. Cada ESPECIALIDAD estará integrada por personal especializado, acorde a los requerimientos de cada tarea de verificación y ensayo. Las ESPECIALIDADES a considerar son las siguientes:

- Electricidad
- Instrumentación
- Sistema de Control
- Piping

Es de utilidad realizar un listado inicial de los equipamientos y recursos que deben preverse para la ejecución del PRECOMISIONADO, como guía pueden mencionarse los siguientes:

- Electricidad: Equipamiento para chequeo de cables, continuidad, aislación, etc.
- Instrumentos: Personal y equipos o contratista para la verificación de la CALIBRACIÓN y CONFIGURACIÓN de instrumentos que correspondan, incluyendo ayudantes para montaje y desmontaje en caso de ser necesario. Para ello será necesario disponer en Obra de un laboratorio de calibración de instrumentos. Se solicitarán al contratista los certificados de calibración de los instrumentos de referencia o patrones secundarios a utilizar.
- Piping: Documentación constructiva final (P&ID, isométricos, soportes).

Las cantidades de cada elemento o servicio deberán ser definidas.

b. Ejecución:

Una vez preparada la documentación indicada en la etapa de Planificación y cuando el montaje y la construcción alcanzan un estado avanzado, se deben comenzar las tareas de PRECOMISIONADO. Las TAREAS que cada ESPECIALIDAD debe realizar son las siguientes:

- ELECTRICIDAD: Se chequearán los cables del sistema eléctrico, los equipos eléctricos tales tableros, el sistema de puesta a tierra, el de iluminación, etc. siempre en condición desenergizada.
- INSTRUMENTACION Y SISTEMA DE CONTROL: Esta especialidad deberá asegurar que los instrumentos de la Planta estén en condiciones operativas, a partir de la verificación de la calibración y/o la configuración de los mismos (los electrónicos) y el chequeo de los cables. La Sub Contratista deberá realizar la calibración en obra a los que sea necesario.
- PIPING: El supervisor de PRECOMISIONADO de Piping deberá asegurar que todas las líneas de un SISTEMA hayan sido construidas de acuerdo a la Ingeniería, y que se hayan realizado todos los test requeridos. Deberá considerarse que una línea puede haber sido construida por diferentes empresas y en diferentes tiempos, de modo que será necesario chequear que el sistema integralmente este bien terminado. El supervisor de Piping NO realizará pruebas hidráulicas, RX o tratamientos térmicos, pero deberá asegurar que los mismos hayan sido realizados y aprobados por QA/QC.

Forma parte del alcance del grupo de PRECOMISIONADO la realización de las siguientes tareas:

- Planificación del PRECOMISIONADO.
- Preparación de los Check Lists.
- Preparación de los Dossiers de PRECOMISIONADO.
- Preparación de las herramientas, equipamientos de testeo, materiales consumibles y todas las facilidades y servicios que requieren las actividades de PRECOMISIONADO.

Luego se realizan las verificaciones de conformidad:

- CHECK LISTS: Los Check Lists definen el alcance exacto de los trabajos a realizar en forma sistemática, en los ítems de cada equipo. También constituyen los documentos soporte para registrar las verificaciones. Estos se reagrupan según las diferentes especialidades.
- PREPARACIÓN: Todos los Check Lists, agrupados por SUBSISTEMAS, deberán ser preparados en la fase de PRECOMISIONADO. Deberá haber un Check List por cada ítem de equipo a ser testeado.
- EJECUCIÓN: Los Check Lists deben ser usados como documentos de trabajo por el especialista que realice las verificaciones. Cualquier verificación que resulte insatisfactoria deberá ser tratada de los siguientes modos:
 - o Si es posible, corregir inmediatamente el defecto.
 - o Si el defecto no puede ser inmediatamente corregido, debe ser incluido en el Listado de Pendientes (Punch List).

Toda la documentación pertinente a las operaciones de PRECOMISIONADO deberá compilarse en un "Dossier de Precomisionado", ordenado por SUBSISTEMAS. El mismo deberá contener los siguientes ítems:

- Certificado Listo Para COMISIONADO (Ready for Commissioning Certificate).
- Listado de Pendientes de Listo para COMISIONADO (Ready for Commissioning Punch List).
- Diagramas de SUBSISTEMAS (Sub-System Diagram Drawings).
- Índice y Check Lists (para las Especialidades Eléctrica, Instrumentación y Piping).

- Test Packs (para la Especialidad de Piping).
- Informes de Vendedores.
- Pruebas & Procedimientos específicos.
- Lista de Modificaciones.
- Red Mark.

PRECOMISIONADO ELÉCTRICO

Los cables eléctricos, equipos eléctricos: Paneles Solares, tableros, conexión a tierra y alumbrado, etc. deberán ser chequeados, siempre SIN ENERGIA. Se adjunta a continuación el listado de “Check Lists” para PRECOMISIONADO eléctrico (Ver Cuadro N°4.1).

Cuadro N°4.1: Índice de Check List – Precomisionado Eléctrico
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| DESCRIPCIÓN |
|--|
| Solar Panel & Shelter |
| Sistema Protección Catódica |
| Bandejas portacables y tuberías eléctricas |
| Tomacorriente |
| Luminarias |
| Tablero BT |
| Componentes caja JB |
| UPS |
| Sistema de puesta a tierra |
| Sistema de iluminación |

PRECOMISIONADO DE INSTRUMENTOS

Esta especialidad deberá asegurar que todos los instrumentos de la planta se encuentran en condiciones operativas. Deberán ser chequeados los cables, la calibración y la configuración (para instrumentos eléctricos) de los instrumentos. Se deberá definir con la COMPAÑÍA si la calibración de los instrumentos se repetirá en planta o si el certificado de calibración del vendedor es aceptable.

Se adjunta a continuación el listado general de “Check Lists” para PRECOMISIONADO de Instrumentos (Ver Cuadro N°4.2).

Cuadro N°4.2: Índice de Check List – Precomisionado de Instrumentos
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| | |
|---------------------------|------------------------------|
| DESCRIPCIÓN | HIGH PRESSURE ALARM |
| PRESSURE GAUGE | LOW LOW PRESS. ALARM |
| PIG SIGNAL INDICATION | MUL. TEMPERATURE TRANSMITTER |
| PIG SIGNAL SWITCH | HIGH TEMPERATURE ALARM |
| SOLENOID VALVE | LOW TEMPERATURE ALARM |
| PRESSURE TRANSMITTER | TEMPERATURE REGISTER |
| SDV | TEMPERATURE INDICATION |
| LEVEL INDICATION | PARTIAL STROKE |
| FLAME DETECTOR | POSITION ALARM OPEN |
| PRESSURE INDICATION | PRESSURE RELIEF VALVE |
| GAS DETECTOR | GENERAL SYSTEM ALARM |
| LINE BREAK VALVE 24" | HYDRAULIC LOW PRESSURE |
| THERMOWELL | SHUT DOWN VALVE 20" |
| BI-METAL THERMOMETER | VENT/VACUUM BREAKER VALVE |
| RTD | HAND SWITCH (SOFT) |
| PIG SCRAPER DETECTOR | PCS FUNCTION |
| SAMPLE SYSTEM | MANUAL LOADING STATION |
| CORROSION TRANSMITTER | SOLENOID VALVE 3-WAY |
| CORROSION INDICATION | HAND SWITCH (SOFT) |
| CORROSION RESISTANT PROBE | HIGH LEVEL ALARM |
| HIGH PRESSURE ALARM | LOW LEVEL ALARM |
| HIGH HIGH PRESS. ALARM | LEVEL TRANSMITTER |

c. Cierre - PRECOMISIONADO EN OBRA:

El Coordinador de PRECOMISIONADO se asegurará de lograr una perfecta comunicación entre:

- El Coordinador de Construcción y el Coordinador de QA/QC.
- Equipo de PRECOMISIONADO
- Equipo de Inspección de la COMPAÑÍA

Toda la documentación deberá estar disponible en obra. El equipo de inspección de la COMPAÑÍA deberá firmar esta documentación conjuntamente con el Coordinador de Precomisionado. La documentación deberá organizarse en un dossier (cada SUBSISTEMA deberá estar separado en una carpeta específica).

Una vez que las actividades de PRECOMISIONADO para un determinado SUBSISTEMA hayan sido terminadas, el "Listo para Comisionado" (RFC; Ready for Commissioning) será firmado por la COMPAÑÍA y por el de PRECOMISIONADO. Este certificado estará acompañado por el Listado de Pendientes (Punch List) del SUBSISTEMA.

Las actividades de PRECOMISIONADO serán preparadas, llevadas a cabo y reportadas por SUBSISTEMAS, de acuerdo con una secuencia de PRECOMISIONADO.

La transferencia de responsabilidades del PRECOMISIONADO al COMISIONADO tomará lugar en base a subsistemas. La transferencia de responsabilidad de un SUBSISTEMA se formalizará con la firma del certificado de "Listo para Comisionado" (RFC, Ready for Commissioning) y del mutuamente aceptado "Listado de Pendientes Apto para Comisionado" del SUBSISTEMA.

La transferencia de un dado SUBSISTEMA tomará lugar cuando el mismo ha alcanzado el status de "RFC", lo cual significa que:

- Todas las operaciones de PRECOMISIONADO del SUBSISTEMA han sido completadas.
- Ningún ítem pendiente afecta la operación, seguridad o la realización de actividades de COMISIONADO.
- El área del SUBSISTEMA presenta orden y limpieza.
- La pintura, aislamiento, protección contra fuego, etc., están suficientemente avanzados como para que la cantidad de andamios, pintores, etc., no sea excesiva en el área del SUBSISTEMA.
- El Dossier del PRECOMISIONADO ha sido completado, entregado y aprobado.

Todas las verificaciones realizadas por las distintas especialidades serán documentadas en los formularios aplicables y firmadas por los responsables de cada actividad y se adjuntarán al Acta de Aceptación de PRECOMISIONADO, emitida por el Coordinador de PRECOMISIONADO y la aprobación de la COMPAÑÍA, si es que ha participado de las actividades

4.3.3.2 Comisionado

El COMISIONADO es el conjunto de actividades a realizar, posterior a la ejecución del PRECOMISIONADO de una instalación para asegurar que la misma se encuentra en condiciones para la PUESTA EN MARCHA.

La actividad de COMISIONADO empieza una vez emitido el certificado LISTO PARA COMISIONAR (RFC), se organiza a partir de la definición de SISTEMAS y SUBSISTEMAS OPERATIVOS en que se divide la Instalación, y las ESPECIALIDADES vinculadas a las diferentes áreas de la Ingeniería, siguiendo

los lineamientos definidos en el PRECOMISIONADO. La tarea de COMISIONADO se desarrolla con la Instalación en condición ENERGIZADA y/o PRESURIZADA, en forma segura y controlada. Es fundamental destacar que las condiciones en las que se realizan estas tareas son diferentes y mucho más riesgosas que las planteadas para el PRECOMISIONADO. En el Comisionado es esencial la participación de las áreas de seguridad del proyecto y de los equipos de seguridad que realizan la puesta en marcha de la instalación.

De este modo el eje de la actividad es la ENERGIZACIÓN y PRESURIZACION de los SISTEMAS y las pruebas de funcionalidad. La DOCUMENTACIÓN de COMISIONADO debe ser organizada y archivada. Este proceso concluye cuando se emiten los certificados de LISTO PARA PUESTA EN MARCHA (RFSU), eventualmente con pendientes NO impeditivos (Superado punch List A y B). A continuación, podemos apreciar la METODOLOGIA de la etapa del Comisionado (Ver Figura N°4.11):

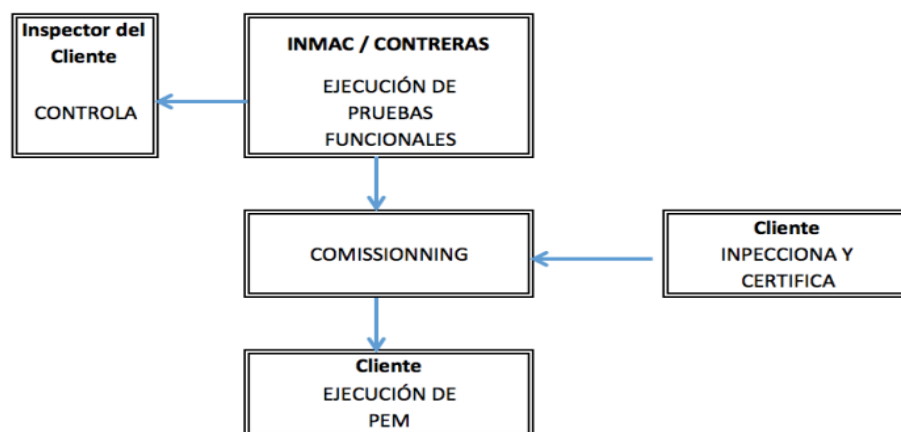


Figura N°4.11: Metodología de la Etapa de Comisionado

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Las actividades de Comisionado se desarrollarán por subsistemas, que serán especificados durante la fase de preparación, así como la secuencia de comisionado, establecida de tal forma que concuerde con las prioridades de puesta en marcha. El alcance de las tareas de comisionado comprende:

- Pruebas Funcionales.
- Preparación de Recipientes y Cañerías (Leak test, inertización, secado, carga de fluidos).
- Actividades de Apoyo (seguimiento de los ítems de la Punch List).
- Armado de Documentación (revisión conforme a obra de diagramas, etc.).

El COMISIONADO se desarrolla en tres fases:

- Planificación
- Ejecución
- Cierre

El Alcance del COMISIONADO incluye:

- Energización eléctrica que incluye cada equipamiento eléctrico crítico, como por ejemplo CCM, puesta a tierra, iluminación, etc.
- Inertización y Pruebas de Estanqueidad, Presurización, verificación de lazos de control, verificación de los sistemas de parada de emergencia y de venteo.
- Primera carga de fluidos y preparativos para la puesta en marcha.

Como guía, se deberá disponer de la siguiente información para iniciar el proceso de planificación, la cual proviene del área de ingeniería y de construcciones:

- Diagrama de Flujo del Proceso.
- Diagramas de Piping e Instrumentos (P&ID).
- Lay Out de instalaciones.
- Lista de Recipientes, Equipos Mecánicos y Eléctricos.
- Lista de Líneas y Lista de Válvulas.
- Lista de Instrumentos.
- Lista de Cables Eléctricos y de Instrumentos.
- Diagramas de Conexionado Eléctrico.
- Manuales de Operación, Puesta en Marcha y Mantenimiento de Equipos Mecánicos. Recomendaciones de Proveedores.
- Procedimientos, Instructivos y Formularios para el Chequeo de Instalaciones ya definidos en el Proyecto.
- Cronograma de Ejecución de la Obra, especialmente para la etapa de Construcción y entrega de equipos paquetizados.

Para el COMISIONADO se utiliza la definición de SISTEMAS adoptada en el PRECOMISIONADO. Opcionalmente el responsable de COMISIONADO de cada especialidad podrá agrupar o subdividir los SISTEMAS de acuerdo a la conveniencia práctica.

Las Disciplinas a considerar son las siguientes:

- Electricidad
- Instrumentación
- Sistema de Control
- Piping

Las tareas de preparación técnica para Comisionado deben ser consideradas en la planificación de los recursos. Esta preparación incluye la definición del alcance de los trabajos, la planificación, ejecución y envío de los procedimientos. Una parte de estas actividades deberá ser realizada en paralelo con la preparación de las tareas de Precomisionado.

Un ítem o grupo de ítems de equipamiento que realiza una función elemental de la planta es llamada Función Básica. Es el equipamiento más pequeño que puede ser sujeto a Comisionado.

La Base de Datos Técnica, con el listado de todas las funciones básicas agrupadas por subsistema y la compilación de otro tipo de información relevante, se desarrolla durante la fase de preparación para el comisionado. Durante la fase de ejecución la base de datos será usada por el equipo de comisionado como un documento de trabajo, registrando las fechas de finalización de cada test funcional y toda otra actividad de comisionado listada en ella.

El equipo de Comisionado compilará toda la documentación pertinente a las tareas de Comisionado en un dossier, ordenado por subsistema, el cual contendrá toda la información requerida para demostrar que el subsistema ha alcanzado el estado "Ready For Start Up".

El Legajo incluirá lo siguiente:

- Certificado de Listo Para Puesta En Marcha (Ready for Start Up Certificate).
- Listado de Pendientes de Listo para Puesta en Marcha (Ready for Start Up Punch List).
- Diagramas de SUBSISTEMAS (Sub-System Diagram Drawings) para las Especialidades Eléctrica, Instrumentación y Cañerías.

- Technical Data Base.
- Informes de Vendedores y Pruebas & Procedimientos específicos.
- Lista de Modificaciones.

Un Test Funcional es un ensayo energizado de una dada función básica, por ese motivo es una actividad de una única disciplina. Con anterioridad al ingreso de la alimentación a las instalaciones, una serie de tareas específicas deben ser llevadas a cabo en los recipientes y cañerías. Estas tareas son las siguientes:

- Leak tests: pruebas de presión a los subsistemas generales o circuitos de ensayo, realizados a la presión máxima de operación de las cañerías, inmediatamente antes del ingreso de gas.
- Secado: remoción del agua líquida de las instalaciones logrando un determinado punto de rocío.
- Inertización: remoción del oxígeno de las cañerías y recipientes que contendrán hidrocarburos.

En la transferencia de responsabilidades del PRECOMISIONADO al COMISIONADO las actividades de Comisionado deben ser preparadas, realizadas y reportadas por subsistema, de acuerdo con la secuencia de Comisionado. La transferencia de responsabilidad del Equipo de Comisionado a la Operación se realizará por subsistema. La Transferencia de responsabilidad de un subsistema se formalizará mediante la firma del certificado "Ready For Start Up" (RFSU) y la mutuamente acordada "Punch List de Comisionado" de ese subsistema. Un subsistema alcanza en estado de "RFSU" cuando:

- Todas las operaciones de Comisionado en ese subsistema están completas.
- No quedan pendientes que afecten la operación.
- El área del subsistema está limpia.
- El Legajo de Comisionado ha sido completado, entregado y aprobado.

Todas las verificaciones realizadas por las distintas especialidades serán documentadas en los formularios aplicables y firmadas por los responsables de cada actividad y se adjuntarán al Acta de Aceptación de COMISIONADO, emitida por el responsable de COMISIONADO de cada especialidad, con la conformidad y la aprobación de la COMPAÑÍA.

4.4 HISTOGRAMA DE PERSONAL Y EQUIPOS

Del mismo modo que realizamos el análisis para las actividades de Apertura de DdV e Instalación de FlowLine, realizamos el cálculo para las demás actividades y logramos asignar los recursos y calcular los tiempos para cada actividad del proyecto, con esa información podemos elaborar el Histograma de Personal (Ver Figura N°4.12) y el Histograma de Equipos (Ver Figura N°4.13), necesario para tomar las medidas necesarias para la implementación de Campamentos, Oficinas, Comedor, Servicios Higiénicos, Talleres, Almacenes, etc.

Durante la etapa de mayor actividad en el proyecto (traslape de la Apertura del DdV y la Instalación de FlowLine), diariamente se registró el siguiente personal:

Personal Indirecto

| | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| (02) DCA | (02) Jefe de QA/QC |
| (14) Enfermero | (01) Coordinador de Topografía |
| (01) Jefe de Fase A | (01) Asistente de Piping |
| (10) Monitor SSOMA | (02) Jefe de Logística |
| (01) Superintendente Obras Civiles | (04) Médico |
| (02) Supervisor Civil | (01) Administrador de Campamentos |
| (02) Supervisor de Seguridad | (02) Superintendente Metalmecánico |
| (02) Encargado de RR.HH. | (03) Jefe de Fase |
| (02) Campamentero | (03) Ingeniero de Calidad - Piping |
| (01) Asistente de RR.HH. | (01) Ingeniero de Calidad - Civil |
| (01) Supervisor Piping | (13) Chofer de Equipo Liviano |
| (01) Ingeniero Oficina Técnica | (01) Jefe SSOMA |
| (02) Asistente de Logística | (01) Jefe de Oficina Técnica |
| (02) Asistente Administrativo | (01) Jefe de Equipos |
| (01) Encargado de Logística | (02) Supervisor de Precom Com |
| (06) Tareador | (01) Supervisor Civil Junior |
| (01) Ingeniero de Planeamiento | (01) Asistente de Contratos |
| (04) Supervisor QA/QC | (01) Jefe de Precom Com |
| (02) Supervisor de Medio Ambiente | (01) Asistente de Precom Com |
| (02) Asistente de Calidad | (01) Capataz Andamiero |
| (01) Medico de Proyecto | (01) Jefe de Mantenimiento |

Personal Directo

| | |
|------------------------------------|--|
| (03) Acoplador de Línea | (05) Oficial obras civiles |
| (01) Albañil | (01) Oficial pintor |
| (09) Almacenero | (01) Oficial rigger |
| (42) Amolador | (01) Operador de Excavadora |
| (23) Andamiero | (01) Operador de Grúa |
| (04) Ayudante Calificado | (37) Operador de Eq. Pesado |
| (01) Ayudante de Planta | (01) Operador de Pipe Carrier |
| (166) Ayudante General | (01) Operador de Pipe Welder |
| (06) Ayudante local | (05) Operador de Planta de Agua |
| (03) Ayudante Mecánico | (05) Operador de Sideboom |
| (03) Campamentero | (02) Operario |
| (05) Capataz Civil | (01) Operario carpintero |
| (06) Capataz Piping | (01) Operario Civil |
| (07) Carpintero | (02) Operario Electricista |
| (01) Curvador | (05) Operario Instrumentista |
| (04) Electricista e Instrumentista | (01) Operario metalmecánico |
| (01) Electricista Mecánico | (02) Operario Metalmecánico |
| (03) Electromecánico | (14) Operario Soldador 6G |
| (01) Enfermero | (05) Operario Tubero |
| (02) Ferrero | (02) Pintor |
| (01) Gasfitero | (06) Revestidor |
| (01) Inspector Nivel II | (02) Rigger |
| (05) Jefe de Fase | (20) Soldador 6G |
| (04) Mecánico | (01) Supervisor de Electricidad e Instrumentación |
| (03) Mecánico de equipo pesado | (01) Supervisor Mantto Mecánico |
| (01) Mecánico equipo liviano | (01) Técnico Andamiero |
| (01) Metalmecánico | (01) Técnico de Sistemas |
| (03) Motosierrista | (01) Técnico Electricista |
| (01) Oficial | (01) Técnico Forestal |
| (01) Oficial - Forestal | (01) Técnico Mecánico |
| (02) Oficial - Manejo de Residuos | (04) Topógrafo |
| (03) Oficial - Topografía | (01) Tubero |
| (01) Oficial carpintero | (02) Vigía |
| (01) Oficial obra civil | |

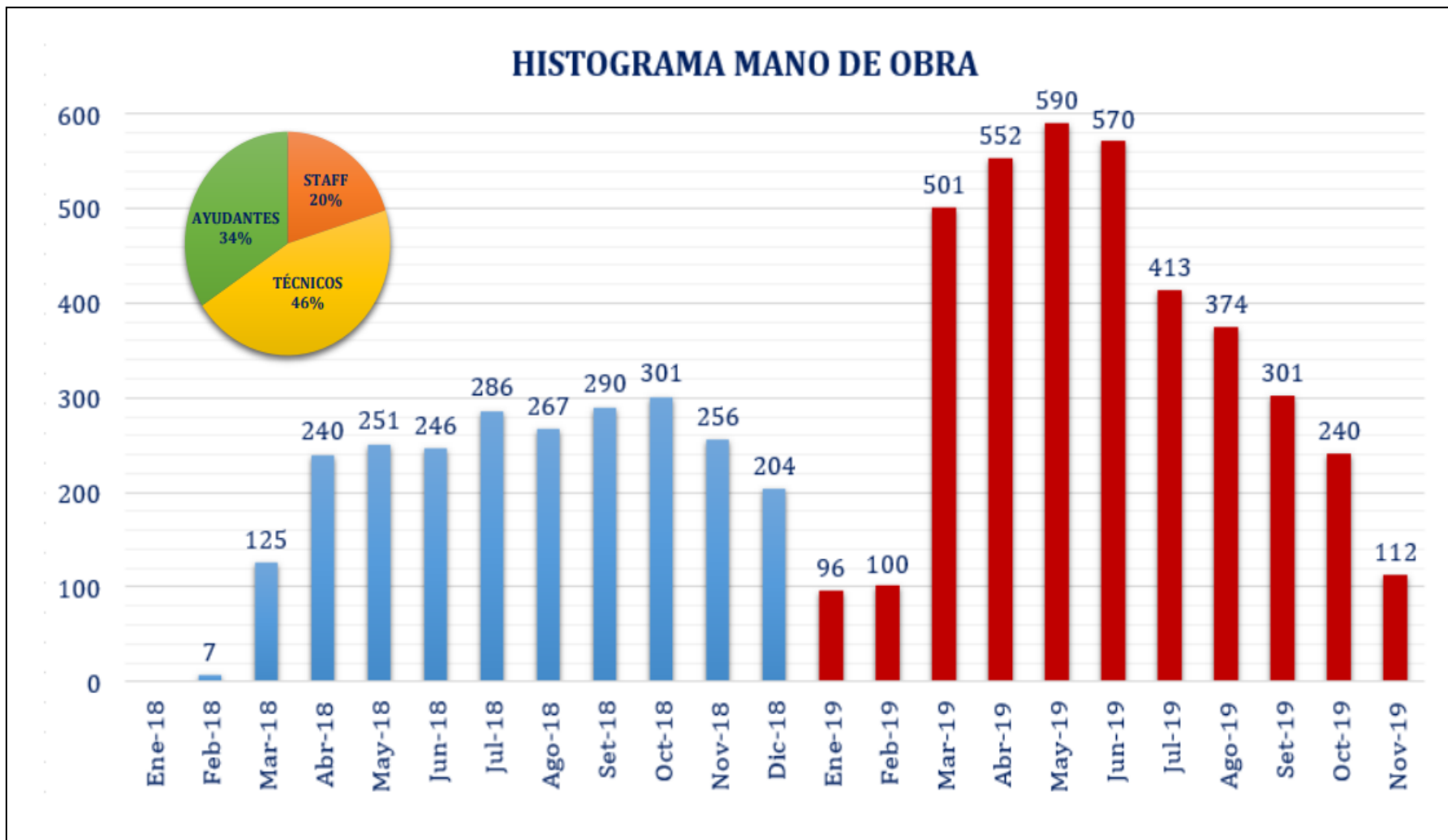


Figura N°4.12: Histograma de Personal de Acuerdo a la Ejecución Contractual

(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

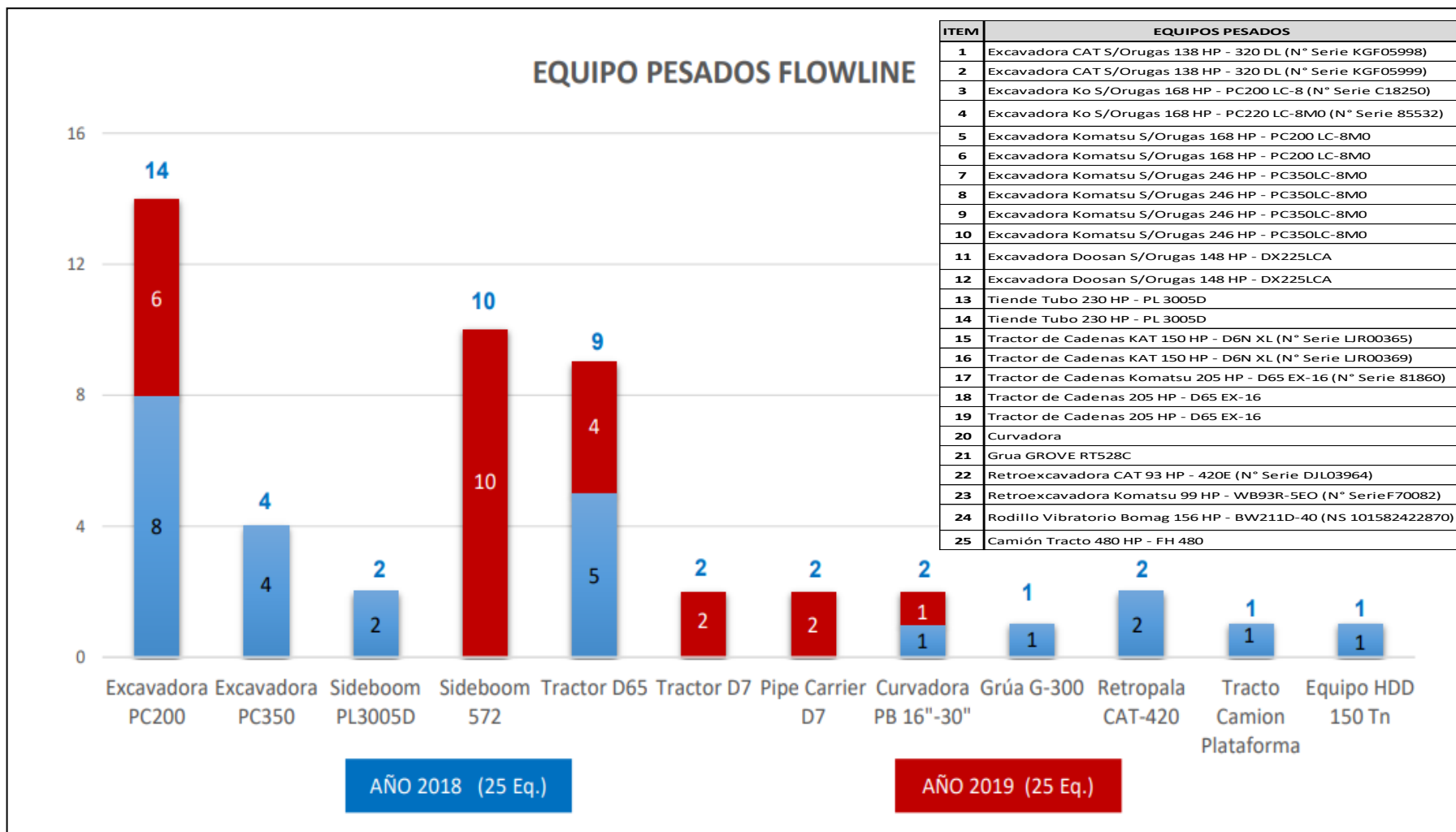


Figura N°4.13: Histograma de Equipos de Acuerdo a la Ejecución Contractual
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

4.5 CRONOGRAMA DE OBRA

Después de analizar toda la información obtenida en la etapa de Planeamiento General del Proyecto (Capítulo III), tenemos que:

Plazo de Ejecución Contractual (T)

$$T = T_p + T_o + O$$

Donde:

- T : Plazo de Ejecución Contractual.
- T_p : Tiempo preparatorio (necesario desde la fecha de inicio contractual, hasta el inicio de los trabajos principales).
- T_o : Duración máxima (teórica) de las actividades especializadas.
- O : Tiempo adicional necesario para culminar todos los trabajos.

Para nuestro proyecto encontramos que:

$$T = 22 + 550 + 51$$

$$T = 623 \text{ días calendarios}$$

Toda la información obtenida en la etapa de Planeamiento General del Proyecto podemos tabularla haciendo uso de cualquiera de los softwares: Primavera Project Planner, MS Project, Open Workbench, Open Project, Columbus, etc. que nos ayudará a organizar la información, asignando tiempos a las tareas, los costos asociados y los recursos, tanto de trabajo como materiales, del proyecto para que se puedan respetar los plazos sin exceder el presupuesto.

A continuación, presentamos el Cronograma de Obra mostrando las principales actividades del proyecto (Ver Figura N°4.14).

Este cronograma se obtiene con la información obtenida y analizada del Expediente Técnico.

CRONOGRAMA DE OBRA

| Id | Sem | ITEM | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Cronograma de Obra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|--|----------|--------------|--------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | ene 1, 2018 | feb 1, 2018 | mar 1, 2018 | abr 1, 2018 | may 1, 2018 | jun 1, 2018 | jul 1, 2018 | ago 1, 2018 | sep 1, 2018 | oct 1, 2018 | nov 1, 2018 | dic 1, 2018 | ene 1, 2019 | feb 1, 2019 | mar 1, 2019 | abr 1, 2019 | may 1, 2019 | jun 1, 2019 | jul 1, 2019 | ago 1, 2019 | sep 1, 2019 | oct 1, 2019 | nov 1, 2019 | dic 1, 2019 |
| 1 | | | EPC FLOWLINE ENTRE CASHIRIARI 1 - MALVINAS (WHCP - 19 CR) | 623 días | jue 1/03/18 | mié 13/11/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | Inicio de Proyecto | 0 días | jue 1/03/18 | jue 1/03/18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A | | SUMINISTRO | 623 días | jue 1/03/18 | mié 13/11/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 247 | B | | INSTALACIÓN | 623 días | jue 1/03/18 | mié 13/11/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 248 | 1.1 | | INGENIERÍA | 594 días | jue 1/03/18 | mar 15/10/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 276 | 1.3 | | MOVILIZACION - DESMOVILIZACION | 620 días | jue 1/03/18 | dom 10/11/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 281 | 1.4 | | INSTALACIONES, CAMPAMENTOS Y OTROS - TEMPORALES | 620 días | jue 1/03/18 | dom 10/11/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 342 | 1.5 | | CRUCES DE RIO | 230 días | mar 15/05/18 | dom 30/12/18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 366 | 1.6 | | MANTENIMIENTO DE DERECHO DE VIA (DdV) | 225 días | mar 13/11/18 | mar 25/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 369 | 1.7 | | INSTALACIONES DE SUPERFICIE | 394 días | vie 3/08/18 | sáb 31/08/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 392 | 1.8 | | PROTECCION CATODICA | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 396 | 1.9 | | PRUEBAS HIDROSTATICAS | 103 días | jue 23/05/19 | lun 2/09/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 402 | 1.10 | | PRE COMISIONADO / COMISIONADO y OTROS | 58 días | lun 19/08/19 | mar 15/10/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 405 | 1.19 | | SAFETY | 568 días | jue 1/03/18 | jue 19/09/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 413 | 1.11 | | APERTURA DE DERECHO DE VIA (DDV) | 269 días | jue 22/03/18 | sáb 15/12/18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 418 | 1.12 | | EXCAVACION DE ZANJAS | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 425 | 1.13 | | DESFILE y CURVADO DE TUBERIAS | 254 días | mar 16/10/18 | mié 26/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 438 | 1.14 | | INSTALACION DE FLOWLINES | 430 días | mar 22/05/18 | jue 25/07/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 498 | 1.15 | | FIBRA OPTICA | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 502 | 1.16 | | TAPADA DE ZANJAS | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 509 | 1.17 | | CIERRE DE DERECHO DE VIA (DDV) | 100 días | dom 7/07/19 | lun 14/10/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 514 | | | PARTIDA OPCIONAL CONTRACTUAL | 575 días | mié 18/04/18 | mié 13/11/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura N°4.14: Cronograma del Desarrollo de Obra, de Acuerdo al Plazo de Ejecución Contractual

(Fuente: Expediente Técnico - Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

CAPÍTULO V : CONTROL Y SUPERVISIÓN DE OBRA

En el presente capítulo revisaremos cómo llevar a cabo el control junto con la ejecución de la obra, reportando los avances, identificando las desviaciones a la Planificación. En esta etapa haremos el seguimiento y la gestión del Proyecto a lo largo de toda la ejecución de la obra a lo largo de los 30 km. concretamente en el Lote 88, en los campamentos Malvinas, PK 23+500, PK 17+000, PK 9+600 y Cashiriari 1, y en la traza del FlowLine Cashiriari 1 – Malvinas.

5.1 CONTROL DE TIEMPO

Una de las funciones más importantes en la administración de un proyecto es el control de la duración del proyecto. Cada uno de los procesos requeridos para asegurar que terminemos el proyecto puntualmente, requiere de un programa que permita la integración a lo largo del tiempo para coordinar los trabajos, con el objetivo de:

- Terminar el proyecto a tiempo.
- Obtener un flujo continuo de trabajo (sin interrupciones o retrasos).
- Obtener el conocimiento previo de las fechas importantes relacionadas con las actividades clave para el proyecto.
- Definir y comunicar con precisión y claridad la responsabilidad / autoridad de cada una de las partes a través del tiempo.
- Proveer reportes veraces y oportunos.

Para llevar a cabo el control de tiempo de nuestro proyecto utilizamos la llamada curva “S”, que nos resulta muy útil para supervisar el éxito del proyecto porque los datos acumulativos en tiempo real de varios elementos del proyecto, como el costo, se pueden comparar con los datos proyectados. El grado de alineación entre los dos gráficos revela el progreso, o la falta del mismo, de cualquier elemento que se esté estudiando (ver Figura N°5.1). Del mismo modo nos permite hacer correcciones para volver a encauzar el rumbo, la curva “S” puede ayudar a identificar los retrasos. También se aplicó el concepto de Dashboard para manejar de mejor manera toda la información disponible. Al término del Proyecto se tiene el siguiente detalle de seguimiento y control del tiempo de ejecución:

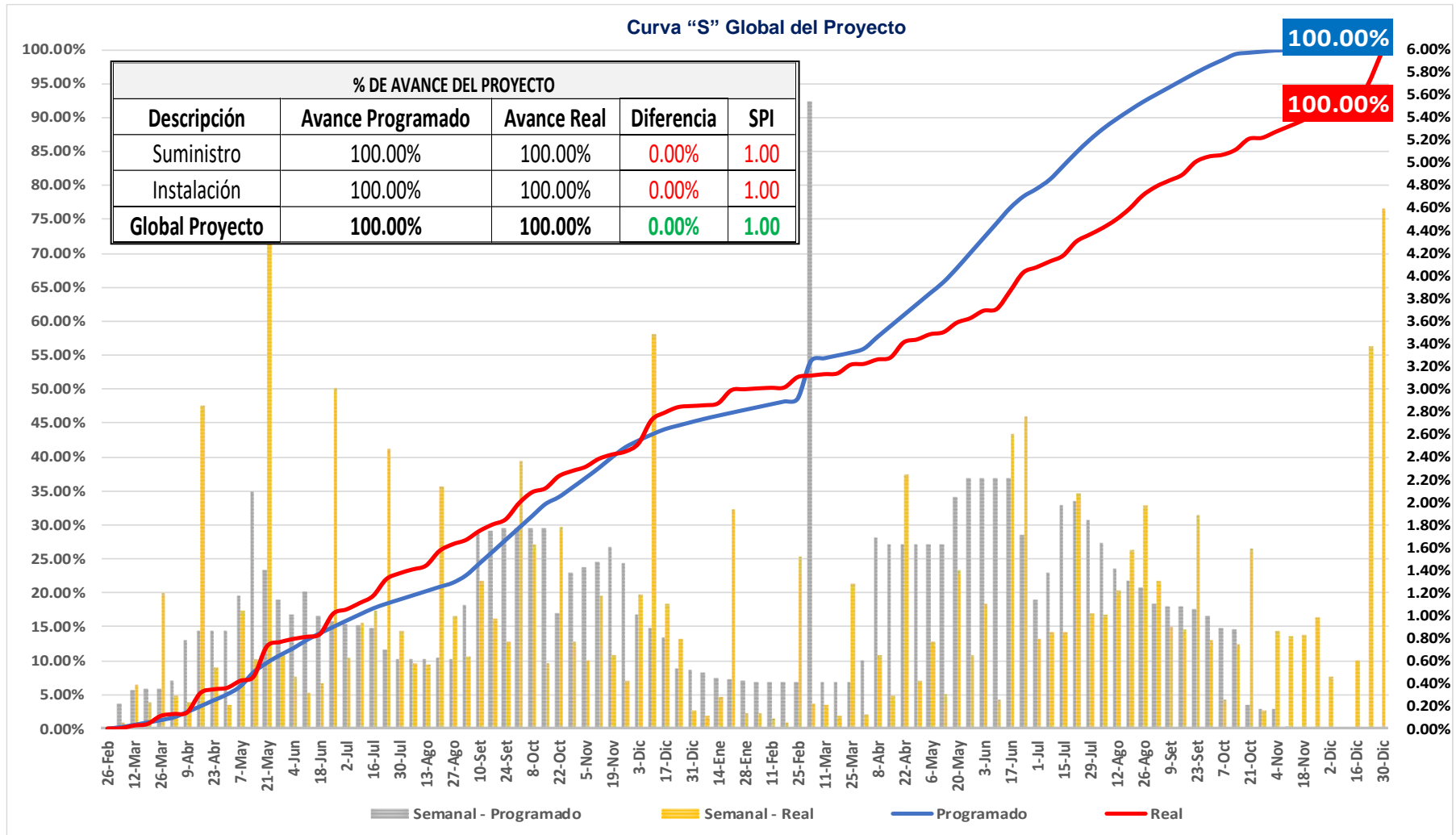


Figura N°5.1: Curva "S" del Proyecto – Tendido de Tuberías de Gas
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

La curva de la “S”, es la curva que muestra la línea base del desempeño esperado del proyecto. Inicia sin gastos en el día inicial del proyecto, concluyendo con el 100% del gasto en la fecha última del cronograma. Con la ayuda del cronograma de obra y la Curva “S” se llevó un control del avance de las principales actividades que engloba el proyecto (Ver Figuras N°5.2 y N°5.3).

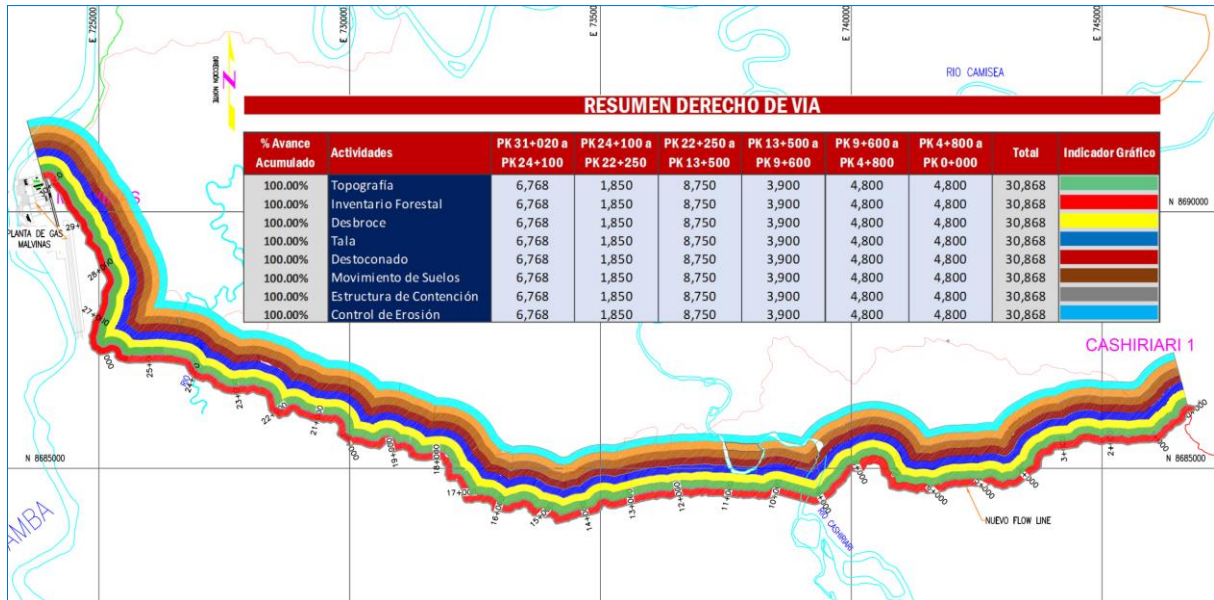


Figura N°5.2: Avance Construcción – Apertura del Derecho de Vía
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

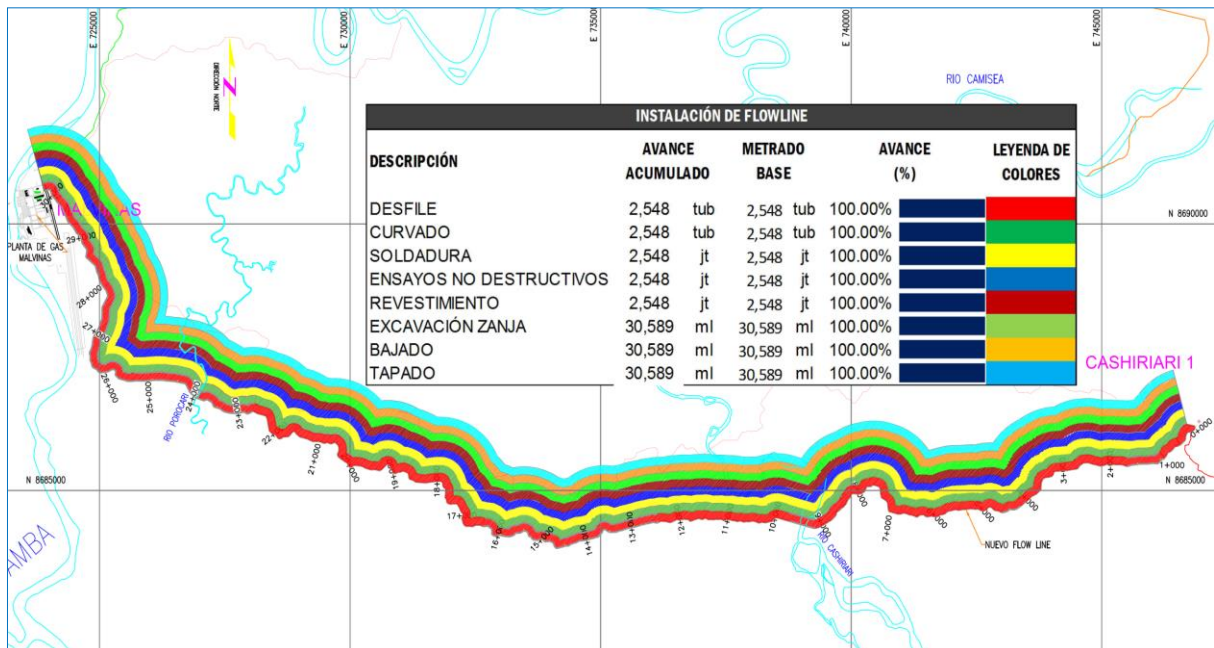


Figura N°5.3: Avance Instalación de FlowLine – Soldadura de Línea
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

5.1.1 Rendimientos de Instalación de Tuberías en Función del Diámetro

Para determinar los rendimientos de la Instalación de tuberías en función del diámetro, debemos analizar las longitudes totales de cada diámetro de tubería instalada los cuales obtenemos del Cuadro N°3.4, así como también revisaremos los rendimientos de los 3 frentes de trabajo vistos en el ítem 4.1.2, podemos resumir esta información de la siguiente manera (Ver Cuadro N°5.1):

Cuadro N°5.1: Longitudes por Diámetro de Tubería Instalada
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| KM | Espesor (Pulg) | Número de Tubos | Longitud (m.) | Observaciones |
|---|----------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|
| KM 00 | 0.688 | 51 | 612.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 01 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 02 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 03 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 04 | 0.688 | 73 | 876.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 05 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 06 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 07 | 0.688 | 79 | 948.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 08 | 0.688 | 76 | 912.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 09 | 0.688 | 22 | 264.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 10 | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 11 | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 12 | 0.688 | 82 | 984.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 13 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 14 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 15 | 0.688 | 70 | 840.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 16 | 0.688 | 58 | 696.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 17 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 18 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 19 | 0.688 | 80 | 960.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 20 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 21 | 0.688 | 78 | 936.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 22 | 0.688 | 81 | 972.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 23 | 0.688 | 65 | 780.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 24 | 0.688 | 49 | 588.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 25 | 0.688 | 84 | 1,008.00 | Instalación de Línea Regular |
| KM 26 | 0.688 | 26 | 312.00 | Instalación de Línea Regular |
| Total $\phi = 0.688"$ | | 1,960 | 23,520.00 | |
| KM | Espesor (Pulg) | Número de Tubos | Longitud (m.) | Observaciones |
| KM 00 | 0.938 | 19 | 228.00 | Salida de Cashiriari 1 hacia Malvinas |
| KM 09 | 0.938 | 63 | 756.00 | Cruce de Río Cashiriari por HDD |
| KM 23 | 0.938 | 14 | 168.00 | Material Rocoso |
| KM 24 | 0.938 | 34 | 408.00 | Cruce de Río Porocari a cielo abierto |
| KM 26 | 0.938 | 58 | 696.00 | Material Rocoso |
| KM 27 | 0.938 | 82 | 984.00 | Material Rocoso |
| KM 28 | 0.938 | 84 | 1,008.00 | Material Rocoso |
| KM 29 | 0.938 | 84 | 1,008.00 | Entrada a la Planta de Malvinas |
| KM 30 | 0.938 | 30 | 360.00 | Entrada a la Planta de Malvinas |
| Total $\phi = 0.938"$ | | 468 | 5,616.00 | |

| KM | Espesor (Pulg) | Número de Tubos | Longitud (m.) | Observaciones |
|--|----------------|-----------------|---------------|---------------------------------------|
| KM 00 | 0.812 | 15 | 180.00 | Salida de Cashiriari 1 hacia Malvinas |
| KM 02 | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 03 | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 04 | 0.812 | 11 | 132.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 06 | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 07 | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 08 | 0.812 | 6 | 72.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 11 | 0.812 | 2 | 24.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 15 | 0.812 | 2 | 24.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 16 | 0.812 | 2 | 24.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 17 | 0.812 | 1 | 12.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 18 | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 19 | 0.812 | 5 | 60.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 20 | 0.812 | 3 | 36.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 21 | 0.812 | 6 | 72.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 22 | 0.812 | 4 | 48.00 | Cruce de Quebradas |
| KM 23 | 0.812 | 4 | 48.00 | Cruce de Quebradas |
| Total $\phi = 0.812''$ | | 76 | 912.00 | |

Del Cuadro N°5.1 podemos concluir que:

- El diámetro 0.688" se instaló en la mayor parte del proyecto donde no se presentó dificultades y/o el terreno era manejable.
- El diámetro 0.938" se instaló en la salida de Cashiriari 1, la entrada a Malvinas, en los cruces de ríos especiales y en aquellos tramos donde se presentó materiales rocosos.
- El diámetro 0.812" se instaló en los cruces de quebradas buscando que la tubería asiente mejor por su mayor espesor y peso, de esta manera evitar que el caudal de la quebrada levante la tubería.

Con esta información y del cronograma de obra tenemos los rendimientos de instalación de tuberías en función del diámetro (Ver Cuadro N°5.2).

Cuadro N°5.2: Rendimientos de Instalación de Tuberías en Función del Diámetro
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| Análisis del Cuadro N°3.4 | | | Del Cronograma | Rendimientos (Pegas / día) |
|---------------------------|-----------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| Espesor (Pulg) | Número de Tubos | Longitud (m.) | Tiempo de Ejecución (días) | |
| $\phi = 0.938''$ | 468 | 5,616.00 | 430 | 1 |
| $\phi = 0.812''$ | 76 | 912.00 | 166 | 0.5 |
| $\phi = 0.688''$ | 1960 | 23,520.00 | 166 | 12 |
| Total | 5008 | 30,048.00 | | |

En la ejecución se logró cumplir y mejorar estos rendimientos.

5.2 CONTROL DE COSTOS

Asegurar que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado es el principal objetivo al desarrollar un control del costo del proyecto.

Presupuesto Base:

Es una gráfica del presupuesto acumulado a lo largo del tiempo y sirve como base contra la cual se compara el desempeño del proyecto en tiempo y costo, para ello utilizamos la herramienta de control llamada EARNED VALUE o Valor Ganado.

Gestión del Valor Ganado (GVG):

La gestión del valor ganado es una técnica de gestión de proyectos que permite controlar la ejecución de un proyecto a través de su presupuesto y de su calendario de ejecución. Compara la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado con la estimación realizada antes del comienzo del proyecto.

Un factor de éxito fundamental en cualquier proyecto es la capacidad de su director para tomar decisiones correctas en el momento oportuno. Lo cual sólo se puede hacer si se cuenta con información clara, confiable y actualizada acerca del progreso del proyecto. Es igualmente importante proporcionar información concisa a los interesados en el proyecto. La GVG proporciona un enfoque para medir el desempeño del proyecto a partir de la comparación de su avance real y planeado, permitiendo evaluar tendencias y formular pronósticos.

Para implementar la GVG en un proyecto es necesario definir la Línea Base de Medición del Desempeño (Performance Measurement Baseline, PMB), que integra la descripción del trabajo a realizar (alcance), los plazos para su realización (cronograma) y el cálculo de sus costos y de los recursos requeridos para su ejecución (ver Figura N°5.4).

Los valores principales de esta herramienta son tres:

- Valor Planificado (Planned Value, PV). El valor de la PMB al día de la fecha.
- Valor Ganado (Earned Value, EV). Lo que ya se ha realizado al día de la fecha, valuado con los costos usados para definir la PMB.

- Costo Real (Actual Cost, AC). El costo que ha insumido el trabajo realizado hasta la fecha.

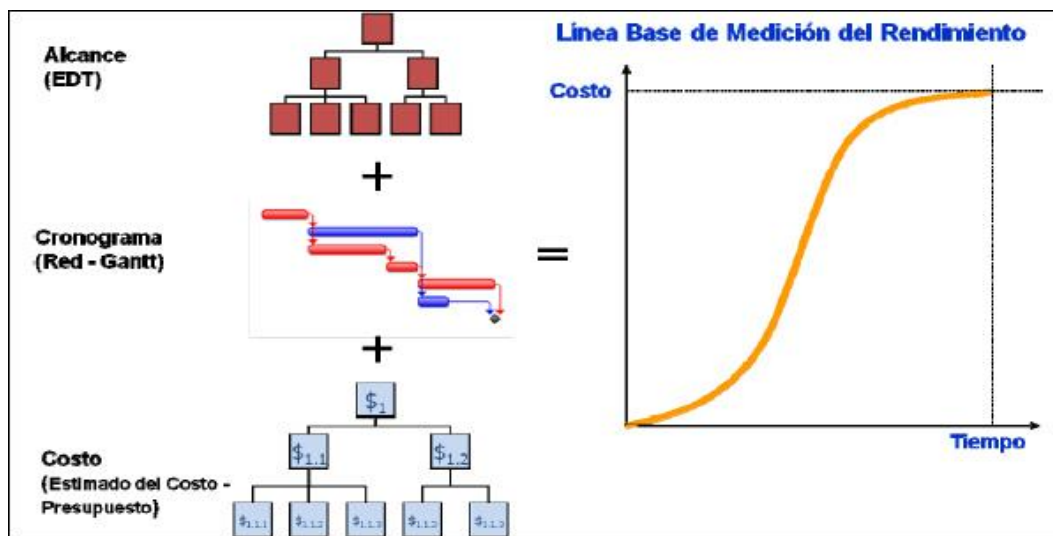


Figura N°5.4: Integración de Línea Base de Medición del Rendimiento
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Se pueden expresar en porcentajes, dividiéndolos por el Presupuesto hasta la conclusión (Budget at Completion, BAC):

- $PV\% = PV / BAC$
- $EV\% = EV / BAC$
- $AC\% = AC / BAC$

Variaciones:

- Variación del Cronograma (Schedule Variance, SV). $SV = EV - PV$
- Variación del Costo (Cost Variance, CV). $CV = EV - AC$
- $SV\% = SV / PV$
- $CV\% = CV / EV$

Índices de Rendimiento:

- Índice de Rendimiento del Cronograma (Schedule Performance Index, SPI).
 $SPI = EV / PV$
- Índice de Rendimiento del Costo (Cost Performance Index, CPI).
 $CPI = EV / AC$
- Índice del Rendimiento hasta Concluir (To Complete Performance Index, TCPI). $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$.

Pronósticos:

- Estimado a la Conclusión (Estimate at Completion, EAC). Es el pronóstico del costo final. Puede calcularse de diferentes formas (Ver Figura N°5.5):
 - $EAC = BAC - SV$. Los costos futuros no serán los mismos que los considerados en la PMB debido a que las variaciones del costo fueron atípicas.
 - $EAC = BAC / CPI$. Los costos futuros se calcularán de acuerdo con el índice de eficiencia del rendimiento del costo a la fecha.
 - $EAC = BAC / (CPI * SPI)$. Los costos futuros se calcularán con base a los índices de rendimiento del costo y del cronograma a la fecha.
 - $EAC = AC + \text{Nuevo estimado para el trabajo remanente}$.
- Estimado hasta concluir (Estimate to Complete, ETC). $ETC = EAC - AC$
- Variación a la Conclusión (Variance at Completion, VAC). $VAC = BAC - EAC$
- $VAC\% = VAC / BAC$
- Índice de Rendimiento del Costo a la Conclusión (Cost Performance Index at Conclusion, CPIAC). $CPIAC = BAC / EAC$

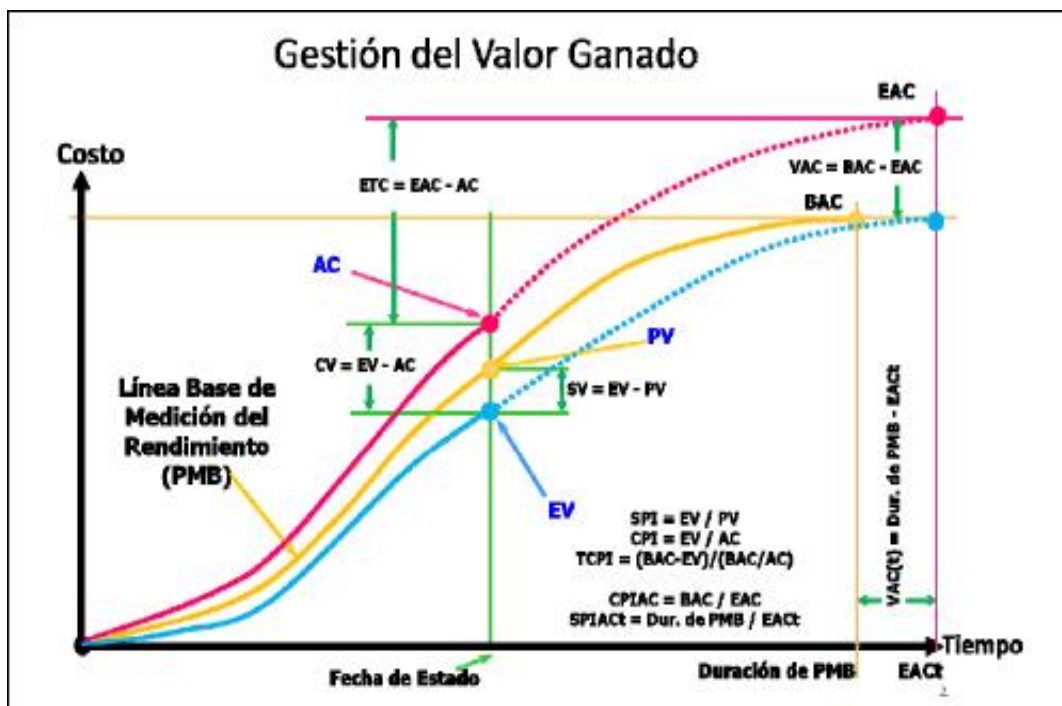
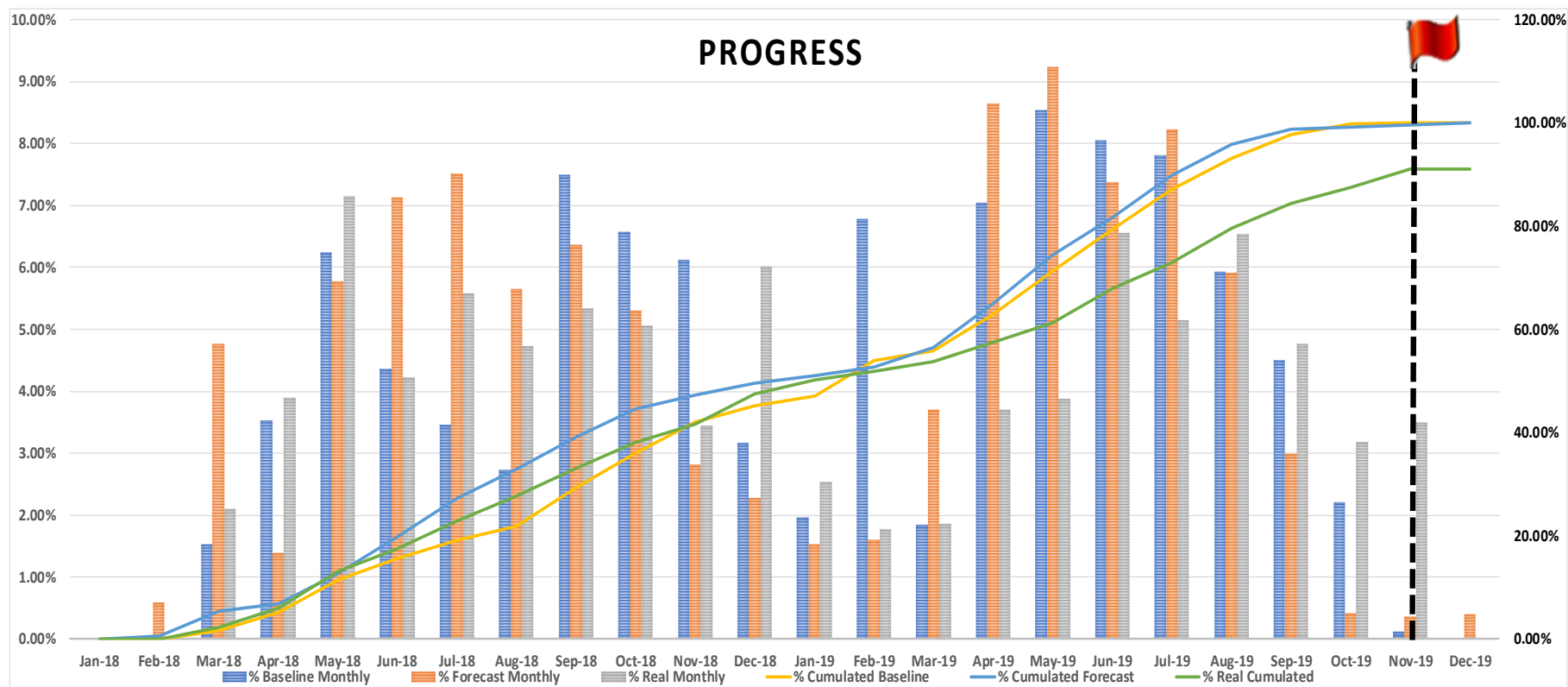


Figura N°5.5: Elementos de la Gestión del Valor Ganado
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

A continuación, se presenta el gráfico de control de costos para nuestro proyecto en estudio (Ver Figura N°5.6).



| | M - 1 | M - 2 | M - 3 | M - 4 | M - 5 | M - 6 | M - 7 | M - 8 | M - 9 | M - 10 | M - 11 | M - 12 | M - 13 | M - 14 | M - 15 | M - 16 | M - 17 | M - 18 | M - 19 | M - 20 | M - 21 | M - 22 | M - 23 | M - 24 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | Jan-18 | Feb-18 | Mar-18 | Apr-18 | May-18 | Jun-18 | Jul-18 | Aug-18 | Sep-18 | Oct-18 | Nov-18 | Dec-18 | Jan-19 | Feb-19 | Mar-19 | Apr-19 | May-19 | Jun-19 | Jul-19 | Aug-19 | Sep-19 | Oct-19 | Nov-19 | Dec-19 |
| % Baseline Monthly | 0.00% | 0.00% | 1.53% | 3.53% | 6.24% | 4.37% | 3.46% | 2.72% | 7.50% | 6.58% | 6.12% | 3.16% | 1.97% | 6.78% | 1.84% | 7.04% | 8.53% | 8.05% | 7.81% | 5.94% | 4.51% | 2.21% | 0.12% | 0.00% |
| % Forecast Monthly | 0.00% | 0.60% | 4.76% | 1.40% | 5.78% | 7.13% | 7.52% | 5.65% | 6.36% | 5.31% | 2.81% | 2.28% | 1.53% | 1.60% | 3.71% | 8.64% | 9.24% | 7.37% | 8.22% | 5.91% | 3.00% | 0.41% | 0.37% | 0.40% |
| % Real Monthly | 0.00% | 0.00% | 2.11% | 3.89% | 7.14% | 4.22% | 5.59% | 4.73% | 5.33% | 5.06% | 3.45% | 6.02% | 2.54% | 1.78% | 1.87% | 3.70% | 3.88% | 6.56% | 5.14% | 6.54% | 4.76% | 3.19% | 3.49% | 0.00% |
| % Cumulated Baseline | 0.00% | 0.00% | 1.53% | 5.05% | 11.29% | 15.66% | 19.12% | 21.84% | 29.34% | 35.92% | 42.04% | 45.20% | 47.17% | 53.95% | 55.79% | 62.83% | 71.36% | 79.41% | 87.22% | 93.16% | 97.67% | 99.88% | 100.00% | 100.00% |
| % Cumulated Forecast | 0.00% | 0.60% | 5.36% | 6.76% | 12.54% | 19.67% | 27.19% | 32.84% | 39.20% | 44.51% | 47.32% | 49.60% | 51.13% | 52.73% | 56.44% | 65.08% | 74.32% | 81.69% | 89.91% | 95.82% | 98.82% | 99.23% | 99.60% | 100.00% |
| % Real Cumulated | 0.00% | 0.00% | 2.11% | 6.00% | 13.14% | 17.36% | 22.95% | 27.69% | 33.02% | 38.08% | 41.54% | 47.56% | 50.10% | 51.88% | 53.75% | 57.45% | 61.33% | 67.90% | 73.04% | 79.58% | 84.34% | 87.53% | 91.02% | 91.02% |

Figura N°5.6: Curva "S" del Proyecto – Control de costos
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Programa de Erogaciones - Flujo de Efectivo:

Al establecer el Presupuesto Base, determinamos los montos asignados a cada partida presupuestal, basándonos en una estructura de costos, tomando como base el EDT (estructura de desglose de trabajo). Este presupuesto se ejercerá durante la vida del proyecto, de acuerdo, al Programa de Erogaciones. La disposición del dinero a lo largo del tiempo tiene una singular importancia, por las siguientes razones:

- El dinero tiene un costo financiero en el transcurso del tiempo.
- La disponibilidad de recursos propios o ajenos (financiamiento).
- El costo de oportunidad del dinero asignado a otros proyectos.
- La necesidad real de terminar anticipadamente.

El Programa de Erogaciones nos permite comparar las erogaciones reales contra el Plan, para tomar las acciones requeridas en relación con la asignación de fondos para el proyecto.

5.3 CONTROL DE PERSONAL

El manejo de personal es lo más importante en un Proyecto o Empresa, pues un buen control de personal define el éxito que pueda llegar a tener una obra, ya que, si el personal tiene la motivación necesaria de parte del dueño de la empresa o institución, esto llevará a efectuar un trabajo más eficaz, por lo tanto, es necesario que la empresa cuente con una buena política de control de personal clave para el proyecto. En este punto es importante considerar los siguientes criterios, los cuales aplicamos en el desarrollo de nuestro proyecto:

- Eficiencia y efectividad: En términos simples, podemos decir que la eficiencia implica conseguir la meta usando las mejores herramientas para ello; la efectividad es la capacidad de conseguirla incluso si los medios no son los idóneos para ello.
- Crítica y autocrítica: La autocrítica es un término que puede ser entendido como un hecho negativo, sin embargo, también es un elemento indispensable para el mejoramiento personal.

Esto debido a que una persona con un bajo nivel de autocrítica, difícilmente asumirá sus errores y hará responsable a los demás por sus acciones. Para llevar a cabo las acciones de crítica y autocrítica es necesario que la persona tenga una preparación adecuada, que posea conocimientos bastos del tema que critica y principalmente que se tenga una mente abierta a las posibilidades que puedan devenir de las mismas.

- Política de incentivos: Un plan de incentivos es un programa que ofrece una organización empresarial a uno o más trabajadores con la finalidad de estimular el desempeño de su actividad laboral y aumentar la producción.

Podemos decir entonces que el recurso humano es el elemento más importante de una obra o proyecto, ya que sólo con el concurso del personal es posible llevar a cabo la ejecución de los trabajos. Por lo tanto, conocer, comprender el comportamiento del personal y el control en el trabajo, es una de las funciones más importantes cuando se ejecuta un proyecto con ellos.

Para comprender al personal de la construcción, es necesario examinarlo desde dos puntos de vista:

- Como persona, con los deseos y motivaciones propias del ser humano.
- Como un organismo de carne y hueso, con capacidades y limitaciones físicas como cualquier otra persona.

Es claro que se puede pagar a una persona por su tiempo, por su esfuerzo físico, por permanecer en un cierto lugar, etc., sin embargo, no es posible comprar su entusiasmo, iniciativa y/o lealtad, aspectos que deben ganarse a través de un manejo apropiado de las relaciones humanas.

5.4 CONTROL DE CALIDAD

Durante el análisis de los procesos se han identificado los parámetros significativos de calidad, los cuales fueron incluidos en el Plan de Inspección y Ensayos (PIE) el cual es específico de acuerdo a las actividades a realizar. Se establecen procedimientos e instructivos que definen los métodos y las responsabilidades para el relevamiento, registro y actualización de los aspectos

ambientales propios como el de los subcontratistas. Se analizan en condiciones normales y anormales (accidentes e incidentes) de operación utilizando como referencia situaciones pasadas, presentes o proyectadas. Se han definido los objetivos y metas de las áreas para alcanzar durante el proyecto, los cuales se encuentran alineados con la Política del Sistema Integrado de Gestión de la Empresa.

El consorcio Inmac – Contreras define la estructura suficiente para satisfacer las necesidades del proyecto y realizar con éxito todas las actividades comprometidas. Para garantizar resultados, la estructura de proyecto cuenta con la asistencia funcional de los responsables de las áreas corporativas. La estructura de proyecto cuenta con personal capacitado y calificado para desarrollar sus funciones según los requisitos establecidos para cada puesto.

A continuación, se aprecia el organigrama del personal de calidad QA/QC designado para el proyecto (Ver Figura N°5.7).

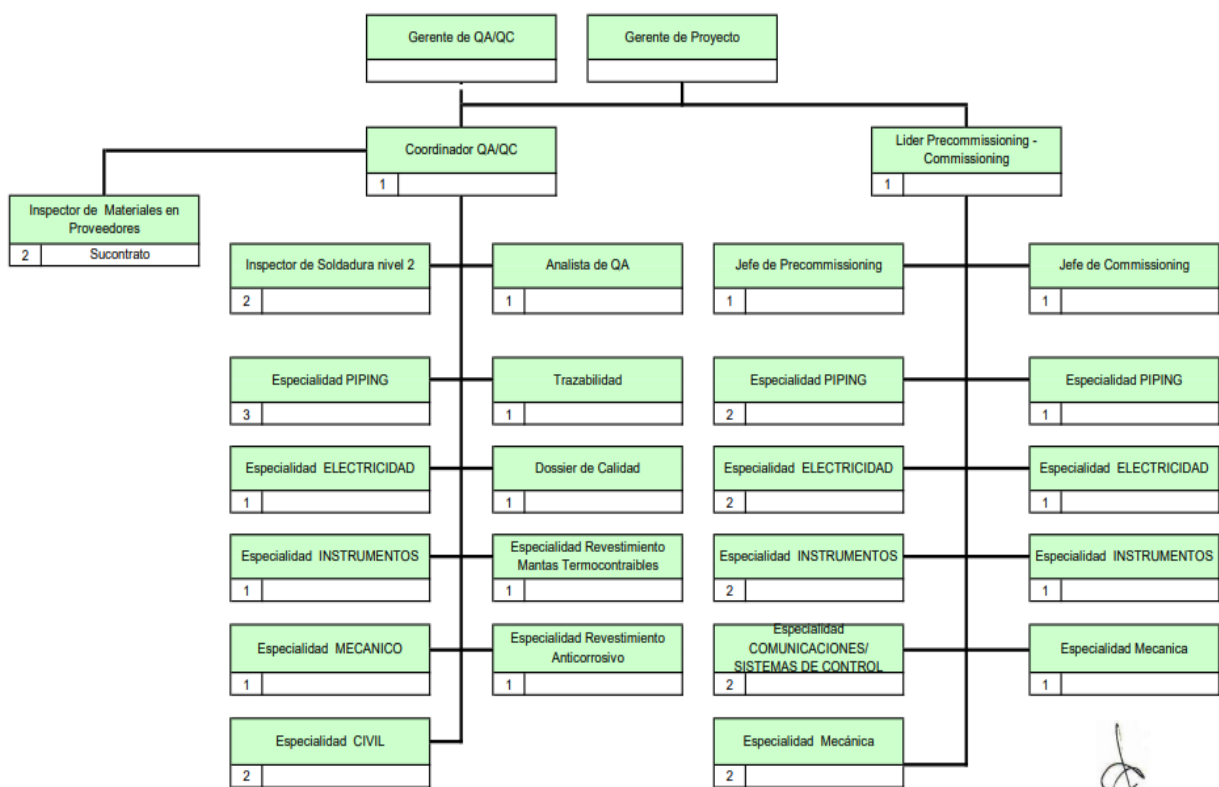


Figura N°5.7: Organigrama QA/QC – Personal de Calidad
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Las responsabilidades de los puestos detallados en el organigrama QA/QC se encuentran definidas y comunicadas al personal, las correspondientes tareas específicas se encuentran en los procedimientos e instructivos emitidos para regular dicha actividad.

El Plan de Calidad comprende:

- Alcances del proyecto.
- SGI
- Gestión de los procesos.
- Medición, análisis y mejora continua.

Las principales Inspecciones y Ensayos son:

- Estudios de suelos, geotécnicos, hidrológicos.
- Ensayos de resistencia del concreto.
- Ensayos no destructivos a la soldadura (END).
- Tratamiento térmico.
- Prueba hidrostática.
- Pasaje de pig instrumentado inercial.
- Pre Comisionado.
- Comisionado y RFSU.

5.4.1 Ensayos no destructivos a la soldadura (END)

Los ensayos no destructivos (END) son técnicas no invasivas para determinar la integridad de una junta soldada. Permiten la detección de grietas, porosidades, penetraciones incompletas, inclusiones, discontinuidades (superficiales e internas), defectos y deformidades que pudieran comprometer la resistencia de la Soldadura. Se pueden inspeccionar diversos materiales, incluyendo metálicos y no-metálicos. A continuación, presentamos las distintas técnicas (y los formatos usados) que se usó en el proyecto para determinar la calidad de los trabajos de soldadura (Ver Figura N°5.8), se realizó las Pruebas No Destructivas:

- Inspección Visual.
- Inspección de soldadura por radiografía.
- Procedimiento de inspección de soldadura por ultrasonido.

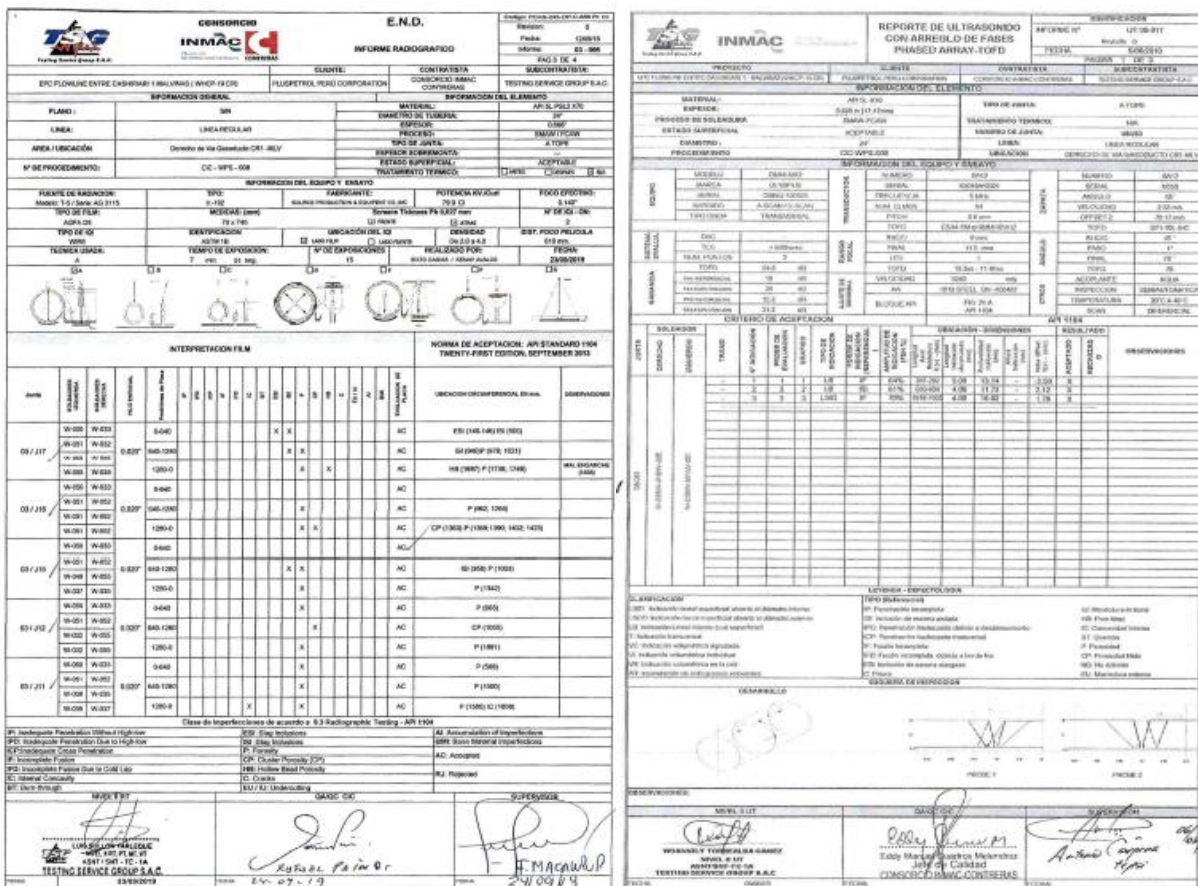


Figura N°5.8: Ensayos No Destructivos a la Soldadura (END)
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

5.4.2 Prueba hidrostática

Una Prueba Hidrostática (PH) es la prueba de presión que se realiza a tuberías y equipos para verificar su hermeticidad, confirmar su integridad mecánica y avalar que estén en óptimas condiciones de operación. Para la realización de la prueba hidrostática debe tomarse la presión de operación por 1.5 veces esta presión, para nuestro proyecto la presión de diseño es de 2,000 PSI.

La prueba hidrostática se llevo a cabo en 4 tramos (Ver Figura N°5.9):

- Tramo 1: PK 30+318 – PK 23+623
- Tramo 2: PK 0+000 – PK 2+785
- Tramo 3: PK 2+785 – PK 9+285
- Tramo 4: PK 9+285 – PK 23+623

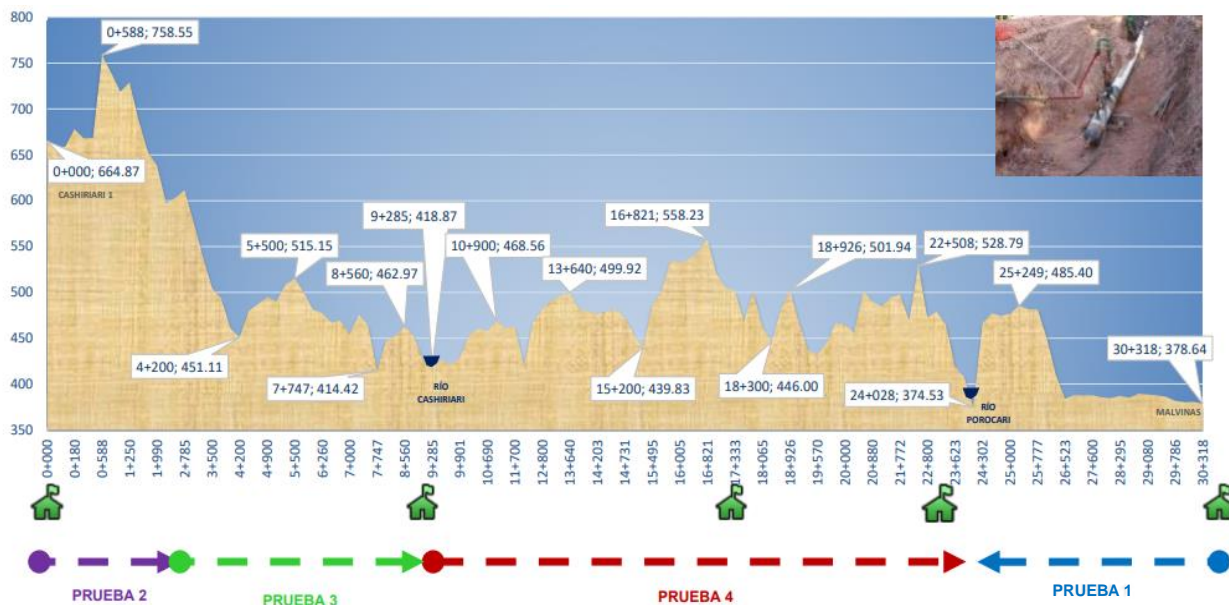


Figura N°5.9: Tramos para la Prueba Hidrostática (PH)
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

Para la prueba de presión hidrostática, en los 4 tramos, se usó agua para ejercer presión al gasoducto a niveles mucho mayores de su presión de operación.

5.5 GESTION DE RIESGO DE DESASTRES

5.5.1 Gestión de Riesgo de Desastres Naturales

Un desastre natural es un evento, de tal severidad y magnitud que normalmente resulta en muertes, lesiones y/o daños graves a la propiedad, la salud y/o al medio ambiente. Para OSINERGMIN, los desastres naturales se encuentran comprendidos dentro del concepto de siniestros. Un Siniestro es un evento inesperado que causa severo daño al personal, equipo, instalaciones, ambiente, entre otros. Entre los principales siniestros reportables, se consideran los siguientes:

- Incendios y/o Explosiones.
- Sismos.
- Inundaciones y/o Desastres fluviales.
- Contaminación ambiental / Derrames de productos químicos.
- Epidemias / intoxicaciones masivas.
- Erosiones de terreno

Toda situación generada por la ocurrencia de uno de estos eventos, constituye una emergencia y requiere de una movilización de recursos.

Emergencia Por Desastres Naturales: Es caracterizada por la restricción de la operatividad del Campamento y la paralización de los trabajos de instalación de tuberías, como consecuencia de fenómenos meteorológicos tales como:

- Huaycos
- Inundaciones
- Sismos
- Terremotos
- Lluvias anómalas
- Licuefacción del terreno

Ante estos eventos naturales se procede a la Evacuación, que es la acción de desalojar un recinto o proyecto en que se ha declarado una emergencia.

Con la finalidad de estar preparados ante la ocurrencia de estos eventos naturales se elaboró el “Plan De Emergencia” que es un instrumento de gestión elaborado para actuar en caso de emergencias como derrames de hidrocarburos o material peligroso, incendios, accidentes, explosiones, desastres naturales y otras emergencias. En el “Plan de Emergencia” se recomienda que ante la ocurrencia de un desastre natural se deberán seguir los siguientes pasos:

- Mantener la calma.
- Ubicar las rutas de escape, salida o evacuación.
- Evacuar en forma ordenada hacia la zona de seguridad y si esta está comprometida a otra zona que se halle fuera del rango del desastre natural o que pueda convertirse en una zona potencialmente peligrosa.
- Quien deberá comandar la evacuación será el supervisor de mayor rango inmediato (Jefe de Proyecto, Supervisor de Seguridad, Enfermero).
- Se deberá realizar un conteo del personal evacuado.
- Se comunicará a las autoridades del Proyecto del Consorcio y Pluspetrol en caso se requiera el apoyo del “Grupo especial de intervención” de Pluspetrol.

Zona De Seguridad: Lugar de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese

punto, para su designación se debe considerar que no existan elementos que puedan producir daños por caídas (árboles, cables eléctricos, estructuras antiguas, etc.).

Por otro lado, consideremos que el proyecto al darse en las riveras de un río, puede enfrentarse ante un caso de Sumersión o Inmersión ante lo cual se debe:

- Comunicar al Jefe de Proyecto, quien mediante su gestión se solicitará a PPC el apoyo del “Grupo especial de intervención”, para el rescate del personal que sufrió una sumersión.
- En ninguno de los casos el personal obrero o brigadista intentara rescatar al personal que sufra una sumersión.

Finalmente, los miembros del Equipo de Respuesta a Emergencias reciben la capacitación necesaria en Operaciones Contra Incendios, Primeros Auxilios y Respuesta a Derrames o Desastres Naturales para poder implementar los procedimientos del Plan de Respuesta a Emergencias.

5.5.2 Gestión de Riesgo de Seguridad Ocupacional y/o de Obra

La gestión del riesgo de desastres es la aplicación de políticas y estrategias de reducción con el propósito de prevenir nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por accidentes laborales. Para nuestro proyecto debemos identificar los trabajos de alto riesgo que son:

- Trabajos en Espacios Confinados.
- Trabajos en Altura.
- Bloqueo y Etiquetado (Aislamiento de Energía Peligrosas).
- Izamiento de Cargas.
- Trabajos en Caliente.
- Excavación y Zanja.
- Materiales Peligrosos.

La gestión de riesgo de desastres consiste en establecer las medidas de seguridad y medio ambiente para controlar los riesgos (Ver Cuadro N°5.3).

Cuadro N°5.3: Gestión de Riesgo de Desastres
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| RIESGO | CONSECUENCIA | PERSONAL EXPUESTO | MEDIDAS DE CONTROL |
|--|--|---|--|
| ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS: Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo objetos, materiales, deslizamientos de tierra. Ejemplos: montículos de tierra, lodo, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Hemorragia interna. Muerte | Ing. Supervisores / Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspección equipos y maquinas (verificar distribución, guardas) / Señalizar y delimitar áreas de trabajo. Capacitar al personal en el cumplimiento de normas de seguridad, Implementar controles administrativos (Procedimientos operativos para trabajos con equipos, maquinarias y herramientas de poder). |
| CABLES / ELEMENTO ENTERRADOS: El riesgo se presenta cuando se realizan actividades de excavación en instalaciones antiguas, existe el riesgo de contacto eléctrico, rotura de líneas de agua y desagüe y cable de fibra óptica, Ejemplos: Elaboración de zanjas de forma manual, elaboración de calicatas, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Asfixia Muerte | Operadores/ Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Solicitar planos de interferencia y ubicar instalaciones de acuerdo al plano. Señalizar y delimitar áreas de trabajo. / Contar con Procedimiento de Excavaciones. / Operadores y personal obrero capacitado en procedimiento de excavaciones. / Contar con formato de liberación de interferencias. / Supervisión en trabajos de excavación. |
| RIESGOS POR TRABAJOS EN ZONAS DE OPERACIONES DE AÉREAS: Posibilidad de sufrir lesiones por exposición a los peligros propios de la actividad de operaciones aéreas. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Muerte | Todo el personal | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Señalizar y delimitar áreas de trabajo y zonas de tránsito. / Establecer mecanismo de comunicación con responsables de operaciones aéreas para solicitud de permisos de ingresos a zonas de operaciones. / Emplear equipos de protección personal adecuados. |
| CAIDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos, en alturas sin protección adecuada, como barandas, escaleras de peldaños, escaleras fijas de Proyecto, escaleras de mano, plataformas, pasarelas, fosas, muelles de carga, estructuras, andamios, zanjas, aberturas en pisos, huecos en montacargas, cajas, cabinas de camión, árboles, cerros, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) | Ing. Supervisores/ Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Equipos de Protección Personal (EPP). / Contar con Procedimiento para Trabajos en Altura. Supervisar mantenimiento y control de escaleras, andamios, etc. / Realizar inspección de elementos para trabajos en altura o desnivel. Personal Capacitado y habilitado para realizar trabajos en altura. |
| CAIDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL: Este riesgo se presenta cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón. Ejemplos: objetos abandonados en los pisos (tornillos, piezas, herramientas, materiales, trapos, madera, escombros, etc., cables, tubos) y cuerdas cruzando zonas de paso (cables eléctricos, mangueras, cadenas, eslingas, cuerdas, etc.), pavimento con desniveles, resbaladizo o irregular, agua, aceite, grasa, detergente, cera, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) | Ing. Supervisores/ Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspeccionar área de trabajo. / Realizar mantenimiento de orden y limpieza del área antes, durante y después de la actividad. / Acondicionar, delimitar y señalar rutas de tránsito peatonal. |
| EXPOSICION A CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS: Riesgo por exposición a factores climatológicos adversas propios de la región en donde se desarrollan las actividades, Ejemplos: Caída de árboles y ramas, proyección de objetos por temporal de vientos huracanados, descarga eléctrica por tormentas eléctricas, etc. | Golpe, aplastamiento Quemaduras, Choque eléctrico, electrocución. | Todo el personal | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Detener actividades en caso de condiciones climatológicas adversas. / Contar con sistema de aterramiento y pararrayos. / Personal capacitado en Primeros Auxilios. |
| PROYECCIÓN DE PARTICULAS Y FRAGMENTOS: Este riesgo se presenta cuando se realizan actividades donde producto de golpes, fricción, transferencia de calor o actividades de fundición. Ejemplos: soldadura de arco eléctrico, oxicorte, uso de herramientas de corte y de golpes, amolado, esmerilado, uso de motosierra, chipeadora, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) | Soldadores / Oxigenistas / Amoladores / Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspeccionar herramientas, maquinas. / Uso de EPP adecuado (Anteojos de seguridad, anteojos antiparra, caretas, etc.) / Delimitar y señalar áreas de trabajo. |
| CARGA MENTAL: Cuando el trabajo exige una concentración, rapidez de respuesta y un esfuerzo prolongado de atención, a los que la persona no puede adaptarse y consecuentemente aparece fatiga nerviosa y la posibilidad de trastornos emocionales y alteraciones psíquicas. Ejemplos: control de calidad, control de procesos, conducción de vehículos, ejecutivos, introducción de datos, tareas administrativas, docencia, etc. | Estrés | Ing. Supervisores | Provisión de recursos humanos necesarios para el desarrollo de las tareas. / No exceder los horarios de trabajo. / Emplear técnicas de motivación para el personal. |
| EXPOSICION A TEMPERATURAS AMBIENTALES EXTREMAS: Posibilidad de daño por permanencia en ambientes con calor o frío excesivo, Ejemplos: hornos, calderas, fundiciones, trabajos al aire libre en zonas de elevada temperatura y humedad, etc. | Resfrío, Deshidratación. Quemaduras, golpe de calor | Ing. Supervisores/ Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Contar con puntos de sobra. / Realizar pausas, rehidratarse. / Personal capacitado en Primeros Auxilios. |
| GOLPES Y CORTES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS: Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquinas-herramienta, etc. Ejemplos: herramientas manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelas, aristas vivas, cristales, herramientas accionadas, ventiladores, taladros, tornos, sierras, cizallas, fresas, rotura del disco de amolar, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Muerte | Ing. Supervisores / Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspeccionar herramientas. / Uso de EPP adecuado. Cumplir con el Programa de Inspecciones de herramientas y EPP. / Supervisar que todas las partes móviles tengan protección y se encuentren en buen estado de uso. |

| RIESGO | CONSECUENCIA | PERSONAL EXPUESTO | MEDIDAS DE CONTROL |
|---|---|---|--|
| PELIGROS DERIVADOS DE FACTORES PSICOSOCIALES U ORGANIZACIONALES: Aquellos peligros derivados de la organización del trabajo cuya repercusión en la salud dependerá de cómo se viva la interacción individuo-condiciones de trabajo. Ejemplo: Jornada de trabajo (turnos rotativos, nocturnidad, exceso de horas), ritmo de trabajo excesivo, trabajo monótono, incomunicación, malas relaciones humanas, etc. | Estrés | Ing. Supervisores / Personal Obrero | Provisión de los recursos humanos suficientes para el desarrollo de todas las tareas a llevarse a cabo. |
| PISADAS SOBRE OBJETOS: Peligro de lesiones por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades de suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, virutas metálicas, residuos, clavos, bordes, desniveles, tubos, cables, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) | Ing. Supervisores / Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspeccionar áreas de trabajo. / Realizar Orden y limpieza en áreas de trabajo antes, durante y después de la actividad. / Uso de EPP adecuado. |
| SOBRESFUERZOS, POSTURAS INADECUADAS O MOVIMIENTOS REPETITIVOS: Posibilidad de lesiones músculo esqueléticas y/o fatiga física; al producirse un desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo. Ejemplo: Manejo de cargas en los brazos, trabajo en asiento inadecuado, introducción de datos en PC, etc. | Traumas acumulativos lesiones musculoesqueléticas. | Ing. Supervisores / Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Cumplir Programa de Capacitación y Entrenamiento en Ergonomía. / Supervisión permanente para corregir actos y condiciones sub estándar – que generen riesgos disergonómicos. |
| CHOQUES Y GOLPES CONTRA OBJETOS INMOVILES: Ejemplos: Partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, otros, etc. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) | Personal en general | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. / Inspección de áreas de trabajo. / Señalizar y delimitar áreas de trabajo. |
| CAIDA DE HOMBRE AL AGUA: Este peligro se presenta durante el transporte fluvial de personal y cargas cuando existen en el río objetos o embarcaciones que pudieran provocar el hundimiento de las embarcaciones de transporte, también durante el embarque y desembarque en puertos y en actividades cercanas a cuerpos de agua Ejemplos: choque de embarcaciones, objetos como troncos o rocas arrastradas por el río chocan contra la embarcación, fallas en las embarcaciones; asimismo en actividades como estiba en embarcaciones, desarme de estructuras portuarias, por resbalones al haber objetos o líquidos en la superficie del suelo, trabajos en zonas portuarias. | Lesiones personales. | Ing. Supervisores / Personal obrero. | PT y la ER para la actividad a realizar Programa de Capacitación y Entrenamiento Programa de Inspecciones en embarcaciones Mantenimiento del orden y limpieza del área. |
| ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR VUELCO DE MAQUINAS O VEHICULOS: Ejemplos: vehículo de transporte, excavadora. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Hemorragia interna Muerte | Ing. Supervisores / Personal obrero / Operadores | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspección equipos pesados y vehículos livianos. Señalizar y delimitar áreas de trabajo. Operadores y conductores capacitados en Manejo de Vehículos Pesados y Livianos - Manejo defensivo. Realizar supervisión permanente en trabajos con equipos pesados. |
| CHOQUE DE VEHÍCULO: Choque de camioneta, equipo pesado y otros ocasionado por descuido, cansancio, o por fallas mecánicas de los vehículos. | Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Muerte | Supervisores. Chofer/ Operadores | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspección de vehículos livianos. Señalizar y delimitar áreas de zona de tránsito de vehículos. / Establecer límites de velocidad. Conductores capacitados en Manejo defensivo. |
| INCENDIO, EXPLOSIÓN POR MANEJO DE BOTELLAS CON GAS PRESURIZADO: Este riesgo se presenta cuando se maneja, transporta almacena, suministra y se realiza el despliegue efectivo de los gases. Ejemplos: manejo en actividades de soldadura u oxicorte, suministro de oxígeno en atenciones médicas, etc. | Incendios Lesión Personal (Quemaduras, traumatismos, Heridas) | Personal de Salud / Oxigenistas / Almaceneros/ Logísticos/ Personal obrero | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspeccionar botellas de gas presurizado. Realizar transporte y almacenamiento adecuado de botellas con gas presurizado. / Personal Capacitado en el manejo de gas presurizado. / Contar con hojas MSDS de materiales. |
| EXPLOSIÓN POR TRABAJOS SOBRE FLOW LINE EN OPERACIÓN: Este riesgo se presenta por trabajos de instalación de nuevo FL sobre tramo especial que cuenta con FL en operación.. | Incendios Lesión Personal (Quemaduras, traumatismos, muerte) | Personal de Salud / Supervisores/ Soldador/ Oxigenistas / Almaceneros/ Logísticos/ Personal obrero. | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Cumplir con procedimientos de Aislamiento de Energías, Excavaciones y Zanjas, Trabajo con Maquinaria Pesada/ Contra con equipo detector multigas, detector de metal y cables/ Respetar distancias de seguridad/ Equipos no deben trabajar sobre el ducto en instalado/ No se emplearan excavadoras o retroexcavadora en zonas donde se tengan tuberías a presión enterradas. |
| EXPLOSIÓN RADIACION IONIZANTE: Este riesgo se presenta por trabajos de calidad sobre el ducto en instalación (Gammagrafía) | Incendios Lesión Personal (Quemaduras, afecciones a la salud) | Personal encargado de ensayos/ Supervisores de Calidad/ Personal general. | Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Cumplir con procedimientos, contar con personal capacitado en Seguridad radiológica; Almacenamiento adecuado de fuente radiactiva, contar con los permisos del IPEN/ Mantener distancia de seguridad durante ensayos/ Contar con plan de contingencia. |

| RIESGO | CONSECUENCIA | PERSONAL EXPUESTO | MEDIDAS DE CONTROL |
|--|---|---|--|
| <p>ATROPELLO CON VEHÍCULOS Y/O EQUIPOS: Posibilidad de sufrir lesiones por golpes u atropello por un vehículo (perteneciente o no a la empresa) durante la jornada de trabajo. Incluye los accidentes de tránsito en horas de trabajo. Ejemplos Tractores, carros de transporte internos, palas excavadoras, grúas, equipo pesado, vehículos en general</p> | <p>Lesión Personal (Traumatismos, Heridas) Muerte</p> | <p>Ing. Supervisores / Personal obrero / Operadores</p> | <p>Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspección equipos pesados y vehículos livianos. Señalizar y delimitar áreas de trabajo. Operadores y conductores capacitados en Manejo de Vehículos Pesados y Livianos – Manejo defensivo. Contar con Señaleros para los equipos pesados en zonas críticas de la obra. / Supervisión permanente en trabajos con equipos pesados y vehículos.</p> |
| <p>PISADAS SOBRE OBJETOS: Peligro de lesiones por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades de suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, virutas metálicas, residuos, clavos, bordes, desniveles, tubos, cables, etc.</p> | <p>Lesión Personal (Traumatismos, Heridas)</p> | <p>Ing. Supervisores / Personal obrero</p> | <p>Elaborar PT y la ER para la actividad a realizar. Inspeccionar áreas de trabajo. / Realizar Orden y limpieza en áreas de trabajo antes, durante y después de la actividad. / Uso de EPP adecuado.</p> |

Política de Suspensión de Tareas:

El consorcio Inmac – Contreras adopta el Estándar de Suspensión de Tareas de Pluspetrol, comprometiéndose a cumplir cada uno de sus postulados:

- Cualquier persona que observe un acto o condición insegura asociada a la tarea, deberá detenerla e inmediatamente avisar al supervisor de la actividad para que éste tome las acciones correctivas que eviten la repetición de ese acto y/o condición insegura.
- La Seguridad tendrá prioridad en cualquier actividad donde se presente conflicto con la Producción, los Costos, la Calidad y los Programas de Trabajo, siendo responsabilidad de la supervisión administrar los medios y asegurar su gestión.
- Ninguna tarea comenzará hasta que el responsable del trabajo (Jefe del Grupo) y Supervisor haya comunicado a los trabajadores los riesgos de dichas tareas, las medidas preventivas necesarias, la definición de roles y responsabilidades además de haber realizado el Permiso de Trabajo.
- Todo cambio en las condiciones de trabajo, es causa suficiente de interrupción de la tarea, siendo obligatorio analizar y documentar los riesgos presentes y las medidas para minimizarlos, antes de reiniciarla.
- El NO uso de los elementos de protección personal (EPP), de uso obligatorio en la Operación, será causa suficiente de detención de la tarea.

5.6 INFORME DE INGENIERIA

Durante la ejecución del Proyecto se elaboraron los reportes que por contrato y según los TDR del proyecto se debía presentar informando al cliente acerca de los avances tanto físicos como económicos. Los reportes que elaboramos y presentamos fueron los siguientes:

- Reporte Diario de Actividades (R.D.A.)
- Reporte Diario de Obra (R.D.O.)
- Informe Semanal de Obra.
- Informe Mensual del Proyecto.
- Informe Final de Obra.
- Dossier de Calidad.

Estos documentos, deben ser lo suficientemente claros y detallados para que la gerencia operativa y demás partes interesadas tomen conocimiento de la real situación del desarrollo del proyecto. Generalmente en un INFORME se incluyó lo siguiente (Ver Figura N°5.10):

| ÍNDICE | |
|---------------|--|
| 1. | INTRODUCCIÓN.....4 |
| 2. | OBJETIVO4 |
| 3. | ALCANCE4 |
| 4. | SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE4 |
| 5. | INGENIERÍA Y DOCUMENTACIÓN: LISTADO GENERAL DE DOCUMENTOS (PCAS-245-LD-X-611)..... 5 |
| 6. | LOGÍSTICA..... 6 |
| 6.1. | CARGO PLAN PRIMARIO 6 |
| 7. | AVANCE DE OBRA..... 6 |
| 7.1. | ACTIVIDADES RELEVANTES DE LA SEMANA..... 6 |
| 7.1.1. | GESTIÓN DEL PROYECTO 6 |
| 7.1.2. | INGENIERÍA 6 |
| 7.1.3. | MOVILIZACIÓN 6 |
| 7.1.4. | CAMPAMENTO CASHIRIARI 1 6 |
| 7.1.5. | CAMPAMENTO PK 17+500..... 6 |
| 7.1.6. | CAMPAMENTO PK 23+500..... 7 |
| 7.1.7. | CAMPAMENTO PK 9+600..... 7 |
| 7.1.8. | CAMPAMENTOS (SERVICIOS EN GENERAL)..... 7 |
| 7.1.9. | Revegetación y Reforestación Tramo 17+200 - 29+020 – 23+700 7 |
| 7.1.10. | INSTALACION DE DIQUES DE CONTENCION EN ZANJA..... 7 |
| 7.1.11. | Mantenimiento del DDV, Control de erosión (Cierre DDV) 30+300 a 0+550 7 |
| 7.1.12. | INSTALACIÓN DE SUPERFICIE – Obras Civiles en Río Cashiriari 8 |
| 7.1.13. | INSTALACIÓN DE SUPERFICIE – Obras Civiles en Quebrada Porocari..... 8 |
| 7.1.14. | INSTALACIÓN DE SUPERFICIE – Obras Civiles en Cashiriari 1 9 |
| 7.1.15. | TRABAJOS EN TALLER DE SOLDADURA 9 |
| 7.2. | AVANCE INSTALACIÓN DE FLOWLINE 10 |
| 7.3. | AVANCE CONSTRUCTIVO DE DDV 11 |
| 7.4. | CURVA DE AVANCE 12 |
| 7.5. | CURVA DE AVANCE DE SUMINISTRO 13 |
| 7.6. | CURVA DE AVANCE DE INSTALACIÓN 14 |
| 8. | HISTOGRAMA DE PERSONAL 15 |
| 9. | EQUIPOS..... 17 |
| 10. | COMENTARIOS – RESTRICCIONES 19 |
| 11. | HITOS DEL PROYECTO..... 20 |
| 12. | REGISTRO FOTOGRÁFICO..... 21 |
| 13. | ANEXOS..... 25 |

Figura N°5.10: Estructura del Informe de Ingeniería
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

5.7 CUMPLIMIENTO DE HITOS Y OBJETIVOS ALCANZADOS

En el cuadro siguiente se aprecia los hitos del proyecto y las fechas en las cuales fueron cumplidas (Ver Cuadro N°5.4), el proyecto se desarrolló dentro de los tiempos estimados en la planificación y sin presentar mayores incidentes.

Cuadro N°5.4: Cumplimiento de Hitos y Objetivos Alcanzados
(Fuente: Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista)

| N° | HITO | RESPONSABLE DE CUMPLIMIENTO DE HITO | FECHA PROGRAMADA | FECHA ACTUAL | CUMPLIMIENTO |
|----|--|---|----------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 1 | Firma de Contrato | Consortio INMAC-Contreras / Plus Petrol Corporation | 15 Nov 2017 al 15 Ene 2018 | 22 Ene 2018 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | Materiales Tie Ins | Consortio INMAC-Contreras | 15 May 2018 | 13 May 2018 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 4 km de tuberías | Consortio INMAC-Contreras | 01 Set 2018 | 28 Abr 2018 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Saldo de tuberías (27.3 Km) | Plus Petrol Corporation | 01 Abril 2019 | 01 Abr 2019 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Válvulas de seguridad LBV y SDV ✓ Válvulas manuales ✓ Trampas scraper de lanzamiento y recepción ✓ Sistema de inyección de Inhibidor de Corrosión | Consortio INMAC-Contreras | 15 Jun 2019 | 15 Jun 2019 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | Ejecución de Tie Ins – Criticidad 1 | Consortio INMAC-Contreras | 01 Jun 2018 | 01 Ago 2018 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 | Apertura de DDV al 100 % | Consortio INMAC-Contreras | 15 Dic 2018 | 11 Dic 2018 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cruce de Río Cashiriari (HDD) al 100% ✓ Cruce de Río Porocari (Método Cielo Abierto) al 100% ✓ 500 m Tub. Instalado en salida de Cashiriari 1 ✓ 1200 m Tub. Instalado en llegada a Malvinas | Consortio INMAC-Contreras | 30 Dic 2018 | 30 Dic 2018 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8 | Completamiento Electro Mecánico | Consortio INMAC-Contreras | 15 Set 2019 | 15 Set 2019 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9 | Listo para puesta en marcha (RFSU), incluye Cierre de DDV | Consortio INMAC-Contreras | 15 Oct 2019 | 20 Oct 2019 | <input checked="" type="checkbox"/> |

CONCLUSIONES

De manera general respecto de las Técnicas de Planificación y la Necesidad de Planear y Controlar un Proyecto de Construcción podemos concluir:

1. El costo, el tiempo y la calidad, son las tres variables clave en el proceso de ejecución de proyectos de construcción. Nunca debes olvidar realizar un seguimiento constante de ellas y visualizar si estás cumpliendo las expectativas y límites establecidos en la propuesta del proyecto.
2. La planificación de proyectos constituye una poderosa herramienta que permite incrementar sustancialmente el éxito en el desarrollo del proyecto de construcción y, por tanto, en la consecución de los objetivos planteados.
3. Dos elementos fundamentales en la planificación de proyectos están asociados con la planeación de tiempos y costos; cada uno de estos recursos requiere de la aplicación de metodologías de administración que permitan optimizar su uso y maximizar sus beneficios.
4. Frecuentemente es común escuchar acerca de la importancia que tiene la formulación y la evaluación de los proyectos; sin embargo, la fase relacionada con la planificación de proyectos es igualmente relevante ya que permitirá establecer mecanismos de control que garanticen el cumplimiento, en tiempo y forma, de los planes y programas elaborados.
5. Al entender el efecto tanto financiero como de oportunidad y disponibilidad del dinero, establecemos la importancia de optimizar su utilización a lo largo del proyecto. Para esto, el Programa del Proyecto nos ayuda a identificar cuándo requerimos erogar los anticipos y pagos de avance para la implementación y arranque, compra de suministros, etc. Al igual que actualizamos la información de cada actividad en función de los acontecimientos reales, así también deberá actualizarse la programación de las necesidades de pago.
6. El país cuenta con 19.89 TCF de Reservas de Gas Natural, siendo la mayor acumulación en el yacimiento de Camisea (94%) que abarcan los Lotes 88,

58, 56 y 57 y el país cuenta con 66.50 TCF de Recursos de Gas Natural, a nivel país. El Perú necesita poner en valor sus recursos de hidrocarburos. La exploración y explotación de hidrocarburos es perfectamente compatible con la protección de la biodiversidad. PERUPETRO, busca agilizar que el Lote 58 inicie la etapa de producción y para ello plantea tener el mismo apoyo que tuvo el yacimiento Camisea. Con ello, la producción se inicia en 4 años.

7. El proyecto de masificación del gas natural en la sierra centro y sur del país, que demandará una inversión de 200 millones de dólares, está respaldado por el Fondo de Inclusión Social Energético (Fise). “El proceso en esa zona no es rentable para un inversionista privado debido a que la demanda es baja. Por ello, se prevé que el Fise financie este proyecto”.

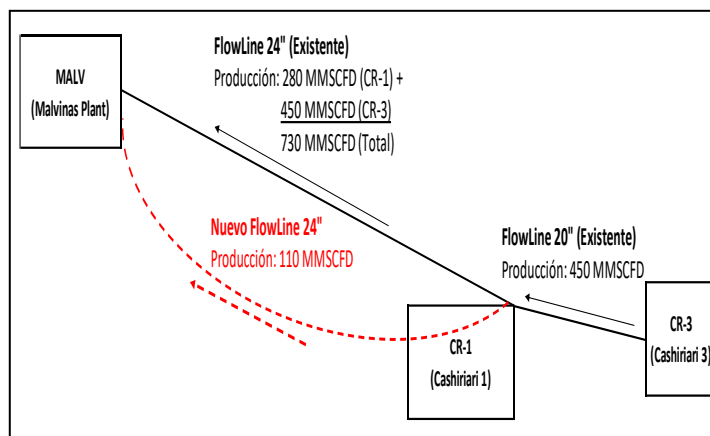
En lo referente al Proyecto en estudio materia del presente Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el grado académico de INGENIERO CIVIL podemos concluir:

8. El Proyecto consiste en captar y transportar gas natural proveniente de los yacimientos San Martín y Cashiriari, en el Lote 88, hacia una planta de separación de líquidos ubicada en Malvinas, a orillas del río Urubamba. El impacto de este proyecto se concibe bajo el concepto de incrementar la producción del clúster Cashiriari 1 y que sea sostenible a través del tiempo. El objetivo es aumentar la producción y garantizar la sostenibilidad de dicho clúster en los próximos años de explotación.

Actualmente Cashiriari consta de dos clusters (Cashiriari-1 y Cashiriari-3) que envían su producción a la planta Malvinas (CR-1: 280 MMSCFD y CR-3: 450 MMSCFD, Total: 730 MMSCFD). El clúster CR-3 envía su producción al clúster CR-1 a través de un ducto de diámetro 20” y longitud 12.8km (e=0.812”). En CR-3 hay una trampa lanzadora (STAH-21440) y en CR-1 una trampa receptora (STAQ-21225) asociadas al ducto. Desde el clúster CR-1 se envía la producción de los pozos de CR-1 y la producción que viene de CR-3 hasta la planta Malvinas a través de un ducto de diámetro 24” y longitud 33km (e=0.750”). En CR-1 hay una trampa lanzadora (STAH-21240) y en la planta de Malvinas una trampa receptora (STAQ-22030) asociadas a este ducto.

De acuerdo al plan de desarrollo del Bloque 88 (Cashiriari y San Martín) se aumentó la producción a 840 MMSCFD (incremento = 110 MMSCFD) y para poder operar cada clúster (CR-1 y CR-3) con presiones compatibles con los niveles de producción esperados se incorporó un ducto en paralelo al ducto existente de 24" entre CR-1 y Malvinas. Este ducto enterrado tiene un diámetro de 24" y una longitud total de 30.46 km en función de la ruta seleccionada para su recorrido (diferente a la existente de 24").

El proyecto consistió en la incorporación de una nueva trampa lanzadora en CR-1, una receptora en Malvinas y un sistema de inyección de químicos para el nuevo ducto.



En conclusión, el impacto que tendría el Proyecto es la incrementación de la producción del Clúster Cashiriari 1 en 110 MMSCFD, es decir, se incrementará la producción del Clúster Cashiriari 1 en un 15%.

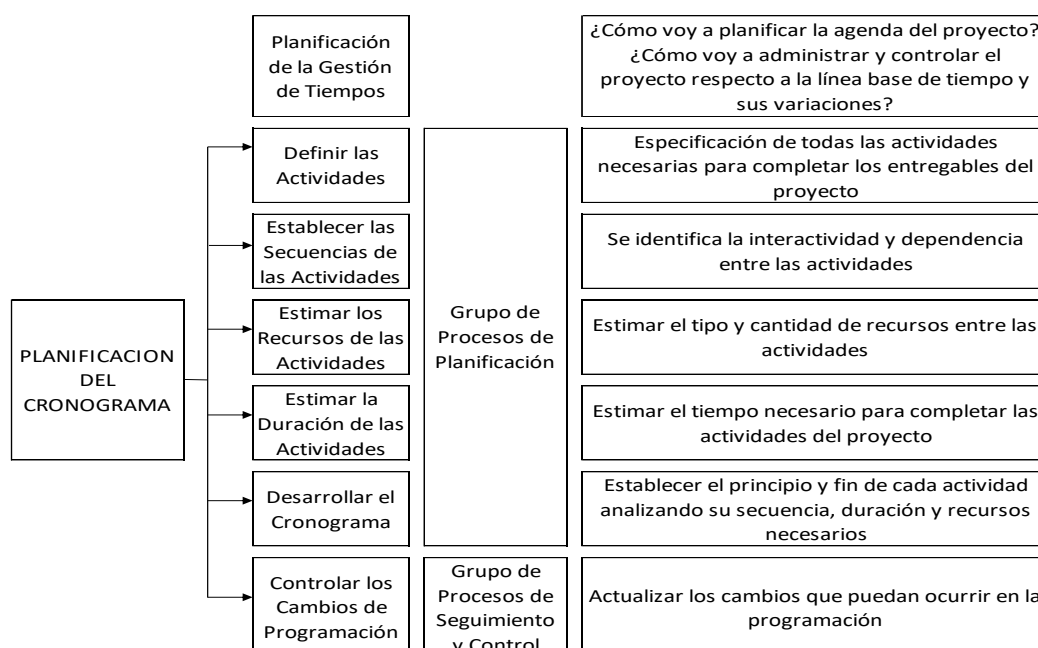
9. El presente "TSP" comprende la aplicación de herramientas de control en gestión de obra y técnicas de programación en una obra que consiste en el "Tendido de Tuberías de Gas de Alta Presión en Selva" ejecutada en el Campamento Malvinas (Cusco), en el cual se midieron los tiempos productivos e improductivos de los trabajadores de construcción y su impacto a nivel de costo y tiempo para las diferentes partidas (obras civiles, control de erosión, obras electromecánicas e instrumentación, otras). Los resultados obtenidos nos permitieron destacar la importancia de la aplicación de las técnicas de programación de obra, para la toma de decisiones y mejora de la productividad.
10. El objetivo de la planificación fue establecer una metodología para la elaboración del cronograma del proyecto, desarrollando estrategias que permitan completarlo dentro del plazo determinado. Lo cual permitió a la Empresa optimizar tiempos, reducir recursos y maximizar ganancias.

11. El Proyecto fue financiado por el Grupo Camisea, es decir, que el financiamiento es con recursos propios. El contrato del Proyecto se firmó en la modalidad de EPC (Ingeniería, Procura y Construcción), Según este esquema el presupuesto se divide en 2 partes (el SUMINISTRO y la INSTALACION). El Presupuesto Total de Obra fue:

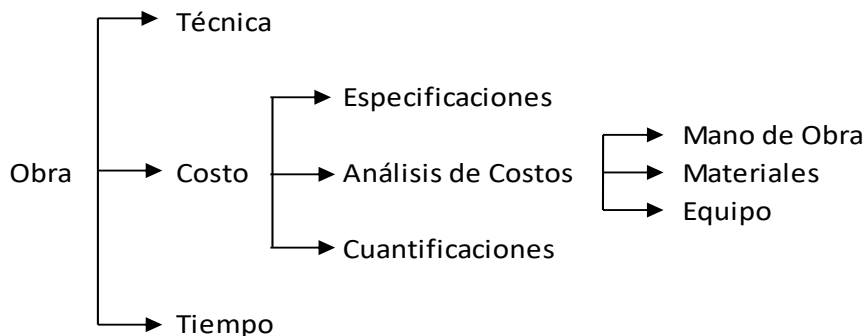
| DESCRIPCIÓN | INCID. | TOTAL CONTRATO (\$) |
|----------------------------------|----------------|---------------------------|
| Costo EPC Flowline - SUMINISTRO | 18.59% | \$ 8,784,497.59 |
| Costo EPC Flowline - INSTALACION | 81.41% | \$ 38,457,192.64 |
| Costo Total EPC Flowline | 100.00% | \$ 47,241,690.23 |

NOTA: Los costos no incluyen I.G.V.

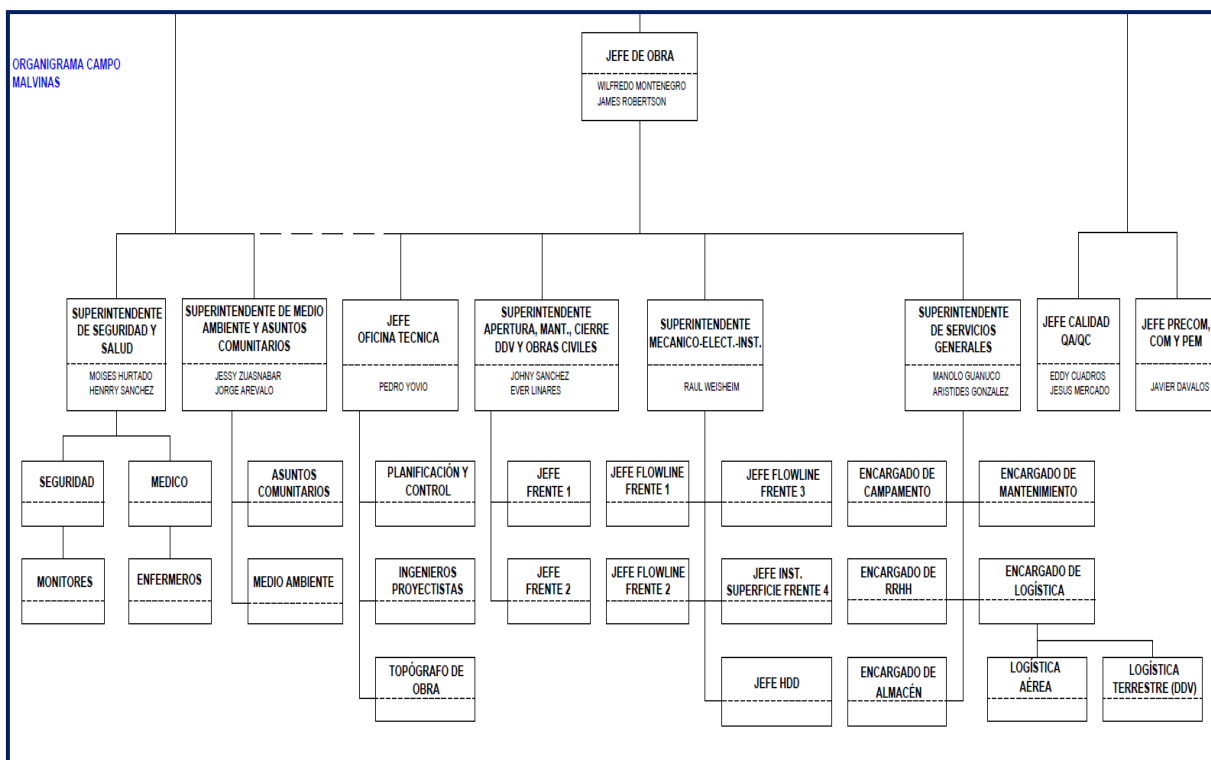
12. Al iniciar los estudios del proyecto se desarrolló una planificación, la cual fue la primera fuente importante sobre como guiar el proyecto a través de las etapas posteriores de ejecución, seguimiento, control y cierre. En la planificación se incluyó los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo, estos procesos son seis, cinco de ellos se ejecutaron antes del lanzamiento del proyecto (en este caso fue en la elaboración de la oferta) dentro de la etapa de planificación. La ejecución de estos culminó con el desarrollo del cronograma, el cual se aprobó y se convirtió en la línea base del cronograma del proyecto, el sexto proceso, fue el control del cronograma, se desarrolló a lo largo de la ejecución del proyecto, y consistió en controlar desviaciones respecto de aquella línea base del cronograma.



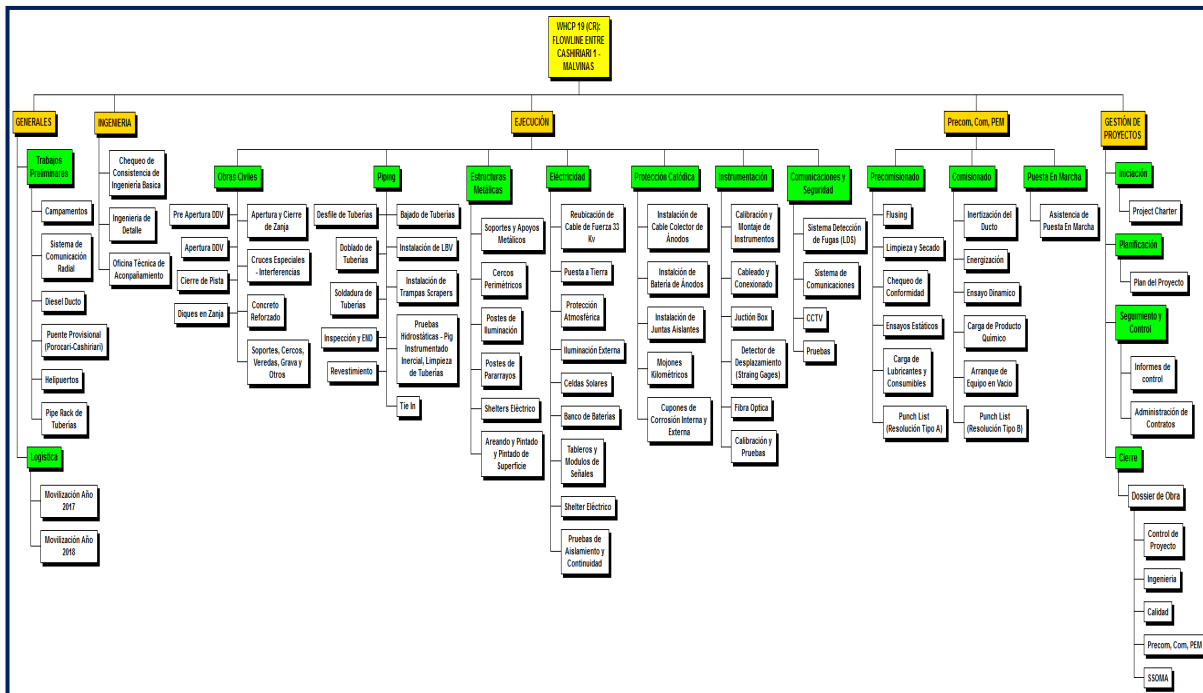
13. El costo y el presupuesto son dos términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costo; y un costo por sí solo, aplicado a un metrado, de determinada unidad, constituye ya un presupuesto, para el caso de nuestra obra se planteó el esquema:



14. Inevitablemente la ejecución de un proyecto necesita de la participación de un recurso muy valioso como es el humano, pero éste debe participar en forma organizada. Por ello la importancia de contar con una Organización de la dirección de Obra y de la Ejecución de Procesos.

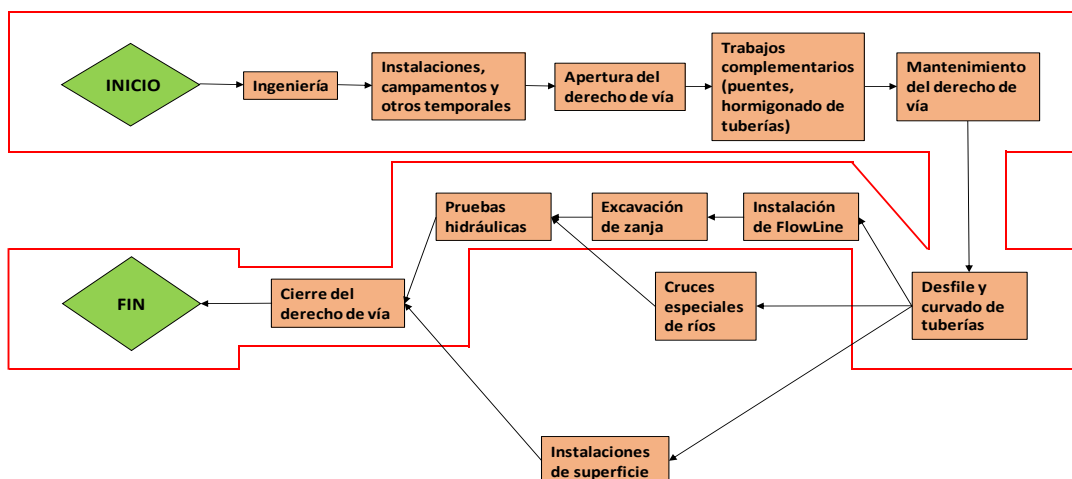


15. Gestionar el desarrollo del proyecto bajo un enfoque por procesos, permite la identificación y administración sistemática de las actividades y las interacciones entre ellas, con el fin de obtener los resultados esperados.



16. En nuestro proyecto usamos el Método de la Ruta Crítica (CPM) o del camino crítico, con tiempos ciertos calculados en base a los rendimientos de las cuadrillas en campo basados en experiencias anteriores en trabajos similares, bajo condiciones de topografía y climáticas similares, siguiendo los pasos:

- Identificamos todas las actividades que involucra el proyecto.
- Establecimos relaciones entre las actividades. Se decidió cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
- Se construyó una red o diagrama conectando las diferentes actividades a sus relaciones de precedencia.
- Se definió los costos y tiempo estimado para cada actividad.
- Identificar la ruta crítica y las holguras de las actividades que componen el proyecto de construcción.



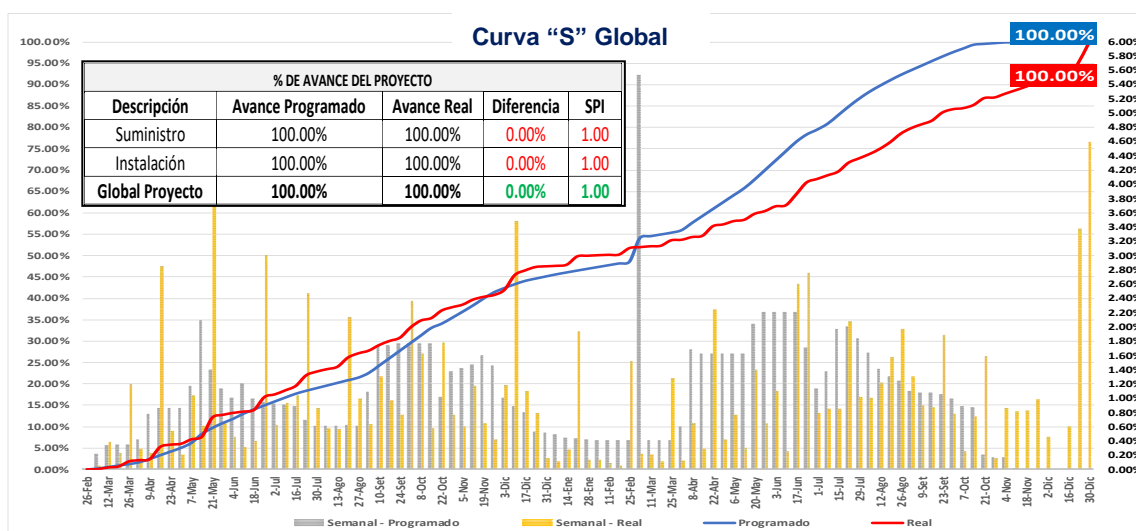
17. Las actividades finales a planificar en la construcción de una nueva planta de hidrocarburos consisten en una serie de verificaciones llevadas a cabo justo antes del comienzo de funcionamiento de la misma. El fin de dichas verificaciones es asegurar que la construcción y operación de cada ELEMENTO sea acorde a su diseño. Estas verificaciones son también la última revisión del diseño del equipamiento antes de la puesta en marcha de la planta, estas actividades se dividen en dos etapas: PRECOMISIONADO y COMISIONADO; la separación de estas corresponde, en forma general, a etapas de pruebas estáticas y dinámicas respectivamente. Las actividades de PRECOMISIONADO y COMISIONADO se organizan a partir de SISTEMAS y SUBSISTEMAS operativos, en los cuales se divide la planta, y de las ESPECIALIDADES vinculadas a las diferentes áreas de la Ingeniería.

18. Todas las verificaciones realizadas por las distintas especialidades fueron documentadas en los formularios aplicables y firmadas por los responsables de cada actividad y se adjuntaron al Acta de Aceptación de COMISIONADO, emitida por el responsable de COMISIONADO de cada especialidad, con la conformidad y la aprobación de la COMPAÑÍA.

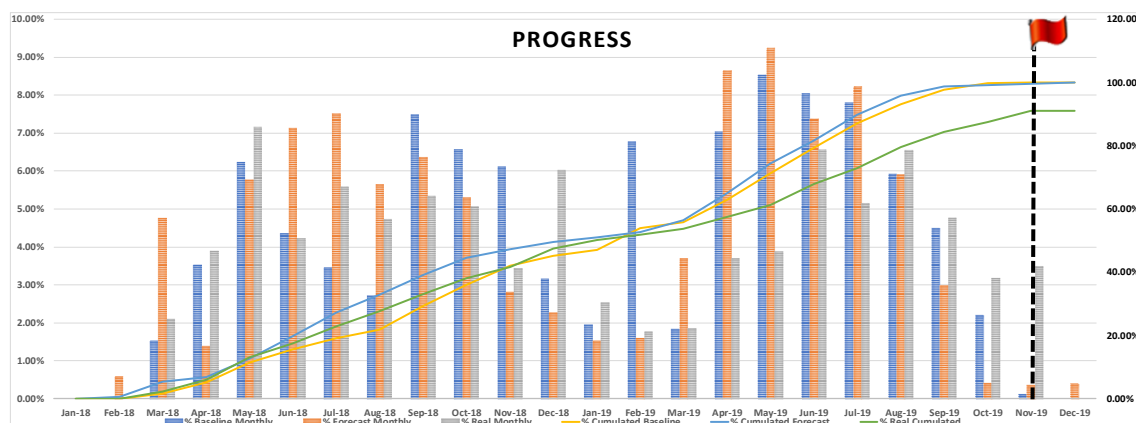
19. Toda la información obtenida en la etapa de Planeamiento la tabulamos haciendo uso de los softwares: Primavera Project Planner y MS Project, que nos ayudaron a organizar la información, asignando tiempos a las tareas, los costos asociados y los recursos, tanto de trabajo como materiales, para que se puedan respetar los plazos sin exceder el presupuesto.

| Id | Ser | ITEM | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | |
|-----|------|------|---|----------|--------------|--------------|------|
| 1 | | | EPC FLOWLINE ENTRE CASHIRIARI 1 - MALVINAS (WHCP - 19 CR) | 623 días | jue 1/03/18 | mié 13/11/19 | |
| 2 | | | Inicio de Proyecto | 0 días | jue 1/03/18 | jue 1/03/18 | 1/03 |
| 3 | A | | SUMINISTRO | 623 días | jue 1/03/18 | mié 13/11/19 | |
| 247 | B | | INSTALACIÓN | 623 días | jue 1/03/18 | mié 13/11/19 | |
| 248 | 1.1 | | INGENIERÍA | 594 días | jue 1/03/18 | mar 15/10/19 | |
| 276 | 1.3 | | MOVILIZACION - DESMOVILIZACION | 620 días | jue 1/03/18 | dom 10/11/19 | |
| 281 | 1.4 | | INSTALACIONES, CAMPAMENTOS Y OTROS - TEMPORALES | 620 días | jue 1/03/18 | dom 10/11/19 | |
| 342 | 1.5 | | CRUCES DE RIO | 230 días | mar 15/05/18 | dom 30/12/18 | |
| 366 | 1.6 | | MANTENIMIENTO DE DERECHO DE VIA (DdV) | 225 días | mar 13/11/18 | mar 25/06/19 | |
| 369 | 1.7 | | INSTALACIONES DE SUPERFICIE | 394 días | vie 3/08/18 | sáb 31/08/19 | |
| 392 | 1.8 | | PROTECCION CATODICA | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | |
| 396 | 1.9 | | PRUEBAS HIDROSTATICAS | 103 días | jue 23/05/19 | lun 2/09/19 | |
| 402 | 1.10 | | PRE COMISIONADO / COMISIONADO y OTROS | 58 días | lun 19/08/19 | mar 15/10/19 | |
| 405 | 1.19 | | SAFETY | 568 días | jue 1/03/18 | jue 19/09/19 | |
| 413 | 1.11 | | APERTURA DE DERECHO DE VIA (DDV) | 269 días | jue 22/03/18 | sáb 15/12/18 | |
| 418 | 1.12 | | EXCAVACION DE ZANIAS | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | |
| 425 | 1.13 | | DESFILE Y CURVADO DE TUBERIAS | 254 días | mar 16/10/18 | mié 26/06/19 | |
| 438 | 1.14 | | INSTALACION DE FLOWLINES | 430 días | mar 22/05/18 | jue 25/07/19 | |
| 498 | 1.15 | | FIBRA OPTICA | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | |
| 502 | 1.16 | | TAPADA DE ZANIAS | 116 días | lun 8/04/19 | jue 1/08/19 | |
| 509 | 1.17 | | CIERRE DE DERECHO DE VIA (DDV) | 100 días | dom 7/07/19 | lun 14/10/19 | |
| 514 | | | PARTIDA OPCIONAL CONTRACTUAL | 575 días | mié 18/04/18 | mié 13/11/19 | |

20. Para llevar a cabo el control de tiempo de nuestro proyecto utilizamos la llamada curva “S”, que nos resultó muy útil para supervisar el éxito del proyecto porque los datos acumulativos en tiempo real de varios elementos del proyecto, como el costo, se pudieron comparar con los datos proyectados. El grado de alineación entre los dos gráficos reveló el progreso, o la falta del mismo, de cualquier elemento que se estudió. Del mismo modo nos permitió hacer correcciones para volver a encauzar el rumbo, la curva “S” ayudó a identificar los retrasos. También se aplicó el concepto de Dashboard para manejar de mejor manera toda la información disponible. Al término del Proyecto se obtuvo el siguiente detalle de seguimiento y control del tiempo de ejecución



21. Se consiguió que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado, lo cual era el principal objetivo al desarrollar un control de costo del proyecto. Para lograrlo manejamos el Presupuesto Base como una gráfica del presupuesto acumulado a lo largo del tiempo y sirvió como base contra la cual se comparó el desempeño del proyecto en tiempo y costo, para ello utilizamos la herramienta de control llamada “Valor Ganado”.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el Perú ponga en valor sus recursos de hidrocarburos, puesto que la exploración y explotación de hidrocarburos es perfectamente compatible con la protección de la biodiversidad.
- Se recomienda el uso de herramientas tecnológicas en la planificación de proyectos ya que éstas proveen de mejores condiciones para establecer mecanismos de monitoreo y control.
- Tradicionalmente, se considera que un presupuesto está constituido por los costos directos y los costos indirectos. Se recomienda que los costos de calidad de prevención y evaluación, los costos de seguridad y salud ocupacional (referidos a la capacitación y uso de EPP's), y los costos de medio ambiente, sean absorbidos multiplicándolos por un factor que manejan las constructoras producto de su experiencia y la acumulación de información que adquieren a través de las distintas obras ejecutadas.
- Se recomienda para llevar a cabo la tarea de Pre Comisionado de una nueva planta de hidrocarburos, que el proceso de documentación de Precomisionado sea organizado en forma independiente al de la Obra, y concluye cuando se emiten los certificados de "Listo para Comisionado" (RFC), necesariamente con pendientes que no impidan desarrollar el Comisionado con seguridad.
- Es recomendable y esencial que en el Comisionado se cuente con la participación de las áreas de seguridad del proyecto y de los equipos de seguridad que realizan la puesta en marcha de la instalación. Pues la tarea de Comisionado se desarrolla con la Instalación en condición Energizada y/o Presurizada, y se debe hacer en forma segura y controlada. Es fundamental destacar que las condiciones en las que se realizan estas tareas son diferentes y mucho más riesgosas que las planteadas para el PRECOMISIONADO.
- Se recomienda contar siempre con personal calificado para cada actividad constructiva pues ello permite tener mayores rendimientos y optimizar tiempo y costos al no tener que rehacer trabajos mal hechos por personal no especializado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- a. **Departamento de Planificación y Control de Obra del Contratista**, Contrato de Obra, Cronograma, Presupuesto, Reportes Semanales, Reportes Mensuales, Otros, respecto de los Procesos Constructivos del Proyecto EPC “Tendido de Tuberías de Gas en Selva”, Lote 88 - Malvinas, Región Cuzco, 2019 - 2020.
- b. **Reducindo Díaz Karen Patricia**, Planeamiento y Programación de Obras para una Planta de separación de Gases, Tesis de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil UNI-FIC, Biblioteca UNI - FIC, Lima-2001.
- c. **Benavente Ramírez Pelayo Wilbert**, Planeamiento de la Construcción de un edificio de 21 pisos con 5 Sótanos por el método de Construcción en Cadena, Informe de Ingeniería para optar el Título de Ingeniero Civil UNI-FIC, Biblioteca UNI-FIC, Lima – 1999.
- d. **Mallma Rosas Milton Juan**, Planeamiento, Programación y Control Aplicado a los Procesos Constructivos de la Estructura de 16 Edificios Multifamiliares, Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil UNI-FIC, Biblioteca UNI-FIC, Lima – 2011.
- e. **Pillaca Sicha Cesar**, Aplicación de la Teoría de Restricciones en la Estimación de Costos de una Red de Agua Potable, Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil UNI-FIC, Biblioteca UNI-FIC, Lima – 2018.
- f. **Rivera Esteban Víctor Manuel**, Programación, Planificación y Control de Obras de Infraestructura Civil en la República de Guatemala, Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, Guatemala – 2015.
- g. **Arámbulo Montalvo Alan**, Programación, control y optimización de costos del túnel de conducción, pique y chimenea de la central hidroeléctrica Santa Teresa, Tesis de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil UNI-FIC, Biblioteca UNI - FIC, Lima – 2014.

- h. Calderón Millones Mario César**, Planeamiento y Programación del Proyecto de Mejoramiento Vial de la Carretera Cocachacra – Matucana del Km 57+000 al km 60+000, Informe de Suficiencia Profesional (TSP) para Optar el título de Ingeniero Civil UNI-FIC, Biblioteca UNI - FIC, Lima – 2006.
- i. León Castro Jenifer Denisse**, Herramientas de Control de Gestión de Obra, Aplicada en la Ejecución del Proyecto Hotel Holiday Inn - Piura, Tesis de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil FIC - UNP, Biblioteca FIC - UNP, Piura – 2019.
- j. Rodríguez Castillejo Walter**, Fundamentos de Programación, Reprogramación, Calidad Total y seguridad de Obras Civiles, Ediciones del propio autor, Lima – 2001.
- k. Mtro. Rodolfo Valenzuela Reynaga**, Planeación de Costos y Tiempos como Estrategia en la Administración de Proyectos, Departamento de Contaduría y Finanzas del Instituto Tecnológico de Sonora, México – 2009.
- l.** Página Web: <http://perupetro.com.pe>
- m.** Página Web: <https://procedimientosconstruccion>
- n.** Página Web: <http://asesordecalidad.blogspot.com>
- o.** Página Web: <https://www.praxisframework.org/es>
- p.** Página Web: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- q.** Página Web: <http://www.ludimr.blogspot.com/>

ANEXOS

- 1. Memoria Descriptiva**
- 2. Especificaciones Técnicas**
- 3. Medidas de Mitigación del Impacto Ambiental**
- 4. Cuadro General de Metrados**
- 5. Presupuesto de Obra**
- 6. Panel Fotográfico**
- 7. Planos**

ANEXO 1
MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Objeto:

El objetivo del proyecto es ejecutar los trabajos proveyendo toda la dirección, supervisión, mano de obra, ingeniería de detalle, ingeniería de campo, suministros, servicios técnicos y profesionales, instalaciones, herramientas, equipos, instrumentos, transporte, consumibles, planificación, programación y coordinación para la construcción, precomisionado, comisionado y asistencia a puesta en marcha de los trabajos. Se realizará la correcta materialización de la obra desarrollándola bajo los lineamientos establecidos en el pliego en tiempo y forma, de manera tal de acotarse a lo establecido y planificado en el plan de trabajo logrando mantenerse dentro de los costos y los plazos de ejecución proyectado. Dado que las Empresas se encuentran dentro de los parámetros de la Certificación ISO 9001 Año 2000, ISO 14001 Año 2004 y OHSAS 2007 el objetivo principal es garantizar la calidad de la obra y la seguridad de los obreros durante todo su desarrollo contemplando cero accidentes.

Alcance de los Trabajos:

La obra consistirá en la construcción de una FlowLine en los lotes ubicados en el valle del Bajo Urubamba, sector Camisea en el distrito de Echarate, Provincia de La Convención, Región del Cuzco, aproximadamente a 400 Km al Este de la ciudad de Lima, Perú, constituida por una línea troncal Ø24" (alta presión) con una extensión aproximada de 30 km (desde Pk 0+000 - Cashiriari 1 hasta empalme con Planta de Gas Malvinas en Pk 30+000), permitiendo transportar hidrocarburo (fluido multifásico) desde los clusters de producción hasta la Planta.

La construcción del nuevo FlowLine requiere atravesar dos de los ríos más importantes de la zona: el río Cashiriari y el río Porocari. También incluye la instalación de un cable de fibra óptica para transmitir las señales de instrumentación a través de todo el recorrido y el montaje de 6 (seis) válvulas de bloqueo automática de línea, trampas de scraper lanzadora y receptora, y montaje de inyector de inhibición de corrosión en planta Cashiriari, e instalaciones asociadas de Piping en plantas Cashiriari y Malvinas con sus

interconexiones de equipos a los sistemas existentes y trabajos de Tie Ins en ambas plantas. La propuesta presentada por el Contratista comprende todos los trabajos necesarios para ejecutar el Proyecto FlowLine entre Cashiriari 1 y Malvinas en el Lote 88 – Distrito de Megantoni – Provincia de La Convención – Región Cusco. Estos trabajos incluyen: diseño, ingeniería de detalle y constructiva, dotación de equipos/maquinaria, materiales, consumibles, herramientas, personal y la dirección/sopORTE técnico que permitan cumplir con el alcance del proyecto.

En resumen, los alcances del proyecto son los siguientes:

- Modalidad de Contratación : EPC
- Ubicación : Lote 88, Yacimiento Cashiriari1 hacia Planta de Tratamiento en Malvinas – Megantoni – La Convención – Cusco
- Apertura de Pista DdV : Ancho del DdV es 25 metros
- Instalación de FlowLine : Diámetro de tubería es 24” (esp. 0.938” - 0.812” - 0.688”)
- Cierre de Pista DdV : Reforestación del DdV al 100%
- Longitud Total del Tramo : 30 km.
- Construcción Cruce de Ríos : 01 (Río Cashiriari – HDD)
01 (Río Porocari – A Cielo Abierto)
- Instalaciones de Superficie : 01 Trampa Lanzadora (Cashiriari 1)
01 trampa Receptora (Malvinas)
06 válvulas de Bloqueo LBV (02 en cruce de río Cashiriari, 02 en cruce de Río Porocari, 01 en la locación Cashiriari I y 01 en Planta Malvinas)
Tie Ins Interconexiones: Mal y Cash1

Permisos Requeridos:

Todos los permisos y licencias requeridos por la República del Perú y por PPC para la materialización de los trabajos, serán obtenidos por la Contratista; a excepción del EIA y sus permisos ambientales asociados, CIRA y de Comunidades Nativas que serán entregados por Pluspetrol, los mismos deberán

estar a la firma del contrato, de manera tal de no provocar atrasos en el normal desarrollo de las tareas. Antes del inicio de las tareas PPC entregará el Relevamiento Parcelario y Estudio de Dominio de cada parcela a afectar. Asimismo, PPC negociará y abonará los costos de indemnización por los daños causados dentro de la franja de servidumbre a cada propietario, como así también la compra de los terrenos donde se instalarán las válvulas de bloqueo de línea. La Contratista pondrá especial atención en solicitar lo antes posible a Entes Nacionales y Provinciales, los permisos de paso de los cruces especiales y de los tramos en préstamos de rutas nacionales, provinciales o municipales, cruce de cañerías, fibra óptica, electricidad y cruce de cursos de agua para que no afecten el programa de trabajo de la obra.

Se designará personal especializado e idóneo en estas funciones para que trabaje en estrecha vinculación con el personal de Pluspetrol o quien este designe, y reciba el asesoramiento necesario a los efectos que la Contratista pueda desarrollar correctamente su trabajo y no se generen inconvenientes con propietarios y demás entes involucrados.

Plan Contractual:

Las tareas principales a ser subcontratadas por la Contratista para su ejecución son las listadas a continuación:

- Gammagrafía: Trabajos de X-Ray
- Obras Civiles: provisión de hormigón
- Movilización / Desmovilización: Transportes de equipos y materiales.
- Asistencia Médica: Servicios médicos
- Campamentos: servicios de campamentos, catering, etc.
- Protección Catódica
- Tendido de Fibra Óptica
- Sistema de detección de fuga
- Pig geométrico
- Cruce dirigido
- Estudios específicos para Ingeniería
- Pruebas de lasos
- Laboratorios específicos

Los contratos serán por separado con cada compañía proveedora del servicio, la cual será aprobada por la Contratista. Se han seleccionado para ser subcontratadas aquellas tareas para las cuales se ha considerado que su contratación a terceros podría redundar en una ejecución más eficiente y a un menor costo respecto a la alternativa de encarar dichas tareas por cuenta propia.

Identificación de la Traza:

Para la determinación de la traza para la construcción de la FlowLine PPC ha tenido en cuenta los criterios relacionados con aspectos físicos, bióticos y sociales y adicionalmente criterios de tipos logísticos, constructivos y de seguridad, minimizando la intervención del área a afectar. La Contratista considera que dichos criterios fueron evaluados por PPC para la determinación del proyecto, logrando una ruta más corta, geotécnicamente estable, con menor costo económico y una menor intervención ambiental.

Plan de Montaje de la Construcción:

La construcción de la FlowLine ha sido planificada de acuerdo a los requerimientos y tiempos establecidos por PPC en el punto Plan de Ejecución del Pliego. De acuerdo a lo especificado en el Pliego el proyecto será adjudicado según el escenario que designe PPC y se ejecutará durante dos años (Año 1 y Año 2), concluyendo la desmovilización en el Año 2 y Año 3. La planificación de la obra se ha planteado ejecutando de los trabajos en:

Año 1:

- Ingeniería para Construcción
- Emisión ODC de LLI
- Primera Movilización
- Armado y acondicionamiento del área para campamento / obrador / oficina
Armado de Campamentos
- Apertura DDV (pista para construcción) con obras de control de erosión
- Armado campamentos secundarios
- Armado de zonas de helipuerto y acopios
- Construcción de puentes sobre río Cashiriari y Porocari
- Montaje gasoil-ducto Ø3"-31km con estación bombeo y derivaciones en línea.

Año 2:

- Segunda Movilización (temporada de creciente entre el Año 1 y Año 2)
- Recepción de materiales y cañerías de PPC
- Montaje FlowLine Ø24" – 31.3km
- Cruces de ríos Cashiriari y Porocari por HDD
- Montaje en Pta. Cashiriari 1
- Montaje en Pta. Malvinas
- Trabajos de tie-ins
- Precomisionado, comisionado y apoyo a PEM
- Desmontaje de gasoil-ducto Ø3"
- Remediación de la traza sobre los 31.3km
- Acondicionamiento de zonas de campamentos
- Desmovilización (creciente Año 2 y Año 3)

Para dar inicio a los trabajos PPC entregará los permisos de paso de los propietarios y el EIA aprobado de acuerdo a nuestro plan de trabajo.

Movilización de Equipos, Personal y Logística:

El personal y equipos a utilizar para la ejecución de la obra serán movilizados desde distintas regiones preferentemente de Perú, Argentina y países limítrofes, priorizando en todo momento la utilización de mano de obra local no calificada para determinadas tareas. De acuerdo a la necesidad del mercado a la hora de ejecutar los trabajos se podrá proveer equipos desde Perú, Argentina o EEUU.

Se contratará personal local para las tareas de ayudantes, oficiales, choferes, empleados administrativos y otros, intentando minimizar el personal foráneo y poder dar trabajo al personal de las localidades donde atraviesa el FlowLine.

Para el inicio de los trabajos tenemos contemplado la movilización del personal de los puestos jerárquicos de dirección de obra como así también el personal de ingeniería, topografía, encargado de campamento y logística. De esta manera estaríamos movilizando el personal idóneo para realizar la planificación y arranque de la obra. Durante este período se comenzará la movilización de equipos para ser alistados para la obra.

Recepción de Tuberías, Materiales y Equipos:

Las tuberías, materiales y equipos que son provisión de la Contratista serán transportados y depositados en la base de PPC en el puerto de Pucallpa, para ser transportadas a la Planta de Malvinas por PPC, para luego ser retirados por la Contratista y llevados al taller/obrador de la Contratista preparados para tal fin minimizando los movimientos de las mismas que surgen de nuestro plan de montaje. Para el caso de la tubería, una vez cargada en Planta Malvinas, podrá ser transportadas directamente a acopios intermedios a lo largo de la traza, previamente adecuados para tal fin, o sobre la traza misma conformando parte del desfile, de esta manera se minimizarán movimientos innecesarios de la tubería. Para los materiales o equipos sobre skid serán transportados al taller para su reacondicionamiento, terminación y ajuste o bien llevados a los lugares definitivos para su instalación. Para el caso de la tubería del FlowLine provista por PPC, será helitransportada a los distintos acopios sobre la traza por PPC de acuerdo al plan de manejo y necesidades indicadas por la Contratista. Para el tramo comprendido desde Planta Malvinas hasta la Pk24+300, el transporte de la tubería y acopio sobre el Derecho de Vía estará a cargo de la Contratista (Desfile de Tuberías).

Relevamiento Previo:

La primera tarea que realizaremos una vez firmado el contrato será el relevamiento previo de la localización de la traza utilizando para ello dos comisiones de topografía, las cuales proporcionará la información necesaria para elaborar ingeniería de detalle. Dentro de las tareas a ejecutar por este grupo estarán los sondeos y demarcación de todas las instalaciones existentes en la zona donde se llevarán a cabo los nuevos trabajos de montaje de la FlowLine. También se realizará el relevamiento de las plantas Malvinas y Cashiriari 1 en las zonas a afectar por el proyecto. PPC a la firma del contrato deberá tener en su poder la liberación de la traza en su totalidad como el certificado de la EIA habilitado para dar inicio a los trabajos zona de la traza. Una vez finalizada esta tarea esta comisión continuará brindando soporte de topografía a la obra hasta la confección de los As-built.

Mantenimiento de Pista:

Dadas las características de la zona a desarrollarse las tareas, las etapas constructivas, se contempla un equipo de mantenimiento del DDV y accesos, debiendo tener mantenimiento durante todo el periodo de obra, debido a que la traza de la FlowLine será el único camino de circulación del proyecto.

Desmante y Apertura de pista:

Cuando se cuente con la documentación de obra aprobada por PPC, la liberación de los permisos de paso y se hayan movilizado los equipos correspondientes, se dará inicio a los trabajos de apertura de pista. Para la ejecución de la pista en las líneas terrestres se ha previsto la utilización de los siguientes equipos: topadoras tipos D6, D7 y/o D8 y retroexcavadoras tipo CAT 320 o 330 para su terminación. El ancho del DDV será el mínimo necesario provocando el menor impacto ambiental dado las características de la zona, así mismo los diferentes anchos de faja de DDV serán indicados por la ingeniería de detalle. El ancho del DDV como máximo será de 25,00 m. (afectación a la selva). El ancho de DDV será tal que permita una estabilidad de la pista para la operatividad segura y cómoda para todas las actividades del proyecto, la apertura del DDV con la pista para el FlowLine de 14.00 m. de ancho (12 m. en caso de ancho reducido), esta apertura de DDV incluyen tala de árboles, desbroce, remoción y depósito de suelo vegetal, nivelación del terreno, limpieza, construcción de sistemas de drenaje, y cualquier otra actividad que se requiera para construir la pista en la cual se instalará el FlowLine.

Construcción Diesel-ducto:

De acuerdo al desarrollo de los trabajos se ha considerado que el montaje del gasoil-ducto sea realizado por un equipo compacto de montaje. El mismo comenzará sus tareas una vez el equipo de apertura de DDV cuente con la longitud considera de pista. La tubería a utilizar será de acero Ø3". La longitud definitiva será aquella que resulte de analizar en campo por ingeniería la conveniencia de su instalación. Para esto se realizará el empalme a la salida de los tanques de la Planta Malvinas, donde se colocará una estación de medición

(para PPC) y una estación de bombeo a cargo de la Contratista que alimentará el sistema. A lo largo del gasoil-ducto se dejarán puntos de toma a definir por ingeniería. La operación del sistema estará en todo momento a cargo de la Contratista. Concluida la obra la línea será desmontada, cortada en secciones para ser transportada por PPC a Pucallpa para su destino final.

Construcción FlowLine:

Transporte de tubería y desfile en obra: PPC entregará la tubería en los distintos acopios indicados en pliego de acuerdo al plan de ejecución de la Contratista. Esta maniobra será combinada para hacer la descarga y acopio en cada lugar, quedando en custodia de la Contratista. Las maniobras de estiba y carga en cada acopio se realizarán con retroexcavadora tipo CAT 320/330 con vacuun lift. Una vez en los acopios la Contratista cargará y transportará la tubería hasta la zona de obra por medio de pipecarrier (D6 y D7) o trineos adaptados a tal fin. Se trasladarán las tuberías en función del cumplimiento del cronograma de construcción de la obra. Cada pipecarrier transportará los tubos amarrados según las especificaciones vigentes de seguridad. Una vez en obra los tubos serán descargados mediante un tiende-tubos o retroexcavadora tipo CAT 320/330 con vacuun lift, para ya desfilarlo en la pista. Los tubos serán distribuidos a lo largo de la pista de manera de no interferir con el uso normal de los terrenos atravesados, permitiendo en todo momento la libre circulación de la traza. La cañería distribuida será apoyada sobre tacos de madera y/o almohadillas rellenas con material seleccionado, quedando a una distancia de 30cm del suelo.

Alineación y curvado: Para la alineación se posesionará la cañería con la costura en los cuartos superiores, a izquierda y derecha, de manera tal que la línea de soldadura de los caños no quede coincidente. Inmediatamente después de la alineación, la tubería configurará los tramos, quedando lista para ser curvada en frío en aquellos lugares donde la topografía del terreno o la traza lo requieran. Esta tarea será realizada por medio de curvadora en frío CRC 22"-36" o similar. Para este proyecto no está contemplada la provisión ni la instalación de curvas en caliente. En el armado de las columnas se tendrá especial cuidado de no interrumpir caminos, además de dejar regularmente pasada para los animales.

Las columnas de tubería serán lo más larga posible donde las condiciones del terreno lo permitan, de manera de reducir la cantidad de empalmes y obras especiales de la obra. Dada la geografía de la obra y la necesidad de armar dos frentes de trabajo, se ha considerado la utilización de una curvadora para cada frente. Para el caso del Frente 1 (Rápido) los trabajos de curvado se realizarán sobre la línea, teniendo una cierta distancia de los trabajos de soldadura. Para el caso del Frente 2 (Lento) puede ocurrir que los trabajos de curvados se realicen en alguna estiva y que las curvas sean transportadas a la línea.

Soldadura: Cuando se cuente con más de un kilómetro de tubería desfilada, alineada y curvada se dará inicio a las fases de soldadura empezando por el Frente 1 (Rápido). Para el Frente 2 (Lento) las maniobras serán más cortas y ajustadas. Previamente se procederá a la calificación de los procedimientos correspondientes, así como también a la calificación de la habilidad de los soldadores a utilizar en la obra. Las tuberías serán ensambladas utilizando tiende-tubos para el izaje y presentador interno neumático o externo, según la conveniencia, para su montaje. Se prevé utilizar el proceso de soldadura SMAW para la primera pasada y FCAW para el resto, para el caso de las soldaduras de la línea. En los tie-ins hemos previsto para la utilización de proceso SMAW. Todos los biseles antes del acoplamiento serán inspeccionados interna y externamente, chequeándose defectos de laminación, aplastamientos, entalles u otras discontinuidades superficiales. Teniendo la cañería desfilada se procederá a realizar los trabajos de biselado en “J” con el equipo de fresa neumática, garantizando así una mayor productibilidad en campo. Los acopladores de alineación interna no serán removidos antes de la conclusión de la primera pasada, de acuerdo a lo especificado en las Normas API Std. 1104. Para los acopladores externos la remoción será realizada cuando el largo del primer pase de soldadura será por lo menos el 50% de la circunferencia.

Posteriormente a la soldadura se realizará el control radiográfico de acuerdo a la Norma ASME B31.8 de las costuras en línea, siendo los porcentajes a inspeccionar los indicados en dicho párrafo. Las tareas de control se organizarán de manera tal de permitir contar con la totalidad de los resultados de las placas, a la mañana siguiente al día de ejecución de las soldaduras, a los efectos de facilitar la corrección de problemas que generen reparaciones.

Revestimiento de uniones soldadas: Una vez aprobadas las soldaduras se procederá al cepillado y revestimiento de las uniones soldadas. Estas serán revestidas con mantas termo-contráctiles tipo Raychem, Canusa o similar siendo acordes con el revestimiento de la tubería. El estado del revestimiento será verificado por medio de detectores de falla tipo Spy Holliday Detector.

Zanjeo: Hemos previsto realizar las tareas de zanjeo inmediatamente después del revestimiento y antes de la bajada y tapada para evitar dejar una zanja abierta por un período más prolongado y así reducir los riesgos que pudieran ocasionar las lluvias. El zanjeo será realizado por medio de retroexcavadoras hidráulicas, previendo una producción diaria por fase de aproximadamente 180-250 m. lineales para el Frente 1.

Para asegurar una producción mínima de zanja se asignarán a esta fase una cantidad de 3 retroexcavadoras para el Frente 1. Para el Frente 2 se prevé una producción diaria para la fase de aproximadamente 90 m. lineales. Para asegurar una producción mínima de zanja se asignarán a esta fase una cantidad de 2 retroexcavadoras. Si se llegara a encontrar suelo rocoso, se realizará la zanja con retroexcavadora con martillo, maximizando en todo momento el control y las medidas de seguridad para la ejecución de estas tareas. Las tuberías serán enterradas a lo largo de todo su recorrido, de acuerdo con las especificaciones técnicas de las normas ASME B31.8 y 31.4. La profundidad de la zanja, en derecho de vía regular será tal que la cota clave de la tubería sea como mínimo de 1,00 m. medidos con respecto al nivel local del terreno, contemplado una longitud de línea de 28,610 m. Según el Estudio de Impacto Ambiental no hemos contemplado para la zona de roca la utilización de trabajos con voladura.

Bajada y tapada: La inversión de la secuencia de montaje (soldadura previa a la zanja) permitirá minimizar la longitud de zanja abierta, puesto que normalmente se organizan las tareas de bajada para primera hora de la tarde, a los efectos de dejar no más allá de la longitud de un tramo de zanja abierta de un día para el otro. Previo a la bajada de la tubería a la zanja, el fondo de la misma será debidamente acondicionado y si llegara a ser necesario por las condiciones del suelo, se colocarán bolsas de suelo seleccionado, colocados a una distancia prudencial, logrando un espaciado respecto al fondo que permita que la tapada

finamente rodee perfectamente la tubería protegiéndola de aquellos elementos que pudieran dañarla (piedras, ramas, etc.). Una vez preparada la columna, pasado el detector de fallas de revestimiento en el total de su longitud y reparado aquellos defectos que pudieran ser encontrados, se procederá a efectuar la bajada de la tubería en presencia de la Inspección.

La tubería será bajada a zanja en tramos acorde a la geografía (para el Frente 1) por medio de la utilización de tiende-tubos tipo CAT 572 para cañerías de Ø24", en determinados casos se podrá contar con el apoyo de excavadoras tipo CAT 320/330 evitando que la columna quede tensionada una vez dentro de la zanja. Para el Frente 2 las maniobras de bajada serán con equipos similares al Frente 1 con la salvedad de que muchos de estos trabajos se realizarán de a uno, dos o tres caños dadas las características de la zona. Donde la geografía lo permita y sea posible realizar tramos más largos se aprovechará esta ventaja de montaje. La tapada de la tubería será completada por medio de topadora D6 o/y D7 y retroexcavadora, realizándose lo antes posible luego de bajada la tubería.

Pruebas: A medida que se finalicen el montaje de los tramos, se realizará una prueba hidráulica de resistencia y hermeticidad en las presiones indicadas por las especificaciones técnicas y los cálculos realizados por la oficina técnica en base a longitud de tramo, altimetría, etc., la cual determinará las longitudes de los tramos a realizar. Se estima en esta instancia de acuerdo a la planialtimetría entregada por PPC que la traza será probada en 4 tramos. Las pruebas hidrostáticas para de la FlowLine y tuberías cumplirá con lo indicado en las normas ASME B31.4, ASME B31.8, debiendo las pruebas de resistencia para cada tramo ser realizadas a una presión de 90% de la T.F.M.E. en el punto de mayor cota altimétrica. La duración para la Prueba de Hermeticidad será no menor a 24 (veinticuatro) horas y se realizará, como mínimo, a un valor de presión 10% inferior al establecido para las Pruebas de Resistencia.

Una vez evacuada por gravedad toda el agua posible, se iniciará la limpieza y barrido de la línea, a fin de eliminar el agua remanente mediante el pasaje de tantos trenes de scrappers como resulte necesario. Luego se procederá al secado de la cañería por el método de pasaje de pig de espuma.

Secado de la Tubería: Una vez realizadas satisfactoriamente las pruebas anteriores se deberán eliminar el agua de la cañería. Para ello se emplearán polipigs de barrido, los que serán impulsados con aire comprimido según el sentido conveniente de la operación y la cantidad de veces que la inspección lo considere necesario. Posteriormente la tubería será secada por medio del pasaje de pig de esponja, hasta obtener niveles de sequedad satisfactorios a la Norma.

Recomposición final:

Completados los trabajos descritos se realizará la recomposición final de toda la zona donde se hayan realizado trabajos de manera de que la zona recupere su antiguo estado.

Se pondrá especial atención en iniciar los trabajos de recomposición de pista una vez comenzada la fase de bajada y tapada, a fin minimizar las posibles erosiones. Para el cierre definitivo se planificó comenzar los trabajos desde Cashiriari 1 hacia Malvinas una vez que los trabajos de montaje de FlowLine e instalaciones de superficie sean culminados.

Desmovilización de obra:

Una vez finalizada la ejecución de la obra se procederá al desmontaje del campamento, obradores y talleres, recomponiendo la zona a su estado actual y a la desmovilización del equipo y personal utilizado hacia sus lugares de origen. El trabajo de desmovilización está planificado para la temporada de creciente del Año 2 y Año 3. Para esto, los materiales, herramientas, maquinarias y equipos serán llevados a la base en Pta. Malvinas para ser transportados a la base del puerto Pucallpa, para luego ser llevados a su lugar de origen por la Contratista.

ANEXO 2
ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Construcciones e Instalaciones Provisionales:

El proyecto se ejecutó durante el 2017 y 2018, concluyéndose la desmovilización en el 2019. En el año 2017, el CONTRATISTA deberá prever para la ventana de transporte fluvial 2016 / 2017 el envío de las maquinarias, equipamientos, materiales y todo otro suministro necesario para la ejecución de los siguientes trabajos:

- Instalación de campamentos y apoyo logístico: Deberán ser habilitados antes de iniciar el periodo de lluvia (2017 / 2018).
 - o Campamento Base Malvinas.
 - o Campamento Cashiriari 1.
 - o Campamentos Temporales en DdV
 - o Apoyo Logístico en Cashiriari 2
- Trabajos preliminares (sin ser limitativos: pipe rack, muelle natural, helipuerto en el DdV, drop zone y toda facilidad requerida por el CONTRATISTA).
- Preparación oportuna del lugar y pipe rack en Malvinas, para acopio de la totalidad de tuberías y accesorios suministro de PPC para la Obra (materiales a llegar en 2017 y materiales a llegar en 2018 a Malvinas).
- Preparación de lugar en Malvinas para obradores y otros del CONTRATISTA.
- Apertura de Derecho de Vía (DdV) Cashiriari 1 – Malvinas, incluyendo todas las Obras de Control de Erosión, Contención, Estabilización, etc. requeridas para tenerlo transitable para vehículos y operativo, y debidamente mantenida.
- Construcción de diesel ducto. La CONTRATISTA deberá ejecutar la ingeniería y la construcción de un diesel ducto a todo lo largo del nuevo FlowLine desde Patio Tanques Malvinas hasta Cashiriari 1.

En el año 2018 y 2019, para la ventana de transporte fluvial 2017 / 2018, el CONTRATISTA deberá prever el envío del resto de las maquinarias, equipamientos, materiales y todo otro suministro necesario para el completamiento del resto de las obras del PROYECTO. PPC por su parte dispondrá el envío para esas fechas del resto de los suministros dentro de su alcance. Durante el 2018 se debe lograr el Listo para Puesta en Marcha (RFSU) del SERVICIO y empezar la desmovilización. En 2019 se concluye la desmovilización únicamente.

Chequeo de Ingeniería:

PPC ha desarrollado basado en el estudio conceptual una ingeniería básica extendida – FEED (total o parcialmente). Esta ingeniería cubre el diseño de las instalaciones considerando el mantener el nivel de producción de los pozos de Cashiriari para los escenarios de producción previstos debido a la disminución de presión durante la vida productiva del campo. El CONTRATISTA analizará y chequeará la consistencia de toda la documentación, incluyendo verificaciones en el sitio según sea necesario para desarrollar su trabajo. El CONTRATISTA a partir de los estudios geotécnicos, topográficos, hidrológicos y geológicos entregados por PPC deberá realizar todos los estudios complementarios que resulten necesarios para desarrollar su alcance de trabajo. La documentación listada a continuación (total o parcialmente desarrollada) fue enviada por PPC a los OFERENTES para que sean analizados en la etapa de licitación del Proyecto:

- Especificaciones técnicas generales.
- Memoria de cálculo.
- Requisiciones de materiales.
- Lista de vértices e interferencias.
- Estudio para diseño hidráulico en estado estacionario.
- Estudio Flow Assurance para diseño hidráulico mediante análisis dinámico de flujo multifásico.
- Reporte técnico.
- Lista de tie-in.
- Consumo y modificaciones de servicios auxiliares.
- Diagrama de procesos de flujo (PFD)
- P&ID's
- Arquitectura del sistema de control, seguridad y comunicaciones.
- Lista de instrumentos - modificación.
- Lista de señales – modificación.
- Hoja de datos de válvulas: line break (LBV), shutdown (SDV), relief (PSV), blowdown (BDV).
- Requisición de materiales.
- Lista de carga eléctrica.
- Lista de cables de control y potencia.
- Diagrama unifilar.

- Lista de equipos mecánicos.
- Layout – nuevo FlowLine.
- Lista de líneas.
- Lista de válvulas manuales.
- Estudio de stress análisis.

El CONTRATISTA deberá preparar un Reporte de Consistencia 45 días después de la fecha efectiva de contrato, verificando que la información entregada por PPC es compatible de por sí y con los estándares, códigos y especificaciones del proyecto. En este reporte deberá indicar cualquier objeción que se estime conveniente, desde el punto de vista de diseño, disponibilidad de materiales y facilidad constructiva. Toda la ingeniería proporcionada por PPC, será considerada únicamente como referencia y deberá ser verificada y completada por el CONTRATISTA quien, de aquí en adelante, asumirá la total responsabilidad por esta ingeniería.

Ingeniería de Detalle, Constructiva y Complementaria:

El CONTRATISTA desarrollará la ingeniería de detalle, constructiva y complementaria (INGENIERIA) con todos los diseños constructivos que permitirán la ejecución completa del PROYECTO, tanto en la planta de gas Malvinas, en la locación de Cashiriari 1 y en el nuevo FlowLine. Como parte del desarrollo de la ingeniería de detalle, constructiva y complementaria el CONTRATISTA deberá prever un relevamiento en campo para definir los puntos de interconexión definitivos (Tie-Ins) a las instalaciones existentes y su forma de ejecución. La ingeniería será llevada a cabo por el CONTRATISTA y proporcionará personal altamente experimentado y multidisciplinario para realizar la ingeniería requerida. Todo el personal clave deberá ser personal de por lo menos los pasados 5 años de experiencia en el rubro. El cuadro de organización del equipo de ingeniería propuesto, así como también las hojas de vida de todo el personal clave (gerentes, líderes y posiciones senior) se entregará con la licitación para su calificación.

El CONTRATISTA debe mantener el personal clave propuesto durante la ejecución de todo el proyecto y no será autorizado de ningún cambio sin el consentimiento de PPC. Todas las posiciones que completen al equipo de

ingeniería será materia de aprobación de PPC. No se permitirá subcontratista parcial de ingeniería. Si el OFERENTE en la etapa de la licitación no incluye un departamento de ingeniería calificado, se le admitirá subcontratar el paquete entero de ingeniería a una compañía de ingeniería altamente calificada sin reducir ni limitar las responsabilidades del CONTRATISTA. La compañía de ingeniería deberá tener los antecedentes específicos y los requerimientos mencionados anteriormente. EL CONTRATISTA no estará autorizado para modificar la compañía de ingeniería propuesta sin la aprobación de PPC.

La información listada a continuación fue entregada con la licitación para su calificación:

- Antecedentes de la compañía de ingeniería.
- Cuadro de organización de ingeniería.
- Curriculum vitae del personal clave.
- Programa de ingeniería.

El CONTRATISTA será responsable de llevar a cabo todo el trabajo de campo e ingeniería detallada necesaria para chequear y completar los diseños existentes para construcción o desarrollar nuevos según se requiera, para ejecutar sus trabajos como parte de los requerimientos del PROYECTO. Junto con el desarrollo de la ingeniería, el CONTRATISTA realizará todas las tareas necesarias de investigación en los servicios existentes que sean sujetos de modificación.

El CONTRATISTA ejecutará, entre otros, las siguientes actividades: diseños, planos, cálculos, hoja de datos, isométricos, estudios, análisis de stress del FlowLine, análisis de stress de la tubería, especificaciones de equipos y materiales, requisición de materiales y repuestos, pruebas y procedimientos de ensayo, y otros documentos y actividades no realizadas o finalizadas por PPC y los cuales son necesarios para la ingeniería, suministro, construcción, precomisionado, comisionado, arranque y pruebas de funcionamiento para todas las instalaciones.

PPC se reserva el derecho de revisar y agregar comentarios en los documentos preparados o proporcionados por el CONTRATISTA, subcontratista y/o veedor, y cualquier documentación no comercial o comunicación del CONTRATISTA o de

sus subcontratistas y vendedores. Ninguna de las aprobaciones liberará al CONTRATISTA de ninguna de sus obligaciones contenidas en este documento.

El CONTRATISTA, en cumplimiento de la norma DS-081-2007, deberá entregar oportunamente a PPC el Manual de Diseño del FlowLine revisado y aprobado por PPC. Para ejecutar y entregar la documentación técnica y para comunicar el envío, el CONTRATISTA tomará en cuenta el documento GRAL-100-EI-X-010.

El CONTRATISTA implementará un sistema para la documentación y el control de transmisiones el cual permitirá el monitoreo, registro, recepción verificada y transmisión de los documentos de trabajo, incluyendo, pero no limitado a los planos, hojas de datos, reportes técnicos, reportes de cálculo, operación e instrucciones de instalación, documentos de los fabricantes, etc.

El sistema de control de documentos monitoreará el progreso y etapas de todo el diseño del PROYECTO y otros documentos. El sistema deberá ser capaz de preparar una lista de control de documentos y llevar a cabo cada mes al menos las siguientes tareas:

- Trazabilidad de documentos de proceso en términos de porcentaje de realización (%) hasta la emisión final.
- Trazabilidad histórica de cada documento revisado.
- Identificar el transmisor en el que cada documento fue enviado.

El CONTRATISTA se asegurará que toda la documentación de los fabricantes (vendedor) y subcontratistas esté hecha de acuerdo a los requerimientos y especificaciones de PPC. El CONTRATISTA tomará en cuenta el documento PPAG-100-ET-X-101-A MAINTENANCE GUIDE.

El CONTRATISTA preparará e incluirá en sus documentos información de los P&ID del fabricante (vendedor), diagramas de lazos de los instrumentos y toda otra clase de información. La lista de documentos del vendedor deberá ser preparada como un documento de ingeniería de acuerdo con el documento GRAL-100-EI-X-010. Los códigos y especificaciones que a continuación se detallan deben ser interpretados como los mínimos requerimientos aplicables a este proyecto. Ninguna exposición contenida en estas especificaciones será interpretada como una limitación a los trabajos que asegure cumplir con los mínimos requerimientos.

Solo la última edición de estos códigos y especificaciones serán las válidas para la realización de los trabajos:

- API 6D Pipeline Valves (Steel Gate, Plug, Ball and Check Valves).
- API 6FA Fire Test for Valves.
- API 598 Valve Inspection and Testing.
- API 601 Metallic Gaskets for Raised Face Piping Flanges and Flanged Connections (Double Jacketed Corrugated and Spiral Wound).
- API 607 Fire Test for Soft Seated Quarter-turn Valves.
- API 1104 Welding of Pipelines and Related Facilities.
- ASME 1.20.1 Pipe Threads, General Purpose (Inch).
- ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings.
- ASME B16.9 Factory-Made Wrought Steel Butt welding Fittings.
- ASME B16.10 Face-to Face and End-to End Dimensions of Valves.
- ASME B16.11 Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded.
- ASME B16.21 Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges.
- ASME B16.34 Valves Flanged, Threaded, and Welding End.
- ASME B18.2.1 Square and Hex Bolts and Screws, Inch Series.
- ASME B18.2.2 Square and Hex Nuts.
- ASME B31.3 Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping.
- ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries.
- ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping System.
- ASME B36.1 Welded and Seamless Wrought Steel Pipe.
- MSS SP 6 Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-End Flanges of Valves.
- MSS SP 95 Swaged Nipples and Bull Plugs.
- MSS SP 97 Integrally Reinforced Forged Branch Outlet Fittings (Socket Welding, Threaded and Buttwelding Ends).
- Normas y códigos aplicación según GRAL-100-EI-X-100

Se considerará siempre la última edición de estas normas o códigos sino se indica lo contrario. Por cualquier discrepancia entre lo indicado y las normas de aplicación, deberá consultarse a PPC para su aclaración, privilegiando la solución más conservadora o más segura. Posteriores acuerdos por escrito prevalecerán sobre esta requisición y sus documentos anexos, siempre que las mismas sean aprobadas y autorizadas por la inspección e ingeniería de PPC.

Como mínimo el diseño, los materiales y los métodos de construcción deben satisfacer los requerimientos de la última edición del “Reglamento Nacional de Construcciones” (RNC), en particular:

- Norma Técnica de Edificación E-020 – Cargas
- Norma Técnica de Edificación E-030 – Diseño Sismo resistente
- Norma Técnica de Edificación E-050 – Suelos y Cimentaciones
- Norma Técnica de Edificación E-060 – Concreto Armado
- Norma Técnica de Edificación E-070 – Albañilería
- Norma Técnica de Edificación E-090 – Estructuras Metálicas
- American Society of Testing and Materials (ASTM)
- American Society of Civil Engineers (ASCE)
- American Concrete Institute (ACI) – Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318
- American Concrete Institute (ACI) – Building Code Requirements for Concrete Masonry Structures ACI 531
- American Institute of Steel Construction (AISC) – Manual of Steel Construction ASD 9th Edition (1989)
- American Iron and Steel Institute (AISI) – Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members.
- American Welding Society (AWS) – Structural Welding Code AWS D1

El CONTRATISTA será responsable por el desarrollo del modelo 3D para el PROYECTO de acuerdo con su detalle de ingeniería. El Modelo 3D será ejecutado a través de los siguientes programas:

- AutoPLANT Equipment Edición 2004 PSG05301A-1/0850
- AutoPLANT Piping Edición 2004 Ct PSG06301A-1/0850
- AutoPLANT Structural Modeler 2004 E PSG06601A-1/0850
- Explorer Edición 2004 Edition Ing. Cert PSG05401A-1/0850
- Explorer Interference Detect. Addn. PSG05701A-1/0850

El modelo deberá incluir como mínimo lo siguiente:

- El recorrido del ducto. (FlowLine).
- Los equipos, con todas las características.
- Los recipientes, con todas las características y el aislamiento cuando sea necesario.

- Fundaciones, bases, pasajes, caminos. Pasarelas y drenajes.
- Estructuras incluyendo protección contra el fuego en caso necesario.
- Escaleras, plataformas y barandas.
- Módulos del skid completo con todas las características.
- Sistema underground, incluyendo accesorios, bridas, soportes, elementos especiales, sistema de protección catódica, aislamiento cuando sea necesario, etc.
- El CONTRATISTA debe diseñar, construir, precomisionar y comisionar las instalaciones necesarias para el sistema contraincendios de acuerdo con las normas legales locales y técnicas de aplicación (como NFPA).
- Los dispositivos de instrumentos, panel local y bandejas.
- Bandejas eléctricas y conduits, junction boxes (cajas de terminales y de conmutación).
- Las áreas de remoción y mantenimiento.
- Iluminación, puesta a tierra, y sistema de protección contra descargas atmosféricas que debe realizarse de acuerdo con la norma IEC 62305.
- Definición de puntos de interconexión futura.

El CONTRATISTA será responsable de verificar y coordinar todas las interfaces entre diferentes disciplinas de ingeniería y documentación de vendors (por ejemplo, confirmar cuadros de cargas, anclajes, dimensiones, ductos).

El CONTRATISTA deberá enviar todos los archivos del modelo a PPC cada 15 días con el fin de evaluar el progreso. Anteriormente a cada revisión de diseño (Design Review), el CONTRATISTA deberá emitir informes que contengan las interferencias detectadas, la cantidad y el número de líneas, instrumentos y equipos modelados a ese momento que será parte de la tarea de revisión. Tendrán lugar tres reuniones de revisión de diseño (al 30%, 60% y 90%).

El CONTRATISTA deberá desarrollar el estudio de Riesgo y Plan de Contingencia de la etapa constructiva, ambos documentos deberán estar aprobados por PPC antes del inicio de los trabajos de construcción.

Toda la ingeniería desarrollada por el CONTRATISTA o sus subcontratistas deberá someterse a revisión por parte de PPC, previo a la compra de materiales

y ejecución de los trabajos. Todos los planos y otros documentos técnicos deberán ser hechos en español y en el sistema internacional de pesos y medidas. Durante toda la ejecución del SERVICIO, el CONTRATISTA deberá tener implementado en campo su correspondiente oficina técnica, que cuente como mínimo con ingenieros que hagan la labor de ingeniería de acompañamiento que tengan amplia experiencia en obras similares.

Cronograma, Plazos y Penalidades:

El CONTRATISTA deberá presentar un plan de ejecución del proyecto describiendo cómo llevará a cabo las actividades / trabajos en cada una de sus etapas / fases, para cumplir con el SERVICIO en tiempo y forma. El OFERENTE debió entregar, como parte de su oferta, un cronograma detallado en Microsoft Project v2007, mostrando claramente la ruta crítica del proyecto y con los vínculos del caso entre actividades y/o tareas (predecesoras y sucesoras), detallando todos los trabajos a desarrollarse en el SERVICIO, y que demuestre que éstos pueden ser terminados de acuerdo al siguiente cuadro de fechas importantes y/o hitos.

| Tareas | Fecha Inicio | Fecha Término (a más tardar) |
|---|---|---------------------------------|
| <u>HITO N° 1</u> Contrato | 01.Mar.2017 | - |
| <u>HITO N° 2</u> Actividades / Obras en el SITIO | No antes de: dd.mmm.yyyy (ver tabla escenarios) | - |
| <u>HITO N° 3</u> Emisión de O/Cs de LLI a cargo del CONTRATISTA | - | 30.Jun.2017 |
| <u>HITO N° 4</u> Completamiento Apertura de DdV y Sistema diesel ducto a lo largo del DdV operativo. Longitud = X% (ver tabla escenarios) | - | 15.Dic.2017 |
| <u>HITO N° 5</u> Completamiento Electro/Mecánico | - | 30.Oct.2018 |
| <u>HITO N° 6</u> Listo para puesta en marcha (RFSU), incluye Completamiento del Cierre del DdV. | - | 30.Nov.2018 |

Penalidad Causada por los Retrasos:

El incumplimiento, en tiempo o forma, por parte del CONTRATISTA para lograr cada uno de los hitos penalizables, permitirá a PPC aplicar las multas por daños y perjuicios (“Penalidades por Retraso”) según lo indicado en el cuadro siguiente, las cuales pueden ser acumulables. Dado el caso, estas multas se aplicarán de acuerdo a lo señalado en el Contrato.

| Hito Penalizable | Multa US \$. x día atraso |
|-------------------------|--------------------------------------|
| <u>HITO N° 3</u> | 10,000 |
| <u>HITO N° 4</u> | 10,000 |
| <u>HITO N° 5</u> | 20,000 |
| <u>HITO N° 6</u> | 50,000 |

Control de Proyecto:

Una vez adjudicado El CONTRATISTA deberá presentar a PPC a los 30 días calendario después de la “Effective Date”, el Programa detallado del Proyecto, el Manual de Planificación y Control del Proyecto (MPCP) y demás documentación que se indique en los documentos adjuntos a cumplir bajo el título “PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTO”. Esta documentación deberá ser actualizada por el CONTRATISTA, durante la ejecución del proyecto, con una frecuencia a ser definida por PPC.

Modalidad de Contrato:

La modalidad del contrato será a SUMA ALZADA y PRECIOS UNITARIOS. PPC se reserva el derecho de elegir un escenario para el desarrollo del SERVICIO, la cual será comunicado al CONTRATISTA con 30 días de antelación de la fecha del Hito N°2 del escenario adoptado. Adicionalmente, el CONTRATISTA deberá indicar la curva de valorizaciones mensuales (cash-flow) del PROYECTO, por cada escenario (según las “Instrucciones RFQ”).

Proceso de Valorización / Certificación:

La forma de pago para las actividades indicadas será por certificaciones mensuales (Valorizaciones). La valorización / certificación por los trabajos

ejecutados, se harán de forma mensual, considerándose el avance de fecha 20 del mes anterior a la fecha 19 del mes en curso. Los documentos que el CONTRATISTA debe presentar adjunto a la valorización / certificación, serán:

- Sustento de metrados ejecutados en el mes, consignando los valores acumulados hasta el mes en curso, presentando planos, esquemas, hojas de cálculo, protocolos, fotos, etc.; debidamente firmados por el personal de supervisión en campo de PPC.
- Partes diarios firmados por personal de supervisión en campo de PPC.
- Reporte / Informe Mensual de avance del SERVICIO.

Resumen de Datos Climáticos (Referencial):

- Maximum temperature - summer: 38 C
- Minimum temperature - winter: 11 C
- Days per year with temperature lower than 18 17
- Days per year with temperature higher than 35 6
- Maximum monthly average temperature: 30.5 C
- Minimum monthly average temperature: 21.5 C
- Design temperature for air coolers: 32 C
- Design temperature range for equipment: 10 C - 40 C
- Prevailing wind direction May – July: from South
- Prevailing wind direction August – April: from North
- Mean barometric pressure: 13.9 psia
- Mean wind speed: 8.0 knots
- Design wind speed: 61 knots
- Maximum humidity relative to air: 100 %
- Minimum humidity relative to air: 60 %
- Design relative humidity range for equipment: 20 – 100 %
- Maximum rainfall month (December): 970 mm
- Mean annual rainfall: 3800 mm
- Mean monthly rainfall: 316 mm
- Design rainfall intensity: 150 mm/hr

Nota: El mal tiempo/clima no será considerado como una justificación válida para reclamos del CONTRATISTA de adicional en costos ni ampliaciones de plazo.

ANEXO 3

**MEDIDAS DE MITIGACION DEL
IMPACTO AMBIENTAL**

Gestión Ambiental

1. Manejo de Residuos Peligrosos y No Peligrosos:

- Todos los residuos generados en función de esta actividad, tales como: botellas, vasos desechables, embalajes de aluminio y plásticos, y materiales contaminados serán acondicionados en bolsas plásticas o recipientes adecuados y transportados debidamente embalados y etiquetados.
- Los residuos generados son clasificados de acuerdo a lo establecido en el presente Estudio de Impacto Ambiental.
- El acopio, clasificación, inventario y disposición de los residuos sólidos se realiza bajo los lineamientos de PPC: Gestión Ambiental de Residuos - PRMA-PERPPC-03-04. (Ver Figura 01).

2. Almacenamiento de Residuos:

- La recolección de residuos se realizará inicialmente en recipientes identificados con los colores respectivos de la clasificación de residuos. Estos recipientes deberán tener tapa y bolsas para realizar un mejor manejo de los mismos; deben estar ubicados en el área de trabajo y en zonas de campamento.
- Posteriormente los residuos serán dispuestos en una zona específica para su almacenamiento temporal. Este lugar deberá estar bajo techo y cercado, además deberá contar con una buena ventilación y deberá estar señalizado; pudiendo ingresar solo personal autorizado, el cual contará con el EPP adecuado (casco, gafas, guantes de cuero y jebe, protección respiratoria, uniforme de trabajo y zapatos o botas de seguridad).
- Los residuos peligrosos deberán estar almacenados en recipientes herméticos y su manejo será supervisado directamente por el personal de SSOMA.

3. Residuos Líquidos Industriales Peligrosos (Aceitosos / Combustibles):

- Se debe manejar todos los residuos peligrosos de manera segura. Estos deberán ser recolectados, inventariados y resguardados de manera apropiada en áreas de almacenamiento temporal hasta su traslado y almacenamiento en la zona de residuos de PPC.

Figura 01: Código de Colores para la Segregación de Residuos

| Color | Clase de Residuo | Ejemplos |
|-------|--|--|
| Verde | No Peligroso – Doméstico Orgánico | Resto de alimentos. |
| Azul | No Peligroso – Doméstico Inorgánico No Peligroso Industrial | Plásticos, papel, cartón, latas, vidrio, cerámica. Plásticos de alta densidad, trapos industriales, tecknopor, cueros, chatarra, envase de metal limpio, restos de concreto, jebes, geomembranas. |
| Rojo | Peligroso | Pilas, baterías, grasas, filtros de aceite, filtros de aire, aerosoles, pinturas, recipientes contaminados, solventes, cartuchos de tinta vacíos, <u>aparatos eléctricos y electrónicos.</u> |
| Negro | Peligroso | Paños y trapos contaminados con hidrocarburos, tierra contaminada con hidrocarburos, aceite usado, combustible contaminado, agua contaminada con hidrocarburos. |

4. Gestión de Recurso Hídrico:

4.1 Protección de Recursos Hídricos:

- Para la captación de agua se contará con puntos de captación aprobados por la autoridad competente, con la finalidad de no hacer uso de ríos, estanques, etc., no autorizados para el proyecto.
- Asimismo, las aguas residuales domésticas serán tratadas en la planta de tratamiento de los campamentos base operados por el consorcio, con la finalidad de obtener parámetros óptimos antes de realizar los vertimientos en los puntos autorizados y cumplir con la normativa nacional vigente.
- De la misma manera se establecerá dentro del programa de capacitación SSOMA temas que permitan mantener a nuestro personal concientizado y comprometido con la importancia del recurso agua, se difunden las características y listados de sustancias nocivas, evitando que se produzcan, por parte de nuestro personal, vertimientos de sustancias nocivas a los cauces naturales, artificiales ya sean superficiales o subterráneos.

4.2 Gestión de Sustancias Peligrosas:

- Las sustancias o materiales peligrosos serán almacenados según su clase de acuerdo al documento FLC-MAM-PO-0048 Procedimiento de Manejo de Materiales Peligrosos. Asimismo, se adjuntarán las HOJAS MSDS de los productos que serán utilizados durante el proyecto.

5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

5.1. Accidente: Suceso eventual e inesperado que causa lesiones, daños a la salud o muerte de una o más personas, daños materiales, ambientales y/o pérdidas de producción.

5.2. Desastre: Evento natural o causado por el hombre, de tal severidad y magnitud que normalmente resulta en muertes, lesiones y/o daños graves a la propiedad, la salud y/o al ambiente. Para OSINERGMIN, los desastres se encuentran comprendidos dentro del concepto de siniestro.

5.3. Emergencia: Toda situación generada por la ocurrencia de un evento, que requiere una movilización de recursos.

5.4. Emergencia Por Materiales Peligrosos (Productos radioactivos, inflamables, corrosivos, tóxicos y otros): Es caracterizada por la situación de peligro latente o inminente, por contaminación o daños a terceros como consecuencia de derrames o fugas de materiales peligrosos.

5.5. Emergencia Por Desastres Naturales: Es caracterizada por la restricción de la operatividad del Campamento como consecuencia de fenómenos meteorológicos tales como: Huaycos, inundaciones, sismos y otros fenómenos de la naturaleza.

5.6. Emergencia Por Incendio: Es caracterizada por la situación de peligro causada por un incendio.

5.7. Evacuación: Es la acción de desalojar una recinto o proyecto en que se ha declarado una emergencia.

5.8. Incendio: Es la ocurrencia de fuego descontrolado que puede abrazar algo que no está destinado a quemarse.

5.9. Niveles De Emergencia: Definidas como Nivel I, Nivel II y Nivel III representan la severidad y posibles consecuencias del evento y el grado de organización y recursos requeridos para el control del mismo.

- Nivel I: Todo evento de emergencia que puede ser controlado con los recursos propios del Contratista. El evento es manejado por el personal presente en el área. Estas emergencias se presentan sin efectos graves (Accidentes laborales con uno o dos heridos no graves, amagos de incendios, impactos ambientales que solo afecta a un sector de la locación).
- Nivel II: Evento que, por su magnitud o naturaleza, hace necesario dar la alarma general. Activa el comité de Emergencias del proyecto y de Lima del Contratista y el Equipo de Respuesta en Campo del cliente, Este tipo de emergencias requieren de acciones y recursos del Cliente en campo y Lima, la emergencia puede durar varias horas (Accidentes laborales graves con evacuados o con muerte de trabajadores, incendios que no pueden ser controlados con los extintores de mano, derrames que causan impactos en los cursos de aguas, o comunidades locales. El cliente debe tomar la iniciativa de la comunicación).
- Nivel III: Evento que, por su magnitud o naturaleza, hace necesario dar la alarma general y requiere la aplicación de la totalidad de recursos del Contratista y de PPC. Activa al Comité de Emergencia de Lima del Contratista y requiere recursos y asistencia externa; Accidentes o Incidentes que exceden por su importancia en el ámbito local, explosiones, que causen situaciones de damnificados en masa, o con resultados de muerte o heridos graves en número extenso de trabajadores, impacto ambiental a gran escala.

Cuadro 01: Niveles de Emergencia

| TIPO DE EMERGENCIA | NIVEL I | NIVEL II | NIVEL III |
|--------------------------|---|--|---|
| Riesgo de Salud | Lesiones leves y con aplicación de primeros auxilios o tratamiento médico preliminar en el sitio. La persona retorna al trabajo sin tiempo perdido. | Lesiones graves que deben requerir evacuación médica. La persona requiere descanso médico. | Lesiones graves, lesiones serias múltiples a uno o varios trabajadores o casos de muertes (s). Se requiere evacuación médica de urgencia. |
| Incendios | Amago de Incendios controlados con recursos propios del campamento. (Brigadas y extintores) | Incendio controlado con recursos de las instalaciones del cliente. | Incendio fuera de control, se requiere movilizar brigadas y recursos de otras instituciones. |
| Derrames | Los fluidos derramados son contenidos dentro de los límites del lugar de trabajo. No se produce riesgo ambiental. | Los fluidos derramados permanecen dentro de los límites de la Locación pero no son contenidos. Puede haber daño ambiental. Los derrames no contenidos pasan al Nivel II. | Los fluidos derramados migran fuera de los límites de la Locación y no son contenidos. Puede haber daño ambiental. |
| Eventos Naturales | Impacto menor en las instalaciones; el personal se mantiene en áreas seguras. Hay cierre de locación menor de 24 horas. | Impacto mayor en las instalaciones; cierre de operaciones por 24 horas o menos. | Impactos mayores tanto dentro como fuera de las instalaciones; cierre de operaciones por más de 24 horas. |

5.10. Medevac: Es la contracción o las siglas de “Medicina de Evacuación”, que hace referencia a las acciones a tomar cuando una o más personas presentan patologías de emergencia que implican su traslado a un centro Médico de mayor complejidad (Hospitales o Clínicas).

5.11. Plan De Emergencia: Instrumento de gestión elaborado para actuar en caso de emergencia como derrames de hidrocarburos o material peligroso tales como incendios, accidentes, explosiones y desastres naturales y otras emergencias.

5.12. Siniestro: Evento inesperado que causa severo daño al personal, equipo, instalaciones, ambiente, entre otros. Entre los principales siniestros reportables, se consideran los siguientes:

- a) Incendios.
- b) Explosiones.
- c) Sismos.
- d) Inundaciones.
- e) Contaminación ambiental.
- f) Derrames de productos químicos.
- g) Desastres fluviales.

- h) Epidemias / intoxicaciones masivas.
- i) Atentados / sabotajes / Motines / Incursiones terroristas
- j) Erosiones de terreno

5.13. Zona De Seguridad: Lugar de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese punto, para su designación se debe considerar que no existan elementos que puedan producir daños por caídas (árboles, cables eléctricos, estructuras antiguas, etc.).

6. DESARROLLO

6.1. Identificación de riesgos: Las operaciones a realizarse en el proyecto son:

- Movilización de cargas.
- Habilitación de accesos.
- Recubrimiento con geomembrana.
- Construcción de taludes.
- Instalación de gaviones.
- Revegetación.

Estas actividades son detalladas en la Matriz IPER del Proyecto.

6.2. Identificación de probables emergencias: Las probables emergencias se clasifican en:

- Incendio.
- Derrames.
- Emergencia Médica
- Daños materiales
- Desastres naturales
- Sumersión / Inmersión.

Descritas en la Definición y abreviaturas.

6.3. Responsabilidades del Equipo de Respuesta a Emergencias.

Detallado en el Cuadro 02:

6.4. Equipamiento de respuesta a emergencias:

6.4.1. Comité de Contingencias Lima:

El comité de Contingencias tiene como base de operaciones la sala de reuniones “Gaseoducto Verde” de las oficinas principales en el distrito de San isidro – Lima, desde este punto el comité coordina el manejo más adecuado para la emergencia, su logística, con comunicación permanente con campo. Además de contar con materiales básicos para enfrentar la situación.

- Copia del Plan de Contingencia.
- Procedimiento de manejo de Emergencias Médicas (MEDEVAC, etc.)
- Archivo de las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)
- Planos a escala de las instalaciones con identificación de áreas.
- Sistema de comunicación por telefonía fija.

6.4.2. Comité de Contingencias Proyecto:

Este Comité tiene como punto principal de operaciones las instalaciones del Contratista en las oficinas del proyecto en Campamento Malvinas, donde se realizan las coordinaciones locales del manejo de la emergencia, se tiene constante comunicación con el comité Emergencias Lima para mantener informado sobre los últimos sucesos. También cuenta con material necesario para realizar esta función.

- Copia del Plan de Contingencia
- Procedimiento de manejo de Emergencias Médicas (MEDEVAC).
- Archivo de las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS).
- Planos a escala de las instalaciones con identificación de áreas.

6.4.3. Plan de comunicaciones:

Sistema de comunicación fijo y móvil: El Consorcio, contara con un sistema de telefonía fija y Radios VHF. Estos equipos son utilizados para fines de la operación, así como para Respuesta a Emergencias. En caso de presentarse una Emergencia en la instalación, serán utilizados por el personal que conforma el Comando de Incidentes y las brigadas para el control de la misma. “Una vez ocurra una emergencia; se utilizará un solo canal radial y se determinara el Silencio Radial”. Se debe contar de forma visible en todos los campamentos del listado de números en caso de Emergencia.

6.4.4. Sistema de extintores y Mantas Ignifugas portátiles:

El Contratista posterior a un Análisis de Riesgos de Incendios definió el conjunto de equipos necesarios para la extinción temprana en caso de amagos de incendios: cuenta con equipos extintores portátiles distribuidos en toda la instalación (Norma NFPA 10 y Norma NTP350, Certificado UL para polvo PQS y botella); Estos equipos cuentan con un programa de mantenimiento preventivo anual. Mantas ignifugas en sitios estratégicos, como cocina, PIT de combustibles y otros que se considere en el lugar de trabajo. Publicación de Mapas de Riesgo en lugares estratégicos del campamento.

6.4.5. Equipos de protección personal y señalética:

El Contratista cuenta con Equipos de Protección Personal su personal miembro de la Brigada de Emergencias. Estos equipos son de fácil acceso para el personal; así como la señalética adecuada para cada tipo de emergencia.

6.4.6. Inventario de equipos de control de derrames: Se cuenta con material Específico contra derrame.

- Cordones Absorbentes.
- Paños absorbentes.
- Trapo industrial.
- Bolsas de polietileno.
- Sacos de polipropileno.
- Etiquetas para rotulado.
- Pico y Lampa.
- Hojas MSDS.
- Traje Tyvek.
- Cinta roja y amarilla (perímetro caliente y tibio).
- EPP: Guantes de Nitrilo o Neoprene. Respirador con cartucho combinado para gases vapores y polvos, Botas de jebe.

6.4.7. Material de Primeros Auxilios: Se cuenta con material necesario para enfrentar la emergencia. El cual está más detallado en nuestro plan de Salud.

- Camillas Rígidas.
- Inmovilizadores Cervicales.
- Maletín de Emergencia.

6.5. Procedimiento De Respuesta Ante Emergencias

6.5.1. Amago de incendio e incendio:

Frente a un incendio o su amago, debe actuarse en forma inmediata, con la activación de la brigada y uso de extintores. Una Sirena con 02 toques cortos, advertirá a todos los empleados sobre un Incendio o amago. Este sistema puede incluir luces, bocinas, sirenas, teléfonos o todo dispositivo apropiado para asegurar que todos los empleados se den cuenta que ocurre una emergencia en el establecimiento / proyecto. Así mismo la Sirena, activa en forma inmediata a la Brigada contra incendios.

Importante:

- Una vez dada la señal de alarma se debe evacuar al personal.
- Si el fuego no ha alcanzado todavía proporciones incontrolables y no se ha producido un humo tan intenso que pueda provocar asfixia, se debe hacer uso de los medios de extinción, asegurándose de su correcta utilización.
- Esté agachado. Evite respirar el humo caliente, vapores y/o emanaciones en la medida de lo posible.
- No abra ventanas ni rompa los vidrios con la intención de que el humo salga, porque el aire que ingresará avivará el fuego.
- Personal que NO haya participado de la capacitación y no sepa utilizar un extintor, sólo tendrá que avisar a su supervisor inmediato y mantenerse fuera de la zona de peligro. No debe colaborar si no es requerida su participación.
- Si el incendio se genera cerca de carpas donde existe personal:
 1. Informar al personal.
 2. Cortar el suministro de energía eléctrica y de gas.
 3. Dar aviso en forma inmediata (interno/externo).
 4. Intentar apagar el fuego.

6.5.2. Derrames

- Primeras medidas a implementar:

Una Sirena con 03 toques cortos, alertara a los trabajadores de la ocurrencia de un derrame y activara la Brigada contra Derrames. Debe

contenerse el derrame con sumo cuidado buscando no mezclarlo con el suelo sin contaminar. La contención se realiza en terrenos desnivelados o con pendiente; también en casos en que la presencia de agua en la superficie pueda hacer migrar el derrame hacia otro sector.

- Se debe realizar bordes de contención.
 - Siempre, como primera medida se debe recuperar el fluido derramado, volcándolo en un recipiente adecuado.
- Limpieza de caminos y picadas sin vegetación
- Luego de aplicadas las primeras medidas, se debe retirar el suelo contaminado.
 - Se retira del suelo una capa de 10 cm de espesor; asegurándose de no extraer tierra fértil innecesariamente.
 - El suelo retirado se repone en igual cantidad con material de aporte de un área autorizada más cercana.
- Limpieza de derrames en áreas no desmontadas
- Luego de aplicadas las primeras medidas, se sanea el área mediante el empleo de palas manuales, carretillas, rastrillos para evitar perturbaciones al suelo y la vegetación.
 - Se debe retirar del suelo una capa de 2 a 5 cm a fin de preservar la integridad del mismo.
 - Se debe preservar la cobertura vegetal, por lo que no se debe retirar, aplastar o cortar vegetación.
 - Los sólidos contaminados se manejan y disponen de la misma manera que los derrames en zonas sin vegetación.

6.5.3. Emergencia Médica.

Ver el documento FLC-SSO-PL-004 Plan MEDEVAC.

6.5.4. Desastres naturales:

Ante la ocurrencia de un desastre natural se deberán seguir los siguientes pasos:

- Mantener la calma.
- Ubicar las rutas de escape, salida o evacuación.

- Evacuar en forma ordenada hacia la zona de seguridad y si esta está comprometida a otra zona que se halle fuera del rango del desastre natural o que pueda convertirse en una zona potencialmente peligrosa.
- Quien deberá comandar la evacuación será el supervisor de mayor rango inmediato (Jefe de Proyecto, Supervisor de Seguridad, Enfermero, Brigadista).
- Se deberá realizar un conteo del personal evacuado.
- Se comunicará a las autoridades del Proyecto del Contratista y PPC en caso se requiera el apoyo del "Grupo especial de intervención" de PPC.

6.5.5. Sumersión / Inmersión:

El proyecto al darse en las riveras de un río, puede enfrentarse ante un caso de Sumersión o Inmersión ante lo cual se debe:

- Comunicar al Jefe de Proyecto, quien mediante su gestión se solicitará a PPC el apoyo del "Grupo especial de intervención", para el rescate del personal que sufrió una sumersión.
- En ninguno de los casos el personal obrero o brigadista intentara rescatar al personal que sufra una sumersión.

6.6. Inspección de Equipos de Emergencia.

La inspección se realizará al inicio del Proyecto y mensualmente, de acuerdo al formato FLC-SSO-PR-002 Inspección de equipo de emergencia.

6.7. Programa de Entrenamiento y Simulacros de Emergencia.

Los miembros del Equipo de Respuesta a Emergencias reciben la capacitación necesaria en Operaciones Contra Incendios, Primeros Auxilios y Respuesta a Derrames para poder implementar los procedimientos del Plan de Respuesta a Emergencias. Los simulacros están detallados en el documento FLC-SSO-PR-003 Programa de Simulacros.

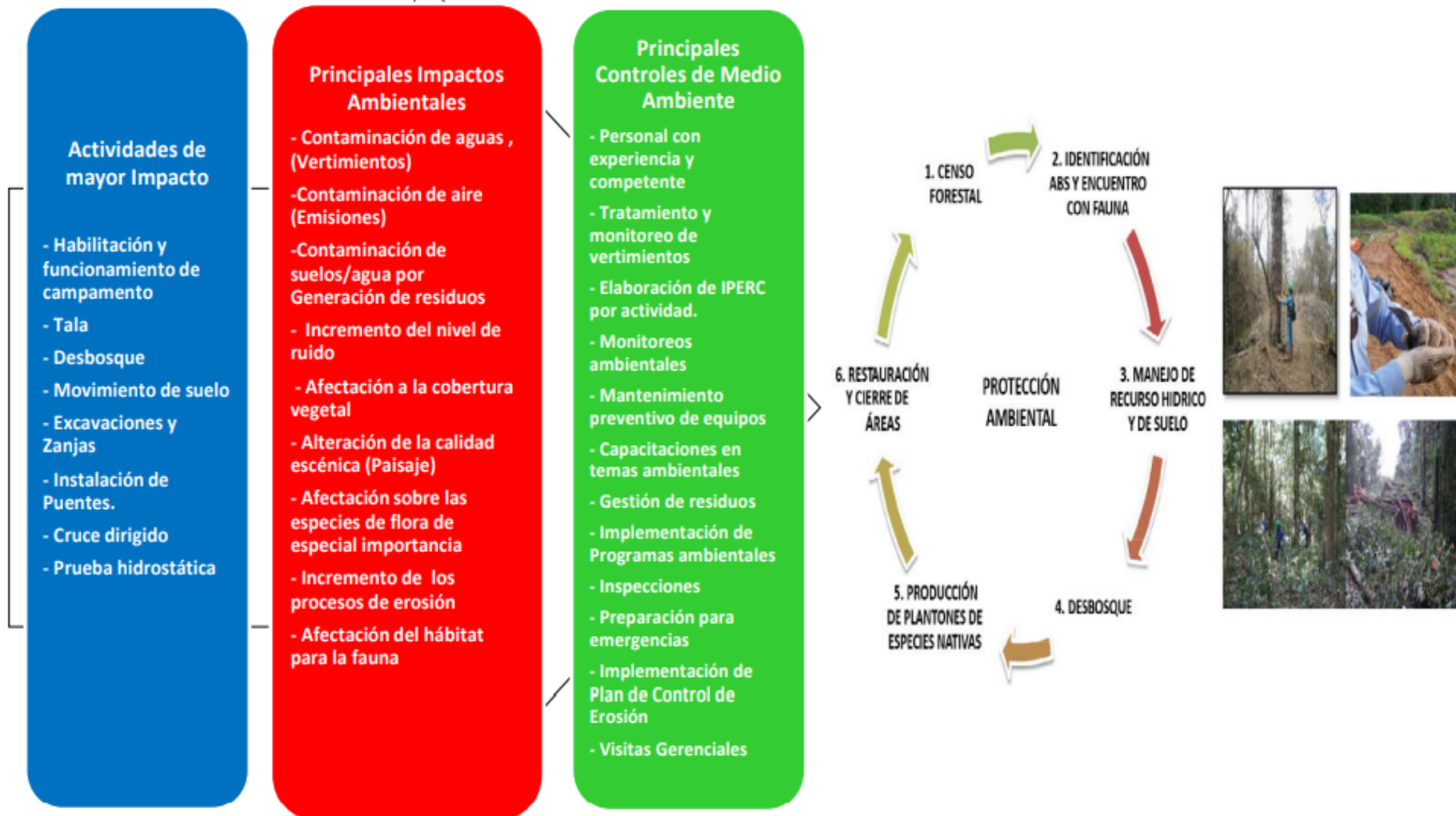
7. REGISTROS

No aplica.

8. CONTROL DE REVISIÓN

No aplica.

PLANIFICACIÓN - IMPLEMENTACIÓN



ANEXO 4

CUADRO GENERAL DE METRADOS

CUADRO GENERAL DE METRADOS

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. |
|---------------|--|--------|-------|--------|
| 1 | EPC Flowline entre Cashiriari 1 - Malvinas (WHCP-19 CR) | | | |
| A | LUMP SUM | | | |
| 1 | TRABAJOS | | | |
| 1.1 | INGENIERÍA | | | |
| 1.1.1 | Estudios Geológicos, Geotécnicos, Hidrológicos, Socavación, Hidráulicos. | | | |
| 1.1.1.1 | Malvinas | | | |
| 1.1.1.1.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.1.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.2 | Río Porocari | | | |
| 1.1.1.2.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.2.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.3 | Río Cashiriari | | | |
| 1.1.1.3.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.3.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.4 | Cashiriari 1 | | | |
| 1.1.1.4.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.1.1.4.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.2 | Relevamientos topográficos. | 0.35% | glb | 1.00 |
| 1.1.3 | Ingeniería para Proyecto (Detalle, Constructivo,...) | | | |
| 1.1.3.1 | Preliminar de Ingeniería | | | |
| 1.1.3.1.1 | Listado de Documentos | | | |
| 1.1.3.1.1.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.1.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.2 | Análisis de Consistencia | | | |
| 1.1.3.1.2.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.2.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.3 | Manual de Diseño | | | |
| 1.1.3.1.3.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.3.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.4 | Manual de Construcción | | | |
| 1.1.3.1.4.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.1.4.1.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 |
| 1.1.3.2 | Apertura de Pista | | | |
| 1.1.3.2.1 | Presentación | 0.12% | und | 147.00 |
| 1.1.3.2.2 | Aprobación | 0.05% | und | 147.00 |
| 1.1.3.3 | Procesos. | | | |
| 1.1.3.3.1 | Presentación | 0.03% | und | 35.00 |
| 1.1.3.3.2 | Aprobación | 0.01% | und | 35.00 |
| 1.1.3.4 | Civil | | | |
| 1.1.3.4.1 | Presentación | 0.05% | und | 56.00 |
| 1.1.3.4.2 | Aprobación | 0.02% | und | 56.00 |
| 1.1.3.5 | Piping | | | |
| 1.1.3.5.1 | Presentación | 0.14% | und | 188.00 |
| 1.1.3.5.2 | Aprobación | 0.06% | und | 188.00 |
| 1.1.3.6 | Electricidad | | | |
| 1.1.3.6.1 | Presentación | 0.09% | und | 113.00 |
| 1.1.3.6.2 | Aprobación | 0.04% | und | 113.00 |
| 1.1.3.7 | Instrumentos | | | |
| 1.1.3.7.1 | Presentación | 0.12% | und | 137.00 |
| 1.1.3.7.2 | Aprobación | 0.05% | und | 137.00 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. |
|------------|---|--------|-------|-------|
| 1.1.4 | Documentación Final de Obra (Data Book, As Built, Manuales,...) | | | |
| 1.1.4.1 | Apertura de Pista | | | |
| 1.1.4.1.1 | Presentación | 0.02% | und | 43.00 |
| 1.1.4.1.2 | Aprobación | 0.01% | und | 43.00 |
| 1.1.4.2 | Procesos. | | | |
| 1.1.4.2.1 | Presentación | 0.02% | und | 33.00 |
| 1.1.4.2.2 | Aprobación | 0.01% | und | 33.00 |
| 1.1.4.3 | Civil | | | |
| 1.1.4.3.1 | Presentación | 0.04% | und | 70.00 |
| 1.1.4.3.2 | Aprobación | 0.02% | und | 70.00 |
| 1.1.4.4 | Piping | | | |
| 1.1.4.4.1 | Presentación | 0.03% | und | 54.00 |
| 1.1.4.4.2 | Aprobación | 0.01% | und | 54.00 |
| 1.1.4.5 | Electricidad | | | |
| 1.1.4.5.1 | Presentación | 0.02% | und | 42.00 |
| 1.1.4.5.2 | Aprobación | 0.01% | und | 42.00 |
| 1.1.4.6 | Instrumentos | | | |
| 1.1.4.6.1 | Presentación | 0.04% | und | 78.00 |
| 1.1.4.6.2 | Aprobación | 0.02% | und | 78.00 |
| 1.2 | LONG LEAD ITEMS (SUMINISTROS DE LARGA ENTREGA) | | | |
| 1.2.1 | Tuberías de 24", 20", 18" y Accesorios principales. (Según: PCAS-245-RI-C-363). | | | |
| 1.2.1.1 | Listado de Tuberías de 24", 20", 18" y Accesorios principales. | | | |
| 1.2.1.2 | Emisión de Orden de Compra | | | |
| 1.2.1.3 | Entrega para Movilización a Obra | | | |
| 1.2.2 | Bridas (Según: PCAS-245-RI-C-362). | | | |
| 1.2.2.1 | Listado de Bridas (Según: PCAS-245-RI-C-362). | | | |
| 1.2.2.2 | Emisión de Orden de Compra | | | |
| 1.2.3.3 | Entrega para Movilización a Obra | | | |
| 1.2.3 | Válvulas de alivio de presión. (Según: PCAS-245-RI-K-363). | | | |
| 1.2.3.1 | Listado de Válvulas de alivio de presión. (Según: PCAS-245-RI-K-363). | | | |
| 1.2.3.2 | Emisión de Orden de Compra | | | |
| 1.2.3.3 | Entrega para Movilización a Obra | | | |
| 1.2.4 | Paneles solares y Shelters. (Según: PCAS-245-RI-E-451). | | | |
| 1.2.4.1 | Procura de Equipos | | | |
| 1.2.4.2 | Fabricación Mecánica | | | |
| 1.2.4.3 | Instalación de Equipos | | | |
| 1.2.4.4 | Commissioning + Repuestos dos años | | | |
| 1.3 | MOVILIZACION - DESMOVILIZACION | | | |
| 1.3.1 | Movilización. | 3.06% | glb | 1.00 |
| 1.3.2 | Desmovilización. | 1.19% | glb | 1.00 |
| 1.4 | INSTALACIONES, CAMPAMENTOS Y OTROS - TEMPORALES | | | |
| 1.4.1 | Instalaciones en general. | | | |
| 1.4.1.1 | Malvinas | | | |
| 1.4.1.1.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.03% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.1.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.03% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.1.3 | Instalación de Tópico | 0.01% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.2 | PK 23+500 | | | |
| 1.4.1.2.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.08% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.2.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.08% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.2.3 | Instalación de Tópico | 0.04% | glb | 1.00 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. |
|-----------|---|--------|-------|-------|
| 1.4.1.3 | PK 17+500 | | | |
| 1.4.1.3.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.3.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.3.3 | Instalación de Tópico | 0.03% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.4 | PK 9+600 | | | |
| 1.4.1.4.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.08% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.4.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.08% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.4.3 | Instalación de Tópico | 0.04% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.5 | Locación Cashiriari 1 | | | |
| 1.4.1.5.1 | | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.5.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.4.1.5.3 | Instalación de Tópico | 0.03% | glb | 1.00 |
| 1.4.2 | Campamentos (infraestructura en general). | | | |
| 1.4.2.1 | Malvinas | | | |
| 1.4.2.1.1 | Construcción | 0.20% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.1.2 | Desmovilización. | 0.02% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.2 | PK 23+500 | | | |
| 1.4.2.2.1 | Construcción | 0.53% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.2.2 | Desmovilización. | 0.06% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.3 | PK 17+500 | | | |
| 1.4.2.3.1 | Construcción | 0.37% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.3.2 | Desmovilización. | 0.04% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.4 | PK 9+600 | | | |
| 1.4.2.4.1 | Construcción | 0.53% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.4.2 | Desmovilización. | 0.06% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.5 | Locación Cashiriari 1 | | | |
| 1.4.2.5.1 | Construcción | 0.37% | glb | 1.00 |
| 1.4.2.5.2 | Desmovilización. | 0.04% | glb | 1.00 |
| 1.4.3 | Campamentos (servicios en general). (Excepto servicios de Alojamiento, Alimentación y Lavandería). | | | |
| 1.4.3.1 | MALVINAS | | | |
| 1.4.3.1.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.20% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.1.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.10% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.1.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.17% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.2 | PK 23+500 | | | |
| 1.4.3.2.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.15% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.2.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.12% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.2.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.19% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.3 | PK 17+500 | | | |
| 1.4.3.3.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.3.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.3.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.12% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.4 | PK 9+600 | | | |
| 1.4.3.4.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.11% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.4.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.15% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.4.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.19% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.5 | Locación Cashiriari 1 | | | |
| 1.4.3.5.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.12% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.5.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.4.3.5.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.5 | CRUCES DE RIO | | | |
| 1.5.1 | Cruce especial de Río Cashiriari por HDD: Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | | |
| 1.5.1.2 | Presentación de Procedimientos | | | |
| 1.5.1.2.1 | Presentación | 0.35% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.2.2 | Aprobación | 0.15% | glb | 1.00 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. |
|------------|---|--------|--------|-----------|
| 1.5.1.3 | Desarme del equipo de perforación para transporte Malvinas-Río Cashiriari | 0.17% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.4 | Armado de Equipo de perforación en Río | 0.17% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.5 | Perforación tubería 24" | 1.33% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.6 | Perforación tubería 6" | 0.83% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.7 | Desarme del equipo de perforación para transporte Río Cashiriari - Malvinas | 0.17% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.8 | Planos As Built | | | |
| 1.5.1.8.1 | Presentación | 0.12% | glb | 1.00 |
| 1.5.1.8.2 | Aprobación | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.5.2 | Cruce especial de Río Porocari por HDD: Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | | |
| 1.5.2.1 | Movimiento de Suelos | 3.72% | m2 | 40,000.00 |
| 1.5.2.2 | Obras Especiales de Concreto | 0.53% | Global | 1.00 |
| 1.5.2.3 | Construcción de sedimentadores | 1.06% | Global | 1.00 |
| 1.6 | MANTENIMIENTO DE DERECHO DE VIA (DdV) | | | |
| 1.6.1 | Mantenimiento de Derecho de Vía (DdV) aperturado Cashiriari 1 - Malvinas. | 1.17% | glb | 1.00 |
| 1.7 | INSTALACIONES DE SUPERFICIE | | | |
| 1.7.1 | Instalaciones de Superficie (Flowline ø 24", Tie-Ins, etc.) - Cashiriari | | | |
| 1.7.1.1 | Obras Civiles | 0.33% | glb | 1.00 |
| 1.7.1.2 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Pta Cashiriari 1 | 0.59% | glb | 1.00 |
| 1.7.1.3 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Pta Cashiriari 1 | 0.33% | glb | 1.00 |
| 1.7.2 | Instalaciones de Superficie (Flowline ø 24", Tie-Ins, etc.) - PdG Malvinas | | | |
| 1.7.2.1 | Obras Civiles | 0.18% | glb | 1.00 |
| 1.7.2.2 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Pta Malvinas | 0.47% | glb | 1.00 |
| 1.7.2.3 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Pta Malvinas | 0.19% | glb | 1.00 |
| 1.7.3 | Instalaciones de Superficie (Flowline ø 24", etc.) - a cada lado en ríos Porocari y Cashiriari. | | | |
| 1.7.3.1 | Inst. de Sup. Obra Civil - Río Porocari | 0.03% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.2 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Río Porocari | 0.14% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.3 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Río Porocari | 0.06% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.4 | Ins. De Sistema de Comunicación y CCTV - Río Porocari | 0.06% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.5 | Inst. de Sup. Obra Civil - Río Cashiriari | 0.03% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.6 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Río Cashiriari | 0.14% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.7 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Río Cashiriari | 0.06% | glb | 1.00 |
| 1.7.3.8 | Ins. De Sistema de Comunicación y CCTV - Río Cashiriari | 0.06% | glb | 1.00 |
| 1.8 | PROTECCION CATODICA | | | |
| 1.8.1 | Muestreo | 0.07% | glb | 1.00 |
| 1.8.2 | Instalación | 0.28% | glb | 1.00 |
| 1.8.3 | Pruebas | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.9 | PRUEBAS HIDROSTATICAS | | | |
| 1.9.1 | Facilidades | | | |
| 1.9.1.1 | Fabricación de Cabezales | 0.43% | glb | 1.00 |
| 1.9.2 | Limpieza | | | |
| 1.9.2.1 | Tramo I "30+400 - 24+500" | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.9.2.2 | Tramo IV "0+000 - 2+200" | 0.04% | glb | 1.00 |
| 1.9.2.3 | Tramo II "2+200 - 9+600" | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.9.2.4 | Tramo III "24+500 - 9+600" | 0.21% | glb | 1.00 |
| 1.9.3 | Prueba Hidrostática | | | |
| 1.9.3.1 | Tramo I "30+400 - 24+500" | 0.26% | glb | 1.00 |
| 1.9.3.2 | Tramo IV "0+000 - 2+200" | 0.09% | glb | 1.00 |
| 1.9.3.3 | Tramo II "2+200 - 9+600" | 0.32% | glb | 1.00 |
| 1.9.3.4 | Tramo III "24+500 - 9+600" | 0.62% | glb | 1.00 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. |
|-------------|--|--------|------------|-----------|
| 1.10 | PRE COMISIONADO / COMISIONADO y OTROS | | | |
| 1.10.1 | Pre Comisionado y Comisionado del Proyecto. | | | |
| 1.10.1.1 | Presentación de Documentos | 0.12% | glb | 1.00 |
| 1.10.1.2 | Aprobación de Documentos | 0.05% | glb | 1.00 |
| 1.10.1.3 | Acta Precom | 0.40% | glb | 1.00 |
| 1.10.1.4 | Acta Com | 0.31% | glb | 1.00 |
| 1.10.2 | Pasaje de Pig Instrumentado Inercial Cashiriari 1 - Malvinas. | | | |
| 1.10.2.1 | Pasaje de Pig | 0.31% | glb | 1.00 |
| 1.10.2.2 | Informe Final de Pig | 0.10% | glb | 1.00 |
| 2 | SAFETY | | | |
| 1.19 | SAFETY: | | | |
| 1.19.1 | Ejecución del Plan aprobado de Capacitación en Safety, incluyendo el Plan de Simulacros. | 0.41% | Global/Mes | 19.00 |
| 1.19.2 | Gestión de Acciones Preventivas y Correctivas | 0.38% | Global/Mes | 19.00 |
| 1.19.3 | Completamiento en campo del Organigrama de Safety. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 |
| 1.19.4 | Cumplimiento de visitas Gerenciales planificadas y emisión de Reporte respectivo. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 |
| 1.19.5 | Disponibilidad en campo de EPPs y equipos de Seguridad necesarios. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 |
| 1.19.6 | Actualización de Matriz de Riesgo y Planes de contingencia, con evidencias de implementación de medidas de mitigación. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 |
| 1.19.7 | Cumplimiento de plan de Reuniones de Seguridad. | 0.41% | Global/Mes | 19.00 |
| 3 | COSTOS INDIRECTOS / GASTOS GENERALES - UTILIDAD | | | |
| 1.20 | Costos Indirectos / Gastos Generales | | | |
| 1.20.1 | Costos Indirectos / Gastos Generales - fijos. | 2.35% | Global/Mes | 20.00 |
| 1.20.2 | Costos Indirectos / Gastos Generales - variables. | 8.45% | Global | 1.00 |
| 1.21 | Utilidad | | | |
| 1.21.1 | Utilidad | 10.16% | Global | 1.00 |
| 4 | PARTIDA OPCIONAL CONTRACTUAL | | | |
| 1.24 | Cruce especial de Río Porocari soterrado (no por HDD): Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | | |
| 1.24.1 | Cruce especial de Río Porocari soterrado (no por HDD): Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | Global | 1.00 |
| B | UNIT RATES | | | |
| 1.00 | APERTURA DE DERECHO DE VIA (DdV) | | | |
| 1.11 | Apertura de Derecho de Vía (DdV) | | | |
| 1.11.1 | Pre apertura | 3.79% | ml | 31,020.00 |
| 1.11.2 | Estructuras de Contensión | 1.59% | ml | 31,020.00 |
| 1.11.3 | Movimiento de Suelos (incluye Destoconado) | 1.59% | ml | 31,020.00 |
| 1.11.4 | Control de Erosión | 1.63% | ml | 31,020.00 |
| 1.12 | EXCAVACION DE ZANJAS | | | |
| 1.12.1 | Excavación de Zanjas Cashiriari 1 - Malvinas. | 0.45% | ml | 29,470.00 |
| 1.12.2 | Excavación de Zanjas en Roca Cashiriari 1 - Malvinas. | 0.20% | ml | 1,550.00 |
| 1.13 | DESFILE y CURVADO DE TUBERIAS | | | |
| 1.13.1 | Desfile | 1.00% | ml | 32,240.00 |
| 1.13.2 | Curvado | 1.00% | ml | 32,240.00 |
| 1.14 | INSTALACION DE FLOWLINES | | | |
| 1.14.1 | Instalación Flowline Ø 24" x e=0.938" | | | |
| 1.14.1.1 | Soldadura + END | 1.03% | ml | 5,230.00 |
| 1.14.1.2 | Cepillado + Revestimiento | 0.17% | ml | 5,230.00 |
| 1.14.1.3 | Bajado de Línea + Empalmes | 0.52% | ml | 5,230.00 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. |
|--|---|---------------|---------------|-----------|
| 1.14.2 | Instalación Flowline Ø 24" x e=0.812". | | | |
| 1.14.2.1 | Soldadura + END | 0.22% | ml | 1,260.00 |
| 1.14.2.2 | Cepillado + Revestimiento | 0.04% | ml | 1,260.00 |
| 1.14.2.3 | Bajado de Línea + Empalmes | 0.11% | ml | 1,260.00 |
| 1.14.3 | Instalación Flowline Ø 24" x e=0.688". | | | |
| 1.14.3.1 | Soldadura + END | 6.24% | ml | 25,770.00 |
| 1.14.3.2 | Cepillado + Revestimiento | 1.04% | ml | 25,770.00 |
| 1.14.3.3 | Bajado de Línea + Empalmes | 3.12% | ml | 25,770.00 |
| 1.15 | FIBRA OPTICA | | | |
| 1.15.1 | Instalación cable Fibra Óptica | 0.09% | ml | 32,240.00 |
| 1.16 | TAPADA DE ZANJAS | | | |
| 1.16.1 | Tapada de Zanjas Cashiriari 1 - Malvinas. | 0.24% | ml | 29,470.00 |
| 1.16.2 | Tapada de Zanjas en Roca Cashiriari 1 - Malvinas. | 0.10% | ml | 1,550.00 |
| 1.17 | CIERRE DE DERECHO DE VIA (DdV) | | | |
| 1.17.1 | Movimiento de Suelos | 0.75% | ml | 31,020.00 |
| 1.17.2 | Control de Erosión | 1.50% | ml | 31,020.00 |
| 1.17.3 | Señalización | 0.37% | ml | 31,020.00 |
| 1.17.4 | Revegetación y Reforestación | | | |
| 1.17.4.1 | Vivero 29+680 | 0.07% | ml | 1.00 |
| 1.17.4.2 | Vivero 17+200 | 0.07% | ml | 1.00 |
| 1.17.4.3 | Vivero 23+700 | 0.07% | ml | 1.00 |
| 1.17.4.4 | Vivero 9+580 | 0.07% | ml | 1.00 |
| 1.17.4.5 | Vivero 9+020 | 0.07% | ml | 1.00 |
| 1.17.4.6 | Revegetación | 0.75% | ml | 31,020.00 |
| 1.18 | CAMIONETAS PARA PPC | | | |
| 1.18.1 | Alquiler de Camionetas para PPC. | 0.38% | Camioneta-Mes | 100.00 |
| 1.18.2 | Chofer calificado, idóneo y acreditado. | 0.24% | Persona-Mes | 65.00 |
| C | PARTIDAS OPCIONALES | | | |
| 1.23 | Sistema de bombeo - diesel ducto para el Proyecto a todo lo largo del DdV desde Patio Tanques Malvinashasta Cashiriari 1. | | | |
| 1.23.1 | Sistema de bombeo - diesel ducto para el Proyecto a todo lo largo del DdV desde Patio Tanques Malvinashasta Cashiriari 1. | 1.74% | Global | 1.00 |
| 1.25 | Instalación de elementos para Tie-Ins en Cashiriari 1 y PdG Malvinas, según Ingeniería proporcionada por PPC en la que el Listado de Materiales es: PCAS-241-LM-C-021 | | | |
| 1.25.1 | Instalación de elementos para Tie-Ins en Cashiriari 1 y PdG Malvinas, según Ingeniería proporcionada por PPC en la que el Listado de Materiales es: PCAS-241-LM-C-021 | | | |
| 1.25.1.1 | Construcción de Taller | 0.02% | Global | 1.00 |
| 1.25.1.2 | Prefabricados de Spools | 0.09% | Global | 1.00 |
| 1.25.1.3 | Pintado | 0.05% | Global | 1.00 |
| 1.25.1.4 | Intervención | 0.07% | Global | 1.00 |
| 1.28 | REPUESTOS Para etapa de Operación regular. Adjuntar detalle con PU | | | |
| 1.28.1 | REPUESTOS Para etapa de Operación regular. Adjuntar detalle | 0.03% | Global | 1.00 |
| COSTO TOTAL EPC Flowline entre Cashiriari 1 - Malvinas (WHCP-19 CR) | | 81.41% | | |

Nota:

Los Costos Indirectos / Gastos Generales - Fijos, se prorateo en base a la duración del proyecto a 20 meses (10 meses año 2018 – 10 meses año 2019).

ANEXO 5
PRESUPUESTO DE OBRA

PRESUPUESTO DE OBRA

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO (\$.) | TOTAL CONTRATO (\$) |
|---------------|--|--------|-------|--------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | EPC Flowline entre Cashiriari 1 - Malvinas (WHCP-19 CR) | | | | | |
| A | LUMP SUM | | | | | \$ 24,021,729.53 |
| 1 | TRABAJOS | | | | | \$ 12,838,488.58 |
| 1.1 | INGENIERÍA | | | | | \$ 782,834.18 |
| 1.1.1 | Estudios Geológicos, Geotécnicos, Hidrológicos, Socavación, Hidráulicos. | | | | | |
| 1.1.1.1 | Malvinas | | | | | |
| 1.1.1.1.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 22,985.00 | \$ 22,985.00 |
| 1.1.1.1.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 5,746.25 | \$ 5,746.25 |
| 1.1.1.2 | Río Porocari | | | | | |
| 1.1.1.2.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 22,985.00 | \$ 22,985.00 |
| 1.1.1.2.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 5,746.25 | \$ 5,746.25 |
| 1.1.1.3 | Río Cashiriari | | | | | |
| 1.1.1.3.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 22,985.00 | \$ 22,985.00 |
| 1.1.1.3.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 5,746.25 | \$ 5,746.25 |
| 1.1.1.4 | Cashiriari 1 | | | | | |
| 1.1.1.4.1 | Trabajo en campo | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 22,985.01 | \$ 22,985.01 |
| 1.1.1.4.2 | Trabajo en gabinete | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 5,746.25 | \$ 5,746.25 |
| 1.1.2 | Relevamientos topográficos. | 0.35% | glb | 1.00 | \$ 164,317.35 | \$ 164,317.35 |
| 1.1.3 | Ingeniería para Proyecto (Detalle, Constructivo,...) | | | | | |
| 1.1.3.1 | Preliminar de Ingeniería | | | | | |
| 1.1.3.1.1 | Listado de Documentos | | | | | |
| 1.1.3.1.1.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 4,078.48 | \$ 4,078.48 |
| 1.1.3.1.1.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 | \$ 1,747.93 | \$ 1,747.93 |
| 1.1.3.1.2 | Análisis de Consistencia | | | | | |
| 1.1.3.1.2.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 4,078.48 | \$ 4,078.48 |
| 1.1.3.1.2.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 | \$ 1,747.93 | \$ 1,747.93 |
| 1.1.3.1.3 | Manual de Diseño | | | | | |
| 1.1.3.1.3.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 4,078.48 | \$ 4,078.48 |
| 1.1.3.1.3.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 | \$ 1,747.93 | \$ 1,747.93 |
| 1.1.3.1.4 | Manual de Construcción | | | | | |
| 1.1.3.1.4.1 | Presentación | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 4,078.48 | \$ 4,078.48 |
| 1.1.3.1.4.1.2 | Aprobación | 0.00% | glb | 1.00 | \$ 1,747.93 | \$ 1,747.93 |
| 1.1.3.2 | Apertura de Pista | | | | | |
| 1.1.3.2.1 | Presentación | 0.12% | und | 147.00 | \$ 397.68 | \$ 58,458.29 |
| 1.1.3.2.2 | Aprobación | 0.05% | und | 147.00 | \$ 170.43 | \$ 25,053.56 |
| 1.1.3.3 | Procesos. | | | | | |
| 1.1.3.3.1 | Presentación | 0.03% | und | 35.00 | \$ 388.43 | \$ 13,594.95 |
| 1.1.3.3.2 | Aprobación | 0.01% | und | 35.00 | \$ 166.47 | \$ 5,826.42 |
| 1.1.3.4 | Civil | | | | | |
| 1.1.3.4.1 | Presentación | 0.05% | und | 56.00 | \$ 388.43 | \$ 21,751.91 |
| 1.1.3.4.2 | Aprobación | 0.02% | und | 56.00 | \$ 166.47 | \$ 9,322.26 |
| 1.1.3.5 | Piping | | | | | |
| 1.1.3.5.1 | Presentación | 0.14% | und | 188.00 | \$ 339.87 | \$ 63,896.27 |
| 1.1.3.5.2 | Aprobación | 0.06% | und | 188.00 | \$ 145.66 | \$ 27,384.12 |
| 1.1.3.6 | Electricidad | | | | | |
| 1.1.3.6.1 | Presentación | 0.09% | und | 113.00 | \$ 384.99 | \$ 43,503.84 |
| 1.1.3.6.2 | Aprobación | 0.04% | und | 113.00 | \$ 165.00 | \$ 18,644.51 |
| 1.1.3.7 | Instrumentos | | | | | |
| 1.1.3.7.1 | Presentación | 0.12% | und | 137.00 | \$ 396.93 | \$ 54,379.80 |
| 1.1.3.7.2 | Aprobación | 0.05% | und | 137.00 | \$ 170.11 | \$ 23,305.64 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO (\$.) | TOTAL CONTRATO (\$) |
|-----------|---|--------|-------|-------|-----------------------|---------------------|
| 1.1.4 | Documentación Final de Obra (Data Book, As Built, Manuales,...) | | | | | |
| 1.1.4.1 | Apertura de Pista | | | | | |
| 1.1.4.1.1 | Presentación | 0.02% | und | 43.00 | \$ 251.98 | \$ 10,835.14 |
| 1.1.4.1.2 | Aprobación | 0.01% | und | 43.00 | \$ 107.97 | \$ 4,642.59 |
| 1.1.4.2 | Procesos. | | | | | |
| 1.1.4.2.1 | Presentación | 0.02% | und | 33.00 | \$ 251.91 | \$ 8,313.14 |
| 1.1.4.2.2 | Aprobación | 0.01% | und | 33.00 | \$ 107.97 | \$ 3,562.92 |
| 1.1.4.3 | Civil | | | | | |
| 1.1.4.3.1 | Presentación | 0.04% | und | 70.00 | \$ 251.91 | \$ 17,633.93 |
| 1.1.4.3.2 | Aprobación | 0.02% | und | 70.00 | \$ 107.97 | \$ 7,557.70 |
| 1.1.4.4 | Piping | | | | | |
| 1.1.4.4.1 | Presentación | 0.03% | und | 54.00 | \$ 251.91 | \$ 13,603.31 |
| 1.1.4.4.2 | Aprobación | 0.01% | und | 54.00 | \$ 107.97 | \$ 5,830.23 |
| 1.1.4.5 | Electricidad | | | | | |
| 1.1.4.5.1 | Presentación | 0.02% | und | 42.00 | \$ 251.91 | \$ 10,580.36 |
| 1.1.4.5.2 | Aprobación | 0.01% | und | 42.00 | \$ 107.97 | \$ 4,534.62 |
| 1.1.4.6 | Instrumentos | | | | | |
| 1.1.4.6.1 | Presentación | 0.04% | und | 78.00 | \$ 251.91 | \$ 19,649.23 |
| 1.1.4.6.2 | Aprobación | 0.02% | und | 78.00 | \$ 107.97 | \$ 8,421.44 |
| 1.2 | LONG LEAD ITEMS (SUMINISTROS DE LARGA ENTREGA) | | | | | \$ - |
| 1.2.1 | Tuberías de 24", 20", 18" y Accesorios principales. (Según: PCAS-245-RI-C-363). | | | | | |
| 1.2.1.1 | Listado de Tuberías de 24", 20", 18" y Accesorios principales. | | | | | |
| 1.2.1.2 | Emisión de Orden de Compra | | | | | |
| 1.2.1.3 | Entrega para Movilización a Obra | | | | | |
| 1.2.2 | Bridas (Según: PCAS-245-RI-C-362). | | | | | |
| 1.2.2.1 | Listado de Bridas (Según: PCAS-245-RI-C-362). | | | | | |
| 1.2.2.2 | Emisión de Orden de Compra | | | | | |
| 1.2.2.3 | Entrega para Movilización a Obra | | | | | |
| 1.2.3 | Válvulas de alivio de presión. (Según: PCAS-245-RI-K-363). | | | | | |
| 1.2.3.1 | Listado de Válvulas de alivio de presión. (Según: PCAS-245-RI-K-363). | | | | | |
| 1.2.3.2 | Emisión de Orden de Compra | | | | | |
| 1.2.3.3 | Entrega para Movilización a Obra | | | | | |
| 1.2.4 | Paneles solares y Shelters. (Según: PCAS-245-RI-E-451). | | | | | |
| 1.2.4.1 | Procura de Equipos | | | | | |
| 1.2.4.2 | Fabricación Mecánica | | | | | |
| 1.2.4.3 | Instalación de Equipos | | | | | |
| 1.2.4.4 | Commissioning + Repuestos dos años | | | | | |
| 1.3 | MOVILIZACION - DESMOVILIZACION | | | | | \$ 2,008,690.17 |
| 1.3.1 | Movilización. | 3.06% | glb | 1.00 | \$ 1,447,248.38 | \$ 1,447,248.38 |
| 1.3.2 | Desmovilización. | 1.19% | glb | 1.00 | \$ 561,441.79 | \$ 561,441.79 |
| 1.4 | INSTALACIONES, CAMPAMENTOS Y OTROS - TEMPORALES | | | | | \$ 2,324,956.44 |
| 1.4.1 | Instalaciones en general. | | | | | |
| 1.4.1.1 | Malvinas | | | | | |
| 1.4.1.1.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.03% | glb | 1.00 | \$ 13,995.79 | \$ 13,995.79 |
| 1.4.1.1.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.03% | glb | 1.00 | \$ 13,995.79 | \$ 13,995.79 |
| 1.4.1.1.3 | Instalación de Tópico | 0.01% | glb | 1.00 | \$ 6,997.89 | \$ 6,997.89 |
| 1.4.1.2 | PK 23+500 | | | | | |
| 1.4.1.2.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.08% | glb | 1.00 | \$ 37,088.84 | \$ 37,088.84 |
| 1.4.1.2.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.08% | glb | 1.00 | \$ 37,088.84 | \$ 37,088.84 |
| 1.4.1.2.3 | Instalación de Tópico | 0.04% | glb | 1.00 | \$ 18,544.41 | \$ 18,544.41 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO (\$) | TOTAL CONTRATO (\$) |
|-----------|---|--------|-------|-------|----------------------|---------------------|
| 1.4.1.3 | PK 17+500 | | | | | |
| 1.4.1.3.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 25,892.22 | \$ 25,892.22 |
| 1.4.1.3.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 25,892.22 | \$ 25,892.22 |
| 1.4.1.3.3 | Instalación de Tópico | 0.03% | glb | 1.00 | \$ 12,946.09 | \$ 12,946.09 |
| 1.4.1.4 | PK 9+600 | | | | | |
| 1.4.1.4.1 | Instalaciones Eléctricas | 0.08% | glb | 1.00 | \$ 37,088.84 | \$ 37,088.84 |
| 1.4.1.4.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.08% | glb | 1.00 | \$ 37,088.84 | \$ 37,088.84 |
| 1.4.1.4.3 | Instalación de Tópico | 0.04% | glb | 1.00 | \$ 18,544.41 | \$ 18,544.41 |
| 1.4.1.5 | Locación Cashiriari 1 | | | | | |
| 1.4.1.5.1 | | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 25,892.23 | \$ 25,892.23 |
| 1.4.1.5.2 | Instalaciones Sanitarias | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 25,892.23 | \$ 25,892.23 |
| 1.4.1.5.3 | Instalación de Tópico | 0.03% | glb | 1.00 | \$ 12,946.09 | \$ 12,946.09 |
| 1.4.2 | Campamentos (infraestructura en general). | | | | | |
| 1.4.2.1 | Malvinas | | | | | |
| 1.4.2.1.1 | Construcción | 0.20% | glb | 1.00 | \$ 93,760.84 | \$ 93,760.84 |
| 1.4.2.1.2 | Desmovilización. | 0.02% | glb | 1.00 | \$ 10,417.87 | \$ 10,417.87 |
| 1.4.2.2 | PK 23+500 | | | | | |
| 1.4.2.2.1 | Construcción | 0.53% | glb | 1.00 | \$ 248,466.21 | \$ 248,466.21 |
| 1.4.2.2.2 | Desmovilización. | 0.06% | glb | 1.00 | \$ 27,607.36 | \$ 27,607.36 |
| 1.4.2.3 | PK 17+500 | | | | | |
| 1.4.2.3.1 | Construcción | 0.37% | glb | 1.00 | \$ 173,457.56 | \$ 173,457.56 |
| 1.4.2.3.2 | Desmovilización. | 0.04% | glb | 1.00 | \$ 19,273.06 | \$ 19,273.06 |
| 1.4.2.4 | PK 9+600 | | | | | |
| 1.4.2.4.1 | Construcción | 0.53% | glb | 1.00 | \$ 248,466.21 | \$ 248,466.21 |
| 1.4.2.4.2 | Desmovilización. | 0.06% | glb | 1.00 | \$ 27,607.36 | \$ 27,607.36 |
| 1.4.2.5 | Locación Cashiriari 1 | | | | | |
| 1.4.2.5.1 | Construcción | 0.37% | glb | 1.00 | \$ 173,457.56 | \$ 173,457.56 |
| 1.4.2.5.2 | Desmovilización. | 0.04% | glb | 1.00 | \$ 19,273.06 | \$ 19,273.06 |
| 1.4.3 | Campamentos (servicios en general). (Excepto servicios de Alojamiento, Alimentación y Lavandería). | | | | | |
| 1.4.3.1 | MALVINAS | | | | | |
| 1.4.3.1.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.20% | glb | 1.00 | \$ 94,074.08 | \$ 94,074.08 |
| 1.4.3.1.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.10% | glb | 1.00 | \$ 49,276.90 | \$ 49,276.90 |
| 1.4.3.1.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.17% | glb | 1.00 | \$ 80,634.92 | \$ 80,634.92 |
| 1.4.3.2 | PK 23+500 | | | | | |
| 1.4.3.2.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.15% | glb | 1.00 | \$ 68,689.02 | \$ 68,689.02 |
| 1.4.3.2.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.12% | glb | 1.00 | \$ 55,809.83 | \$ 55,809.83 |
| 1.4.3.2.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.19% | glb | 1.00 | \$ 90,154.31 | \$ 90,154.31 |
| 1.4.3.3 | PK 17+500 | | | | | |
| 1.4.3.3.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 40,597.45 | \$ 40,597.45 |
| 1.4.3.3.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 40,597.45 | \$ 40,597.45 |
| 1.4.3.3.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.12% | glb | 1.00 | \$ 58,796.30 | \$ 58,796.30 |
| 1.4.3.4 | PK 9+600 | | | | | |
| 1.4.3.4.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.11% | glb | 1.00 | \$ 51,516.76 | \$ 51,516.76 |
| 1.4.3.4.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.15% | glb | 1.00 | \$ 72,982.08 | \$ 72,982.08 |
| 1.4.3.4.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.19% | glb | 1.00 | \$ 90,154.32 | \$ 90,154.32 |
| 1.4.3.5 | Locación Cashiriari 1 | | | | | |
| 1.4.3.5.1 | Mantenimiento Regular Año 01 | 0.12% | glb | 1.00 | \$ 55,996.48 | \$ 55,996.48 |
| 1.4.3.5.2 | Mantenimiento Periodo de Lluvias | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 40,597.45 | \$ 40,597.45 |
| 1.4.3.5.3 | Mantenimiento Regular Año 02 | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 43,397.27 | \$ 43,397.27 |
| 1.5 | CRUCES DE RIO | | | | | \$ 4,081,238.34 |
| 1.5.1 | Cruce especial de Río Cashiriari por HDD: Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | | | | |
| 1.5.1.2 | Presentación de Procedimientos | | | | | |
| 1.5.1.2.1 | Presentación | 0.35% | glb | 1.00 | \$ 165,027.69 | \$ 165,027.69 |
| 1.5.1.2.2 | Aprobación | 0.15% | glb | 1.00 | \$ 70,726.15 | \$ 70,726.15 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO (\$) | TOTAL CONTRATO (\$) |
|-----------|---|--------|--------|-----------|----------------------|------------------------|
| 1.5.1.3 | Desarme del equipo de perforación para transporte Malvinas-Río Cashiriari | 0.17% | glb | 1.00 | \$ 78,584.62 | \$ 78,584.62 |
| 1.5.1.4 | Armado de Equipo de perforación en Río | 0.17% | glb | 1.00 | \$ 78,584.62 | \$ 78,584.62 |
| 1.5.1.5 | Perforación tubería 24" | 1.33% | glb | 1.00 | \$ 628,676.86 | \$ 628,676.86 |
| 1.5.1.6 | Perforación tubería 6" | 0.83% | glb | 1.00 | \$ 392,923.04 | \$ 392,923.04 |
| 1.5.1.7 | Desarme del equipo de perforación para transporte Río Cashiriari - Malvinas | 0.17% | glb | 1.00 | \$ 78,584.62 | \$ 78,584.62 |
| 1.5.1.8 | Planos As Built | | | | | |
| 1.5.1.8.1 | Presentación | 0.12% | glb | 1.00 | \$ 55,009.23 | \$ 55,009.23 |
| 1.5.1.8.2 | Aprobación | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 23,575.39 | \$ 23,575.39 |
| 1.5.2 | Cruce especial de Río Porocari por HDD: Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | | | | |
| 1.5.2.1 | Movimiento de Suelos | 3.72% | m2 | 40,000.00 | \$ 43.92 | \$ 1,756,682.27 |
| 1.5.2.2 | Obras Especiales de Concreto | 0.53% | Global | 1.00 | \$ 250,954.62 | \$ 250,954.62 |
| 1.5.2.3 | Construcción de sedimentadores | 1.06% | Global | 1.00 | \$ 501,909.23 | \$ 501,909.23 |
| 1.6 | MANTENIMIENTO DE DERECHO DE VIA (DdV) | | | | | \$ 554,789.08 |
| 1.6.1 | Mantenimiento de Derecho de Vía (DdV) aperturado Cashiriari 1 - Malvinas. | 1.17% | glb | 1.00 | \$ 554,789.08 | \$ 554,789.08 |
| 1.7 | INSTALACIONES DE SUPERFICIE | | | | | \$ 1,269,207.75 |
| 1.7.1 | Instalaciones de Superficie (Flowline ø 24", Tie-Ins, etc.) - Cashiriari | | | | | |
| 1.7.1.1 | Obras Cíviles | 0.33% | glb | 1.00 | \$ 154,634.29 | \$ 154,634.29 |
| 1.7.1.2 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Pta Cashiriari 1 | 0.59% | glb | 1.00 | \$ 278,341.71 | \$ 278,341.71 |
| 1.7.1.3 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Pta Cashiriari 1 | 0.33% | glb | 1.00 | \$ 156,107.00 | \$ 156,107.00 |
| 1.7.2 | Instalaciones de Superficie (Flowline ø 24", Tie-Ins, etc.) - PdG Malvinas | | | | | |
| 1.7.2.1 | Obras Cíviles | 0.18% | glb | 1.00 | \$ 85,977.05 | \$ 85,977.05 |
| 1.7.2.2 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Pta Malvinas | 0.47% | glb | 1.00 | \$ 222,272.46 | \$ 222,272.46 |
| 1.7.2.3 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Pta Malvinas | 0.19% | glb | 1.00 | \$ 87,958.09 | \$ 87,958.09 |
| 1.7.3 | Instalaciones de Superficie (Flowline ø 24", etc.) - a cada lado en ríos Porocari y Cashiriari. | | | | | |
| 1.7.3.1 | Inst. de Sup. Obra Civil - Río Porocari | 0.03% | glb | 1.00 | \$ 13,060.19 | \$ 13,060.19 |
| 1.7.3.2 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Río Porocari | 0.14% | glb | 1.00 | \$ 67,572.27 | \$ 67,572.27 |
| 1.7.3.3 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Río Porocari | 0.06% | glb | 1.00 | \$ 30,663.06 | \$ 30,663.06 |
| 1.7.3.4 | Ins. De Sistema de Comunicación y CCTV - Río Porocari | 0.06% | glb | 1.00 | \$ 30,663.06 | \$ 30,663.06 |
| 1.7.3.5 | Inst. de Sup. Obra Civil - Río Cashiriari | 0.03% | glb | 1.00 | \$ 13,060.18 | \$ 13,060.18 |
| 1.7.3.6 | Inst. de Sup. Prefabricado y Montaje - Río Cashiriari | 0.14% | glb | 1.00 | \$ 67,572.27 | \$ 67,572.27 |
| 1.7.3.7 | Ins. De Sup. Electricidad e Instrumentos - Río Cashiriari | 0.06% | glb | 1.00 | \$ 30,663.06 | \$ 30,663.06 |
| 1.7.3.8 | Ins. De Sistema de Comunicación y CCTV - Río Cashiriari | 0.06% | glb | 1.00 | \$ 30,663.06 | \$ 30,663.06 |
| 1.8 | PROTECCION CATODICA | | | | | \$ 187,059.98 |
| 1.8.1 | Muestreo | 0.07% | glb | 1.00 | \$ 33,670.80 | \$ 33,670.80 |
| 1.8.2 | Instalación | 0.28% | glb | 1.00 | \$ 130,941.97 | \$ 130,941.97 |
| 1.8.3 | Pruebas | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 22,447.21 | \$ 22,447.21 |
| 1.9 | PRUEBAS HIDROSTATICAS | | | | | \$ 1,014,452.86 |
| 1.9.1 | Facilidades | | | | | |
| 1.9.1.1 | Fabricación de Cabezales | 0.43% | glb | 1.00 | \$ 202,890.57 | \$ 202,890.57 |
| 1.9.2 | Limpieza | | | | | |
| 1.9.2.1 | Tramo I "30+400 - 24+500" | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 40,578.11 | \$ 40,578.11 |
| 1.9.2.2 | Tramo IV "0+000 - 2+200" | 0.04% | glb | 1.00 | \$ 20,289.06 | \$ 20,289.06 |
| 1.9.2.3 | Tramo II "2+200 - 9+600" | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 40,578.11 | \$ 40,578.11 |
| 1.9.2.4 | Tramo III "24+500 - 9+600" | 0.21% | glb | 1.00 | \$ 101,445.29 | \$ 101,445.29 |
| 1.9.3 | Prueba Hidrostática | | | | | |
| 1.9.3.1 | Tramo I "30+400 - 24+500" | 0.26% | glb | 1.00 | \$ 121,734.34 | \$ 121,734.34 |
| 1.9.3.2 | Tramo IV "0+000 - 2+200" | 0.09% | glb | 1.00 | \$ 40,578.11 | \$ 40,578.11 |
| 1.9.3.3 | Tramo II "2+200 - 9+600" | 0.32% | glb | 1.00 | \$ 152,167.93 | \$ 152,167.93 |
| 1.9.3.4 | Tramo III "24+500 - 9+600" | 0.62% | glb | 1.00 | \$ 294,191.34 | \$ 294,191.34 |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO (\$.) | TOTAL CONTRATO (\$) |
|-------------|--|--------|------------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 1.10 | PRE COMISIONADO / COMISIONADO y OTROS | | | | | \$ 615,259.78 |
| 1.10.1 | Pre Comisionado y Comisionado del Proyecto. | | | | | |
| 1.10.1.1 | Presentación de Documentos | 0.12% | glb | 1.00 | \$ 58,953.56 | \$ 58,953.56 |
| 1.10.1.2 | Aprobación de Documentos | 0.05% | glb | 1.00 | \$ 25,265.81 | \$ 25,265.81 |
| 1.10.1.3 | Acta Precom | 0.40% | glb | 1.00 | \$ 189,493.59 | \$ 189,493.59 |
| 1.10.1.4 | Acta Com | 0.31% | glb | 1.00 | \$ 147,383.90 | \$ 147,383.90 |
| 1.10.2 | Pasaje de Pig Instrumentado Inercial Cashiriari 1 - Malvinas. | | | | | |
| 1.10.2.1 | Pasaje de Pig | 0.31% | glb | 1.00 | \$ 145,622.19 | \$ 145,622.19 |
| 1.10.2.2 | Informe Final de Pig | 0.10% | glb | 1.00 | \$ 48,540.73 | \$ 48,540.73 |
| 2 | SAFETY | | | | | \$ 1,277,374.25 |
| 1.19 | SAFETY: | | | | | \$ 1,277,374.25 |
| 1.19.1 | Ejecución del Plan aprobado de Capacitación en Safety, incluyendo el Plan de Simulacros. | 0.41% | Global/Mes | 19.00 | \$ 10,084.53 | \$ 191,606.14 |
| 1.19.2 | Gestión de Acciones Preventivas y Correctivas | 0.38% | Global/Mes | 19.00 | \$ 9,412.23 | \$ 178,832.39 |
| 1.19.3 | Completamiento en campo del Organigrama de Safety. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 | \$ 9,412.23 | \$ 178,832.39 |
| 1.19.4 | Cumplimiento de visitas Gerenciales planificadas y emisión de Reporte respectivo. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 | \$ 9,412.23 | \$ 178,832.39 |
| 1.19.5 | Disponibilidad en campo de EPPs y equipos de Seguridad necesarios. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 | \$ 9,412.23 | \$ 178,832.39 |
| 1.19.6 | Actualización de Matriz de Riesgo y Planes de contingencia, con evidencias de implementación de medidas de mitigación. | 0.38% | Global/Mes | 19.00 | \$ 9,412.23 | \$ 178,832.39 |
| 1.19.7 | Cumplimiento de plan de Reuniones de Seguridad. | 0.41% | Global/Mes | 19.00 | \$ 10,084.53 | \$ 191,606.14 |
| 3 | COSTOS INDIRECTOS / GASTOS GENERALES - UTILIDAD | | | | | \$ 9,905,866.70 |
| 1.20 | Costos Indirectos / Gastos Generales | | | | | \$ 5,105,866.70 |
| 1.20.1 | Costos Indirectos / Gastos Generales - fijos. | 2.35% | Global/Mes | 20.00 | \$ 55,617.13 | \$ 1,112,342.59 |
| 1.20.2 | Costos Indirectos / Gastos Generales - variables. | 8.45% | Global | 1.00 | \$ 3,993,524.11 | \$ 3,993,524.11 |
| 1.21 | Utilidad | | | | | \$ 4,800,000.00 |
| 1.21.1 | Utilidad | 10.16% | Global | 1.00 | \$ 4,800,000.00 | \$ 4,800,000.00 |
| 4 | PARTIDA OPCIONAL CONTRACTUAL | | | | | \$ - |
| 1.24 | Cruce especial de Río Porocari soterrado (no por HDD): Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | | | \$ - | \$ - |
| 1.24.1 | Cruce especial de Río Porocari soterrado (no por HDD): Flowline Ø24" y tubería camisa para Fibra Óptica. | | Global | 1.00 | \$ - | \$ - |
| B | UNIT RATES | | | | | \$ 13,489,059.92 |
| 1.00 | APERTURA DE DERECHO DE VIA (DdV) | | | | | \$ 4,064,144.76 |
| 1.11 | Apertura de Derecho de Vía (DdV) | | | | | |
| 1.11.1 | Pre apertura | 3.79% | ml | 31,020.00 | \$ 57.65 | \$ 1,788,223.69 |
| 1.11.2 | Estructuras de Contención | 1.59% | ml | 31,020.00 | \$ 24.24 | \$ 751,866.78 |
| 1.11.3 | Movimiento de Suelos (incluye Destoconado) | 1.59% | ml | 31,020.00 | \$ 24.24 | \$ 751,866.78 |
| 1.11.4 | Control de Erosión | 1.63% | ml | 31,020.00 | \$ 24.89 | \$ 772,187.51 |
| 1.12 | EXCAVACION DE ZANJAS | | | | | \$ 309,831.67 |
| 1.12.1 | Excavación de Zanjas Cashiriari 1 - Malvinas. | 0.45% | ml | 29,470.00 | \$ 7.26 | \$ 214,078.56 |
| 1.12.2 | Excavación de Zanjas en Roca Cashiriari 1 - Malvinas. | 0.20% | ml | 1,550.00 | \$ 61.78 | \$ 95,753.11 |
| 1.13 | DESFILE y CURVADO DE TUBERIAS | | | | | \$ 944,682.61 |
| 1.13.1 | Desfile | 1.00% | ml | 32,240.00 | \$ 14.65 | \$ 472,341.31 |
| 1.13.2 | Curvado | 1.00% | ml | 32,240.00 | \$ 14.65 | \$ 472,341.30 |
| 1.14 | INSTALACION DE FLOWLINES | | | | | \$ 5,904,714.01 |
| 1.14.1 | Instalación Flowline Ø 24" x e=0.938" | | | | | |
| 1.14.1.1 | Soldadura + END | 1.03% | ml | 5,230.00 | \$ 93.49 | \$ 488,929.37 |
| 1.14.1.2 | Cepillado + Revestimiento | 0.17% | ml | 5,230.00 | \$ 15.58 | \$ 81,488.24 |
| 1.14.1.3 | Bajado de Línea + Empalmes | 0.52% | ml | 5,230.00 | \$ 46.74 | \$ 244,464.70 |

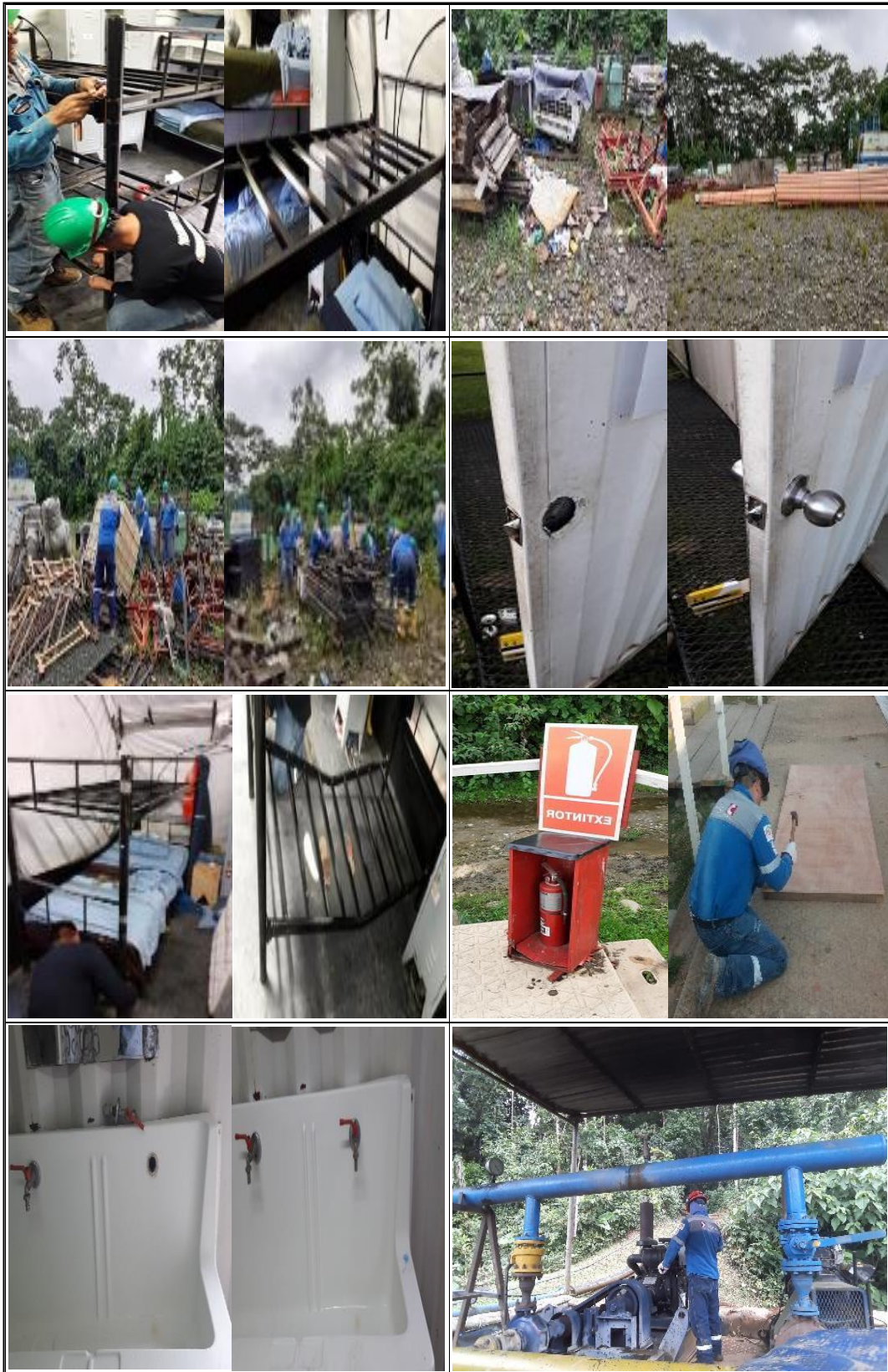
| ITEM | DESCRIPCIÓN | INCID. | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO (\$.) | TOTAL CONTRATO (\$) |
|----------|--|---------------|---------------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 1.14.2 | Instalación Flowline Ø 24" x e=0.812". | | | | | |
| 1.14.2.1 | Soldadura + END | 0.22% | ml | 1,260.00 | \$ 83.33 | \$ 104,997.43 |
| 1.14.2.2 | Cepillado + Revestimiento | 0.04% | ml | 1,260.00 | \$ 13.89 | \$ 17,499.58 |
| 1.14.2.3 | Bajado de Línea + Empalmes | 0.11% | ml | 1,260.00 | \$ 41.67 | \$ 52,498.72 |
| 1.14.3 | Instalación Flowline Ø 24" x e=0.688". | | | | | |
| 1.14.3.1 | Soldadura + END | 6.24% | ml | 25,770.00 | \$ 114.43 | \$ 2,948,901.57 |
| 1.14.3.2 | Cepillado + Revestimiento | 1.04% | ml | 25,770.00 | \$ 19.07 | \$ 491,483.60 |
| 1.14.3.3 | Bajado de Línea + Empalmes | 3.12% | ml | 25,770.00 | \$ 57.22 | \$ 1,474,450.80 |
| 1.15 | FIBRA OPTICA | | | | | \$ 42,230.47 |
| 1.15.1 | Instalación cable Fibra Óptica | 0.09% | ml | 32,240.00 | \$ 1.31 | \$ 42,230.47 |
| 1.16 | TAPADA DE ZANJAS | | | | | \$ 163,322.36 |
| 1.16.1 | Tapada de Zanjas Cashiriri 1 - Malvinas. | 0.24% | ml | 29,470.00 | \$ 3.88 | \$ 114,344.49 |
| 1.16.2 | Tapada de Zanjas en Roca Cashiriri 1 - Malvinas. | 0.10% | ml | 1,550.00 | \$ 31.60 | \$ 48,977.87 |
| 1.17 | CIERRE DE DERECHO DE VIA (DdV) | | | | | \$ 1,767,020.47 |
| 1.17.1 | Movimiento de Suelos | 0.75% | ml | 31,020.00 | \$ 11.39 | \$ 353,404.09 |
| 1.17.2 | Control de Erosión | 1.50% | ml | 31,020.00 | \$ 22.79 | \$ 706,808.18 |
| 1.17.3 | Señalización | 0.37% | ml | 31,020.00 | \$ 5.70 | \$ 176,702.05 |
| 1.17.4 | Revegetación y Reforestación | | | | | |
| 1.17.4.1 | Vivero 29+680 | 0.07% | ml | 1.00 | \$ 35,340.41 | \$ 35,340.41 |
| 1.17.4.2 | Vivero 17+200 | 0.07% | ml | 1.00 | \$ 35,340.41 | \$ 35,340.41 |
| 1.17.4.3 | Vivero 23+700 | 0.07% | ml | 1.00 | \$ 35,340.41 | \$ 35,340.41 |
| 1.17.4.4 | Vivero 9+580 | 0.07% | ml | 1.00 | \$ 35,340.41 | \$ 35,340.41 |
| 1.17.4.5 | Vivero 9+020 | 0.07% | ml | 1.00 | \$ 35,340.41 | \$ 35,340.41 |
| 1.17.4.6 | Revegetación | 0.75% | ml | 31,020.00 | \$ 11.39 | \$ 353,404.10 |
| 1.18 | CAMIONETAS PARA PPC | | | | | \$ 293,113.57 |
| 1.18.1 | Alquiler de Camionetas para PPC. | 0.38% | Camioneta-Mes | 100.00 | \$ 1,805.30 | \$ 180,529.73 |
| 1.18.2 | Chofer calificado, idóneo y acreditado. | 0.24% | Persona-Mes | 65.00 | \$ 1,732.06 | \$ 112,583.84 |
| C | PARTIDAS OPCIONALES | | | | | \$ 946,403.19 |
| 1.23 | Sistema de bombeo - diesel ducto para el Proyecto a todo lo largo del DdV desde Patio Tanques Malvinashasta Cashiriri 1. | | | | | \$ 821,393.38 |
| 1.23.1 | Sistema de bombeo - diesel ducto para el Proyecto a todo lo largo del DdV desde Patio Tanques Malvinashasta Cashiriri 1. | 1.74% | Global | 1.00 | \$ 821,393.38 | \$ 821,393.38 |
| 1.25 | Instalación de elementos para Tie-Ins en Cashiriri 1 y PdG Malvinas, según Ingeniería proporcionada por PPC en la que el Listado de Materiales es: PCAS-241-LM-C-021 | | | | | \$ 110,572.00 |
| 1.25.1 | Instalación de elementos para Tie-Ins en Cashiriri 1 y PdG Malvinas, según Ingeniería proporcionada por PPC en la que el Listado de Materiales es: PCAS-241-LM-C-021 | | | | | |
| 1.25.1.1 | Construcción de Taller | 0.02% | Global | 1.00 | \$ 11,057.20 | \$ 11,057.20 |
| 1.25.1.2 | Prefabricados de Spools | 0.09% | Global | 1.00 | \$ 44,228.80 | \$ 44,228.80 |
| 1.25.1.3 | Pintado | 0.05% | Global | 1.00 | \$ 22,114.40 | \$ 22,114.40 |
| 1.25.1.4 | Intervención | 0.07% | Global | 1.00 | \$ 33,171.60 | \$ 33,171.60 |
| 1.28 | REPUESTOS Para etapa de Operación regular. Adjuntar detalle con PU | | | | | \$ 14,437.81 |
| 1.28.1 | REPUESTOS Para etapa de Operación regular. Adjuntar detalle | 0.03% | Global | 1.00 | \$ 14,437.81 | \$ 14,437.81 |
| | COSTO TOTAL EPC Flowline entre Cashiriri 1 - Malvinas (WHCP-19 CR) | 81.41% | | | | \$ 38,457,192.64 |

Nota:

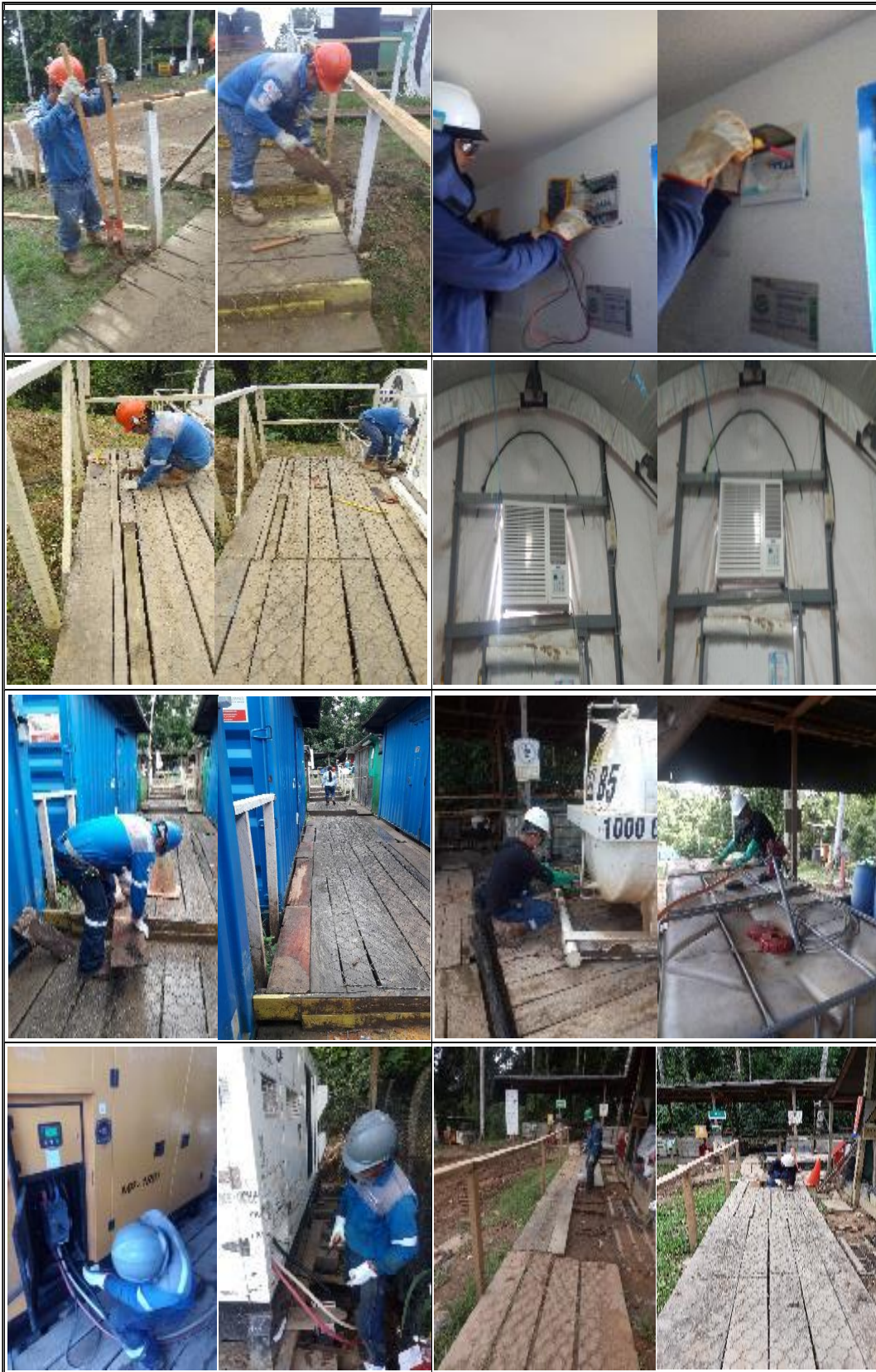
Los Costos Indirectos / Gastos Generales - Fijos, se prorateo en base a la duración del proyecto a 20 meses (10 meses año 2018 – 10 meses año 2019).

ANEXO 6
PANEL FOTOGRAFICO

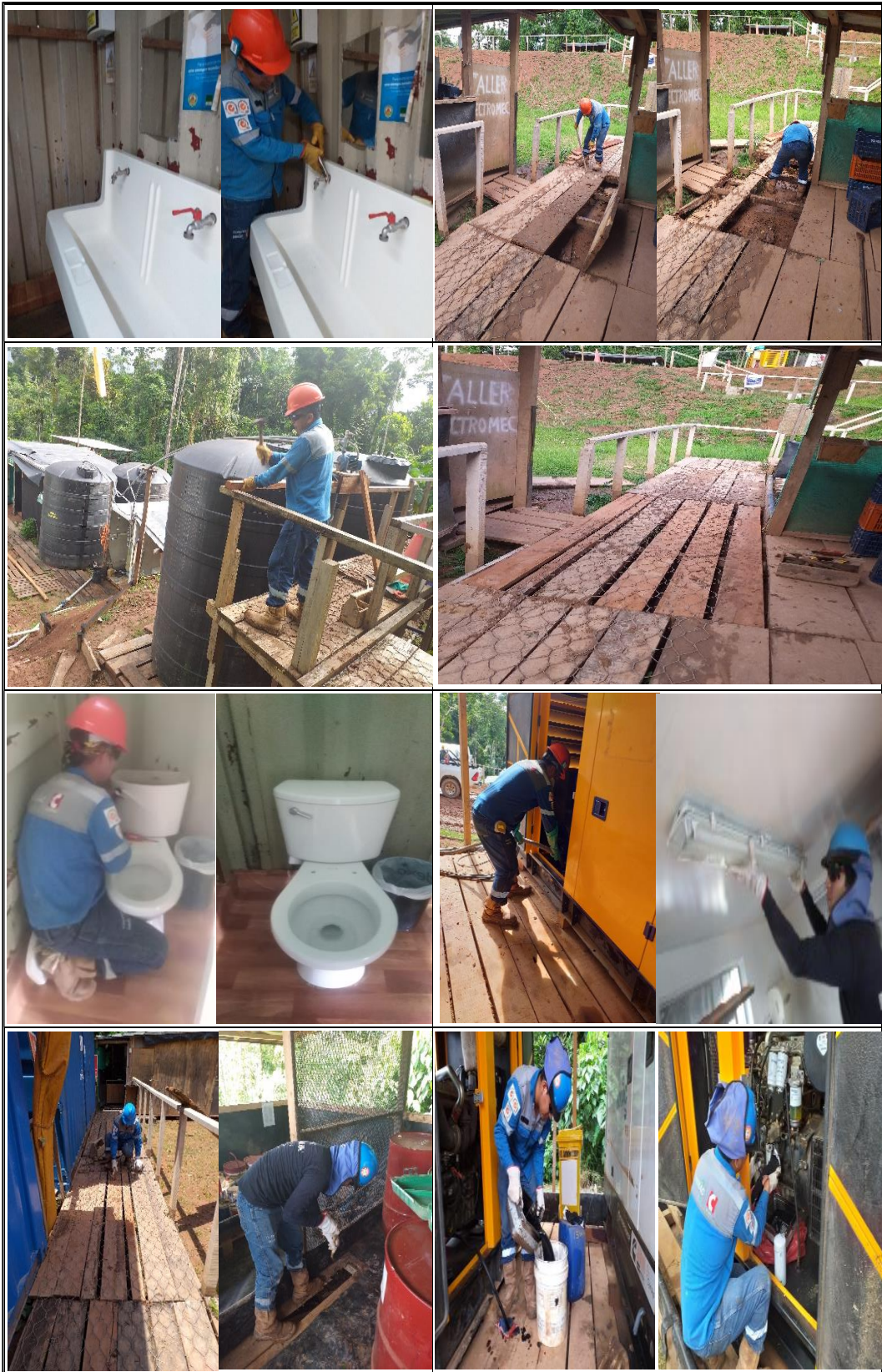
Campamentos: Mantenimiento Regular Año 02
Campamento Malvinas



Campamento 23+500



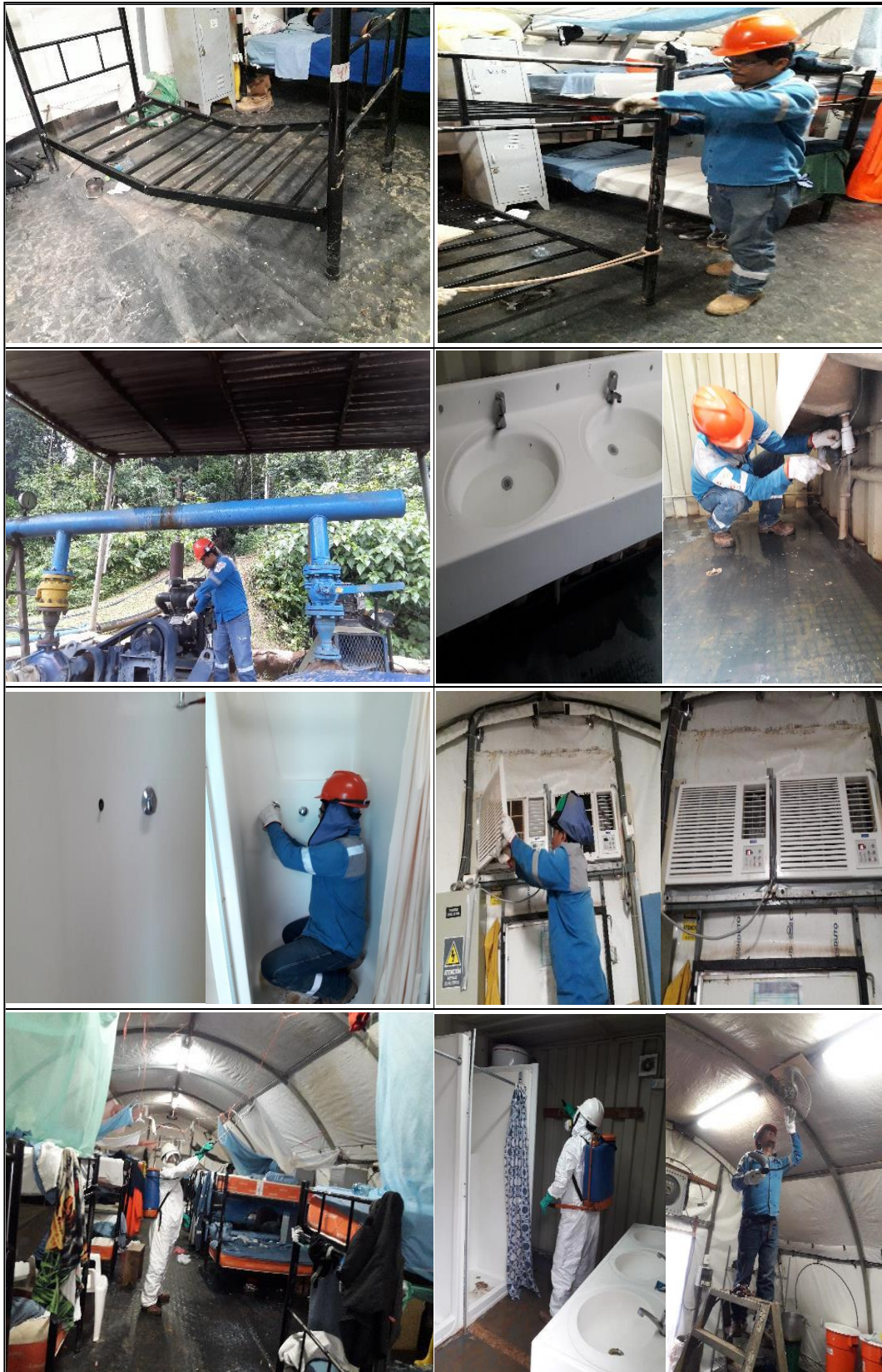
Campamento 17+500



Campamento 9+600



Campamento Cashiriari 1



Apertura y Mantenimiento del DdV



Mantenimiento del DDV.



Corte y conformación del DDV.



Conformación y compactación del DDV.



Mantenimiento del DDV.



Mantenimiento del DDV.



Corte y conformación del DDV.





Movimiento de suelo.



Movimiento de suelo.



Movimiento y conformación de suelo.



Movimiento y conformación de suelo.



Movimiento y conformación de suelo.



Movimiento y conformación de suelo.

Revegetación y Reforestación





Instalación de FlowLine Transporte y Desfile de Tuberías







Curvado de Tuberías

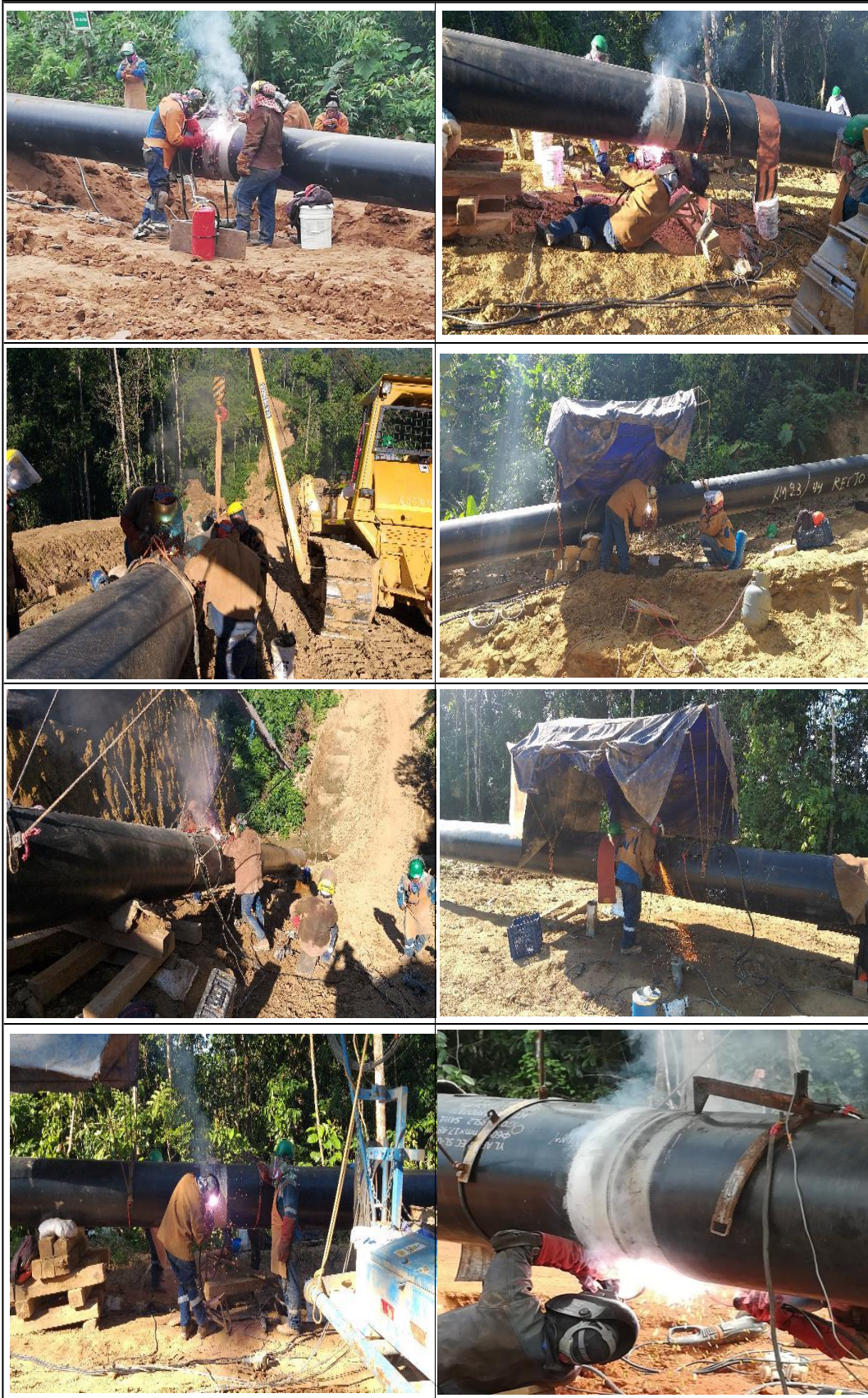




Soldadura de Línea Regular











Revestimiento de Juntas Soldadas





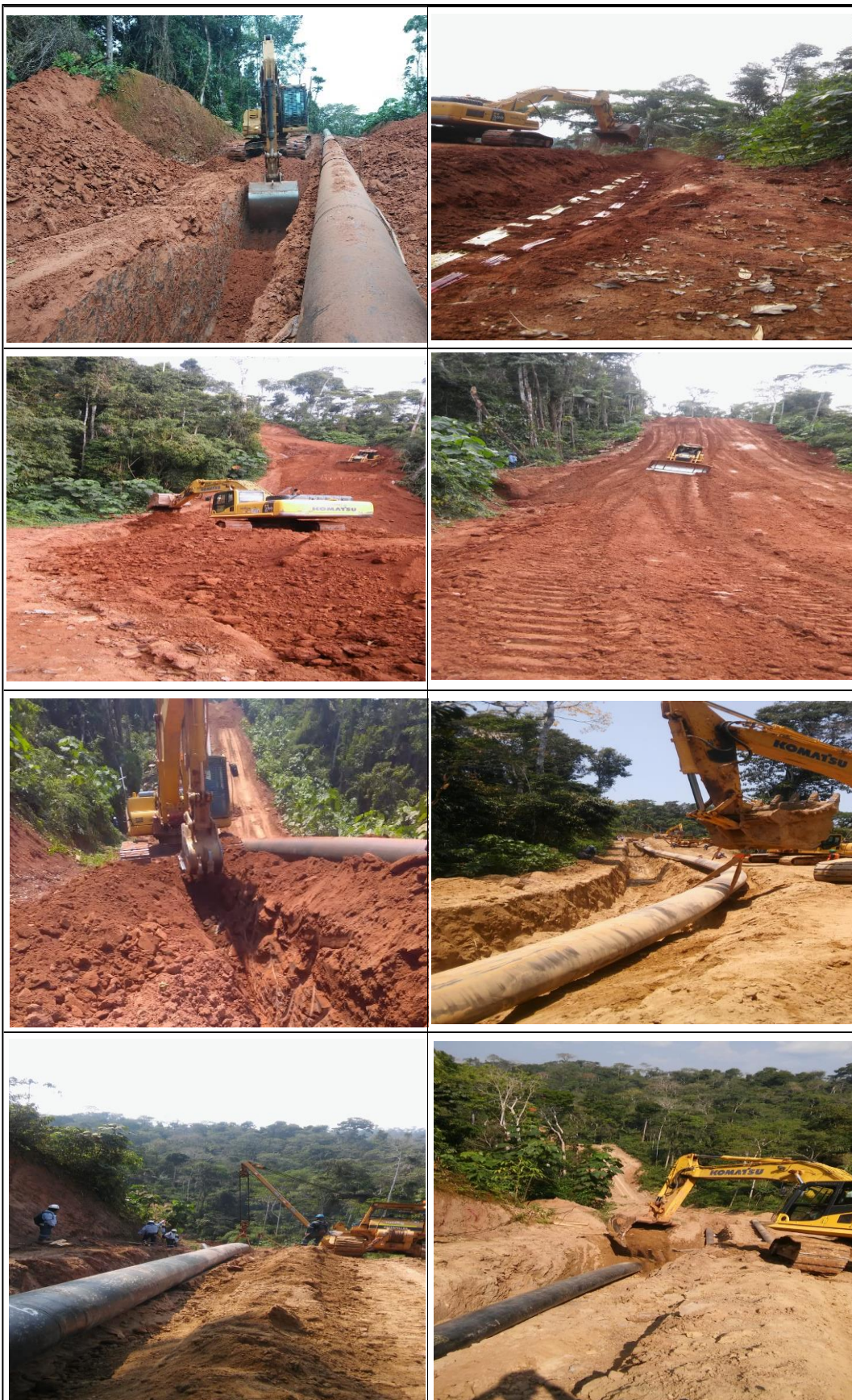




Excavación de Zanja, Bajado de Tubería y Tapado de Zanja







Prueba Hidrostática



Trabajos en Taller de Soldadura

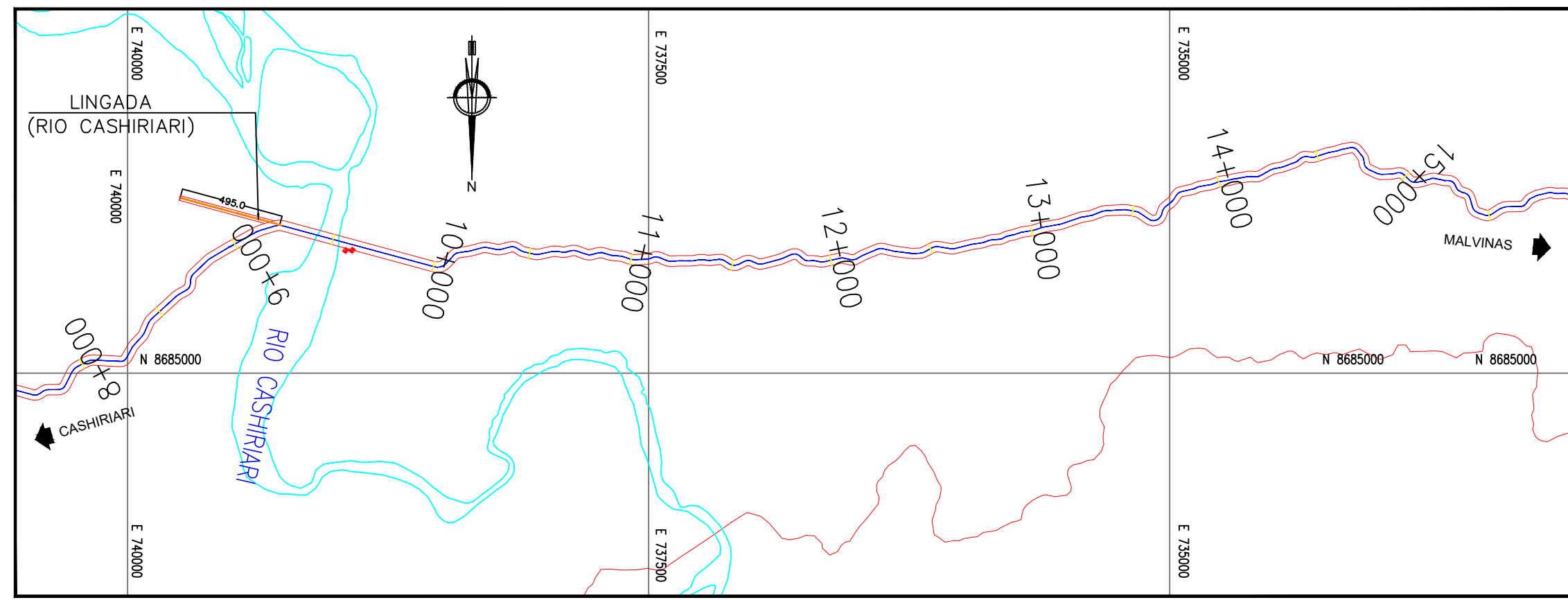
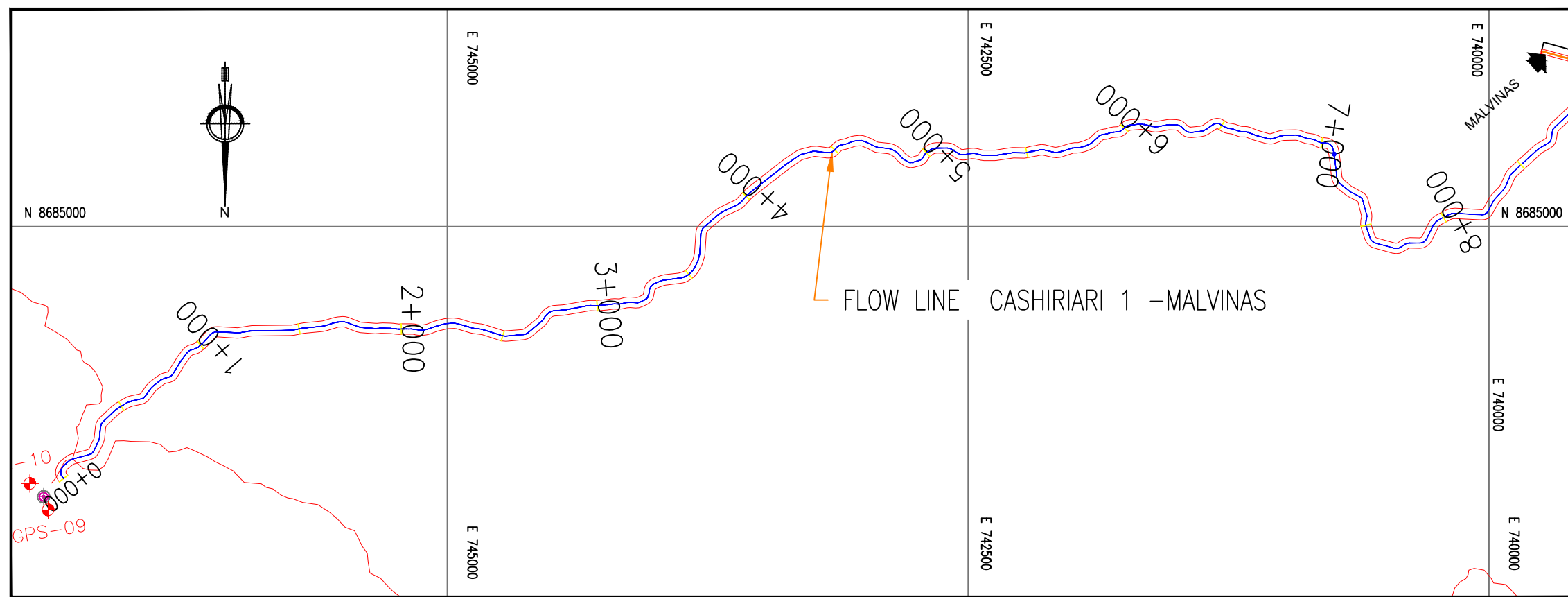
Planta de GAS e Instalación de Superficie



ANEXO 7
PLANOS

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| DISTRITO/PROVINCIA/DEPARTAMENTO | MEGANTONI / LA CONVENCION / CUZCO |
| PROPIETARIO | PLUSPETROL PERU CORP. S.A |

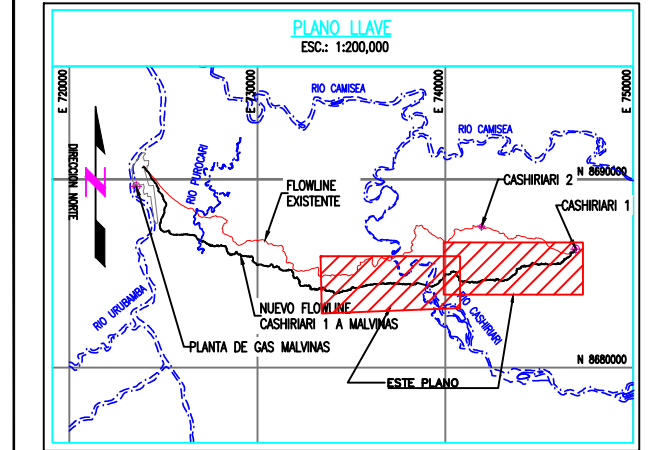
PLANTA
ESCALA 1:25000



DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NOTAS GENERALES**
- TODAS LAS DIMENSIONES EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

UBICACION Y COTA DE BM'S



| ITEM | DESCRIPCION | LONG. TERRENO PLANO (m) | LONG. DESARROLLADA (m) |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | APERTURA DERECHO DE VA | 30,279.00 | 30,868.25 |
| 2 | ACCESO AL PIPE RACK | 1,298.00 | 1,299.45 |
| 3 | ACCESO AL PUENTE (QUEBRADA PROCARI) | 230.00 | 233.90 |
| 4 | LINGADA CRUCE RIO CASHIRIARI | 495.00 | 498.55 |
| TOTAL METRADO | | 32,302.00 | 32,900.15 |

INGENIERÍA

VISADO

VISADO CON OBSERVACIONES

DEVUELTO PARA CORRECCIONES

RECHAZADO

RECIBIDO PARA INFORMACION

FECHA _____

RESPONSABLE _____

FIRMA _____

EL VISADO DEL PRESENTE DOCUMENTO NO RELEVA AL PROVEEDOR DE LA RESPONSABILIDAD DE CUMPLIR CON TODAS LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA ORDEN DE COMPRA O CONTRATO.

LEYENDA

| | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------|
| | EJE PISTA | | MOJON DE REFERENCIA (BM) |
| | BORDE DE TERRENO FIRME | | DRENAJE |
| | RASANTE DE PROYECTO | | CURVAS DE NIVEL |
| | QUEBRADA, RIO | | |

| REV. | PARA INFORMACION | 12/12/18 | OT | JO | GP |
|------|------------------|----------|-------|------|-------|
| | DESCRIPCION | FECHA | EJEC. | REV. | APRO. |

CONSORCIO INMAC
ASOCIACION EN EMPRESAS SUSTENTABLES CONTRERAS

pluspetrol
Perú Corp. S.A.

PROYECTO: EPC FLOWLINE ENTRE CASHIRIARI 1-MALVINAS (WHCP-19 CR).

TITULO: **PLANO GENERAL**
KM 0+000 A KM 30+279

INGENIERIA DE PROYECTO

ESCALA: 1:25,000

DOCUMENTO N°:

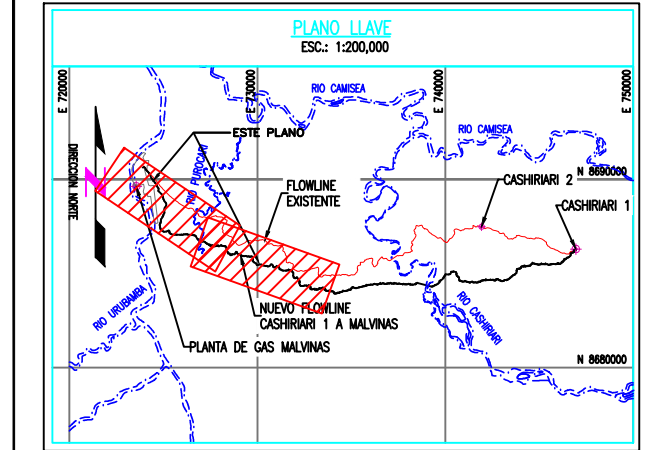
REVISION: **A**

Remplaza:

Pag. 01 de 01

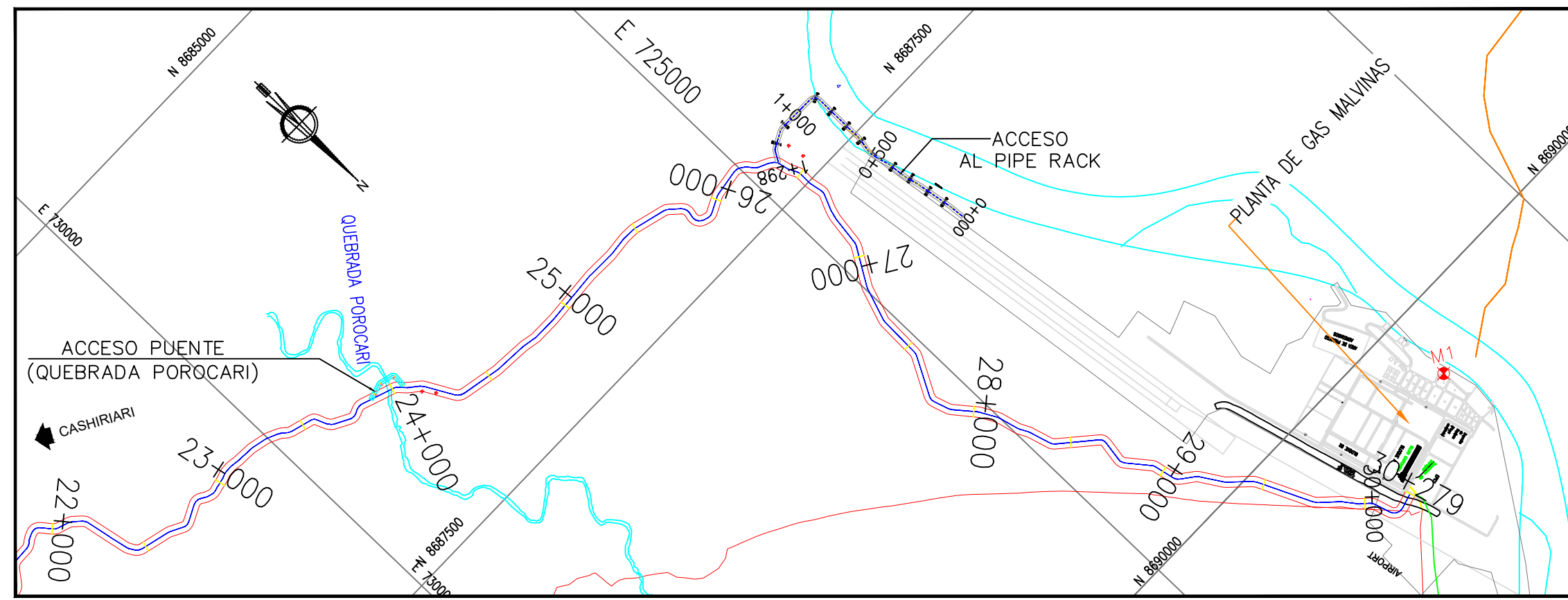
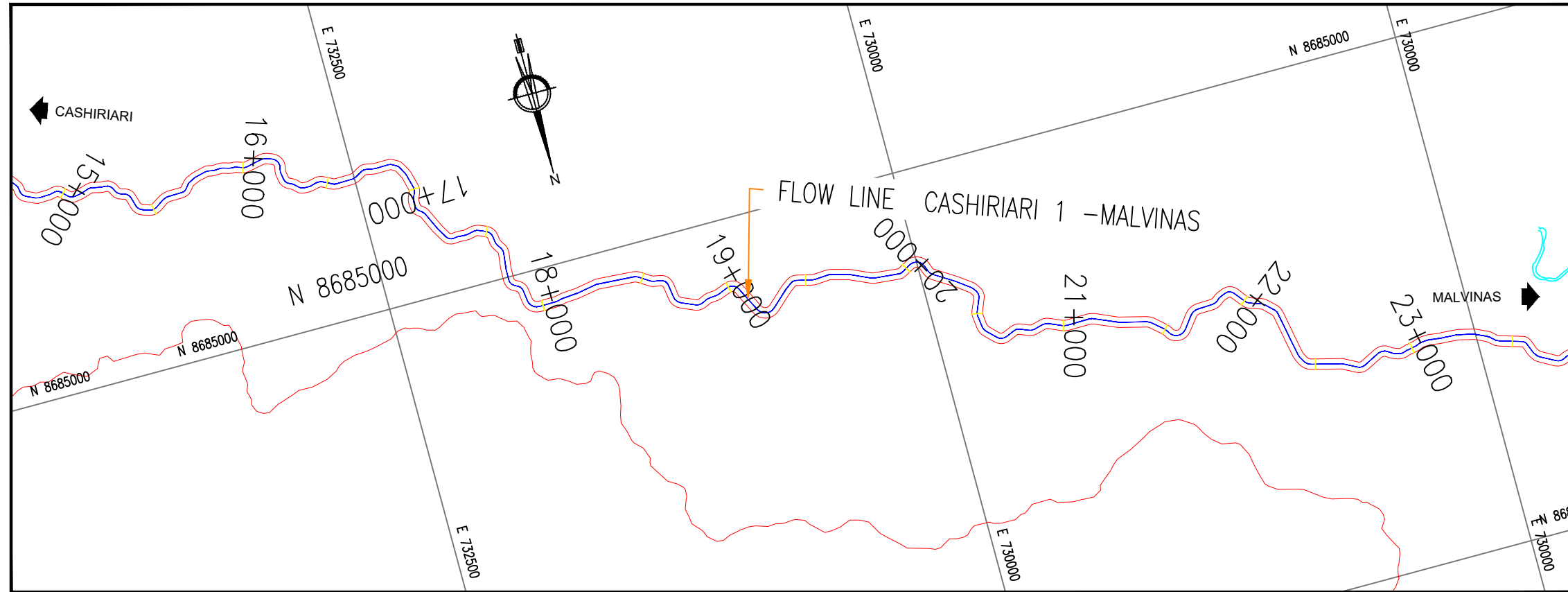
NOTAS GENERALES
 1. TODAS LAS DIMENSIONES EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 2. LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
 3. USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.

UBICACION Y COTA DE BM'S



| ITEM | DESCRIPCION | LONG. TERRENO PLANO (m) | LONG. DESARROLLADA (m) |
|---------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | APERTURA DE RECHO DE MA | 30,279.00 | 30,868.23 |
| 2 | ACCESO AL PIPE RACK | 1,298.00 | 1,299.45 |
| 3 | ACCESO AL PUENTE (QUEBRADA POROCARI) | 230.00 | 233.90 |
| 4 | LINGADA CRUCE RIO CASHIRIARI | 495.00 | 498.55 |
| TOTAL METRADO | | 32,302.00 | 32,900.13 |

PLANTA
 ESCALA 1:25000



INGENIERÍA

VISADO

VISADO CON OBSERVACIONES

DEVUELTO PARA CORRECCIONES

RECHAZADO

RECIBIDO PARA INFORMACIÓN

FECHA _____

RESPONSABLE _____

FIRMA _____

EL VISADO DEL PRESENTE DOCUMENTO NO RELEVA AL PROVEEDOR DE LA RESPONSABILIDAD DE CUMPLIR CON TODAS LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA ORDEN DE COMPRA O CONTRATO.

LEYENDA

| | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------|
| | EJE PISTA | | MOJON DE REFERENCIA (BM) |
| | BORDE DE TERRENO FIRME | | DRENAJE |
| | RASANTE DE PROYECTO | | CURVAS DE NIVEL |
| | QUEBRADA, RIO | | |

| REV. | PARA INFORMACION | 12/12/18 | OT | JO | GP |
|------|------------------|----------|-------|------|-------|
| | DESCRIPCION | FECHA | EJEC. | REV. | APRO. |

CONSORCIO INMAC
ASOCIACION EN BARRAS SUSTENTABLES CONTRERAS

pluspetrol
Perú Corp. S.A.

PROYECTO: EPC FLOWLINE ENTRE CASHIRIARI 1-MALVINAS (WHCP-19 CR).
 TITULO: PLANO GENERAL
 KM 0+000 A KM 30+279

INGENIERIA DE PROYECTO

ESCALA: 1:25,000

DOCUMENTO N°: _____

REVISION: A

Remplaza: _____

Pag. 01 de 01

pluspetrol
RECIBIDO
 16 MAR. 2019

C. RODRIGUEZ
 Daniel Ferraris

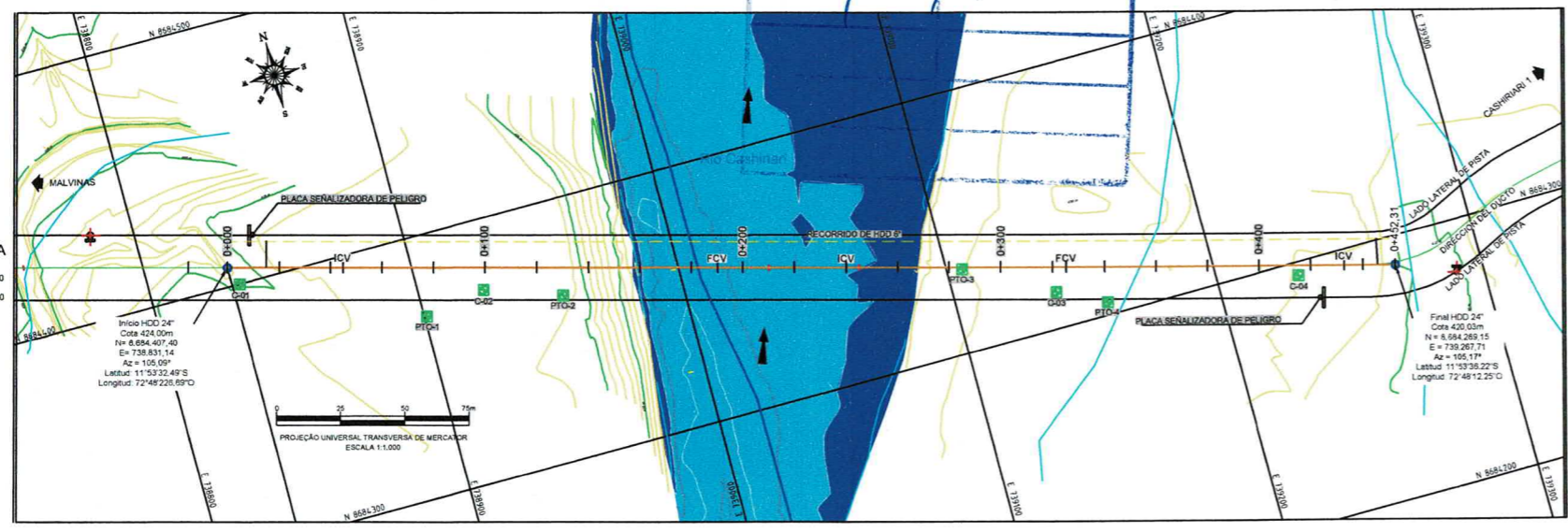
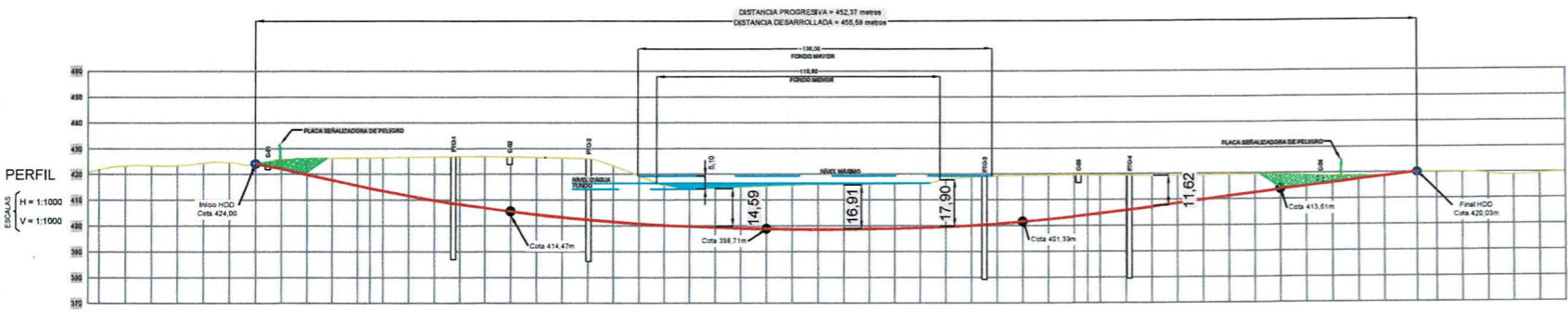
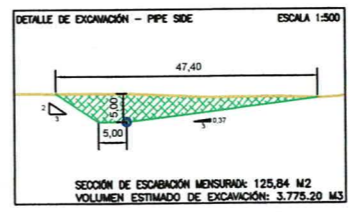
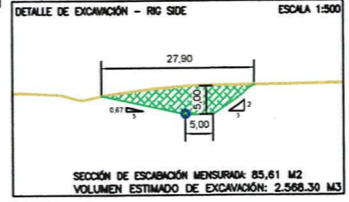
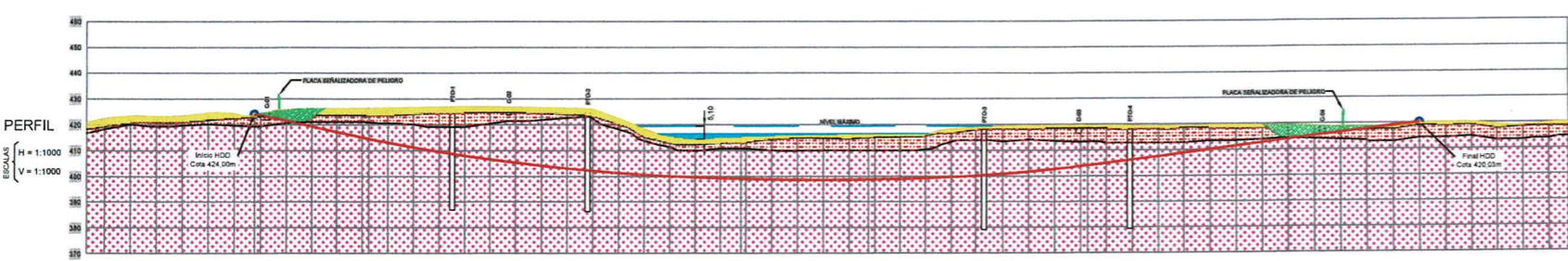


Tabla de inspecciones geotécnicas

| TIPO DE EXPLORACIÓN | PUNTO | COORDENADA E | COORDENADA N | PROFUNDIDAD (m) |
|---------------------|-------|--------------|--------------|-----------------|
| EXCAVACIÓN | C-01 | 738.82400 | 8.684.400.00 | 3.00 |
| | C-02 | 738.82500 | 8.684.379.00 | 3.00 |
| | C-03 | 738.12900 | 8.684.314.00 | 3.00 |
| | C-04 | 738.23100 | 8.684.295.00 | 2.20 |
| PERFORACIÓN | PTO-1 | 738.80100 | 8.684.389.00 | 40.00 |
| | PTO-2 | 738.86400 | 8.684.343.00 | 40.00 |
| | PTO-3 | 738.10600 | 8.684.332.00 | 40.00 |
| | PTO-4 | 738.15700 | 8.684.305.00 | 40.00 |



| COTAS TERRENO / PROYECTO | 0+000 | 0+100.00 | 0+200.00 | 0+300.00 | 0+400.00 | 0+455.57 |
|--------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PROGRESIVA | 0+000 | 0+100.00 | 0+200.00 | 0+300.00 | 0+400.00 | 0+455.57 |
| DESENVOLVIDA | 0+000 | 0+101.78 | 0+202.09 | 0+302.12 | 0+402.88 | 0+455.57 |



LEYENDA GEOLÓGICA GEOTÉCNICA

- ARENAS DE GRANULOMETRÍA FINA, LÍMPIDAS Y ARCILLAS, CON PRESENCIA DE RAÍCES
- ARENAS Y ROCAS EN DEBILITAMIENTO
- ROCA SEDIMENTARIA DE TIPO LÍDICO COMPACTA
- SECCION DE EXCAVACION

INGENIERÍA

VISADO 16/03/19
 VISADO CON OBSERVACIONES
 DEVUELTO PARA CORRECCIONES
 RECHAZADO
 RECIBIDO PARA INFORMACIÓN

EL VISADO DEL PRESENTE DOCUMENTO NO RELEVA AL PROVEEDOR DE LA RESPONSABILIDAD DE CUMPLIR CON TODAS LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA ORDEN DE COMPRA O CONTRATO.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

PCAS-245-TI-B-611 - PLANO TÍPICO (ANCHOS DE PISTA) APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-PL-B-1201 - PLANO TÍPICO DE ZANJA Y TAPADA APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-TI-B-616 - PLANO TÍPICO DE MOJÓN KILOMÉTRICO NORMAL APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-TI-B-617 - PLANO TÍPICO DE MOJÓN KILOMÉTRICO AEREO APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-PL-B-1225 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+000 A PK 09+500
 PCAS-245-PL-B-1226 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+500 A PK 10+000

NOTAS GENERALES

LA PROFUNDIDAD EXACTA DE LOS POZOS DE EXCAVACIÓN DEL RIO SIDE Y PIPE SIDE Y LA EXTENSION DEL CASING SERA DEFINIDAS DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DE LOS SONDAS A EJECUTAR POR EL CLIENTE EN LOS PUNTOS DE ENTRADA Y SALIDA.

LEYENDA

- LAGUNA RESERVIORIO
- RÍOS / CANAL
- CURSOS D'AGUA
- CASERÍA PRINCIPAL
- ZANJA
- CANAL DE DRENALJE
- PANTANOS/SUNDACIONES
- CERCA DE MADERA
- CERCA VIVA
- CERCA DE CABLE
- MURO
- FUTURO EMPRENDIMIENTO
- SISTEMA DE ALCANTARILLADO
- INFORMACIONES DE MEDIO ANTRÓPICO
- INFORMACIONES DE MEDIO FÍSICO
- PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
- FRONTERA DE VEGETACIÓN
- DUCTO PROYECTADO (PLANTA)
- DUCTO PROYECTADO (PERFIL)
- DUCTO PRCO CONCRETADO (PERFIL)
- TERRENO NATURAL
- TERRENO ESTIMADO
- DIVISION DE PROPIEDADES
- INDICACIÓN km DEL DUCTO
- TALUD
- CORTE
- PUNTO COTIZADO
- PUNTO NA
- CURVAS DE NIVELES
- MURO MALLADO
- PUNTOS
- SONDAGEM PERCURSIVO
- INICIO CURVA VERTICAL
- FINAL CURVA VERTICAL
- INICIO CURVA HORIZONTAL
- FINAL CURVA HORIZONTAL
- ORIFICIOS A INVESTIGAR
- PROYECTADO
- PROYECTO HDD - DESFILE COLUMNA

| REV. | DESCRIPTION | DATE | BY | CHK. | APPD. |
|------|---------------------------|----------|-------|------|-------|
| 3 | AS-BUILT | 10/03/19 | A.T.P | E.B. | D.P. |
| 2 | EMITIDO PARA CONSTRUCCION | 15/10/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 1 | EMITIDO PARA CONSTRUCCION | 25/09/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 0 | EMITIDO PARA CONSTRUCCION | 11/09/18 | A.T. | W.C. | J.B. |
| A | EMITIDO PARA APROBACION | 13/08/18 | O.T. | O.T. | O.T. |

CONSORCIO INMAC

pluspetrol

INGENIERIA DE PROYECTO

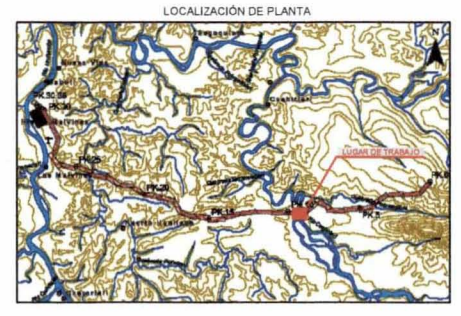
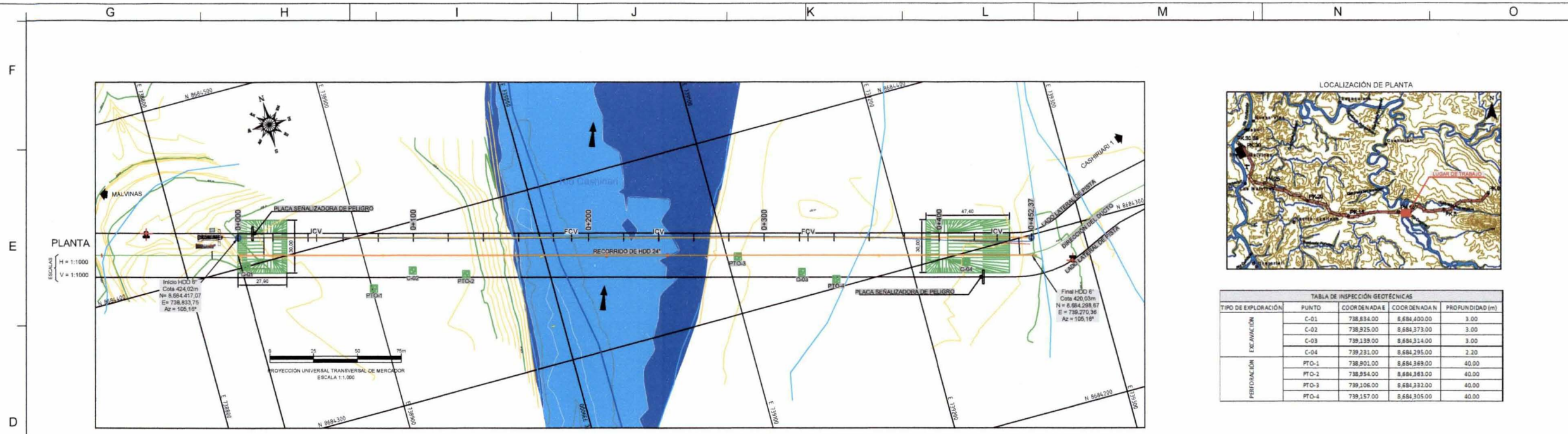
ESCALA: 1:1000

DOCUMENTO N°: PCAS-245-PL-C-682

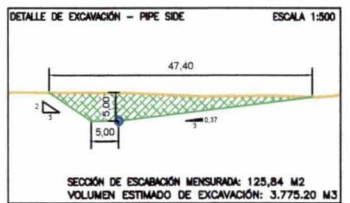
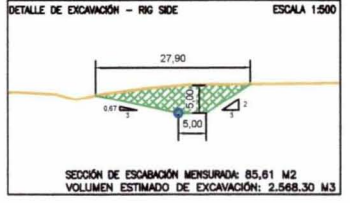
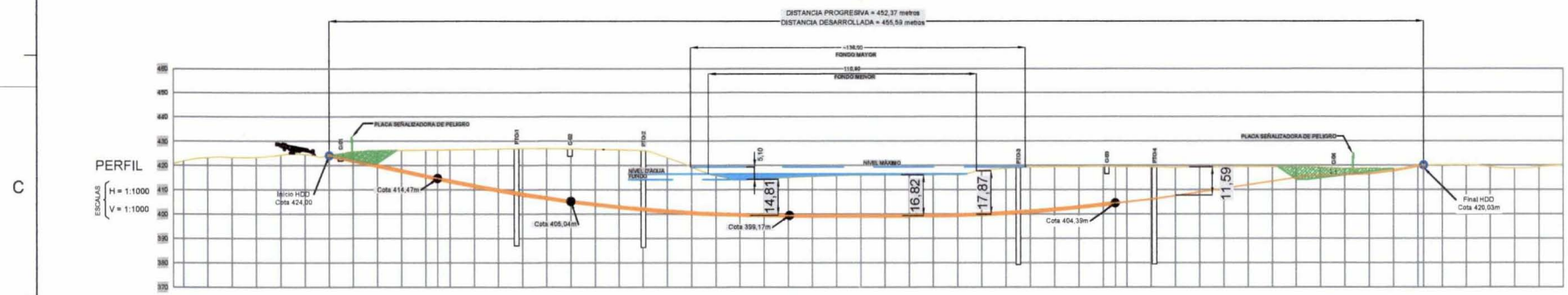
REVISION: 3

REEMPLAZA: Page 1 of 1

AS-BUILT



| TABLA DE INSPECCIÓN GEOTÉCNICAS | | | | |
|---------------------------------|-------|--------------|--------------|-----------------|
| TIPO DE EXPLORACIÓN | PUNTO | COORDENADA E | COORDENADA N | PROFUNDIDAD (m) |
| EXCAVACIÓN | C-01 | 738.834.00 | 8.684.400.00 | 3.00 |
| | C-02 | 738.825.00 | 8.684.373.00 | 3.00 |
| | C-03 | 738.138.00 | 8.684.314.00 | 3.00 |
| | C-04 | 738.231.00 | 8.684.295.00 | 2.20 |
| PERFORACIÓN | PTO-1 | 738.801.00 | 8.684.369.00 | 40.00 |
| | PTO-2 | 738.854.00 | 8.684.363.00 | 40.00 |
| | PTO-3 | 738.106.00 | 8.684.333.00 | 40.00 |
| | PTO-4 | 738.157.00 | 8.684.305.00 | 40.00 |



AS-BUILT

INGENIERÍA

VISADO 22/04/19

VISADO CON OBSERVACIONES

DEVUELTO PARA CORRECCIONES

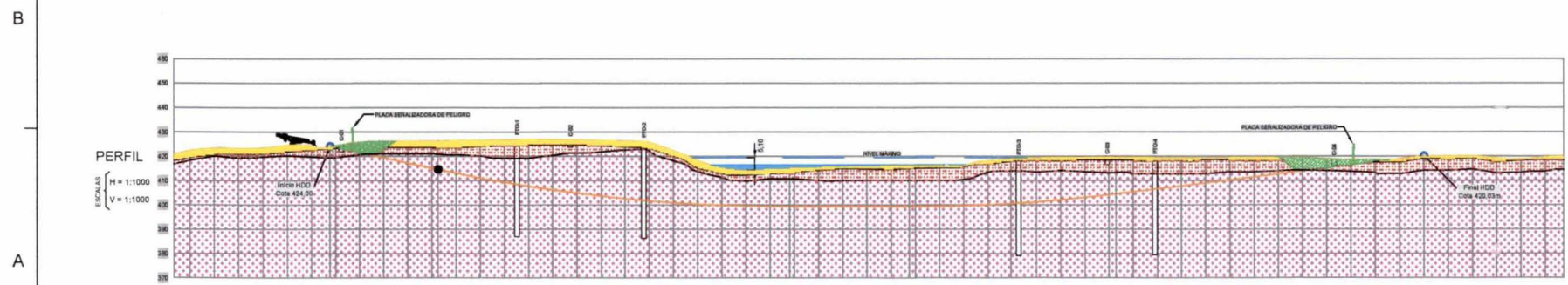
RECHAZADO

RECIBIDO PARA INFORMACIÓN

EL VISADO DEL PRESENTE DON AL PROVEEDOR DE LA RESPON PLIK CON TODAS LAS CONDIC EN LA ORDEN DE COMPRA O O.

DANIEL FERRARIS
PLUSPETROL PERU CORPORATION

| COTAS TERRENO / PROYECTO | 0+000 | 0+45.37 | 0+101.84 | 0+192.00 | 0+200.00 | 0+242.89 | 0+302.17 | 0+327.53 | 0+450.33 | 0+455.93 |
|--------------------------|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PROGRESIVA | 0+000 | 0+45.37 | 0+101.84 | 0+192.00 | 0+200.00 | 0+242.89 | 0+302.17 | 0+327.53 | 0+450.33 | 0+455.93 |
| DESENVOLVIDA | 0+000 | 0+45.37 | 0+101.84 | 0+192.00 | 0+200.00 | 0+242.89 | 0+302.17 | 0+327.53 | 0+450.33 | 0+455.93 |



LEYENDA GEOLÓGICA GEOTÉCNICA

- ARENAS DE GRANULOMETRÍA FINA, LIMAS Y ARCILLAS, CON PRESENCIA DE RAÍCES
- ARENA Y ROCAS EN DESARMBE
- ROCA SEDIMENTARIA DE TIPO LODO COMPACTA
- REGIÓN DE EXCAVACIÓN

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

PCAS-245-TI-B-611 - PLANO TÍPICO (ANCHOS DE PISTA) APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-PL-B-1201 - PLANO TÍPICO DE ZANJA Y TAPADA APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-TI-B-616 - PLANO TÍPICO DE MOJÓN KILOMÉTRICO NORMAL APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-TI-B-617 - PLANO TÍPICO DE MOJÓN KILOMÉTRICO AEREO APERTURA DE PISTA
 PCAS-245-PL-B-1225 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+000 A PK 09+500
 PCAS-245-PL-B-1226 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+500 A PK 10+000

NOTAS GENERALES

- LA PROFUNDIDAD EXACTA DE LOS POZOS DE EXCAVACIÓN DEL RIG SIDE Y PIPE SIDE Y LA EXTENSIÓN DEL CASING SERÁ DEFINIDAS DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DE LOS SONDAS A EJECUTAR POR EL CLIENTE EN LOS PUNTOS DE ENTRADA Y SALIDA.

LEYENDA

- LAGUNA RESERVIORIO
- RÍOS / CANAL
- CUERPOS D'AGUA
- CAÑERÍA PRINCIPAL
- ZANJA
- CANAL DE DRENAJE
- PANTANOS, INUNDACIONES
- CERCA DE MADERA
- CERCA VIVA
- CERCA DE CABLE
- MURO
- FUTURO EMPRENDIMIENTO
- SISTEMA DE ALCANTARILLADO
- INFORMACIONES DE MEDIO ANTRÓPICO
- INFORMACIONES DE MEDIO FÍSICO
- PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
- FRONTERA DE VEGETACIÓN
- DUCTO PROYECTADO (PLANTA)
- DUCTO PROYECTADO (PERFIL)
- DUCTO PROJ. CONCRETADO (PERFIL)
- TERRENO NATURAL
- TERRENO ESTIMADO
- DIVISIÓN DE PROPIEDADES
- INDICACIÓN km DEL DUCTO
- TALUD
- CORTE
- PUNTO COTIZADO
- PUNTO NA
- CURVAS DE NÍVELES
- MURO MALLADO
- PUNTOS
- SP-1m
- SONDAGEM PERCURSIVO
- INICIO CURVA VERTICAL
- FINAL CURVA VERTICAL
- INICIO CURVA HORIZONTAL
- FINAL CURVA HORIZONTAL
- ORIFICIOS A INVESTIGAR
- PROYECTO HDO
- PROYECTO HDO - DESFILE COLUMNA
- N=888

NOTA:

| REV. | DESCRIPTION | DATE | BY | CHK. | APPD. |
|------|---------------------------|----------|------|------|-------|
| 3 | AS-BUILT | 16/04/19 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 2 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 15/10/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 1 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 25/09/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 0 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 11/09/18 | A.T. | W.C. | J.B. |
| A | EMITIDO PARA APROBACIÓN | 13/08/18 | O.T. | D.T. | O.T. |

CONSORCIO INMAC

pluspetrol

INGENIERIA DE PROYECTO

DOCUMENT NO: PCAS-245-PL-C-683

REPLAZA: 3

Page 1 of 1

pluspetrol

RECIBIDO

18 ABO 2019

C. Rodriguez

F. Yantenas

F

E

D

C

B

A

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- PCAS-245-TI-B-611 - PLANO TIPICO (ANCHOS DE PISTA) APERTURA DE PISTA
- PCAS-245-PL-B-1201 - PLANO TIPICO DE ZANIA Y TAPADA APERTURA DE PISTA
- PCAS-245-TI-B-616 - PLANO TIPICO DE MOJON KILOMETRICO NORMAL APERTURA DE PISTA
- PCAS-245-TI-B-617 - PLANO TIPICO DE MOJON KILOMETRICO AEREO APERTURA DE PISTA
- PCAS-245-PL-B-1225 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+000 A PK 09+500
- PCAS-245-PL-B-1226 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+500 A PK 10+000

LEYENDA

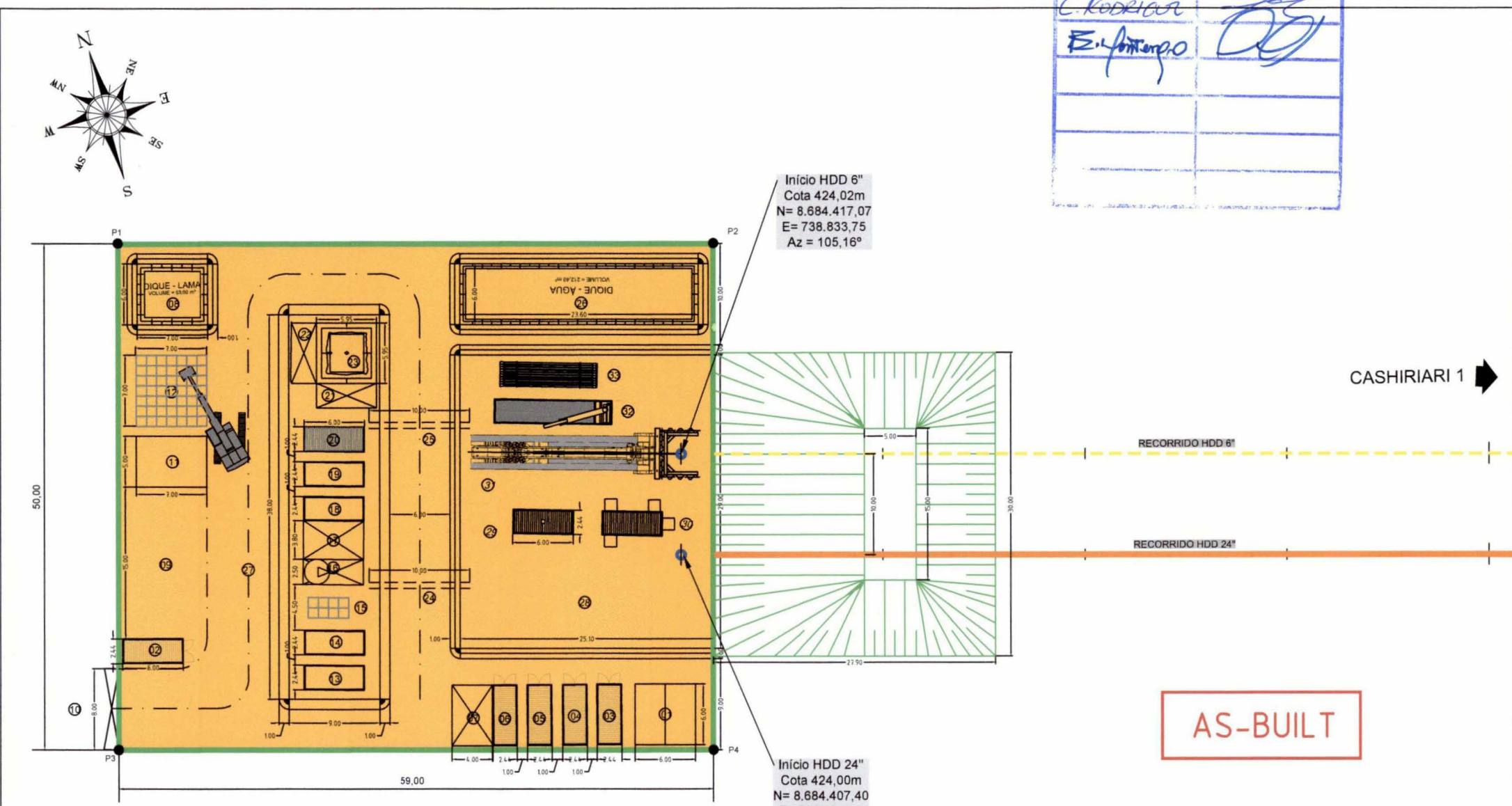
- 01 ÁREA DE VIVIENDA (6,80m x 5,93m)
 - 02 BAÑO (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 03 ESCRITORIO (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 04 ALMACEN (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 05 FERRETERIA 01 (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 06 FERRETERIA 02 (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 07 PIPE SHOP (OFICINA) (4,00m x 6,00m)
 - 08 MURO DE CONTENCIÓN (7,00m x 6,00m x 1,50m = 63,00 m³)
 - 09 ESTACIONAMIENTO (15,00m x 9,50m)
 - 10 ACCESO AL PICAPEDRERO DE OPERACIONES
 - 11 ÁREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE MATERIALES (7,00M X 5,00M)
 - 12 ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE INSUMOS DE FLUIDO DE PERFORACIÓN (7,00m x 7,00m)
 - 13 BOMBA TRIPLEX (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 14 BOMBA TRIPLEX RESERVA (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 15 ÁREA DE POSICIONAMIENTO DE INSUMOS DE FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA USO (4,00m x 2,00m)
 - 16 UNIDAD MEZCLADORA DE FLUIDO PARA PERFORACIÓN (2,44m x 2,60m x 6,00m / 30m³)
 - 17 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE FLUIDO (3,50m x 6,00m)
 - 18 REPRESA DE FLUIDO DE PERFORACIÓN - TANQUE ACTIVO 01 (2,44m x 2,60m x 6,00m) (2,44m x 2,60m x 6,00m / 30m³)
 - 19 REPRESA DE FLUIDO DE PERFORACIÓN - TANQUE ACTIVO 02 (2,44m x 2,60m x 6,00m) (2,44m x 2,60m x 6,00m / 30m³)
 - 20 GENERADOR (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 21 UNIDAD RECICLADORA DE FLUIDO DE PERFORACIÓN (2,44m x 5,20m x 6,00m / 40m³)
 - 22 SCALPER TANK (2,44m x 3,20m x 6,00m / 35m³)
 - 23 LIMPIEZA DE SÓLIDOS/ESCOMBROS (6,00m x 6,00m)
 - 24 TUBO CAMISA PARA PASAJE SUBTERRANEO DE CABLES Y MANGUERAS 01
 - 25 TUBO CAMISA PARA PASAJE SUBTERRANEO DE CABLES Y MANGUERAS 02
 - 26 REPRESA DE AGUA (6,00m x 23,80m x 1,50m = 212,40m³)
 - 27 CIRCULACIÓN DE VEHICULOS
 - 28 ÁREA PARA EL DESPLAZAMIENTO DE PERFORADORA Y SU CONJUNTO PARA LA EJECUCIÓN REALIZA 2 AGUJEROS DIRECCIONALES PREVISTOS (ÁREA TOTAL: 29,00m x 25,10m)
 - 29 CABINA DE CONTROL (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 30 POWER PACK - CABINA DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE PERFORADORA (2,44m x 2,60m x 6,00m)
 - 31 PERFORADORA(15,85m x 2,55m)
 - 32 PIPE RACK - POSICIONAMIENTO DE VARILLAS DE PERFORACIÓN EN USO (11,87m x 2,37m)
 - 33 PIPE RACK - ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE VARILLAS DE PERFORACIÓN (2,50m x 9,70m)
 - 34 ÁREA DE EXCAVACIÓN
 - 35 POZO DE ENTRADA (5,00m x 15,00m)
- ÁREA DE OPERACIONES RESTRINGIDA (USO DE EPP'S)
- 01 N = 8.684.451,69 / E = 738.785,32
 - 02 N = 8.684.436,26 / E = 738.842,27
 - 03 N = 8.684.403,43 / E = 738.772,25
 - 04 N = 8.684.388,00 / E = 738.829,20

LEYENDA

| REV. | DESCRIPTION | DATE | BY | CHK. | APPD. |
|------|---------------------------|----------|------|------|-------|
| 3 | AS-BUILT | 17/04/19 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 2 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 15/10/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 1 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 25/09/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 0 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 11/09/18 | A.T. | W.C. | J.B. |
| A | EMITIDO PARA APROBACIÓN | 13/08/18 | O.T. | O.T. | O.T. |

| | |
|--|-----------------------------------|
| | |
| | |
| EPC—FLOWLINE CASH1—MALVINAS(WHCP—19 CR) | |
| TÍTULO: OBRA OPERACIONAL RIG SIDE — RIO CASHIRIARI ADD | |
| INGENIERIA DE PROYECTO ESCALA 1:50 | DOCUMENT N°: PCAS—245—PL—C—685 |
| REVISION: 3 | REEMPLAZA: Page 1 of 1 |

pluspetrol
RECIBIDO
 18 ABR. 2019
 C. Rodríguez
 E. Jiménez

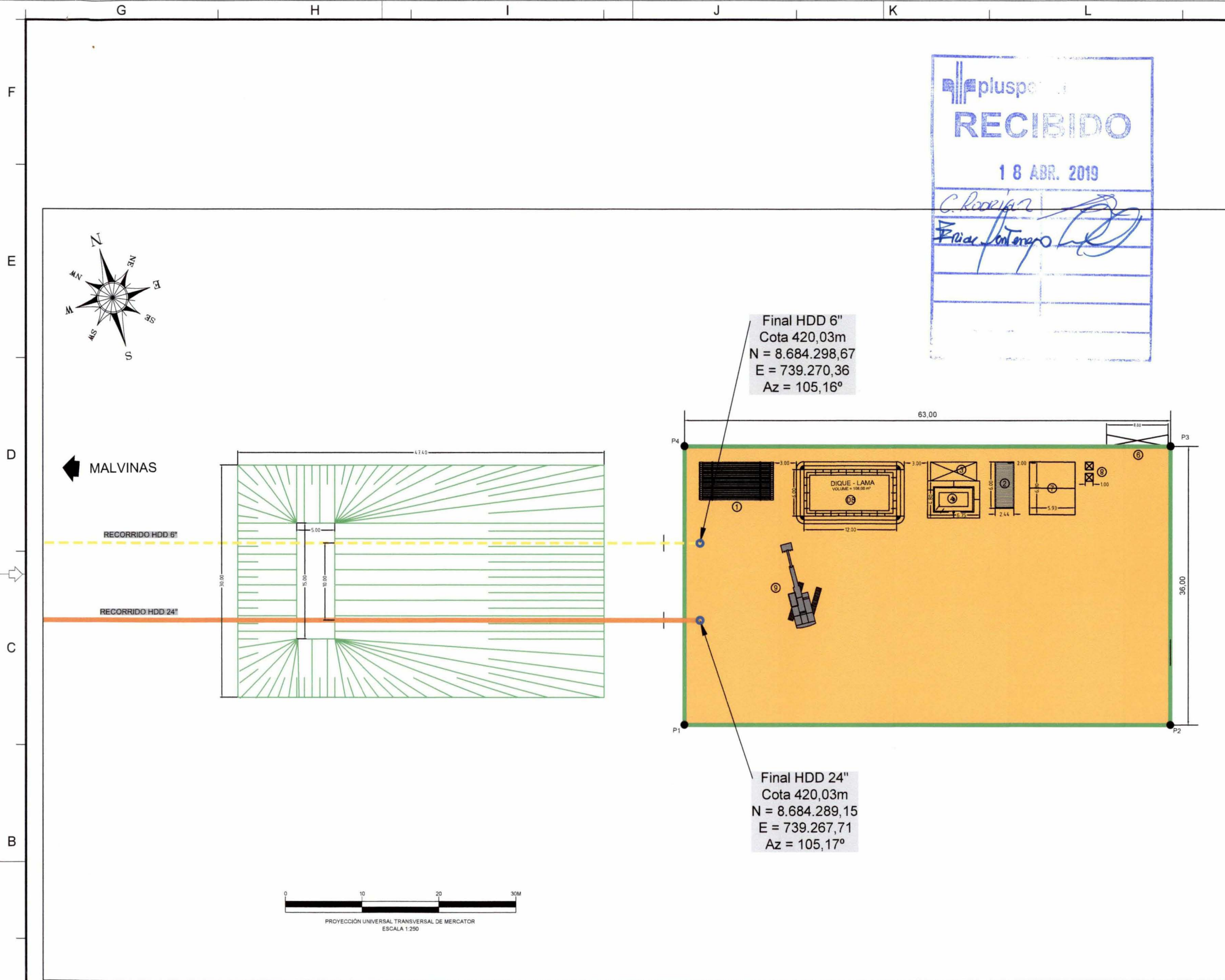


INGENIERÍA

VISADO 22/04/19
 VISADO CON OBSERVACIONES
 DEVUELTO PARA CORRECCIONES
 RECHAZADO
 RECIBIDO PARA INFORMACIÓN

FECHA
 DANIEL FERRARIS
 PLUSPETROL PERÚ CORPORATION
 RESPONSABLE

EL VISADO DEL PRESENTE DOCUMENTO NO RELEVA AL PROVEEDOR DE LA RESPONSABILIDAD DE CUMPLIR CON TODAS LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA ORDEN DE COMPRA O CONTRATO.



pluspetrol
RECIBIDO
 18 ABR. 2019
 C. Rodríguez
 E. Rodríguez

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

| |
|--|
| PCAS-245-TI-B-611 - PLANO TÍPICO (ANCHOS DE PISTA) APERTURA DE PISTA |
| PCAS-245-PL-B-1201 - PLANO TÍPICO DE ZANJA Y TAPADA APERTURA DE PISTA |
| PCAS-245-TI-B-616 - PLANO TÍPICO DE MOJON KILOMETRICO NORMAL APERTURA DE PISTA |
| PCAS-245-TI-B-617 - PLANO TÍPICO DE MOJON KILOMETRICO AEREO APERTURA DE PISTA |
| PCAS-245-PL-B-1225 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+000 A PK 09+500 |
| PCAS-245-PL-B-1226 - PLANO DE TRAZADO - PK 09+500 A PK 10+000 |

LEYENDA

| |
|--|
| ① PIPE RACK - DRILLPIPE (5,00m x 9,70m) |
| ② GENERADOR (2,44m x 2,80m x 6,00m) |
| ③ UNIDAD RECICLADORA DE FLUIDO DE PERFORACIÓN (2,44m x 5,20m x 6,00m / 40m³) |
| ④ LIMPIEZA DE SÓLIDOS/ESCOMBROS (4,80m x 6,75m x 1,50m = 48,6m³) |
| ⑤ REPRESA DE BARRO (12,00m x 6,00m x 1,50m = 108,00m³) |
| ⑥ ACCESO A LA OBRA |
| ⑦ ÁREA DE VIVIENDA (6,80m x 5,93m) |
| ⑧ BAÑO PORTÁTIL (1,20m x 1,20m x 2,40m) |
| ⑨ ÁREA DE OPERACIÓN DE COLUMNA DE PERFORACIÓN |
| ⑩ POZO DE SALIDA (5,00m x 15,00m) |
| ⑪ REGIÓN DE EXCAVACIÓN |
| — ÁREA DE OPERACIONES RESTRINGIDA (USO DE EPP'S) |
| ⑫ N = 8.684.276,51 / E = 739.262,28 |
| ⑬ N = 8.684.260,03 / E = 739.323,09 |
| ⑭ N = 8.684.294,78 / E = 739.332,51 |
| ⑮ N = 8.684.311,26 / E = 739.271,70 |

NOTA :
 — COORDENADAS DE UBICACIÓN

| | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|-------|
| | | INGENIERÍA | |
| VISADO | <input checked="" type="checkbox"/> | 22/04/19 | FECHA |
| VISADO CON OBSERVACIONES | <input type="checkbox"/> | DANIEL FERRARIS | |
| DEVUELTO PARA CORRECCIONES | <input type="checkbox"/> | PLUSPETROL PERÚ CORPORATION | |
| RECHAZADO | <input type="checkbox"/> | RESPONSABLE | |
| RECIBIDO PARA INFORMACIÓN | <input type="checkbox"/> | | |
| EL VISADO DEL PRESENTE DOCUMENTO NO RELEVA AL PROVEEDOR DE LA RESPONSABILIDAD DE CUMPLIR CON TODAS LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA ORDEN DE COMPRA O CONTRATO. | | | |

| REV. | DESCRIPTION | DATE | BY | CHK. | APPD. |
|------|---------------------------|----------|------|------|-------|
| 3 | AS-BUILT | 17/04/19 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 2 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 15/10/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 1 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 25/09/18 | M.G. | W.C. | J.B. |
| 0 | EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN | 11/09/18 | A.T. | W.C. | J.B. |
| A | EMITIDO PARA APROBACIÓN | 13/08/18 | O.T. | O.T. | O.T. |

| | | | |
|--|--|--|-----------------------------------|
| | | EPC-FLOWLINE CASH1-MALVINAS(WHCP-19 CR) | |
| | | TITLE: OBRA OPERACIONAL PIPE SIDE RIO CASHIRIARI HDD | |
| INGENIERIA DE PROYECTO | | ESCALA 1:50 | DOCUMENT N°: PCAS-245-PL-C-686 |
| All the information contained in this document is confidential and property of Pluspetrol, and the total or partial copy or reproduction of it is prohibited without previous authorization. | | REVISION: 3 | REPLAZA: Page 1 of 1 |

AS-BUILT