

TRABAJO FIN DE MÁSTER
INTERUNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE
PROYECTOS 2012-2013

**METODOLOGÍA DE
GESTIÓN DE PARADAS
SEGÚN P.M.I.**

Autor: José Manuel Tejero Fernández

Director/Tutor: Juan Antonio González Rodríguez

Oviedo Julio 2013

Resumen	iv
Abstract	vi
1 La Metodología PMBOK® 4ª Edición.	1
1.1. Introducción.	2
1.2. Dirección de Proyectos y Gestión de las Operaciones	5
1.2.1. Rol del Director del Proyecto	6
1.2.2. Factores Ambientales de la Empresa	6
1.3. Ciclo de Vida del Proyecto y Organización	7
1.3.1. Características del Ciclo de Vida del Proyecto	7
1.4. Relaciones entre el Ciclo de Vida del Producto y del Proyecto	9
1.5. Fases del Proyecto	9
1.6. Proyectos vs. Trabajo Operativo	10
1.7. Interesados	11
1.8. Influencias de la Organización en la Dirección de Proyectos	13
1.8.1. Culturas y Estilos de la Organización	13
1.8.2. Estructura de la Organización	13
1.9. Activos de los Procesos de la Organización	15
2 .Gestión de Paradas de Planta (Shutdowns, Turnarounds and Outage management)	16
2.1. Introducción.	17
2.2. Casuística	19
2.3. Justificación. Ventajas y Riesgos.	21
Metodología de Gestión de Paradas según P.M.I.	ii

2.4. La Planificación y los Recursos	23
3 .Metodología Propuesta. Aplicación Práctica en la Gestión de Paradas de Planta.	25
3.1. Introducción y Causas del Análisis.	26
3.2. Modelo Propuesto	28
3.3. Metodología Tradicional de Gestión Vs. Metodología Propuesta.	30
3.4. Estructura Detallada de la Metodología de Gestión.	33
3.4.1. Grupo de Procesos de Inicio	34
3.4.2. Grupo de Procesos de Planificación	38
3.4.3. Grupo de Procesos de Ejecución	47
Trabajos de ejecución previos a la parada e hitos que contemplan.	48
Trabajos de ejecución en parada e hitos que contemplan.	52
3.4.4. Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	57
3.4.5. Grupo de Procesos de Cierre.	60
3.5. Los activos de los procesos de la Organización. Gestión del Cambio	63
3.5.1. Procesos y procedimientos	64
3.5.2. Base corporativa de conocimiento	65
3.5.3. La Gestión de Cambios	66
3.6. CONCLUSIONES FINALES	69
3.7. Glosario de Términos	72
3.8. Referencias bibliográficas	74

Resumen

Este trabajo trata de establecer una metodología para la gestión de las paradas de plantas industriales desde el punto de vista de su gestión como un proyecto más, analizando qué particularidades presenta frente al resto de proyectos y haciendo hincapié en la situación actual y los campos de mejora, basándose en el estándar de Gestión y Dirección de Proyectos establecido por el *Project Management Institute*, el PMBOK® 4ª Edición, en concreto, en la gestión basada en los procesos en el citada, así como en la propia experiencia del autor en la ejecución de este tipo de proyectos, y adaptándolos a las singularidades de los proyectos de gestión de paradas de plantas industriales, tanto para mantenimientos como para puestas a punto y aumento de capacidad mediante la adición de nuevas capacidades.

Objeto y Alcance del Trabajo.

Tal y como se cita en el párrafo anterior, el proyecto trata de establecer una metodología básica para la gestión de proyectos de paradas de plantas industriales basándose en los procesos que recoge el PMBOK® 4ª Edición para la gestión de proyectos.

Si bien históricamente, la gestión de proyectos siempre ha estado orientada, en el campo industrial, a los proyectos de obra nueva (Green field), cada vez es mayor el número de proyectos dedicados a grandes paradas de mantenimiento o implementación de las instalaciones existentes, ambos con el fin de alargar la vida útil de las plantas bien por el lado del mantenimiento preventivo, o de la mejora de capacidades para adaptarse a las demandas del mercado, especialmente en Europa y Norteamérica, donde la edad media de las plantas supera los 30 años.

El proceso seguido para elaborar este trabajo parte de un primer capítulo en el que se describe la metodología PMI de Gestión de Proyectos de acuerdo con el *Project Management Body of Knowledge* en su 4ª Edición, para continuar con un segundo capítulo de descripción de las paradas de planta para terminar con un tercer capítulo en el que se describe la metodología propuesta.

Para establecer esta metodología básica, basada a su vez en el control de distintos hitos y actividades englobadas en los grupos de procesos, que se implementan partiendo de los básicos del PMBOK® 4ª Edición, se realizando una descripción de cada uno y la forma en que deben gestionarse. La metodología está basada en la división en grupos de procesos del PMBOK® pero no sigue exactamente su definición en los mismos procesos.

Así, se contemplan los siguientes grupos de procesos

- **INICIO**
- **PLANIFICACIÓN**
 - **DISEÑO BASICO DE LA PLANIFICACIÓN**
 - **DISEÑO DETALLADO DE LA PLANIFICACIÓN**
- **EJECUCIÓN**
 - **TRABAJOS PREVIOS**
 - **EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE PARADA**
- **CONTROL**
- **TRABAJOS POST-EJECUCIÓN**
- **CIERRE**

Como se ha indicado, esta metodología es básica. En base a ella, podrían desarrollarse modelos de checklist que, por un lado faciliten el control del proyecto y por otro, implementen el conocimiento de la Organización/es implicadas en la parada para futuros proyectos similares. De igual forma, se podrían establecer los procesos según unos inputs de entrada y salida tal y como indica el PMBOK® adaptados exclusivamente a la gestión de parada. Este es un campo con gran desarrollo para la dirección de proyectos y con luces y sombras que, a lo largo del trabajo, se comentan. Como puntos a destacar claves para el éxito de este tipo de proyecto están las labores de planificación, el adecuado control de comunicaciones, alcances y riesgos, razón por la cual se dedica un apartado especial a la gestión del cambio. La ejecución, sin embargo, son los grupos de procesos que menos problemas, a priori, suelen presentar dada la gran experiencia en estos grupos de procesos de todos los implicados y, como punto a mejorar, el grupo de proceso de cierre y los de iniciación desde el punto de vista de la mejora de las capacidades de comunicación estructura jerárquica, etc.

El autor se ha basado en la poca bibliografía existente así como en experiencias personales basadas en su experiencia laboral en ese campo, con casos de éxito total y casos de éxito. En ambos, las claves estuvieron en los puntos citados de adecuada (o inadecuada) gestión de alcances, riesgos, comunicaciones con los implicados así como un absoluto control (descontrol) de la gestión del cambio.

Abstract

This work tries to establish a methodology for the management of the shutdowns of industrial plants from the point of view of its management like an engineering project. For it, the author focuses on analysing what particularities make them different against the rest of projects and insisting on the state of the art (Traditional view) and the fields of improvement.

The methodology is based on the standard of Management and Direction of Projects established by the Project Management Institute, PMBOK® 4^a Edition, in particular, in the management based on the processes in it mentioned, as well as upon own author experience acquired at the execution of this type of projects, and adapting them to the singularities of the project management of shutdowns of industrial plants, as much for maintenances as for increase and implementation of capacity by means of the addition of new equipment and software.

1 **La Metodología** **PMBOK® 4^a Edición.**

1.1. Introducción.

Según el PMBOK®®, la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo.

Esto se logra mediante la aplicación de los 42 procesos de la dirección de proyectos que define el PMBOK®, agrupados de forma lógica en 5 grupos de procesos en su cuarta edición que es la se tomará de referencia.

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
- Seguimiento y Control
- Cierre

Durante la preparación de este trabajo ha aparecido la 5ª Edición ampliando los procesos a 47 y las áreas de conocimiento pasan de 9 a 10 manteniendo el número de grupos de procesos en 5. Dado que la 5ª Edición en castellano no se publicará hasta el final de 2013, se usará como referencia para el resto del trabajo la 4ª Edición teniendo en cuenta que ambas manejan el mismo número de grupos de procesos.

Hecha esta salvedad, se procederá a una pequeña explicación sobre las implicaciones de los proyectos, especialmente en el sector industrial que es donde se realizan las paradas de planta, objeto de cuya gestión es este trabajo.

Dirigir y gestionar un proyecto implica:

- identificar los requisitos del proyecto
- afrontar las necesidades y expectativas de las partes interesadas en el proyecto,
- equilibrar las restricciones del proyecto, estas restricciones vienen dadas por:
 - ✓ el alcance
 - ✓ la calidad
 - ✓ el cronograma
 - ✓ el presupuesto
 - ✓ los recursos
 - ✓ los riesgos

Tradicionalmente, se ha contemplado la llamada “Triple Restricción”, que afecta a las restricciones de alcance, cronograma y presupuesto como se muestra en la figura adjunta (Figura1):

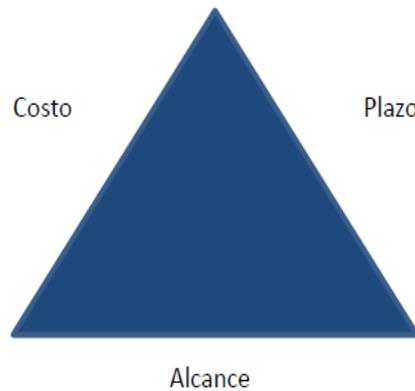


Figura 1: Triángulo de restricciones del proyecto en la metodología tradicional

La relación entre estas restricciones es tal que si alguna de ellos cambia, es probable que al menos otra se vea afectada.

Un adelanto en plazos, implica aumentar el presupuesto, para añadir más recursos y poder realizar la misma cantidad de trabajo en menos tiempo. Si no es posible aumentar el presupuesto, se puede reducir el alcance (o la calidad la cual afectaría directamente al alcance al disminuir requisitos), para entregar un producto en menos tiempo con el mismo presupuesto y con unos requisitos menores.

Un enfoque moderno, y especialmente orientado a los proyectos industriales, donde cada vez cobra más importancia la Gestión de la Seguridad y Salud en los trabajadores, consideraría una pirámide pero de base cuadrangular, donde se encontraría, además de los costos, plazos y alcances, la accidentabilidad. Esta es una de las grandes diferencias que se van a encontrar en la fase de ejecución, y como factor de riesgo/éxito, en los proyectos industriales y, con especial importancia en las paradas de planta.

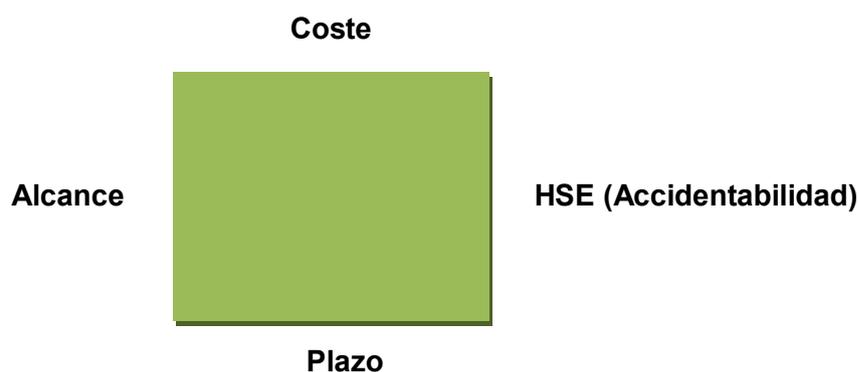


Figura 2: “Cuadrado” de equilibrio de restricciones en una parada industrial

Muchas grandes Organizaciones orientadas a la gestión de proyectos de este tipo, están implantando, y de acuerdo con las filosofías de los clientes a los que prestan sus servicios, la filosofía del “Zero Incidents” de forma que, independientemente del resultado que se obtenga en cuanto a costes, calidad o plazo, el proyecto no tiene éxito si se registra un accidente grave.

Las partes interesadas en el proyecto pueden tener opiniones distintas sobre cuáles son los factores más importantes que afectan al proyecto pero, está cada vez más imbricado en la gestión de proyectos, el concepto de Accidentabilidad como factor de éxito y, cada vez aparece más vinculado contractualmente con todos los implicados.

De igual forma, y siguiendo con los riesgos que pueden afectar a nuestra pirámide, bien de base triangular, o cuadrangular, modificar los requisitos del proyecto puede generar riesgos al mismo que no estaban contemplados y es el equipo del proyecto quien tiene que evaluar cada situación y equilibrar las peticiones a fin de cumplir con éxito el proyecto.

Un proyecto siempre es susceptible de sufrir cambios, por esto el plan para la dirección del proyecto es iterativo y su elaboración es gradual a lo largo del ciclo de vida del proyecto aunque, normalmente en las paradas de planta, el factor tiempo prima más que en ningún otro proyecto por lo que, se debe tratar de **NO** modificar nada del proyecto durante la fase de ejecución y minimizar los cambios una vez decididas fechas de parada. La elaboración gradual implica mejorar y detallar constantemente el plan, a medida que se va teniendo información detallada y específica, para lo que una adecuada gestión de alcances y stakeholders en la fase de planificación, minimizará los riesgos antes indicados y ayudará logrando unas estimaciones más precisas. La elaboración gradual permite a un equipo de dirección del proyecto dirigir el proyecto con un mayor nivel de detalle a medida que éste avanza sin perder de vista la minimización de riesgos que, aun siendo clave en cualquier proyecto, en este tipo de proyectos cobra especial importancia.

Los proyectos conviven en las organizaciones en un contexto más amplio, al amparo de la estrategia empresarial. Los proyectos, programas y portfolios tienen diferentes enfoques dependiendo de la propia estrategia empresarial a la que aludimos. Así, una parada de planta puede formar parte del programa de mantenimiento de una planta para el promotor (Dirección de la planta) y ser un proyecto para el equipo de proyecto (interno y/o externo) y formar parte del portfolιο de una Organización EPC que gestiona proyectos de este tipo. A continuación se muestra una comparación entre las perspectivas de los proyectos, programas y portfolios según diferentes aspectos.

	Proyectos	Programas	Portfolios
Alcance	Los proyectos tienen objetivos definidos. El alcance se elabora gradualmente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los programas tienen un alcance mayor y proporcionan mayores beneficios.	Los portfolios tienen un alcance de negocio que varía según los objetivos estratégicos de la organización.
Cambio	Los directores del proyecto prevén cambios e implementan procesos para mantener dichos cambios administrados y controlados.	El director del programa debe esperar cambios generados tanto a nivel interno como externo del programa, y estar preparado para gestionarlos.	Los directores del portfolio realizan constantemente un seguimiento de los cambios en un entorno más amplio.
Planificación	Los directores del proyecto transforman gradualmente la información de alto nivel en planes detallados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los directores del programa desarrollan el plan general del programa y crean planes de alto nivel para guiar la planificación detallada a nivel de los componentes.	Los directores del portfolio crean y mantienen los procesos y la comunicación necesaria relacionada con el portfolio global.
Dirección/ Gestión	Los directores del proyecto dirigen al equipo del proyecto a fin de cumplir con los objetivos del mismo.	Los directores del programa dirigen al personal del programa y a los directores del proyecto; brindan visión y liderazgo global.	Los directores del portfolio pueden dirigir o coordinar al personal de gestión del portfolio.
Éxito	El éxito se mide por la calidad del producto y del proyecto, la puntualidad, el cumplimiento con el presupuesto y el grado de satisfacción del cliente.	El éxito se mide por el grado en que el programa satisface las necesidades y beneficios que le dieron origen.	El éxito se mide en términos del desempeño total de los componentes del portfolio.
Seguimiento	Los directores del proyecto realizan un seguimiento y controlan el trabajo de obtener los productos, servicios o resultados para los cuales el proyecto fue emprendido.	Los directores del programa realizan un seguimiento del progreso de los componentes de programas a fin de asegurar que se cumpla con los objetivos globales, cronogramas, presupuesto y beneficios del programa.	Los directores del portfolio realizan un seguimiento del desempeño total y de los indicadores de valor.

Figura 3: Enfoques de Proyecto, Programas y Portfolio.

En el caso de este trabajo, la gestión se realizará de acuerdo al concepto de parada como proyecto individual que puede estar a su vez dentro de los programas de la Organización promotora/Cliente sin entrar en que puede formar parte del portfolio de una Organización mucho mayor.

1.2. Dirección de Proyectos y Gestión de las Operaciones

Las operaciones son una función de la organización que ejecutan permanentemente, actividades que generan un mismo producto o proveen un servicio de forma continua como las operaciones de producción, de fabricación, de RRHH, de contabilidad, etc...

Las organizaciones cambian a veces sus operaciones, productos o sistemas mediante iniciativas de negocio estratégicas y estos cambios se tienen que gestionar mediante proyectos, pero una vez que

ya están implementados esos cambios se gestionan como operaciones. En las organizaciones suelen convivir la gestión de operaciones y la gestión de proyectos.

Destacar que la operaciones son esfuerzos permanentes que producen salidas repetitivas y que los proyectos son esfuerzos temporales.

1.2.1. Rol del Director del Proyecto

El director del proyecto es la persona asignada para alcanzar los objetivos del proyecto.

El rol de un director del proyecto es diferente al de un gerente funcional o al de un gerente de operaciones. Un gerente funcional se dedica a la supervisión de un área administrativa (contabilidad), mientras que los gerentes de operaciones son responsables de área del negocio, por ejemplo producción.

Según la organización, el director del proyecto puede depender de un gerente funcional o formar parte de un grupo de varios directores de proyecto que dependen de un director del programa o del portfolio.

Además de conocer los fundamentos de la Dirección de Proyectos y de las herramientas específicas para la gestión de proyectos un buen director del proyecto debe contar con capacidad de liderazgo para guiar al equipo del proyecto en la consecución de los objetivos del proyecto equilibrando las restricciones.

1.2.2. Factores Ambientales de la Empresa

Según el PMBOK®, los factores ambientales de la empresa se refieren a elementos, tanto internos como externos, que rodean el éxito de un proyecto o influyen en él.

Los factores ambientales de la empresa pueden aumentar o restringir las opciones de la dirección de proyectos, y pueden influir de manera positiva o negativa sobre el resultado. Se consideran entradas para la mayoría de los procesos de planificación.

Entre los factores ambientales de la empresa, se incluyen:

- procesos, estructura y cultura de la organización,
- normas de la industria o gubernamentales,
- infraestructura,
- recursos humanos existentes,
- administración de personal,
- sistemas de autorización de trabajos de la organización,
- condiciones del mercado,

- tolerancia al riesgo por parte de los interesados,
- clima político,
- canales de comunicación establecidos en la organización,
- bases de datos comerciales y
- sistemas de información para la dirección de proyectos.

1.3. Ciclo de Vida del Proyecto y Organización

Los proyectos y la dirección de proyectos se ejecutan en un ambiente más amplio que el proyecto mismo. Comprender el entorno en donde se llevan a cabo los proyectos contribuye a asegurar que el trabajo ejecute de acuerdo a los objetivos de la organización y se gestione conforme a las metodologías establecidas por la organización.

En este apartado describiremos la estructura básica de un proyecto, así como otras consideraciones, que incluyen la manera en que el proyecto afecta al trabajo operativo continuo, la influencia de las partes interesadas más allá del equipo del proyecto y el modo en que la estructura de la organización afecta al proyecto en cuanto a la asignación de personal, la dirección y la ejecución. Los apartados que se verán son:

- El ciclo de Vida del Proyecto
- Proyectos vs. Trabajo Operativo
- Interesados
- Influencias de la Organización en la Dirección de Proyectos

El ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de fases, generalmente secuenciales y a veces solapadas, desde el principio hasta el fin.

Cada organización puede definir el ciclo de vida del proyecto, pudiendo variar según la industria, tecnología, etc...

El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado.

1.3.1. Características del Ciclo de Vida del Proyecto

Independientemente del trabajo y complejidad del proyecto, todos los proyectos pueden enmarcarse dentro de la siguiente estructura del ciclo de vida:

- inicio
- organización y preparación
- ejecución del trabajo
- Cierre



Figura 4: Evolución temporal frente a recursos típica en un proyecto

A menudo se hace referencia a esta estructura genérica del ciclo de vida del proyecto durante las comunicaciones con la alta dirección u otras entidades menos familiarizadas con los detalles del proyecto

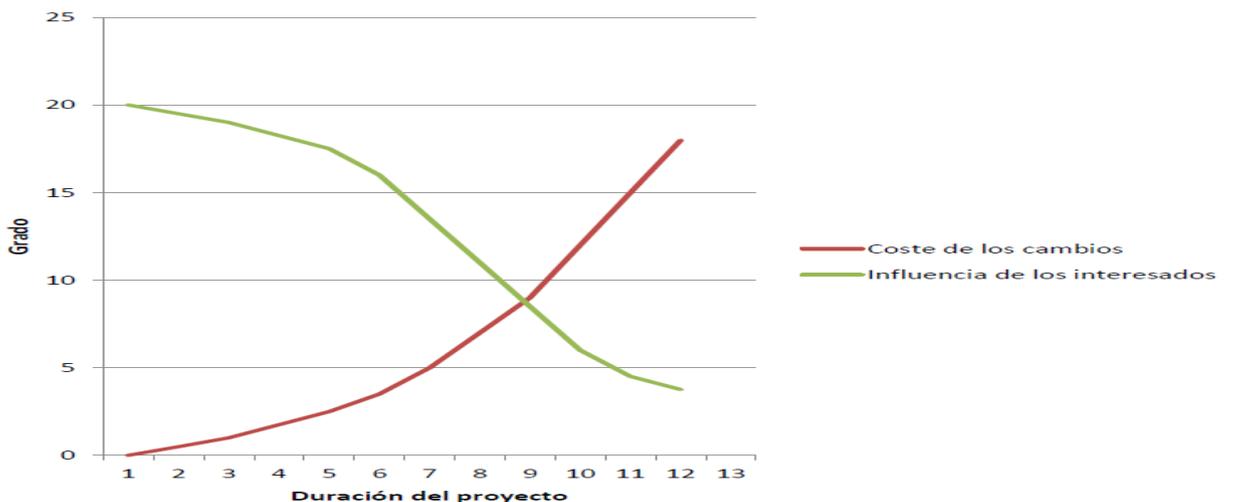


Figura 5: Coste de los cambios e influencia de los interesados (temporal)

Un ciclo de vida tipo presenta:

- niveles de coste y utilización de personal y recursos bajos al inicio del proyecto y a medida que avanza el proyecto crecen para finalmente volver a disminuir
- La influencia de los interesados es mayor al inicio del proyecto y disminuye a medida que avanza el proyecto.
- Los costes de los cambios son menores al inicio y aumentan según avanza el proyecto.

Como se irá viendo a lo largo de este trabajo, tanto los costes como la influencia de los interesados tienen un comportamiento similar aunque, las pendientes son mucho mayores ya que cualquier modificación de alcance, incidencia, retraso o sobrecoste económico (aunque este último en menor

medida) no sólo va a provocar un impacto negativo sobre el proyecto sino un lucro cesante importante sobre las actividades que desarrolla la planta y, por tanto, sobre el Negocio que representa, además de una fuerte erosión de la imagen del equipo de proyecto frente a todos los implicados.

1.4. Relaciones entre el Ciclo de Vida del Producto y del Proyecto

El ciclo de vida del producto es el tiempo que transcurre desde la concepción del producto hasta su retirada del mercado. A lo largo del ciclo de vida de un producto se originan distintos tipos de proyectos.

El ciclo de vida del producto consta de fases secuenciales y no solapadas, y que se determinan en función de las necesidades de fabricación y control de la organización. Siendo la última fase del ciclo de vida del producto su retirada del mercado.

El ciclo de vida del proyecto se refiere a las distintas fases del proyecto desde su inicio hasta su fin, por ejemplo diseño, fabricación, pruebas, etc...

Para entender la diferencia entre el ciclo de vida del producto y del proyecto piense en el desarrollo de un nuevo producto, por ejemplo, una fibra avanzada con características de alta resistencia al impacto y a altas temperaturas. Inicialmente se desarrolla el producto, que puede ser en base a uno existente o de nueva creación, diseño de laboratorio, prototipos, pruebas, creación de una planta piloto a nivel de laboratorio para analizar la fase de producción, continuar con las pruebas del producto, los rendimientos industriales, para pasar a construir una planta a escala industrial o modificar la existente para el lanzamiento de un producto de características más avanzadas. En este caso podríamos considerar la fibra como el producto y la construcción de la planta como el proyecto. Incluso la planta piloto podría ser considerada un proyecto.

Es importante diferenciar el ciclo de vida del producto del ciclo de vida del proyecto, en un caso hablamos de la vida del producto, considerando cada mejora en sus capacidades como un producto diferente con un ciclo de vida global y en otro de las fases en las que se divide el proyecto que lleva al lanzamiento de cada nueva mejora del producto.

1.5. Fases del Proyecto

Las fases del proyecto son divisiones dentro del mismo proyecto. Las fases del proyecto suelen completarse de manera secuencial, pero en determinadas situaciones pueden solaparse. Las fases del proyecto constituyen un elemento del ciclo de vida del proyecto. Es importante destacar que una fase del proyecto no es un grupo de procesos de la dirección de proyectos pese que puedan ser coincidentes en el tiempo.

La estructuración en fases permite la división del proyecto en subconjuntos para facilitar su dirección, planificación y control.

Como ejemplo, podemos tener un proyecto con tres fases: Diseño, Construcción y Pruebas y en cada una de las fases tendremos los grupos de procesos de la dirección de proyectos:

- Fase Diseño: en esta fase tenemos procesos de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre
- Fase Construcción: en esta fase tenemos procesos de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre
- Fase Pruebas: en esta fase tenemos procesos de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre

Cada fase del ciclo de vida del proyecto puede ser considerada como un proyecto y todo proyecto requiere procesos. En grandes proyectos los cinco grupos de procesos se repiten para cada fase del proyecto. Las fases de un proyecto se pueden relacionar:

- De forma secuencial
- De superposición
- De forma iterativa

1.6. Proyectos vs. Trabajo Operativo

El trabajo en las organizaciones puede clasificarse como proyectos u operaciones, ambos tipos de trabajo tienen las siguientes características:

- los realizan personas
- están limitados por restricciones
- se planifican, ejecutan y se supervisan y controlan
- se realizan con el fin de alcanzar los objetivos de la organización o los planes estratégicos

Ahora bien, los proyectos y las operaciones difieren principalmente en que las operaciones son continuas y producen servicios, resultados o productos repetitivos mientras que los proyectos son temporales y tienen un fin.

Las operaciones dan apoyo a la organización a lo largo del tiempo y no terminan cuando alcanzan sus objetivos sino que, vuelven a adoptar nuevos objetivos y se siguen ejecutando para apoyar los planes estratégicos de la organización.

Las operaciones apoyan al negocio donde se ejecutan los proyectos.

1.7. Interesados

Los interesados son personas u organizaciones, que participan activamente en el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados positiva o negativamente por la ejecución o terminación del proyecto.

Los interesados pueden ejercer influencia sobre el proyecto, los entregables y los miembros del equipo. El equipo de dirección del proyecto debe identificar tanto a los interesados internos como externos, con objeto de determinar los requisitos del proyecto y las expectativas de todas las partes involucradas y gestionarlas para asegurar el éxito del proyecto. La mayoría de las veces, los interesados en este tipo de proyectos son internos frente a proyectos “Green field”, de nueva construcción donde el peso de los interesados internos y externos es mucho más equilibrado, y a veces, se decanta más hacia los externos que hacia los internos.

En todo proyecto, la gestión de interesados es uno de los aspectos más importantes a considerar y, tal y como se citó anteriormente, tienen gran influencia en el resultado final del proyecto. En la metodología propuesta en este trabajo se hace especial énfasis en esta gestión ya que, tanto la gestión de interesados como la de alcances se ha visto históricamente, que es la clave del éxito de las paradas. En el caso que nos ocupa, hay dos interesados que, por su gran poder de influencia, han de ser considerados especialmente: Operaciones y Mantenimiento de Planta. Su inclusión en los trabajos de planificación y gestión del alcance, en las fases previas a la ejecución, así como intentar minimizar su influencia en la fase de ejecución para trasladar todos sus recursos a la puesta en marcha y operación, garantizan el 80% del éxito de la parada.

Dentro de la gestión de interesados, no se debe olvidar que cada interesado tiene intereses diferentes y normalmente contrapuestos incluso perteneciendo a la misma Organización. Un ejemplo claro es Operaciones y Mantenimiento: Operaciones necesita que la planta funcione lo antes posible mientras que Mantenimiento quiere que la planta esté operativa con la máxima fiabilidad. Ambos desean que la planta funcione al 100% pero cada uno desde una perspectiva diferente.

En la siguiente figura se muestran los interesados típicos de los proyectos y a continuación se citan y describen. De todos los citados, los gerentes funcionales y de operaciones de las plantas van a ser los interesados que, junto con el propio promotor, más influencia tengan en el resultado del proyecto.

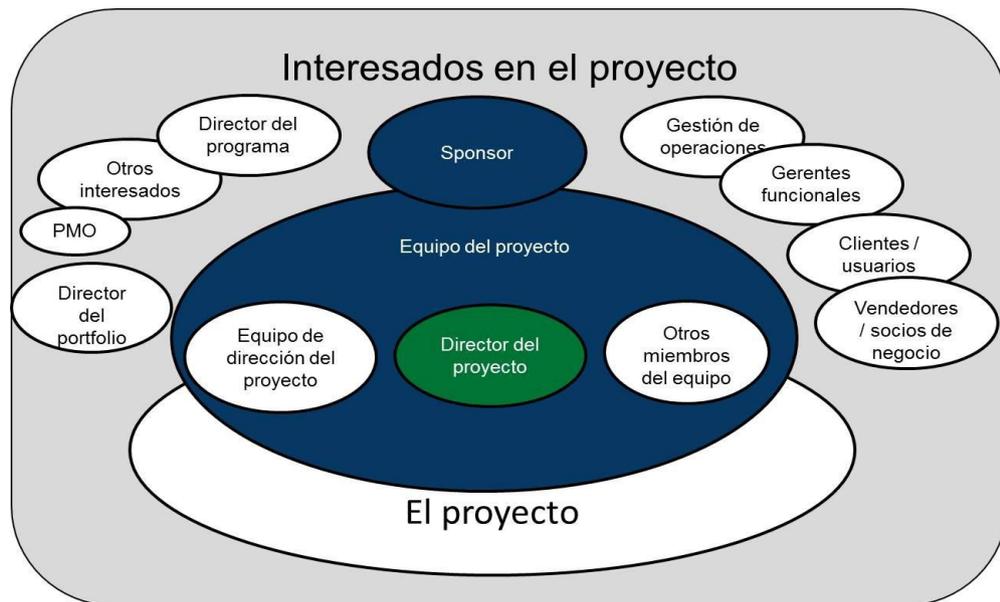


Figura 6: Interesados en el proyecto

Algunos ejemplos de partes interesadas en un proyecto son:

- **Clientes/Usuarios.** personas que usarán el producto, servicio o resultado del proyecto.
- **Patrocinador.** persona o grupo que proporciona los recursos financieros para el proyecto
- **Directores del portfolio**
- **Directores del programa.**
- **Oficina de dirección de proyectos (PMO).**
- **Directores del proyecto.**
- **Equipo del proyecto.** El equipo del proyecto está formado por el director del proyecto, el equipo de dirección del proyecto y otros miembros del equipo que desarrollan el trabajo, pero que no necesariamente participan en la dirección del proyecto. Este equipo está compuesto por quienes llevan a cabo el trabajo del proyecto
- **Gerentes funcionales.** Gerentes de recursos humanos, de contabilidad, de compras, etc...
- **Gerentes de operaciones.** Gerentes I+D, de fabricación, de pruebas, de mantenimiento, etc...

Los interesados se identifican a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, pero tenemos que prestar especial atención a identificarlos en las etapas de iniciación del proyecto.

1.8. Influencias de la Organización en la Dirección de Proyectos

En la Dirección de Proyectos influyen diversos factores, entre ellos: la cultura, estilo y estructura de la organización, el grado de madurez de la dirección de proyectos, los sistemas de dirección de proyectos, etc... A continuación veremos las más importantes:

1.8.1. Culturas y Estilos de la Organización

La cultura y estilo de la organización influyen en la capacidad del proyecto de alcanzar los objetivos, no es lo mismo gestionar un proyecto en una organización con una cultura abierta e innovadora que en otra con una cultura más clásica y conservadora. Una parada se gestiona como un proyecto con todo lo que ello implica, especialmente en el reto de la gestión de los recursos humanos que forman parte del equipo de proyecto

Muchas organizaciones han desarrollado culturas empresariales con:

- visiones, valores y normas compartidas
- políticas, métodos y procedimientos
- ética laboral
- etc...

La cultura de la organización es un factor ambiental de la empresa. Por lo tanto, un director del proyecto debe comprender las diferentes culturas y estilos de la organización que pueden influir sobre el proyecto y especialmente, de las personas individuales y su encaje en el equipo de proyecto y a su vez, formando parte de la Organización en la que están integrados.

1.8.2. Estructura de la Organización

La estructura de la organización es un factor ambiental de la empresa que puede afectar a la disponibilidad de recursos e influir en el modo de dirigir los proyectos. Las estructuras pueden variar desde una estructura funcional hasta una estructura orientada a proyectos, con estructuras matriciales entre ellas. A continuación, en la Figura 7, se muestran las características de los principales tipos de estructuras de la organización relacionadas con los proyectos donde se ve claramente las grandes diferencias según la estructura de cada Organización.

Centrándonos en este proyecto en las Organizaciones Orientadas a Proyectos que son las que ejecutan las paradas de planta se tendrá un organigrama donde el Director de Proyecto es la máxima autoridad del proyecto, con dedicación completa a él y apoyado por un equipo de proyecto creado ex profeso para dicho proyecto y que cumple con las características y definición de un proyecto: es un equipo temporal, único y creado con un único fin. Esto plantea grandes retos al director de proyecto que, además de gestionar alcance, calidad, seguridad y costes, debe motivar a un equipo que, en

muchas ocasiones, deja de pertenecer a la Organización después del proyecto, o que, en el mejor de los casos, es asignado a otro proyecto antes de que se produzca el cierre definitivo del proyecto

Estructura de la Organización →	Funcional	Matricial Débil	Matricial Equilibrada	Matricial Fuerte	Orientada a Proyectos
Características del Proyecto ↓					
Autoridad del Director de Proyecto	Poca o Ninguna	Limitada	Baja o Moderada	Moderada a alta	Alta o casi total
Disponibilidad de Recursos	Poca o Ninguna	Limitada	Baja o Moderada	Moderada a alta	Alta o casi total
Control del Presupuesto del Proyecto	Gerente Funcional	Gerente Funcional	Combinación	Director de Proyecto	Director de Proyecto
Rol del Director de Proyecto	Dedicación Parcial	Dedicación Parcial	Dedicación Completa	Dedicación Completa	Dedicación Completa
Personal Administrativo de Dirección	Dedicación Parcial	Dedicación Parcial	Dedicación Parcial	Dedicación Completa	Dedicación Completa

Figura 7: Influencias de la Organización en los Proyectos

El director del proyecto es la persona asignada por la organización ejecutante, el cliente/promotor, para alcanzar los objetivos del proyecto. El rol del director del proyecto es diferente al de un gerente funcional o del de un gerente de operaciones. Por lo general, el gerente funcional se dedica a la supervisión gerencial de un área técnica o administrativa, mientras que los gerentes de operaciones son responsables de una faceta del negocio básico y en el caso de las paradas, el Director de Proyecto reportará a un Director Funcional que será el responsable del Negocio en el que se realice el proyecto.

Es muy importante aclarar esta dependencia funcional del Director de Proyecto de un responsable del Negocio en el que se realiza el proyecto y no del gerente funcional de la planta o el área en que se desarrolla el proyecto. La experiencia en este tipo de trabajos indica que dicha independencia es garantía de éxito frente a la influencia de los interesados que mayor influencia tienen que son los responsables funcionales de las áreas de mantenimiento y operaciones. En otro caso, es fuente constante de problemas, especialmente de gestión de cambios y alcances.

Formalmente, en la reunión interna de lanzamiento, se debería dejar indicadas tanto los roles como las dependencias funcionales de los participantes en el proyecto.

1.9. Activos de los Procesos de la Organización

Los activos de los procesos de la organización son todos los activos relativos a procesos de alguna o todas las organizaciones participantes en el proyecto que pueden utilizarse para influir en el éxito del proyecto. Estos activos de procesos pueden ser planes, políticas, procedimientos y guías, ya sean formales o informales. Los activos de procesos también incluyen las bases de conocimiento de la organización, como las lecciones aprendidas y la información histórica.

Los activos de los procesos de la organización pueden incluir cronogramas de proyectos completados, datos sobre riesgos, datos sobre el valor ganado, etc...

Las actualizaciones y añadidos que sea necesario efectuar a lo largo del proyecto con relación a los activos de los procesos de la organización, son por norma general responsabilidad de los miembros del equipo del proyecto y serán un importante activo a considerar en el proceso del cierre del proyecto de cara a las lecciones aprendidas y una adecuada gestión del cambio.

2 .Gestión de Paradas de Planta (Shutdowns, Turnarounds and Outage management)

2.1. Introducción.

Tradicionalmente, las paradas de planta han sido consideradas como un caso especial de mantenimiento sistemático y normalmente programado. En general, se llevan a cabo en instalaciones que, por razones de seguridad o de producción deben funcionar de forma fiable durante largos periodos de tiempo. Así, refinerías, industrias petroquímicas o centrales eléctricas tanto de gas como nucleares o carbón son ejemplos de instalaciones que se someten de forma periódica a paradas para realizar revisiones en profundidad aunque no excluyentes, por ejemplo, es muy habitual realizar paradas de este tipo en industrias de producción continua como las siderometalúrgicas, vidrio, o cemento coincidiendo con los periodos de menor demanda de producción como las vacaciones estivales o los periodos entre campañas, para revisar sus equipos y disminuir así la probabilidad de fallo en los momentos de alta demanda de la instalación. La industria de automoción, o la industria de procesamiento de productos agrícolas son claros ejemplos de este último caso.

Estas revisiones suponen un aumento puntual de la necesidad de personal y medios técnicos para el que las empresas en general tienen dificultad para hacerles frente con medios propios. Se recurre en la mayoría de los casos a empresas externas especializadas, que pueden suministrar personal especializado en cantidad suficiente, junto con los medios y herramientas específicas para realizar estos trabajos.

La coordinación de una parada requiere de un nivel organizativo muy importante. Se trata de un momento crítico en la vida de la instalación, pues muchos equipos importantes son abiertos, desmontados, revisados, vueltos a montar y poner en marcha. El coste, la duración y la eficacia en la realización del trabajo son trascendentales. Una mala coordinación de las actividades puede traer consecuencias nefastas en cualquiera de los tres aspectos. Este segundo volumen de la colección

Este trabajo tiene como objetivo analizar las paradas programadas que se realizan en las instalaciones industriales, buscando fundamentalmente la optimización de estas revisiones tan importantes desde el punto de vista de la gestión de proyecto y no sólo considerando el caso en que se realiza una parada para mantenimiento sino en aquellos casos en que se acometen ampliaciones o mejoras de las plantas y cuya puesta en marcha con el sistema se realiza mediante una parada de planta.

No se debe olvidar que las paradas de planta consumen gran cantidad de recursos a la vez que no retornan nada al estar la planta fuera de producción. Pueden ser complejas; y conforme la complejidad aumenta, llegan a ser más costosas y difíciles de manejar. Una

parada de planta tiene siempre un impacto financiero negativo. Este impacto negativo es debido a la pérdida de rédito de la producción y a una inversión económica importante. El lado positivo ni es tan obvio ni tan inmediato. Los impactos positivos se traducen en un aumento en confiabilidad de las plantas y los equipos que las integran, garantizando, a priori, una producción continua y una reducción en el riesgo de interrupciones imprevistas o de fallo catastrófico. De igual forma, la puesta en servicio de una nueva instalación o equipo, suele llevar aparejados problemas de regulación y optimización, especialmente a la hora de la integración en el conjunto de la planta o factoría en el que se encuentran y esta labora puede ser larga y no exenta de problemas de proceso.

Por lo general, una parada de planta programada se define por un planning ajustado en el tiempo y trabajos de gran intensidad, normalmente con jornadas de trabajo de 24 horas, 7 días a la semana. En algunos casos puede consumir un coste equivalente de un presupuesto de mantenimiento anual en cuatro a cinco semanas o representar un proyecto en sí con inversiones millonarias. También requiere el porcentaje más elevado de horas de tiempo de “no producción” de la planta. Por todo lo citado, una adecuada gestión de tanto la parada de planta, como de la puesta en marcha y operación tras los trabajos, va a tener un gran impacto en el resultado de la parada, que, desde el punto de vista de este trabajo, va a ser tratada como un Proyecto.

Desafortunadamente estos proyectos han tenido resultados poco satisfactorios en muchas ocasiones, debido a que no cumplen con los objetivos esperados porque las empresas no involucran en el alcance todas las tareas que son necesarias para cumplir con lo esperado, dado que cualquier acción por mínima que sea, al no ser contemplada en el alcance, puede afectar labores fundamentales en el desarrollo de la parada. El tiempo, probablemente el recurso más valioso en una parada, sobrada cuenta de que los requisitos en cuanto a seguridad y salud se cumplen, también se ve afectado, ya que al no tener bien definido el alcance, la parada de planta no inicia ni finaliza en el tiempo esperado, por tal razón el equipo ejecutor debe extender sus horarios para evitar pérdidas en la producción por la no puesta en marcha de los equipos.

Finalmente, al no cumplir con lo planificado, se ven en la necesidad de postergar los trabajos no realizados a una parada futura, corriendo el riesgo, que los equipos no intervenidos sufran daños irreparables en el transcurso del tiempo en que la planta mantiene sus condiciones normales de operación o bien no se alcanzan los objetivos de producción/costes previstos por no poner las unidades/equipos en marcha.

Cabe resaltar que el tiempo y el alcance no son los únicos factores que se ven afectados en el desarrollo de los proyectos no planificados correctamente. El costo, es otro factor que también está directamente relacionado con el éxito de los proyectos, porque al incrementar el tiempo o el alcance, automáticamente se incrementan los costos y es bien conocido que los costes aumentan exponencialmente conforme avanzan los proyectos.

Además, si se pretende disminuir el tiempo y costo, la calidad puede verse afectada; por tal razón es necesario mantener un equilibrio entre estos factores (Alcance, Tiempo y Costo) para evitar el impacto negativo sobre alguno de ellos y así reducir la probabilidad de fracaso en estos proyectos que son fundamentales para el buen desempeño de las empresas. Mencione aparte el tema de la accidentabilidad: un proyecto de parada mal planificado con los tiempos presionando es causa más que probable de accidentes con consecuencias graves.

2.2. Casuística

Las paradas programadas de mantenimiento no sólo se organizan para realizar mantenimientos preventivos sistemáticos como ya se ha citado. Pueden estar motivadas por alguna de estas cuatro causas:

- Realización de Mantenimiento Correctivo Programado.
- Realización de inspecciones o pruebas, no tanto de mantenimiento sistemático, sino de mantenimiento condicional en todo caso preventivo y no correctivo. Se realizan determinadas pruebas o inspecciones para comprobar que los equipos más importantes de la instalación se encuentran en buen estado. Son en general paradas de corta duración.
- Realización de grandes revisiones programadas, que se realizan por horas de funcionamiento, por periodos de tiempo prefijados, por unidad producida, etc. Un ejemplo es la sustitución de un catalizador gastado en una torre de catalización lo cual tiene lugar por horas de funcionamiento de la torre y teniendo en cuenta el volumen del fluido que pasa a través de la torre.
- Implementación de mejoras con la adición de nuevas unidades de producción, mejoras tecnológicas, de software de gestión de la planta, etc.

En el primer caso, es la corrección de un fallo lo que motiva la realización de la parada programada. En general, se trata de fallos que, aunque graves, no necesitan de una intervención inmediata, sino que puede postergarse hasta encontrar un momento idóneo.

Estos fallos suelen afectar a equipos o instalaciones que no están duplicados, y que sacarlos de servicio supone parar la planta.

Para poder seguir en marcha una vez detectado el fallo, a veces hay que adoptar medidas provisionales que se mantendrán hasta que el fallo está totalmente subsanado. Si se trata de fallos en elementos de fácil acceso, como reparaciones en caldera, hornos, elementos externos, tanques, etc., estas paradas pueden durar entre 1 y 5 días. Si se trata de grandes reparaciones en elementos de difícil acceso que requieren grandes desmontajes, las reparaciones pueden durar semanas o meses.

En el segundo caso, se trata de inspecciones programadas o pruebas de funcionamiento. No es necesario hacer grandes desmontajes, sino que más bien tratan de determinar el estado de un sistema o de una parte de la instalación realizando algunas comprobaciones para las que se requiere parar la planta. Estas paradas suelen ser cortas: el tiempo necesario para que la temperatura y la presión de la zona a la que se quiera acceder sea la adecuada, el tiempo de realización de la inspección, que suele ser breve, y el tiempo para el restablecimiento del sistema. En total, suelen ser paradas de duración inferior a una semana. Las plantas de proceso continuo suelen programar al menos una de estas parada por año.

En el tercer caso, periódicamente es necesario sustituir algunos de los elementos internos sometidos a desgaste que necesitan de la realización de grandes trabajos, y la revisión de otros muchos puntos. Tras la realización de estos trabajos, los equipos principales pueden estar en disposición de producir durante otro largo periodo de tiempo.

Por último, la investigación tecnológica trae como consecuencia a veces el desarrollo de mejoras en partes de la instalación, que suponen un aumento de la capacidad productiva, la solución a un problema técnico que estaba causando una disminución de la disponibilidad y de la fiabilidad, un aumento del rendimiento o el lanzamiento de un nuevo producto en base a la mejora tecnológica del proceso y la demanda del mercado. La implementación de estas mejoras puede suponer el desmontaje de buena parte de la instalación, para sustituirla por los elementos mejorados y o el añadido de nuevas unidades de producción a las existentes. El tiempo de parada suele ser también alto.

En cualquiera de los cuatro casos, suele aprovecharse para realizar trabajos correctivos, pequeñas mejoras, inspecciones menores, etc., que si se hacen coincidir con paradas por otros motivos, es decir, no suele darse un único caso sino que, lo normal, es programar las paradas para hacer el máximo de trabajos simultáneamente en aras de reducir los tiempos de parada de planta.

2.3. Justificación. Ventajas y Riesgos.

La ventaja de la realización de paradas programadas es evidente: el aumento indiscutible de la disponibilidad. Valores de disponibilidad por encima del 90% sólo son posibles en instalaciones industriales sometidas a severas revisiones programadas realizadas de forma sistemática. Además, en el caso de implementaciones, las mejoras en la planta permitirán, por un lado, mejoras competitivas al aumentar el rendimiento, el lanzamiento de nuevos productos y la prolongación de la vida útil de la planta, asunto muy a tener en cuenta en la actual coyuntura económica. Ello, suele llevar aparejadas inversiones importantes que también se traducen en una mejora del empleo.

Los riesgos, en los que posteriormente se volverá a incidir, son la parte más crítica de una parada. El adecuado control de los riesgos es la clave de cualquier proyecto pero una parada, donde hay tan poco margen de reacción, es máxime si cabe. Estos riesgos provienen suelen venir asociados a las siguientes causas:

- En poco tiempo se intenta realizar muchas intervenciones con muchos implicados (mantenimiento eléctrico, mecánico, civil, operaciones, contraincendios, etc.) por lo que los alcances deben quedar bien definidos PREVIAMENTE a la Parada y no cambiarlos salvo situación de emergencia. Este es uno de los grandes problemas que provocan que muchas paradas no cumplan con los objetivos marcados. Cualquier cambio que se presente posteriormente a la congelación del alcance debe ser analizado y aprobado por todos los implicados y, en caso de ser aprobado, documentado y trasladado a la planificación y las líneas base del proyecto.
- Gran volumen de personal y recursos no habitual en la planta, lo que se traduce en:
 - Disminución de los rendimientos del personal, especialmente en los primeros días
 - Aumento de la probabilidad de accidente grave
 - Sensación de descontrol de cara al cliente/promotor
- El coste de estas grandes revisiones es muy elevado, y en cada caso hay que comprobar si ese fuerte desembolso está justificado. De igual forma, se debe justificar la causa de negocio así como en análisis de retorno de la inversión en aquellas paradas relativas a implementaciones y mejoras productivas.
- El mantenimiento en parada es, en muchas empresas, una actividad imprescindible, pues determinados equipos no pueden detener su actividad a excepción de esas

épocas determinadas normalmente asociadas a valles en la demanda del mercado al que abastecen y que pueden ser absorbidos mediante los stocks de productos previamente generados o, como en el caso de las centrales eléctricas, cuando puede ser abastecida la demanda con otras centrales. Un error común en estos casos consiste, generalmente, en realizar, en esas épocas, intervenciones que pueden realizarse en cualquier otro momento, y no precisamente durante la parada.

En la siguiente figura se pueden ver las preguntas típicas que se debe plantear cualquier responsable de una planta a la hora de afrontar una parada. Están basadas en la metodología del libro Turnaround, Shutdown and Outage Management 2ª Edición y analizan los riesgos que representa la parada para el negocio que lidera así como la viabilidad y el camino a seguir teniendo en cuenta variables organizativas, financieras y relativas a estado general de la planta a la que afectan los trabajos. Esta metodología mostrada en un simple gráfico puede ser una potente guía a la hora de valorar la realización de un proyecto de este tipo ya que plantea las cuestiones más habituales que todo gestor de una parada debe plantearse previo a su realización desde el punto de vista de minimizar el impacto de los riesgos tanto sobre el Negocio al que afecta como a las personas y las Organizaciones implicadas, los stakeholders.

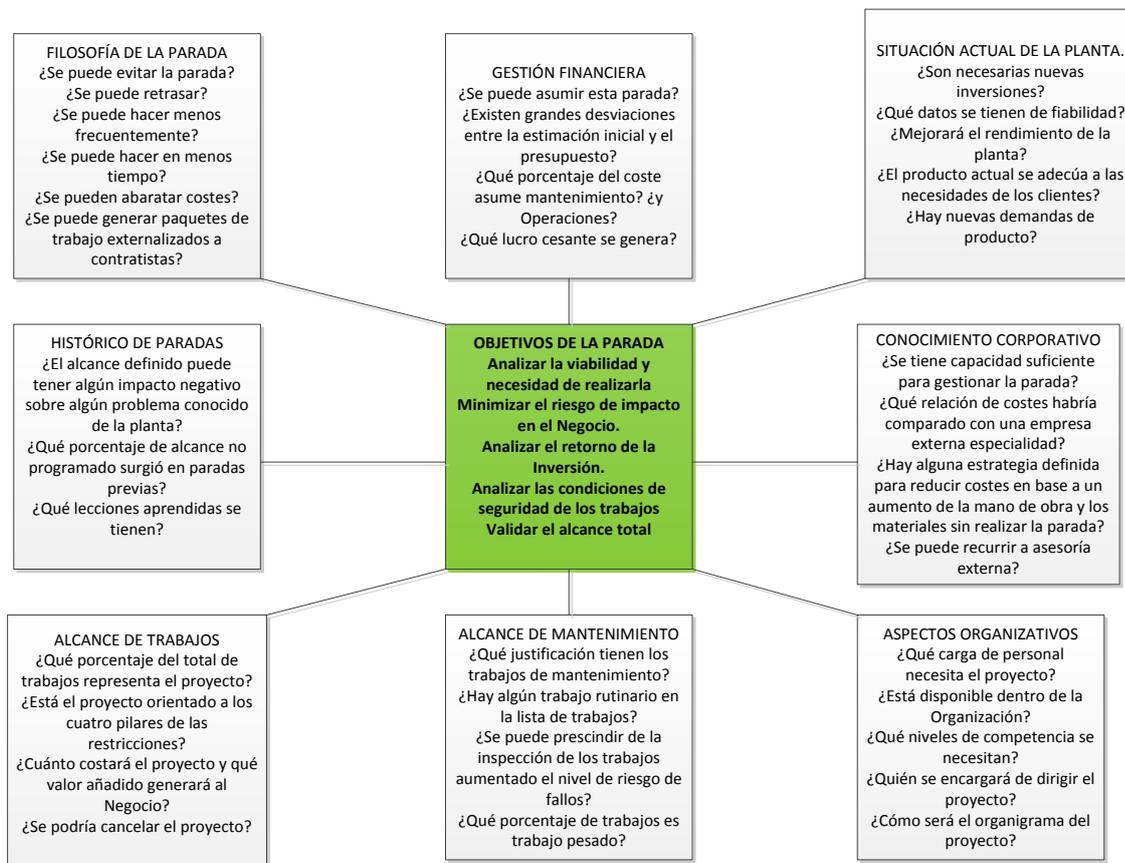


Figura 8: Metodología de Análisis de Viabilidad de un Proyecto de Parada.

2.4. La Planificación y los Recursos

Existe una expresión asociada a las paradas que dice que “cuestan el doble de lo previsto, tardan al menos el doble de lo previsto y se ejecuta como máximo la mitad de los trabajos programados”. Es un error asumir que cuando una empresa ejecuta cualquier proyecto, en general, va a durar más y que va a costar más de lo inicialmente previsto. Es llamativo comprobar que trabajos que se han realizado más de una vez habitualmente acaban con retraso, aunque se aumente el tiempo de realización para absorber esos posibles retrasos y se dispongan del máximo de recursos necesarios.

Aplicado a una parada programada en una instalación industrial, podría afirmarse que, para el caso de los trabajos de mantenimiento:

- Siempre se emplea más tiempo del previsto
- Siempre se gasta más de lo presupuestado
- Siempre quedan sin realizarse algunos de los trabajos programados, para no aumentar el retraso ya acumulado

Es curioso que los profesionales que programan y realizan las paradas habitualmente y tienen gran experiencia tienen asumida esta situación. ¿Qué ocurre entonces? ¿Qué no conocen suficientemente bien el trabajo a realizar? ¿Qué siempre aparecen más imprevistos de los previstos?. En el apartado final de conclusiones se analizarán algunas de estas causas que históricamente se han venido observando como causas de no éxito de las paradas.

Es evidente que si estos retrasos ocurren es porque la técnica que se emplea para planificar y llevar a cabo las paradas no es la más adecuada, en la mayoría de los casos. Un error muy común es, y suele venir por parte del cliente/promotor, el sobredimensionar recursos, es decir, solicitar que en la ejecución se encuentren el máximo de recursos, llegando incluso a interferirse entre ellos, lo cual se transmite en algunas de las causas de generación de riesgos antes citada, por no decir nada relativo a los costes.

Como se da por descontado que aparecerán imprevistos que hagan que el programa de parada se prolongue, en la realización de cada una de las tareas se añade un margen de seguridad. Al conjunto de las tareas se le añadirá otro margen de seguridad.

Imaginemos una parada con 7 tareas consecutivas, que objetivamente pudieran realizarse en un día cada una si no surgiera ningún imprevisto. La duración de la parada debería ser de 7 días. Pero cada técnico responsable de cada una de las actividades añadirá un pequeño margen de seguridad a cada una de ellas. Así, la duración prevista para cada una de ellas será de 1,3 días, y el conjunto de las siete será de aproximadamente 10 días. El programador añadirá otros dos días para imprevistos, hasta un total de 12, sin tener en cuenta que los técnicos consultados ya añadieron a cada actividad un margen de seguridad. Pero la persona que actúe como coordinador de la parada también añadirá su propio margen, digamos otros dos días, con lo que el total previsto será de 14 días.

Es decir, un trabajo que puede hacerse en 7 días (si no surge ningún imprevisto) acaba programándose en 14, es decir con un margen de seguridad de 7 días, el 100%. Y es un hecho que finalmente, la parada prevista para 14 días acaba durando 16.

Porque podría ser que si es tan difícil prever con exactitud la duración de una parada, el 50% de éstas deberían acabar con antelación y el otro 50% con retraso. Pero la realidad es que la gran mayoría de las paradas que se programan tienen una duración mayor que la inicialmente prevista aunque existen casos de paradas que terminan con adelantos y con el 100% de los trabajos terminados, dentro de los costes previstos y con la calidad requerida. En estos son los casos que se deben tomar como modelo y fijarse qué ayudó a genera el éxito frente al análisis de los fallos de aquellas que terminan en no éxito.

3 .Metodología Propuesta. Aplicación Práctica en la Gestión de Paradas de Planta.

3.1. Introducción y Causas del Análisis.

La guía PMBOK® 4ª Edición es una completa guía con las técnicas y herramientas para desarrollar los proyectos. Esta guía describe el desarrollo de los proyectos mediante cinco grupos de procesos (inicio, planificación, ejecución, control y cierre) y en cada uno de ellos está implicada por lo menos una o más áreas del conocimiento (integración, alcance, tiempo, costo, calidad, riesgo, recursos humanos y adquisiciones), dependiendo del proceso que se esté desarrollando. Aunque es la guía maestra para la elaboración de metodologías de gestión de proyectos, existen herramientas que al igual que el método escala, algunas no son aplicables a los proyectos de paradas de planta y otras que no están directamente relacionadas con el tema; por lo tanto no siempre es la mejor alternativa, si lo que buscamos es un modelo practico para el desarrollo de dichos proyectos. No obstante, puede ser tomada como referencia para la gestión de dichos proyectos.

A continuación se muestra el modelo que la guía PMBOK® 4ª Edición presenta para el desarrollo de los proyectos y en el que se basará este trabajo, con adaptación a la casuística de las paradas, para elaborar una metodología:

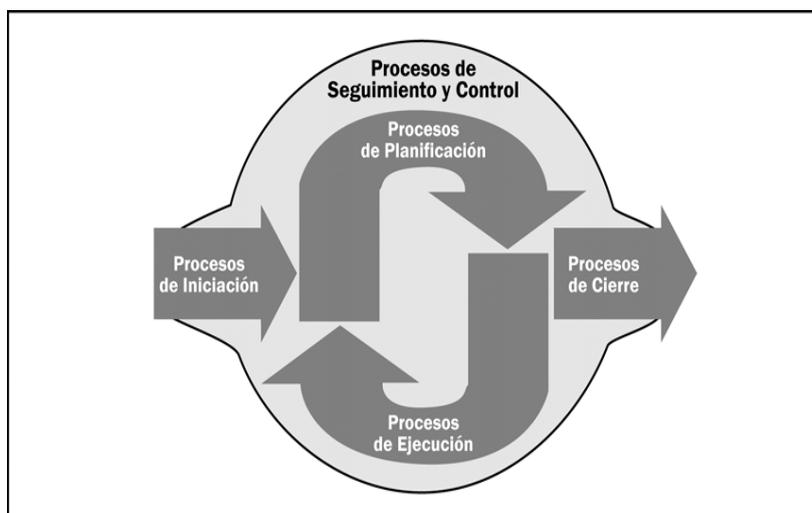


Figura 9: Procesos de un proyecto según PMI

El modelo propuesto en la metodología desarrollada describe de una manera clara y sencilla la forma como interactúan cada uno de los grupos de procesos (también llamados etapas) en un proyecto de parada de planta de deben gestionar estos proyectos. Adicionalmente a ello, en esta metodología también se incluye el plan de iniciación, el reporte semanal de avance el reporte mensual, el plan de seguridad industrial y salud así como las

estadísticas de accidentabilidad, y finalmente el plan de contrataciones, los cuales son de vital importancia para el desarrollo de un proyecto de parada de planta.

Al igual que el modelo base del PMBOK®, el modelo propuesto en esta metodología “modelo de gestión para proyectos de parada de planta” también divide el proyecto en cinco etapas o grupos de procesos (inicio, planificación, ejecución, control y cierre) los cuales permiten al equipo de la parada trabajar organizadamente minimizando así las posibilidades de fracaso. Cabe resaltar que este modelo adapta la participación de los grupos de procesos a los proyectos de parada de planta.

En la siguiente gráfica, se puede ver, según la filosofía PMI, la evolución de los procesos en el tiempo así como los máximos que se alcanzan en los procesos de planificación y ejecución en un proyecto de obra industrial habitual. En los proyectos de parada, el proceso de planificación debe ser tan importante como la de ejecución, como se puede observar en el gráfico siguiente.

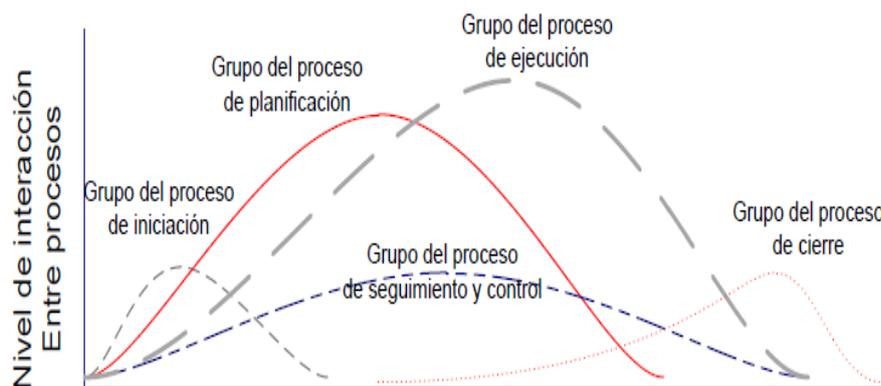


Figura 10: Relación entre los procesos y el nivel de interacción

El inicio, permite establecer las necesidades de la parada, seleccionar el equipo que durante el transcurso de la parada trabajara de la mano para conseguir los objetivos del proyecto, entre otros trabajos fundamentales que enmarcar esta etapa de la parada.

En la planificación, el equipo de planificación y control del proyecto trabaja para planificar en detalle todos los entregables que desarrollaran en la ejecución con una adecuada EDT basada en un alcance claramente definido en la fase de inicio.

En la ejecución, se realizan todos los trabajos que durante un largo periodo de tiempo fueron planificados ciñéndose, salvo emergencia, al planning y alcance.

El control, permite y asegura que las actividades se realicen correctamente y dentro de los parámetros de alcance, tiempo y costo.

El cierre, formaliza la aceptación de los entregables de la parada y termina ordenadamente el Proyecto de Parada.

3.2. Modelo Propuesto

Tal y como se ha comentado, el modelo del PMI es genérico para la gestión de proyectos, bien industriales, informáticos o de gestión de un hospital. En este caso se ha tratado de particularizar, partiendo de la base del propuesto en el PMBOK® 4ª Edición para la gestión de un proyecto industrial y más particularmente, para una parada de planta. Para ello, se parte de dos premisas fundamentales:

- Los proyectos de parada de planta surgen por la necesidad de operación y mantenimiento o la ampliación de la planta, entre otras necesidades que pueda presentar la empresa dentro de su plan estratégico. Es importante este punto desde el punto de vista de los riesgos de financiación para el equipo de proyecto ya que ésta proviene directamente de la planta o empresa y el equipo de proyecto no debe preocuparse por ella sino por la gestión del presupuesto asignado.
- El grupo de procesos de ejecución está claramente definido por las etapas de pre-ejecución y ejecución y, es necesario, sin temor a ser reiterativo en este tema, que los alcances y EDT queden claramente definidos en las fases de inicio y planificación

A diferencia del modelo de PMI, el modelo elaborado en la metodología propuesta particulariza la gestión de los proyectos a un proyecto de parada de planta, puesto que el modelo PMI al ser genérico y no es funcional para la gestión de una parada de planta en pequeñas y medianas empresas. A continuación se presentan algunas de las diferencias que tiene este modelo con respecto al modelo del PMI:

- La Metodología propuesta particulariza la gestión de proyectos industriales de paradas de planta frente al modelo PMI que considera un modelo genérico para todos los proyectos.
- Las técnicas y herramientas de gestión empleadas sólo son válidas, en principio, para gestionar un proyecto de este tipo y no son válidas para todos los proyectos.

- Dentro del proceso de ejecución se considerarán los trabajos previos como proceso independiente de los trabajos de ejecución, así como los trabajos post-ejecución, como otro proceso independiente.
- El proceso de ejecución comienza justo cuando terminan los trabajos previos a parada y termina con los desbloques y conexionado de la planta para su puesta en marcha y operación.
- Cada proceso comienza y termina con un hito temporal que puede o no ser coincidente con otro proceso en el tiempo.

En la introducción se planteaban distintos interrogantes relativos a cómo gestionar una parada desde el punto de vista de un proyecto. Tras analizarlos, se llegó a la conclusión que realmente una parada de planta era un proyecto y que a su vez este podría ser desarrollado por medio de un modelo de gestión de parada de planta. En la actualidad existen diversos modelos propuestos que abogan por la gestión de paradas exclusivamente de mantenimiento, tanto preventivo como revisiones de equipos. Otros se centran en la fase de control de ejecución y restan importancia a las actividades que el modelo PMI presenta. Es por ello que la metodología desarrollada siguió los como base de referencia el modelo PMI y particularizo aquellas actividades que se desarrollan, considerando además el caso en que se implemente la planta con nuevos equipos. Finalmente, la respuesta a los interesados en el desarrollo de un proyecto surge de los conceptos que el PMBOK® brinda en este tema. Este será un tema capital en el éxito de una parada y que a continuación se procederá a desarrollar para ganar claridad en el entendimiento de sus funciones y poder de actuación para garantizar el éxito de los trabajos. Las funciones descritas toman como base el modelo PMBOK® de Gestión de Interesados (Stakeholders).

- **Patrocinador/Promotor de la Parada:** Suele ser parte de la planta o complejo industrial en que se desarrolla y se encarga de definir las necesidades de esta, buscar financiación y justificar la rentabilidad de la inversión dentro de los planes de la Organización. En última instancia, valida el alcance y los entregables.
- **Director de Proyecto/ Coordinador de Parada.** Es un representante del Patrocinador o persona designada por él para la gestión del plan de parada. Será el encargado de la selección del equipo, realización y verificación de alcance, gestor de comunicaciones efectivas entre los stakeholders e identifica y mitiga los posibles riesgos. Debe de ser nombrado por el Patrocinador o gozar de su absoluta confianza. Su principal labor será definir el alcance de la parada y velar por su estricto cumplimiento en plazos, coste, calidad y seguridad.

- **Equipo de Parada.** Este equipo responderá ante el Coordinador de la parada exclusivamente y recopilará toda la documentación necesaria para una correcta planificación de todos los trabajos requeridos para la parada, incluyendo los pre y post ejecución. De igual forma realizará otras tareas entre las que se encuentran las listas de tareas, el cumplimiento de las normas de Seguridad e Higiene en el trabajo, los reportes de avance, listas de faltas y coordinación de Turn Over Package (T.O.P.) de transferencia de sistemas de la planta. Será liderado por un Director de Construcción que dependerá o incluso, estará al mismo nivel que el Coordinador de Parada. Dentro de este equipo, se debe contemplar la figura del Coordinador de Seguridad y Salud como parte integrante del equipo pero independiente en sus juicios.
- **Equipo de Apoyo:** Será integrado por los supervisores de campo, tanto del cliente/promotor como del equipo de proyecto. Su misión será realizar el seguimiento del trabajo diario de campo en dependencia del Director de construcción y como miembros del equipo de proyecto. Entre ellos se encontrarán los gestores de materiales, supervisores de especialidad, etc.

3.3. Metodología Tradicional de Gestión Vs. Metodología Propuesta.

El Modelo tradicional de gestión se basa en una gestión por Hitos, normalmente contractuales con la Organización encargada del desarrollo del proyecto que suele ser una organización tipo EPC especializada en la ejecución de proyectos industriales. Estos hitos, de forma general que de forma general se pueden considerar como los siguientes.

- **Reunión de alta dirección donde se definen las causas de negocio y las fechas en que se realizará la parada.** En el caso de ampliaciones de planta, se deben tener en cuenta los suministros de materiales y equipos ya que pueden condicionar las fechas en que se pueda realizar. Se suele partir de una idea con la ingeniería básica definida y con las compras de equipos críticas lanzadas.
- **Reunión de lanzamiento del proyecto de parada.** Enmarca el inicio formal de un proyecto de parada de planta por medio de la elaboración del acta de constitución del proyecto con los consiguientes nombramientos, que deben incluir, como mínimo, al Coordinador de Parada.
- **Control de la lista de trabajo Preliminar.** Inicio de los trabajos de seguimiento y control de la *work-list* (lista de trabajo) preliminar. Esto con el fin, de preseleccionar

los equipos que estrictamente deben ser incluidos en la parada así como las conexiones entre equipos/plantas (tie-ins).

- **Reunión para la definición del alcance.** Hito que determina la finalización de la inclusión de los trabajos en la lista de trabajo. Este trabajo se inicia después de realizar la lista de trabajo preliminar.
- **Lanzamiento de oferta a contratistas y selección de ellos.**
- **Definición del planning de trabajos con una idea aproximada de la carga de personal.** Desde el momento en que inicia la elaboración de la ruta crítica, es preciso confirmar la cantidad de trabajadores y el turno que les corresponde.
- **Parada de Planta.** Suspensión de los equipos que se encuentran en funcionamiento en la planta y parada de los sistemas de alimentación, energía y fluidos. Esto es necesario para iniciar los trabajos de ejecución de la parada y ésta no dará comienzo hasta que todos los sistemas estén parados y bloqueados para evitar accidentes.
- **Inicio del desmontaje de estructuras y servicios auxiliares.** En la medida que se cumplen con los trabajos de la parada, el equipo debe iniciar con la limpieza del sitio de trabajo.
- **Puesta en Marcha de Planta.** Arranque de los equipos que se encuentran en las planta.
- **Finalización de la desmovilización de equipos y personal.** Inspección e inventario de todos los elementos utilizados en la ejecución de la parada, junto con el personal que estuvo trabajando en la parada.
- **Cierre formal del Proyecto.** Entrega formal de los entregables y cierre administrativo del proyecto de parada.

La estructura general del modelo de gestión de paradas de Planta finalmente enuncia al modelo y describe cada una de las etapas o grupos de procesos de un proyecto de parada de planta. Para presentar el modelo de gestión considerado fue necesario identificar los grupos de procesos existentes en un proyecto en base al modelo propuesto por el PMBOK® 4ª Edición, para poder exportarlos al modelo de gestión de paradas e implementarlo.

La guía PMBOK® 4ª Edición presenta los siguientes grupos de procesos:

- INICIO
- PLANIFICACIÓN
- EJECUCIÓN
- CONTROL
- CIERRE

En base a estos grupos de procesos se llegó a la conclusión que el modelo propuesto también debería llevar estos grupos de procesos o etapas, teniendo en cuenta los ajustes necesarios para esquematizar un proyecto de parada de planta en base a dichas etapas. Finalmente los grupos de procesos o etapas que se estandarizaron para un proyecto de parada de planta son:

- **INICIO**
- **PLANIFICACIÓN**
 - **DISEÑO BASICO DE LA PLANIFICACIÓN**
 - **DISEÑO DETALLADO DE LA PLANIFICACIÓN**
- **EJECUCIÓN**
 - **TRABAJOS PREVIOS**
 - **EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE PARADA**
- **CONTROL**
- **TRABAJOS POST-EJECUCIÓN**
- **CIERRE**

Adicional a ello, se presentan las etapas de un proyecto de parada de planta incluyendo la sub-etapas. Para el caso de la planificación se establecieron dos sub-etapas (diseño básico de la planificación, planificación general y diseño detallado de la planificación, planificación de detalle), puesto que antes de entrar a realizar los trabajos referentes a la planificación es preciso realizar las estrategias para el desarrollo de los mismos.

En el caso de la ejecución se establecieron las sub-etapas de pre-ejecución y ejecución de los trabajos propios de la parada. Esto debido a que en la pre-ejecución se realizan todas las labores contratación de personal, formación de seguridad en la planta, instrucción de los trabajos, así como se van realizando aquellos trabajos que son necesarios previos a la parada y que no interfieren con esta como es el marcaje de tie-ins, implantación de equipos en la

campana del proyecto, etc.... Y en la etapa de ejecución se desarrollan todos los trabajos referentes a los equipos de la planta y que fueron planificados para la propia parada.

En la etapa de post-ejecución hace referencia a los trabajos que se deben desarrollar en la planta después de los trabajos propios de la fase de ejecución y están relacionados con trabajos de apoyo a la puesta en marcha de los equipos, de la planta y el cierre del proyecto, como por ejemplo la retirada de las estructuras provisionales que fueron utilizadas en la ejecución de la parada, realización de inventarios de materiales sobrantes y repuestos, apoyo a operaciones en la puesta a punto de la planta para optimizar la producción, etc.

Ya por último, en la etapa de cierre, se realizan todos los trabajos referentes al cierre administrativo de la parada/proyecto.

Algunos autores y organizaciones, especialmente norteamericanas, utilizan plantillas de hitos donde se detallan estos así como se asignan responsabilidades y duraciones estimadas de tareas. Este es un ejemplo de las tareas que se pueden organizar según hitos y no es excluyente pero sí que puede ser una guía útil para un control inicial de los trabajos a realizar así como muy necesario para realizar la matriz de asignaciones. Esta matriz es una de las herramientas que emplea el PMBOK® dentro de su Proceso de Gestión de las Comunicaciones y sobre ella, elaborar el organigrama del proyecto que será el que se empleará como comunicación con todos los involucrados en el proyecto.

3.4. Estructura Detallada de la Metodología de Gestión.

Después de haber establecido las etapas o grupos de procesos del modelo de gestión que se va a emplear, la metodología describe el comportamiento y el nivel de actividad de cada uno de ellos, teniendo en cuenta los hitos más significativos de cada una de las etapas.

Tomando como referencia el nivel de actividad que presenta el modelo PMI de cada uno de los grupos de procesos durante el desarrollo de un proyecto, se establecieron los niveles de actividad que estos representan en una parada de planta tal y como se muestra en el gráfico siguiente.

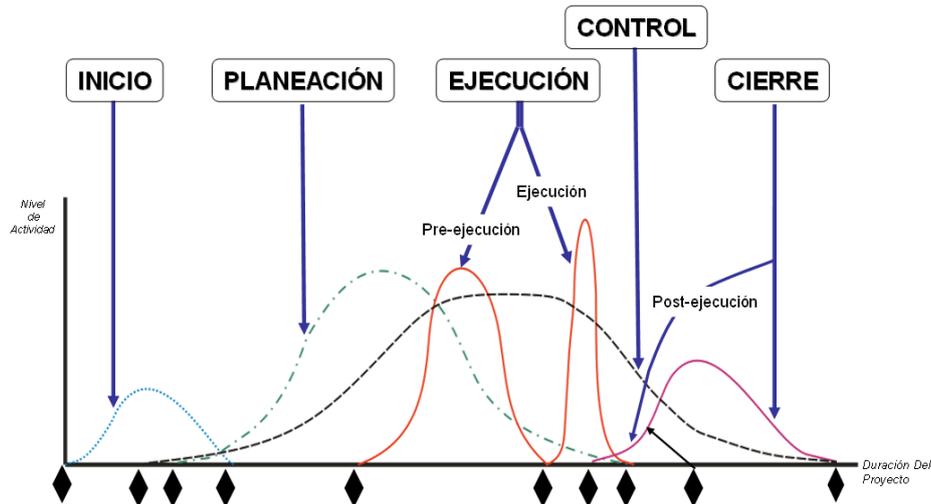


Figura 11: Estructura típica de los procesos de una parada.

Para el grupo de procesos de inicio el nivel de actividad que se presenta durante el desarrollo del proyecto es similar al de la parada, puesto que en esta etapa se realizan los trabajos necesarios para el inicio formal de un proyecto de parada de planta. Sin embargo, la representación gráfica del modelo propuesto añade los hitos que enmarcan el inicio, el final y los más significativos de cada etapa.

3.4.1. Grupo de Procesos de Inicio

Dentro del grupo de procesos de inicio consideraremos tres hitos principales:

- **Reunión de la alta dirección donde se plantean las causas de negocio y la programación de la tarea así como se valida la ingeniería básica y compras.** Notar que estas compras e ingeniería pueden ser realizadas por una Organización externa a la promotora, normalmente, en el caso de ampliaciones o mejoras productivas, que impliquen nuevas líneas o equipos, se suele encargar a una organización EPC(M) especializada en trabajos de este tipo. Como ya se comentó, en el caso de suministros de equipos, las fechas van a venir marcadas por el suministro de estos en las fechas previstas para la realización de los trabajos.
- **Inicio del plan de proyecto preliminar con un desglose de la lista de tareas a realizar.** En este caso es muy importante tener en cuenta a todos los implicados y, validar, dentro de lo posible, las listas de trabajos con ellos. Tanto los responsables de mantenimiento de planta como de operación deben participar en la elaboración de esta lista sin olvidar a Seguridad (especialmente a Protección Contra incendios en el caso en que la planta lo requiera). Es habitual que, o bien no se cuente con la

totalidad de los implicados, por lo que surjan trabajos no planificados durante la etapa de ejecución, o se cuente con todas las propuestas realizadas por todos los implicados que, en muchos casos, son trabajos que se pueden realizar fuera de parada y que no aportan valor añadido a esta, disparando costes y consumiendo recursos necesarios para trabajos más urgentes. A tal fin, se debe mantener una reunión donde se plantee con ellos los trabajos a realizar, los trabajos que ellos propongan, los límites temporales y de recursos y la justificación de dichos trabajos. Una vez dilucidado, debe ser aprobado para su inclusión en el alcance previa aprobación del promotor de parada. En algunos casos, el propio promotor va a realizar trabajos aprovechando la parada. Estos trabajos normalmente no se incluyen en los alcances, al ser trabajos que se realizan con recursos propios pero sí que pueden provocar interferencias con los trabajos de parada por lo que, se deben incluir en el plan del proyecto, bien como integrantes de él o como anexos. Como documento de salida, se tendrá la aprobación del alcance de los trabajos por TODOS los implicados (incluyendo los planos y cualquier documentación técnica generada previa a los trabajos de ejecución). Es conveniente, por parte de ellos, nombrar un interlocutor que actúe coordinadamente con el Coordinador de Parada y como representante de la planta (Operaciones/Mantenimiento) en todos los temas relacionados con el proyecto/parada.

- **Reunión previa de lanzamiento interno de la parada.** En esta reunión previa, se nombrará el coordinador de parada y éste, comenzará a recopilar la documentación necesaria así como a reclutar al equipo que va a participar. Será el único interlocutor entre el promotor/implicados y el equipo de parada. Su nombramiento puede ser realizado a la vez que se realiza la reunión de inicio de proyecto y dar a así comienzo oficial a éste. Tanto de esta reunión como de cualquiera que se celebre en el proyecto, se generará una acta que se enviará a todos los implicados en cada fase del proyecto para su comentario y aprobación. Se entenderá que se generará en el mismo día de la reunión y se tendrán dos días hábiles para la revisión y comentarios. Pasados esos días, se entenderá por todas las partes que se está de acuerdo con lo reflejado en el acta. De igual forma, para el caso de emisiones de planos y documentación, se establecerá un plazo de comentarios y aprobación que no suele exceder de los 15 días desde la emisión. Esto incluye P&ID, planos de planta, requisiciones de compra, etc.

Para lograr estos hitos, se deben realizar actividades conducentes a su consecución. Estas actividades pasan por las siguientes.

- **Selección del equipo de la gestión de la parada:** Serán los responsables de guiar a sus equipos y contratistas al cumplimiento de las actividades a realizar desde el inicio hasta el cierre de la parada de planta. Este equipo estará formado por personal de campo, administración, control de proyectos, costes, seguridad y salud y control de calidad e inspección.
- **Análisis de lecciones aprendidas:** Las lecciones aprendidas son documentos que se realizan después de una parada de planta o de cualquier proyecto. Estos contienen tanto aspectos positivos como negativos generados en la parada de planta anterior o de proyectos similares y cuyas enseñanzas puedan ser de utilidad a la hora de plantear el nuevo proyecto. Por tal razón es preciso realizar un análisis detallado de estos documentos para evitar que los errores cometidos en otros proyectos se realicen nuevamente y se manejen las lecciones positivas como ventaja competitiva a la hora de afrontar el nuevo proyecto. Pese a que las lecciones aprendidas las generan las personas que participan en los proyectos, son uno de los activos más importantes de las Organizaciones. Se volverá a incidir sobre ellas en la etapa de cierre del proyecto dentro del proceso de cierre.
- **Elaborar plan preliminar de hitos y entregables.** Los hitos de una parada de planta son eventos que tienen duración cero y que pueden tener un impacto significativo en el desarrollo de la parada. Al elaborar un plan preliminar de hitos, el equipo de la parada debe seguir y cumplir sin sobrepasar cada una de las fechas y las actividades propuestas normalmente asociados a la entrega de los entregables del proyecto. Este será entonces el plan de seguimiento que se observará durante el transcurso de todo el desarrollo de la parada (desde el inicio hasta el cierre).
- **Elaboración preliminar de la lista de trabajo (EDT).** Contiene las actividades que se deben realizar en el proyecto de parada de planta, incluyendo tanto las administrativas como las operativas (trabajos a realizar en la planta). No se deben olvidar las administrativas relativas a tramitaciones de permisos y legalizaciones de equipos, incluyendo en algunos casos, la propia planta. Estas labores suelen estar asociadas a las fases preliminares y finales del proyecto y suelen quedar un tanto “olvidadas” en las listas de trabajo
- **Análisis histórico de contingencias:** Las contingencias son aquellos trabajos que sin estar planificados dentro del alcance, pueden aparecer, en base a experiencias pasadas, durante la ejecución de la parada. Existen dos clases de contingencias: las que se esperan, pero que es necesario reconfirmarlas por medio de la inspección, y

las que no se esperan y que dependiendo del nivel de complejidad pueden retrasar el arranque de la parada. De modo que para llevar al mínimo estas contingencias es preciso que el equipo de operaciones de la planta analice minuciosamente tanto las contingencias presentadas en paradas y/o proyectos anteriores como las que posiblemente se pueden presentar en la parada que se está planeando. De nuevo, el juicio de expertos, en este caso de los usuarios y propietarios de la planta, va a ser determinante en el éxito de la parada. De igual forma, se deben elaborar planes de contingencia para cada una de las analizadas de forma que, en caso de que aparezcan, puedan ser acometidas sin poner en riesgo la viabilidad del proyecto.

- **Análisis de Riesgos.** Se podría considerar el análisis de contingencias dentro del análisis de riesgos pero se va a separar. Se considerará el análisis de contingencias como aquellos riesgos internos, propios de la planta mientras que con el análisis de riesgos se considerarán todos los factores externos que puedan afectar al planning de parada como puede ser la conflictividad laboral de la zona, la climatología, oposición social...

Este análisis, por extenso que sea nunca puede cubrir todos los riesgos y muchos de los que van a aparecer van a tener que ser analizados y resueltos sobre la marcha del proyecto. Como ejemplo, una importante parada en un complejo industrial, fue puesta en peligro, con el consiguiente desabastecimiento del mercado mundial de un producto de muy alto valor añadido por una huelga de transportes que impedía el transporte de una válvula de seguridad especial de Barcelona a San Sebastián para su tarado, e instalación posterior en Asturias. La solución fue usar un taxi con un miembro del proyecto como pasajero para evitar los problemas de la huelga.

Uno de los riesgos que pocas veces se contemplan es la evolución del mercado, que pueden provocar un adelanto o retraso de la parada con lo que ello implique en cuanto a suministros e implantación de contratistas.

- **Realizar solicitud de materiales con amplios plazos de entrega:** Es el pedido de materiales o equipos que comercialmente no se encuentran disponibles en el mercado nacional o que en el peor de los casos deben ser fabricados por las empresas proveedoras de dichos productos.
- **Realización del Acta de constitución de la parada y su transmisión a todas las partes implicadas mediante una adecuada gestión de la comunicación.** El Acta de Constitución de la Parada/Proyecto, del que ya se ha hablado anteriormente, es el

documento que formaliza el inicio del proyecto de parada de planta y facilita que el Gerente y su equipo comprendan cuáles serán los entregables finales de la parada y los propósitos de la misma. Es el primer documento oficial del proyecto y debe ser transmitido a todas las partes interesadas. Para ello, se elaborará un adecuado plan de gestión de las comunicaciones entre los interesados del proyecto y la transmisión de este documento puede ser la primera prueba de funcionamiento del mismo.

- **Elaboración del plan de gestión de las comunicaciones.** Este plan, identifica los procesos involucrados en garantizar que la generación, recopilación, distribución, almacenamiento y disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos. El plan debe incluir, como mínimo
 - Identificar a los Interesados: Quién es quién y qué papel desempeña en el proyecto
 - Planificar las Comunicaciones. Qué se debe transmitir, cómo y en qué plazos
 - Distribuir la Información. Elaboración de listas de correos o comunicaciones por capas
 - Gestionar las Expectativas de los Interesados. Atender y responder las cuestiones de los interesados
 - Informar el Desempeño. Transmitir los resultados del proyecto, tanto parciales como finales a los interesados y según capas.

3.4.2. Grupo de Procesos de Planificación

La etapa de planificación difiere del modelo PMI, en que poco antes que terminar con el inicio se pueden desarrollar algunas de los trabajos de planificación, mientras que en el modelo PMI la planificación arranca al iniciar el primer grupo de procesos. Tal y como se indicó, el suministro de materiales y equipos a la vez que las necesidades del mercado con respecto a la demanda del productos, van a marcar las fechas en que se puede realizar la parada dentro de un rango muy estrecho de fechas de comienzo y fin. Es más, en algunos casos, la propia planificación inicial va a reflejar más de una parada para realizar los trabajos contemplados en el proyecto de acuerdo con el plan estratégico del Negocio y las circunstancias de demanda.

Dentro de los hitos y actividades más importantes que se deben considerar en esta etapa, citaremos los siguientes

- **Reunión de establecimiento definitivo de alcance.** Una vez analizadas todas las propuestas de trabajo, el coordinador de parada, el representante de Operaciones/Mantenimiento y el promotor deberán establecer los límites del alcance de los trabajos a realizar dentro del proyecto así como aquellos que se van a realizar fuera del alcance pero coincidentes temporalmente con él. Una vez fijados estos trabajos, no se realizarán modificaciones en los alcances a no ser causa de fuerza mayor o trabajos de emergencia previstos y que afecten a la integridad mecánica de la planta o a la seguridad de las personas. De esta reunión saldrá un documento denominado Alcance (*Scope*) Rev. 0 que se emitirá para revisión y aprobación como el primer documento del proyecto en sí. Tras la revisión y si no hay comentarios, se establecerá el Documento de Alcance en Rev. 1 que dará comienzo a los trabajos de planificación y ejecución. En caso de comentarios, se valorarán por el equipo designado a tal fin. Normalmente este equipo lo forman el coordinador de parada, el promotor y un representante de los implicados (Operaciones/Mantenimiento de planta).
- **Cuestionamiento del alcance de la parada.** Una vez definido el alcance, se realiza una reunión o varias donde estén representados todos los interesados de la planta como del proyecto. En estas reuniones se estudian y se analizan detalladamente todos los ítems de la lista de trabajo, además, se establecen las prioridades y la viabilidad para cada uno de ellos en base al alcance definido por si aún quedara alguna duda sobre él. Ya se trabajaría con el Alcance en Revisión 1.
- **Congelamiento del alcance.** En principio, la revisión 1 de alcance es definitiva y no debe verse alterada. Por ello, una vez superada la reunión de cuestionamiento de alcance, donde, fundamentalmente se deberían resolver aspectos menores y más enfocados a las prioridades que a los alcances en sí, se procede a la congelación formal del alcance. Su finalidad es la suspender la inclusión de las actividades en la lista de trabajo, evitando así, el crecimiento incontrolado de la lista de trabajo. Todos los trabajos que quieran ser incluidos en la lista de trabajo después de congelado el alcance deben pasar por un estudio detallado con el equipo de la parada y el promotor/cliente para su aceptación teniendo muy en cuenta que los costes se disparan exponencialmente con el avance del proyecto.
- **Lanzamiento de requisiciones de compra y seguimiento de estas.** Las requisiciones de compra serán el siguiente documento que se generará y estará basado en el alcance. Se comenzará con las compras de equipos críticos para seguir

con los equipos e instrumentos y terminar con las compras *bulk* (tornillería, tubería no aleada, cables...). Desde el momento en que se lancen las requisiciones de compra, se realizará un seguimiento puntual de los estados de fabricación y suministro, así como del control de calidad y pruebas previo al envío. Las fechas de llegada de equipos van a ser una parte muy importante de la etapa de planificación de la parada y deben tener un seguimiento especial llegando incluso a tener una planificación de suministro independiente donde se actualizan semanalmente los ETA, *Early Time of Arrival*.

- **Asignación del equipo de parada.** El coordinador de parada validará los perfiles de las personas que integrarán el equipo que se encargará de la gestión. Para ello, nombrará un Director de Construcción que será la persona que velará en campo por el correcto desempeño del equipo y su alineación con los objetivos de alcance, coste, calidad y seguridad en el trabajo. Pueden ser pertenecientes a la propia Organización del promotor o externos, como en el caso de las paradas gestionadas por Organizaciones EPC(M). Normalmente se buscarán perfiles con experiencia en proyectos de parada y con conocimientos técnicos suficientes. Otra cualidad, dado que se trabaja dentro de la planta y con la presión que esta pueda llegar a ejercer, es una clara orientación a resultados.
- **Organización del Equipo de Parada.** Una vez designado el equipo, se debe organizar de forma que, partiendo de las EDT, se puedan asignar las tareas que cada miembro va a realizar. Esto se suele hacer en forma de organigrama y a la hora de valorarlo, se tienen en cuenta los perfiles de cada miembro del equipo así como sus capacidades y circunstancias y no sólo la experiencia. Las paradas las hacen las personas y se debe colocar a las personas adecuadas en los puestos adecuados ya que cualquier error de designación puede provocar el no éxito en la parada. Una forma de ir viendo cómo organizar el equipo, es incorporar al proyecto a las personas que, a priori, pueden ser claves en la Organización de la parada, en los trabajos previos, para ir analizando sus perfiles y la idoneidad de estos para los puestos según una evaluación continua del desempeño.
- **Análisis del Camino Crítico.** Probablemente es el punto más importante de toda la parada, especialmente en la fase de planificación y marcará todo el desarrollo de ella por lo que, bajo el punto de vista del autor, merece una mención aparte. En la complejidad de los análisis de los trabajos a realizar de forma que encajen con el alineamiento del Negocio (promotor/cliente), con el presupuesto, la calidad y el

alcance con un objetivo de Cero Accidentes, se debe tender a la simplificación máxima de las cosas. En una parada es imposible prestar la máxima atención a todas las actividades. Es indudable que un retraso en una actividad puede conducir a un retraso de todo el proyecto, pero también puede ser que no influya. No todas las actividades influyen de igual forma en un retraso o en un adelanto del final de la parada.

En toda parada, y en todo proyecto en general, es posible determinar un conjunto de tareas encadenadas que determinan la duración del proyecto. Este conjunto de tareas se denomina el 'camino crítico'. Si queremos acortar la duración de un proyecto, debemos acortar la duración de algunas de las tareas incluidas en ese camino. Es en estas tareas críticas en las que el responsable de la parada debe focalizar su atención y sus esfuerzos, tratando de reducir el tiempo de ejecución y asegurando que las siguientes fases van a poder realizarse sin retraso, en cuanto acabe la tarea crítica en curso. La gestión del camino crítico se convierte así en el trabajo principal y casi único del responsable de la parada, y el éxito de la realización en plazo de una parada depende de esa gestión.

La gestión del camino crítico tiene 4 fases:

- ✚ Identificación del camino crítico
- ✚ Optimización de los tiempos de cada una de las tareas críticas
- ✚ Comprobar que el camino crítico no ha cambiado después de la optimización
- ✚ Subordinación del resto de las tareas al camino crítico

La identificación del camino crítico consiste, como se ha dicho, en identificar el conjunto de tareas encadenadas que marcan la duración de la parada. El camino crítico no puede ser más que uno, aunque a veces haya tareas paralelas con una duración parecida que puedan inducir a dudas.

Una vez identificado, es muy importante verificar que el camino crítico es ese y no otro, contando con la opinión del personal que pueda tener algún criterio al respecto.

En este sentido, es importante destacar como la introducción de la informática a la planificación de proyectos ha ayudado en muchos aspectos, pero no ha ayudado a mejorar la visión global del proyecto y especialmente a identificar y gestionar el camino crítico. Confiar en que el software de programación será capaz de identificar perfectamente este camino es una temeridad, y fiarse de la información facilitada por él también lo es. Hoy por hoy, sigue siendo mucho más fiable la intuición y el saber

hacer de un gestor de proyectos experimentado y con una visión global adecuada, que confiar en la lista de tareas, normalmente extraña y caótica, que aporta un programa informático de forma automática.

Identificado y verificado que es éste y no otro el camino crítico que hay que gestionar, la etapa siguiente es estudiar la duración de cada una de esas tareas críticas. Es muy importante estudiar con precisión tanto la duración de cada tarea crítica como los enlaces entre ellas. Esto será importante para reducir el tiempo de duración, preparando herramientas y materiales con suficiente antelación, como veremos en el apartado siguiente, y realizando anticipadamente todo lo que pueda llevarse a cabo de esa tarea antes de que comience a ser crítica. Es curioso cómo es posible reducir el pequeño grupo de tareas que marcan la duración de una parada de forma drástica si se centra la atención en ellas.

Tras optimizar la duración de cada una de las tareas críticas, es importante comprobar que el camino crítico no ha cambiado, pues a veces la reducción en el tiempo es tan importante que las tareas críticas pasan a ser otras. Es importante verificar continuamente que esta optimización o los imprevistos que vayan surgiendo no hacen cambiar el camino crítico, pues si lo hicieran habría que volver a re-estudiar la planificación.

Una vez comprobado cual es el camino crítico tras la optimización, hay que subordinar el resto de los trabajos a esas tareas críticas, de forma que aquellas no interfieran en la duración de éstas.

Habrà que comenzar las tareas en paralelo en el mejor momento para el camino crítico, incluso dotándolas de cierto margen de seguridad para evitar que lleguen a provocar un retraso en una tarea crítica.

Para disminuir la duración de una parada, o al menos, para garantizar el cumplimiento del plazo previsto, es muy importante la fase inicial de preparación y la de trabajos previos a la parada. En esta fase de preparación se incluye la planificación de las tareas, la determinación del camino crítico y la disposición de todo lo necesario para poder acometer los diversos trabajos, como es:

- ✚ Asegurar la disponibilidad de la mano de obra especializada necesaria para cada uno de los trabajos. Asegurar que tienen todos los requisitos para poder

comenzar el trabajo (requisitos administrativos, contratos, formación en seguridad, etc.)

- ✚ Asegurar que todo el personal implicado conoce con exactitud lo que tiene que hacer
- ✚ Asegurar que los materiales necesarios estén en la planta antes de comenzar los trabajos, y con suficiente antelación, por si la revisión de los materiales recibidos determinase que alguno no alcanza sus especificaciones.
- ✚ Asegurar que se dispone de todos los medios necesarios
- ✚ Asegurar que se han solicitado todos los permisos de trabajo necesarios y que se ha tomado todas las medidas de seguridad necesarias

En la fase de preparación, es conveniente distinguir entre las cosas que se pueden realizar antes de la parada y lo que tiene que realizarse durante la parada. Todo lo que pueda realizarse antes supondrá una descarga de trabajo y de incertidumbres.

Por otro lado, en la fase de trabajos previos, se debe lograr alcanzar el máximo de ejecución de trabajos que sean necesarios dentro de la parada pero que no sea necesario realizar con los trabajos de parada en sí o incluso, aquellos que se puedan ir simultaneando con las paradas de producción y corte de fluidos y energía de la planta como son los bloqueos de seguridad que se pueden ir ejecutando conforme la planta va pasando de la fase caliente a la fría y que concluye con la parada final de todos los sistemas.

Puede afirmarse sin temor a equivocarse que una parada bien preparada puede salir mal porque surjan muchos imprevistos, pero una parada mal preparada es imposible que pueda completarse de forma satisfactoria, ni en plazo ni en coste ni con la calidad requerida y puede ser causa probable del acaecimiento de un accidente grave por la presión, el desánimo, etc.

El enlace entre tareas es el punto donde se generan mayor cantidad de tiempos muertos. Denominamos enlace entre tareas al tiempo que transcurre entre la finalización de una tarea y el inicio de la siguiente tarea enlazada (que suelen ser del tipo FIN-COMIENZO). Como siempre, entre tareas que no están en el camino crítico el problema del enlace es menos preocupante al disponer de holgura libre. Pero en tareas enlazadas en el camino crítico, hay que prestar mucha atención, de forma que el responsable de la parada debe verificar constantemente que la siguiente tarea va a realizarse inmediatamente después de la anterior, sin tiempos muertos. Esa es una de

las labores principales de los responsables de campo, los supervisores de construcción y del propio director de construcción liberando, en la medida de lo posible, de dichas tareas al coordinador de parada.

Históricamente se ha visto que la mayor parte de los problemas surgen de una mala organización de los recursos disponibles por lo que es de vital importancia asegurar su disponibilidad y optimización. Tal y como ya se ha citado, no por disponer de más recursos se hace más rápido el trabajo sino por disponer de los óptimos de forma óptima. A veces, para aprovechar ‘mejor’ un recurso (un equipo de personas, una herramienta determinada, una grúa) se le encarga una actividad para que la vaya realizando hasta que tenga que intervenir en esa tarea crítica. Y ocurre con demasiada frecuencia que ese recurso, cuando se necesita para la tarea crítica, no está disponible, porque se está empleando en esa otra tarea no crítica. Esto hay que evitarlo a toda costa. Es preferible tener un recurso inactivo durante un periodo de tiempo que arriesgar a que no esté disponible en el momento necesario. Si se trabaja de ocupar al máximo cada recurso, puede que la rentabilidad aparente de éste sea buena, pero el retraso en el proyecto que puede ocasionar será mucho más costoso que haber mantenido ese recurso inactivo pero disponible un tiempo.

La labor del equipo de planificación debe de estar sustentada en la experiencia de las personas del equipo de la parada así como aquellas personas que mejor conozcan las instalación, de ahí que se sugiera que el equipo de proyecto esté apoyado por personal de mantenimiento y operaciones. No es más que considerar el “juicio de expertos” que considera la metodología PM en el PMBOK®.

- **Preparación de suministros y servicios temporales.** Una vez vista la planificación y los trabajos a realizar, se deben dimensionar los servicios e instalaciones temporales necesarias para la parada. En principio van a ser necesarias campas de almacenamiento, vestuarios, comedores, salas de reuniones e infraestructura de oficina para el equipo de dirección del proyecto, aparcamientos, etc. así como suministro eléctrico, saneamiento, agua, redes de comunicaciones. Estas necesidades se analizan y se plasman en un listado de instalaciones y servicios temporales.
- **Realización del plan de seguridad y salud así como del plan de calidad del proyecto.** Ambos se realizarán conforme a las especificaciones de proyecto y tendrán personal específico asignado para ello que no será perteneciente al equipo de

proyecto pero a la vez independiente en sus juicios con respecto a él y dependerá exclusivamente del coordinador de parada.

- **Definir estrategias de contratación.** En esta actividad se analiza la forma en que el personal externo será contratado para la ejecución de la parada, teniendo en cuenta el nivel de especialidad que se requiera para el desarrollo de los trabajos.
- **Reunión de parada incluyendo a los contratistas.** Desde los departamentos de compras y gestión se lanzarán las ofertas de requisición de material y compras a la vez que se tramitarán los distintos paquetes asignados a los contratistas. El proceso de selección de contratistas contará con el promotor, y en su caso la Organización gestora de la parada que puede asumir o no, la gestión total de las contrataciones. Una vez adjudicadas siguiendo los criterios de experiencia, capacidad, capacidad humana y técnica, solvencia financiera e inclusión en la lista de proveedores autorizados, se procederá a realizar una reunión de lanzamiento con cada una de las contrataciones donde se les explicará el alcance de los paquetes de trabajo asignados y se resolverán todas sus dudas con visitas a la planta, aclaraciones contractuales, de prefabricación, trabajos pre-parada, organización, etc. De igual forma, se les adjudicará un interlocutor directo en campo, previamente asignado internamente en la EDT. En las fechas anteriores a la parada se celebrará una reunión con todos los contratistas donde se explicará, en la fase de ejecución propiamente dicha, la metodología de control, seguimiento, avances, resolución de faltas, interferencias, etc durante la ejecución de los trabajos y el organigrama de la parada. En esta reunión se incidirá de nuevo en aspectos como el cumplimiento de todos los objetivos y la planificación realizada para alcanzarlos.
- **Implantación de equipos de trabajo.** Tal y como se ha comentado, una vez que los contratistas están implantados en obra y son conocedores de los alcances de trabajo, se procederá a revisar la planificación con ellos de forma que puedan dimensionar sus equipos de trabajo para adaptarse a las necesidades del proyecto. Es práctica habitual solicitar a estos mismos contratistas una planificación de detalle de sus trabajos así como la asignación de recursos que van a realizar para alcanzar el objetivo de la parada. Además, es necesario implementar por su parte el plan de movilización de recursos y necesidades de implantación.
- **Puesta en Marcha de Equipos.** En algunos proyectos, el alcance del proyecto incluye la puesta en marcha de los nuevos equipos o de la planta tras los trabajos realizados.

Esta situación debe ser contemplada por la planificación ya que forma parte del alcance de trabajos y suele implicar a recursos vinculados a la fase de ejecución como apoyo a la puesta en marcha.

Los aspectos considerados hasta ahora se referían a una planificación general de proyecto. Si se consideran los aspectos de la planificación de detalle las actividades a desarrollar por el equipo de planificación y control pasan por:

- **Preparación del Organigrama del equipo de la parada y su comunicación a los interesados del proyecto.** El Organigrama va a ser la representación gráfica que define la línea de mando, la dependencia organizacional y la toma de cadena de toma de decisiones. Será la forma de plasmar en un documento, la matriz de atribuciones del equipo del proyecto. Una vez generada y aprobada, se trasladará al cliente/promotor, contratista, operaciones, mantenimiento y cualquier otra persona u organización implicada en el proyecto.
- **Definir roles y responsabilidades de la parada.** En el punto anterior se ha aludido a la matriz de asignación de tareas. Esta es una herramienta que asegura que todos los trabajos sean asignados al equipo de planeación de la parada.
- **Realización de la EDT (Estructura de Desglose del Trabajo).** Por medio de ella, se incluirán todos los trabajos a realizar tanto para el equipo de la administración como para el equipo de la ejecución de la parada. Esta estructura divide el trabajo en paquetes pequeños de trabajo, de tal manera que su desarrollo sea fácilmente controlable
- **Elaboración línea base de costos, alcances, progreso, etc.** Una de las más importantes es la línea base de costes ya que aporta información tanto sobre los costes como sobre los avances. A su vez permite al equipo de la parada tener un referente en tiempo y costo de los trabajos que se están desarrollando, de tal manera que si uno de los trabajos se atrasa, se puedan aplicar estrategias para corregir esos tiempos sin afectar la fecha de ejecución de la parada.
- **Invitación a licitar.** Una vez definidos los alcances y realizados los paquetes de trabajo, se lanzan a oferta a los distintos contratistas que vayan a participar en el proyecto. Para ello, se les envía una invitación a licitar como mínimo a tres empresas de cada sector. Esta invitación permite por medio de las conferencias ofertantes, informar a los posibles contratistas las necesidades de la parada, alcances, paquetes

de trabajo, y cualquier otra información que les sirva de base para realizar la oferta. En una segunda tanda, y tras haber estudiado el proyecto, se les vuelve a invitar a una reunión de aclaraciones y así evitar contratiempos por la falta de claridad en las licitaciones.

- **Selección de contratistas.** Tras haber realizado la invitación a licitar, y las tener las ofertas de cada contratista, se procede a seleccionar al contratista que va a ejecutar el proyecto. Esta actividad permite seleccionar los contratistas dependiendo del nivel de especialidad que requiera la ejecución o si los contratistas se han desempeñado bien en los trabajos impuestos por la empresa. Esta es una de las razones por las que se debe guardar toda la información histórica de los proyectos ya que ayudan a proyectos futuros. Este sería un caso de lo citado, donde la información sobre el desempeño de un contratista, puede inclinar a su favor, o en su contra, la adjudicación de un contrato. Además de este factor, habrá otros muchos a valorar como su solvencia económica, estar al corriente de pagos con proveedores y la Administración Local, Autonómica y Estatal, Índices de Seguridad, capacidad técnica y de recursos humanos para las fechas de la parada....
- **Seguimiento a la/s curva/s S del proyecto.** Durante todo el proyecto, y especialmente en la fase de ejecución se llevará un control de avances por medio de diversas herramientas y una de las más utilizadas en el análisis del valor ganado se realiza un seguimiento continuo de todas las actividades de la parada en tiempo y costo, de manera tal que cualquier demora en los trabajos sean rápidamente detectados y resueltos.
- **Hacer seguimiento a compras.** Dado que el proceso de compras puede verse afectado por múltiples factores, es preciso mantener contacto permanente con los proveedores de la empresa para ver si el proceso transcurre sin ninguna complicación y se cumplen plazos de suministro, especificaciones y planning de fabricación.

3.4.3. Grupo de Procesos de Ejecución

La curva del grupo de procesos de ejecución se elaboró teniendo en cuenta el nivel de actividad y la participación de esta durante el desarrollo de todo el proyecto. Después de consultar el texto “Turnaround shutdown and outage management” y en base a la experiencia del autor de este trabajo, se puede afirmar, que, de forma general, la ejecución de una parada de planta tiene variable y que depende del nivel de actividad y la optimización de los recursos presentes en la fase de ejecución. Este es un concepto que, en muchas ocasiones choca

frontalmente con la filosofía de las organizaciones, especialmente de los promotores/clientes, que tienden a creer que más recursos garantizan más avance en los trabajos cuando la clave está en una correcta organización de estos y los alcances, de acuerdo siempre a la planificación.

Teniendo en cuenta este concepto se determinó que la ejecución de una parada de planta no puede ser representada de la misma manera como lo establece el modelo debido a la fase de trabajos de preparada que la metodología PMI no contempla y que, acertadamente, algunos autores consideran como un factor clave en el desarrollo del éxito del proyecto. Por lo tanto, queda claro que existen en un proyecto de parada de planta dos ejecuciones, primero, la ejecución de estos trabajos previos, necesarios y no concurrentes con la parada y segundo la ejecución de los trabajos en sí.

Trabajos de ejecución previos a la parada e hitos que contemplan.

Dentro de estos trabajos de ejecución previos a la parada, se suelen contemplar los siguientes:

- **Suministros.** Se deben verificar que todos los equipos necesarios para los trabajos están pedidos y que estarán en fecha en obra. Esta fecha siempre debe ser la *Early* de la planificación y en el caso de los equipos que se encuentren dentro del camino crítico, garantizar su suministro con al menos una semana antes de la parada de la planta para su almacenamiento en los almacenes de proyecto, de ser posible, o, en el caso de equipos de grandes dimensiones, en las instalaciones portuarias o logísticas. Sin ser excluyentes, se contempla de forma general:
 - Equipos rotativos
 - Válvulas especiales (de gran diámetro o para usos especiales)
 - Equipo no-standard como pueden ser tubos de intercambiadores, bandejas de columnas, etc.
 - Materiales exóticos (Hastelloy, Inconel, Titanio...)
 - Catalizadores y packing
 - Suministros sometidos a gestiones aduaneras o que necesiten de permisos especiales.

➤ Consumibles

En el caso de que se suministren con antelación, deberán ser almacenados conforme a las instrucciones de los fabricantes y suministradores y se realizará el mantenimiento preventivo que sea necesario, con el correspondiente registro.

Todos los equipos suministrados así como los materiales, quedarán registrados y semanalmente, se hará una actualización de los equipos suministrados y pendientes de llegada así como la fecha prevista de llegada, las inspecciones realizadas y se reportará cualquier incidencia que pueda poner en riesgo el suministro. Se elaborarán planes de contingencia para los pequeños suministros que puedan ser considerados críticos.

- **Adecuación y preparación de herramientas y equipos.** Se realiza un inventario y se verifica el estado de todas las herramientas marcando aquellas que no se encuentran en buen estado para su reparación o descarte en los trabajos así como los equipos que serán utilizados en la parada de planta, con el fin de evitar imprevistos que puedan afectar el arranque de la parada.
- **Prefabricación.** Normalmente se prefabrica tubería y estructuras de acero y pueden presentar los mismos problemas que los suministros de materiales en cuanto a retrasos o incidencias. Por ello, se deberá realizar un seguimiento exhaustivo de la prefabricación. De igual forma, previo a los comienzos de la prefabricación, se debe realizar un análisis de constructabilidad indicar qué ítems son prefabricables y en qué medida.

Dado que se comienza en una fase temprana, aparentemente no presenta la presión de los trabajos en parada y este puede representar un problema grave. Debido a la creencia que hay un exceso de tiempo, se retrasa o derivan recursos a tareas más urgentes constantemente hasta que se convierta en un problema. Por lo tanto, el coordinador de la parada debe asegurarse de que toda la prefabricación esté realizada en tiempo y forma y con las pruebas necesarias que garanticen su fiabilidad como son los ensayos no destructivos y pruebas de presión o su integridad como pintura y recubrimientos. Normalmente en taller se les da el chorreo e imprimación a las tuberías y equipos para completar la pintura en campo.

Mención aparte representan los planos y especificaciones. En el caso de prefabricaciones se debe asegurar de que se trabaja con las últimas revisiones de planos y que no llega a obra ningún ítem que no sea fabricado en esta última revisión.

La forma de controlar las prefabricaciones y los suministros es contar con activadores e inspectores que controlen estos trabajos en los lugares en que se realicen generando informes semanales (en el caso de ser posibles) sobre la actividad y las incidencias registradas.

- **Disponibilidad de *Vendors' representatives* en las fechas de parada.** Se puede dar la circunstancia de que algunos equipos especiales, y por contrato, tengan que ser verificados en su instalación por representantes del suministrador. Esto es debido a su complejidad, su know-how, protección por patentes o simplemente, garantías. Es muy importante realizar una planificación y comprobar la necesidad de estos representantes en las fechas de la parada así como su disponibilidad. Es común que tengan una agenda muy apretada y se deben solicitar con semanas e incluso meses de antelación. En paralelo, y comprobada su disponibilidad, se deben conocer los medios que van a necesitar para realizar su trabajo (normalmente apoyo de contratistas, herramientas, medios de elevación...) así como intentar asignar alguien que pueda comunicarse con él fijando un idioma de trabajo.
- **Trabajos de acondicionamiento y servicios.** Tal y como se ha indicado, una parada moviliza gran cantidad de personal y recursos. A tal fin, es necesario en muchas ocasiones, acondicionar una zona para casetas de contratistas, salas de reuniones (*War Room*), vestuarios y todos los servicios asociados. Otros trabajos pasarían por acondicionar una zona de almacenamiento temporal o la preparación de viales para transportes pesados. Normalmente, se lanza un paquete de trabajos previos relacionado con Obra Civil y que se encarga de realizar dicho acondicionamiento. Los alcances han de dimensionar las necesidades en base al volumen de la parada.
- **Seguimiento al plan estratégico de los contratistas.** Previo al comienzo de los trabajos en parada, y de forma individual con cada contratista, se debe revisar el método que será empleado por parte de los contratistas para la intervención de los equipos y constatar que el personal que entrará a la planta para la ejecución, este al día con los reconocimientos médicos, formación general de seguridad y salud y formación específica de la parada.

- **Definición de la estrategia para las comunicaciones en la parada**, es decir, establecer el método, seleccionar y comprar los equipos que serán empleados por los supervisores y todo el equipo de la parada para mantener sus comunicaciones. Es habitual que existan zonas ATEX donde no se puedan usar emisoras de radio no ATEX o teléfonos móviles, por lo que, en estos casos, se procederá al suministro de emisoras o de cualquier medio que permita la comunicación directa y fluida entre los miembros del equipo de parada y los contratistas.
- **Verificación y marcaje de *tie-ins* y conexiones**. Es común que se realicen picajes de conexión en tuberías y equipos o nuevos conexionados eléctricos alimentados desde líneas existentes. Estas conexiones deben de estar bien definidas ya que se realizarán durante la parada, el estar desconectadas de la energía o fluido que las alimenta, y son trabajos que se deben realizar previo a la parada.
- **Formación previa de los trabajadores**. Todos los trabajadores que intervengan en la parada necesitarán disponer de una formación general relativa a los riesgos de la planta donde se va a trabajar, así como de los específicos de los trabajos a realizar y que pasan por: formación en trabajos en alturas, espacios confinados, manejo de carretilla elevadora o plataforma, uso de andamios, planes de emergencia y evacuación, sustancias peligrosas, contactos eléctricos, trabajos en alta temperatura, soldadura y corte....Dado que esta formación consume recursos, en la fase de parada todo el personal que intervenga deberá estar formado en las materias que le apliquen para lo que, debido el volumen de personal que se va a mover, se elaborará un plan de acción de formación adecuada de acuerdo con todos los intervinientes en el proyecto.
- **Establecimiento del plan de emergencia y evacuación** así como informar a las autoridades civiles sobre los trabajos a realizar y el propio plan de emergencia.
- **Establecimiento de bloqueos y procedimientos de seguridad** previos al comienzo de los trabajos. Todos los puntos de bloqueo de fluidos y energía, como en el caso de los tie-ins, deben ser establecidos previamente al comienzo de los trabajos en parada. De igual forma, los procedimientos de seguridad, en caso de ser diferentes a los habituales en los trabajos de preparada, deben ser enviados a los contratistas, comentados y comprendidos, verificando por parte del equipo de proyecto su cumplimiento. Esto suele aplicar cuando existen permisos de trabajo propios de la instalación y se modifican para los trabajos de parada.

- **Asignación de turnos de trabajo.** Aunque sea un trabajo meramente organizativo, en colaboración con el equipo de planificación y los contratistas, se establecerán los turnos de trabajo así como la carga de personal que habrá en cada turno. Muchos trabajos van a quedar limitados por las interferencias por lo que realizar el encaje de turnos es una tarea de gran trabajo previa al comienzo de la parada. Por ejemplo, los ensayos no destructivos tipo radiografiado, interfieren con todos los trabajos que se realicen en el área de alcance de la fuente (nunca menos de 50 m) y la necesidad de realización, condiciona los trabajos en el área. Para hacerlos, se suelen emplear turnos muertos, como son los cambios de turno o las horas de comida y cena.
- **Incorporación de personal.** Anteriormente se había indicado que todo el personal deberá recibir la formación necesaria para la realización de los trabajos previo a la parada. Esto pasa también por la incorporación del personal previamente a la parada para que cuando esta comience, se incorporen directamente a ella o en el plazo establecido para sus trabajos. El planning y la curva de incorporación y desmovilización de personal pasa por ser uno de los documentos base a crear antes del comienzo de los trabajos de ejecución.
- **Instalación de medios de elevación** (andamios y medios auxiliares). Se deberán instalar el máximo de medios auxiliares necesarios para los trabajos sin que interfieran con los trabajos propios de la planta. Así, durante la fase de parada de sistemas, se pueden ir realizando trabajos de andamiaje en aquellos lugares en los que sean necesarios para optimizar su uso e interferir lo menos posible con los trabajos de ejecución en parada.

Trabajos de ejecución en parada e hitos que contemplan.

Mención hecha a los trabajos previos a la parada así como de los hitos más importantes, la fase de ejecución en sí misma de la parada se puede definir como la fase dónde los procesos que predominan son los de ejecución y control. Si nos centramos en los trabajos de ejecución propiamente dicha, la parada podemos decir que comienza cuando se terminan los trabajos de preparada, es decir, cuando todos los sistemas que intervienen pasan a posición fría y quedan aislados completamente del resto de la instalación. Algunos autores consideran que la parada comienza con el comienzo de parada de los sistemas pero, teniendo en cuenta que durante esos trabajos, normalmente ejecutados por el personal de operaciones, apenas interviene el equipo de parada excepto para montar andamios o para apoyo en los bloqueos, se considera que la parada de planta comienza con el estado frío de ésta. Esta fase entre el comienzo de la parada de los sistemas de la planta y el comienzo de los trabajos de ejecución

de la planta puede demorarse días y es muy importante aprovechar ese tiempo al máximo en la realización de trabajos que se pueden considerar previos ya que, un buen aprovechamiento de estos tiempos, puede facilitar el éxito de la parada.

Considerando que la parada de planta ya ha comenzado, los principales hitos que van a aparecer son:

- **Inicio de la parada de planta.** Marca el instante cero a partir del cual comienza a contar la planificación de parada y aplican todos los procedimientos, calendarios de reuniones, etc. que han sido implantados para la gestión de la parada. Como se ha comentado en otro capítulo, suelen ser momentos de aparente desorden y desorganización por lo que es un momento de especial atención para analizar e implementar los procedimientos de trabajo y de gestión de interferencias. Debido a todo ello, la Seguridad será el máximo objeto de atención.
- **Gestión de Entregables.** Conforme avancen los trabajos de ejecución comenzarán las entregas. Los entregables fueron definidos y planificados en los procesos previos a la fase de ejecución y es fácil que el mismo día de comienzo de la parada, se realicen entregas parciales o totales en sistemas. En la fase de control y cierre se comentarán cómo se han de realizar las entregas de dichos entregables.

Dentro de este punto, comentar el concepto de *Mechanical Completion*. Es común que la fase de entregas comience cuando un sistema está en la fase de *Mechanical Completion*, es decir, al 80% de su construcción y pendiente de trabajos que no impidan su puesta en marcha y operación. Por ejemplo, una tubería montada, con soportes, ensayada mediante ensayos no destructivos, probada hidráulicamente y pendiente de pintura, se puede considerar dentro de la fase de *Mechanical Completion* ya que la pintura no impediría su puesta en marcha. Normalmente, la documentación final de pruebas se entrega con la terminación 100%.

Como ya se ha comentado, en la fase de control se volverá a incidir sobre este tema ya que los entregables son el objeto de los trabajos de ejecución de la parada.

- **Reunión diaria de avances de trabajo.** Se celebrará una reunión diaria con los contratistas para valorar el avance diario de los trabajos realizados, de forma que se pueda tomar una instantánea del momento en que se encuentra el proyecto y detectar los problemas o incidencias que surjan o puedan surgir y anticiparse a ellos

especialmente aquellos que puedan afectar a las actividades del camino crítico de la parada.

- **Replanificación durante la ejecución.** En algunos casos pueden aparecer trabajos no contemplados en el alcance original, bien por emergencia o porque, en su momento, no se consideraron a incluir en el alcance y que, haya que ejecutar durante la parada. Esta circunstancia obligaría a replantear la planificación inicial y analizar el impacto negativo que pudiera tener en la puesta en marcha de la planta.
- **Inspección y validación de los trabajos.** Si bien está íntimamente conectado con la gestión de entregables, la inspección de trabajos se va a considerar como un hito diferenciado de este. En general, los trabajos que conducen a los entregables van a ser realizados por empresas contratistas, en principio no vinculadas ni a la Organización Promotora ni a la Gestora del Proyecto de parada por lo que se deben articular los mecanismos de control adecuados para que los trabajos se realicen con las máximas garantías y de acuerdo a las mejores prácticas profesionales y según los procedimientos de trabajo establecidos. Esta labor se suele realizar en campo por medio de inspecciones y supervisión directa del equipo de parada que serán los responsables de velar por el cumplimiento de los trabajos que conduzcan a los entregables tanto en plazo como con la calidad adecuada además de en condiciones de seguridad. Esta supervisión será el primer filtro que validará los entregables y dará su aprobación a la *Mechanical Completion*.
- **Finalización y Preparación de equipos para PEM.** Siguiendo con el tema de los entregables, y dentro de los trabajos de ejecución, se debe prestar especial atención a la finalización de trabajos y preparación para Puesta en Marcha. Una vez concluidos los trabajos, realizadas las pruebas, y aceptados los entregables, debe realizarse una última inspección que garantice que todos los equipos o sistemas afectados por la parada, además de haber sido contruidos de forma adecuada a los procedimientos, están preparados para su puesta en marcha y operación. A tal fin, se debe verificar la aceptación formal del montaje por los *vendor representatives* mediante un Acta de Aceptación, en los casos que aplique, el estado de las válvulas y bloqueos, cierres de equipos, desembreadados, aprietes de conexiones bridadas, conexiones eléctricas, calibraciones de instrumentos, señales, etc. y dejarlo documentado en la medida de lo posible. En principio, puede parecer un trabajo redundante pero la experiencia indica que parte de los problemas surgidos en paradas han sido debidos a incidentes

debidos a faltas, en principio menores, cuyas consecuencias han sido retrasos cuando no incidentes de mayor o menor gravedad para los equipos y las personas.

El procedimentar estas comprobaciones finales es un trabajo del equipo de proyecto, basándose en su experiencia y casuística de los trabajos realizados, mientras que el peso de las comprobaciones suele recaer en el contratista que ejecuta los trabajos y con supervisión del equipo de proyecto u operaciones/mantenimiento de planta. Como ejemplo, existen *checklist* de comprobación de pares de apriete en uniones bridadas en función del servicio y el tipo de juntas que aplican o inspecciones visuales del tipo de juntas, listas de comprobación de señales, alineación de bombas, comprobaciones topográficas de nivel de estructuras, etc.

Si bien a veces, algunos de estos trabajos se consideran de puesta en marcha propiamente dicha, el equipo de construcción/ejecución debe velar porque los equipos, instrumentos y todos los ítems estén de acuerdo a especificaciones y puedan cumplir con el servicio en el que están instalados.

- **Verificaciones de Seguridad y Salud.** Hasta ahora, los riesgos para las personas han sido mínimos ya que los trabajos previos han sido fundamentalmente de oficina y los considerados de ejecución previos a la parada, si bien podrían tener cierta peligrosidad al estar la planta en funcionamiento, además de los riesgos propios de los trabajos en sí, no representaban los riesgos que aparecen en los trabajos de ejecución de parada donde, como se ha visto, se consumen la mayoría de los recursos de personal, es decir, donde se encuentra el mayor número de horas de trabajo. Pese a que la estadística es un dato frío, indica que por cada millón de horas trabajadas existe una gran probabilidad de que se produzca un accidente grave. No es habitual que en una parada se alcancen estas cifras de horas de trabajo pero sí que el 75% de las horas trabajadas se concentran en un periodo muy pequeño de tiempo.

Las verificaciones de Seguridad y Salud de la parada comienzan con la comprobación de la anulación de sistemas y los consiguientes bloqueos. Realizados estos, se procede a desenergizar los sistemas y liberarlos de energías residuales (por ejemplo, abrir los drenajes de las tuberías aisladas para que liberen la presión y el fluido que contienen) así como la comprobación previa de las condiciones de trabajo en espacios confinados (mediante la medición de oxígeno) y cualquier otro trabajo que garantice que los trabajos de ejecución puedan comenzar con los mínimos riesgos por parte de la instalación. Este es sólo el comienzo de su labor ya que durante toda la parada serán continuas las inspecciones y comprobaciones, en aras de lograr los objetivos,

que cada día están más presentes en todas las Organizaciones, de Cero Accidentes. Los momentos más críticos en las paradas, desde el punto de vista de la accidentabilidad, son los momentos iniciales de la parada, donde existe cierto desconcierto, se incorpora gran volumen de personal, y se solapan tareas de desconexión de sistemas y de parada. Otro de los momentos críticos, es durante la fase de pruebas de funcionamiento, previas a las entregas, como por ejemplo en las pruebas hidráulicas y neumáticas de tuberías. Las listas de comprobación previas a las pruebas deben implicar a los equipos de Seguridad y Salud para ayudar en dichas comprobaciones y tomar las precauciones necesarias. Por último, las energizaciones de sistemas es otro de los momentos clave desde el punto de vista de la seguridad. Ya se ha comentado previamente, la labor de comprobación a realizar de la integridad de los sistemas previa a la puesta en marcha de los sistemas por lo que no se volverá a incidir en ello. También se debe hacer especial énfasis en los trabajos nocturnos, ya que el cambio de sueño, el comienzo de la parada donde hay cierta desorganización aparente, el propio stress de la parada y la presión por las entregas junto otros factores pueden provocar situaciones proclives a que se pueda producir un accidente grave.

Al iniciar cada turno se debe efectuar una revisión de todos elementos de seguridad que deben tener los trabajadores (EPI) que se encuentran en la parada así como una revisión de todos los bloqueos para verificar su estado. Con todos los datos obtenidos de estas inspecciones se realiza un informe al final de la parada de las situaciones más complejas que han surgido, desde el punto de vista de la seguridad e higiene en el trabajo con el fin de generar una retroalimentación para la próxima parada sin que se considere una “lección aprendida más”.

La fase de ejecución es la fase donde van a confluír todas las proyecciones realizadas en las fases previas. Tanto los errores como los aciertos de planificación y gestión de alcances van a ser cuantificables en la medida del éxito de la parada. Es habitual que surjan alcances fuera de los alcances iniciales debidos a situaciones de emergencia o no contemplados en el alcance original que sea necesario acometer durante la parada. Un comité de expertos debe ser quien debe tomar la decisión sobre qué trabajos fuera de alcance son asumibles en parada y cuáles no ya que siempre implican un consumo de recursos. En los casos de emergencia y que se deban realizar trabajos fuera de alcance, la situación ideal es contar con recursos externos a la parada y que estén capacitados para acometer dichos trabajos, minimizando a su vez el impacto sobre la planificación original. En el caso de que afecte al camino crítico, el juicio de expertos y la decisión sobre qué medidas se van a tomar, situación

que a veces pasa por una replanificación “on the fly”, es decir, sobre la marcha, debe ser fundamentado y aprobado por las partes especialmente desde el Promotor/Cliente que debe informar a su Negocio sobre dicha situación así como el impacto sobre el proyecto de parada. Posteriormente se dedicará un capítulo a la gestión de la integración y más concretamente a la gestión de cambios y los niveles de control y aprobación de cambios.

3.4.4. Grupo de Procesos de Seguimiento y Control

El grupo de procesos de seguimiento y control adquiere especial relevancia en este tipo de proyectos. Para analizarlo, se deben tener en cuenta que, aunque no todos los entregables sean hitos dentro del camino crítico, sí pueden llegar a convertirse en ellos por lo que todas y cada uno de las actividades de la parada deben ser revisadas y controladas tanto por el personal que los desarrolla como el personal encargado de hacer seguimiento a las actividades. Por lo tanto, se establece que la etapa de control debe estar presente en gran parte del desarrollo del proyecto. Como observamos previamente, el nivel de actividad aumenta y se mantiene en su máximo nivel de actividad en la etapa de ejecución y gran parte de la planificación. Este proceso se inicia con la planificación y finaliza al cerrar el proyecto de parada de planta.

En este caso, los hitos más importantes tiene que ver con el control previo, durante y la fase de cierre del proyecto y pueden resumirse en los siguientes.

- **Control de la lista de trabajos en base a los alcances definidos.** Se elaborará un listado de trabajos a realizar previo a la parada y en base a dicha lista, se planificarán los trabajos a realizar en las distintas fases del proyecto. Para ello se pueden apoyar a su vez en los EDT definidos así como en las matrices de asignación de personal, de forma que en cada momento sea fácilmente rastreable el estado de cada actividad y su responsable con el que previamente se habrán discutido los alcances de cada paquete de trabajo asignado. La lista de trabajos es un documento que obrará en poder de todos los implicados para su consulta y servirá como resumen de los alcances de la parada.
- **Control de las líneas base del proyecto.** Se definen las líneas base del proyecto como un plan aprobado para un proyecto con los cambios aprobados. Se compara con el desempeño real para determinar si el desempeño se encuentra dentro de umbrales de variación aceptables. Por lo general, se refiere al punto de referencia actual, pero también puede referirse al punto de referencia original o a algún otro punto de referencia. Generalmente, se utiliza con un modificador (p.ej., línea base del

desempeño de costos, línea base del cronograma, línea base para la medición del desempeño, línea base técnica) (Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos-PMBOK® 4ª Edición) y las variaciones se enmarcarían dentro de las actualizaciones del Plan para la Dirección del Proyecto. El equipo de seguimiento y control (que en muchas organizaciones se integra como “planificación y control”) recibirá un input diario del equipo de proyecto, especialmente de los supervisores de campo, y actualizará los datos de las líneas base. En el caso en que se produzcan desviaciones, informará al equipo de proyecto o responsable de actividad sobre dichas desviaciones de forma que se pueda actuar sobre ellas de la forma más rápidamente posible y reajustará tanto el planning como las líneas base en caso de desviaciones no recuperables. No debemos olvidar que las líneas base más importantes son las de coste, alcance y desempeño y que si las solicitudes de cambio aprobadas afectan el alcance del proyecto, entonces será necesario revisar y volver a emitir la declaración del alcance, la EDT y el diccionario de la EDT, para reflejar los cambios aprobados. Además, será necesario revisar y volver a emitir las líneas base correspondientes al costo y al cronograma para reflejar los cambios aprobados.

- **Control de Entregas.** Al principio del proyecto se definieron los entregables dentro del alcance. Para lograrlos, en la fase de ejecución se deben realizar los trabajos conducentes a ello de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Esto se logra mediante el control de entregables y la posterior entrega de los sistemas que lo integran a la planta para su puesta en marcha y operación. Para lograrlo, se debe controlar el estado de cada sistema (*Mechanical Completion*), de las pruebas, la documentación generada y las listas de faltas.

Las listas de faltas es uno de los elementos que se deben controlar especialmente por parte del equipo de entregas. Cuando el contratista indica que el paquete, sistema o entregable está listo, se debe comprobar que está construido de acuerdo a planos en última revisión (este control es constante en el caso de paradas donde la presencia de la supervisión de campo es del 90% de su tiempo), conforme a especificaciones, cumple los requisitos y la funcionalidad para la que fue diseñada y puede integrarse en el sistema de la planta. Pese a los controles constantes, suelen generarse faltas que pueden llegar impedir dicha integración por lo que se articula un sistema de “walkdowns” de inspección y control, en base a los que se genera la lista de faltas, categorizándose según su gravedad o impedimento de puesta en marcha del sistema al que afectan. La práctica habitual es realizar estos paseos de lista de faltas con los contratistas, generar un documento de listas de faltas, comunicarlos al contratista

categorizadas según los criterios establecidos en el plan del proyecto, y que este las resuelva, comenzando por las más urgentes. Una vez resueltas, el mismo contratista comunica su resolución y el equipo de proyecto corrobora el estado de la solución.

Un sistema no se pondrá nunca en marcha cuando tenga faltas que no lo permitan. Faltas de este tipo son: ausencia de soportaciones en tuberías, especialmente de vapor; equipos con tapas y bocas de hombre abiertas; ausencia de protecciones eléctricas en cuadros; instrumentos no calibrados, falta de realización de ensayos no destructivos, etc. Un fallo que se puede dar de este tipo es la no construcción de un elemento de los indicados en planos y P&ID.

Las faltas que no condicionen la puesta en marcha y operación se resolverán previa a la entrega definitiva del sistema (o entregable) salvo autorización expresa del equipo de proyecto que consultará dicha decisión, así como sus implicaciones con los responsables de planta desde el punto de vista de operación y mantenimiento. El más típico son los remates de pintura que en muchos casos, pueden ser realizados a posteriori aunque ni no siempre ya que, zonas que en parada son accesibles, en operación pueden no serlo.

Una de las formas más habituales de control de resolución de faltas es la entrega de tarjetas de faltas o bien en envío de un archivo de base de datos u hoja de cálculo con ellas. Este método permite a su vez realizar un conteo y estadísticas del estado de los sistemas y servirá como control de alcances, entregables y cualquier otro histórico que se desee obtener de ella, como por ejemplo, la valoración de un contratista en base al número de faltas generadas, resueltas, tiempo empleado en resolverlas...etc. que servirán para los activos de la Organización dentro de las lecciones aprendidas del cierre del proyecto del que se comentará en el apartado siguiente.

No se debe olvidar que todas las pruebas que se realicen deben ser documentadas por lo que, es una de los ítems a tener en cuenta a la hora de las elaboraciones de las listas de faltas. Un sistema no puede ser entregado sin la documentación de las pruebas, aunque sea en forma preliminar. Posteriormente, y en la etapa de cierre se transferirá el resto de documentación junto con la documentación de pruebas definitiva, a la planta.

- **Cierre formal del Proyecto.** La labor del equipo de control, dentro del proceso de control y seguimiento, termina con el cierre formal del proyecto. Hasta dicho cierre, el proyecto sigue activo. Sobre la actividad de cierre de proyectos se insistirá en el

siguiente apartado ya que es el proceso final del proyecto. El cierre formal del proyecto pasa por la aceptación formal de los entregables por parte del promotor en los términos fijados en el plan del proyecto

Como reflexión final sobre los dos procesos más importantes de la parada, sin menospreciar al resto, se puede afirmar que si ejecución realiza los trabajos, control es vela por el cumplimiento del plan de proyecto y guía a construcción en conseguir los objetivos en él marcados en cuanto a planificación, coste, calidad y seguridad.

3.4.5. Grupo de Procesos de Cierre.

Finalmente para la última etapa del proyecto, cierre, se va a tener en cuenta que, al igual que en la etapa de ejecución, en esta etapa también existen dos tipos de cierre, el cierre de la post- ejecución que hace referencia los trabajos de desmovilización de equipos y personal de la planta así como a los trabajos de apoyo a puesta en marcha y el cierre administrativo el cual consiste en la entrega del informe final de la parada y la elaboración de las lecciones aprendidas.

Para la fase de cierre consideraremos los siguientes hitos relacionados con la fase de cierre de un proyecto y que, en el caso de los cierre de parada, algunos relacionados con las desimplantaciones del proyecto y la liberación de espacios cobran especial relevancia por los elevados requisitos en cuanto a planificación de ejecución y puesta en marcha de las plantas.

- **Inicio de desmovilización física de los equipos de trabajo y organizaciones participantes en el proyecto.** Conforme los trabajos avancen, se irá produciendo una desmovilización de recursos, comenzando por aquellos asignados a las tareas que terminan primero para acabar con el propio equipo de parada. Fieles a la filosofía del proyecto, el equipo nace, se desarrolla y desaparece como tal con el proyecto. En este sentido, se plantean dos escenarios: parte del equipo se traslada a otro proyecto o simplemente, se desmoviliza dentro de la organización. En ambos casos, hay que procurar que las salidas sean lo más suaves posibles, de forma que no existan salidas bruscas que puedan afectar al éxito del proyecto. Es el mismo caso que se da con la salida de contratistas donde, conforme se va acabando el proyecto, se produce una salida masiva de recursos que, ante una emergencia, no permitirían acometerla con la posible urgencia requerida. Especial atención al aumento de la accidentabilidad relacionada con los cierres y salidas de proyecto. Es un hecho constatado y atribuible a diferentes causas por lo que, los controles deberán ser más estrictos en esta fase si cabe.

- **Desmontaje de las estructuras y elementos provisionales generados para la parada.** Al hilo del punto anterior, todas las infraestructuras y servicios provisionales implantados para la parada, deben ser eliminados, comenzando por aquellos que puedan interferir en la puesta en marcha y operación de la planta para finalizar con las villas de contratistas y “*lay-down areas*” creados para el proyecto. Los servicios deben ser repuestos y su estado original y cualquier tipo de conducción que, por alguna razón no haya podido ser eliminada, se asegurará de que no contiene fluidos ni energía y quedará indicada su ubicación y servicio.
- **Colaboración en los trabajos de Puesta en Marcha y Operación.** Es común que tanto operaciones como mantenimiento de planta no cuenten con los recursos necesarios para afrontar todos los trabajos necesarios en la puesta en marcha y operación de la planta por lo que se suele recurrir a recursos del proyecto para apoyo en estas labores. Estos recursos deben haber sido planificados en la planificación original y normalmente pasan a depender de los departamentos de planta. No se traspasarán recursos implicados en la realización de tareas críticas mientras estas estén en ejecución.
- **Verificación de la aceptación de los productos finales del proyecto mediante la documentación de aceptación de estos (Acta de recepción de planta y entregables).** En el proceso de control y seguimiento se había comentado este punto inicialmente. En el proceso de cierre se deben recopilar, verificar y archivar las aceptaciones formales de todos los entregables para que formen parte del cierre administrativo del proyecto. Estos documentos de aceptación formal garantizan que los trabajos se han realizado de acuerdo a las especificaciones de proyecto y tienen gran importancia desde el punto de vista de garantías legales de los equipos y nuevas instalaciones.
- **Cierre de contratos.** Una vez concluidos los trabajos realizados con los contratistas se deben cerrar los contratos con ellos abiertos para la realización de los paquetes asignados en el proyecto. Este cierre de contrato pasa por una revisión de alcances ejecutados, línea base de costes, recursos, etc. El cierre de contrato aplica a cualquier contrato que se haya abierto para la realización del proyecto y existirá un listado de contratos con su status donde se irán indicando qué contratos son, al paquete que afectaba, la contrata que lo ejecutó, fechas de apertura y cierre y cualquier otro dato relevante que puede facilitar su cierre.

- **Realización del análisis, revisión y evaluación post-proyecto así como las lecciones aprendidas y velar por su traspaso a los activos de la Organización.**

Toda la documentación, experiencias y mejoras, así como aquellos fallos u oportunidades de mejora, deben ser documentados para que pasen a formar parte de los activos de las Organizaciones implicadas y no sólo de las personas que participaron. Para ello, se puede instaurar un documento de “lecciones aprendidas” donde los participantes del equipo de proyecto plasmen dichas lecciones que han sido únicas en el proyecto y que pueden ayudar a la Organización en futuros proyectos.

De igual forma, cada una de las disciplinas que trabajaron en el proyecto deberá elaborar un informe de los trabajos realizados y aquellos trabajos que quedaron pendientes. Además, estos informes deberán contener tanto los aspectos negativos como los positivos de la parada, con el fin de consignarlos como datos históricos para la próxima parada

- **Realización Informe final de costos.** Este informe es el informe final de los costos en materiales, mano de obra, alimentación, entre otros costos indirectos invertidos en la parada. Incluye adicionalmente un consolidado de todos los informes semanales y mensuales que se presentaron durante el desarrollo del proyecto de parada de planta y el balance entre en los tiempos planificados y los reales consumidos.
- **Reconocimiento y recompensa al trabajo de las personas dentro del Proyecto que han sido claves en la consecución de los logros así como analizar las causas de fallo de las personas.** Es bien conocida la dureza del trabajo en las paradas. Normalmente se trabaja 24 horas al día, y aunque se articulen los respectivos días de descanso, el esfuerzo realizado debe ser recompensado y las causas de fallo o de no cumplimiento de las expectativas de las personas analizado en la revisión final. Es habitual realizar una evaluación de desempeño post proyecto para futuros proyectos y analizar las capacidades demostradas por las personas implicadas en él dentro del equipo de proyecto así como el feedback recibido del cliente/promotor.
- **Cierre y archivo toda la documentación relativa al proyecto**, distinguiendo aquellos documentos legales que se deben conservar durante los periodos de tiempo que indica la ley, y aquellos relativos a garantías, entregas, manuales, etc. De igual forma, se debe garantizar su custodia y entrega al cliente al finalizar el proyecto. En paralelo, se debe generar toda la documentación relativa a dosieres de calidad y planos *as built* que pasarán a formar parte de la documentación del proyecto.

- **Aseguramiento de la transferencia del conocimiento** entre proyectos (transferencia horizontal) y hacia la Organización (transferencia vertical). Además de las lecciones aprendidas para su traspaso a la Organización, se debe procurar que las lecciones aprendidas se traspasen a otros proyectos en ejecución que tengan similares características. Esta labor, propia del cierre y posterior a la desimplantación total del equipo de proyecto, la suelen realizar las personas que dentro de la Organización se trasladen a dichos proyectos formando un activo más de la Organización desde el punto de vista de su valía personal, conocimientos y experiencia adquirida.
- **Realización de estadísticas del proyecto.** Dado que se ha generado gran cantidad de información cuantificable (accidentabilidad, horas de trabajo, faltas generadas, faltas cerradas, tiempo empleado en ello...), como parte de los activos de la Organización y sin que sea necesariamente una lección aprendida, se pueden obtener gran cantidad de ratios sobre la ejecución del proyecto que pueden facilitar la realización de proyectos similares. Este será un activo propio y dará valor añadido a la Organización.

El proceso de cierre es el proceso al que menos atención se le suele prestar desde el punto de vista de los proyectos y especialmente en las paradas donde, una vez que los entregables han sido transferidos a la planta, comienzan las desimplantaciones de recursos y parece que todo el trabajo ha terminado cuando, en realidad queda un duro trabajo documental por hacer y cuya sistematización garantiza un adecuado cierre sin un gran consumo de recursos.

3.5. Los activos de los procesos de la Organización. Gestión del Cambio

Los activos de los procesos de la organización abarcan alguno o todos los activos relativos a procesos de alguna o todas las organizaciones participantes en el proyecto que pueden usarse para influir en el éxito del proyecto. Estos activos de procesos abarcan planes, políticas, procedimientos y lineamientos, ya sean formales o informales. Los activos de procesos también abarcan las bases de conocimiento de la organización, como las lecciones aprendidas y la información histórica. Los activos de los procesos de la organización pueden incluir cronogramas completados, datos sobre riesgos y datos sobre el valor ganado. Las actualizaciones y adiciones que sea necesario efectuar a lo largo del proyecto con relación a los activos de los procesos de la organización, son por lo general responsabilidad de los

miembros del equipo del proyecto. Los activos de los procesos de la organización pueden agruparse en dos categorías:

3.5.1. Procesos y procedimientos

Los procesos y procedimientos de la organización para realizar el trabajo incluyen, entre otros:

- procesos estándar de la organización, tales como: normas, políticas (por ejemplo, políticas de seguridad y salud, política de ética, y política de dirección de proyectos), ciclos estándar de vida del producto y del proyecto, políticas y procedimientos de calidad (por ejemplo, auditorías de procesos, objetivos de mejora, listas de control y definiciones estandarizadas de procesos para usarse en la organización);
- políticas internas de la Organización, instrucciones de trabajo, criterios para la evaluación de propuestas y criterios estandarizados para la medición del desempeño;
- plantillas (por ejemplo, plantillas de riesgos, de estructura de desglose del trabajo, de diagrama de red del cronograma del proyecto y de contratos);
- políticas internas de la Organización y criterios para adaptar el conjunto de procesos estándar de la organización para que satisfagan las necesidades específicas del proyecto;
- requisitos de comunicación de la organización (por ejemplo, tecnología específica de comunicación disponible, medios de comunicación permitidos, políticas de retención de registros y requisitos de seguridad); lineamientos o requisitos de cierre del proyecto (por ejemplo, auditorías finales del proyecto, evaluaciones del proyecto, validaciones del producto y criterios de aceptación);
- procedimientos de control financiero (por ejemplo, informes de tiempo, revisiones requeridas de gastos y desembolsos, códigos contables y provisiones contractuales estándar);
- procedimientos para la gestión de problemas y defectos que definen los controles para problemas y defectos, la identificación y la solución de problemas y defectos, así como el seguimiento de los elementos de acción;

- procedimientos de control de cambios, incluyendo las etapas por las cuales se modificarán las normas, políticas, planes y procedimientos oficiales de la compañía (o cualquier otro documento del proyecto), y cómo se aprobará y validará cualquier cambio;
- procedimientos de control de riesgos, que incluyen categorías de riesgos, definición de la probabilidad e impacto y la matriz de la probabilidad e impacto; y
- procedimientos para priorizar, aprobar y emitir autorizaciones de trabajo.

3.5.2. Base corporativa de conocimiento

La base corporativa de conocimiento de la organización para almacenar y recuperar información abarca, entre otros elementos:

- bases de datos para la medición de procesos, que se utiliza para recopilar y tener disponibles los datos de mediciones de procesos y productos, archivos del proyecto (por ejemplo, líneas base de alcance, costo, cronograma y calidad, líneas base para la medición del desempeño, calendarios del proyecto, diagramas de red del cronograma del proyecto, registros de riesgos, acciones planificadas de respuesta e impacto definido del riesgo),
- información histórica y bases de conocimiento de lecciones aprendidas (por ejemplo, registros y documentos del proyecto, toda la información y documentación de cierre del proyecto,
- información sobre los resultados de las decisiones de selección y sobre el desempeño de proyectos previos, e información sobre el esfuerzo de gestión de riesgos),
- bases de datos sobre la gestión de problemas y defectos que contiene el estado de los problemas y defectos, información del control, resolución de los problemas y defectos, y los resultados de los elementos de acción,
- base del conocimiento de la gestión de configuración, que contiene las versiones y líneas base de todas las normas, políticas y procedimientos oficiales de la compañía, y
- cualquier otro documento del proyecto, y
- bases de datos financieras que contienen informaciones tales como horas de trabajo, costos incurridos, presupuestos y cualquier déficit presupuestario del proyecto.

De todos ellos se ha hablado con mayor o menor profundidad en lo largo de este trabajo pero, si hay un punto que sobresale en importancia sobre los demás, por las implicaciones que tiene en el desarrollo y éxito del proyecto es la Gestión de Cambios.

3.5.3. La Gestión de Cambios

Según el PMBOK® 4ª Edición, el Control Integrado de cambios es el proceso que consiste en revisar todas las solicitudes de cambios, aprobar los cambios y gestionar los cambios a los entregables, a los activos de los procesos de la organización, a los documentos del proyecto y al plan para la dirección del proyecto. El proceso Realizar el Control Integrado de Cambios interviene desde el inicio del proyecto hasta su terminación. El plan para la dirección del proyecto, la declaración del alcance del proyecto y otros entregables se mantienen actualizados por medio de una gestión rigurosa y continua de los cambios, ya sea rechazándolos o aprobándolos, de manera tal que se asegure que sólo los cambios aprobados se incorporen a una línea base revisada.

El proceso Realizar el Control Integrado de Cambios comprende las siguientes actividades de gestión de cambios, cuyo nivel de detalle difiere en función del estado de avance del proyecto y que en el caso que nos ocupa, debe intentar gestionarse con el máximo de rigurosidad ya que es bien conocido que su incorrecta gestión es causa de no alcanzar el éxito en el proyecto debido a las grandes desviaciones que se pueden producir en los objetivos y, por ende, en las líneas base del proyecto. Así, se debe:

- **influir en los factores que eluden el control integrado de cambios**, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados y que estos, sean mínimos y basados en criterios de fuerza mayor,
- **revisar, analizar y aprobar las solicitudes de cambio de forma rápida**, lo cual es esencial, ya que una decisión tardía puede influir negativamente en el tiempo, el costo o la viabilidad de un cambio. La aprobación de un cambio nunca debe demorarse más de un día ya que impacta directamente en las líneas base del proyecto, especialmente en la de planning.
- **gestionar los cambios aprobados**, agilizando su gestión y ejecución, destinando a ellos los recursos necesarios y analizando sus implicaciones en el desarrollo del proyecto
- **mantener la integridad de las líneas base**, incorporando al plan para la dirección del proyecto y a los documentos del proyecto únicamente los cambios aprobados, y que

serán aprobados por un comité formado por el equipo de proyecto y el promotor con asesoramiento, si es necesario, de los contratistas que van a ejecutarlos o a los que afecta.

- **revisar, aprobar o rechazar** todas las acciones preventivas y correctivas recomendadas,
- **coordinar los cambios a través de todo el proyecto** (por ejemplo, un cambio propuesto en el cronograma a menudo influirá en el costo, el riesgo, la calidad y los recursos humanos), y
- **documentar el impacto total de las solicitudes de cambio**. Este último punto muy importante de cara al cierre del proyecto y a los informes finales de coste, planning, recursos, etc ya que, desde el momento en que se apruebe un cambio, todas las líneas base se verán afectadas.

En principio, cualquier interesado involucrado en el proyecto puede solicitar cambios pero en el caso de las paradas, dichos cambios se deben solicitar cuando se emiten los alcances para revisión y comentarios. A partir de ese momento se congela el alcance y cualquier cambio tiene que ser aprobado ya por el comité de cambios y soportado por una justificación de causa mayor. Aunque los cambios pueden iniciarse verbalmente, siempre deben registrarse por escrito e ingresarse al sistema de gestión de cambios y/o al sistema de gestión de la configuración. Las solicitudes de cambio están sujetas a los procesos especificados en los sistemas de control de cambios y de la configuración. Estos procesos de solicitud de cambios pueden requerir información sobre los impactos en el tiempo y costo estimados.

Cada solicitud de cambio documentada debe ser aprobada o rechazada por alguna autoridad perteneciente al equipo de dirección del proyecto o a una organización externa que suele ser el comité de cambios antes citado. En muchos proyectos, se otorga al director del proyecto la autoridad para aprobar cierto tipo de solicitudes de cambio, según se define en los documentos del proyecto que describen los roles y responsabilidades. Siempre que se requiera, el proceso Realizar el Control Integrado de Cambios incluirá un Comité de Control de Cambios que será responsable de aprobar o rechazar las solicitudes de cambio. Los roles y responsabilidades de estos comités están claramente definidos en los procedimientos de control de la configuración y de cambios, y son aprobados por los interesados apropiados. Muchas empresas de gran envergadura cuentan con una estructura de comités de varios niveles con responsabilidades diferentes para cada uno de ellos. En caso de que el proyecto

se ejecute por medio de un contrato, algunos de los cambios propuestos pueden requerir la aprobación del cliente, de acuerdo con el contrato.

Las solicitudes de cambio aprobadas pueden requerir la revisión o reelaboración de estimados de costos, secuencias de actividades, fechas programadas, necesidades de recursos y análisis de alternativas de respuesta a los riesgos. Estos cambios pueden necesitar ajustes al plan para la dirección del proyecto u otros planes o documentos para la gestión del proyecto.

El nivel de control de cambios utilizado depende del área de aplicación, de la complejidad del proyecto específico, de los requisitos del contrato, y del contexto y el entorno en los que se ejecuta el proyecto.

Un sistema de gestión de la configuración acompañado de un control integrado de cambios proporciona una manera normalizada, efectiva y eficiente de gestionar de forma centralizada los cambios y las líneas base aprobados dentro de un proyecto. El control de la configuración se centra en la especificación, tanto de los entregables como de los procesos, mientras que el control de cambios está orientado a identificar, documentar y controlar los cambios al proyecto y a las líneas base del producto. La aplicación del sistema de gestión de la configuración a todo el proyecto, incluyendo los procesos de control de cambios, logra cuatro objetivos principales:

- establecer un método progresivo para identificar sistemáticamente y solicitar cambios a las líneas base establecidas, y para determinar el valor y la eficacia de esos cambios,
- proporcionar oportunidades de validar y mejorar el proyecto de manera continua, tomando en cuenta el impacto de cada cambio,
- proporcionar el mecanismo que permita al equipo de dirección del proyecto comunicar a los interesados, de manera sistemática, todos los cambios aprobados y rechazados
- lograr que el proyecto se realice en coste, plazo, calidad y dentro de los márgenes de seguridad que garanticen cero incidentes.

3.6. CONCLUSIONES FINALES

Tal y como se ha visto a lo largo de este trabajo, una parada no deja de ser un proyecto más que gestionar de acuerdo a las mejores prácticas para la dirección y gestión de proyectos. Sus particularidades residen tanto en lo apretado del planning como en la adecuada gestión de alcances e implicados.

A continuación se expondrán algunas de las causas de fracaso, históricamente analizadas, y obtenidas de las lecciones aprendidas, de algunos proyectos de parada..

- **Falta de formación y experiencia del personal que interviene.** La falta de mano de obra especializada puede hacer que los responsables de la selección del personal rebajen los criterios de aceptación, contratando a personas que no reúnen los suficientes conocimientos ni experiencia, y además no dándoles una formación elemental acorde con el trabajo a realizar.
- **La mala preparación de los trabajos.** Eso supone en muchos casos no contar con la herramienta y medios técnicos apropiados y tener que improvisar de forma constante. En otros casos supone no disponer del material necesario, lo que provoca interrupciones constantes en los trabajos
- **Supervisión y dirección en obra de los trabajos muy deficiente,** debida por un lado a la falta de formación del supervisor en labores de organización y gestión (puede ser un buen operario, pero ser supervisor necesita de alguna cualidad más) y por otro, a una deficiente dirección técnica de los trabajos en campo.
- **Realización en campo de tareas, durante la parada, que deberían ser llevadas a cabo en taller como trabajos de preparada.** Es obvio que determinadas tareas se realizan mejor en la tranquilidad de un taller, donde se cuenta con buenos medios y herramientas, que directamente en campo. Por otro lado, la realización de trabajos en taller, como ensamblaje, preparación de equipos de rotación, etc., acortan la duración de la parada.
- **Procedimientos de trabajo no apropiados,** y que no se corresponden con las mejores prácticas del oficio, sino más bien, con la inexperiencia de técnicos y supervisores. Este error se refiere más a la realización efectiva de los trabajos que al documento en que se refleja cómo se realiza.

- La **nula planificación** de determinados trabajos, o incluso de todo el proyecto en general. Una parada se compone generalmente de múltiples tareas relacionadas entre sí. Para saber cuánto dura un proyecto es necesario analizar cada tarea que lo compone, estimar la duración y las relaciones de dependencia entre ellas. Si esto no se realiza, la duración que se estime siempre será incorrecta.
- Cuando se cuenta con una **planificación**, la **mala asignación de márgenes de seguridad** suele ser una causa de una duración excesiva de las paradas, como se ha visto, de ahí la importancia de un buen análisis previo de la planificación de las tareas y el camino crítico y durante la ejecución, realizar un seguimiento constante de las tareas del camino crítico y de los posibles caminos que se pueden convertir en críticos durante la propia ejecución.
- **Los retrasos que provoca el cliente por sus propios incumplimientos**. El cliente debe cumplir los compromisos que adquiere en los referente a la organización del trabajo y no comunicarse directamente con el equipo de parada a nivel individual, ni con los contratistas ni mucho menos “sugerir” trabajos fuera de alcance por insignificantes que puedan parecer.
- Los **subcontratistas de bajo precio y mala calidad de servicio** pueden complicar infinitamente una parada. Una selección adecuada, basándose en criterios de experiencia, solvencia, conocimiento, histórico de trabajos, etc., puede facilitar la elección adecuada
- La **puesta en marcha** tras una revisión suele ser fuente añadida de retrasos, si no se realiza siguiendo un procedimiento adecuado y si no se han completado las fases previas antes de llegar a ese punto.
- Siempre quedan **tareas que no se ejecutaron** durante la parada y que deberían haberse realizado.

Estos problemas son a los que trata de resolver, o mitigar, el uso de la metodología sugerida para la gestión de estos proyectos basándose en la misma gestión por procesos, de grupos de procesos, del PMI. Un paso más, consistiría en sistematizar los procedimientos, listas de comprobación, análisis de líneas base y estadísticas bajo un formato único dentro de la Organización y que permita, por un lado, un mejor control de la situación a la vez que informar, en tiempo prácticamente real, a los interesados (especialmente al promotor/cliente) del estado del proyecto mediante herramientas informáticas.

Los casos de éxito se basaron en la casuística contraria además de un hecho que pocas veces se cita en la bibliografía: las personas que intervienen desde el punto de vista de conocimientos, experiencia y, especialmente, de tolerancia y orientación a resultados.

La procedimentación y sistematización del trabajo, mediante listas de comprobación, formatos estándar para los documentos que se emplean a lo largo de la vida útil del proyecto, y cualquier mejora documental que facilite la implementación, se ha revelado como una herramienta de gran utilidad, aunque muy poco extendida, dentro del campo de la gestión de proyectos que puede ser objeto de posteriores trabajos de implementación y ampliación de esta metodología en todos los ámbitos industriales en los que se produzcan paradas de planta ya que, dentro de la filosofía del PMBOK® existen herramientas suficientes para dicha implementación y dentro de las Organizaciones, el suficiente conocimiento y experiencia para llevarlo a cabo con éxito.

3.7. Glosario de Términos

- *ACTA DE CONSTITUCIÓN*: Documento que autoriza el inicio formal de un proyecto y le otorga al director del proyecto la autoridad para aplicar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.
- *ALCANCE DE LA PARADA*: Trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas.
- *GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES*: Incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados fuera del equipo de la parada para realizar el trabajo.
- *CLIENTES*: Persona u organización que usará el producto, servicio o resultado del proyecto.
- *ENTREGABLE*: Descripción específica y medible de los productos intermedios y finales que el proyecto requiere entregar.
- *ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO*: Una descomposición jerárquica con orientación hacia el producto entregable relativa al trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos.
- *HITO*: Evento importante dentro del cronograma del proyecto, por ejemplo, un evento que impide que el proyecto se lleve a cabo un trabajo en el futuro o que marca la conclusión de un producto entregable.
- *INTERESADOS*: Personas y organizaciones como clientes, patrocinadores, organización, ejecutante y el público, involucrados activamente con el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados de manera positiva o negativa por la ejecución o conclusión del proyecto.
- *LISTA DE TRABAJO (Work List)*: Conjunto de actividades que serán realizadas en la ejecución de la parada de planta.
- *METODOLOGÍA*: Consiste en el estudio de métodos empleados por los Administradores para planificar su gestión.
- *GESTIÓN DE PROYECTOS*: Es la aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de un proyecto,

con el fin de satisfacer, cumplir y superar las necesidades y expectativas de los involucrados.

- *GRUPO DE PROCESOS*: Los cinco grupos de procesos necesarios para cualquier proyecto que cuentan con dependencias claras, y que deben llevarse a cabo con la misma secuencia en cada proyecto, independientemente del área de aplicación o detalles específicos del ciclo de vida del proyecto aplicado.
- *LECCIONES APRENDIDAS*: Lo que se aprende en el proceso de realización del proyecto, se documenta y traslada como activo de la Organización a otros proyectos.
- *LINEA BASE*: Por lo general, se refiere a la referencia actual, pero también puede referirse a la referencia original o alguna otra referencia. Generalmente, se utiliza con un modificador (por ej., costos de referencia, referencia del cronograma, referencia para la medición del rendimiento, referencia técnica).
- *PARADA DE PLANTA*: Detención total de las actividades productivas de una planta industrial con el objetivo de realizar el mantenimiento programado de los equipos que hacen parte de ella.
- *PMBOK®*: Project Management Body of Knowledge. Estándar para la administración de proyectos publicado por el PMI.
- *PMI*: Asociación sin fines de lucro que lidera mundialmente en el campo de la administración de proyectos. Se fundó en 1969 y tiene sus oficinas centrales cerca de Philadelphia, Pennsylvania.
- *PRODUCTO*: Es el resultado de una secuencia o conjunto de actividades que tiene un cliente claramente definido.
- *PROYECTO*: Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.
- *RIESGO*: Probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas.
- *VALOR GANADO*: Técnica utilizada para medir integralmente el desempeño del proyecto tanto en tiempo como en costo.

3.8. Referencias bibliográficas

- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. "Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK®". *Project Management Institute*, 4ª Ed
- SHELL GLOBAL SOLUTIONS INTERNATIONAL B.V. "Guía para el Gerenciamiento de Paradas de Planta". *Shell*, 2003.
- YAMAL CHAMOUN, NICOLÁS. "Administración Profesional de Proyectos". *Mc. Graw Hill*. 2002.
- LENAHAM, TOM, "Turnaround Shutdown And Outage Management", *Butterworth-Heinemann Elsevier*; Second edition.
- LEVITT JOEL. "Managing Maintenance Shutdowns and Outages". *Industrial Press Inc. USA*. 2004
- AMENDOLA JOSÉ LUÍS, "Dirección Y Gestión De Paradas De Planta", *Editorial UPV*. Sevilla 2005.
- AMENDOLA JOSÉ LUÍS, "Estrategia Y Tácticas De La Dirección De Proyectos", *Editorial UPV*
- TAMMO T. WILKENS, "Earned Value, Clear and Simple", *Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority* 1999
- OLIVER ROD, "Turnaround, An Integral Component Of Asset Performance Management", *World Refining*, Houston, 2003
- OLIVER ROD, "Organizing the plan for turnarounds". *Petroleum Technology Quarterly*.
- *Documentación Interna de distintas Organizaciones.*