



CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
COMISIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA



GESTIÓN BÁSICA DE INGENIERÍA EN PROYECTOS



CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
COMISIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA



GESTIÓN BÁSICA DE INGENIERÍA EN PROYECTOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	4
1. GLOSARIO	6
2. INTRODUCCIÓN.....	9
3. CONCEPTOS BÁSICOS DE INICIO DE PROYECTO	11
3.1 DESIGNACIÓN Y CODIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	12
3.2 OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	13
3.3 ENTREGABLES - ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO	14
3.4 CRONOGRAMA DEL PROYECTO	14
3.5 INFORMACIÓN DE PARTIDA – ANTECEDENTES	19
3.6 ROLES Y RESPONSABILIDADES	19
3.7 MATRIZ DE COMUNICACIONES.....	19
3.8 REUNIÓN DE LANZAMIENTO DE PROYECTO.....	20
4. PLAN DE EJECUCIÓN DE INGENIERÍA-PEI	21
5. GESTIÓN DOCUMENTAL.....	25
5.1 CICLO DE VIDA DE LOS DOCUMENTOS DE INGENIERÍA	26
5.2 CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS.....	26
5.3 ESTADO, OBJETO, CALIFICACIÓN Y REVISIONES DE DOCUMENTOS.....	29
5.4 GESTIÓN DE DOCUMENTOS CON EL CLIENTE.....	31
5.4.1 Uso del transmittal para emisión	31
5.4.2 Manejo de documentos (información) suministrados por el cliente	32
5.4.3 Manejo de Comentarios Externos.....	32

5.4.4 Formato de Emisión papel/electrónico	33
5.4.5 Situación de Ingeniería	33
5.5 GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE PROVEEDORES	34
5.5.1 Documentación para la selección y contratación	34
5.5.2 Documentación para la Evaluación	35
5.5.3 Distribución Interna y Externa de Documentos	35
6. MEDICIONES DE AVANCE/REPORTING/ CONTROL	36
6.1 MEDICIÓN DE AVANCE FÍSICO	37
6.2 MEDICIÓN DE AVANCE DE CERTIFICACIÓN	39
6.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO	39
6.3.1 Cálculo de los indicadores.....	40
7. GESTIÓN DEL CAMBIO.....	44
7.1 GENERAL	45
7.2 CODIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE CAMBIO	47
7.3 COMUNICACIÓN DE LOS CAMBIOS AL CLIENTE.....	47
7.4 CAMBIOS INTERNOS.....	47
8. CIERRE.....	49
8.1 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	50
8.2 EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	51
8.3 LECCIONES APRENDIDAS	51
9. AXENO	53
Subcomisión de GBIP	55

1. GLOSARIO

GBIP: Gestión Básica de Ingeniería en Proyectos. Se refiere a la metodología propuesta para la realización de las distintas actividades durante el ciclo de vida del proyecto o estudio.

CEPSI: Comisión de Empresas Proveedoras de Servicios de Ingeniería del Centro Argentino de Ingenieros (CAI). Sus miembros son las empresas de Ingeniería que contribuyen con el objetivo de alcanzar la excelencia de la Ingeniería Argentina.

PMI: Project Management Institute. Desarrolla y publica estándares y estrategias metodológicas para profesionalizar la Gestión de Proyectos a nivel internacional. Las técnicas y herramientas de su propuesta de trabajo están desglosadas en el PMBOK (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*): *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*.

Cliente: Empresa que contrata un servicio o producto.

Contratista: Empresa principal contratada para brindar un servicio o producto.

Proveedor: Empresa subcontratada por el contratista para brindar un servicio o producto.

PEI: Plan de Ejecución de Ingeniería. Documento que indica el plan (estructurado en etapas o fases) para llevar a cabo el desarrollo de la ingeniería; a modo de ejemplo de las etapas: gestión del alcance y estrategia de desarrollo, gestión del cronograma, gestión de recursos humanos, gestión de la calidad, etc.

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo (traducción de Work Breakdown Structure). Es una descomposición jerárquica, basada en la metodología del Project Management (PM). Define el alcance total del proyecto en función de los entregables que se deben generar. El avance del trabajo en el proyecto debe ser medido monitoreando el avance en los entregables.

Libro final de ingeniería: Recopilación de todos los documentos de ingeniería elaborados durante el desarrollo del proyecto, presentados en su última revisión vigente en forma digital o en papel.

Transmittal: Formulario en el que se enumeran los documentos o la información que se envía a un destinatario.

PRECOM: *Precommissioning* o Precomisionado: conjunto de actividades de inspección y ensayos estáticos, sin energía y/o fluidos de proceso, efectuadas luego de finalizar el Completamiento Mecánico.

COM: *Commissioning* o Comisionado: conjunto de actividades de inspección y ensayo dinámicos, con energía y/o fluidos de proceso, realizadas con el fin de asegurar las condiciones necesarias para la PEM.

PEM: Puesta en Marcha: es el conjunto de actividades que aseguran el correcto arranque de las instalaciones, la integridad de las mismas y el ajuste de sus componentes a los parámetros de Operación y Diseño.

Elaborados: Cualquier producto relativo al desarrollo de Ingeniería que se vincula a un documento formal.

Entregables: Cualquier elemento con soporte físico (papel) o electrónico en el cual se registre cierta información que sirve de soporte para un Proyecto y que pueda identificarse de forma unívoca mediante alguna codificación. La información registrada puede incluir, entre otros, texto, tablas, imágenes, diagramas, planos y modelos.

Emisión: Proceso por el cual se pone en vigencia un Documento y que implica su divulgación entre todas las partes interesadas o con incumbencia en el mismo.

Actividades: Cualquier acción relativa al desarrollo de Ingeniería que no se vincula a un documento formal.

OC: Orden de Compra: documento que un cliente entrega a un contratista para solicitar ciertos productos o servicios. En él se detalla la cantidad a comprar o contratar, el tipo de producto o servicio, el precio, las condiciones de pago y otros datos importantes para la operación comercial.

2. INTRODUCCIÓN

Este documento está orientado a empresas que no posean y que deseen implementar un sistema de gestión para la ejecución de un proyecto de ingeniería. Define las actividades de planificación, gestión documental (generación, ejecución, revisión, emisión, control de cambios), plan de calidad, medición de avances, elaboración de reportes, control y cierre del proyecto.

Puede ser utilizado por toda empresa que provea bienes o servicios relacionados con la Ingeniería (a lo largo del presente documento, será denominada “contratista”) y que desee implementar un conjunto de buenas prácticas para gestionar la planificación, las comunicaciones y los documentos de forma eficiente, priorizando la trazabilidad y repetitividad de sus procesos.

La gestión de proyectos implica ejecutar las siguientes actividades, entre otras:

1. Consensuar las necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados.
2. Identificar requisitos.
3. Planificar.
4. Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que se relacionan, entre otros aspectos, con:
 - a. el alcance;
 - b. la calidad;
 - c. el cronograma;
 - d. el presupuesto;
 - e. los recursos;
 - f. el riesgo.
5. Desarrollar el proyecto.

3. CONCEPTOS BÁSICOS DE INICIO DE PROYECTO

En la fase de inicio de todo nuevo proyecto (o nueva etapa de uno existente), debe establecerse claramente el alcance de las tareas, y, de ser necesario, definir o ajustar los objetivos en función de ellas previo a su ejecución.

Este proceso tiene por objeto definir el alcance, identificando preliminarmente los recursos humanos requeridos y las partes interesadas internas y externas que interactúan o ejercen influencia en el resultado global del proyecto. Se definen, asimismo, los equipos integrantes del proyecto, tanto de parte del cliente como del contratista.

Una vez acordado todo ello entre las partes, se formalizará mediante un documento contractual y, posteriormente, el cliente deberá emitir la orden de compra correspondiente.

Previo al inicio de los trabajos de ingeniería, deberá disponerse de un documento que consolide las definiciones mínimas e información básica, que brinden el marco para su desarrollo.

Gran parte de este documento contractual conformará, en el transcurso del proyecto o estudio, el llamado “Plan de Ejecución de Ingeniería” (PEI). Los aspectos principales que deben consensuarse, como mínimo, previo a su inicio se describen brevemente a continuación y en el apartado 5. Los mismos constituyen lineamientos genéricos que podrán ajustarse a las necesidades puntuales de cada proyecto en función de su complejidad, magnitud, partes interesadas y naturaleza

3.1 DESIGNACIÓN Y CODIFICACIÓN DEL PROYECTO

El nombre del proyecto, por lo general, es suministrado por el cliente. Para su fácil identificación, se recomienda contenga el objeto (por ejemplo: obra, instalación, proyecto de infraestructura o planeamiento) y su localización, antecedido por el tipo de trabajo a ejecutar (ej.: nueva unidad, adecuación de unidad existente o *revamp*, proyecto ejecutivo, etc.).

Para un mayor orden y trazabilidad de la información, se sugiere codificar cada proyecto en función del cliente, etapa, localización y año de inicio del proyecto.

La codificación podrá completarse, por ejemplo, siguiendo los siguientes criterios:

XX-YZZNN.AA

XX: Sigla de identificación empresa.

Y: Número de identificación del tipo del servicio referido al estado de desarrollo esperado a la finalización del proyecto de ingeniería, según el cuadro siguiente:

0	Asistencia Técnica/Visualización
1	Ing. Conceptual
2	Ing. Básica
3	Ing. Básica Extendida
4	Ing. de Detalle

ZZ: Sigla de identificación cliente.

NN: N° correlativo empezando por 01 por cada cliente.

AA: Año en el que se da de alta el Proyecto.

3.2 OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se debe mantener actualizado un documento que resuma las necesidades y el alcance del proyecto, incluyendo instalaciones, infraestructura, objetivos y otros parámetros tales como localización, edificaciones, límites de baterías, procesos, servicios involucrados, etc.

Este documento incluirá la descripción de los productos o servicios que debe entregar el proyecto para cada etapa del mismo. Se deberán señalar instalaciones (in-site/off-site) que involucran el diseño o los servicios, así como de infraestructura. Deberán, además, definirse e identificarse claramente todas las actividades, elaborados y estudios especiales que, por el contrario, están excluidos expresamente del alcance del proyecto.

El alcance deberá determinarse en función de los límites que definen las instalaciones o infraestructura objeto del diseño, como así también de los elaborados o entregables. Para esto último, se sugiere la utilización de una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) descrita en la siguiente sección.

El documento de definición del alcance del proyecto, incluyendo las modificaciones incorporadas durante la gestión de los cambios (sección 8), deberá mantenerse actualizado durante toda la ejecución del proyecto, resguardándose la última versión en el PEI.

Ver Anexo I.

3.3 ENTREGABLES - ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

Debe elaborarse una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) que contenga todos los paquetes de trabajo (o entregables) asociados al proyecto. Esta herramienta es básica para la posterior planificación y ejecución del proyecto: define el alcance total del mismo y representa la carga de trabajo completa comprometida en el contrato.

La EDT se usa para:

- Definición lógica.
- Asignación de responsabilidades y recursos.
- Estimaciones de costos y plazos.
- Identificación de entregables.

Como parte clave de la etapa de diseño del EDT, deberán listarse los entregables a ser desarrollados que permitirán estimar, tempranamente y en forma aproximada, el esfuerzo requerido para alcanzar los objetivos del proyecto. El avance del trabajo en el marco del desarrollo del mismo deberá ser medido monitoreando el grado de avance en los entregables.

Para la ingeniería de procesos, se sugiere respetar lo indicado en el documento “ALCANCES de Ingeniería” de CEPESI (codificado como SC01-01-0). Este documento define las distintas fases de un proyecto de planta de procesos y consigna los documentos constitutivos de cada fase del mismo. Si bien el ámbito sugerido de aplicación es el de la industria de procesos, puede ser aplicable a otras industrias, como la farmacéutica, metalúrgica, minería, generación de energía y similares, adaptando la metodología a las particularidades de cada caso.

La EDT, así como el listado de documentos entregables, deberán mantenerse actualizados durante toda la ejecución del contrato, resguardándose la última versión en el PEI.

Ver Anexo III y Anexo IV.

3.4 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Debe elaborarse un cronograma base del proyecto con sus fases principales, representando la secuencia en que se deben ejecutar los elaborados (según la EDT), determinando, así, el camino crítico del proyecto. Se recomienda establecer hitos globales (inicio y fin de las ingenierías, subcontratos, elaborados críticos, etc.) y listar las hipótesis principales que han sido consideradas para su desarrollo.

En caso de existir información en torno al proyecto que pudiera ser relevante, tal como prioridades de ejecución de un determinado paquete de trabajo o restricciones, permisos asociados a acceso para relevamientos, aspectos medioambientales u otros, deberán ser informados para su consideración por las partes.

El cronograma define las fechas de entrega de los diferentes documentos que componen el proyecto. Un buen cronograma contribuye a mejorar la eficiencia en los recursos, costos y plazos de ejecución de un proyecto.

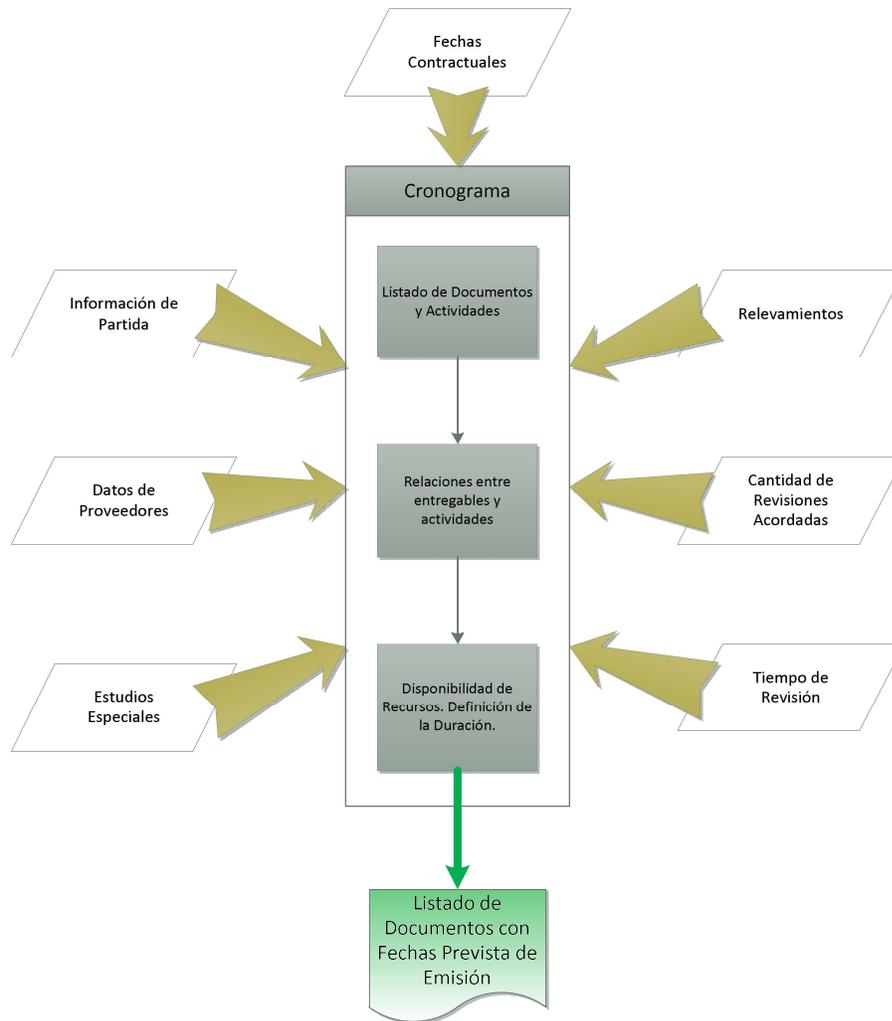
En un proyecto de Ingeniería, el cronograma tiene por objetivo construir un escenario posible para la entrega de los documentos y la ejecución de actividades, requeridos para el avance del mismo. De este modo, por ejemplo, se definen las fechas de entrega de documentación para la compra de un equipo, la construcción de una estructura, la aprobación de una inversión en el cliente, etc.

Una práctica deseable en la confección de un cronograma es identificar las fechas de inicio y entrega de cada documento y/o actividad relevante. Ejemplos de actividades o hitos que deberán ser considerados son: la entrega de información, los relevamientos, los estudios especiales, la devolución de comentarios, etc.

Los siguientes pasos permiten precisar las fechas antes descriptas:

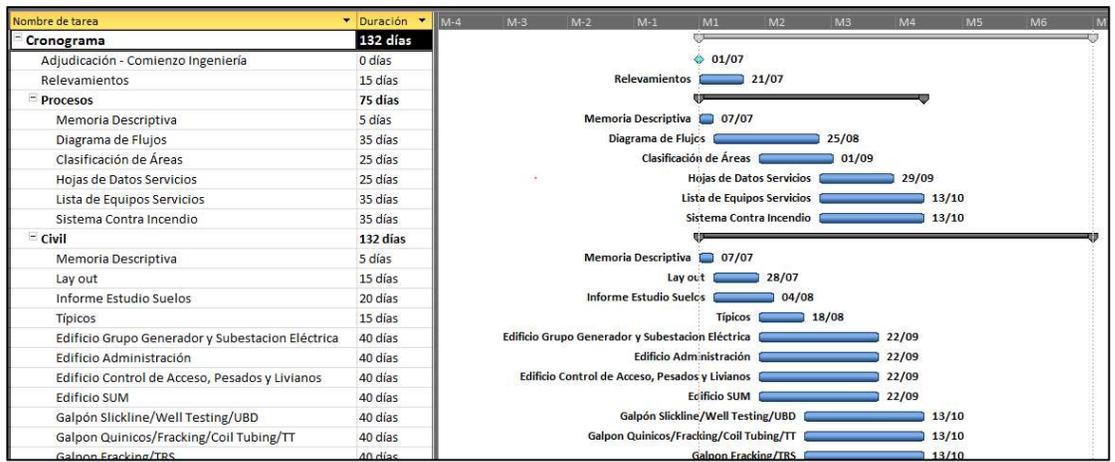
1. **Definir los Entregables/Actividades:** listar las acciones específicas para generar los entregables del proyecto.
2. **Secuenciar los Entregables/Actividades:** especificar las relaciones existentes entre las actividades en disposición diacrónica.
3. **Estimar recursos y duración:** considerar el tipo y las cantidades de recursos requeridos y tiempo para ejecutar cada una de las actividades y/o entregables.

En la figura que sigue se muestran los principales conceptos a tener en cuenta para la elaboración del cronograma, así como el listado de documentos relacionados.

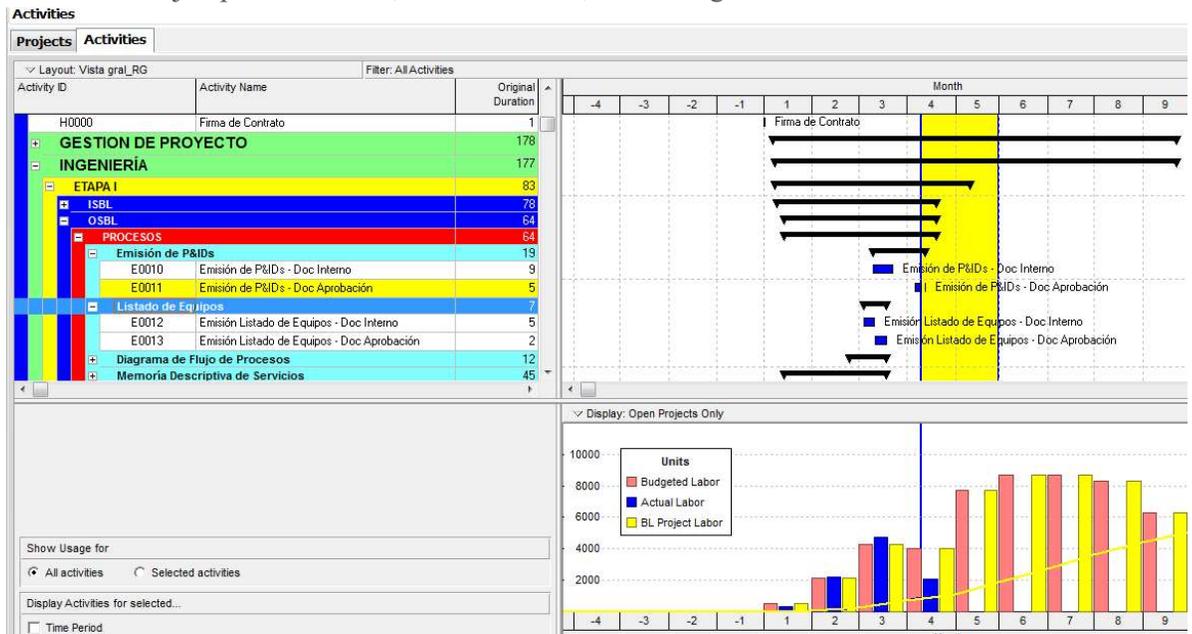


Al finalizar este proceso, se pueden definir las fechas de emisión de cada uno de los documentos o de ejecución de las actividades del proyecto.

Un cronograma puede ser muy complejo o puede ser simplemente un listado de documentos (como muestra la figura que sigue, según plantilla de Microsoft Excel) con las fechas previstas de emisión antes referidas. En este último caso, se deberán detallar las fechas de las distintas revisiones requeridas (por ejemplo: Rev. A, B, 0, Alfabética, Numérica) o propósitos de emisión (por ejemplo: para Revisión, Aprobación, Compra).



También existen cronogramas más complejos, realizados con software de programación que permiten diferentes tipos de análisis: optimización de recursos, análisis de camino crítico, modelado de escenarios, análisis probabilísticos, etc. Como ejemplo se muestra, a continuación, un Cronograma en Primavera P6.



En la etapa de ejecución/seguimiento, el cronograma debe ser actualizado y ajustado con las fechas reales, registrando los desvíos desde la línea base, es decir,

el cronograma original del proyecto. El proceso de actualización debe ser periódico y especificará las fechas de las tareas que restan hasta la finalización del proyecto. El cronograma deberá mantenerse actualizado durante toda la ejecución del contrato en el PEI.

Independientemente del método utilizado, es importante identificar las actividades críticas (aquellas cuyo retraso impacta directamente en la fecha de finalización del proyecto o de un hito principal). Durante la gestión del cronograma, debe priorizarse el análisis de estas actividades.

3.5 INFORMACIÓN DE PARTIDA – ANTECEDENTES

Se sugiere incorporar como documentación de entrada al proyecto todo aquel antecedente que pueda ser útil para el desarrollo del servicio. El cliente debe indicar un resumen de las fases anteriormente ejecutadas y el libro final de ingeniería, o producto final de cada fase. Puede resultar crítico, por ejemplo, contar con información de la instalación existente o relevamiento de interferencias. En caso de que fuera necesario, la misma deberá ser catalogada para su manejo y utilización ordenada.

3.6 ROLES Y RESPONSABILIDADES

Es prioritario establecer, al inicio del proyecto, quiénes serán los distintos participantes junto con sus roles y responsabilidades, tanto en la comunicación externa con el cliente como en la definición de las tareas internas. Debe identificarse el personal clave con un organigrama en el que se identifiquen las interfaces, interrelaciones, niveles y autoridades. Se recomienda la integración de equipos del usuario final (por ejemplo: operación y mantenimiento) desde etapas tempranas. Ver Anexo V.

El documento que contiene y explica el organigrama del proyecto deberá mantenerse actualizado durante toda la ejecución del proyecto y una copia vigente del mismo deberá resguardarse en el PEI.

3.7 MATRIZ DE COMUNICACIONES

A los efectos de organizar el flujo de información entre el cliente y el contratista, se debe establecer claramente una matriz de comunicaciones indicando, para cada

caso, quién envía y quién recibe la documentación a emitir, la frecuencia de informes, reuniones de seguimiento, presentaciones, etc. Se deberán establecer las herramientas y canales de comunicación, como reuniones de seguimiento y coordinación.

El documento que contiene la matriz de comunicaciones deberá mantenerse actualizado durante toda la ejecución del proyecto y una copia vigente del mismo deberá resguardarse en el PEI. Ver Anexo VI.

3.8 REUNIÓN DE LANZAMIENTO DE PROYECTO

Al inicio de cada proyecto, se propone realizar una reunión de lanzamiento (kick off meeting; KOM por sus siglas en inglés) generando un ámbito en el que los equipos de trabajo del cliente y el contratista se conozcan y definan un plan de acción para la ejecución del proyecto. Durante la reunión, se repasan los objetivos, los antecedentes, la justificación del proyecto, el alcance solicitado por el cliente y los plazos comprometidos.

La reunión será también una oportunidad para revisar la última versión de bases de diseño o términos de referencia, aspectos particulares, y restricciones para el correcto desarrollo de los trabajos. Se presentará el cronograma preliminar o base del proyecto, la secuencia de tareas y la responsabilidad de cada miembro de los equipos del contratista y del cliente.

En la reunión, el contratista consensuará con el cliente los aspectos a cubrir. Los participantes mínimos serán los referentes de los equipos de proyecto de ambas partes de manera de generar lazos que fomenten el posterior contacto de pares durante la ejecución de trabajos. Se recomienda, además, la participación de representantes del usuario final (de no ser el cliente) y sponsor para identificar, anticipadamente, posibles desvíos respecto de las expectativas de los mismos.

Se coordinan, además, las actividades de relevamiento de información en campo o reuniones; se solicita al cliente que proporcione información adicional a los datos básicos iniciales y se definen los próximos hitos del proyecto.

La duración de la reunión será variable en función de la magnitud y complejidad del proyecto, extendiéndose, comúnmente, a media jornada. En caso de proyectos de gran magnitud, podrá establecerse una reunión general y otras específicas por especialidades para uniformizar criterios técnicos o particularidades del proyecto. Siempre deberán participar, además de las especialidades, un integrante del equipo de gestión de proyectos de cada parte.

Ver Anexo VII

4. PLAN DE EJECUCIÓN DE INGENIERÍA-PEI

Como ya está esbozado en el desglose de los contenidos básicos para el inicio del proyecto detallado con anterioridad, el Plan de Ejecución de Ingeniería (PEI) es el documento que se elabora desde la fase temprana del proyecto y se mantiene actualizado durante toda su ejecución, hasta la finalización del mismo. El PEI integra todos los planes de gestión, creando un documento centralizado que define la manera en que el proyecto se ejecuta, se monitorea, se controla y se cierra.

Es un documento clave para desarrollar la planificación y debe ser confeccionado por el Líder del Proyecto con la participación de los responsables de los sectores y especialidades involucradas.

Los capítulos mínimos que debe contemplar son (Ver Anexo VIII):

1. OBJETO DEL SERVICIO Y/O PROVISIÓN Y/O ALCANCE.

Definición de las actividades a realizar, por ejemplo: desarrollo de ingeniería, asistencia técnica, participación en estudios y/o decisiones de compra de equipos, oficina técnica, PRECOM, COM, PEM, etc.

2. ORGANIZACIÓN.

Deberá contemplar la definición de:

- Identificación de partes interesadas.
- Estructuras organizativas (organigramas).
- Localizaciones de los equipos de trabajo.
- Funciones y responsabilidades de personal clave.
- Matriz de Comunicación.
- Equipamiento de hardware y comunicaciones.
- Software de aplicación y nuevos a incorporar.
- Capacitaciones específicas para el proyecto.

3. SUBCONTRATADOS

Deberá contemplar la definición de:

- Contratación de estudios especiales, expertos, consultores.
- Necesidad de subcontratación según el alcance.

4. PROGRAMACIÓN Y CONTROL

Mantenimiento de información actualizada relativa a:

- EDT.
- Cronograma o Programa Detallado de Trabajo.
- Hitos Internos o Contractuales.

- Identificación de documentación/actividades críticas.
- Histogramas de Recursos.
- Seguimiento y Medición de Avance.
- Metodología de Certificación.
- Informes.

5. PLAN DE CALIDAD

El PEI debe integrar, también, los procesos de control que serán de aplicación para la ejecución de las tareas. Se listan, a continuación, los controles sugeridos que deberían tenerse en cuenta dentro de un plan de calidad y gestión del proyecto.

- Control de requisitos normativos: se debe cumplir con los requisitos legales y otros requisitos aplicables a las actividades y servicios a desarrollar. Para ello, se deben identificar, conocer y velar por el cumplimiento de los requerimientos legales normativos o de cualquier otra naturaleza aplicable a la actividad y servicios a ejecutar.
- Controles durante la planificación y ejecución de los proyectos: el proceso de ejecución debe poseer revisiones en todas sus etapas, realizando la verificación de acuerdo con lo planificado, para asegurar que los resultados cumplan con los requisitos y se aprueben antes de entregar al cliente. Se deben mantener registros de los resultados de la verificación y de todas las acciones necesarias, así como también de los cambios surgidos durante todo el proceso.
- Monitoreo de los procesos: deben definirse procesos clave que se monitorearán ejecutando correcciones e introduciendo mejoras necesarias para demostrar la conformidad con el servicio brindado, asegurar la conformidad con el Plan de Calidad y mejorar continuamente la eficacia del sistema. Se recomienda aplicar indicadores para el monitoreo de estos procesos. Los indicadores darán información sobre la performance de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen dichos resultados, se deberán llevar a cabo acciones correctivas para asegurar la conformidad del servicio.
- Monitoreo de la satisfacción del cliente: sistemáticamente debe realizarse el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos para asegurar que sus necesidades y expectativas son satisfechas. Para ello pueden utilizarse encuestas de satisfacción, análisis de quejas, reclamos, sugerencias y acciones correctivas, por ejemplo.

- Control de proveedores y compras: debe mantenerse actualizada una lista de proveedores aprobados de insumos y servicios. Debe existir una metodología de compras de los insumos y contratación de proveedores. Los proveedores críticos (cuyo reemplazo es difícil o imposible) deben ser analizados y evaluados regularmente. Todos los productos y servicios deben realizarse con proveedores y equipos apropiados, según los requisitos del cliente, siguiendo procedimientos e instructivos documentados, registrando los resultados obtenidos. Cuando sea necesario, se controlarán características especiales.
- Control de producto no conforme: debe asegurarse que los servicios y productos “no conformes” se identifican y controlan para prevenir su uso o entrega al cliente.
- Control de emergencias: debe mantenerse un procedimiento de emergencias para identificar su potencialidad y la respuesta ante accidentes y para prevenir y mitigar los impactos ambientales y riesgos laborales que puedan estar asociados a estas.

6. GESTIÓN DOCUMENTAL.

El PEI debe incluir un apartado que detalle cómo se realizará la gestión de documentos del proyecto, a los efectos de mantener una trazabilidad a lo largo del mismo. En el inciso consignado a continuación, se detallan particularidades del desarrollo de esta etapa.

5. GESTIÓN DOCUMENTAL

El objetivo de esta sección es definir las pautas mínimas recomendadas para realizar una gestión eficiente y útil de la documentación formal de ingeniería intercambiada con el cliente, dejando evidencia de trazabilidad a lo largo del proyecto.

5.1 CICLO DE VIDA DE LOS DOCUMENTOS DE INGENIERÍA

Se entiende por Ciclo de Vida de un Documento a todas las etapas por las que pasa un documento (o entregable) y sus diferentes estados de calificación, desde su elaboración y aprobación, hasta que el documento alcanza su propósito final dentro del contexto del proyecto.

Figuras de incumbencia: pueden distinguirse tres figuras de incumbencia vinculadas con cualquier documento:

- La organización o personas que lo ELABORAN.
- La organización o personas que lo CALIFICAN.
- La organización o personas que lo UTILIZAN.

5.2 CODIFICACIÓN DE DOCUMENTOS

Debe verificarse que todo nuevo documento que se elabora esté contemplado en el listado de documentos. En caso de que el cliente no defina el criterio de enumeración, se podrá adoptar uno propio. El nombre del documento se identificará en el rótulo y el archivo digital será nombrado con tal codificación.

Como criterio posible se recomienda:

XX-YZZNN.AA- B – CC – DDD – EEE _ X

Donde:

- **XX-YZZNN.AA** Identificación del proyecto (según lo indicado en el apartado 4.1)
El mismo podrá ser un N° de cliente, sigla o nomenclatura que permita identificar unívocamente el proyecto.
- **B**: Especialidad del documento

A modo de ejemplo se indican:

G: General

C: Civil
E: Electricidad
M: Mecánica
P: Cañerías

▪ **CC:** Tipo de documento

Se recomienda contar con listado en el que se identifiquen los tipos de documentos que se generan habitualmente. A continuación, algunos a modo de ejemplo:

ET: Especificación técnica
HD: Hoja de datos
MR: Requerimiento de materiales
LO: Layout
MC: Memoria de cálculo
PI: P&ID
PL: Planos generales
AQ: Plano de arquitectura
EH: Plano estructura de H°A°
EM: Plano de estructura metálica
PH: Planilla de hierros
CN: Canalizaciones eléctricas
DE: Diagrama eléctrico
IL: Iluminación y tomas
EU: Esquema unifilar

▪ **DDD:** Número de documento, en forma correlativa (desde el 001 al 999). Se deberá comenzar por el 001 para cada especialidad y para cada tipo de documento.

▪ **EEE:** Número de hoja, en el caso en que se elabore un mismo documento en varias hojas.

El número de hojas dependerá de la necesidad de divisibilidad del documento.

▪ **XX:** Número de revisión del documento.

Cada vez que un mismo documento es emitido formalmente en su nueva versión,

se genera una nueva revisión.

5.2.1 Recomendaciones sobre Revisión Interna

Con el fin de mantener una trazabilidad de los cambios internos más relevantes que pudieran surgir durante la elaboración de un documento antes de su emisión formal al cliente, se propone el uso de revisiones internas.

Para identificar estas versiones, se recomienda generar revisiones y así diferenciarlas de las anteriores.

Para los documentos en revisión alfabética, se agregará un número desde el 1 en adelante para identificar la versión. Ej.: A.1; A.2.

Para los documentos en revisión numérica se agregará una letra, desde la A en adelante para identificar la versión. Ej.: 1.A; 1.B.

5.2.2 Uso de copias record

Durante los desarrollos de proyectos, se recomienda tener documentos físicos o electrónicos que registren los cambios.

Las copias record son documentos internos donde se vuelcan las marcas entre revisiones internas que luego serán incluidas a la versión superadora; dicha copia debe tener solo un dueño.

Las marcas pueden ser identificadas bajo un código de colores. A modo de ejemplo, se muestra una codificación posible:

Rojo: Agregados.

Verde: Eliminación.

Amarillo: Correcto.

Azul: Comentarios

5.2.3 Flujo de aprobación y emisión

Los documentos deben cumplir un flujo de aprobación. Al ser finalizado cada uno de ellos, se debe realizar una revisión interna.

Se recomienda hacer un esquema (flujograma) que represente la vida del documento, con sus diferentes etapas y responsables.

5.2.4 Niveles de acceso/permisos

Definir la accesibilidad al documento de los distintos participantes del proyecto: edición o solo lectura.

5.2.5 Plataforma / herramienta

A modo de ejemplo, se mencionan las siguientes herramientas comerciales que podrían ser utilizadas como instrumento de trabajo colaborativo y de gestión documental: Meridian, Vault, Documentum, Project Wise, Smart Plant Foundation. También podrían utilizarse otras herramientas o desarrollos propios con similares funcionalidades.

5.3 ESTADO, OBJETO, CALIFICACIÓN Y REVISIONES DE DOCUMENTOS

El **ESTADO** de un documento identifica el propósito con el que el mismo se **EMITE**. Pueden distinguirse los siguientes estados básicos para cualquier documento:

- Preliminar/Emisión para comentarios.
- Aprobación (IFA, issued for approval).
- Información (IFI, issued for information).
- Diseño (IFD, issued for design).
- Compra (IFP, issued for purchase).
- Construcción (IFC, issued for construction).
- Conforme a Obra (ASB).

Todo documento que se emita debe consignar un estado. La secuencia de estados por las que pasa un determinado documento debe ser acordada para cada uno de ellos o para cada tipo de documento.

Según el motivo de su emisión, las revisiones se indicarán con letras o números, garantizando su trazabilidad.

- Emisión con revisión alfabética: desde la letra A en adelante, por ejemplo:
 - Preliminar/Emisión para comentarios
 - Para licitación/ Aprobación

La primera emisión se realizará con la revisión A. Luego se seguirá emitiendo el mismo documento con las versiones B, C, etc., hasta que el documento tenga un grado de definición satisfactorio.

- Emisión con revisión numérica: Desde el número 0 en adelante
 - Para información.
 - Para construcción.
 - Para compra.
 - Conforme a obra.
 - Estimación de costos.
 - Inicio de ingeniería de detalle.

La primera emisión se realizará con el número 0 (cero). Luego, se seguirá emitiendo el mismo documento con las versiones 1, 2, etc.

- Versiones de una misma revisión: se recomienda identificar las modificaciones de cada revisión para facilitar la tarea de identificación de los cambios entre las mismas. Es válida cualquier forma de identificación que cumpla con esta función (a modo de ejemplo, podrá ser una nube y un triángulo con el número/letra de revisión correspondiente).

En forma complementaria al estado, los documentos que se emiten deberían indicar el concepto u **OBJETO** con el cual son emitidos al Calificador. El objeto de Emisión puede ser:

- Para Aprobación
- Para Información.

El Objeto de Emisión de cada documento debe ser acordado para cada documento o tipo de documento en cada uno de sus posibles estados.

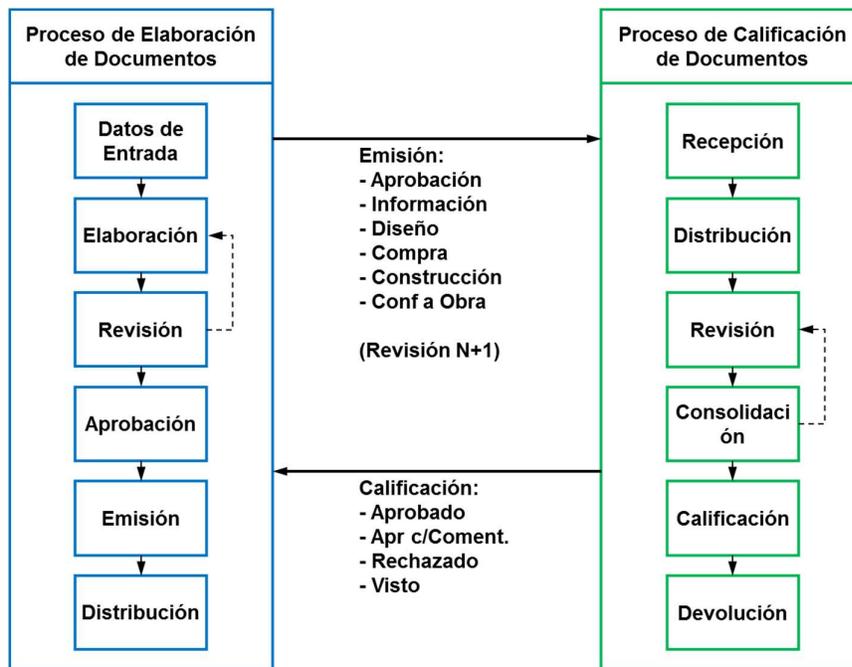
La **CALIFICACIÓN** de un documento identifica el nivel de aceptación que el mismo alcanza. Pueden distinguirse las siguientes calificaciones básicas para cualquier documento:

- Aprobado (APR).
- Aprobado con Comentarios (APC).
- Rechazado (REJ).

- Visto (VWD).

Las Calificaciones posibles deben ser acordadas y definidas.

Se muestra, a continuación, una figura que resume el proceso de elaboración y calificación de documentos:



5.4 GESTIÓN DE DOCUMENTOS CON EL CLIENTE

5.4.1 Uso del transmittal para emisión

Cuando hay documentación lista para entregar al cliente, se recomienda realizar el aviso a través de email adjuntando un transmittal que deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

1. Número correlativo de *transmittal* enviado de contratista a cliente.
2. Fecha de envío.
3. Nombre/Descripción/Código del proyecto.

4. Nombre a quien está dirigido (líder/coordinador del proyecto del cliente).
5. Listado de documentos emitidos con:
 - a. Nro. Ítems.
 - b. Nombres y códigos de documentos.
 - c. Revisión y carácter de emisión de los documentos.
 - d. Cantidad de archivos por documento enviado.
 - e. Medio de emisión (email, papel, sitio web, etc.).
 - f. Observaciones/notas aclaratorias.

Se recomienda informar el código del transmittal en el asunto del email. Este registro formal permite tener trazabilidad de manera ordenada y sistemática, y sobre todo implica una centralización (y posterior distribución interna) de parte del cliente en la recepción de la documentación.

Ver Anexo IX.

5.4.2 Manejo de documentos (información) suministrados por el cliente

Normalmente, al inicio de los proyectos, el cliente entrega información de partida o antecedentes. Se aconseja la clasificación de la misma por disciplinas y áreas del proyecto.

La misma clasificación se propone para la documentación que el cliente entregue a lo largo del desarrollo del proyecto. No es recomendable su clasificación por fecha de recepción. En todos los casos, debe notificarse internamente.

Se recomienda que esta información recibida se almacene en un disco compartido por el equipo de trabajo.

Cuando la documentación recibida sea superadora de otra existente, se considera una buena práctica colocar la versión anterior en una carpeta de “documentos superados”, sin eliminar el mismo.

Al recibir documentación del cliente, es recomendable realizar un registro en formato de planilla Excel con la información del documento recibido, su revisión y la fecha de recepción. Esto permite tener un seguimiento y respaldo.

5.4.3 Manejo de Comentarios Externos

Antes de comenzar la planificación inicial, se debe pactar el plazo máximo disponible para la realización de comentarios formales por parte del cliente sobre la documentación emitida. Es deseable que los comentarios y/o aprobación se realicen a través de un canal formal y sean enviados a través de transmittals con la siguiente información, como mínimo:

1. Número correlativo de *transmittal* enviado de cliente a contratista.
2. Fecha de envío
3. Nombre/Descripción/Código del proyecto.
4. Nombre a quien está dirigido (líder/coordinador del proyecto del contratista).
5. Listado de documentos emitidos con:
 - a. Nro. ítems.
 - b. Nombres y códigos de documentos.
 - c. Estado del documento (Aprobado, Aprobado con comentarios, Rechazado, etc.).
 - d. Observaciones/notas aclaratorias.

Los documentos comentados deben estar ordenados por carpetas de acuerdo al *transmittal* en el que fueron devueltos.

5.4.4 Formato de Emisión papel/electrónico

La emisión de documentos de ingeniería implica el envío al cliente de archivos en formato .pdf sobre los cuales se pueden realizar los comentarios directamente. Solo por requerimiento del cliente se procederá a la emisión de la documentación en papel y deberá realizarse sobre el archivo tipo .pdf para asegurar consistencia.

5.4.5 Situación de Ingeniería

La Situación de Ingeniería es un documento que debe actualizarse semanalmente, siendo un registro único que permite el seguimiento del estado de emisión de cada documento y su correspondiente historial, con el objetivo de sostener su trazabilidad.

Debe contener, como mínimo, la siguiente información:

1. Fecha de última actualización.

2. Nombre/Descripción/Código del proyecto.
3. Listado (en filas) de todos los documentos agrupados por disciplinas y mostrando, como mínimo, la siguiente información de cada uno (en columnas):
 - a. Nro. Ítem (1, 2, 3, etc.).
 - b. Especialidad/Disciplina (Cañerías, Procesos, Electricidad, Civil y Estructuras, Instrumentación & Control, General, Mecánica, etc.).
 - c. Descripción/Nombre (HD Equipo 1, Plano de Cañerías 1, etc.).
 - d. Peso/Incidencia % del documento en el monto global del proyecto.
 - e. Fechas de emisión previstas para revisiones inicial y final según programación al comienzo del proyecto (línea base inicial).
 - f. Fechas de emisión previstas para revisiones inicial y final según reprogramación o programación vigente al momento de la actualización de la Situación de Ingeniería (línea base vigente).
 - g. Carácter de emisión/revisión por documento (para Aprobación, para Información, etc.).
 - h. Responsable interno.
 - i. Registro por revisión de:
 - i. Fecha de emisión real.
 - ii. Nro. *transmittal* de emisión.
 - iii. Fecha de devolución de comentarios/aprobación por parte del cliente.
 - iv. Nro. *transmittal* de devolución.

Ver Anexo X, Anexo XI y Anexo XII.

5.5 GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE PROVEEDORES

5.5.1 Documentación para la selección y contratación

Toda contratación de servicios profesionales técnicos deberá formalizarse a través de una OC u otro instrumento contractual donde se establezcan, como mínimo, alcance, plazo, programación, recursos, modos de pago y otros requisitos (seguros, etc.).

La selección del proveedor deberá realizarse a través de una metodología preestablecida y deberá guardarse evidencia de los registros asociados a su evaluación/valoración. Todo proveedor deberá tener un legajo en el que conste la evidencia documental de sus habilidades para desempeñar las tareas asignadas. Deberá tenerse evidencia de una evaluación del proveedor a través de un método claro y objetivo, luego de la finalización del servicio contratado (ver apartado 9.2). A continuación, se listan algunos de los principales documentos que podrían aplicar para la selección del proveedor, dependiendo de la figura del mismo (SRL, SA, persona física, etc.):

1. Listado de antecedentes.
2. Carpetas técnicas.
3. Documentación legal (estatutos, autoridades).
4. Documentación económica (balances).
5. CVs.
6. Títulos académicos.
7. Registro de evaluación.

5.5.2 Documentación para la Evaluación

Debe definirse una frecuencia para la evaluación de desempeño de proveedores (mensual, semestral, anual, etc.), siendo esta obligatoria para aquellos proveedores cuyas competencias influyan significativamente en la calidad del producto o servicio final.

5.5.3 Distribución Interna y Externa de Documentos

Es deseable acordar con los proveedores una metodología de gestión documental equivalente a la general, estableciendo, como mínimo, la práctica de:

1. Matriz de comunicación.
2. Definición de listado de documentos a entregar.
3. Registro de desvíos.
4. Uso de *transmittal* para emisiones/recepciones.

6. MEDICIONES DE AVANCE/REPORTING/ CONTROL

El objetivo de esta sección es definir las pautas mínimas recomendadas para la implementación de herramientas de medición y control de avance que permitan generar información de gestión útil para la toma de decisiones en la ejecución de proyectos de ingeniería.

6.1 MEDICIÓN DE AVANCE FÍSICO

Una de las herramientas de mayor utilidad para realizar el seguimiento de avance de un proyecto es la curva de avance vs. tiempo, en la que se compara el avance previsto (planificado) del proyecto con el avance físico (o real).

El método de medición debe considerar lo siguiente:

- La medición de avance tiene que ser lo más objetiva y tangible posible.
- La medición del avance físico tiene que hacerse con una frecuencia que permita tomar acciones correctivas a tiempo

Se recomienda establecer una frecuencia de medición de acuerdo a la magnitud o duración del proyecto. Ejemplo: para un proyecto de cuatro meses de duración total, se recomienda una frecuencia de medición quincenal. Para uno de diez meses de duración, la frecuencia recomendada es mensual.

- La regla de medición de avance debe ser tal que el avance medido sea proporcional al esfuerzo empleado (avance físico o costo de los recursos), independientemente del avance de certificación acordado.

En el Seguimiento y Control de Ingeniería se calcula una incidencia porcentual de cada uno de los documentos o actividades, que será directamente proporcional a las horas hombre estimadas para realizar dichas tareas o documentos. Las horas establecidas y el valor relativo de cada actividad y/o tipo de documento permanecen invariables a lo largo del desarrollo del proyecto, salvo un cambio de alcance aprobado por el cliente.

La medición de avance se realizará según los entregables emitidos y se asignará una relevancia a cada revisión. El porcentaje de cada una de las entregas debe corresponder al esfuerzo empleado en su elaboración. Por ejemplo, la realización de la primera emisión de un documento insume en teoría el 70% de las horas totales del mismo; por consiguiente, el avance para esa revisión debería ser 70%

de las horas de ese documento. En la práctica, cada empresa establece un esquema de porcentajes que será utilizado para medir el avance y realizar diferentes análisis sobre la gestión del proyecto.

A continuación, se detalla un esquema típico de avance para la elaboración de los informes de progreso:

- 70% Documentos emitidos en Rev. A.
- 85% Documentos emitidos en Rev. B.
- 100% Documentos emitidos en Rev. 0.

Con los avances, traducidos en horas de cada documento, es realizada una ponderación con la totalidad de horas del proyecto y se obtiene un avance global de la Ingeniería.

Por ejemplo, si se emitieron solamente dos documentos, el primero se emitió en Rev.A y el segundo se elaboró hasta una Rev.0, los mismos tienen un peso de 100 horas cada uno para su realización y el proyecto contempla documentos y actividades por 1000 horas hombre. El cálculo quedaría de la siguiente manera: $100 \text{ horas} \times 70\% + 100 \text{ horas} \times 100\% = \text{se avanzaron } 170 \text{ horas}$. Por lo tanto, el proyecto global avanzó un 17 % (170 horas/1000 horas).

Los avances pueden ser calculados por especialidad, área, tipo de documento o partición que se requiera; lo único que cambia es el universo de documento que se considera en cada caso particular.

Con la información disponible periódicamente se realizan comparaciones con los avances previstos hasta la fecha en la línea de base del proyecto. Esto permitirá detectar desvíos entre lo planificado y el avance físico logrado al momento de hacer la comparación. Una práctica habitual es graficar los avances previstos en la línea base para cada período y el avance físico alcanzado en los mismos plazos. A su vez, se incluyen curvas de avance acumulado, tanto para la línea base como para el progreso actual. Estas últimas son llamadas curvas de avance del proyecto.

En caso de que existan retrasos, suele realizarse un plan de recuperación. Este plan incluye una replanificación de las tareas remanentes del proyecto considerando mayor cantidad de recursos (crashing o intensificación), solapamiento de tareas (fast tracking o ejecución rápida) o una mezcla de ambas estrategias de recuperación. De esta forma, la fecha de finalización del proyecto o de un hito principal no se verá comprometida.

6.2 MEDICIÓN DE AVANCE DE CERTIFICACIÓN

La medición del avance de certificación se utiliza a los efectos de la facturación de los servicios brindados. El esquema de medición suele acordarse con el cliente y no siempre se corresponde con la medición de avance físico. A continuación, se muestra un esquema típico:

- 50% Documentos emitidos en Rev. A.
- 70% Documentos aprobados en Rev. ALFABÉTICA.
- 90% Documentos emitidos en Rev. 0.
- 100% Documentos aprobados en Rev. NUMÉRICA.

6.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO

Los indicadores de desempeño y productividad son índices y ratios de suma utilidad para controlar el desarrollo de la ingeniería durante la ejecución del proyecto. Su cálculo es incluido en el tablero de control de ingeniería de acuerdo a las definiciones que el Coordinador y/o Planificador determine al comienzo del mismo.

A tales fines, se debe delimitar el valor objetivo y el valor de alarma de cada indicador. El cálculo del indicador provee una alerta temprana de potenciales desvíos en el proyecto.

El Coordinador de Ingeniería del proyecto deberá evaluar los resultados de los indicadores, determinar las razones de los desvíos y tomar las medidas correctivas pertinentes.

La frecuencia del cálculo de los indicadores y la confección del tablero de control se establecerá de acuerdo a la magnitud o duración del proyecto.

Los indicadores pueden dividirse en:

- Indicadores de cumplimiento del programa.
- Indicadores de cumplimiento de presupuesto.
- Indicadores de calidad de la Ingeniería desarrollada.
- Indicadores de tiempo de respuesta del cliente.
- Proporción de horas de ingeniería y cantidades físicas.

6.3.1 Cálculo de los indicadores

6.3.1.1 Indicadores de cumplimiento del programa

Los indicadores de cumplimiento del programa reflejan la proporción de emisión de ingeniería que se efectúa dentro de las fechas previstas según cronograma de proyecto.

Estos indicadores se pueden medir a nivel proyecto o desglosado por especialidad de ingeniería. A continuación, se muestran algunos ejemplos de indicadores típicos; sin embargo, cada empresa podrá desarrollar los propios según sus necesidades.

Cumplimiento de programa a partir de los documentos emitidos “Para Aprobación”:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Cantidad de documentos emitidos "Para Aprobación" en fecha}}{\text{Total de documentos emitidos "Para Aprobación"}}$$

Para estos ratios, el valor objetivo debe ser del 100% y el valor alarma se sugiere que ronde el 70%. Valores por debajo del 70% demandarán una revisión del programa de proyecto buscando medidas de mitigación para los impactos que los incumplimientos puedan generar.

Se sugiere, también, realizar el seguimiento de este mismo indicador respecto de las emisiones “Para Construcción”.

Los días promedio de retraso respecto de las fechas previstas de emisión pueden monitorearse utilizando el siguiente indicador:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Total de días de retraso}}{\text{Total de documentos emitidos "Para Aprobación" con retraso}}$$

Se sugiere que el valor objetivo para este indicador sea de “0” días/documento y su valor alarma de 15 días/documento.

Se sugiere también realizar el seguimiento de este mismo indicador respecto a las emisiones “Para Construcción”.

El siguiente indicador puede utilizarse para corroborar si se está asignando la cantidad de recursos correcta para cumplir con el programa previsto:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Horas Hombre consumidas}}{\text{Horas Hombre previstas}}$$

Se sugiere que el valor objetivo para este indicador sea 1 y su valor alarma 0,9.

6.3.1.2 Indicadores de cumplimiento de presupuesto

Los indicadores de cumplimiento del presupuesto tienen como propósito monitorear el consumo real de horas de ingeniería en relación con las horas previstas para los trabajos a realizar. Las alertas tempranas que generan estos indicadores ayudan a elaborar medidas de mitigación apuntadas a cumplir con el presupuesto previsto originalmente.

Se pueden medir tanto a nivel global de proyecto como por disciplina de ingeniería. Por lo general, estos indicadores no se comparten con el cliente y sirven para la gestión interna de los proyectos

Cálculo de cumplimiento del presupuesto:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Consumo de horas total proyectado a finalización}}{\text{Horas presupuestadas}}$$

Se sugiere que el valor objetivo para este indicador sea de 1 y su valor alarma 1,1. El cálculo de la productividad de las horas de ingeniería es otro indicador que puede ayudar a estimar de manera temprana si el proyecto va a poder cumplir con su presupuesto de horas original.

Cálculo de la productividad de las horas hombre:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Avance físico real (en porcentaje) x hs hombre presupuestadas}}{\text{Horas Hombre consumidas}}$$

Se sugiere que el valor objetivo para este indicador sea de 1 y su valor alarma 0,9. Para el correcto cálculo del indicador, se advierte que tanto el avance físico real como las horas hombre reales consumidas deben estar calculadas sobre una misma fecha de corte.

6.3.1.3 Indicadores de calidad de la ingeniería desarrollada

Estos indicadores brindan información acerca del grado de aceptación que el cliente tiene sobre la ingeniería emitida. Se proponen dos métodos de medición: uno referido a la cantidad de documentos calificados como “Rechazado” por el cliente y otro referido a medir la cantidad de veces que es remitido cada documento del proyecto. Este último indicador toma como premisa que un alto número de reemisiones está relacionado con la insatisfacción del cliente respecto a la documentación recibida y a la dificultad para que el cliente apruebe la documentación emitida.

Documentos rechazados:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Cantidad de documentos rechazados}}{\text{Cantidad de documentos calificados por el cliente}}$$

Se sugiere que el valor objetivo para este indicador sea de 0,05 y su valor alarma 0,15.

Documentos retrabajados:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Número de documentos con mas de 3 revisiones emitidas}}{\text{Total de documentos emitidos}}$$

La cantidad de emisiones prevista por documento puede ser ajustada según las características propias de cada proyecto.

Se sugiere que el valor objetivo para este indicador sea de 0,05 y su valor alarma 0,10.

6.3.1.4 Indicadores de tiempo de respuesta del cliente

Se sugiere llevar un seguimiento de los tiempos de respuesta del cliente para alertar si no se ajustan a lo previsto por contrato. El no cumplimiento de este indicador puede motivar un retraso en las fechas previstas de emisión de documentación y un reclamo al cliente si esto impacta en el camino crítico del proyecto.

$$\text{Ratio} = \frac{\Sigma \text{ de los días incurridos por el cliente para la calificación de los documentos emitidos}}{\text{Total emisiones calificadas por el cliente}}$$

Los valores objetivo y alarma de este indicador dependerán de lo acordado contractualmente con el cliente.

6.3.1.5 Proporción de horas de ingeniería y cantidades físicas

Se sugiere, una vez finalizado el proyecto, generar los siguientes indicadores con el fin de asistir a la presupuestación de futuros proyectos de ingeniería. Los mismos generan relaciones entre las horas de ingeniería consumidas por especialidad y las cantidades físicas resultantes de los diseños generados.

Indicadores propuestos:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{HH consumidas de la especialidad hormigón}}{\text{m3 hormigón}}$$

$$\text{Ratio} = \frac{\text{HH consumidas de la especialidad estructuras metálicas}}{\text{Tn estructura metálica}}$$

$$\text{Ratio} = \frac{\text{HH consumidas de la especialidad piping}}{\text{Tn piping}}$$

$$\text{Ratio} = \frac{\text{HH consumidas de la mecánica/calderería}}{\text{Tn equipos}}$$

$$\text{Ratio} = \frac{\text{HH consumidas de la especialidad eléctrica}}{\text{Km cables eléctricos}}$$

$$\text{Ratio} = \frac{\text{HH consumidas de la especialidad instrumentos}}{\text{Km cables instrumentación}}$$

7. GESTIÓN DEL CAMBIO

7.1 GENERAL

Se definen como cambios ajenos a la responsabilidad del contratista:

1. Las modificaciones de la documentación contractual.
2. Las modificaciones posteriores a la aprobación de un documento correspondiente a una versión liberada.
3. El cambio en la información de un documento entregado por el cliente.
4. Las modificaciones surgidas de comentarios realizados con posterioridad al plazo establecido para la aprobación de documentos.

En casos de cambios originados en errores del desarrollo de ingeniería, estos deben ser asumidos por el contratista. Toda vez que se identifique un cambio, en caso de que su magnitud lo justifique, el contratista debe proceder según se indica en este apartado.

En el caso de que, durante la ejecución del proyecto, el cliente decidiese introducir cambios sobre aspectos ya definidos en el mismo, o bien modificar, ampliar o reducir su alcance, o por el contrario se detecten internamente trabajos a realizar que pudieran estar fuera del alcance de los servicios de ingeniería recogidos en el contrato, se procederá como se describe a continuación:

Identificación de Interlocutores: se identificará a los interlocutores válidos de cada parte (cliente y contratista) para dar la aprobación de los cambios de alcance, así como el canal que se utilizará (email, carta, formulario, etc.) para la comunicación de los mismos.

Identificación y comunicación interna de un cambio: es obligación de cualquier participante en el proyecto informar a su responsable directo de cualquier posible cambio de alcance que se detecte. A su vez, los responsables deben hacer llegar al Director o Responsable Máximo del Proyecto dicha información. Se debe evitar por todos los medios identificar un cambio cuando se haya incurrido parcialmente en el gasto de horas por él derivado.

Es importante destacar que se considera un cambio a cualquier diseño que no esté de acuerdo con el Pliego las normas indicadas en el mismo, la legislación aplicable, etc., aun cuando el mismo sea solicitado por el cliente. Todo apartamiento de los documentos indicados en el listado de entregables deberá ser señalado como un cambio de alcance, incluso cuando no tuviera impacto en costo, plazo o calidad.

El interlocutor del cliente deberá suministrar los datos que sean requeridos para que el contratista pueda cuantificar el cambio solicitado.

Análisis del cambio: el Director o Responsable Máximo del Proyecto debe analizar la naturaleza del cambio, concluyendo si este debe ser reclamado o no al cliente.

Valoración del cambio: El Responsable de la detección del cambio realizará la estimación de horas requeridas para la ejecución del mismo, y conjuntamente con Director o Responsable Máximo del Proyecto se establecerá su impacto en plazo, si lo hubiera.

Aprobación interna: El Director o Responsable Máximo del Proyecto analizará el impacto en plazo y costo que el cambio origina.

Preparación del documento de cambio: como el cambio debe estar documentado, quien sea designado por la dirección del proyecto, cumplimentará una Orden de Cambio. Para ello se utilizará una plantilla (Ver Anexo II) que debe incluir:

1. Identificación del origen del cambio.
2. Descripción técnica del cambio.
3. Razón por la que se considera fuera del alcance del trabajo originalmente ofertado.
4. Documentos y tareas a las que afecta.
5. Impacto en costo y plazo.
6. Impacto en calidad.
7. Hoja resumen con casillas para firmas.

Las órdenes de cambio se codificarán con el mismo procedimiento que los documentos de proyecto.

El contratista, por intermedio del interlocutor válido, enviará el formulario de Orden de Cambio a quien haya sido designado por el cliente para su aprobación (ver apartado 8.3). El cliente dispondrá de un plazo preestablecido para aprobar o rechazar el cambio. El contratista no incorporará cambios en la documentación de ingeniería, hasta que la orden de cambio no haya sido aprobada por el cliente.

Queda a criterio del contratista, en función de la magnitud o impacto en el plazo, costo y/o calidad, la definición de niveles de aprobación para los cambios de alcance.

7.2 CODIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE CAMBIO

Se procederá a codificar de la siguiente manera:

XXX-YYAA-OD-000n-rX

XXX: es el identificador del proyecto.

YY: Empresa Contratista.

AA: Sección donde se origina el cambio.

OD: Indicador de Orden de Cambio.

000n: Contador.

rX: Revisión.

Las diferentes Órdenes de Cambio se resumirán en una Lista de Órdenes de Cambio. Este documento será actualizado a medida que se produzcan variantes en el proyecto. Su actualización estará a cargo del equipo de Control de Proyecto.

7.3 COMUNICACIÓN DE LOS CAMBIOS AL CLIENTE

Será realizada por el Director o Responsable Máximo del Proyecto.

El contratista emitirá una Nota de Pedido, comunicando el motivo del Cambio e indicando el impacto del mismo en términos de costo, plazo y calidad, para ser evaluado por el cliente.

El Director o Responsable Máximo del Proyecto mantendrá o delegará en quien considere conveniente un Resumen de Órdenes de Cambio codificadas según apartado 8.2 y, además, indicará en cada Orden de Cambio el concepto por la cual se emite, el número de horas, fecha de presentación al cliente y fecha de aprobación por el mismo.

7.4 CAMBIOS INTERNOS

Se define como Cambio Interno a los trabajos que debe realizar un determinado sector o especialidad, a partir de un cambio producido por otro sector o especialidad del equipo de proyecto del contratista.

Estos cambios deberán ser documentados por el equipo de Control de Proyecto, a partir de la información suministrada por los responsables de los sectores o especialidades involucrados e informados al Director o Responsable Máximo del Proyecto. Este evaluará el impacto en horas, plazos y costos que tengan asociados estos cambios y, de ser necesario, informará al cliente si hay modificaciones en los plazos de ejecución.

El Director o Responsable Máximo del Proyecto evaluará las acciones internas a tomar, por ej.: trasvase de horas de un sector a otro, identificación y control de un desvío, etc.

Estos cambios estarán registrados en un documento interno, que será definido por el Director o Responsable Máximo del Proyecto.

8. CIERRE

Se recomienda que la empresa de ingeniería elabore un Informe de Cierre del Proyecto tomando como referencia el Informe de Situación de Ingeniería a fin de cerrar formalmente el proyecto.

Internamente, el contratista deberá consolidar en una base de datos toda información adicional que sirva para la retroalimentación de futuros proyectos, incluyendo la comparativa de cantidad de horas de ingeniería interna y externa prevista contra la realmente incurrida, cantidad de documentos planificados y finales, costo previsto y final, cronograma final, tiempos de gestión de la contratación, etc.

El cierre del proyecto implica:

1. obtener la aceptación del cliente mediante un acta de aceptación;
2. documentar las lecciones aprendidas;
3. archivar todos los documentos relevantes del proyecto en el sistema de información para la dirección de proyectos para ser utilizados como datos históricos;
4. cerrar el contrato, pólizas de caución;
5. elaborar el libro final de ingeniería.

Ver Anexo XIII.

8.1 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Con el fin de asegurar la mejora continua de su sistema de gestión y la satisfacción de sus clientes, se debe contar con un proceso de medición del grado de satisfacción de la calidad del servicio prestado a través de una encuesta. Esta no solo debe medir factores que hacen a la calidad del producto, sino también al servicio prestado.

El responsable de calidad o responsable del proyecto deberá gestionar el envío, seguimiento o activación, recepción, consolidación y archivo de resultados. Estos resultados alimentarán indicadores que deberán ser revisados periódicamente, analizando la necesidad de introducir cambios en el sistema.

Las encuestas podrán segmentarse a distintos niveles de la organización cliente (responsable de proyecto, gerencia, dirección, etc.), recomendándose realizar entrevistas personales cuando corresponda.

Ver Anexo XIV.

8.2 EVALUACIÓN DE PROVEEDORES

Se recomienda realizar evaluaciones de desempeño de proveedores con frecuencia definida (mensual, semestral, anual, etc.) como mínimo una al finalizar cada contrato con el proveedor.

Los resultados deberán ser analizados en pos de la mejora continua del producto y gestión de desarrollo de proveedores, pudiéndose realizar, en caso de que sea necesario, reuniones aclaratorias con el proveedor, sanciones o descalificación provisoria o definitiva de la lista de invitados.

Las acciones derivadas para cada uno de los proveedores deben registrarse y darle seguimiento de forma periódica a su implementación.

Ver Anexo XV.

8.3 LECCIONES APRENDIDAS

Los equipos de proyecto deberán relevar periódicamente las lecciones aprendidas, identificando causas raíces, impactos y mitigación/soluciones. Se recomienda que el resultado de este relevamiento alimente una Base de Datos de Lecciones Aprendidas para consolidar un historial de mejores prácticas y soluciones a inconvenientes recurrentes que se presentan durante la realización de los proyectos.

La identificación será realizada por el mencionado equipo, pudiendo participarse al cliente (si correspondiere) de aquellas situaciones que causaron impacto en costos, plazo, calidad y/o seguridad durante la prestación de los servicios. Estos puntos podrán identificarse a lo largo del proyecto, recomendándose un tratamiento integral al fin del mismo.

Con las lecciones aprendidas consolidadas en un único documento, se propone convocar a una reunión de difusión de las mismas destinada a todos los participantes del proyecto, mientras que la participación del cliente queda a criterio del Responsable del Proyecto en tanto contribuya a mejorar su satisfacción

o la relación con el mismo. En ese caso, se deberán compartir los resultados previamente a la reunión, a los fines de considerar las observaciones que pudiera tener.

Ver Anexo XVI.

9. AXENO

- 9.1 ANEXO I “ALCANCE DEL PROYECTO, PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS”
- 9.2 ANEXO II “FORMULARIO DE GESTIÓN DE CAMBIOS”
- 9.3 ANEXO III “LISTADO DE DOCUMENTOS”
- 9.4 ANEXO IV “ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT)”
- 9.5 ANEXO V “ORGANIGRAMA”
- 9.6 ANEXO VI “MATRIZ DE COMUNICACIONES”
- 9.7 ANEXO VII “GUÍA PARA KOM (KICK OFF MEETING)”
- 9.8 ANEXO VIII “PLAN DE EJECUCIÓN DE INGENIERÍA”
- 9.9 ANEXO IX “TRANSMITTAL”
- 9.10 ANEXO X “SITUACIÓN DE INGENIERÍA”
- 9.11 ANEXO XI “MEDICIÓN DE AVANCE”
- 9.12 ANEXO XII “CURVAS DE DESEMPEÑO”
- 9.13 ANEXO XIII “INFORME DE CIERRE”
- 9.14 ANEXO XIV “ENCUESTA DE SATISFACCIÓN”
- 9.15 ANEXO XV “EVALUACIÓN DE PROVEEDORES”
- 9.16 ANEXO XVI “LECCIONES APRENDIDAS”

Subcomisión de GBIP

Nómina de los miembros que participaron en la redacción de esta publicación:

Pamela CUDA	(AC&A)
Eduardo RODRIGUEZ ARIAS	(AESA)
Martín REGUEIRA	(AESA)
Marcelo DALMAU	(CEPSI)
Mariela ELASKAR CARAFI	(CEPSI)
Pedro AMBROSIONI CZYRKO	(CIAR)
Gabriel DAMIANO	(CIAR)
Víctor MASSARI	(CIAR)
Federico CRISTÓFOLI	(HYTECH)
Andrés ADELSFLUGUEL	(HYTECH)
Ezequiel GONZALEZ	(HYTECH)
Esteban LECONTE	(HYTECH)

Daniela MANSBACH	(IATASA)
Gustavo BENNUN	(IATASA)
Lorena FACCHIN	(INFA)
Norberto FIORENTINO	(SENER)
Patricia CALVO	(TECHINT)
Ignacio GUADAGNINI	(TECHINT)
Juan Martín PANDOLFI	(TECNA)
Joaquín TORRE	(YPF)

Centro Argentino de Ingenieros

Cerrito 1250

(C1010AAZ) Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54-11) 4811 0570

www.cai.org.ar