

Capítulo 9

Gestión de proyectos

ALFREDO CURBELO ALONSO
BARBARA GAREA MOREDA
PEDRO GUEVARA

La importancia del uso de las fuentes renovables de energía es ya un hecho establecido. A escala mundial se le reconoce como una de las alternativas para lograr la disminución de la emisión de gases efecto invernadero a la atmósfera, a nivel nacional se identifica como un factor que contribuye a la mejora de la balanza de pago del país e incrementar su independencia energética, mientras que a nivel local se asocia con la posibilidad de brindar servicios energéticos de manera sostenible en lugares aislados, la creación de puestos de trabajo y ocasionalmente contribuye a la solución de problemas ambientales.

Sin embargo el reconocimiento de su importancia, no significa automáticamente que se produzca un movimiento masivo para la realización de inversiones dirigidas a materializar el potencial de las fuentes renovables de energía. Hay un grupo de factores que contribuyen a esta situación, algunos son objetivos y otros son resultados de errores cometidos en la ejecución de este tipo de proyecto. Entre estos podemos mencionar:

- Insuficiencias en la evaluación de la disponibilidad del recurso energético renovable.
- Selección y transferencia de una tecnología no apropiada para el tipo de problema a resolver.
- Diseño de la implementación del proyecto sin tener en consideración de manera adecuada aspectos que garantizan su

sostenibilidad, en particular las condiciones sociales y ambientales locales.

- Ausencia de un enfoque de ciclo de vida del proyecto desde el lado del usuario.

Las posibilidades de que estas y otras insuficiencias estén presente en la ejecución de proyectos de energía renovables, pudieran ser menores si se tuvieran en consideración las reglas establecidas por la práctica de la “gestión de proyectos” y que están sistematizadas como una rama de la ciencia de la gestión.

Es necesario alertar que la “gestión de proyecto” está diseñada fundamentalmente desde la óptica del que desarrolla e implementa el proyecto y que termina sus responsabilidades con la entrega de las instalaciones al que las va a operar durante su vida útil. Sin embargo, es precisamente en este periodo de explotación de las instalaciones donde se ponen de manifiesto la mayoría de los problemas que ponen en peligro la sostenibilidad del proyecto. Lo relacionado con “la gestión de la explotación del proyecto de energía renovable” sale del alcance del presente capítulo.

Los proyectos de energía renovable, con los cuales se pretende que el lector se familiarice en los aspectos básicos de la gestión de proyecto, se pueden tipificar en dos casos:

- Es necesario brindar un servicio energético, por ejemplo la electrificación de una comunidad aislada y se requiere definir cuál de las

fuentes de energía disponibles (por ejemplo: fotovoltaica, hidroenergía o biomasa) se utilizará y mediante que tecnología.

- Existe un recurso renovable a nivel local que puede ser utilizado como fuente de energía (excretas de animales, residuos agroindustriales como la cascara de arroz y el aserrín, los residuos forestales, entre otros) y se requiere el diseño de la solución tecnológica más apropiada para ejecutar esta tarea.

Vinculado a la gestión de estos proyectos, hay un grupo de conceptos que son parte de la jerga básica de los que participan de una manera o de otra en actividades para la difusión del aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y en especial de las asociadas al aprovechamiento energético de la biomasa.

Entre estos conceptos se encuentran los siguientes: proyecto, gestión de proyecto, factibilidad técnica económica, impacto ambiental, impacto social, etc. Sin embargo la comprensión de su significado, el entendimiento de la utilidad de su uso consciente y la capacidad para adaptarlos a situaciones específicas muchas veces no son suficientes.

Este capítulo pretende que el lector comprenda que significa organizar una actividad como un proyecto, cuales son las etapas del ciclo de vida de un proyecto y las principales exigencias al implementar y evaluar cada una de ellas. En el texto no se aspira a brindar rigurosas definiciones académicas de los conceptos fundamentales, las cuales abundan en la literatura, sino a describir los mismos de manera tal que se comprenda su esencia y que posteriormente el lector sea capaz de aplicarlos creativamente en situaciones concretas.

LA GESTIÓN DE PROYECTOS

Para comprender la temática de la gestión de proyectos, se requiere ante todo abordar dos conceptos básicos: proyecto y gestión.

En este contexto se puede decir que un proyecto es un conjunto de actividades dirigidas a alcanzar determinados propósitos en un plazo de tiempo y de recursos establecidos y bajo determinadas restricciones del entorno [1].

Generalmente los proyectos se formalizan por medio de un documento de proyecto en el que se describe, organiza y planifica la ejecución de las actividades a realizar de manera tal que las posibilidades de no alcanzar los objetivos y resultados previstos se reducen de manera significativa.

Entre las características más significativas de los proyectos se encuentran las siguientes:

1. Representan una solución única a un problema.
2. Tienen un alcance bien definido.
3. Es un esfuerzo que no es repetitivo.
4. Poseen un presupuesto bien definido, que debe ser respetado.
5. Tienen un espacio temporal acotado, con fecha de inicio y fecha de terminación.
6. Se sabe con claridad cuando se logra su terminación.

Por sus propósitos los proyectos pueden ser de diferentes tipos, entre los que se destacan a los efectos de la temática del capítulo los siguientes:

- De investigación – desarrollo. Dirigidos fundamentalmente al desarrollo de nuevos conocimientos o tecnologías.
- De innovación tecnológica. Que se caracterizan por proponerse introducir en el mercado o en el funcionamiento de una organización un nuevo o mejorado producto, servicio o método de gestión organizacional.
- De inversión. Se basan en la creación de capacidades para la producción de productos o para brindar servicios destinados a un mercado determinado, utilizando conocimientos, tecnologías o procedimientos

generalmente bien establecidos en la práctica precedente.

En cualquier caso el logro de los objetivos planificados en un proyecto se alcanzan como resultado de la ejecución exitosa de un conjunto de etapas, que se conoce como el ciclo de vida de un proyecto. Si bien la cantidad de etapas y su contenido dependen del tipo de proyecto, si se pueden identificar tres momentos básicos en su ciclo de vida:

1. Momento de inicio.
2. Momento de implementación.
3. Momento de cierre.

El reconocimiento de este ciclo de vida del proyecto permite evitar el error común de identificar el “proyecto” con el “documento del proyecto”.

La ejecución de las acciones de organización, planificación y dirección que se deben ejecutar en cada etapa del ciclo de vida del proyecto requieren de una actividad altamente especializada conocida como “Gestión de proyecto”. Su propósito está dirigido [2] a:

- Comprender la tarea planteada al proyecto.
- Identificar los resultados que se deben alcanzar para darle solución al problema planteado.
- Determinar los actores principales y sus roles.
- Identificar, planificar y controlar la ejecución de las tareas que deben ejecutarse para alcanzar los resultados.
- Reunir los recursos materiales, financieros y humanos necesarios para alcanzar los objetivos planteados en los plazos y presupuestos especificados.

La gestión de proyecto utiliza conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas específicas para ejecutar las actividades dirigidas al logro

de los objetivos planteados. Estas actividades se agrupan en las siguientes áreas [3]:

- a. Coordinación:

Asegura que las diferentes tareas del proyecto estén debidamente coordinadas entre si durante la ejecución de las diferentes fases. Se requiere de la realización de acciones para identificar, definir, combinar, unificar, y coordinar varios procesos y actividades en la gestión del proyecto.
- b. Alcance del proyecto:

Ésta área de actividad debe garantizar que solo se realicen en el proyecto las tareas requeridas para alcanzar los resultados previstos, evitando ejecutar trabajos adicionales e innecesarios. Se trata ante todo de identificar y controlar lo que es necesario y lo que no lo es.
- c. De cronograma:

Asegura la ejecución en tiempo del proyecto. Se basa en la información relativa a las tareas acordadas, su secuencia, los recursos necesarios y duración estimada de las mismas. Realiza el control del cumplimiento del cronograma, produce ajustes en el mismo cuando ocurren desviaciones de lo planificado y pronostica futuros escenarios temporales de terminación del proyecto.
- d. De costos:

Asegura que el proyecto se ejecute en el marco del presupuesto aprobado. Incluye la planificación, estimación, elaboración del presupuesto, financiamiento, gestión y control de los costos.
- e. La calidad:

Asegura que los resultados del proyecto satisfagan las necesidades para las cuales fue concebido. Incluye la determinación de las políticas, objetivos y responsabilidades en relación con la gestión de la calidad.
- f. Gestión de los recursos humanos.

Tiene como propósito hacer el uso más efectivo de las personas que intervienen en la ejecución del proyecto. Incluye los procesos dirigidos a la organización, gerencia y conducción de los miembros del equipo de proyecto.

- g. La comunicación:
Satisface las necesidades de información de los diferentes actores del proyecto, tanto externos como internos, para asegurar un efectivo desempeño de sus roles. Incluye la generación, recogida, diseminación, almacenamiento y disposición final de la información del proyecto.
- h. Gestión de riesgo:
Esta dirigida a incrementar la probabilidad e impacto de los eventos positivos, así como a disminuir la de los negativos. Incluye la identificación, análisis, respuesta planificada y control de los riesgos del proyecto.
- i. Las adquisiciones.
Asegura la adquisición de bienes y servicios de fuentes externas al proyecto en los plazos y costos previstos. Incluye el desarrollo y administración de los procesos de contratación y de ejecución de órdenes de compra emitidas por los miembros autorizados del equipo de proyecto.
- j. Gestión de actores.
Esta dirigida a identificar las personas, grupos y organizaciones que pudieran influir sobre el proyecto o ser impactadas por este, analizar las expectativas de los diferentes actores y su influencia en el proyecto y desarrollar una estrategia de gestión apropiada para de manera efectiva involucrar a los actores del proyecto en la toma de decisiones y en su ejecución. Se basa en una comunicación continua con los actores del proyecto para comprender sus necesidades y expectativas, manejar los conflictos de intereses, y fomentar su compromiso con las decisiones y actividades del proyecto.

Para la ejecución de las tareas asociadas a la gestión de proyectos, que se expresan en las áreas de actividad antes descritas, se han desarrollado un gran número de métodos, metodologías, programas de cómputo, etc. Estos últimos pueden ser básicos (hojas de cálculo de Microsoft Office Excel) o complejos (por ejemplo Microsoft Office Project). La selección de las herramientas de

gestión para ser aplicadas en un proyecto dependen de las características del mismo, pues si bien el uso de herramientas simples para proyectos complejos pone en peligro la capacidad de gestionarlo adecuadamente, el caso contrario puede encarecer y complejizar su gestión hasta poderla hacer inoperante.

ETAPAS DEL CICLO DEL PROYECTO

El éxito de un proyecto está estrechamente ligado a la ejecución adecuada de cada una de las etapas de su ciclo de vida. Cada una de ellas tiene un momento inicial y final bien definido y un grupo de actividades que se deben ejecutar durante la misma. Así mismo es posible identificar, en cada una de ellas, una actividad de evaluación que permite la toma de decisiones sobre el avance a la próxima etapa.

La descripción en la literatura de las etapas de un proyecto es diversa [4] y depende ante todo del tipo de proyecto que se trata de implementar. Sin embargo todas ellas se pueden describir en tres momentos:

1 Momento de Inicio.

Este momento se inicia con una idea de proyecto y termina con un proyecto listo para iniciar su implementación, lo que significa que al menos está totalmente planificado, cuenta con una fuente de financiamiento segura y tiene la aprobación necesaria para iniciar la implementación del proyecto, decisión que se toma sobre la base de una evaluación de factibilidad técnico económica.

2 Momento de Implementación.

Este periodo está dirigido a la implementación del proyecto aprobado en el momento anterior. Comienza con la ejecución de las tareas de diseño detallado de las soluciones tecnológicas y la contratación de los suministradores

de bienes y servicios requeridos y culmina con la puesta en marcha del proyecto. Durante la misma se implementa un riguroso proceso de monitoreo y evaluación de las actividades que se realizan.

3 Momento de Cierre.

Este es el momento final del proyecto, que aunque habitualmente se describe como el cierre técnico, administrativo y financiero del proyecto en la mayoría de los proyectos de energía renovable resulta conveniente añadir una etapa de evaluación de la explotación de la instalación.

Esta etapa se ejecuta luego de la puesta en marcha y consiste en un proceso de monitoreo y evaluación detallada del proyecto implementado. Este proceso de M&E es acompañado por la entrega paulatina del proyecto al usuario del mismo.

Toda vez que las etapas que se ejecutarán en cada uno de los momentos descritos dependen del tipo de proyecto a ejecutar, resulta conveniente caracterizar aquellos que se ejecutan para el aprovechamiento de fuentes de energía renovable.

Desde el punto de vista de la gestión de proyecto se deben resaltar las siguientes características básicas:

- Se crean instalaciones productivas como resultado de una inversión en bienes materiales.
- Las soluciones tecnológicas a emplear dependen en gran medida de las condiciones locales.
- La consideración de los aspectos sociales y medioambientales en el lugar de intervención es imprescindible para lograr la sostenibilidad del proyecto.
- Generalmente hay incertidumbres en la información que se utiliza como base para el diseño del proyecto. Por ejemplo en lo relacionado con la disponibilidad de la biomasa, los costos de operación, los indicadores productivos de la instalación por ejemplo la eficiencia energética, satisfacción de las expectativas de los usuarios, etc.

Sobre esta base resulta apropiado describir las etapas del ciclo de vida del proyecto de la siguiente manera.

El momento de inicio

El inicio del proyecto se realiza en dos etapas: una etapa inicial que demuestra que en principio es viable la idea de proyecto formulada y una segunda etapa donde se diseña en detalle el proyecto y se demuestra su viabilidad técnico económica, quedando listo para el inicio de su implementación.

1ra Etapa: Diseño preliminar del proyecto (prefactibilidad)

Esta etapa se inicia a partir de que se identifica por un promotor de proyecto (Comunidad, Empresario, Inversionista, Organización No Gubernamental, agencia pública o internacional, etc) la posibilidad de ejecutar un proyecto mediante el cual:

- se brinde un nuevo servicio energético (por ejemplo: calentamiento solar de agua, generación de energía eléctrica en un sitio aislado mediante paneles fotovoltaicos, producción de biogás para la cocción de alimentos a partir de residuos de alta carga orgánica, etc.).
- se sustituye el uso de un combustible convencional o de energía eléctrica en una instalación existente utilizando biomasa ligno – celulósica o biogás, por ejemplo en la generación de vapor en una caldera o para autoabastecerse de energía eléctrica como resultado de la gasificación de cascara de arroz.
- Se produce un biocombustible (por ejemplo: astillas o briquetas de madera, biodiesel, bioetanol, etc.) o energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía para su comercialización en el mercado local.

Este promotor ante todo debe por sí mismo o encargándolo a un tercero (desarrollador de proyecto) desarrollar esta idea de proyecto.

Para esto debe elaborar un documento de idea de proyecto, en el cual se describen, sobre la base de la información disponible, al menos los siguientes elementos: objetivos del proyecto, antecedentes, fundamentación, descripción (localización, soluciones tecnológicas posibles a utilizar, recursos energéticos renovables disponibles), resultados esperados y posibles beneficiarios.

Este es el documento primario por medio del cual presentara la idea de proyecto a los diferentes actores que potencialmente estarán involucrados en su ejecución. La elaboración de este documento inicial en ocasiones se obvia, lo que da lugar a problemas de comunicación e interpretación alrededor de los propósitos y objetivos de la idea de proyecto que se promueve.

Sobre la base de esta idea de proyecto se realiza una evaluación preliminar de la viabilidad de la idea presentada, considerando alternativas para su ejecución a medida que se profundiza en la información disponible. El resultado de expresa en un estudio de pre factibilidad técnico económica y un documento de concepto de proyecto. En esta etapa se realizan al menos las siguientes actividades:

- Evaluación preliminar de la disponibilidad del recurso energético renovable.
- Estimación de la demanda del servicio energético.
- Selección de las soluciones tecnológicas.
- Ejecución del análisis de pre-factibilidad técnico económica.
- Elaboración del concepto de proyecto.

A continuación se describe cada una de estas actividades:

- Evaluación preliminar de la disponibilidad del recurso energético renovable.

Con este fin se realizan las siguientes acciones:

- Determinar la cantidad anual y las variaciones significativas de la existencia del recurso energético

a lo largo del año y de ser necesario del día. Por ejemplo: volumen de residual orgánico (m³/año), volumen de residuo de aserraderos (m³/año), áreas de bosques para la extracción de biomasa residual, velocidad del viento, intensidad de la radiación solar, etc.

- Establecer las características físico-químicas básicas del recurso.
- Son aquellas que junto con el valor de la cantidad disponible permitirán calcular el potencial energético de esta fuente de energía renovable. Se trata por ejemplo de la carga orgánica de un residual de cría de cerdo o el poder calórico, densidad y humedad de la biomasa ligno-celulósica existente.
- Describir la distribución geográfica del recurso energético.
- En la mayoría de los proyectos es importante conocer la distribución geográfica del recurso energético disponible. En dependencia del problema planteado será necesario determinar la mejor ubicación de la instalación para aprovechar este recurso o por ejemplo, establecer las cantidades de recurso bio-másico y las distancias a que se encuentran del lugar de ejecución del proyecto para poder establecer en una primera estimación el volumen anual de recurso energético que pudiera estar disponible.

- Estimación de la demanda del servicio energético.

En el caso de que la tarea planteada sea satisfacer una demanda de un nuevo servicio energético, (por ejemplo electrificación de una comunidad) o sustituir el uso de una fuente convencional en un servicio energético que ya se ofrece (por ejemplo el uso de aceite diésel como combustible en una caldera de vapor) es necesario una caracterización de esta demanda energética. En particular se debe establecer o estimar la variación horaria, diaria o mensual, a lo largo del año de esta demanda.

Generalmente lo más que se logra es una estimación de estas cifras. Cuando se trata un nuevo servicio energético se recurre a una modelación

de la demanda esperada a partir de datos como el número de consumidores o equipos, el consumo de energía por equipo que se instala o actividad que se beneficia, la distribución horaria del uso del equipamiento o de realización de estas actividades, etc.

Cuando se sustituye una fuente de energía convencional en uso, la mayor dificultad es que generalmente el registro detallado del consumo de energía eléctrica, combustible, agua caliente o vapor de agua no existe. Por este motivo el método a emplear para la estimación de la demanda es una combinación del uso de las cifras existentes sobre consumo con una modelación del servicio a brindar.

Un dato de particular importancia para caracterizar la demanda del servicio energético es el valor de la máxima demanda horaria (kW o ton/h) en el año. La misma nos permitirá establecer por ejemplo la potencia del generador eléctrico o del quemador de biogás, la capacidad de la caldera o del gasificador de biomasa según sea el caso.

- Selección de las soluciones tecnológicas.

En esta etapa preliminar se realiza una valoración de las diferentes opciones de solución tecnológica a emplear para satisfacer la demanda energética formulada con los recursos disponibles. El resultado de este análisis es mostrar de las opciones disponibles cuales parecen ser las viables y sobre las cuales debe mantenerse la atención.

Para ejecutar adecuadamente este paso se requiere disponer de información sobre el equipamiento tecnológico disponible en el mercado, el grado de madurez comercial y costo aproximado del mismo así como de experiencia previas de su uso que puedan orientarnos en el caso objeto de estudio.

Las características de este análisis se pueden mostrar en el caso de un proyecto dirigido al aprovechamiento energético de los residuales líquidos de una granja porcina. Para una granja de pequeño tamaño (100 a 500 cerdos) es posible usar para el biodigestor una de las tres tecnologías siguientes:

- Biodigestor tubular de material flexible.
Esta es una solución barata, de fácil instalación, pero con un tiempo de vida útil limitado en dependencia del material escogido. Su capacidad unitaria típica, para garantizar un buen funcionamiento, oscila entre los 10 y 20 m³ por lo que a partir de cierta escala se requiere instalar una batería de digestores en paralelo.
- Biodigestor de cúpula fija o movable.
En este caso el costo es superior al de los biodigestores tubulares, se requiere de mano de obra especializada y un mayor volumen de trabajo para su construcción. Su vida útil es larga requiriéndose mantenimientos periódicos de relativamente baja complejidad. Su capacidad unitaria puede llegar a los 90 m³, lo que responde a las necesidades de la mayoría de los productores en la categoría considerada.
- Laguna tapada.
Esta es una solución tecnológica en franco proceso de introducción en la región de América Latina y el Caribe. Es especialmente ventajosa cuando el productor porcino dispone ya de una laguna de oxidación para el tratamiento de residuales. Para su implementación se requiere dar mantenimiento a la laguna existente, construir una obra civil en sus bordes para la fijación de la manta flexible que al cubrirla recolectará el biogás que se emite normalmente en esta instalación. Cuando ya existe la laguna el costo de instalación puede ser inferior al de un biodigestor de cúpula fija o móvil y su tiempo de explotación es largo (hasta 20 años), pero sus componentes de mayor precio son importados. El personal técnico para realizar estas instalaciones aun no es abundante.
Como se ve en este ejemplo la selección de la tecnología base es multicriterial y depende fuertemente de las condiciones locales. Además de la selección de la tecnología del biodigestor se requiere desarrollar el diseño completo del esquema tecnológico considerando el uso que se le dará al

biogás producido como combustible. En este caso de nuevo se presente un análisis de opciones:

- a. Utilización del 100% del biogás para la generación y venta de energía eléctrica a la red eléctrica.
- b. Utilización primaria del biogás para la cocción de alimento o como combustible en una caldera de vapor o de calentamiento de agua y destino del resto del gas para la generación de energía eléctrica u otro uso.
- c. Utilización del biogás para satisfacer las demandas energéticas de viviendas o comunidades aisladas: cocción de alimento (por ejemplo distribución por una red local de gas), generación de energía eléctrica, accionamiento de motores estacionarios, etc.

En esta etapa del proyecto deben seleccionarse, al menos en consulta con los beneficiarios y el promotor del proyecto, las opciones que resultan más viables para ser consideradas en el diseño definitivo del proyecto. Estas opciones deben describirse por medio de un diseño básico del esquema tecnológico a emplear incluyendo un dimensionamiento preliminar de sus principales componentes.

- d. Ejecución del análisis de pre-factibilidad técnico económica.

Este análisis es el que fundamenta la selección de las propuestas de alternativas de solución de la tarea planteada y la selección del lugar en que se ejecutara el emprendimiento. Además de los elementos relacionados con las tecnologías se tienen en cuenta los costos y los ingresos o beneficios económicos esperados, con un nivel de precisión preliminar, se consideran los aspectos sociales y ambientales asociados a la sostenibilidad de la explotación de la instalación, así como los riesgos de diferente naturaleza que se prevén.

Los resultados de este análisis se expresan en términos de indicadores económicos financieros, que deben considerarse como preliminares y solo ser utilizados como una referencia para

comparar la viabilidad de las diferentes opciones consideradas.

El análisis de estos indicadores, combinado con el resto de los elementos antes descritos, permitirá seleccionar el mínimo de soluciones tecnológicas que debe ser sometido a análisis en la siguiente etapa del proyecto. Las incertidumbres de los resultados que se obtienen están asociadas a su carácter inicial basado mayormente en la información disponible, por lo que este estudio se ejecuta sin realizar un gasto significativo de recursos humanos, materiales y financieros.

- e. Elaboración del concepto de proyecto.

Este es el producto final de esta etapa y servirá de base para la siguiente. Recoge en un documento los elementos de la idea de proyecto, pero con los ajustes obtenidos como resultado de la ejecución de la etapa de diseño preliminar: objetivos del proyecto, antecedentes, fundamentación, descripción (localización, soluciones tecnológicas propuestas, demanda energética a satisfacer, recursos energéticos renovables disponibles), resultados esperados, beneficiarios. Además se le añaden los elementos de costo, indicadores preliminares económicos financieros, consideraciones sociales y ambientales y riesgos del proyecto.

Segunda Etapa: Diseño y planificación del proyecto (factibilidad)

Esta es posiblemente la etapa más importante del ciclo de vida del proyecto. Para ejecutar la misma se establece un plazo, se fija un presupuesto y se designa un equipo de proyecto para su ejecución.

En la misma se realizan al menos las siguientes actividades:

- a. Determinación de los recursos energéticos disponibles.
- b. Diseño de la solución tecnológica.
- c. Tramitación de los permisos.
- d. Gestión de los suministradores.
- e. Evaluación de los beneficios económicos.

- f. Diseño del esquema de operación.
- g. Cálculo de costos.
- h. Evaluación de riesgos.
- i. Elaboración del estudio de factibilidad técnico económico.

A continuación se describen estas actividades:

- a. Determinación de los recursos energéticos disponibles.
Se precisan los recursos energéticos disponibles, de ser posible sometiéndolos a un proceso de certificación. De ser necesario se realizan mediciones, análisis físico químicos y otros estudios que permitan reducir los riesgos asociados a la disponibilidad del recurso. Ejemplos típicos son los estudios de las características y volúmenes de residuales de alta carga orgánica para la producción de biogás y la caracterización y certificación de la existencia de biomasa o agro-residuos ligno-celulósicos para su uso como combustible.
- b. Diseño de la solución tecnológica.
En esta actividad se fundamenta la selección y el diseño de la solución tecnológica a emplear. En el diseño de la solución tecnológica un aspecto básico es el dimensionamiento de la capacidad de la instalación y de los equipos que la componen. Esta capacidad depende de la demanda energética que se confirma en esta etapa o de la disponibilidad de recurso renovable energético que se certifica. Este parámetro es determinante en la selección de la solución tecnológica, en el valor de los costos de inversión y de los beneficios económicos que se obtengan en la explotación del proyecto como resultado de los servicios energéticos que se brinden o de la cantidad de combustible o energía eléctrica que se comercialice.
- c. Tramitación de los permisos.
Se obtienen los permisos requeridos para la implementación del proyecto. Generalmente estas autorizaciones están relacionadas con el uso del suelo,

los impactos ambientales, los requerimientos de seguridad ante incendios, con requerimiento de registro legal, etc. Estos permisos dependen de las regulaciones de cada país y del tipo de proyecto que se ejecuta.

- d. Gestión de los suministradores.
Se identifican y seleccionan los suministradores de tecnologías, servicios técnicos, materiales e insumos, generalmente por medio de procesos de concurrencia o licitación. Debe prestársele atención a obtener las mejores garantías posibles de que los suministros se produzcan en el plazo establecido y de que sus parámetros de calidad se correspondan con los pactados. En el caso de que el proyecto se base en el procesamiento de biomasa proveniente de un tercero: leña, residuos de aserradero, cascara de arroz, efluentes de alto contenido orgánico, semillas o frutos oleaginosos, es clave lograr acuerdos sobre cantidades, precios y calidades del suministro al menos de mediano plazo. Una de las opciones más productivas es convertir al suministrador en parte del proyecto.
- e. Evaluación de los beneficios económicos.
Se determinan los beneficios económicos del proyecto que pueden expresarse en términos de ahorros, si se trata de la sustitución de portadores energéticos convencionales, o de ingresos al comercializarse energía eléctrica o biocombustibles. El cálculo de los ahorros puede ser complicado pues se trata de establecer qué cantidad de dinero no se gastara en el futuro como resultado de la implementación del proyecto. Su cálculo se basa en procedimientos que requieren de determinada rigurosidad y que han sido desarrollados fundamentalmente para los proyectos de eficiencia energética. Una de las componentes básicas de estos procedimientos es el establecimiento de una proyección de gastos anuales en la adquisición del portador energético que se pretende sustituir en caso de que no se implementara el proyecto.

A esta proyección se le llama línea base y se calcula utilizando determinadas hipótesis sobre las condiciones de operación durante la vida útil del proyecto. Utilizando estas mismas hipótesis se calculan los gastos anuales, asociados al consumo de energía, en que se incurrirían al realizar la sustitución prevista como resultado de la implementación del proyecto. La diferencia entre ambas estimaciones de gastos es el ahorro estimado.

En el caso de los proyectos que se basan en la venta de energía eléctrica, se requiere de un análisis detallado de las condiciones en que está regulada la venta de energía eléctrica a terceros. Estas regulaciones cambian de manera sensible de país a país, existiendo casos donde no existe una regulación con este fin y otros con regulaciones detalladas de mercado eléctrico con incentivos para la venta a la red por productores independientes de energía eléctrica basados en fuentes renovables de energía. Los proyectos destinados a la venta de biocombustibles también tienen sus particularidades en el análisis de sus ingresos económicos. En esta categoría deben considerarse no solo los biocombustibles para el transporte: etanol y biodiesel, sino además biocombustibles sólidos como los pellets, las briquetas, las astillas de madera y productos similares. En el caso de los biocombustibles para el transporte, las políticas y regulaciones nacionales establecidas en cada país determinarán en la mayoría de los casos las condiciones en que se realiza el análisis de los ingresos del proyecto. Una excepción pueden ser pequeños – medianos proyectos de producción de biodiesel destinados al autoconsumo por el productor o a un mercado cautivo previamente acordado.

Los proyectos de biocombustible sólido están condicionados por el bajo desarrollo a nivel local, nacional y regional de estos mercados. Por este motivo en la mayoría de los casos se ejecutan en formas de proyectos que a la vez que producen el biocombustible, se realizan las inversiones para la instalación del equipamiento energético que permita el uso de los mismos como combustible.

Estas inversiones pueden implementarse como parte del mismo proyecto de producción de biocombustible sólido o en un proyecto asociado.

- f. Diseño del esquema de operación.
Se diseña el esquema de operación de la instalación determinándose el personal, requerido, su calificación, salario y organización de la fuerza de trabajo.
- g. Cálculo de costos.
Se establecen los costos de implementación, del financiamiento y de la operación del proyecto. En la determinación de los costos de implementación generalmente se diferencian los relacionados con la adquisición del equipamiento, los destinados a las actividades de construcción y montaje y el resto de los gastos en que hay que incurrir para por ejemplo realizar los estudios de ingeniería, los procesos de contratación, obtener los permisos establecidos, etc. Los costos financieros por su parte dependerán de las condiciones acordadas de financiamiento. Los costos de operación, son aquellos en que se incurren para mantener funcionado el proyecto. Se diferencian en costos directos e indirectos y entre los primeros se destacan los gastos en personal, materias primas e insumos y mantenimiento.
- h. Evaluación de riesgos.
Se precisan los riesgos de implementación y de explotación y se diseñan las medidas de mitigación.
- i. Elaboración del Estudio de factibilidad técnico económico.
Esta etapa termina con un documento generalmente conocido como “Estudio de factibilidad técnico económica”. Este informe integra la mayoría de los aspectos antes mencionados y está dirigido a demostrar la factibilidad del proyecto propuesto. A partir de los resultados de este estudio se toma la decisión de implementar o no el proyecto. El mismo debe establecer la factibilidad del proyecto en lo relacionado con la viabilidad técnica, operacional, de los plazos de ejecución y económica de la propuesta. Los elementos principales que se toman en cuenta en cada una de estas componentes son:

- Viabilidad Técnica.

Esta depende fundamentalmente de:

- Si las tecnologías consideradas dan respuesta al problema planteado.
- La existencia de garantías de obtener los indicadores productivos previstos para la tecnología seleccionada: si estas están disponibles en el mercado sobre bases comerciales, las seguridades de que se alcanzarán los parámetros de rendimiento ofrecidos, y experiencias previas de explotación en condiciones similares.
- Los riesgos tecnológicos asociados a su uso en las condiciones del proyecto evaluado, las medidas de mitigación de estos riesgos y sus posibles costos.

- Viabilidad Operacional.

Está basada en:

- La sostenibilidad de la explotación: si es posible asegurar el personal con la preparación requerida para su operación y el acceso a partes y piezas de repuesto así como a asesoría técnica en plazos y costos razonables.
- La consideración de aspectos sociales y ambientales que pueden afectar la explotación del proyecto: disponibilidad de fuerza de trabajo, integración en la cultura local, impactos ambientales, etc.
- Viabilidad de los plazos de ejecución.
- Se determina sobre la base de:
 - Evaluación del impacto de los plazos estimados para ejecutar las actividades del proyecto en el valor de los costos de ejecución y la viabilidad económica financiera del proyecto.
 - Garantías contractuales para el cumplimiento de los plazos y consecuencias por la violación de los mismos.
 - Evaluación de los riesgos para cumplir el cronograma propuesto. Medidas de mitigación de los riesgos.

- Económico – financiero.

El análisis de viabilidad económica financiera está bien reflejado en la literatura y existen

numerosos sitios en internet en los cuales se puede estudiar el tema.

Hay un concepto básico relacionado con este tema, el flujo de caja, sobre el que es conveniente hacer algunos comentarios.

En esencia el flujo de caja es un balance de ingresos y egresos a lo largo de la vida útil de operación del proyecto. La calidad del mismo está determinado por la precisión con que las cifras que se utilizan para confeccionarlo se correspondan con las que se obtengan durante la implementación del proceso. El tiempo y el esfuerzo que se dedique para determinar con una exactitud racional los datos serán recompensados con una mejor toma de decisión a partir de los resultados del estudio de factibilidad técnico económica.

Utilizando los resultados del balance del flujo de caja es que se calculan los indicadores económicos financieros que sirven de base para juzgar sobre la viabilidad económica financiera del proyecto. Los más utilizados son:

- El periodo de recuperación de la inversión (pay back).

Se mide en años y los valores que resultan aceptables dependen del tipo de proyecto y de las expectativas del inversionista.
- El Valor actual neto (VAN).

Se mide en unidades monetarias. La condición básica para que el proyecto sea aceptable según este indicador es que sea mayor que cero.
- La tasa interna de retorno.

Se expresa en porcentos y el valor que corresponde al umbral de aceptación, es que este sea mayor que la tasa de interés que se lograría si el dinero aportado por los socios del proyecto para ponerlo en marcha fuera depositado en un banco.

En la práctica la evaluación de estos indicadores se realiza de manera integrada y teniendo en cuenta un conjunto de factores que se describen en la literatura especializada sobre el tema.

Los aspectos generales que se incluyen en el documento “Estudio de factibilidad técnico económica son:

- Objetivos, alcance y antecedentes del proyecto.
- Descripción del proyecto:
 - Sitio de implementación.
 - Aspectos Medioambientales.
 - Soluciones tecnológicas
 - Ingeniería básica de la instalación.
- Recursos requeridos:
 - Medios y equipos.
 - Materiales e insumos.
 - Recursos humanos.
- Mercado.
- Cronograma del proyecto
- Estudio económico financiero:
 - Fuente de financiamiento.
 - Costos:
 - de inversión.
 - financieros.
 - de operación.
 - de producción.
 - Ingresos.
 - Evaluación económica financiera.
 - Análisis de sensibilidad.
- Análisis de riesgo.
- Permisología
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

Sobre la base de este informe se toma la decisión de comenzar el siguiente momento del ciclo de vida del proyecto: La implementación del proyecto.

MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN:

Este momento es conveniente dividirlo en dos etapas: una etapa inicial de preparación de la implementación y la etapa de ejecución de

la implementación, las cuales se describen a continuación:

Tercera Etapa: Preparación de la implementación.

Esta etapa se ejecuta bajo la guía de las indicaciones aprobadas para la ejecución del proyecto a partir del estudio de factibilidad técnico económica. Tiene dos componentes básicos: el de contratación y el de ingeniería de detalle.

- **Contratación:**

Consiste en la contratación de las principales adquisiciones que se deben realizar para la implementación del proyecto:

- Contrato de suministro de equipamiento tecnológico.
- Contrato de suministros de insumos.
- Contrato de venta de los productos o servicios energéticos que brinde el proyecto, de ser este el caso.
- Contrato de la ingeniería de detalle de las instalaciones del proyecto.
- Contrato de ejecución de las obras civiles.
- Contrato de montaje tecnológico y puesta en marcha de las instalaciones.

En dependencia de la complejidad del proyecto, la experiencia del equipo de proyecto y las condiciones locales estos contratos se pueden integrar en un contrato llave en mano o ser ejecutados bajo la supervisión del equipo de proyecto.

- **Ingeniería de detalles:**

Basado en los requerimientos técnicos del equipamiento contratado, de los resultados de los estudios de las condiciones locales, en particular de los de suelo y de exigencias identificadas en el estudio de factibilidad como son las relaciones con el impacto ambiental, la protección contra incendio, etc se realizan los estudios de ingeniería de detalle.

Estos estudios servirán de guía para las empresas que realicen las actividades de la ejecución del proyecto como las obras civiles, los montajes

de los sistemas eléctricos, de control y automatización así como del equipamiento tecnológico, la ejecución de las obras hidráulicas, los viales, etc.

Cuarta etapa: Ejecución de la implementación.

Esta etapa tiene como característica principal que es decisiva en la materialización de los resultados esperados por el proyecto. Su resultado principal es dejar listas para la explotación las instalaciones diseñadas.

Esta etapa tiene como componentes principales:

- La construcción y montaje.

Esta componente incluye:

- La ejecución de las actividades constructivas.
- La recepción del equipamiento contrato.
- El montaje del equipamiento tecnológico.

- La puesta en marcha.

Durante la puesta en marcha se realiza:

- La prueba de todos los sistemas que integran la instalación, corrigiendo los defectos y ajustando las condiciones de operación.
- El arranque de la instalación en su conjunto y se verifica que como sistema funcione acorde a lo previsto.
- Las pruebas establecidas en los contratos de suministro que demuestran que se alcanzan los parámetros de funcionamiento acordados.

Durante la ejecución de la implementación se pueden dar un grupo de desviaciones de lo planificado como son:

- Atrasos en los suministros del equipamiento.
- Imprevistos en el proceso de construcción que requieran de modificación de los proyectos iniciales.
- Dilación en el proceso de ejecución de las obras civiles.
- Dificultades en el montaje debido a desviaciones de las características del equipamiento

recibido de lo descrito en los proyectos de ingeniería básica.

- Problemas en la puesta en marcha con el funcionamiento de las partes del sistema y el logro de los indicadores de funcionamiento planificados.

Teniendo en cuenta que estos imprevistos potencialmente impactan sobre los costos y plazos de la ejecución del proyecto resulta imprescindible la realización de las funciones de monitoreo y evaluación de las actividades que se ejecutan en esta etapa.

Estas funciones tienen como propósito identificar a tiempo las desviaciones de lo planificado, evaluar su impacto sobre la marcha del proyecto y elaborar recomendaciones a la dirección del mismo para ajustar los planes aprobados.

MOMENTO DE CIERRE DEL PROYECTO.

Este es el momento final del ciclo de vida del proyecto [2]. Por un lado corresponde al cierre de las actividades del equipo de proyecto y la entrega de las instalaciones al ente encargado de su explotación. Del otro lado representa el momento inicial de la utilización de los resultados del proyecto para los fines que estaba previsto.

En el caso de la mayoría de los proyectos de energía renovable es conveniente ejecutarlo en dos etapas, Una etapa inicial en la que se produce la entrega de las instalaciones y otra final de cierre del proyecto.

Quinta etapa: Entrega de las instalaciones.

Esta etapa está dirigida a asegurar que el ente que se encargara de la explotación está preparado para la operación de las instalaciones y establecer en qué medida se han alcanzado los objetivos y resultados planificados inicialmente en el proyecto.

Se inicia con la operación de las instalaciones bajo supervisión del equipo de proyecto y termina con la firma de un acta de entrega de las mismas.

La duración de la misma depende de las características de la tecnología, el tamaño del proyecto y la experiencia del ente que explotara las instalaciones. Este último actor puede ser por ejemplo: el productor agrícola que asimila una planta de biogás, la pequeña empresa agroindustrial que instala una planta de generación de energía eléctrica con biomasa o el empresario que inicia un proyecto de producción de biodiesel.

En esta etapa:

- Se termina el proceso de capacitación y entrenamiento del personal que estará a cargo de la instalación.
- Se implementa un plan de monitoreo y evaluación de la explotación de la instalación. Este plan está dirigido a:
 - el monitoreo del funcionamiento de la instalación de acuerdo a lo previsto
 - la evaluación de las desviaciones de los parámetros de explotación en relación con los planificados para determinar en qué medida se afecta el logro de propósitos iniciales del proyecto.
 - Proponer e implementar acciones que corrijan tales desviaciones en caso que se considere necesario.
- Al terminar este periodo se realizará la evaluación final del proyecto con el objetivo de determinar la calidad del producto entregado y su correspondencia con los objetivos iniciales. Las recomendaciones de esta evaluación final pueden ser:
- No entregar el proyecto de inmediato, pues las desviaciones observadas solo pueden ser corregidas con la intervención del equipo de proyecto.
 - Entregar el proyecto con un plan de medidas para corregir desviaciones menores.
 - Entregar el proyecto a la vez que se propone la ejecución de un nuevo proyecto

dirigido a introducir mejoras a las soluciones ya implementadas.

- Se produce la aceptación formal del proyecto por parte del usuario o el operador o el cliente de acuerdo al caso.

Sexta etapa: Cierre del proyecto.

Se inicia su implementación luego que se produce la aceptación de la entrega del proyecto.

Las principales actividades que se realizan son:

- De cierre financiero.
- De liquidación del equipo de proyecto
- La elaboración de un documento de lecciones aprendidas que permita utilizar las mismas en la ejecución de proyectos similares.
- La elaboración de un informe de cierre de proyecto que describe como se alcanzaron los objetivos y las desviaciones de lo planificado que se presentaron en relación con el alcance, el cronograma, el presupuesto, y los indicadores productivos alcanzados.
- La entrega de la información del proyecto para ser debidamente archivada.

EXTERNALIDADES DE LA ACTIVIDAD ENERGÉTICA Y SU VALORACIÓN.

Cuando algunos procesos productivos o de consumo causan impactos en otros agentes económicos y estos no están incluidos en los costos en la función de producción o consumo se conoce como costos externos o una externalidad. La existencia de estas externalidades ocasiona una asignación incorrecta de recursos en la economía como resultado de la distorsión del precio.

Los proyectos con fuentes renovables de energía en general han chocado contra la barrera del costo, pues al ser tecnologías en desarrollo aun no maduras, normalmente son más costosas que

las empleadas con las fuentes convencionales de energía y en un mercado de libre competencia prima el concepto de menor precio de producto. Así en esta condición el costo de la energía convencional será menor, y por tanto su consumo y el impacto ambiental que causa es mayor que el correspondiente en una situación de asignación de recursos económicos eficiente.

Para corregir esta distorsión del mercado y dar competitividad a los proyectos con energías renovables frente a las convencionales, se deben internalizar estos costos, involucrándolos en el precio, para lo cual es necesario en primer lugar poder expresar los costos en las mismas unidades del precio, es decir cuantificarlos en términos monetarios.

Innegable es el hecho de que la producción y consumo de energía produce externalidades medioambientales, pero estas son distintas dependiendo de la tecnología y combustible empleado. Para poder cuantificar adecuadamente estas externalidades, internalizarlas en el costo y comparar entre si las tecnologías, es necesario emplear una metodología homogénea de evaluación que agrupe todas las externalidades desde el mismo punto de vista. La figura 9.1 resume los principales aspectos a tener en cuenta para una valoración de externalidades.

De las metodologías utilizadas actualmente, sobresale principalmente la del Análisis del Ciclo

de Vida (ACV), esta metodología considera que para la evaluación del impacto ambiental de una actividad productiva, es necesario medir las emisiones y daños generados durante todo el proceso de producción, desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción y el consumo, hasta el desecho, cuantificando todos los flujos de materia y energía asociados con el proceso.

Específicamente, el ACV es una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los potenciales impactos asociados a un producto, proceso o servicio, bajo un enfoque sistemático que consta de cuatro etapas:

- Definición y alcance de objetivos.
- Recopilación de un inventario de insumos materiales y de energía pertinentes asociados a las emisiones al medio ambiente;
- Evaluación de los potenciales impactos ambientales asociados a los insumos y emisiones identificados;
- Interpretación de los resultados para facilitar la toma de una decisión más informada.

Para la valoración de externalidades, es importante diferenciar las externalidades propiamente dichas de aquellos impactos que ya pudieran estar internalizados y proceder a la asignación de un valor económico a los diferentes daños cuantificados.

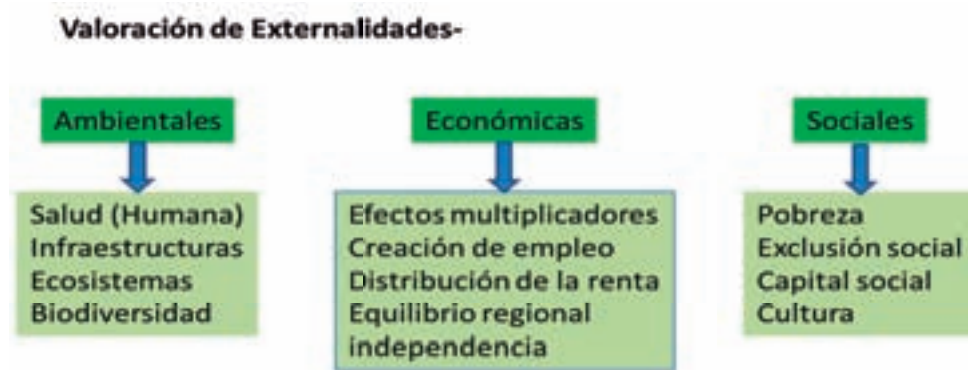


Figura 9.1 Algunos Aspectos Para Valoración de Externalidades.

La asignación de valor económico a los daños se lleva a cabo midiendo los cambios en el bienestar de la sociedad producidos por una variación en la calidad o cantidad de los bienes ambientales. Esto se refleja como la disponibilidad a pagar por un cambio favorable, o la disponibilidad a aceptar uno desfavorable. La valoración de la disponibilidad a pagar se puede hacer de diversas formas. Si existe un precio en el mercado para los bienes que se están valorando, se puede utilizar este precio, en caso contrario, el análisis se puede hacer mediante el método de costos evitados, de precios hedónicos, o de valoración contingente.

En esta etapa hay puntos críticos que se deben tener en cuenta:

- Los métodos para medir la disponibilidad a pagar están relacionados con la renta disponible, lo que tiene implicaciones cuando se calculan impactos en países con niveles de renta muy diferentes.
- Aun entre países con renta similar puede ser complicada la extrapolación de los resultados de estudios de valoración, al influir factores culturales y sociales.
- Para impactos en un horizonte temporal largo surge el problema de la tasa de descuento para convertir en unidades monetarias actuales daños futuros. Generalmente se escoge entre 0 y 10%.

CONCLUSIONES

Para los desarrolladores de proyectos de energía renovable, utilizar los conceptos de la “Gestión

de Proyecto” en su actividad profesional puede ser un reto en muchos casos. Esto es debido a que estas herramientas contribuirán a obtener buenos resultados solo si los mismos son aplicados de manera consciente, creativa e innovadora para adaptarse a las exigencias objetivas de cada proyecto que se ejecuta.

Esto se aprecia en particular al diseñar las etapas de cada proyecto que si bien una buena referencia para la mayoría de los proyectos es la que se resume en la siguiente tabla, las actividades a realizar, su alcance y contenido si dependerán principalmente del tipo de proyecto que se ejecute

Momento	Etapas
De inicio	1ra etapa: Diseño preliminar del proyecto.
	2da etapa: Diseño y planificación del proyecto.
De implementación	3ra etapa: Preparación de la implementación.
	4ta etapa: Ejecución de la implementación.
De cierre	5ta etapa: Entrega de las instalaciones.
	6ta etapa: Cierre del proyecto.

En resumen si bien la temática de la gestión de proyectos está desarrollada con relativa amplitud en la literatura y se puede considerar ciencia establecida, su aplicación al campo de los proyectos de energía renovable y en particular a los de mayor riesgos por ser pequeños o medianos, o por introducir soluciones innovadoras o ejecutarse en condiciones sociales complejas, es aún incipiente.

Llenar estos vacíos del conocimiento aplicado contribuirá al desarrollo exitoso de este tipo de proyecto, que si bien se reconoce su importancia, aun es insuficiente su implementación.

REFERENCIAS

- [1] Method 123 Team, "Project mangement guidebook," [Online].
- [2] Facility Services Mc Master University, "PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY FRAMEWORK," 2013.
- [3] Project Mangement Institue (PMI), "A Guide to the Project Management Body of Knowledge," Project Management Institute, Inc., Pensilvania, USA, 2013.
- [4] D. W. W. Prof. Alexander Roberts, Gestión de Proyectos, Edinburgh: Edinburgh Business School, Heriot-Watt University, 2004.

BIBLIOGRAFÍA

- A. D, "Planificación energética y desarrollo sostenible," Departamento de Fundamentos de Economía.Universidad de Alcala, 2006.
- Pedro Linares, "Externalidades de la energía y su valoración," Universidad Pontificia Comillas, 2012.[Online]. Available: <http://www.iit.upcomillas.es/pedrol/documents/gago02.pdf>.
- D. G, "Guía para decisores. Análisis económico de externalidades ambientales," CEPAL-GTZ, 2008.
- D. Valenzuela, "El cambio climático global: amenazas y respuesta política. CORDELIM," [Online].Available: <http://www.cd4cdm.org/LatinoAmerica/Ecuador>. [Último acceso: de 2014].
- E. C. Externalities of Energy(ExternE), "Directiva Europea de Valoración de Externalidades,," 1995, 1999.