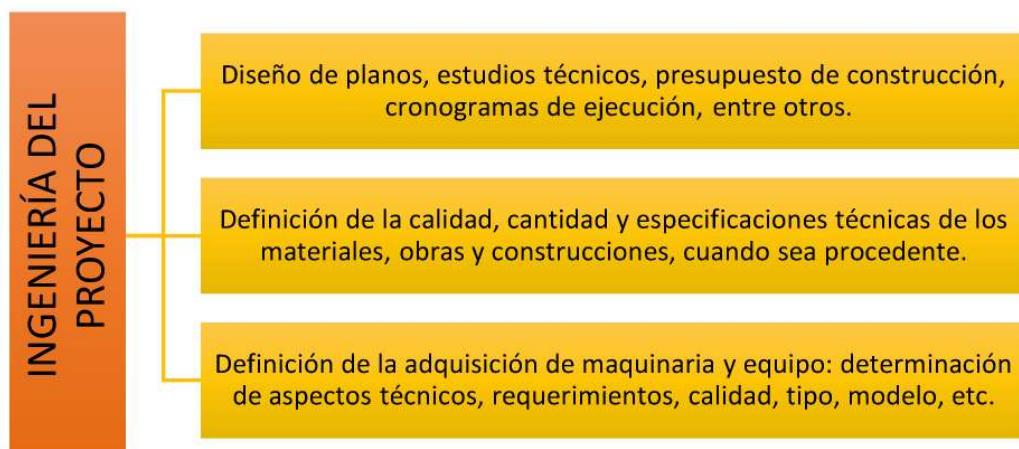


Sobre la base de las consideraciones anteriores, cabe agregar la importancia de visualizar el producto final que se quiere conseguir, por ejemplo, si se está buscando construir un edificio, es posible tener una idea en mente de cómo se quiere que se vea este. Pero, antes de que incluso se pueda diseñar, se debe encontrar la ubicación correcta para construir. La localización que se seleccione puede determinar ciertos aspectos de la estructura, incluido su tamaño y los materiales de construcción que se pueden elegir. Si nunca ha seleccionado un sitio antes, es posible que surjan dudas al respecto de qué buscar en uno. Por tal razón, es importante la evaluación de cada uno de los factores que se puedan tener cuando selecciona una ubicación para construir.

#### 2.3.3.3 Ingeniería del proyecto

La ingeniería del proyecto tiene como finalidad resolver todo lo concerniente a la instalación y funcionamiento de la planta. Contempla, de manera general, las siguientes acciones:



**Ilustración 10.** Componentes de la ingeniería del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la ingeniería del proyecto se encuentra la descripción del *proceso de producción*, el cual requiere de la identificación de la tecnología a emplear, los insumos necesarios, técnicas de transformación de materia prima, equipos productivos, productos y subproductos obtenidos en el proceso.

Seguido de ello se cuenta con la adquisición de maquinaria y equipo de la cual deberá tenerse información de precio, proveedores, capacidad, dimensiones, flexibilidad, mano de obra, costos de mantenimiento, consumo de servicios, infraestructura necesaria, costos de instalación, entre otros (Baca Urbina, 2010, p. 94).

Teniendo en cuenta los procesos y las adquisiciones de maquinaria y equipo se procede a realizar la distribución de la planta, con el fin de que todos los procesos estén secuenciados en la cadena de producción, y los espacios sean lo suficientemente amplios, cómodos y seguros para el personal.

#### **2.3.3.4 *Estudios Técnicos realizados en ingeniería***

En el caso de la ingeniería, se requiere en particular de la realización de estudios técnicos adicionales que colaboren con la definición de la viabilidad técnica del proyecto, ya que dentro de las obras civiles especialmente, estos son el principal insumo para establecer si pueden realizarse desde el punto de vista técnico.

Lo anterior, con el fin de prevenir tragedias o dificultades desde el aspecto técnico en los proyectos, por ejemplo: el puente de Chirajara (Delgado Gómez, 2018), el edificio Space en Medellín (Ortiz, 2017), las torres de vivienda de interés social (Torres del Parque) en la ciudad de Tunja (Moreno M., 2017), la planta de Etanol de Bioenergy en Puerto López (Meta) (Moreno J., 2015), entre otras desafortunadas obras en el territorio colombiano.

Por tanto, se requiere que dentro de los procesos de planificación de los proyectos de ingeniería se cuente con todos los estudios previos necesarios para prevenir todas las problemáticas que puedan presentarse. A continuación, se entrega un listado de los distintos tipos de estudios y diseños que son empleados dentro de los proyectos, obras de ingeniería y algunas de sus aplicaciones. (Ver Ilustración 11).



**Ilustración 11.** Tipos de estudios técnicos empleados en ingeniería.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3.5 *Estudios topográficos*

Los estudios topográficos son quizá uno de los elementos fundamentales dentro de los proyectos de ingeniería, debido a que permiten obtener una descripción detallada del terreno, al analizar todas las características físicas, geográficas y geológicas del mismo.

Estos estudios se realizan con la finalidad de obtener una representación gráfica y real del terreno en un plano o mapa, donde a partir de la información suministrada en estos permite conocer la posición exacta de los puntos de interés del proyecto y las afectaciones que estos reciben en función de la topografía.

Gracias a ello, la topografía permite obtener información a distintos niveles de detalle, teniendo 3 ramas que la componen: la geodesia, la fotogrametría y la topografía plana; algunos de los estudios que comúnmente se realizan son:

- Levantamientos topográficos urbanos
- Levantamientos topográficos catastrales
- Levantamientos topográficos de construcción
- Levantamientos topográficos hidrográficos
- Levantamientos topográficos forestales

No obstante, dentro de los levantamientos mencionados existen procedimientos específicos para recabar la información, dentro de los cuales se puede mencionar:

- Estudios de replanteo
- Estudios de fotogrametría
- Cartografía básica
- Modelos digitales de terreno
- Estudios de viabilidad y trazado de infraestructuras
- Peritaciones topográficas
- Parcelaciones
- Nivelaciones
- Estudios hidráulicos.

Los estudios hidráulicos tienen por objeto analizar el comportamiento de las corrientes hídricas con el fin de determinar cuáles son las consecuencias que una obra o proyecto puede llegar a afectar en el estado natural de estas corrientes. Para este aspecto, dentro del tipo de estudio, se establece lo necesario para obras de drenaje, obras de aprovechamiento del recurso hídrico (bocatomas), acueductos, presas, entre otros.

Todas las aplicaciones mencionadas anteriormente, requieren de otros tipos de estudios que van de la mano con los hidráulicos, denominados estudios hidrológicos, los cuales se describen en el siguiente apartado.

#### ***2.3.3.6 Esstudios hidrológicos***

Los estudios hidrológicos son realizados con varias finalidades, como la determinación de caudales, análisis de inundaciones, ordenamiento territorial de cuencas y planes de manejo. Pero, dichos estudios tienen un propósito de fondo, y es determinar posibles riesgos ante la ejecución de un proyecto de ingeniería y la afectación dentro de las cuencas hidrográficas.

Por lo tanto, de acuerdo a la naturaleza y el fin del proyecto, se definen los elementos del estudio hidrológico respectivo que deberá estar acorde a los procedimientos y requerimientos exigidos por las normativas vigentes. Estos estudios tienen aplicabilidad en ordenamiento territorial, proyectos de carreteras, obras de aprovechamiento y tratamiento de agua, estabilizaciones en macizos, taludes y perforaciones, entre otros.

#### ***2.3.3.7 Estudios estructurales***

Toda obra civil requiere la realización de diseños estructurales que garanticen la seguridad y la estabilidad de la obra, cumpliendo con todos los requerimientos técnicos y normativos para tal fin. Por lo tanto, diseños estructurales deficientes son el mayor factor de riesgo dentro de un proyecto

de ingeniería, para lo cual es necesario tener certeza de que los procedimientos sean realizados de forma apropiada.

Pero, los aspectos estructurales dentro de los proyectos de ingeniería, van más allá de un adecuado diseño estructural, pues existen proyectos que demandan otro tipo de estudios, por ejemplo, de diagnóstico, estabilidad, vulnerabilidad estructural, etc. Para lo anterior existen las normas y estándares nacionales e internacionales que deberán ser cumplidos.

Otro de los aspectos de mayor importancia dentro de los estudios estructurales, es que estos deben garantizar la funcionalidad dentro del proyecto, es decir, cumplir con el objeto para el cual fue diseñado y se encuentre integrado al diseño global del proyecto.

Finalmente, los estudios estructurales son revisados y aprobados por las autoridades que cada ente estatal disponga para tal fin, en el caso de las ciudades normalmente estos son aprobados por las curadurías urbanas y suelen ir de la mano con los estudios arquitectónicos que se denotan a continuación.

#### **2.3.3.8 *Estudios arquitectónicos***

En este apartado, la finalidad es obtener los diseños arquitectónicos que aunque no hacen parte del alcance profesional de la ingeniería, son de vital importancia dentro del desarrollo de los proyectos ingenieriles. En primer lugar, debido a que los aspectos arquitectónicos no deben interferir en la integridad estructural de la obra y viceversa.

Por otro lado, el integrar los diseños arquitectónicos dentro del proyecto permite controlar y verificar el cumplimiento de las normativas vigentes para tal fin, por lo que el excluir estos diseños puede constituir un factor de riesgo y a la postre llevar al proyecto a que este sea inviable técnicamente. Por tanto, siempre se recomienda contar con toda la información posible y la integración de los diseños al proyecto.

### **2.3.3.9 Estudios geotécnicos**

Los estudios geotécnicos de igual manera se hacen imprescindibles en cualquier obra de ingeniería, con el objeto de comprender la naturaleza y propiedades del terreno, de modo que, un estudio de estas características permite conocer todas aquellas situaciones o factores de riesgo que pueden presentarse en el subsuelo, de modo que, el estudio geotécnico suele ir acompañado de un estudio geológico que contribuye a la interpretación de las condiciones subterráneas presentes en la zona de influencia del proyecto.

El estudio geotécnico tiene gran aplicabilidad en obras de excavaciones subterráneas como túneles, galerías, pozos profundos, obras viales, edificaciones y diseño de cimentaciones, de elementos de contención, de presas, de obras de mitigación, o estudios de prevención de deslizamientos o movimientos en masa.

### **2.3.3.10 Estudios geológicos**

Si bien, la geotecnia estudia el comportamiento del subsuelo ante la modificación de las condiciones de esta, la geología es importante al analizar el comportamiento geológico del mismo, dicho de otra manera, la composición y detalles estructurales del subsuelo, que en primera medida es un indicativo del potencial de falla que pueda tener el suelo y, a la postre, el colapso de las obras.

Adicionalmente, los estudios geológicos permiten conocer la susceptibilidad de ocurrencia de sismos en la zona del proyecto y sus impactos, gracias a que se cuenta con registros y monitoreo permanentes para tal fin, y constituyen la base de entrada a los estudios geotécnicos.

Asimismo, la realización de los estudios geológicos de forma previa, permite conocer la viabilidad económica del proyecto, en función de la composición del suelo, ya que esta puede

representar costos significativamente altos dentro del mismo, lo cual permite buscar nuevas alternativas que permitan dar aprobación técnica y económica.

#### **2.3.3.11 *Otros estudios***

Finalmente, dentro de los proyectos de ingeniería existe otro tipo de estudios que son complementarios a ellos y deben ser realizados por profesionales de otras ramas de la ingeniería o campos del conocimiento, por tanto, estos tienen la misma relevancia que los estudios técnicos mencionados anteriormente.

Algunos de los estudios y diseños que se realizan comúnmente son los diseños eléctricos, de redes de ventilación, de redes contra incendio, sistemas cerrados de televisión y seguridad, de líneas de gas y otros ductos, y demás estudios que se consideren necesarios con la intención de definir la viabilidad técnica y económica del proyecto en general. Por tanto, es responsabilidad de la dirección definir qué estudios serán requeridos en las distintas etapas del proyecto.

#### **2.3.4 *Estudio Institucional y Organizacional***

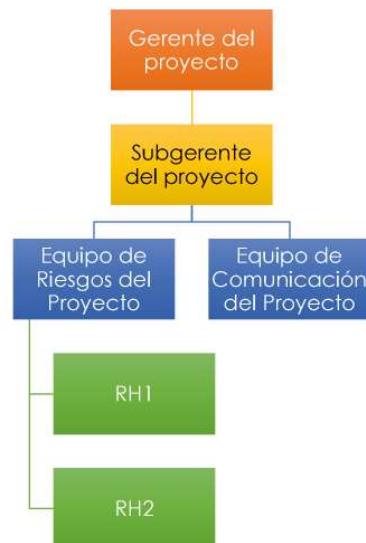
Una vez elegido el lugar, área o planta física, maquinarias, equipos, etc., se debe determinar el recurso humano con sus respectivos roles y responsabilidades para el correcto desarrollo del proyecto (organizacional) y los aspectos institucionales (institucional). Para lo anterior, se realiza un estudio Institucional y Organizacional, el cual como su nombre lo indica, busca en un principio definir la estructura organizacional del proyecto, que debe estar conforme con su naturaleza, ejecución y operación o puesta en marcha. Una estructura organizacional apropiada, facilita más adelante, entre otras cosas, el estudio financiero del proyecto en cuanto a los niveles de inversión y gastos.

Antes de abordar la estructura organizacional del proyecto o empresa, es necesario tener en cuenta el origen de la misma, es decir, los aspectos institucionales dentro de los cuales deberán

mencionarse la constitución de la empresa; su razón social, logotipo y slogan; el nivel estratégico de la planificación que incluye misión – visión, objetivos estratégicos y políticas de la empresa; finalmente, es necesario establecer los niveles de dirección y responsabilidad de la misma.

De acuerdo a lo anterior, dichos elementos deben ser definidos de manera preliminar, si el proyecto consiste en la creación de alguna empresa u organización, sin importar la actividad a la cual esta esté dirigida.

En tanto que, si se trata de una empresa u organización preexistente, se recomienda que cada uno de los aspectos enunciados sean incluidos dentro de este estudio, ya que como se vio en la fase de caso de negocio, la alineación estratégica es necesaria para el éxito del proyecto, y la inclusión del análisis o estudio institucional favorece la integración del proyecto en los niveles estratégicos de la organización.



**Ilustración 12.** Ejemplo de organigrama en un proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

Entre las distintas herramientas existentes como producto de este tipo de estudio, se encuentra el organigrama, el cual establece los niveles jerárquicos dentro de la organización, la

asignación de responsabilidades y funciones, y los planes de trabajo administrativo en la operación del proyecto, para lo cual el estudio organizacional se vale de los postulados de las ciencias administrativas.

En conjunto con el organigrama se pueden utilizar otras herramientas que faciliten realizar un desglose del trabajo o una asignación de responsabilidades, entre estas encontramos:

#### 2.3.4.1 *Matriz de Asignación de Responsabilidades*

Este diagrama hace referencias cruzadas de los miembros del equipo con las actividades o los paquetes de trabajo que van a llevar a cabo (Rita Mulcahy's, 2018, p. 372).

Miembro del equipo				
Actividad	RH1	RH2	RH3	RH4
A	P		S	
B		S		P

Leyenda:  
P=Responsabilidad Primaria  
S = R e s p o n s a b i l i d a d Secundaria  
RH= Recurso Humano

**Ilustración 13.** Ejemplo Matriz de Asignación de Responsabilidades.  
Fuente: Adaptación de (Rita Mulcahy's, 2018, p. 372).

#### 2.3.4.2 *Estructura de desglose de recursos*

La Estructura de desglose de recursos, divide el trabajo según el tipo de recurso (Rita Mulcahy's, 2018, p. 373):



**Ilustración 14.** Estructura de desglose de recursos.  
Fuente: Adaptación de (Rita Mulcahy's, 2018, p. 373).