

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA FASE DE  
INICIACIÓN DE UN MICROPROYECTO EN EL CONTEXTO DE  
LA INGENIERÍA DE PROYECTOS**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERA QUÍMICA**

**PRESENTA**

**MARÍA ELENA SANTIBÁÑEZ OLVERA**

**MÉXICO, D.F.**



**AÑO 2005**

**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA**

m. 341466



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

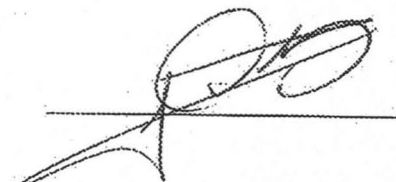
Presidente	Prof. José Antonio Ortiz Ramírez
Vocal	Prof. Humberto Rangel Dávalos
Secretario	Prof. Ezequiel Millán Velasco
1er. Suplente	Prof. Juan José Ruiz López
2º. Suplente	Prof. Ramón Ramírez Martinell

Sitio en donde se desarrolló el tema

Departamento de Ingeniería Química  
Edificio De Ingeniería Química. Primer Piso Conjunto E  
Facultad De Química, UNAM

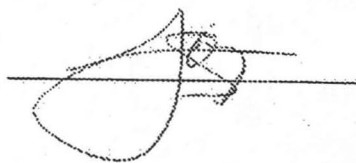
Nombre completo y firma del asesor del tema

José Antonio Ortiz Ramírez



Nombre completo y firma del sustentante o sustentantes

María Elena Santibáñez Olvera



Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: María Elena

Santibáñez Olvera

FECHA: 28/ Feb/ 2005

FIRMA: 

A mis padres, Raúl Santibáñez y María Elena Olvera

A mi hermana, Claudia Santibáñez Olvera

A mis abuelitos, Miguel Olvera y María Elena García

**CON TODO MI AMOR, ORGULLO Y AGRADECIMIENTO**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por darme la oportunidad de existir y disfrutar de esta aventura maravillosa que se llama VIDA.

A mis padres, Raúl Santibáñez Calvillo y María Elena Olvera García.

Pa, ma, no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí a lo largo de estos 24 años. Gracias por su educación, ejemplo y valores. Gracias por su apoyo, su confianza, su aliento... Gracias por su infinito amor y dedicación. Papá, eres mi maestro, mi guía, mi inspiración. Mamá, eres la luz de nuestro hogar. Gracias por hacer de mí la mujer que ahora soy. Los amo con todo mi ser.

A mi hermana, Claudia Santibáñez Olvera.

Claus, has sido mi amiga, compañera, confidente, consejera y cómplice desde hace 21 años. Tenerte como hermana es lo mejor que la vida me pudo dar. Gracias por todo lo que me enseñás día con día, y por estar ahí siempre que las cosas no van tan bien. Siempre serás mi pequeña hermana. Gracias por ser tú y estar conmigo siempre.

A mis abuelitos, Miguel Olvera y María Elena García.

Abuelito, donde quiera que estés, sé que en estos momentos tu felicidad sería tan grande como la mía. Gracias por dedicarme tu tiempo para enseñarme las letras, los números, la historia sagrada, los edificios y monumentos del Centro Histórico... Gracias por todo el amor que siempre me diste. Abuelita, tu alegría, tus historias, tus consejos, tu amor, han sido fundamentales en mi vida. Muchas gracias por todo el cariño que me das, las cosas no hubieran sido iguales sin ti.

A Carmen Salazar Sánchez.

Nana, eres parte de mi vida y de mi familia. Sin tus paseos por el parque chiquito, los viajes a Tlaxcala, las pláticas, tus platillos, tus cuidados y tantas cosas más, mi percepción de las cosas sería distinta ahora. Gracias por todo.

A mis tíos y mis primos, Miguel Olvera, Alicia Márquez, Jessica y José Miguel Olvera Márquez.

Tíos, gracias por todo su apoyo, sus consejos, su cariño y comprensión. Sé que siempre podré contar con ustedes. Jessica, Miguel, son como mis pequeños hermanos. Gracias por compartir conmigo grandes momentos. Los quiero mucho.

A mis primas Ma. del Carmen Santibáñez y Silvia Calzado.

Carmelita, gracias por tu alegría, tus consejos, tus libros, por compartirme tus experiencias y por enseñarme lo bella que es la vida si la ves desde una actitud positiva. Eres como una hermana mayor para mí. Te quiero mucho colega. Silvia, tu apoyo constante, tus consejos, tu presencia, ha sido fundamental para mí. Gracias por estar ahí cuando más te hemos necesitado. Te quiero mucho.

A mis amigos Irene Rivera, Lorena Arango, Oliver Chargoy, Rubén Romo y Alberto Carrillo.

Pregnant Club, los quiero mucho a todos. Es un orgullo para mí tener amigos como ustedes, personas íntegras, responsables, que aman lo que hacen y saben lo que quieren. Gracias por todo lo que hemos vivido juntos, los viajes, las cenas, las primeras desveladas, las alegrías, las

tristezas. Nuestra amistad comenzó hace 5 años, y estoy segura que durará por siempre. Felicités, son mis mejores amigas. Estoy muy orgullosa de ustedes, de todo lo que han logrado y de todo lo que son. Muchas gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas, y por escucharme y apoyarme siempre que lo he necesitado. Oliver, eres un gran amigo y un gran ingeniero. Gracias por compartir tus consejos y tus platillos. Rubencito, nunca olvidaré nuestro trabajo en el laboratorio de primer semestre. Siempre serás mi amigo y parte fundamental del Pregnant. No te olvides de nosotros. Alberto, 7 de 9 semestres de la carrera estuvimos juntos y compartimos alegrías, tristeza, logros, fracasos, sueños, frustraciones, desvelos, y un sin fin de cosas más. Ambos sabemos todo el trabajo y esfuerzo que nos costó estar dónde estamos ahora. Sé que sin tu apoyo, mis resultados hubieran sido diferentes. Muchas gracias por todo, fuiste mi equipo, mi amigo, mi compañero.

A mi novio, Mauricio Pineda Carrillo.

Pinedita, encontrarte fue un regalo de la vida, a la que le estaré siempre agradecida. Gracias por todo tu apoyo, tu paciencia, tu comprensión. Sin ti, el proceso de elaboración y conclusión de este trabajo hubiera sido muy diferente. Gracias por estar conmigo siempre, y por traer a mi vida la energía especial y única del amor. Eres mi amigo, mi compañero, mi amor. Te amo.

A José Manuel Sánchez, Alina Fernández y Alexandro García.

Amigos, consejeros y colegas, conocerlos es para mí un orgullo. Sin su apoyo y ayuda, hoy no estaría en la posición que me encuentro. Siempre podrán contar conmigo para lo que necesiten. Los quiero mucho. Alexandro, gracias por darme la oportunidad de ingresar al campo laboral, por confiar en mí y enseñarme que la responsabilidad, el arduo trabajo, y la visión son puntos fundamentales para tener una carrera profesional exitosa. Es un orgullo que además de haber sido mi jefe, seas mi amigo y consejero. Alina, tú me enseñaste lo que es trabajar. Muchas gracias por tu paciencia, tus consejos, y más que nada, por tu amistad sincera. Como te dije algún día, estoy en dónde estoy gracias a lo que me enseñaste. José Manuel, colega, no tienes idea de lo agradecida que estoy contigo por el gran apoyo que me diste. Sé que las cosas serían diferentes si tú no me hubieras ayudado. Eres un gran amigo, y tus consejos y plática me han ayudado en los momentos críticos.

A Jorge Barreda, Andrés Hernández y Juan Carlos Inzunza.

Señores Ingenieros, amigos, colegas, muchas gracias por confiar en mí y darme la oportunidad de trabajar con ustedes. Gracias por apoyarme desde el principio, y ayudarme a concluir mi carrera y tesis con éxito. Sin su apoyo, consejos y coaching no estaría en la posición que me encuentro ahora. Los quiero mucho a los tres, y siempre serán parte fundamental de mi vida y de mi carrera profesional.

A Alfonso Germán, Isaac Camacho y Carlos Camacho.

Alfonso, gracias por darme la oportunidad de vivir de cerca la elaboración de un proyecto. Isaac, gracias por tu tiempo y por enseñarme la profesión del Ingeniero Químico. Carlos, gracias por tu apoyo y tu plática. Ustedes son parte fundamental de este trabajo.

A Noemi Palomares

Noemí, te has convertido en una gran amiga para mí. Sin todo tu apoyo, esta meta la viviría en forma distinta. Mi vida ahora es mejor, y todo gracias a tu ayuda. Te quiero mucho.

A la Fundación Alberto y Dolores Andrade.

Sin su apoyo durante todos estos años, mi vida escolar hubiera sido diferente. Mi eterno agradecimiento. Siempre estarán en mi corazón.

A la Fundación Telmex.

No puedo expresar la agradecida que me siento por el impacto que la fundación tuvo en mi vida. Gracias a ustedes, pude participar en 40th Salute to Excellence, San Antonio, y también me dieron la oportunidad de ser presidenta del primer Capítulo de Best Buddies en México. Ambas son experiencias que cambiaron mi vida para siempre, y me ayudaron a mi formación personal.

A Inroads de México.

Suzel, Brenda, Javier, estoy infinitamente agradecida con ustedes por haberme permitido ser parte de este maravilloso programa que es INROADS de México. Todo lo que ustedes me enseñaron, ahora me está siendo muy útil para mi desarrollo profesional. Sus consejos, apoyo, consuelo y ánimo fueron fundamentales para la conclusión exitosa de mi carrera, y mi inserción al campo laboral. INROADS será siempre parte de mí, y siempre seré una chica INROADS.

Angie, Clau, Adal, Gonzalo, Oscar, Pedro, Roberto, Mau, Germán, amigos, gracias por todo su apoyo. Sin ustedes, la experiencia de trabajar y estudiar no hubiera sido la misma. Es un gran orgullo para mí tener amigos que son líderes potenciales. Los quiero mucho.

A Grupo IDESA.

Por darme la oportunidad de ingresar al campo laboral como becaria. Por mostrarme el gran panorama de la Industria Química en nuestro país y en el mundo, y por enseñarme a querer este rubro. Por permitirme conocer cómo funciona una empresa, y de qué se trata esta nueva etapa de mi vida que se llama "trabajo".

A Dow Química Mexicana.

Por darme la oportunidad de seguirme desarrollando dentro de la Industria Química y por permitirme concluir con éxito mi carrera profesional y mi tesis, apoyándome en todo para que esto sucediera. Dow es cada día una gran experiencia para mí, y estoy muy orgullosa de ser parte de ella. Socorro, gracias por tu apoyo, consejos y calidez desde el primer día que nos conocimos. Marco, Claudio, Lauro, gracias por darme la confianza y la oportunidad de unirme a su equipo. Selene y Liliana, gracias por todo su apoyo y paciencia para que esta meta se hiciera realidad. Team Automotive, gracias por todas sus enseñanzas, su paciencia, su confianza y su apoyo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Por permitirme formar parte de esta maravillosa comunidad universitaria desde la preparatoria. Por enseñarme a ser proactiva, independiente. Por formarme como profesional capaz, responsable, y darme las herramientas necesarias para salir al campo laboral y triunfar. Estaré eternamente agradecida, y siempre llevaré en mi corazón el espíritu PUMA.

A la Facultad de Química.

Por ser la mejor escuela de Química en México. Por enseñarme que las cosas no son fáciles, que hay que trabajar mucho para conseguir lo que uno quiere. Por formar mi carácter y enseñarme a enfrentar con valentía los fracasos, porque estos me harán más fuerte una vez que los venza. Por enseñarme a trabajar bajo presión, y ser efectiva a pesar de ello. Por todo lo que sembraste en mí, querida Facultad, muchas gracias.

A mi asesor, colega y amigo, Ing. José Antonio Ortiz.

Por su apoyo desde el principio, por su paciencia, tolerancia y ánimo. Gracias por todos sus consejos y enseñanzas, y por tener una calidad humana impresionante. Su ejemplo de ética profesional y amor a la Ingeniería Química son toda una inspiración para mí. Siempre estará en mi mente y mi corazón, y no dude en acudir a mí cuando usted lo necesite.

A mi maestro, colega y amigo, Dr. Reynaldo Sandoval.

Dr. Sandoval, muchas gracias por todo el apoyo que tuve de su parte para que esta meta concluyera con éxito. Gracias por permitirme realizar el Servicio Social con usted, por su clase de Balances, por sus consejos, por su plática y por toda la ayuda que recibí. Tiene usted un lugar muy especial en mi vida, y ojalá que continuemos colaborando mutuamente en plano profesional.

*Esta tesis es la materialización de todo mi esfuerzo, mis desvelos, mi entusiasmo, mi sacrificio y mi trabajo de 20 años, durante los cuales asumí mi rol de estudiante. Realizarla fue todo un reto, y ahora que la veo concluida, me siento feliz y orgullosa.*

*Comienza a partir de este momento una nueva etapa de mi vida, ya como Ingeniera Química. Es mi firme compromiso ejercer mi profesión con responsabilidad, empeño y ética.*

*María Elena, la meta tan anhelada ya está aquí. Sigue soñando, sigue poniéndote metas altas. Nunca te detengas. Sabes que puedes lograr y hacer lo que tú quieras. ¡Felicidades!*



# ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA PARA EL MANEJO DE UN PROYECTO	2
CAPÍTULO II CASO DE ESTUDIO	12
CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA POR PARTE DE DISEÑOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V.	20
CAPÍTULO IV ACEPTACIÓN DE LA PROPUESTA DE INGENIERÍA POR PARTE DE LA EMPRESA A S.A. DE C.V.	37
CAPÍTULO V FORMATOS INTERNOS DE DISEÑOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V. PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA PRESENTADA A LA EMPRESA A S.A. DE C.V.	40
CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES	52
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	60
APÉNDICE	62

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la situación de nuestro país no nos ha permitido el desarrollo de grandes proyectos donde los Ingenieros Químicos podamos involucramos por millares. Sin embargo, la Industria Privada, ante la inminente globalización y en un afán por disminuir costos y aumentar productividad, constantemente está llevando a cabo proyectos de optimización de sus procesos. Actualmente existen ya algunas empresas dedicadas al desarrollo de propuestas para organizar e implementar estos proyectos. Aunque la teoría de manejo de proyectos es muy amplia y bien conocida por las personas que laboran en este sector de la industria, cada empresa dedicada a este tipo de actividad tiene sus propios procedimientos y formas de trabajo, los cuales la mayor parte de las veces son inaccesibles para los estudiantes o los profesionistas que desean iniciar un negocio propio utilizando sus conocimientos fundamentales de Ingeniería Química.

Es por esto que el objetivo de este trabajo es ilustrar y presentar de manera fácil y ordenada la forma en la cual una empresa dedicada a la realización de proyectos para incrementar la capacidad y eficiencia de producción para la industria privada, maneja y documenta su trabajo al inicio del proyecto en donde se define el alcance del mismo. Se incluirá el procedimiento general utilizado, y posteriormente, un caso de estudio real, donde se podrá ver claramente la forma en que se presenta una propuesta de ingeniería para resolver un problema práctico.

Con este trabajo, se espera ofrecer una herramienta real que el estudiantado pueda tomar como referencia para tener éxito al emprender una tarea tan compleja y hermosa a la vez como lo es el desarrollo de un proyecto.

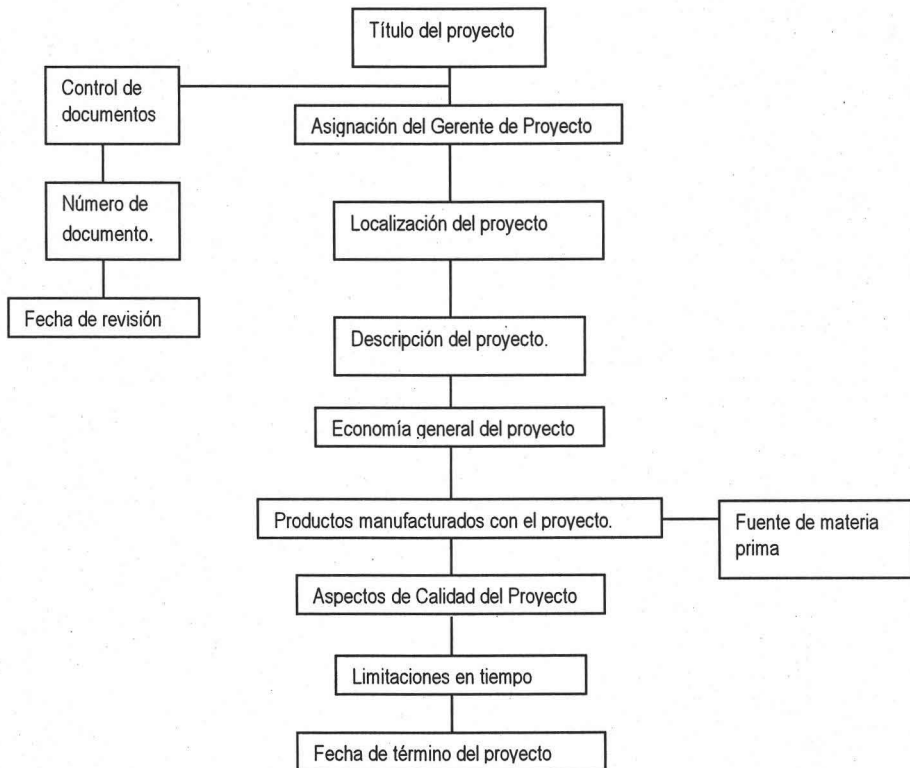
# CAPÍTULO I

## ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA PARA EL MANEJO DE UN PROYECTO.

La empresa Diseños Industriales, S.A. de C.V. maneja cierta estructura particular para organizar y controlar sus proyectos. Desde la requisición del trabajo hasta su implementación, existe todo un procedimiento que hay que seguir para que el proyecto tenga éxito y quede totalmente documentado.

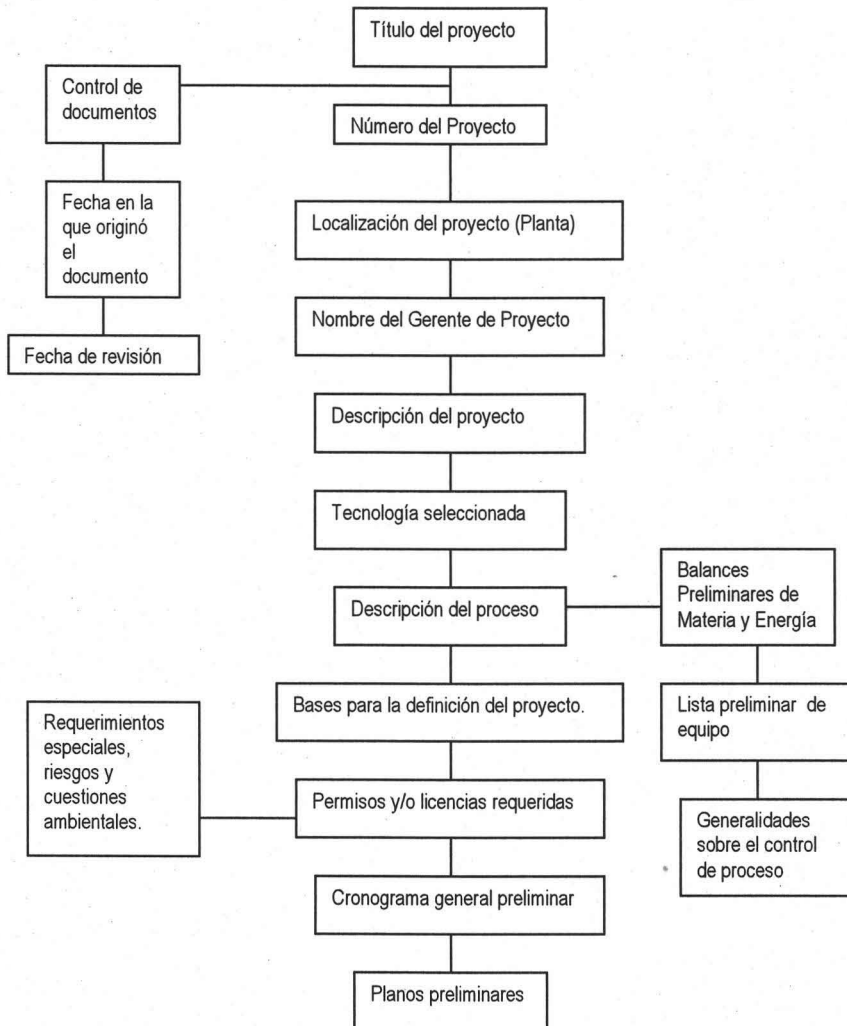
La estructura general de este procedimiento es la siguiente:

### a) Propuesta de Proyecto



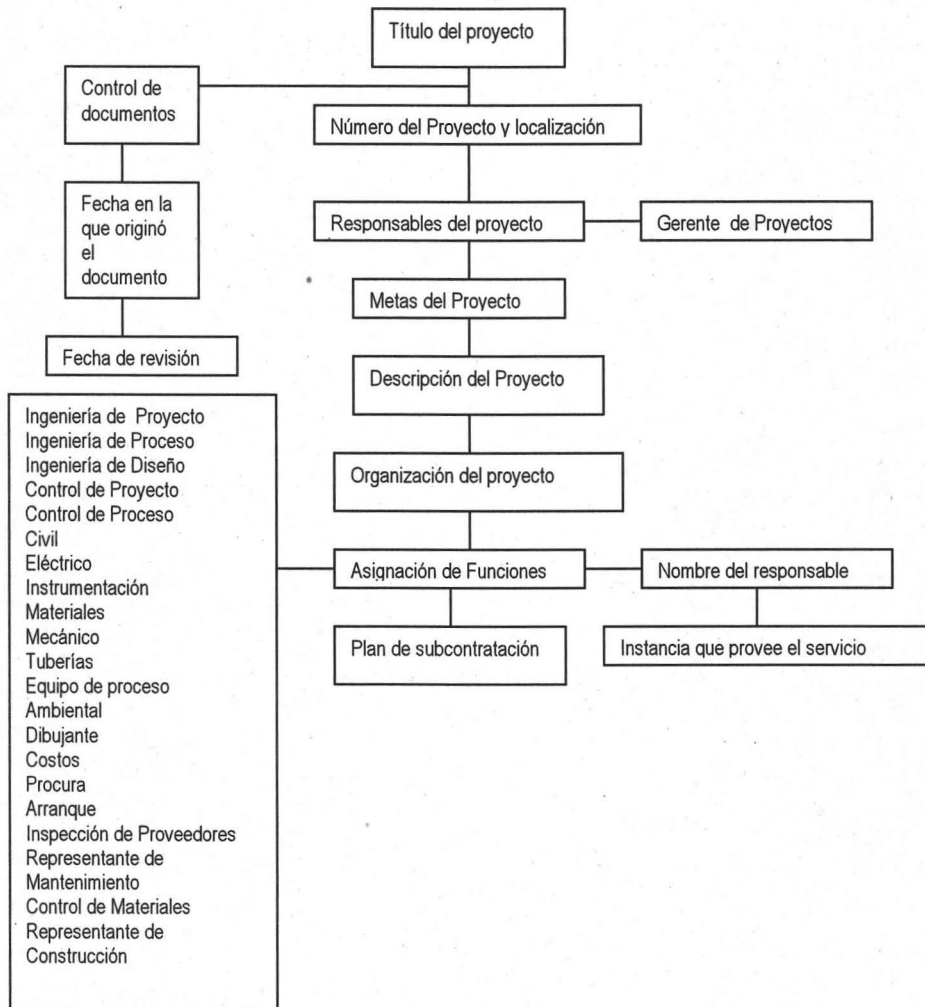
El objeto de la Propuesta de Proyecto es presentar de manera rápida y ordenada la información mínima requerida para comenzar a organizar el equipo de trabajo requerido para satisfacer las necesidades del cliente. En él, se plasman los requerimientos que deben de cumplirse de acuerdo con las especificaciones del cliente. Este documento le sirve a Diseños Industriales S.A. de C.V. como guía para comenzar el proyecto.

b) Plan para Implementación de Tecnología



Este documento tiene por objeto presentar de manera general y concisa la Ingeniería Básica del proyecto. En base a este documento, se van a empezar a realizar los cálculos y diagramas que se necesitan para la parte de Ingeniería de Detalle.

c) Plan de Ejecución



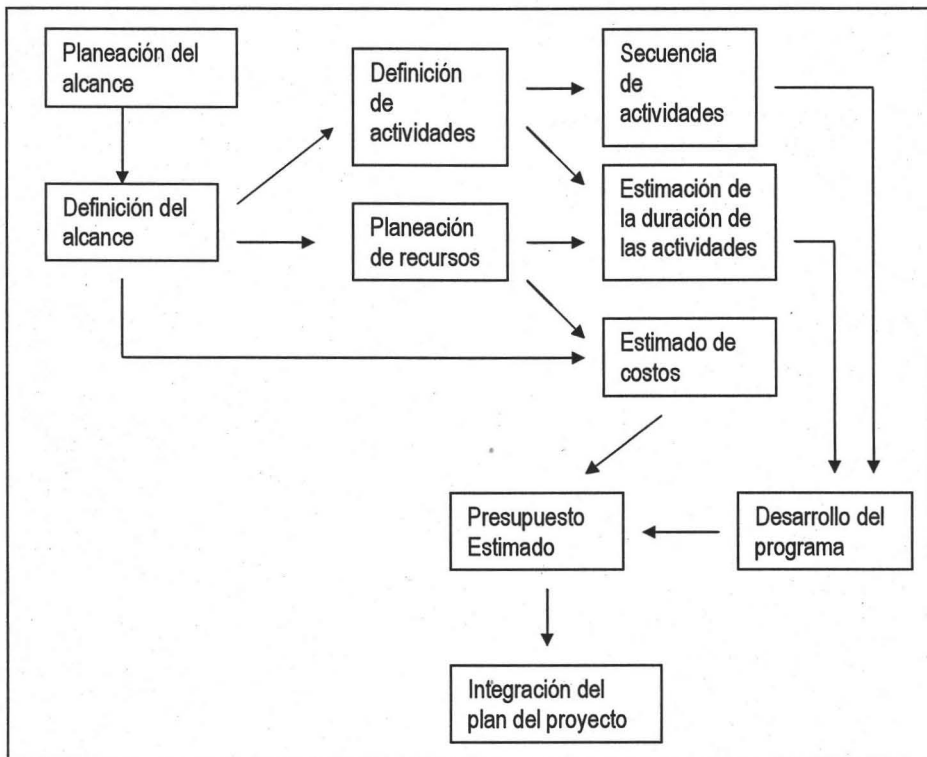
La empresa Diseños Industriales S.A. de C.V. utilizó el Plan de Ejecución del Proyecto principalmente para asignar al personal responsable para cada función y etapa del mismo. Sin embargo, el Plan de Ejecución de Proyecto va más allá, y aunque la empresa Diseños Industriales S.A. de C.V. no definió con precisión todos los pasos, sí los llevó a cabo.

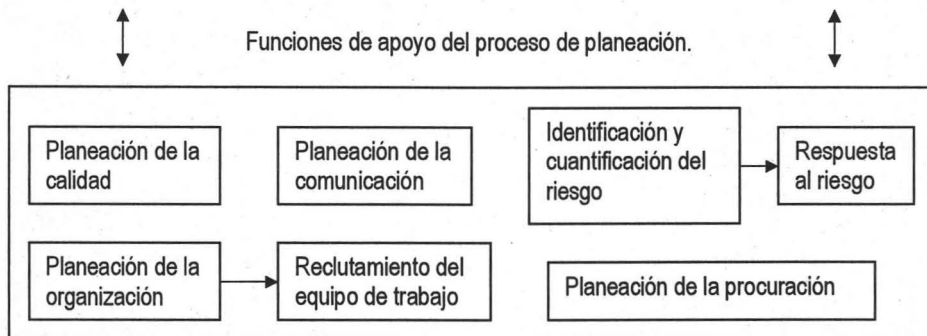
Dentro del Plan de Ejecución de cualquier proyecto, se deben de especificar los siguientes puntos:

- a) Alcance
- b) Plan de Calidad
  - a. Especificaciones
  - b. Normas y Códigos
- c) Plan de Procuración

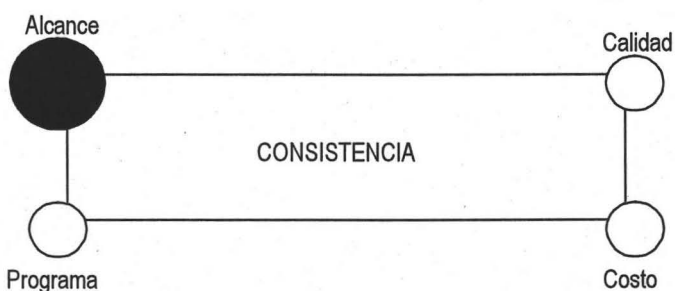
### Proceso de planeación

Funciones principales del proceso de planeación.





### Objetivos Claves en la Administración de Proyectos



También es muy importante incluir la elaboración de un Reporte de Avance Mensual del Proyecto. La información mínima que este reporte debe contener es la siguiente:

- A) Resumen
  - 1) Avance global
  - 2) Generales
    - Ingeniería
    - Construcción
  - 3) Pendientes críticos
- B) Programas
  - Programas maestro del proyecto
- C) Controles
- D) Facturación
- E) Organización

Así mismo, se debe de elaborar un programa de actividades, asignando un tiempo estimado de conclusión a cada una de ellas. De esta manera se podrá medir cuantitativamente el avance de nuestro proyecto.

Una vez que se tienen estos 3 documentos iniciales, se procede a elaborar la Ingeniería Básica y de Detalle del proyecto, con la cual se puede hacer un estimado inicial de costos, y en base a esto, elaborar un presupuesto.

d) Autorización de presupuesto

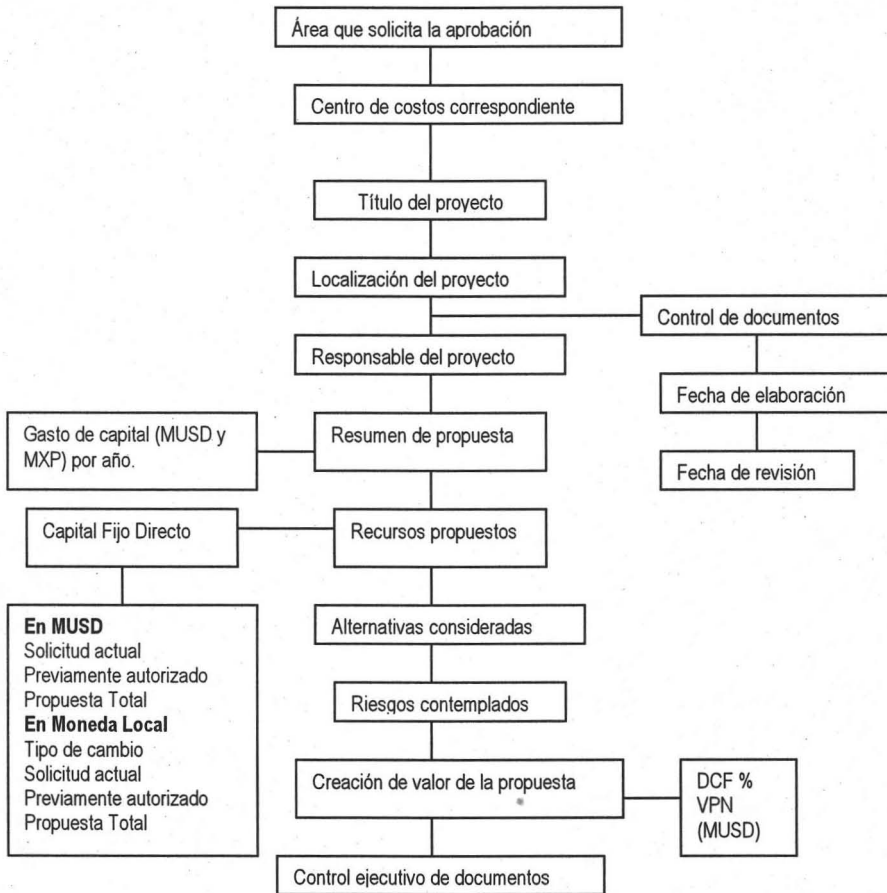
Este apartado en particular cuenta con 2 documentos diferentes, que son necesarios para que el presupuesto quede aprobado y el dinero necesario esté disponible en el momento en que se le necesite. Los documentos son los siguientes:

d.1) Solicitud de aprobación de presupuesto

d.2) Aprobación de la solicitud del presupuesto

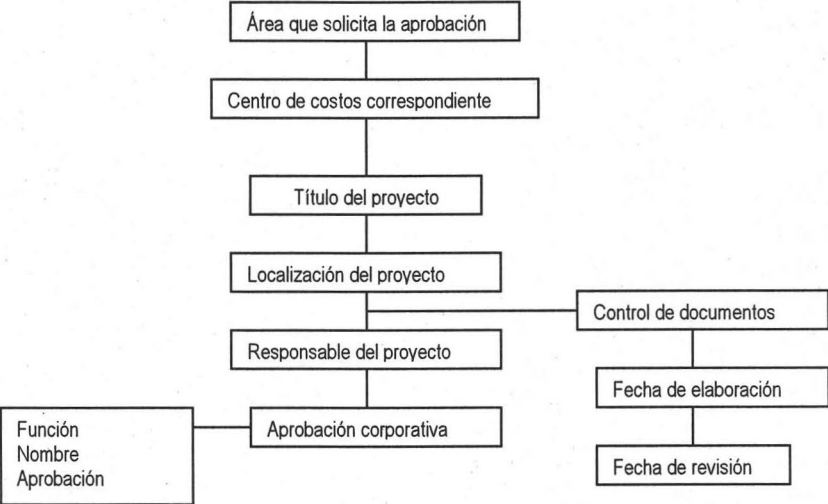


d.1) Solicitud de aprobación de presupuesto



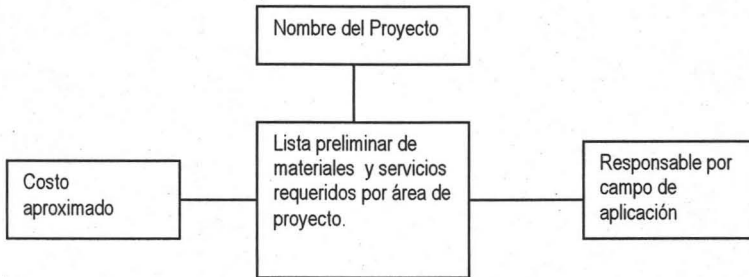
Este documento muestra rápidamente los aspectos necesarios para aprobar el presupuesto del proyecto. Se establecen las cantidades requeridas en miles de dólares americanos y en pesos mexicanos, al mismo tiempo que se describen los beneficios de la propuesta, los riesgos considerados y las alternativas posibles por si no se acepta todo o parte del presupuesto.

d.2) Aprobación de la solicitud de presupuesto



Este documento es una lista explícita de las personas que tendrán que aprobar el presupuesto del proyecto. Dependiendo del alcance económico del mismo, será el nivel de aprobación que tendrá el proyecto. Este formato contiene macros, los cuales hacen que automáticamente se envíe el documento aprobado al siguiente nivel de aprobación.

e) Estimado de costos

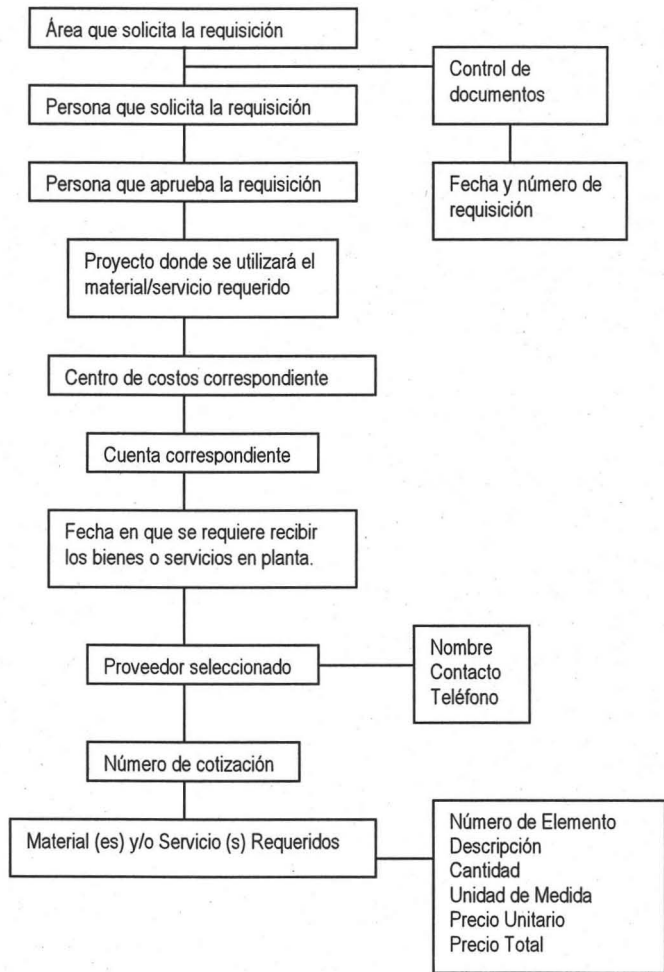


Este documento se utiliza para estimar los costos del proyecto. En un principio, se consideran costos aproximados, y mientras el proyecto va avanzando y se cuenta con las cotizaciones y requisiciones adecuadas, las cantidades se van afinando, para tener un costo real total al término del proyecto. Este documento va de la mano con el formato para requisiciones y cotizaciones.

f) Requisición de material

Cuando queremos adquirir los materiales necesarios para construir el proyecto, se necesitan dos documentos, los cuales son la cotización y la requisición. Antes de decidir qué servicio o material contratar o comprar, se buscan varios posibles proveedores, a los que se les pide envíen por escrito las características de su producto, así como sus especificaciones técnicas. En este documento también va estipulado el precio del material o servicio ofrecido, así como condiciones de pago, tiempos de entrega y/o forma de trabajo.

Una vez que se tienen las cotizaciones correspondientes (por lo menos 2 por material y/o servicio), se selecciona la mejor de todas (en base a costo-beneficio), y se da paso a una requisición de material, que es un documento interno de la empresa, en la que formalmente se solicita aprobación para adquirir materiales y/o servicios. Este documento tiene la siguiente estructura:



Cada uno de estos documentos es fundamental para que el proyecto se de conocer, sea aprobado, y se empiece a construir. Además, ellos sirven como base para que todo quede perfectamente documentado y se sepa qué hacer en otra situación similar.

## **CAPÍTULO II**

### **CASO DE ESTUDIO**

En el capítulo anterior, se planteó la estructura general que la empresa Diseños Industriales S.A. de C.V. utiliza para controlar y organizar sus proyectos. En esta ocasión, describiré el caso de estudio específico que se llevó a cabo.

La Empresa A S.A. de C.V. solicitó a varios proveedores la elaboración de una propuesta de servicios de ingeniería para un nuevo tanque mezclador/reactor. Diseños Industriales S.A. de C.V. fue uno de los elegidos para concursar por este proyecto. A continuación, se muestra la solicitud de la propuesta presentada por la Empresa A S.A. de C.V.

## SOLICITUD DE LA PROPUESTA

Empresa A, S.A. de C.V.  
Planta Estado de México

Ing. Guillermo Morales  
Gerente de Desarrollo de Negocios  
Diseños Industriales S.A. de C.V.  
Distrito Federal  
Enero 5, 2004.

Ing. Morales:

Por medio de la presente, le solicitamos elaborar una propuesta de Servicios de Ingeniería para la implementación de un Nuevo Tanque Mezclador en nuestra planta ubicada en el Estado de México.

Si ustedes llegan a ser seleccionados para llevar a cabo la propuesta, deberán presentar un estimado de costos inicial, y otro con un  $\pm 10\%$  de margen de error antes de la doceava semana de trabajo.

Anexo a esta carta, encontrará los datos de proceso necesarios para elaborar el documento, así como los requerimientos con los que tendrá que contar la propuesta solicitada. Favor de apegarse por completo a esta información.

Sin más por el momento, y a la espera de su amable respuesta, quedamos de usted.

Atentamente,

Ing. Carla González  
Gerente de Producción

## Empresa A S.A. de C.V.

### Proyecto

Tanque Mezclador/Reactor de Polímeros

### Localización

Planta Estado de México

### Ubicación del proyecto

Dentro de la planta, adyacente al tanque T-7.

### Equipo con el que se cuenta

Para el nuevo Mezclador/Reactor, se utilizará un tanque ya existente en la planta desde 1972. A éste se le harán las adaptaciones necesarias para la nueva aplicación.

### Materia prima

Nombre	Forma de recepción	Frecuencia de recepción	Tamaño de lote recibido (Gal)
Polyol 320	Pipa	4/mes	30,000
FN 589	Pipa	2/mes	30,000
Catalizador	Cubetas de 5 Gal	2/mes	2,000

## Productos

Nombre	Forma de Embarque	Frecuencia de Embarque	Tamaño de lote embarcado
Glit 320 DR	Tambor	Por determinar	45 Gal
Glit 320 PL	Cubeta	Por determinar	5 Gal

## Proceso

El Polyol 320, se mezclará con el monómero FN 589 dentro de un tanque mezclador/reactor, utilizando un mezclador tipo ancla con un nivel bajo de revoluciones por minuto, junto con un dispersor tangencial de alta velocidad. Se añadirá al reactor una dosis rápida de catalizador a través de una línea externa de recirculación. Esto dará como resultado un nuevo producto llamado Glit 320. La reacción es ligeramente exotérmica, y el calor desprendido tendrá que removerse.

El producto se pesará y envasará en tambores de 45 galones o en cubetas de 5 galones. Se necesita que el dispositivo de pesado imprima una etiqueta de embarque con código de barras y transmita información de inventarios a la computadora principal de la planta.

Área de Proceso	Temperatura de diseño	Presión de diseño
Mezclado	300 °F	30 psia y vacío



Nombre	Viscosidad (Poise)	Temperatura (°F)	Gravedad específica	Temperatura (°F)
Polyol 320	200	180	1.13	Aproximadamente
Polyol 320	800	100	1.13	La misma para
FN 589	150	180	1.29	Todas las
FN 589	400	100	1.29	Temperaturas.
Glit 320	880	180	1.31	
Glit 320	2100	100	1.31	

Horas de operación por día: 24 hrs

Días de operación por semana: 5 días con 3 turnos diarios.

Interrupciones en la producción por mantenimiento no programado: 80 horas por año

### Ingeniería de Proceso

El proveedor de servicios de Ingeniería deberá incluir:

- Propuesta de realización de Balance de Materia
- Propuesta de Enfriamiento de reacción
- Propuesta de realización de Diagrama de Flujo de Proceso
- Propuesta de realización de Diagrama de Tubería e Instrumentación
- Propuesta de trabajo en aislamiento de tuberías y equipo
- Propuesta para obtención de costos de esta parte del proyecto
- Propuesta para dispositivo de seguridad al trabajar con recipientes presurizados

### Ingeniería Eléctrica

Se deberá incluir la propuesta de diagramas y especificaciones necesarios para la correcta instalación del tanque mezclador.

### Ingeniería de Instrumentación

Todo lo que se realice en este punto, deberá estar de acuerdo a las convenciones de la ISA (Instrument Society of America). Se incluirá toda la propuesta de instrumentación y conexión entre el proceso de pesado, impresión de etiquetas y acceso a inventarios. Además, se definirá la propuesta para el estimado de costos específico de esta área del proyecto.

Para la parte de instrumentación, contamos con lo siguiente: CRT, Controlador programable, Controladores análogos, Impresora y Paneles de Campo. El Apagado y Encendido deberá estar en Campo y el Apagado de Emergencia en el Cuarto de Control.

### Diseño de tuberías

Se espera una propuesta de trabajo que incluya distribución de espacios, tamaño de planos, y revisión de nuestras especificaciones.

### Ingeniería estructural

En esta parte, se deberá presentar una propuesta de presentación de:

- Cimientos del tanque y tubería
- Levantamientos de acero y concreto
- Accesos al tanque y sus aditamentos.

### Ingeniería Mecánica

Se espera una propuesta para la instalación de los aditamentos necesarios para que el tanque construido con anterioridad pueda albergar al nuevo tanque/mezclador. Además, se deberá mencionar si se necesita una nueva certificación de acuerdo al código ASME sección VIII.

Materiales especiales para construcción: Tanque - 304, SS; Tubería - de acuerdo a especificaciones propias.

### Planos

Se deberá mencionar la forma en que la compañía presentará los planos y diagramas, y los tamaños que se utilizarán.

### Cuestiones Ambientales

La propuesta deberá contener qué acciones se llevarán a cabo para cumplir con reglamentaciones ambientales.

### Administración y Control del Proyecto.

Se deberá realizar una propuesta para el Control de Tiempos del Proyecto, así como de su Administración.

### Sitio de trabajo y otros requerimientos

Favor de incluir cualquier comentario sobre el sitio de trabajo. Con respecto a aditamentos de seguridad, contamos con suficientes hidrantes, regaderas de seguridad, lavaojos, baños y accesos restringidos.

Estándares y convenciones

Tuberías: Especificaciones de la Empresa A, S.A. de C.V.

Tanques atmosféricos: API

Tanques presurizados: ASME

Seguridad de presión: API 500

Bombas: ANSI, ASTM

Intercambiadores: TEMA

Eléctrico: Especificaciones de la Empresa A, S.A. de C.V. (E-53 y E-454). Se requiere etiqueta UL.

Las dimensiones estarán dadas en unidades inglesas.

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA POR PARTE DE DISEÑOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V.

Diseños Industriales S.A. de C.V.

Distrito Federal

Carla González

Gerente de Producción

Empresa A, S.A. de C.V.

Planta Estado de México

Enero 15, 2004.

PROPUESTA: Servicios de Ingeniería, Nuevo Tanque Mezclador

Estimada Carla:

Por medio de la presente, quisiéramos extenderle nuestro agradecimiento por permitirnos presentarle nuestra propuesta de Servicios de Ingeniería que nos llevará a realizar un estimado de costos inicial y posteriormente, otro con el  $\pm 10\%$  de margen de error para un Nuevo Tanque Mezclador en su planta ubicada en el Estado de México.

La propuesta se divide en dos partes que encontrará adjuntas a esta carta. La parte A describe los servicios que planeamos desarrollar. Estos incluyen la elaboración de un Diagrama de Tubería e Instrumentación, especificaciones, esquemas, levantamientos, investigación de ventas, soporte ambiental y estimado de costos.

Por otro lado, la parte B enlista los parámetros de diseño que se usarán en el desarrollo del trabajo descrito en la Parte A. La figura contenida en el Apéndice B es la localización probable del tanque mezclador. La figura contenida en el Apéndice A es un diagrama de flujo que muestra la extensión del proyecto propuesto.

El Ing. Manuel Torres, a quien ustedes ya conocen, supervisará parcialmente el trabajo, dedicándole 10 horas semanales al proyecto. Bajo las órdenes del Ing. Torres, se encuentra el Ing. Rubén Díaz, con quien también ya están familiarizados, y que se hará cargo por completo del proyecto.

Los servicios que proporcionaremos estarán avalados por el contrato existente entre Diseños Industriales S.A. de C.V. y Empresa A S.A. de C.V. (Número de Referencia 72-519).

Estimamos que nuestros servicios tendrán un costo de USD 25,000. Planeamos presentarles para su revisión el estimado de costos con un margen de error de  $\pm 10\%$  antes de finalizar la décima semana de trabajo, una vez que hayamos recibido instrucciones de su parte para iniciarlo.

Sin más por el momento, quedamos de usted.

Atentamente,

Ing. Guillermo Morales

Gerente de Desarrollo de Negocios

## **Parte A. Alcance del proyecto.**

### 1.0 General

Los ingenieros proveerán los servicios necesarios para obtener un estimado de costos con un margen de error del  $\pm 10\%$  para la instalación de un mezclador/reactor de polímeros. El sitio para la instalación será la planta de la Empresa A S.A. de C.V., localizada en el Estado de México. El reactor estará dentro de la planta, adyacente al tanque T-7. Este ya existía en la planta y fue construido en 1972.

### 2.0 Descripción del proceso.

Un polioli que es recibido en pipas, se mezclará con un monómero FN 589 dentro de un tanque mezclador/reactor. Para realizar esta operación, se utilizará un mezclador tipo ancla con un nivel bajo de revoluciones por minuto, junto con un dispersor tangencial de alta velocidad. Se añadirá al reactor una dosis rápida de catalizador, a través de una línea externa de recirculación. El catalizador ayudará a que el FN 589 se combine rápidamente con ciertas partes de la cadena del polioli, dando como resultado un nuevo producto.

La reacción realizada es ligeramente exotérmica, por lo que el calor deberá ser removido por medio de agua de enfriamiento, circulando a través de una chaqueta que cubre la parte inferior del reactor.

El producto se pesará en tambores de 45 galones o en cubetas de 5 galones. El dispositivo de pesado deberá imprimir una etiqueta de embarque (con un código de barras) y además, transmitirá información de inventarios a la computadora principal de la planta.

### 3.0 Ingeniería de Proceso

El Ingeniero de Proceso preparará un balance de materia riguroso, basado en los datos que la Empresa A S.A de C.V. provea. Este balance deberá incluir las provisiones necesarias para reprocesar el producto que se encuentre debajo de los estándares establecidos. Además, éste deberá acompañarse con el análisis detallado de los productos secundarios de la reacción. Por otro lado, tomará en cuenta las propiedades de los materiales a mezclar, y determinará las condiciones en las que se llevará a cabo del proceso.

El Ingeniero de Proceso examinará los datos de calor de reacción de la Empresa A S.A. de C.V. y preparará un resumen con todo lo necesario para que se lleve a cabo el enfriamiento de la reacción y la operación segura del reactor.

El Ingeniero de Proceso preparará un Diagrama de Flujo del Proceso con información de las corrientes. Ésta deberá plasmarse en hojas tamaño carta, separada de aquellas que contienen el Diagrama de Flujo del Proceso. La información de las corrientes consistirá en:

- Flujos promedio
- Flujos de diseño
- Composición de corrientes
- Temperaturas de diseño
- Presiones de diseño

El Ingeniero de Proceso preparará un Diagrama de Tubería e Instrumentación que muestre los tamaños y materiales de las tuberías, los números de las líneas y la cantidad de los fluidos. El ingeniero en cuestión proveerá el levantamiento del aislamiento térmico para la tubería y el equipo. Además, trabajará en conjunto con diseñadores e ingenieros de otras disciplinas, con el fin de preparar los documentos y materiales de los levantamientos. Adicional a esto, escribirá las especificaciones y obtendrá cotizaciones en firme de:



- Tres Bombas
- Agitador tipo ancla
- Dispensor tangencial de alta velocidad
- Bomba de recirculación
- Sistema de pesado de tanques (incluye el controlador de lotes).

El Ingeniero de Proceso deberá trabajar con el Ingeniero Instrumentista, con el fin último de diseñar un dispositivo de seguridad para manejar problemas de presión (que puede ser un disco de ruptura frente a una válvula de alivio).

El Ingeniero de Proceso deberá revisar (o supervisar la revisión) del dispensor tangencial desde el punto de vista de:

2. El tamaño del lote vs el tiempo de mezclado
3. La transferencia de calor y
4. Capacidad de alojamiento del tanque construido en 1972

#### 4.0 Ingeniería Eléctrica

El Ingeniero Eléctrico preparará:

- Diagrama unifilar
- Especificaciones eléctricas en general
- Especificaciones de motor eléctrico
- Especificaciones del centro de control del motor
- La investigación formal para el centro de control del motor
- Un levantamiento de material para el estimado de costos.

#### 5.0 Ingeniería de Instrumentación

El Ingeniero Instrumentista trabajará con el Ingeniero de Proceso para establecer los controles requeridos y representarlos en el Diagrama de Tubería e Instrumentación, utilizando las convenciones de la ISA (Instrument Society of America). El Ingeniero Instrumentista preparará una lista de instrumentos con sus respectivos números. Así mismo, definirá la conexión entre el proceso de pesado, impresión de etiquetas y monitoreo de inventarios.

Para el estimado de costos, se tendrán que obtener cotizaciones formales del sistema de pesado y los panels. Se utilizarán precios aproximados de proyectos anteriores para estimar costo de los instrumentos.

## 6.0 Diseño de Tuberías

El Diseñador de Tuberías desarrollará el trabajo de distribución de espacios y de equipamiento general. También realizará un Isométrico (tamaño D) a  $\frac{1}{4}$  in = 1 ft y un levantamiento de material. El Diseñador de Tuberías revisará las especificaciones de tubería propias de la Empresa A S.A. de C.V. y enviará una copia revisada de acuerdo a los requerimientos de este trabajo.

## 7.0 Ingeniería estructural

El Ingeniero de Estructuras proveerá un sketch en hojas tamaño carta de los cimientos del tanque. Al mismo tiempo, entregará otro sketch del mismo tamaño que el anterior, que contendrá los cimientos de una tubería típica. Además, proveerá los levantamientos de acero y concreto. Se utilizará una plataforma de 3X3 metros, montada sobre el tanque, para tener acceso al agitador y el dispositivo de seguridad al trabajar con presión. La plataforma se soportará desde el tanque.

## 8.0 Ingeniería Mecánica

El Ingeniero Mecánico añadirá una nueva boquilla en la base del tanque para instalar el nuevo dispersor tangencial de alta velocidad. Algunos de las boquillas existentes podrían ser reubicados en otro lugar del tanque. El Ingeniero Mecánico definirá los pasos necesarios para obtener la

nueva certificación de acuerdo al código ASME sección VIII. Los costos asociados con esta recertificación se deberán incluir en el estimado.

#### 9.00 Grupo CAAD

El Diagrama de Tubería e Instrumentación, el Diagrama de Flujo de Proceso y el Diagrama Eléctrico de Línea Simple estarán elaborados en CAAD, y serán de tamaño D (6 ft<sup>2</sup>).

#### 10.0 Grupo de Estimación

El estimador tomará la información que le proporcionaron los diseñadores e ingenieros arriba mencionados y, preparará un estimado de costos.

#### 11.0 Grupo Ambiental

El consultor ambiental revisará los contenedores secundarios, los permisos de operación y el plan para el manejo de residuos peligrosos. Todo lo que se averigüe, deberá de reportarse en un pequeño memorando al Gerente e Ingeniero de Proyecto.

#### 12.0 Grupo de Control de Tiempos

El Administrador de Tiempos del Proyecto trabajará con el Gerente del Proyecto para elaborar un plan del proyecto, a fin de completar el diseño a tiempo. También se requerirá por separado un plan para la fase de construcción.

### 13.0 Administración del Proyecto

No se requerirá un Gerente de Proyecto de tiempo completo. El Gerente de Proyecto monitoreará el trabajo para asegurarse que los estándares de ambas empresas se cumplan al pie de la letra. Al mismo tiempo, vigilará que los costos y el avance del proyecto se lleven a cabo como fueron planeados en un inicio, y presentará un informe mensual a la Empresa A S.A. de C.V.

### 14.0 Sitio de trabajo

Las necesidades para el sitio de trabajo se han revisado con los siguientes resultados:

- Encuesta: No aplica
- Reporte de suelo: Se utilizará el existente
- Preparación del sitio o demolición: Remover una porción de piso para poder colocar los cimientos del tanque.
- Carreteras, vías de tren: No se necesita.
- Drenaje: No se necesita
- Contención: Ningún cambio de la ya existente

### 15.0 Otros requerimientos

Las necesidades para requerimientos adicionales se han revisado con los siguientes resultados:

- Hidrantes: Suficientes
- Regaderas de seguridad y lavajos: Suficientes
- Baños: Suficientes
- Bebederos: Suficientes
- Accesos restringidos: Suficientes

## Parte B. Bases de Diseño.

### 1.0 Materiales

#### 1.1 Materia prima

Nombre	Forma de recepción	Frecuencia de recepción	Tamaño de lote recibido (Gal)	Composición
Polyol 320	Pipa	4/mes	30,000	Confidencial
FN 589	Pipa	2/mes	30,000	Confidencial
Catalizador	Cubetas de 5 Gal	2/mes	2,000	Confidencial

#### 1.2 Productos y subproductos

Nombre	Forma de Embarque	Frecuencia de Embarque	Tamaño de lote embarcado	Composición
Glit 320 DR	Tambor	Por determinar	45 Gal	Confidencial
Glit 320 PL	Cubeta	Por determinar	5 Gal	Confidencial

#### 1.3 Límites de impurezas

1. Materia prima: Confidencial
2. Productos: Confidencial

#### 1.4 Otros requerimientos

Por ser determinados.

### 2.0 Propiedades

## 2.1 Propiedades Comunes

Nombre	Viscosidad (Poise)	Temperatura (°F)	Gravedad específica	Temperatura (°F)
Polyol 320	200	180	1.13	Aproximadamente
Polyol 320	800	100	1.13	la misma para
FN 589	150	180	1.29	todas las
FN 589	400	100	1.29	temperaturas.
Glit 320	880	180	1.31	
Glit 320	2100	100	1.31	

## 2.2 Propiedades especiales

Por ser determinadas.

## 3.0 Capacidad

3.1 Horas de operación por día: 24 h/día

3.2 Días de operación por semana: 5 días con 3 turnos diarios.

3.3 Días de operación por año: (52.18 sem/año) (5 días/sem) -14 días/año =247 días/año

3.4 Interrupciones en la producción por mantenimiento no programado: 80 h/año

3.5 Horas de operación por año: (247 días/año) (24 h/día) - 80 h/año = 5848 h/año

3.6 Producción anual de material dentro de especificación: 10,000,000 lb  
Material fuera de especificación para reciclado: 200,000 lb  
10,200,000 lb

Esto es aproximadamente 20,800 tambores de 45 galones. Por lo tanto, la tasa promedio de producción es de:  $10,200,000 \text{ lb}/247 \text{ días} = 41,300 \text{ lb/día}$  (84 tambores/día).

3.7 Capacidad de producción de diseño:  $(41,300 \text{ lb/día}) (1.15 \text{ sobrediseño}) = 47,500 \text{ lb/día}$  que son aproximadamente 97 tambores/día.

Nota: Esta es la capacidad de producción de diseño de proceso. Para instalar el control de proceso, se deben añadir varios factores extras en cada operación. El porcentaje de sobrediseño para el equipo se deberá especificar en el Diagrama de Flujo de Proceso.

3.8 Ciclos de tiempo.

Operación	Duración (h)
1. Verificar número de orden y peso de lotes	0.15
2. Vaciar el Polyol 320 en el reactor.	2.16
3. Vaciar el monómero FN589 en el reactor.	0.95
4. Hacer vacío	0.48
5. Mezclar	0.94
6. Purgar con N <sub>2</sub>	0.48
7. Hacer vacío	0.48
8. Purgar con N <sub>2</sub>	0.48
9. Añadir catalizador	0.05
10. Mezclar	1.24
11. Checar/ajustar	1.09
12. Empacar producto	12.00
13. Limpiar	2.00
14. Tiempos muertos	1.50
	24.00

- 3.9 Tanques: Sobrediseño calculado 20%
  
- 3.10 Porcentajes de sobrediseño para control de proceso:
  - 1. Bombas, tubería y válvulas: 15%
  - 2. Intercambiadores de calor: 30%
  - 3. Válvulas de control: Obtener curvas de la bomba y del sistema.
  
- 3.11 Sobrediseño para el futuro:
  - 3.11.1 Calentador: NA
  - 3.11.2 Compresor de aire: NA
  - 3.11.3 Torre de enfriamiento: NA
  
- 3.12 Suciedad en la chaqueta
  - 3.12.1 Agua de enfriamiento,  $0.006 \text{ h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}/\text{Btu}$
  
- 3.13 Corrosión permitida: 1/16 a 1/8 de pulgada para el contacto acuoso.



#### 4.0 Condiciones de proceso

##### 4.1 Temperatura y presión

Área de Proceso	Temperatura de diseño	Presión de diseño
Mezclado	300 °F	30 psia y vacío

##### 4.2 Materiales especiales para construcción

4.2.1 Tanque, 304 SS

4.2.2 Tubería, de acuerdo a la especificación P-712 de la Empresa A S.A. de C.V.

##### 4.3 Precauciones especiales de seguridad

4.3.1 Los polímeros provocan irritación en la piel.

##### 4.4 Contenedores

4.4.1 Política general: Requiere contenedores secundarios.

4.4.2 Sumideros: Por contenedor secundario.

4.4.3 Drenaje Químico: Por contenedor secundario.

##### 4.5 Información adicional

Toda la tubería para el Polyol 320 y el catalizador deberá removerse fácilmente para limpieza.

## 5.0 Estándares

- 5.1 Tuberías: Especificaciones de la Empresa A S.A. de C.V.
- 5.2 Tanques atmosféricos: API
- 5.3 Tanques presurizados: ASME
- 5.4 Seguridad de presión: API 500
- 5.5 Bombas: ANSI, ASTM
- 5.6 Intercambiadores: TEMA
- 5.7 Eléctrico: Especificaciones de la Empresa A S.A. de C.V. (E-53 y E-454). Se requiere etiqueta UL.

## 6.0 Convenciones

- 6.1 Las dimensiones serán en unidades inglesas
- 6.2 El tamaño de los planos y sketches será de 22 x 34 in (Tamaño D)
- 6.3 La escala de los planos y sketches no será menos de 3/8 in= 1ft

## 7.0 Proveedores de Equipo y Materiales

Proveedores extranjeros calificados aceptados: Sí

## 8.0 Servicios

### 8.1 Agua de enfriamiento

	Temperatura De Diseño (°F)		Presión de Diseño (ft WC)	
	Max	Min	Max	Min
Bulbo seco	105	-8	NA	NA
Bulbo húmedo	84	-8	NA	NA
Entrada de agua de enfriamiento	92	45	90	40
Salida de agua de enfriamiento	115	NA	30	28

### 8.2 Eléctrico

	Kilowatts Requeridos	Kilowatts Disponibles
480 V		Adecuado
120 V		Adecuado

### 8.3 Otros servicios

	Flujo Requerido	Flujo Disponible	Presión Requerida	Presión Disponible
Aire de instrumentos		Adecuado		Adecuado
Aire de Planta		Adecuado		Adecuado
Nitrógeno		Adecuado		Adecuado
Agua de Planta		Adecuado		Adecuado
Vapor		Adecuado		Adecuado
Condensados		Adecuado		Adecuado

	Temperatura Requerida	Temperatura Disponible	Conexiones, localización y comentarios
Aire de instrumentos		Adecuado	Por determinar
Aire de Planta		Adecuado	Por determinar
Nitrógeno		Adecuado	Por determinar
Agua de Planta		Adecuado	Por determinar
Vapor		Adecuado	Por determinar
Condensados		Adecuado	Por determinar

## 9.0 Instrumentación

- 9.1 CRT o panel gráfico: CRT
- 9.2 Controlador programable: Sí
- 9.3 Controladores análogos: Sí
- 9.4 Impresora: Se utilizará la existente
- 9.5 Suministro ininterrumpido de energía eléctrica: No
- 9.6 Apagado/Encendido: Campo
- 9.7 Apagado de emergencia: Cuarto de control
- 9.8 Paneles de campo: Sí

## 10.0 Relevos instalados

- 10.1 Proceso: No
- 10.2 Eléctrico: No
- 10.3 Instrumental: No

## 11.0 Localización

- 11.1 Estado: Estado de México
- 11.2 Regulaciones: Por ser determinadas

## 12.0 Estudios económicos

- 12.1 ROI: 20% (antes de impuestos).

## **CAPÍTULO IV**

### **ACEPTACIÓN DE LA PROPUESTA DE INGENIERÍA POR PARTE DE LA EMPRESA A S.A. DE C.V.**

Una vez que la Empresa A S.A. de C.V. ha recibido la propuesta de Servicios de Ingeniería por parte de varios proveedores, tarda alrededor de 1 mes en revisarlas y tomar una decisión final. Esto implica evaluar costo-beneficio, así como la confiabilidad y experiencia del proveedor en cuestión.

Al momento de haber llegado a una determinación final, el proveedor debe ser notificado a través de una carta respuesta. A continuación se muestra la que se utilizó al aceptar la propuesta de Diseños Industriales S.A. de C.V.

Ing. Guillermo Morales  
Gerente de Desarrollo de Negocios  
Diseños Industriales S.A. de C.V.  
Distrito Federal  
Marzo 8, 2004.

Ing. Morales:

Hemos revisado su propuesta de Servicios de Ingeniería para la implementación de un Nuevo Tanque Mezclador en nuestra planta ubicada en el Estado de México.

Después de evaluar cada una de las propuestas recibidas por diferentes proveedores, hemos decidido seleccionar a Diseños Industriales S.A. de C.V. para que lleve a cabo cada uno de los puntos que se presentaron por escrito en la propuesta de Servicios de Ingeniería, así como el estimado de costos inicial y el que contenga un margen de error de  $\pm 10\%$  antes de la décima semana de trabajo.

Necesitamos que empiecen a realizar este trabajo a partir del 1° de Abril del presente año. Próximamente estaremos enviándoles la información necesaria para que comiencen a trabajar en la elaboración de diagramas, esquemas, levantamientos, balances y el estimado inicial de costos.

Como bien lo mencionan en su propuesta, los servicios que nos proporcionarán estarán avalados por el contrato existente entre Diseños Industriales S.A. de C.V. y Empresa A S.A. de C.V. (Número de Referencia 72-519).

Reciban de nuestra parte un cordial saludo y una felicitación. Sin más por el momento, quedamos de usted.

Atentamente,  
Ing. Carla González  
Gerente de Producción

Una vez que al proveedor le ha llegado esta carta, él debe comenzar a preparar a todo su

equipo para responder a las necesidades del cliente. Para poder realizar esta tarea con éxito, Diseños Industriales S.A. de C.V. tiene unos formatos especiales donde comienza a vaciar los datos de la Empresa A S.A. de C.V. para empezar a documentar y organizar el trabajo.



## **CAPÍTULO V**

### **FORMATOS INTERNOS DE DISEÑOS INDUSTRIALES S.A. DE C.V. PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA PRESENTADA A LA EMPRESA A S.A. DE C.V.**

Una vez que la Empresa A S.A. de C.V. aceptó la propuesta de Diseños Industriales S.A. de C.V., esta última firma comienza a elaborar formatos donde plasma la información proporcionada por el cliente, para comenzar a documentar y organizar el trabajo.

A continuación se presentan los formatos utilizados por Diseños Industriales S.A. de C.V. en la primera etapa del trabajo para la Empresa A S.A. de C.V.

a) Propuesta de Proyecto

**Propuesta de Proyecto**

<b>Título del Proyecto:</b>	Mezclador/Reactor de Polímeros
-----------------------------	--------------------------------

<b>Gerente de Proyecto:</b>	Manuel Torres	<b>Número de Proyecto:</b>	58080
-----------------------------	---------------	----------------------------	-------

<b>Planta:</b>	Empresa A S.A. de C.V. Planta Estado de México
----------------	--

<b>Fecha de creación de documento:</b>	12 de Marzo de 2004	<b>Fecha de revisión:</b>	19 de Marzo de 2004
--	---------------------	---------------------------	---------------------

<b>Descripción del Proyecto:</b>	Los ingenieros proveerán los servicios necesarios para obtener un estimado de costos con un margen de error del $\pm 10\%$ para la instalación de un mezclador/reactor de polímeros. El sitio para la instalación será la planta de la Empresa A S.A. de C.V., localizada en el Estado de México. El reactor estará dentro de la planta, adyacente al tanque T-7. Este ya existía en la planta y fue construido en 1972.
----------------------------------	--

**Clasificación del proyecto:**

X	Incremento de capacidad		Reducción de costos	Medio Ambiente	Seguridad y Pérdida	Soporte
---	-------------------------	--	---------------------	----------------	---------------------	---------

**Economía General:** Se hará un estimado de costos inicial y otro estimado de costos con un margen de error del  $\pm 10\%$  para la instalación de un mezclador/reactor de polímeros

<b>Productos manufacturados:</b>	GLIT 320 DR GLIT 320 PL
<b>Fuente de Materia Prima:</b>	La provee la Empresa A S.A. de C.V.
<b>Aspectos de Calidad:</b>	Se cuidarán todos estos aspectos de acuerdo a las especificaciones de la Empresa A S.A. de C.V.
<b>Cantidad de Inventarios:</b>	Materia Prima: 33 días Producto Terminado: 33 días
<b>Tiempos y limitaciones relacionadas:</b>	El trabajo realizado por Diseños Industriales S.A. de C.V. estará concluido 14 semanas después de que la Empresa A S.A. de C.V. dé la fecha de arranque del trabajo. No se espera ningún tipo de limitaciones en el trabajo.

<b>Fecha de término del proyecto:</b>	14 semanas a partir de la fecha de inicio del proyecto
---------------------------------------	--

b) Plan de Implementación de Tecnología

**Plan de Implementación de Tecnología**

<b>Título del Proyecto:</b>	Mezclador/Reactor de Polímeros		
<b>Número de Proyecto:</b>	58080	<b>Planta</b>	Empresa A S.A. de C.V. Planta Estado de México
<b>Fecha de creación de documento:</b>	12 de Marzo de 2004	<b>Fecha de revisión:</b>	19 de Marzo de 2004
<b>Gerente de Proyecto:</b>	Manuel Torres		
<b>Descripción del proyecto:</b>	Los ingenieros proveerán los servicios necesarios para obtener un estimado de costos con un margen de error del $\pm 10\%$ para la instalación de un mezclador/reactor de polímeros. El sitio para la instalación será la planta de la Empresa A S.A. de C.V., localizada en el Estado de México. El reactor estará dentro de la planta, adyacente al tanque T-7. Este ya existía en la planta y fue construido en 1972.		
<b>Tecnología seleccionada:</b>	La misma que se utiliza en la Empresa A S.A. de C.V.		

<p><b>Descripción del proceso:</b></p>	<p>Un poliol que es recibido en pipas, se mezclará con un monómero FN 589 dentro de un tanque mezclador/reactor. Para realizar esta operación, se utilizará un mezclador tipo ancla con un nivel bajo de revoluciones por minuto, junto con un dispersor tangencial de alta velocidad. Se añadirá al reactor una dosis rápida de catalizador, a través de una línea externa de recirculación. El catalizador ayudará a que el FN 589 se combine rápidamente con ciertas partes de la cadena del poliol, dando como resultado un nuevo producto.</p> <p>La reacción realizada es ligeramente exotérmica, por lo que el calor deberá ser removido por medio de agua de enfriamiento, circulando a través de una chaqueta que cubre la parte inferior del reactor.</p> <p>El producto se pesará en tambores de 45 galones o en cubetas de 5 galones. El dispositivo de pesado deberá imprimir una etiqueta de embarque (con un código de barras) y además, transmitirá información de inventarios a la computadora principal de la planta.</p>
<p><b>Balance Preliminar de Materia y Energía:</b></p>	<p>Pendiente, por no contar aún con datos específicos de la Empresa A S.A. de C.V.</p>

<b>Lista Preliminar de Equipo:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agitador tipo ancla</li> <li>- Dispensor tangencial de alta velocidad</li> <li>- Bomba de recirculación</li> <li>- Tubería</li> <li>- Instrumentación para el nuevo mezclador</li> <li>- Estructuras</li> <li>- Sistema de pesado de tanques</li> <li>- Sistema de seguridad para trabajo con tanques presurizados</li> </ul>
<b>Generalidades sobre el control del proceso:</b>	Pendiente, por no contar aún con datos específicos de la Empresa A S.A. de C.V.
<b>Base para la definición del proyecto:</b>	Los estándares utilizados en la Empresa A S.A. de C.V.
<b>Permisos y/o licencias requeridas:</b>	Ninguno, ya los tiene la Empresa A S.A. de C.V.
<b>Requerimientos especiales, Riesgos y Cuestiones Ambientales:</b>	Por determinar.
<b>Consideraciones con respecto a desechos:</b>	El producto fuera de estándares podrá ser reprocesado, por lo que no habrá peligro de desechos.
<b>Cronograma general preliminar:</b>	Se elaborará la propuesta de ingeniería en un tiempo total de 14 semanas a partir de que la Empresa A S.A. de C.V. señale la fecha de inicio.
<b>Planos preliminares:</b>	Ver Apéndice A y Apéndice B.

c) Plan de Ejecución

**Plan de Ejecución de Proyecto**

<b>Título de Proyecto:</b>	Mezclador/Reactor de Polímeros		
<b>Número de Proyecto:</b>	58080	<b>Planta:</b>	Empresa A S.A. de C.V. Planta Estado de México
<b>Fecha de creación:</b>	12 de Marzo de 2004	<b>Fecha de Revisión:</b>	19 de Marzo de 2004

Los siguientes miembros del equipo de proyectos participaron en la creación de este documento y están de acuerdo con su contenido.

<b>Función</b>	<b>Nombre</b>
Gerente de Proyectos	Manuel Torres

<b>Metas del Proyecto.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Concluir el proyecto a tiempo</li> <li>▪ Apego total a las requisiciones y especificaciones del cliente.</li> </ul>
<b>Descripción del Proyecto</b>	<p>Los ingenieros proveerán los servicios necesarios para obtener un estimado de costos con un margen de error del <math>\pm 10\%</math> para la instalación de un mezclador/reactor de polímeros. El sitio para la instalación será la planta de la Empresa A S.A. de C.V., localizada en el Estado de México. El reactor estará dentro de la planta, adyacente al tanque T-7. Este ya existía en la planta y fue construido en 1972.</p>

<b>Plan de Calidad – Especificaciones y Normas.</b>	Las especificaciones las proporcionará la Empresa A S.A. de C.V. La Normatividad a seguir será la establecida por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y todo lo que se derive de ella.
<b>Plan de Procuración - Subcontratación</b>	Se subcontratarán los servicios de Ingeniería Ambiental, Dibujantes, Control de Proceso e Instrumentación. Las empresas subcontratadas son especialistas en su ramo, y previamente hemos podido constatar su seriedad y profesionalismo, ya que no será la primera vez que colaboren con nosotros.
<b>Planeación de la comunicación</b>	<p>Se presentará un reporte de avance mensual de proyecto, que contendrá los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Resumen <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Avance global</li> <li>2) Generales <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniería</li> <li>Construcción</li> </ul> </li> <li>3) Pendientes críticos</li> </ul> </li> <li>B) Programas <ul style="list-style-type: none"> <li>Programas maestro del proyecto</li> </ul> </li> <li>C) Controles</li> <li>D) Facturación</li> <li>E) Organización</li> </ul> <p>Se elaborará un plan de actividades, asignando un tiempo específico de conclusión a cada una de ellas, para llevar un control cuantificable del avance.</p>

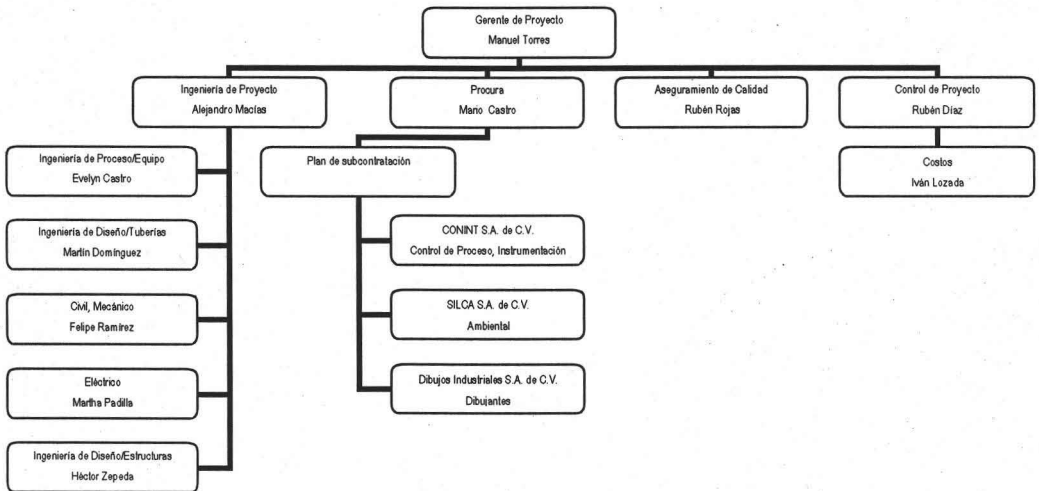


## Organización del proyecto

Funciones	Servicio Requerido		Nombre	Proveedor	
	Si	No		Propio	Contratista
Ingeniería de Proyecto	X		Alejandro Macías	X	
Ingeniería de Proceso	X		Evelyn Castro	X	
Control de Proyecto	X		Rubén Díaz	X	
Control de Proceso	X		Conint S.A. de C.V.		X
Ingeniería de Diseño	X		Martín Domínguez	X	
Civil	X		Felipe Ramírez	X	
Eléctrico	X		Martha Padilla	X	
Instrumentación	X		Conint S.A. de C.V.		X
Estructuras	X		Héctor Zepeda	X	
Mecánico	X		Felipe Ramírez	X	
Tuberías	X		Martín Domínguez	X	
Equipo de Proceso	X		Evelyn Castro	X	
Ambiental	X		Silca S.A. de C.V.		X
Dibujantes	X		Dibujos Industriales S.A. de C.V.		X
Costos	X		Iván Lozada	X	
Procura	X		Mario Castro	X	

Calidad	X		Rubén Rojas	X	
Arranque		X			
Inspección de Proveedores		X			
Representante de Mantenimiento		X			
Control de Materiales		X			
Representante de Construcción		X			

### Organigrama



d) Estimado de Costos

**Estimado de costos**

<b>Nombre del proyecto: Mezclador/Reactor de Polímeros</b>	
<b>Área: Ingeniería de Proceso</b>	
<b>Responsable: Evelyn Castro</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Sistema de Enfriamiento	Por determinar
Bomba	Por determinar
Agitador tipo ancla	Por determinar
Dispensor tangencial de alta velocidad	Por determinar
Bomba de recirculación	Por determinar
Sistema de Pesado de Tanques	Por determinar
Dispositivo de seguridad para problemas de presión	Por determinar
Revisión de dispensor tangencial	Por determinar
<b>Área: Ingeniería Eléctrica</b>	
<b>Responsable: Martha Padilla</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Material eléctrico	Por determinar
<b>Área: Ingeniería de Instrumentación</b>	
<b>Responsable: Conint S.A. de C.V.</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Servicios de control e instrumentación	Por determinar
<b>Área: Tuberías</b>	
<b>Responsable: Martín Domínguez</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Material para tuberías	Por determinar
Accesorios	Por determinar

<b>Área: Ingeniería Estructural</b>	
<b>Responsable: Héctor Zepeda</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Cimientos del tanque	Por determinar
Cimiento de una tubería típica	Por determinar
Acero	Por determinar
Concreto	Por determinar
Plataforma	Por determinar
Certificación de acuerdo a código ASME	Por determinar
<b>Área: Ingeniería Mecánica</b>	
<b>Responsable: Felipe Ramírez</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Inspección del tanque	Por determinar
Boquillas	Por determinar
<b>Área: Dibujantes</b>	
<b>Responsable: Dibujos Industriales S.A. de C.V.</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Planos y Diagramas de todo el proyecto	Por determinar
<b>Área: Ambiental</b>	
<b>Responsable: Silca S.A. de C.V.</b>	
<i>Material y/o servicio</i>	<i>Costo Aproximado</i>
Todos los servicios ambientales del proyecto	Por determinar

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Aunque el alcance de este trabajo es exclusivamente la fase de iniciación de un microproyecto, considero pertinente realizar algunas recomendaciones asociadas a las etapas posteriores del mismo, ya que pueden servir de apoyo para el profesional de la Ingeniería Química que decida dedicarse a este tipo de actividad.

Después de haber llenado los formatos presentados en el capítulo quinto, se empieza a desarrollar el proyecto de ingeniería como tal. Para realizar esto, se utilizan formatos adicionales los cuales fueron mencionados al principio de este trabajo dentro de la estructura administrativa para el manejo de un proyecto. Estos se plasman a continuación.

A. Forma de Solicitud de Aprobación de Presupuesto.

**Solicitud de Aprobación del Presupuesto**

Área:		Centro de costos:			
Título del proyecto:		Localización: Responsable:		Fecha de elaboración: Fecha de revisión:	
<b>Resumen de la propuesta.</b>					
<b>Gasto de capital.</b>					
	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>USD</b>					
<b>MXP</b>					
<b>Recursos propuestos. Capital Fijo Directo. Tipo de cambio:</b> MXP/USD					
<b>USD</b>			<b>MXP</b>		
Solicitud actual:			Solicitud actual:		
Previamente autorizado:			Previamente autorizado:		
Total de la propuesta:			Total de la propuesta:		
<b>Alternativas consideradas:</b>					
<b>Riesgos contemplados:</b>					
<b>Creación de valor de la propuesta.</b>					
Flujo de caja (%):					
VPN (MXP) @ 10%:					
<b>Control Ejecutivo de Documentos:</b>					

B. Forma para la Aprobación de la Solicitud del Presupuesto

**Aprobación de la Solicitud del Presupuesto**

Área:		Centro de costos:	
Título del proyecto:	No. De Autorización:	Fecha de elaboración:	
	Localización:	Fecha de revisión:	
	Responsable:		
<b><u>Aprobaciones Directas e Indirectas del Negocio (Infraestructura del Sitio)</u></b>			
<b>Función</b>	<b>Nombre</b>	<b>Aprobado</b>	

C. Forma para la requisición de material

REQUISICIÓN DE COMPRAS					
Fecha:	_____	No. _____	Área:	_____	
Solicita:	_____	Aprueba:	_____		
Proyecto:	_____				
Centro de Costos	_____	Total	<b>\$0.00</b>	USD	
Cuenta	_____				
Fecha en que se requiere recibir los bienes o servicios en la planta:					
Proveedor :	_____				
Contacto :	_____				
Telefono :	_____				
<b># Cotización</b>					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UM	PU	PT
1	(Incluir modelo, marca, proveedor, especificaciones, etc)				

Además de estos formatos, se recomienda utilizar algunas otras herramientas que no pudieron ser incorporadas en este trabajo por confidencialidad de la empresa, pero que son parte fundamental para tener éxito en el proyecto. A continuación, mencionaré brevemente algunas de ellas.

Para realizar el cálculo del Valor Presente Neto y Flujo de Caja Directo, es conveniente utilizar programas de cómputo donde se introduzcan todos los datos de costos asociados al proyecto, y automáticamente calcule los valores mencionados.

El uso del programa MS Project es fundamental para el control de tiempos del proyecto. Dentro de él, se enlistan todas las actividades a realizar con su respectivo tiempo límite para desarrollarlas. Una vez ingresadas las tareas, el programa desarrolla el diagrama de Gannt, y de acuerdo al ingreso manual del progreso de cada una de ellas, automáticamente obtendremos el % de avance de todas las actividades del proyecto.

Se abrirá un archivo especial para llevar el registro de cargos al proyecto. Es necesario tener un estricto control de los gastos, ya que siempre habrá que sujetarse a un presupuesto inicialmente aprobado. Esto deberá hacerse en un formato especial, y tendrán que anotarse los detalles de cada gasto, por minúsculo que este sea.

Cada área de trabajo del proyecto deberá crear, mantener, actualizar y conservar la documentación referente a su trabajo específico. Todos los cálculos, diagramas, cotizaciones, especificaciones técnicas, fotografías, etc. deberán estar a la mano, para poder llevar un avance del trabajo y justificar los resultados que se obtengan.

Estas herramientas son muy útiles, pero todo el trabajo del proyecto puede entorpecerse si desde un principio no se define perfectamente el alcance del mismo. Antes de comenzar a desarrollar la ingeniería, tiene que haber una serie de pláticas entre la empresa que solicita el proyecto y el proveedor, para que ambos queden totalmente de acuerdo en el resultado que desean. Generalmente esto tarda entre 1 y 2 meses, y aunque a veces puede parecer una pérdida



de tiempo y dinero, resulta ser totalmente lo contrario, puesto que si desde un principio se establecen las condiciones, reglas y resultados esperados, posteriormente no se tendrá que realizar retrabajo (lo que implica ahorro en costos), los retrasos se reducirán, y la relación proveedor-cliente se llevará de una mejor forma.

Al realizar esta serie de reuniones para definir el alcance del proyecto, es muy importante poner por escrito todos los acuerdos a los que se llegue con el cliente y que éste firme estos documentos en señal de aprobación. De esta manera, tendremos por escrito lo que el cliente pide y, en caso de cualquier reclamo, podremos respaldar nuestro trabajo con estos papeles.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo, puedo decir que éste sí ilustra y presenta de manera fácil y ordenada la forma en la cual una empresa dedicada a la realización de proyectos para incrementar la capacidad y eficiencia de producción en la industria privada, maneja y documenta su trabajo al inicio del proyecto en donde se define el alcance del mismo. Esto se puede corroborar mediante los siguientes puntos:

- En el Capítulo I, la información sobre la estructura administrativa del proyecto se presenta a través de diagramas de flujo y párrafos cortos, fáciles de leer y entender.
- En el Capítulo II, se muestra el caso de estudio de una forma muy práctica. Se presenta la solicitud del cliente a través de una carta concisa y una lista de requerimientos muy precisa.
- Dentro del Capítulo III, podemos observar que la presentación de la propuesta por parte del proveedor, se hace igualmente a través de una carta pequeña, una descripción de servicios redactada de una manera sencilla, dos diagramas simples y una lista de datos de ingeniería que incluye tablas explicativas.
- En el Capítulo IV, se acepta la propuesta de ingeniería nuevamente a través de una carta cuya redacción es sencilla y de fácil entendimiento.
- Dentro del Capítulo V, podemos encontrar formatos ilustrativos de la empresa proveedora de servicios de ingeniería totalmente llenos con la información del caso de estudio. Estos formatos son muy sencillos de manejar si no se conocen.
- Las recomendaciones incluidas en el Capítulo VI incluyen formatos similares a los tratados en el Capítulo V, y algunas descripciones de herramientas útiles en la elaboración del proyecto que pueden ser comprendidas por personas con conocimientos básicos de la materia de Ingeniería de Proyectos.

Dentro de este trabajo, se cumple parcialmente la condición de incluir el procedimiento general utilizado en la fase inicial del proyecto por parte de la empresa dedicada a la

realización de proyectos para incrementar la capacidad y eficiencia de producción en la industria privada. Por un lado, se pudo incluir dentro del Capítulo I la información antes descrita de una forma muy sencilla, a través de diagramas de flujo. Pero por otro, al momento de presentar los formatos llenos con la información del caso de estudio, no se pudieron incluir todos los que debieron de haber sido, debido a que existieron restricciones de confidencialidad por parte de la empresa en donde se realizó esta tesis.

El caso de estudio presentado no se describe fidedignamente, sino que se tomó un caso muy similar al real para ilustrar la forma de trabajo al inicio del proyecto de una empresa dedicada a la realización de proyectos para incrementar la capacidad y eficiencia de producción en la industria privada. Esto se debe a que tal empresa tiene restricciones para presentar la información, puesto que internamente está catalogada como confidencial. Sin embargo, los métodos utilizados sí pudieron compartirse, por lo que creo que el objetivo fundamental se cumplió.

Por otro lado, creo que este trabajo sí contribuye a que las personas interesadas en esta área de desarrollo profesional tengan una herramienta real en que basarse para iniciar un proyecto de esta naturaleza. Siempre es bueno contar con una referencia práctica cuando se incurre en actividades de este tipo, puesto que la teoría muchas veces es fría y muy generalizada.

Desde mi punto muy personal de vista, creo que un proyecto de la naturaleza del que se describió en esta tesis es realmente complejo. La empresa debe de tener un alto grado de coordinación y de cuidado por los detalles. Son muchas las cosas que hay que tomar en cuenta, y la gente a la que hay que coordinar debe de realizar su trabajo de la mejor forma posible y a tiempo. Por esto, no todo tipo de personal puede laborar en esta área, que requiere de un grado de compromiso y responsabilidad mayor.

A mediados del año 2004 tuve la oportunidad de colaborar en la parte de procura de este proyecto. Específicamente, obtuve cotizaciones y especificaciones técnicas para un sistema de extracción que se iba a colocar en el área de carga de tambores. Fue una experiencia interesante,

pues nunca antes me había enfrentado a problemas reales de un proyecto, y ahí es dónde uno se da cuenta que los estudios de la carrera de Ingeniería Química son sólo una base para poder empezar a desarrollarnos dentro de la industria. Me agradó haber podido colaborar con la empresa en esta parte del proyecto, pero debo confesar que no es una actividad que me apasiona. Personalmente, me gustaría realizar una gran carrera profesional en el área comercial, que es la parte de la industria que más disfruto.

Por último, me gustaría agregar que el realizar este trabajo de tesis fue todo un reto personal, puesto que empecé a escribirla justo cuando comencé a laborar tiempo completo. Esto me ha generado diversos sentimientos y sensaciones, que van desde la negación y cansancio extremo hasta el alivio y orgullo de ver próxima la conclusión de casi 21 años de vida estudiantil. Todo por lo que trabajado estos años se verá concretado en la obtención de mi título profesional de Ingeniera Química, y por lo menos para mí, es algo realmente importante y grande en mi vida. Así mismo, al estar escribiendo estas últimas líneas, curiosamente dentro de la Hemeroteca de la Facultad de Química, siento una gran nostalgia por todo lo que viví aquí en la Universidad, pero a la vez, esto me hace reflexionar y pensar que el tiempo que cada estudiante invierte en realizar su tesis y titularse no es sino un proceso más que la vida nos presenta para asimilar y entender que hemos finalizado ya la dulce etapa estudiantil, y que ahora debemos enfrentarnos al mundo real con madurez, inteligencia, alegría y muchas ganas de triunfar.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## BIBLIOGRAFIA

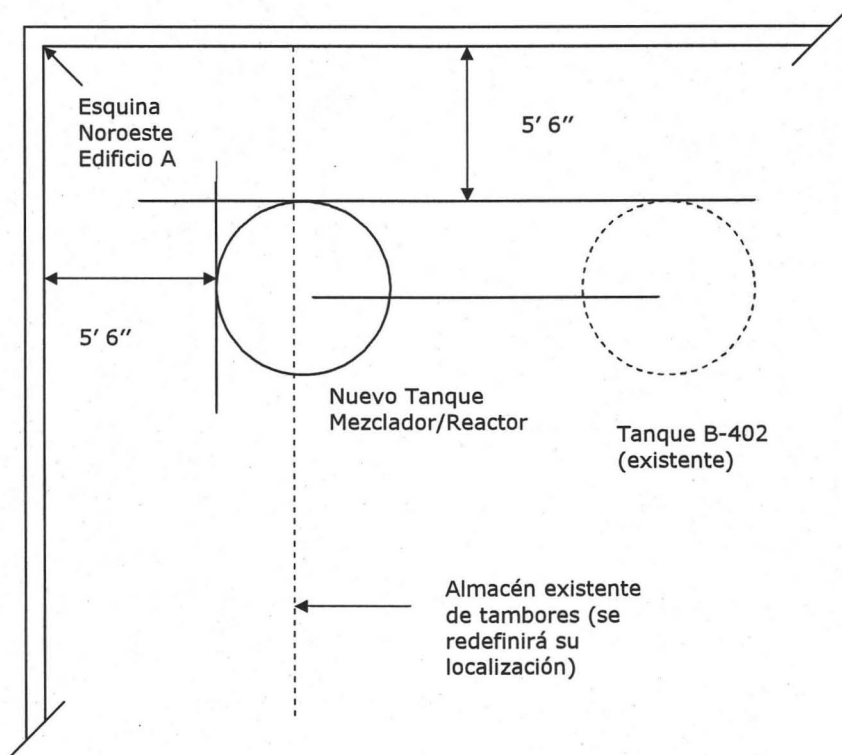
1. Mansfield, Scott. "Engineering Design for Process Facilities". Mc Graw Hill. Texas, 1993. Pp. 268-273
2. Navarrete, Pablo; Cole, William. "Planning, Estimating and Control of Chemical Construction Projects". Second Edition. Marcel Dekker, Inc. New York, 2001. Pp. 1-48
3. Hajek, Victor. "Ingeniería de Proyectos". Primera Edición en Español. URMO S.A. Ediciones. España, 1981. Pp. 17-37; 65-80.
4. Crawford, Lynn; Hobbs, Brian; Turner, Robert Turner. "Project Categorizations Systems". Project Management Institute. USA, 2004.
5. Anbari, Frank. "Case Studies in Project Management: a Practical Approach". Project Management Institute. USA, 2004.
6. Singer, Michael. "Project Management for the Technical Professional". Project Management Institute. USA, 2001.
7. Love, Peter; Irani, Zahir; Edwards, David. "Learning to Reduce Rework in Projects: Analysis of Firm's Organizational Learning and Quality Practices". Project Management Journal. Volumen 34, Number 3. September, 2003. Pp. 13-25
8. Zhang, Ite; Flynn, Peter. "Effectiveness of Alliances Between Operating Companies and Engineering Companies". Project Management Journal. Volumen 34, Number 3. September, 2003. Pp. 48-52
9. Ertel, Danny. "Getting Past Yes: Negotiating As If Implementation Mattered". Harvard Business Review. Volume 82, Number 11. November, 2004. Pp. 60-68

## APÉNDICE

### A. LOCALIZACIÓN DEL NUEVO MEZCLADOR

### B. DIAGRAMA DE FLUJO DEL NUEVO MEZCLADOR

Apéndice A.



Apéndice B.

