



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES

**Estudio Técnico – Económico Para El Diseño de una  
Instalación Industrial Destinada a la Fabricación y  
Ensamblaje de Fijadores Tutoriales Externos de  
uso Médico – Traumatológico en la Zona Norte  
del Estado Anzoátegui**

**Realizado por:**

CENTENO A., ROBERT EDUARDO  
MEJÍAS G., LAUIREB LEONELA

**trabajo De Grado Presentado Ante La Ilustre Universidad De Oriente  
Como Requisito Parcial Para Optar Al Título De:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Puerto la Cruz, Febrero de 2.009**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES

**Estudio Técnico – Económico Para El Diseño de una  
Instalación Industrial Destinada a la Fabricación y  
Ensamblaje de Fijadores Tutoriales Externos de  
uso Médico – Traumatológico en la Zona Norte  
del Estado Anzoátegui**

**Revisado por:**

---

**PROF. RAIZA YÁNEZ**  
**Asesor Académico**

**Puerto la Cruz, Febrero de 2.009**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES

**Estudio Técnico – Económico Para El Diseño de una  
Instalación Industrial Destinada a la Fabricación y  
Ensamblaje de Fijadores Tutoriales Externos de  
uso Médico – Traumatológico en la Zona Norte  
del Estado Anzoátegui**

**Jurado Calificador**

---

Prof. Luís Bravo  
**Jurado Principal**

---

Prof. Yanitza Rodríguez  
**Jurado Principal**

---

Prof. Raiza Yáñez  
**Asesor Académico**

**Puerto la Cruz, Febrero de 2.009**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES

**Estudio Técnico – Económico Para El Diseño de una  
Instalación Industrial Destinada a la Fabricación y  
Ensamblaje de Fijadores Tutoriales Externos de  
uso Médico – Traumatológico en la Zona Norte  
del Estado Anzoátegui**

**El jurado hace constar que ha asignado a esta tesis la calificación de:**

**APROBADO**

---

Prof. Luís Bravo  
**Jurado Principal**

---

Prof. Yanitza Rodríguez  
**Jurado Principal**

---

Prof. Raiza Yánez  
**Asesor Académico**

**Puerto la Cruz, Febrero de 2.009**

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo con el artículo 44 del reglamento de grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario”

## DEDICATORIA

A DIOS y la Virgen Del Valle que me llenaron de fé, inteligencia y constancia para afrontar las dificultades que se presentaron a lo largo de mi carrera y elaboración de mi Trabajo de Grado.

A mi mamá (Laura Rosa), por ser motivo de inspiración para mi, en toda mi vida y lo seguirás siendo mamá, como pilar fundamental en nuestra familia y espero ser un orgullo para ti; cohibiéndote de muchas cosas por darnos lo mejor y que nunca necesitemos nada. Este logro es tuyo también **(TE QUIERO MUCHO MAMI)**.

A mi papa (Rebaudes Antonio), por su excelente y maravilloso comportamiento, y sobre todo admiro las ganas que tuviste por salir adelante y que trasmites a nosotros (hijos) y valoro todos los sacrificio que hiciste. **(TE QUIERO PAPÁ)**.

A mi hermana (Lorena), por estar a mi lado en todos los momentos que necesite de tu ayuda, apoyo y espero que este triunfo te sirva de inspiración para lograr los tuyos tambien **(TE ADORO MI HERMANITA)**.

Este triunfo se lo dedico a mi hermano (Rene), por que te quiero y te respeto y quisiera que este logro te inspire para que en un futuro cercano, cumplas con tus metas y así, seamos **COLEGAS**, “por que el persevera alcanza”. **(TE QUIERO HERMANO)**.

A mi abuela (Carmen <sup>+</sup>), que desde el cielo me debes estar mirando, ojala sea tu orgullo por ser tu primera nieta **“INGENIERO”** y cumplir con tus

deseos de que tus nietos sean profesionales y salgamos adelante.... **“TE  
EXTRAÑO MI YEJA”**

**Luireb Leonela Mejias Guzmán**

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a “**Jehová Diós**”... Por haberme dado la fortaleza para vencer todos los obstáculos que se me han presentado en la vida, por guiarme a través de su luz divina a ser lo que hoy día soy y a estar donde estoy...Sólo tú sabes cuanto me a costado estar aquí y sólo tú sabes todo lo que quisiera lograr en mi vida...Gracias a ti padre!!!

A mi “Mamaíta linda” (Rosa), la razón de mi existencia... Tu también sábes como ha sido este camino madre, fuerte, muy fuerte... Pero aquí estamos felices celebrando juntos este paso, un paso que en algún momento pensé que no sucedería pero que gracias a tus consejos, tu positivismo y tu amor pude salir adelante. No me alcanzará la vida para poder agradecerte todo lo que has hecho por mí “**Mi negrita**”..!

A **mi viejo**...Mi padre Francisco, porque sé que puedo contar incondicionalmente contigo... Espero algún día ser un padre tan abnegado y responsable como tú. Te quiero muchísimo papá, este logro también es tuyo!!!

A **mi novia** (Gaby)...Cielo, apareciste en mi vida en el momento mas oportuno, un momento en el que necesitaba llenar de color y luz mis días y desde entonces ha sido así... Gracias por ser esa sonrisa, esa motivación y ese apoyo...Gracias por ser ese complemento mi vida...

A **mis hermanos** Francisco (tato), Oscar y Daniel por ser los mejores hermanos que alguien podría tener, deseo que siempre sigamos unidos como nos lo enseñaron nuestros padres. Los quiero muchachos!

A toda mi familia, para que se motiven a luchar por sus metas, no decaigan nunca... Y sigan adelante que sí se puede!!!

LOS AMO A TODOS!!!

Nunca hay que perder las ganas de luchar ni los deseos de triunfar y lograr nuestras metas...

**Robert Centeno**

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a DIOS, por darme vida, salud y fuerza en los momentos que sentía debilidad y desmotivación para continuar con esta meta tan importante.

A mis padres, por enseñarme a luchar por lo que quiero, así como lo hicieron ustedes y apoyarme para no desvanecer, gracias por consejos de buen comportamiento, moral, responsabilidad y valoro todo lo que nos han dado, les deseo mucha salud y felicidad para que disfrutemos juntos los logros que vienen.

A mis hermanos, Lorena y Rene por estar conmigo y deseo que siempre permanezcamos juntos y salgamos a delante para enorgullecer a nuestros padres en todo momento. Los quiero mucho.

A mi familia (Guzmán Gamboa y Bolívar Mejias), gracias a toda mi familia que en algún momento me ayudaron y por esos consejos que me motivaron a luchar por lograr esta meta, y espero de todo corazón que les sirva de ejemplo a todos mis primos que están comenzando y terminando sus carreras. Doy fé de que con dedicación y constancia se puede lograr.

A Alfredo Luciani, por su amor e incondicional apoyo desde el comienzo de mi carrera, conocerte fue maravilloso. Agradezco los consejos que me diste cuando me viste decaer y te deseo de todoo corazón que cumplas con los proyectos que tienes trazados y que nunca te dejes caer. **Te quiero mucho!!!**

A Robert Centeno compañero, amigo incondicional fue un gran placer conocerte, me brindaste consejos y estuviste hay en todo momento te deseo lo mejor de este mundo por que lo mereces. Me recibiste en tu casa con las puertas abiertas; mil gracias a toda tu familia (sra. Rosa, sr. Francisco, oscar, carmen, ana, a todos gracias) se les quiere.

A mis amigas Adriana (herma), Carolina (mi turkis), Rosa (Piquito), Marisabel, Angellis (chiqui), se acuerdan cuando soñábamos con este día, pues ya llego es realidad; no saben lo bien que se siente tenerlas como amigas sufrimos, lloramos reímos juntas gracias por su apoyo. A (Dalí, sofí, miguelacho, efra, alejandro lara, atef, criselia, Maria Emilia, maria Jose, Fenella, Rossana) a todos MIL GRACIAS.

Al Ing. Alexis Córdoba, eres excelente amigo, gracias por estar siempre dispuesto ayudarme con paciencia, cariño, y estuviste conmigo derribando esos obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi carrera. Infinitas GRACIAS y te admiro mucho.

A la Tecnólogo Gabriela Veloso, por toda la dedicación que tuviste a lo largo del desarrollo de nuestro trabajo de grado, y toda la ayuda que nos brindaste cuando estamos decaídos, eres una persona especial. Gracias gabichuela!!

A nuestra asesora Raiza Yanez, por su invaluable ayuda al creer en nuestro proyecto, maravillosa asesora gracias por esos consejos, la admiro como profesional, le deseo mucha salud y suerte.

A la familia Olivero Pico gracias por toda la ayuda que recibimos de su parte y no tengo como agradecerlos todo lo que han hecho por mi familia éxitos y los quiero mucho.

A los Drs. Carlos Palomo, Carlos G, Tony Bello, Humberto Reyes, Sulbaran, por su valiosísima ayuda y colaboración en la culminación de este Trabajo de Grado.

A los Prof. Rogelio Fulco, Cesar G., Luís Guzmán, Ángelo Pérez, Jesús Peñalver, del Dpto. de Tecnología y Fabricación Mecánica gracias por inspirarnos a realizar este proyecto.

A los Prof. Del Dpto. de Sistemas Industriales, (Marvelis G., Yanitza R, Luís B. Ana M, Isolina M.) que de alguna u otra forma nos ayudaron en el camino para llegar a la meta.

A Sra. Nanclys y Francys (Chiquita), siempre dispuestas a ayudarnos en todo momento, les deseo muchos éxitos y muchas gracias se les quiere.

**Luireb Leonela Mejias Guzmán**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Diós, el poder estar acá escribiendo estas líneas, por ofrecerme el privilegio de vivir, de amar y de contar mi experiencias...

A **mis padres**, porque gracias a ustedes, a su crianza y sus esfuerzos hoy día puedo decir que SOY INGENIERO, lo logramos mis viejitos, este titulo es de ustedes!!!

A **mis hermanos**: Oscar, por servir como mi ejemplo a seguir. A Daniel y Francisco, por creer en mí y estar seguros de que si podía. Los quiero muchisimo hermanos!!!

A **mi novia** Gaby, porque luchaste conmigo durante toda mi carrera, una parte de este titulo también te pertenece... Gracias por trasnocharte muchisísimas noches conmigo y soportar a este loco, no debe ser fácil jejeje! Gracias también a tu padre Joaquín Veloso por apoyarme al inicio de este trabajo.

A **mis primas** M<sup>a</sup> Alejandra, Erika y Stephany. A **mi queridísima cuñada** Carmen por quererme y admirarme siempre y en todo momento. Cuentan conmigo "hermanitas" las adoro!

A mi pana Rommel Arellano y familia, a **Mis Drs.** Raúl Alonso Trejo y Josefina González Ortiz... Quines en algún momento de mi vida me ayudaron a pensar que este día si llegaría. Mis respetos, les estaré eternamente agradecido, Gracias!

A **mi Asesora Académica**, Ing. Raiza Yáñez por confiar siempre en nuestro trabajo y por darnos tantos ánimos cuando más lo necesitábamos. Fue un verdadero **HONOR** trabajar bajo su tutoría Mil gracias por convertirse en nuestra madre protectora y llenarnos día a día con su sabiduría. Un Abrazo y que sigan los éxitos para usted!!!

A Leonela, **mi compañera de tesis**...Eres una nota mi linda... Fue un placer culminar mi carrera con alguien como tú... Mucha suerte y gracias a ti y familia: a tu madre Laura por sus consejos, a tu padre Rebaudes y hermanos: René y Lorena en especial a la segunda por trasnocharte mucho con nosotros y tener tanta dedicación para ayudarnos. Los quiero!

A la **Prof. Ing.** Isolina Millan, por sus valiosos consejos; al **Dpto. de Tecnología**, en especial a los Prof. Rogelio Fulco, César Gómez, Luís Guzmán y A **los Drs.** Carlos Palomo(MPPS), Carlos Gómez y Humberto Reyes miembros del HULRB, porque gracias a ustedes y su colaboración la realización de este proyecto se hizo posible.

A la **familia Olivero Pico** por su apoyo en los momentos mas difíciles de la tesis... Gracias por albergarnos en su casa y ayudarnos a continuar con nuestro trabajo de grado. ROSA TE QUEREMOOOSSSSS!!!

A **las Ing.** M<sup>a</sup> José Gonzáles, Forangel Simonovis y Mary Emilia Ybrahim por brindarnos su sincero apoyo para culminar satisfactoriamente este trabajo de grado en especial a la última de verdad muchas gracias...!

A **mis más que amigos familia** Angel, Rosimar, Amarilys, Edwin Davril<sup>(+)</sup>, Romelia, Carolína (turca), Chiqui, Dalimar, Adriana, Marysabel,

Miguel, Sofia, Juan, Roselis, Johana e Ive...A mis muy apreciadas Nanclys y Francys. Y en general a la gran familia que conforma el Departamento de Sistemas Industriales; a todo su tren de profesores que luchan día a día por lograr la excelencia en la formación de sus profesionales...A TODOS, MIL GRÁCIAS!!!!

**Robert Centeno**

## **RESUMEN**

El presente proyecto tuvo como finalidad la realización de un estudio Técnico Económico para una instalación industrial destinada a la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales externos de uso médico – traumatológico en la zona norte del estado Anzoátegui. Inicialmente se realizó una Estimación de la Demanda para determinar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado y presentar una alternativa de la satisfacción de la misma. Luego el Estudio de Especificaciones Técnicas, donde se estableció la localización y distribución en planta, el tipo de tecnología, procesos y lo correspondiente a la ingeniería de detalle donde se elaboraron los presupuestos de obra civil para la infraestructura física de la planta a partir de la realización de los diferentes planos que muestran los detalles, necesarios para las operaciones y funcionamiento de la empresa, posteriormente se realizó el Estudio Económico, donde se determinaron los recursos económicos necesarios para la puesta en marcha del proyecto; además de los costos totales e ingresos por ventas para determinar así el flujo de caja. Por último en la Evaluación Económica se presentó un análisis final de la rentabilidad del proyecto, determinando si la inversión propuesta es económicamente lucrativa bajo las condiciones y el tiempo establecido.

## ÍNDICE

RESOLUCIÓN .....	v
DEDICATORIA .....	vi
DEDICATORIA .....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	x
AGRADECIMIENTOS .....	xiii
RESUMEN .....	xvi
ÍNDICE .....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xxiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xxv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xxvi
INTRODUCCIÓN .....	xxvii
CAPITULO I .....	30
EL PROBLEMA .....	30
1.1 Planteamiento del Problema .....	30
1.2 Importancia de la Investigación .....	31
1.3 Objetivos .....	32
1.3.1 Objetivo General .....	32
1.3.2 Objetivos Específicos .....	33
1.4 Antecedentes de la Investigación .....	33
1.5 Localización del Área de Estudio .....	36
1.5.1 Ubicación .....	37
1.5.2 Población de Estado Anzoátegui .....	37
CAPITULO II .....	40
MARCO TEÓRICO .....	40
2.1 Bases Teóricas .....	40
2.1.1 Definición .....	40
2.2 Biomecánica .....	40
2.3 Subdisciplinas de la Biomecánica .....	41
2.3.1 La Biomecánica Médica .....	41
2.4 Metodología Utilizada por la Biomecánica .....	42
2.4.1 Cambios en la Tensión .....	42
2.4.2 Cambios en la Forma .....	43
2.5 Las Fracturas .....	43
2.5.1 Clasificación de las Fracturas .....	43
2.5.1.1 Según el Estado de la Piel .....	44
2.6 Fijación Externa .....	44
2.6.1 Historia del Tutor Externo .....	44
2.7 Generalidades de los Tutores .....	48
2.7.1 Elementos Básicos de los Fijadores Tutoriales .....	48
2.8 Tipos de Tutores .....	49

2.9	Capacidades o Ventajas de un Tutor Externo .....	50
2.10	El Acero .....	51
2.11	Marco Conceptual.....	53
2.11.1	Población .....	53
2.11.2	Muestra.....	53
2.11.3	Técnicas a Utilizar .....	53
2.11.4	Evaluación Técnica - Económica.....	54
2.11.4.1	Estudio de Mercado .....	54
2.11.4.2	Estudio Técnico.....	55
2.11.4.3	Estudio Económico .....	61
CAPITULO III.....		62
MARCO METODOLOGICO.....		62
3.1	Metodología de la Investigación .....	62
3.1.1	Tipo de Investigación.....	62
3.2	Población y Muestra .....	63
3.2.1	Población .....	63
3.2.2	Muestra.....	63
3.3	Técnicas a Utilizar.....	63
3.3.1	Técnicas de Recolección de Datos.....	64
3.4	Desarrollo del Proyecto.....	67
3.4.1	Estimación de la Demanda .....	67
3.4.2	Estudio Técnico .....	68
3.4.3	Estudio Económico .....	68
CAPÍTULO IV.....		69
ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA .....		69
4.1	Identificación de los Consumidores .....	69
4.2	Definición y Descripción Del Producto .....	70
4.2.1	Definición .....	70
4.3	Naturaleza y Uso el Producto .....	72
4.4	Presentación del Producto.....	73
4.5	Estimación de la Demanda .....	74
4.5.1	Definición .....	74
4.5.2	Investigaciones del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) .....	75
4.5.2.1	El Estudio.....	76
4.5.3	Estudio Realizado por el Hospital Central de la Ciudad San Cristóbal .....	81
4.5.3.1	Pacientes y Métodos.....	81
4.5.3.2	Resultados .....	81
4.5.4	Población Demandante.....	85
4.5.4.1	Comportamiento Histórico de la Demanda .....	87
4.5.5	Proyección de la Demanda.....	89
4.6	Estimación de la Oferta.....	90

4.6.1	Comportamiento Histórico de la Oferta.....	91
4.6.2	Proyección de la Oferta .....	92
4.7	Estimación de la Demanda Insatisfecha .....	93
4.8	Análisis de Precios.....	95
4.8.1	Proyección de los Precios.....	95
4.9	Canales de Comercialización y Distribución .....	97
4.10	Estimado del Programa de Producción.....	99
CAPÍTULO V.....		100
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....		100
5.1	Tamaño de la Unidad de Producción.....	100
5.1.1	Tamaño del Mercado .....	100
5.1.2	Disponibilidad de Materia Prima .....	101
5.1.3	Adquisición de Tecnología y Equipos .....	102
5.1.4	Disponibilidad del Capital.....	102
5.1.5	Programa de Producción .....	103
5.2	Ubicación de la Instalación Industrial.....	103
5.2.1	Elección del Método Utilizado para la Localización .....	104
5.2.2	Macro-Localización .....	104
5.2.2.1	Alternativas Evaluadas para la Macro-Localización de la Planta .....	105
5.2.2.2	Micro-Localización .....	106
5.2.2.3	Alternativas Evaluadas para la Micro-Localización de la Planta .....	107
5.3	Ingeniería del Proyecto .....	108
5.3.1	Análisis del Proceso Productivo.....	109
5.3.1.1	Descripción del Proceso Productivo.....	109
5.3.1.2	Control de Calidad .....	116
5.3.1.3	Mantenimiento de las Máquinas del Taller .....	117
5.3.1.4	Especificaciones de Equipos y Maquinarias .....	118
5.3.2	Distribución en Planta.....	119
5.3.2.1	Estimado de la Capacidad de Producción de la Planta.....	120
5.3.2.2	Criterios Potenciales para la Evaluación de la Distribución .....	125
5.3.2.3	Tipo de Distribución .....	125
5.3.2.4	División de la Planta.....	125
5.3.2.5	Dimensiones de las Áreas de la Planta.....	127
5.3.3	Distribución de Planta.....	128
5.3.4	Ambiente de Trabajo .....	135
5.3.4.1	Ambiente de Trabajo en el Área de Producción de la Planta .....	135
5.3.5	Protección Integral .....	138
5.3.6	Organigrama de la Empresa.....	139

5.3.6.1	Función de las Unidades Organizativas.....	140
5.3.7	Aspectos Legales de la Empresa .....	141
5.4	Ingeniería de Detalle.....	142
5.4.1	Planos Relacionados con la Infraestructura Física de la Planta.....	142
CAPITULO VI.....		147
ESTUDIO ECONÓMICO .....		147
6.1	Inversión Inicial .....	147
6.1.1	Descripción de la Inversión Inicial.....	148
6.1.2	Presupuesto de la Inversión Inicial .....	151
6.2	Costos de Producción.....	151
6.2.1	Descripción de los Costos de Producción.....	152
6.3	Capital de Trabajo.....	159
6.4	Depreciación.....	159
6.5	Recursos Económicos Necesarios .....	161
6.6	Financiamiento del Proyecto.....	161
6.6.1	Planes de Créditos .....	161
6.6.2	Determinación de la Tabla de Pago a BANFOANDES .....	162
6.7	Determinación de la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)	164
6.8	Ingresos por Ventas.....	167
6.9	Determinación del Punto de Equilibrio .....	167
6.9.1	Elaboración del Flujo de Caja .....	169
6.10	Evaluación Económica.....	170
6.10.1	Valor Presente Neto (VPN).....	171
6.10.2	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	172
CONCLUSIONES .....		174
RECOMENDACIONES .....		175
GLOSARIO .....		177
BIBLIOGRAFÍA.....		191
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO.....		194

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS A.1: ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE. TENDENCIA HISTÓRICA DE LOS PRECIOS.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO A.2: CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PRECIO .....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS A.3: CÁLCULO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
A.3.1. Costo de mano de obra directa .....	¡Error! Marcador no definido.
A.3.2. Costo de mano de obra indirecta .....	¡Error! Marcador no definido.
A.3.3. Costos administrativos.....	¡Error! Marcador no definido.
A.3.4. Costos de gastos de ventas .....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS A.4: EQUIPOS Y MAQUINARIAS UTILIZADAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA PRODUCTORA Y ENSAMBLADORA DE FIJADORES EXTERNOS DE USO MÉDICO – TRAUMATOLÓGICO. ....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.1. Vernier de alturas .....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.2. Máquina cortadora por plasma.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.3. Sierra alternativa.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.4. Torno paralelo.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.5. Taladradora radial.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.6. Torno CNC.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.7. Máquina esterilizadora.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.8. Equipos de protección para esterilizado	¡Error! Marcador no definido.
A.4.9. Amoladora de banco.....	¡Error! Marcador no definido.
A.4.10. Sellador de bolsas plásticas .....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS A.5.: FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO	¡Error! Marcador no definido.
A.5.1. Lamina de 2x1 mts. Cortada en cuadros	¡Error! Marcador no definido.
A.5.2. Trazo de medidas para buscar el centro del cuadro	¡Error! Marcador no definido.
A.5.3. Medición de la lamina, se busca el centro con la ayuda de vernier de mesa y block .....	¡Error! Marcador no definido.
A.5.4. Se marca el centro con un cincel y martillo	¡Error! Marcador no definido.
A.5.5. Se corroboran las medidas y el centro, en el torno.	¡Error! Marcador no definido.
A.5.6. Una vez montada la lámina en el torno se marcan los círculos al hacer girar el torno. Esta es la guía que va a seguir las cuchillas de corte interno y externo del aro. ....	¡Error! Marcador no definido.
A.5.7. Mandrinado con cuchillas para bordes del aro.	¡Error! Marcador no definido.
A.5.8. Primer corte interno del aro. ....	¡Error! Marcador no definido.
A.5.9. Corte externo del aro. ....	¡Error! Marcador no definido.
A.5.10. Aros cortados.....	¡Error! Marcador no definido.
A.5.11. Perforación de los orificios de la lámina a una distancia equidistante con un divisor y macho de 7 mm $\varnothing$ .	¡Error! Marcador no definido.
A.5.12. Barras cuadrada de ½ pulgada a cortar en sierra alternativa	¡Error! Marcador no definido.
A.5.13. Segmentos de barra cuadrada de ½ pulgada de 250 mm long.	¡Error! Marcador no definido.
A.5.14. Rotulas fabricadas con el torno cnc .	¡Error! Marcador no definido.

- A.5.15. Bisagras fabricadas con el torno cnc **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.16. Preensamblaje. Bisagras montadas sobre barra roscada. **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.17. SHANZ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.18. Fijador externo parcialmente construido **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.19. montaje de tutor con 2 aros y dos semi aros de 180 MM Ø **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.20. Montaje de 4 aros de 150 mm ø..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.21. Tutor externo ensamblado vista superior montaje 4 aros 150MM Ø. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.22. Tutor terminado. Montaje de 2 aros y 2 semi aros de 180 MM Ø..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.23. Montaje de 4 aros de 150 mm ø en un paciente (post-operado)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.24. Montaje de sistema a un paciente.... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.5.25. Montaje de tutor en un paciente en el día 20 post-operatorio. **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXOS A.6: HOJAS DE CONTROL Y CONTENIDO IMPORTANTES **¡Error! Marcador no definido.**
- A.6.1. Ejemplo de especificaciones y esquema del contenido anexo que debe llevar dentro la caja embalada del fijador tutorial externo **¡Error! Marcador no definido.**
- A.6.2. Ejemplo de hoja de mantenimiento de las maquinas **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXOS A.7: TABLAS DE ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES A UTILIZAR EN LA PLANTA PRODUCTORA Y ENSAMBLADORA DE FIJADORES EXTERNOS DE USO MÉDICO – TRAUMATOLÓGICO. **¡Error! Marcador no definido.**
- A.7.1. Tipo de piezas procesadas del material bruto **¡Error! Marcador no definido.**
- A.7.2. Piezas de fabricación industrial. Descripción de medidas y peso para el ensamblaje de un tutor externo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.7.3. Montaje de un tutor externo de 2 aros y 2 semi aros de ø 180. Peso por pieza y total..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.7.4. Montaje de tutor externo multiplanar 4 aros de ø 150. Peso por pieza y total..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.7.5. Montaje de tutor externo multiplanar 2 aros de ø 150. Peso por pieza y total ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXOS A.8: TABLAS DETALLADAS DEL PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL DEL PROYECTO ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.8.1. Materiales a utilizar en el proyecto ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- A.8.2. EQUIPOS A UTILIZAR EN EL PROYECTO **¡Error! Marcador no definido.**
- A.8.3. Mano de obra necesaria para el proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXO A.9: PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL ... **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXOS A.10: TABLAS DETALLADAS DE LAS VELOCIDADES DE CORTE DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS SEGÚN LA OPERACION Y TIPO DE MATERIAL..... **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXO A.11: DIAGRAMA DE FLUJO QUE UTILIZA LA SIMBOLOGÍA INTERNACIONAL DE LA ASME:..... **¡Error! Marcador no definido.**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Población por municipios en Anzoátegui .....	38
Tabla 2.2: Composición química del acero 304 .....	52
Tabla 4.1: Número de IQ de COT del 2004, distribuidas por tipo de hospital.....	77
Tabla 4.2: Distribución de las IQ en COT, según el tipo de implante.....	80
Tabla 4.3: Población demandante en el HULRB.....	86
Tabla 4.4: Población demandante total.....	87
Tabla 4.5: Datos históricos de la demanda de Tutores Externos.....	88
Tabla 4.6: Proyección de la demanda de tutores en la zona de estudio.....	89
Tabla 4.7: Datos históricos de la oferta de los Fijadores Externos .....	91
Tabla 4.8: Proyección de la oferta de los Fijadores Externos .....	92
Tabla 4.10: Precios históricos del los Fijadores externos .....	95
Tabla 4.11: Precios proyectados de los Fijadores externos.....	97
Tabla 5.1: Proveedores de materia prima e insumos.....	101
Tabla 5.2: Ponderación de los factores considerados para la localización ..	105
Tabla 5.3: Diferentes puntos en la zona para colocar la planta .....	105
Tabla 5.4: Ponderación de los factores considerados para la micro-localización.....	106
Tabla 5.5: Características de las alternativas .....	107
Tabla 5.6: Alternativa para la selección del terreno .....	107
Tabla 5.7: Maquinarias y equipos requeridos en el proceso.....	118
Tabla 5.8: Capacidad disponible de los equipos claves.....	121
Tabla 5.9: Cantidad y tipo de pieza que necesitan los Fijadores Tutoriales .....	123
Tabla 5.10: Estimado de la producción de tutores.....	124
Tabla 5.11: Dimensiones de los Áreas .....	128
Tabla 5.12.: Código de cercanía.....	129
Tabla 5.13: Código de razones .....	129
Tabla 6.1: Costos de equipos y maquinarias .....	148
Tabla 6.2: Costo de mobiliario y equipos auxiliares .....	149
Tabla 6.3: Costos de partidas de las obras civiles .....	150
Tabla 6.4: Presupuesto de la inversión inicial .....	151
Tabla 6.5: Determinación de los costos de la materia prima .....	152
Tabla 6.6: Costos de la materia prima .....	153
Tabla 6.7: Costos de materiales indirectos .....	153
Tabla 6.8: Costo de mano de obra directa.....	154
Tabla 6.9: Costo de mano de obra indirecta .....	154
Tabla 6.10: Costos administrativos .....	155
Tabla 6.11: Costos de gastos por ventas.....	156

Tabla 6.12: Costo de mantenimiento .....	156
Tabla 6.13: Costo de empaque.....	157
Tabla.6.14: Costos totales de producción.....	158
Tabla.6.15: Costo del Capital de Trabajo.....	159
Tabla.6.16: Depreciación de los activos .....	160
Tabla.6.17: Recursos económicos necesarios .....	161
Tabla.6.18: Determinación de la tabla de pago.....	162
Tabla.6.19: Cálculo de anualidad.....	163
Tabla.6.20: Tabla Pago de la deuda con BANFOANDES.....	164
Tabla.6.21: Inflación proyectada .....	165
Tabla.6.22: Tabla global mixta .....	166
Tabla.6.23: Ingresos brutos por ventas.....	167
Tabla.6.24: Costo para la determinación de la P.M.E.....	168
Tabla.6.25: Producción mínima económica (P.M.E.) .....	169
Tabla.6.26: Flujo neto efectivo .....	170
Tabla.6.27: Cálculo de la TIR .....	173

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Distribución de las IQ en COT, según el tipo de hospital. ....	78
Gráfico 4.2: Tipo de accidentes comúnmente asistidos en traumatología .....	81
Gráfico 4.3: Distribución por sexo de casos tratados en traumatología .....	82
Gráfico 4.4: Distribución por grupo etáreo de casos en traumatología .....	82
Gráfico 4.5: Segmento óseo comúnmente fracturado.....	83
Gráfico 4.6: Tipo de fractura .....	84
Gráfico 4.7: Tratamiento definitivo en el área de traumatología .....	84
Gráfico 4.8: Demanda proyectada de tutores en la zona de estudio .....	90
Gráfico 4.9: Proyección de la oferta de Fijadores Externos .....	93
Tabla 4.9: Demanda insatisfecha a nivel nacional.....	94
Gráfico 4.10: Demanda insatisfecha a nivel nacional .....	94
Gráfico 4.11: Representación de los canales de comercialización .....	98
Gráfico 5.1: Diagrama de bloque del proceso.....	115
Gráfico 5.2: Matriz de relación del área de producción de la planta fabricadora de fijadores externos de uso traumatológico.....	130
Gráfico 5.3: Matriz de relación de las áreas de la planta fabricadora de fijadores externos de uso traumatológico.....	131
Gráfico 5.4: Diagrama de hilos y las simbologías de la planta fabricadora de fijadores externos de uso traumatológico.....	132
Gráfico 5.5: Organigrama de la Empresa .....	139
Gráfico 6.1: Diagrama de flujo neto de caja.....	171

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación geográfica del Estado Anzoátegui.....	37
Figura 2.1: Modelo de primeros tutores externos.....	45
Figura 2.2: Partes fundamentales de un tutor externo.....	46
Figura 4.1: Modelo estructural de un fijador tutorial.....	70
Figura 4.2: Presentación del producto embalado.....	73
Figura 4.3: Perfil del cartón de la caja a utilizar.....	73
Figura 4.4: Distribución de la violencia, según OMS.....	75
Figura 5.1: Ubicación del terreno seleccionado.....	108
Figura 5.2: Plano de distribución general de la planta.....	133
Figura 5.3: Plano de distribución de los equipos en el área de producción.....	134
Figura 5.4: Fachadas principal, lateral y planta de techo.....	143
Figura 5.5: Vista de planta de fundaciones y detalles.....	144
Figura 5.6: Plano de distribución eléctrica de la planta.....	145
Figura 5.7: Plano de instalaciones sanitarias/isometría.....	146

## INTRODUCCIÓN

A pesar de los progresos en el tratamiento de las fracturas expuestas y el manejo adecuado de la infección de la fractura, las mismas siguen siendo un grave problema quirúrgico. En las décadas pasadas las fracturas expuestas causaban con frecuencia la muerte y la pérdida de la extremidad o ambas cosas. Los expertos han propuesto varios sistemas para el tratamiento de las fracturas expuestas, entre éstos, los métodos de fijación externa.

El uso del Fijador Externo como tratamiento inicial y definitivo de las fracturas abiertas, constituye una de las armas que tiene todo cirujano ortopedista para el manejo de este tipo de lesiones que generalmente conduce a grandes complicaciones y costos operativos.

Un fijador externo, tiene algunas ventajas como la de suministrar máxima estabilidad. Además, con este tipo de sistema se pueden realizar todos los montajes posibles para la corrección de las fracturas en todos los niveles, a parte de otras características como lo es conservar la irrigación sanguínea y el potencial osteogénico de los tejidos por ser una cirugía poco invasiva, sin afectar la función del miembro, lo que lleva al restablecimiento en las actividades cotidianas del paciente en corto tiempo.

En la región oriental no existen empresas encargadas de producir este tipo de equipos médicos, aún y cuando es necesaria, ya que existe una demanda que se ve obligada a ser satisfecha por instalaciones fuera del estado Anzoátegui.

Aunado a la cantidad de profesionales con el perfil indicado en la región oriental para trabajar en tal sentido, surge la iniciativa de crear una empresa que se dedique a ésta actividad en el estado Anzoátegui.

La evaluación de este proyecto, tiene la finalidad de determinar la rentabilidad de instalar una planta dedicada a la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales externos de uso médico-traumatológico, por medio del Estudio Técnico-Económico de la misma.

Este proyecto consta de siete capítulos:

**El Capítulo I**, incluye las disposiciones Generales (Planteamiento del problema, importancia, objetivo general y objetivos específicos); además de la localización del área en estudio.

**El Capítulo II**, consiste en las bases teóricas necesarias para el desarrollo de este proyecto.

**El Capítulo III**, contiene el Marco Metodológico conformado por el diseño de la investigación, población y muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

**El Capítulo IV**, constituye el estudio de Estimación de la Demanda que va desde la definición del producto, así como el comportamiento de la oferta-demanda y lo correspondiente a los canales de comercialización, con el fin de verificar la posibilidad de entrada del producto en el mercado al cual va dirigido.

**El Capítulo V**, analiza los factores que determinan el tamaño, localización y distribución de la planta, así como el proceso productivo. También se verifica la disponibilidad de materia prima e insumos, maquinarias y equipos necesarios para efectuar el proceso. (Incluye la Ingeniería de Detalle, el cual muestra el presupuesto de la obra civil y el plano general de la planta).

**El Capítulo VI**, determina el costo de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto; comenzando con la determinación de los costos totales y la inversión inicial; luego, con el capital de trabajo y por último los recursos económicos. Allí se representa un análisis final de la factibilidad del proyecto, determinando la rentabilidad, aplicando los métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

Por último se realizan las conclusiones y recomendaciones que son el resultado obtenido de cada uno de los capítulos antes mencionados producto de los objetivos planteados en el **capítulo I**; seguidamente se definirán aquellas terminologías poco comunes; para culminar con los anexos donde a manera didáctica se mostraran las figuras, procedimientos y maquinas necesarias para el proyecto así como todos aquellos cálculos que durante el desarrollo no se pudieron observar.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

En la actualidad, a nivel médico, específicamente en el área de Traumatología se están implementando métodos de fijación esquelética externas como tratamiento para las fracturas en diferentes partes del cuerpo que incluyen la utilización de agujas o varillas de acero quirúrgico inoxidable de un determinado diámetro para dicho proceso de recuperación según sea el requerimiento del paciente. Éste tipo de producto recibe el nombre de “Fijadores tutoriales” o “Tutores externos”, que tienen la finalidad de lograr una inmovilización y sanación de forma rápida y satisfactoria.

En la Universidad de Oriente, en uno de sus departamentos, específicamente en el de “Tecnología de Fabricación Mecánica” existen planes de desarrollo de esta área en particular, en donde se juntan esfuerzos para la fabricación de éstos equipos médicos aún y cuando las condiciones desde el punto de vista de infraestructura física no reúnen las mejores condiciones para un adecuado funcionamiento. Sin embargo esto no ha sido impedimento para llevar a cabo sus actividades ocasionalmente.

Estudios realizados por el departamento de tecnología de fabricación mecánica y el departamento de postgrado de traumatología del H.U.L.R.B (Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona), indican que existe una gran demanda de estos instrumentos en Venezuela incluyendo el estado Anzoátegui, presentando un crecimiento significativo, Bello T. (2007).

Lo que se plantea con éste proyecto es desarrollar un estudio Técnico - Económico para una propuesta de diseño de una instalación industrial destinada a la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales externos de uso médico-traumatológico, con el apoyo y asesoría de la parte médica quienes certificarán si el equipo cumple con Las especificaciones que el paciente requiera y la disponibilidad del recurso humano capacitado aquí mismo dentro de la universidad, que como es de suponer les servirá para un mejor desarrollo profesional en su área de especialización; así como la opción a fuentes de trabajo.

## **1.2 Importancia de la Investigación**

Algo resaltante de éste proyecto, es que permite la aplicación de conocimientos de Ingeniería Industrial en cuanto a las disciplinas de Planificación y Control de Producción, de Calidad, de Diseño de Instalaciones Industriales, de Ingeniería de Métodos, Manejo de Materiales, Mercadotecnia, Higiene y seguridad Industrial, entre otras que facilitaran la elaboración y ejecución de la propuesta.

Desde el punto de vista industrial para la región es un tema relativamente nuevo, pero que técnicamente se cuenta con los recursos y los profesionales; quienes poseen la suficiente preparación y disposición en el estado para poder encaminarla; y por ende es un factor que se tomará

en cuenta al momento de escoger la ubicación de la planta. Permitiendo además aprovechar las factibilidades económicas que ofrecería este rubro industrial que servirá de plataforma de desarrollo tecnológico del estado.

Otro aspecto importante de este trabajo de investigación es el carácter transdisciplinario que presenta el mismo, pues cuenta con la interesante fusión de especialidades como Medicina, en su rama de estudios traumatológicos; la Mecánica, través de actividades como diseño, mecanizado y pruebas de piezas y la Ingeniería Industrial para el desarrollo del presente proyecto que para este caso corresponde a los estudios necesarios para la puesta en marcha de la instalación industrial destinada a la obtención de los fijadores externos.

Por las razones antes expuestas se puede considerar que ésta propuesta puede dar un aporte social a la región, que serviría como plataforma para colocar al estado Anzoátegui entre los principales del país como forjadores de su propio desarrollo ofreciendo productos de calidad fabricados por nuestros propios profesionales.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar un estudio Técnico – Económico para el diseño de una instalación industrial destinada a la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales externos de uso médico - traumatológico en la zona norte del estado Anzoátegui.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- ✚ Realizar el estimado de la demanda de los fijadores tutoriales externos de uso médico – traumatológico en la zona norte del estado Anzoátegui.
- ✚ Estudiar el proceso productivo para la fabricación y ensamblaje de los fijadores tutoriales externos de uso médico – traumatológico.
- ✚ Proponer el diseño de la instalación industrial, mediante el establecimiento de su capacidad productiva, localización, distribución, características físicas y ambiente de trabajo.
- ✚ Estimar la inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto de la instalación industrial objeto de estudio.

### 1.4 Antecedentes de la Investigación

En Venezuela, se menciona a la empresa Soldevilla Hnos. S.A. como pionera en la elaboración de fijadores externos, y otros implantes ortopédicos la cual en el año 1976 se convierte en transnacional bajo la razón social Zimmer Orthopaedic, S.A. adoptando los sistemas de fabricación así como herramientas y maquinarias de su socio en Inglaterra. En 1980 se crea manufacturas SOLCO S.A. de C.V. la cual produce fijadores externos y otros productos diseñados por ellos mismos de distribución en todo el país.

En la década de los 80, es cuando verdaderamente en Cuba, así como en el mundo, se difunde la técnica de fijación externa e invade de forma masiva, los diferentes servicios de traumatología y ortopedia en todas las latitudes. Se inicia a partir de las experiencias del método europeo introducido por los profesores: Ceballos, Vidal, Pedrera, Zayas y Álvarez Cambras con su modelo de fijador externo RALCA, el más difundido en ese país.

En este mismo año, comienza la línea de investigación de fijadores externos por parte de la Universidad de los Andes (ULA), en la ciudad de Mérida, con la creación y aplicación de una gran variedad de fijadores para áreas específicas de la economía un diseño básico, elaborado en aluminio de bajo peso, bastante maleable, de fácil obtención en el mercado nacional a más bajo costo.

En 1996, en el centro de Bioingeniería de la Universidad Central de Venezuela, se inicia la creación y aplicación de fijadores externos, asociados a sistemas de transportación ósea. Mas adelante en el año 2001 los Drs. Cegoriño y Gonzáles fabricaron un fijador externo simple para muñeca, restaurando partes y/o piezas existentes en el mercado para adaptarlo a los requerimientos de la fabricación del mismo.

En 1997, el ingeniero Rafael Pecchio, en la ciudad de Caracas, crea un sistema de fijación externa para tibia, elaborado en aluminio, con un modelos sencillo, liviano, muy versátil, adaptable a cada personalidad de la fractura, comercialmente difundido en todo el país.

En el año 2003, el Dr. FAISAL del postgrado de Traumatología y Ortopedia, de de la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, diseña y aplica un fijador externo para fémur denominado NAFA, elaborado en acero quirúrgico, de bajo costo dando buenos resultados. En el año 2004 siguiendo la línea de investigación iniciada por el Dr. Faisal; el Dr. Arturo González diseña y aplica el fijador externo para fémur, denominado ARGO, un sistema de fijación externa elaborado en acero quirúrgico. Para ese mismo año el Dr. Zurbaran realiza una serie de modificaciones al modelo NAFA y aplica un fijador externo para tibia, de bajo peso denominado CORA, elaborado en aluminio; así mismo la Dra. López en el año 2005, diseña y fabrica un fijador

externo en acero quirúrgico para las fracturas dístales de radio, todos de muy bajo costo comparados con los costos de los fijadores comerciales, dando buenos resultados.

Aunque hay poca información en la región oriental en cuanto a este tipo de instalación industrial destinada a la fabricación de fijadores tutoriales, son variados los estudios a nivel de tesis de pregrado y postgrado desarrollados en la Universidad de Oriente núcleo de Anzoátegui, los tres primeros que se indican a continuación corresponden a Ingeniería Industrial en el área de los estudios técnico económicos; y el cuarto a la especialidad de traumatología de la Escuela de Medicina:

Andrade S. y Medina D. (2000). “Estudio técnico-económico para la instalación de una planta procesadora de harina y aceite de pescado”.

En el se concluyó que la penetración del producto en el mercado es factible dada la existencia de una demanda potencial insatisfecha; y, ya que tecnológicamente no existe impedimento para la realización física del proyecto ni de abastecimiento de, materia prima, el proyecto es económicamente rentable.

Maia M. y Duerto M. (2006), “Determinar la factibilidad de una empresa destinada a la tipografía-litografía”.

En dicho proyecto se concluyo que la localización de la planta presenta características importantes, las cuales favorecen su instalación y desarrollo sustentado, esto debido a que se encuentra cerca del mercado del consumo, a los proveedores y rutas de transporte tanto para los empleados como para los particulares.

Parra L y Salinas O. (2007). “Estudio técnico-económico para la instalación de una planta productora y comercializadora de galletas a base de coroba (Jessenia Policarpa Kart)”.

En sus conclusiones más importantes se menciona que mediante el análisis técnico se determinó que se encuentran disponibles los requerimientos sistemáticos humanos y tecnológicos para llevar a cabo las operaciones de la planta.

Bello T. (2007). “Construcción a bajo costo de un tutor externo multiplanar”.

Se pudo concluir entre otras cosas que al encontrar un gran rendimiento en el número de piezas construidas por tipo de materia prima, se obtiene un costo unitario atractivamente bajo, siendo esto un beneficio para los pacientes que acuden al Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Universitario “Dr. Luís Razetti” el cual fue centro del estudio.

### **1.5 Localización del Área de Estudio**

El área que se tomará para objeto de estudio del presente trabajo está ubicada en la zona norte del **Estado Anzoátegui**, específicamente en las adyacencias de principal centro hospitalario de la región, el Hospital Universitario Dr. Luis Razetti de Barcelona, que como ente de salud emblemático del estado nos servirá como fuente referencial principal para la obtención de datos sin dejar a un lado otras instituciones representativas existentes en dicha zona (**ver figura 1.1**).

### 1.5.1 Ubicación

Anzoátegui está localizado entre las coordenadas  $07^{\circ}40'16''$ ,  $10^{\circ}15'36''$  de latitud Norte y  $62^{\circ}41'05''$ ,  $65^{\circ}43'09''$  de longitud Oeste, en la región Nor-Oriental del país, está delimitado por el estado Monagas y Sucre por el este, Bolívar por el sur, Guárico por el Oeste y al Norte por el Mar Caribe.



**Figura 1.1:** Ubicación geográfica del Estado Anzoátegui

**Fuente:** sitio web [www.gobiernoenlinea.ve](http://www.gobiernoenlinea.ve)

### 1.5.2 Población de Estado Anzoátegui

En el estado Anzoátegui, el índice de población urbana ha incrementado substancialmente en las últimas décadas, de 43,9 % de la población total en 1950 al 85,8% en el año 1990. Esta alta concentración de la población en ciudades se ha visto favorecida por el auge de las actividades

administrativas, comerciales y de servicios, portuarias, industriales, turísticas, petroleras y petroquímicas ([www.gobiernoenlinea.ve](http://www.gobiernoenlinea.ve)). En la siguiente tabla se pueden apreciar las proyecciones por municipios 1.990 – 2.015.

**Tabla 1.1:** Población por municipios en Anzoátegui

Municipios	Número de habitantes por quinquenios					
	1.990	1.995	2.000	2.005	2.010	2.015
<b>Anzoátegui</b>	<b>923.174</b>	<b>1.034.312</b>	<b>1.140.372</b>	<b>1.241.768</b>	<b>1.335.643</b>	<b>1.420.768</b>
<b>Anaco</b>	70.841	81.442	92.093	100.782	108.401	115.310
<b>Aragua</b>	24.144	26.465	28.580	30.990	33.333	35.458
<b>Fernando de Peñalver</b>	14.481	15.722	16.723	18.079	19.446	20.686
<b>Francisco del Carmen Carvajal</b>	9.355	10.304	11.165	12.115	13.031	13.861
<b>Francisco de Miranda</b>	25.172	27.680	29.945	32.481	34.937	37.162
<b>Guanta</b>	20.383	22.572	24.591	26.712	28.731	30.562
<b>Independencia</b>	22.124	24.337	26.337	28.570	30.730	32.689
<b>Juan Antonio Sotillo</b>	174.071	190.751	205.635	222.898	239.749	255.028
<b>Pedro María Freites</b>	47.422	52.056	56.214	60.955	65.563	69.741
<b>Píritu</b>	12.100	13.806	15.496	16.933	18.213	19.374
<b>San José de Guanipa</b>	45.964	50.441	54.456	59.045	63.509	67.556
<b>San Juan de Capistrano</b>	6.008	7.512	9.195	10.222	10.995	11.696
<b>Santa Ana</b>	6.731	7.620	8.462	9.227	9.925	10.557
<b>Simón Bolívar</b>	261.818	299.673	337.175	368.613	396.480	421.751

**Fuente:** O.C.E.I. sitio web [www.ocei.gov.ve](http://www.ocei.gov.ve)

**Continuación Tabla 1.1: Población por municipios en Anzoátegui**

<b>Municipios</b>	<b>Número de habitantes por quinquenios</b>					
	<b>1.990</b>	<b>1.995</b>	<b>2.000</b>	<b>2.005</b>	<b>2.010</b>	<b>2.015</b>
<b>Simón Rodríguez</b>	101.134	110.889	119.609	129.665	139.467	148.357
<b>Gral. Mc Gregor</b>	7.428	8.145	8.760	9.491	10.208	10.859
<b>Diego Bautista Urbaneja</b>	10.180	12.176	14.327	15.804	16.999	18.082
<b>José Gregorio Monagas</b>	11.966	13.174	14.266	15.479	16.649	17.711
<b>Libertad</b>	13.240	16.037	19.110	21.132	22.729	24.177
<b>Manuel Ezequiel Bruzual</b>	23.324	26.284	29.138	31.762	34.163	36.339

**Fuente:** O.C.E.I. sitio web [www.ocei.gov.ve](http://www.ocei.gov.ve)

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Bases Teóricas**

##### **2.1.1 Definición**

“Las bases teóricas constituyen el corazón del trabajo de investigación, pues es sobre éste que se construye todo el trabajo. Una buena base teórica formará la plataforma sobre la cual se construye el análisis de los resultados obtenidos en el trabajo, sin ella no se puede analizar los resultados”.  
([www.rena.edu.ve](http://www.rena.edu.ve)).

#### **2.2 Biomecánica**

La biomecánica es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos (fundamentalmente del cuerpo humano). Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

La biomecánica está íntimamente ligada a la biónica y utiliza algunos de sus principios, ha tenido un gran desarrollo en relación con las aplicaciones de la ingeniería a la medicina en lo que respecta a la realización de partes u órganos del cuerpo humano y también en la utilización de nuevos métodos diagnósticos.

Una gran variedad de aplicaciones incorporadas a la práctica médica; desde la clásica pata de palo a las sofisticadas prótesis ortopédicas con mando mio-eléctrico y de las válvulas cardíacas a los modernos marcapasos existe toda una tradición e implantación de órganos artificiales.

### **2.3 Subdisciplinas de la Biomecánica**

La Biomecánica está presente en diversos ámbitos, aunque tres de ellos son los más destacados en la actualidad entre los que se encuentra la biomecánica deportiva, que analiza la práctica deportiva para mejorar su rendimiento, desarrollar técnicas de entrenamiento y diseñar complementos, materiales y equipamiento de altas prestaciones. La biomecánica ocupacional, que estudia la interacción del cuerpo humano con los elementos con que se relaciona en diversos ámbitos (en el trabajo, en casa, en la conducción de automóviles, en el manejo de herramientas, etc) para adaptarlos a sus necesidades y capacidades; y por último, la biomecánica médica que en lo correspondiente a la presente investigación será la tomada en cuenta. A continuación se explicará su principio:

#### **2.3.1 La Biomecánica Médica**

Evalúa las patologías que aquejan al cuerpo humano para generar soluciones capaces de evaluarlas, repararlas o paliarlas. Usa la simulación

que es la aceleración de la forma en que las empresas y los dispositivos médicos mueven los productos a través de diferentes fases de desarrollo. Los prototipos virtuales juegan un papel fundamental en el diseño de verificación y validación. A través del prototipo virtual, el diseño puede ser verificado en contra de las especificaciones del cliente. Adicionalmente, el diseño de la empresa pueda ser validada contra las normas reglamentarias pertinentes. El resultado final es una muy fiable y rentable diseño elaborado y validado en menos tiempo. ([www. Biomecánicawikipedia.org](http://www.Biomecánicawikipedia.org))

## **2.4 Metodología Utilizada por la Biomecánica**

Muchos de los conocimientos generados por la biomecánica se basan en lo que se conoce como modelos biomecánicos. Estos modelos permiten realizar predicciones sobre el comportamiento, resistencia, fatiga y otros aspectos de diferentes segmentos corporales cuando están sometidos a unas condiciones determinadas. Así, por ejemplo, esta disciplina se ocupa de determinar la resistencia de un material biológico ante la ejecución de una fuerza que actúa sobre éste. Estas fuerzas, en sentido general, pueden ser de tipo compresivo o bien de tipo tracción y generarán en la estructura dos cambios fundamentales

### **2.4.1 Cambios en la Tensión**

Se refiere a tensión mecánica al esfuerzo interno por unidad de área que experimenta el material frente a la aplicación de la fuerza, cualquiera sea ésta y que corresponde a los fenómenos descritos por la Tercera Ley de Newton (Acción y Reacción). La relación entre el esfuerzo aplicado y las deformaciones experimentadas, recibe el nombre de rigidez, y depende del tipo de esfuerzo que sea (de compresión, de flexión, torsional, etc...).

## **2.4.2 Cambios en la Forma**

Cuando se somete a un objeto cualquiera a la aplicación de una fuerza, en algún momento experimentará una deformación observable. Para los objetos más bien elásticos, dicha deformación se alcanza con aplicaciones de fuerza de baja magnitud, mientras que los materiales rígidos requieren de aplicación de magnitudes de fuerza de mayor consideración. ([www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org)).

## **2.5 Las Fracturas**

Las fracturas son soluciones de continuidad que se originan en los huesos, a consecuencia de golpes, fuerzas o tracciones cuyas intensidades superen la elasticidad del hueso.

En una persona sana, siempre son provocadas por algún tipo de traumatismo, pero existen otras fracturas, denominadas patológicas, que se presentan en personas con alguna enfermedad de base sin que se produzca un traumatismo fuerte. Es el caso de algunas enfermedades orgánicas y del debilitamiento óseo propio de la vejez. (Revista Colombia de Ortopedia y Traumatología. Vol. 18, N° 2 005).

### **2.5.1 Clasificación de las Fracturas**

Existen varios tipos de fractura, que se pueden clasificar atendiendo a los siguientes factores: estado de la piel, localización de la fractura en el propio hueso, trazo de la fractura, tipo de desviación de los fragmentos y mecanismo de acción del agente traumático. Canale S. (1998).

### 2.5.1.1 Según el Estado de la Piel

- ✚ **Fracturas cerradas.** son aquellas en las que la fractura no comunica con el exterior, ya que la piel no ha sido dañada.
- ✚ **Fracturas abiertas.** son aquellas en las que se puede observar el hueso fracturado a simple vista, es decir, existe una herida que deja los fragmentos óseos al descubierto. Unas veces, el propio traumatismo lesiona la piel y los tejidos subyacentes antes de llegar al hueso; otras, el hueso fracturado actúa desde dentro, desgarrando los tejidos y la piel de modo que la fractura queda en contacto con el exterior.

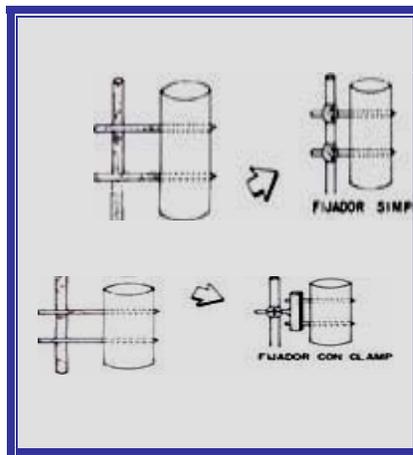
El tratamiento ortopédico de las fracturas requiere por otro lado, una inmovilización prolongada, con regulares resultados funcionales. (Koval K. y Helfet D. (1995:86-94) Lo anterior proporciona gran estabilidad y una función articular inmediata, por ello se indica como tratamiento inmediato el uso de los fijadores tutoriales.

## 2.6 Fijación Externa

### 2.6.1 Historia del Tutor Externo

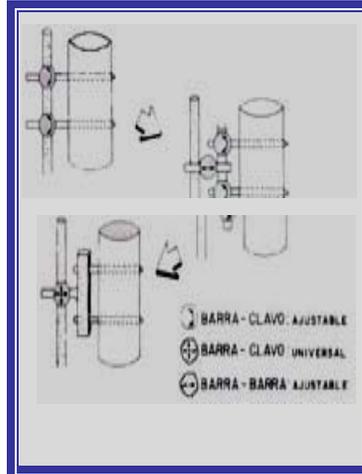
Los escritos de Hipócrates hace 2.400 años describen un método de fijación esquelética externa utilizado para el tratamiento de las fracturas de la tibia, el cual permitía tratar la lesión ósea y además inspeccionar y tratar los tejidos blandos; era confeccionado en cuero egipcio con una base proximal debajo de la rodilla y una distal encima del cuello del pie; en la cual se colocaban 4 barras laterales de igual longitud en madera resistente (**Ver figuras 2.1 y 2.2**) Fitzgerald (1.990: 465).

Entonces se describió que este aditamento permitiría tensar y mantener fija la fractura, además de valorar los tejidos blandos comprometidos y era de tres tamaños diferentes, permitiendo, además, comprimir la fractura Fitzgerald (1990: 465).



**Figura 2.1:** Modelo de primeros tutores externos  
**Fuente:** sitio web [www.encolombia.com](http://www.encolombia.com)

El primer reporte de la literatura respecto al tratamiento de las fracturas por medio del tutor externo, se remonta a 1853, cuando Malgaigne describió un aparato en forma de pinza, el cual usaba percutáneamente para comprimir e inmovilizar fracturas de la patela.



**Figura 2.2:** Partes fundamentales de un tutor externo

**Fuente:** sitio web [www.encolombia.com](http://www.encolombia.com)

Posteriormente Keetley y Parkhill en el año de 1893 recomiendan el uso de clavos percutáneos, especialmente en fracturas de fémur. En 1912 Lambotte fue el primero en introducir clavos roscados organizados uno proximal y otro distal al foco de fractura. Crile en 1919, a raíz de la primera guerra mundial, creó un tutor externo para el fémur con poca aceptación.

Desde 1905 hay comunicaciones en la literatura respecto a alargamiento de extremidades que señalan que el tejido óseo puede regenerarse entre dos extremos de un hueso que son separados. Sin embargo, la regeneración ósea fue siempre sólo un fenómeno incierto que sólo se lograba en niños menores. Es así como en la era moderna, hasta sólo hace unos años atrás, se utilizaba el método de Wagner que requería el uso de injertos óseos y luego una osteosíntesis con placa para resolver el defecto óseo dejado por el alargamiento, lo que tenía gran morbilidad y obligaba a varias cirugías.

En Siberia, Gavriel Abramovich Ilizarov (1921-1992) , descubridor del milagro de la osteogénesis por distracción a través de un tipo de tutor externo que facilita el crecimiento óseo y el alargamiento de extremidades, demostró que ésta puede producirse en forma constante y regular mediante la formación de un hueso membranoso y luego someter al hueso a una tracción progresiva y mantenida. (Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Vol. 18 – Nº 2, 2005).

Básicamente este método permite corregir disimetrías, solucionar defectos óseos dejados por lesiones tumorales o traumáticas y por último efectuar elongaciones en casos de enanismo o talla baja, lo que será de excepción. Es así como se pueden lograr alargamientos combinados en tibia y fémur de hasta 18 cm.

En los 80, el doctor Behrens señala pautas claras al manejo y uso adecuado de los tutores externos, teniendo en cuenta las diferentes zonas de seguridad de los múltiples huesos largos del esqueleto. Recogiendo experiencia propia y ajena, se dió a la tarea de estudiar a fondo las consideraciones mecánicas y biomecánicas, ventajas y desventajas del método, los diferentes diseños, la mejor indicación para el tratamiento de una patología cada vez más frecuente y complicada de manejar.

Actualmente la fijación externa es una técnica para inducir la osteosíntesis, que se destaca por su baja agresividad. Canale S. (1.998).

## 2.7 Generalidades de los Tutores

### 2.7.1 Elementos Básicos de los Fijadores Tutoriales

Varían mucho en construcción, diseño y configuración, pero sus materiales de fabricación, tienen los mismos propósitos de lograr la estabilidad de los fragmentos dando soporte longitudinal a los mismos. Canale S. (1.998: 2068)

#### **Anclaje a hueso**

Es dado por los elementos que se fijan al hueso y sirven como soporte a los demás elementos de sostén que conforman el tutor externo. Generalmente son construidos en acero inoxidable, varían de diámetro entre 2.5 mm y 6 mm y no deben comprometer más de la tercera parte del diámetro del hueso, para evitar fracturas en la inserción de los mismos. Algunos tutores externos se utilizan con agujas de 1.5 a 2 mm de diámetro, a los cuales se aplica tensión para lograr más resistencia y mayor fijación de la fractura.

#### **Soporte longitudinal**

El sostén longitudinal se logra por la adición a los clavos de anclaje óseo de barras longitudinales, que aportan resistencia y fuerza al marco del tutor, son fabricados en metal o material resistente radiolúcido (carbono), se articulan fácilmente para lograr alineaciones y ajustes de longitud y dirección, así como dinamización de los mismos.

#### **Elementos de conexión**

Lo conforman las articulaciones, rótulas o anillos y son elementos que conectan los clavos de anclaje al hueso, a los elementos de sostén longitudinal (barras).

El término articulación se usa para el elemento que conecta clavo-clavo, clavo-barra, barra-barra, barra-clavo, barra -anillo. Las rótulas clavo-barra simple conectan estructuras en forma simple y permiten modificaciones de longitud. La rótula universal conecta varios clavos a la barra longitudinal; la rótula barra-barra permite modificaciones en cuanto a angulación, longitud y rotaciones en varios planos. La rótula anillos-clavos permite adaptar diferentes sistemas longitudinales que facilitan modificaciones en todos los planos (Ver figuras 2.1 y 2.2). Beherens F. (1989).

## 2.8 Tipos de Tutores

La estructura y función están determinadas por el diseño de sus componentes. Existen diferencias ortopédicas entre los tutores que se anclan con clavos a los tutores externos anulares.

### **Tutores con clavos**

Tienen un diseño estructural similar y sus diferencias se pueden establecer por las rótulas o clamps que estos presentan para su ajuste. (Ver Figuras 2.1 y 2.2)

### **Tutores simples**

Dentro de estos se encuentran los tutores de Denham, Murray, Oxford, Roger Anderson, AO/ASIF. Estos se caracterizan por tener una articulación para cada clavo de fijación al hueso, lo cual facilita su colocación técnica y permite realizar un diseño, de acuerdo a la necesidad; dentro de sus ventajas se tienen que cada clavo se puede colocar en el mejor ángulo respecto al hueso, no hay limitante en cuanto al número de clavos a utilizar para el diseño del tutor, la distancia entre los mismos puede ser la más adecuada y se puede adaptar fácilmente

al marco planeado, hacer modificaciones a la configuración realizada de acuerdo a lo deseado.

#### **Tutores con clamp**

Su principio es igual al tutor simple y la diferencia con el mismo radica en que los clavos se conectan a las articulaciones complejas o rótulas múltiples, las cuales están graduadas tanto para longitud como para calibre de clavos, y estos mecanismos a su vez se conectan a las barras longitudinales. Dentro de las ventajas se puede citar las siguientes: la reducción de la fractura se puede realizar posterior a la colocación del aparato, se pueden hacer modificaciones de alineación, angulaciones y rotaciones, soltando las articulaciones universales. Canale S. (1998: 2068)

#### **Tutores anulares**

Dentro de este grupo se pueden mencionar como esqueletos típicos y dentro de estos tenemos: Volkov Ognesian, Ilizarov y el Ace Fischer que se componen de barras las cuales se conectan a sistemas de sostén en forma de anillos, los cuales se conectan por medio de articulaciones para lograr diseños multiplanares variados y su fijación al hueso se logra por agujas transfixiantes colocadas en tensión y con pretensado adecuado. Dentro de las ventajas se enumera: fácil modificación de angulaciones y rotaciones, una vez colocado el sistema, la fijación de las agujas en tensión logran efectos de compresión sobre la fractura y beneficia la consolidación de la misma.

## **2.9 Capacidades o Ventajas de un Tutor Externo**

Entre las más resaltantes se enumeran las siguientes:

1. Estabilidad a distancia del sitio de la lesión, enfermedad o deformidad.

2. Acceso fácil a la lesión de los tejidos blandos sin comprometer la estabilidad de los tejidos óseos.
3. Tratamiento de gran versatilidad, lo que permite su colocación de acuerdo a la necesidad de la fractura.
4. Facilidad en ajuste de la longitud deseada.
5. Puede utilizarse conjuntamente con otro método de tratamiento en beneficio de la consolidación de la fractura.
6. Mínimo compromiso de las articulaciones adyacentes.
7. Completa movilidad del segmento inmovilizado en el postoperatorio inmediato.
8. Bipedestación y marcha post-operatoria inmediata una vez fijada la fractura.
9. Tratamiento dinámico ya que permite la rehabilitación mientras consolida la fractura ó se realizan alargamientos y trasportaciones óseas.

La fijación externa se puede utilizar no sólo para la estabilización de fracturas abiertas agudas y para el tratamiento de los tejidos blandos, sino también para el tratamiento definitivo de las fracturas con pérdida de hueso, bien proporcionando estabilidad para el aporte de injerto autógeno o favoreciendo la regeneración del hueso con tutores circulares de alambres. Campbell W. (1.998).

## **2.10 El Acero**

El acero es la aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%. Para esta investigación nos interesaremos en aquellos que poseen en su composición otros elementos

de aleación específicos tales como el Cr (Cromo) o Ni (Níquel); que a continuación se explicara. ([www.InfoAcero.cl](http://www.InfoAcero.cl))

### **Aceros inoxidables**

Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas. Debido a sus superficies brillantes, se recomiendan para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales entre otras aplicaciones industriales. (Corporación Aceros Arequipa S.A., 2.006)

Para la fabricación de los fijadores tutoriales externos se utilizara el Acero 304, el cual es considerado el acero inoxidable de mayor aplicación en este rubro industrial. Contiene cromo y níquel resiste muy bien la acción de numerosos agentes corrosivos y por tener gran ductilidad puede ser trabajado en frío por muy diversos procedimientos y obtenerse con el las formas y perfiles mas variados. A continuación se aprecia la composición química del acero 304:

**Tabla 2.2: Composición química del acero 304**

C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Otros
< 0,08	< 2,0	< 0,045	< 0,015	< 0,1	17,0 / 19,5	8,0 / 10,5	-	-

**Fuente:** Sitio web [www.vencraftve.com](http://www.vencraftve.com)

## **2.11 Marco Conceptual**

Para llevar a cabo un estudio técnico-económico se requiere manejar y conocer ciertas técnicas, procedimientos y conceptos que permitirán desarrollar y alcanzar satisfactoriamente los objetivos del proyecto; entre ellas tenemos

### **2.11.1 Población**

Según Mejías, (2001: 174), la población es cualquier conjunto de elementos que tenga una o más propiedades comunes definidas por el investigador, pudiendo ser desde toda la realidad hasta un grupo muy reducido de fenómenos.

### **2.11.2 Muestra**

Según Arias, (2006: 83), la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.

### **2.11.3 Técnicas a Utilizar**

“La técnica se puede definir como el conjunto de procedimientos utilizados para recopilar la información y el instrumento es el medio específico, los recursos utilizados para recoger los datos o información”.Kerlinger, 1981).

## 2.11.4 Evaluación Técnica - Económica

La evaluación técnica - económica es una herramienta analítica que responde a la pregunta sobre si un proyecto es o no rentable y si se recomienda su implementación a través de la asignación de los recursos financieros requeridos o por el contrario si se rechaza el proyecto analizado por no poseer factibilidad económica y por generar futuras pérdidas financieras al no ser capaz de originar flujos que amorticen las inversiones requeridas y costos asociados al proyecto analizado.

### 2.11.4.1 Estudio de Mercado

Se manejarán los siguientes conceptos:

- ✚ **Demanda:** es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.
- ✚ **Oferta:** es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferente (productores) están dispuestos a poner a disposición el mercado de un precio determinado.
- ✚ **Precio:** es la cantidad monetaria que los productores están dispuestos a vender, los consumidores a comprar, un bien o servicio.
- ✚ **Comercialización:** es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar.

#### 2.11.4.2 Estudio Técnico

Según lo planteado por Riggs, J. y Buccella, J., en la presente investigación se considerarán y se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

##### **La función de la producción**

La generación de un producto o la prestación de un servicio es producción. Para llevarla a cabo utilizamos distintos elementos que hay que coordinarlos y organizarlos en un orden lógico y aplicarlos a un proceso que debe ser predeterminado como el más adecuado. Ese proceso es la gestión de producción, y esta debe ser eficiente y eficaz tanto tecnológico como económicamente.

##### **El planeamiento y el control de la producción**

Es el conjunto de planes sistematizados y encaminados a dirigir la producción. Indica cuánto, cuándo, dónde y a qué costo producir. Requiere datos sobre el producto, la planta, la demanda, el almacenamiento y sobre los costos. Los pasos son: descripción detallada del producto, elaboración de un pronóstico de ventas, determinar la capacidad de producción, inversión en equipos, plan de gastos, mano de obra, programa de inventarios, cálculo de costos, volumen mínimo de producción.

##### **Herramientas de planeación del proceso productivo**

Para planificar hace falta conocer las fases y actividades para obtener un producto determinado pero también los costos de cada una su distribución en el tiempo. Se utilizan modelos gráficos como el diagrama de carga o el de Grantt y también modelos matemáticos de programación lineal. El diagrama de carga ilustra a carga de trabajo que tendrá una máquina, o parte de la fábrica, en cada momento. El

diagrama de Grantt es bastante mas complejo y señala momentos de inicio y fin de las actividades, el margen en ellos, puede informar además, de los recursos requeridos; este es utilizado como cronograma de actividades en el proyecto, sobre el se puede indicar el cumplimiento real de lo planificado y tomar las acciones pertinentes para corregir los desvíos.

Para el diseño del proceso productivo en los diferentes sistemas típicos de producción se tomaran en cuenta los siguientes conceptos:

- a. **Producción continúa:** el proceso y las instalaciones se ajustan para ciertos itinerarios y flujos de operaciones sucesivas sin interrupciones. Debe ajustarse la provisión conforme a ello para evitar los movimientos innecesarios. Se utiliza cuando la demanda es previsible y sostenida en el corto plazo. Se requiere mano de obra especializada y no especializada.
- b. **Producción por lotes:** lo utilizan las empresas que producen una cantidad limitada o establecidas de un tipo de producto; utilizando los recursos disponibles total o parcialmente. La mano de obra es más especializada.
- c. **Producción por proyecto:** típico de la producción por única vez o producción piloto. Involucra toda la organización empresarial. Se requiere que esta sea capaz de obtener, elaborar, analizar y seleccionar datos objetivos, posibilidades reales, estudios técnicos, etc. Es el sistema más costoso porque los costos de diseño no se absorben en un gran volumen de producción.

En este sentido, este proyecto que permitirá la fabricación y ensamblaje de los Fijadores tutoriales de uso medico traumatológico

se utilizara un tipo de **producción por lotes**, basado en la elaboración de cantidades establecidas del producto y sus variedades utilizando los recursos disponibles.

### **Diagrama de procesos**

Se utilizará la simbología internacional ASME (American Society of Mechanical Engineers o Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos). Aceptada para representar las operaciones efectuadas en proceso. Dicha simbología es la siguiente:

 **Operación:** una secuencia de actividades o eventos que ocurren en una máquina o en una estación de trabajo.

 **Transporte:** movimiento de un objeto, de un lugar a otro, que no sea parte integral de una operación o inspección.

 **Combinadas:** ocurre cuando se presentan al mismo tiempo dos o más actividades anteriormente mencionadas.

 **Inspección:** comparación de las características de un objeto con respecto a un estándar de calidad de cantidad.

 **Demora:** retraso que ocurre cuando al terminar una operación, un transporte, inspección o almacenamiento, al elemento siguiente no se inicia de inmediato.

 **Almacenaje:** retención de un objeto en un estado y lugar, en donde para moverlo se requiere de una autorización.

 **Manejo de materiales:** se puede definir como el arte y la ciencia que involucra el movimiento, empaque y almacenamiento de cualquier sustancia.

Según lo planteado por Riggs, J. y Buccella, J.:

 **Distribución de planta:** es la que proporciona condiciones de trabajo aceptable y permite la operación más económica, a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores.

Los tipos de distribución son tres:

- a. **Distribución por posición fija:** se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinarias, hombres y otras piezas del material concurren a ella.
- b. **Distribución por proceso o por fusión:** en ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. El eje va ser las diferentes procesos que se van a realizar en las diferentes áreas y va a haber mas variaciones en los productos.
- c. **Distribución por producción en cadena:** en la línea o por producto. En esta, el producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija el material esta en movimiento.

De acuerdo con la secuencia de operaciones establecida en la instalación industrial objeto de estudio, una parte pasa de un área a otra, donde se ubican las máquinas adecuadas para cada operación, en nuestro diseño de instalación; los tutores no se elaboran llevando a cabo una secuencia en línea; por el contrario dependiendo de las especificaciones llevaran sus normas de elaboración donde se van a acomodar las estaciones que realizan procesos similares de manera que se optimice su ubicación relativa (**Distribución por procesos**). En muchas instalaciones, la ubicación óptima implica colocar de manera adyacente las estaciones entre las cuales hay gran cantidad de tráfico.

Se tiene varios métodos y técnicas para realizar distribuciones de planta, entre los cuales tenemos SLP, GRAFT, BLOCPLAN, MULTIPLE, Diagrama de actividades entre otros. Para el estudio de este proyecto se utilizara el método SLP, descrito a continuación:

El método SLP (Sistematic layout planning o planeación sistemática de la distribución en planta), fue creado por Richard Muther (1976), que consiste en un marco laboral de fases con los cuales cada proyecto es una disposición; un patrón de los procedimientos para el planeamiento paso a paso de los procesos, y un sistema de las convenciones para identificar, visualizar, clasificar las diferentes actividades, relaciones y alternativas implicadas en cualquier disposición de la distribución. Este método fue desarrollado por un especialista reconocido internacionalmente en materia de planeación de fábrica, que ha recopilado los distintos elementos utilizados por los ingenieros industriales para preparar y sistematizar los proyectos de distribución.

### **Localización**

La localización del proyecto, es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) u obtener el costo unitario mínimo (criterio social).

Para efectos de la presente investigación se empleara como método para la localización optima de la planta el **Método cualitativo por puntos**, el cual consiste en asignar factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios. El método permite ponderar factores de preferencia para el investigador al tomar la decisión.

### 2.11.4.3 Estudio Económico

La parte de análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta, así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto que es la evaluación económica. Involucra una serie de actividades o estudio de rentabilidad económica. Seguidamente se definirán otros conceptos relacionados con esta etapa de la investigación:

- ✓ **Costos:** es el desembolso en efectivo o en especies hechos en el pasado, en el presente, en futuro o en forma virtual.
- ✓ **Valor presente neto (V.P.N):** es un método de evaluación de rentabilidad que consiste en trasladar los ingresos y egresos futuros a bolívares actuales y así puede verse si los ingresos son mayores que los desembolsos de acuerdo al signo obtenido.
- ✓ **Tasa Interna de Rendimiento (T.I.R):** otro método de evaluación de rentabilidad. Es la tasa de descuento por el cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero.
- ✓ **Tasa Mínima atractiva de retorno (T.M.A.R):** es la tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, la cual servirá como patrón de comparación para medir la factibilidad del proyecto en función de la tasa interna de retorno TIR.
- ✓ **Depreciación:** es la pérdida de valor que experimenta un activo fijo por el uso dentro de un periodo productivo

## CAPITULO III

### MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 Metodología de la Investigación

“Se define la investigación como una actividad encaminada a las solución del problema. Su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos.” Cervo y Bervian (1.989: 41)

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación a utilizar es la investigación de campo ya que se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones

Las fuentes primarias se basan en investigación de campo de carácter descriptivo el cual es un proceso que permite obtener sistemáticamente, la información sobre los hechos, las situaciones y las características de una población. Dicha investigación se realizara mediante entrevistas dirigidas fundamentalmente a conocedores del área en estudio así como la visita a los mismos.

Las fuentes secundarias están constituidas por datos e información proveniente de instituciones publicas y privadas, tales como:

-  **HULRB**, Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona.
-  **UDO**, Dpto. de tecnología de fabricación Mecánica.

- ✚ Postgrado de Traumatología y Ortopedia, de la UDO, Anzoátegui.
- ✚ **BCV**, Banco Central de Venezuela.

## **3.2 Población y Muestra**

### **3.2.1 Población**

La población de estudio está conformada por los pacientes que acuden al servicio de traumatología de los principales centros hospitalarios públicos y privados de la zona; el Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona y las clínicas mas representativas, respectivamente

### **3.2.2 Muestra**

De acuerdo a la información suministrada por el Dr. Carlos Gómez (\*), la cantidad de pacientes diarios que acuden al servicio de traumatología de estos centros asistenciales es variable. Así que para obtener la muestra se tomó en cuenta el número de pacientes con indicaciones de tutores externos, según información facilitada por las instituciones objeto de estudio, por lo cual se utilizará el muestreo intencional, no probabilístico.

## **3.3 Técnicas a Utilizar**

“La técnica se puede definir como el conjunto de procedimientos utilizados para recopilar la información y el instrumento es el medio específico, los recursos utilizados para recoger los datos o información”.Kerlinger, 1981).

Las técnicas a utilizar para la realización de este proyecto se dividirán en dos categorías:

(\*) Entrevista: Jefe del servicio de Traumatología, Diario el Sol de Margarita. Mayo de 2.008.

✚ Técnicas de recolección de datos.

✚ Técnicas de análisis de datos.

### 3.3.1 Técnicas de Recolección de Datos

#### ✚ **Técnica de revisión bibliográfica**

Esta se basa específicamente en la búsqueda, selección y consulta de material bibliográfico, tales como libros, Internet y tesis de grado, con la finalidad de obtener información para la realización del proyecto. La técnica incluirá la obtención del conocimiento relativo a conceptos relacionados con la Ingeniería Industrial, de acuerdo a los diferentes estudios a analizar dentro del proyecto, como son: de mercado, técnico, económico, análisis de riesgos, entre otros.

#### ✚ **Técnica de observación directa.**

En donde participa directamente el investigador, realizando estudios de mercado, técnico y económico para determinar la factibilidad del proyecto en la zona; lo cual permite trabajar con la realidad del entorno.

Para el caso de la presente investigación es vital este aspecto ya que para conocer el proceso productivo para la fabricación de fijadores externos, es necesaria la observación directa de las técnicas y procedimientos a utilizar para tal fin.

### **Técnica de entrevista**

Estas permiten la interrelación entre el público, futuro comprador y el investigador para intercambiar ideas sobre el problema en cuestión, conocer las necesidades de la población, impresiones, así como la conversación directa con los especialistas en el área.

En éste sentido, la entrevistas con el personal del hospital a estudiar, así como a los técnicos que nos ofrecerán la información sobre la metodología de trabajo es vital área el desarrollo del proyecto.

### **Técnicas de investigación de campo**

Esta técnica consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, se obtiene la información sin alterar las condiciones existentes.

### **3.3.2. Técnicas de Análisis de Datos**

Entre las técnicas de análisis de datos mas comúnmente utilizadas para este tipo de proyectos están:

#### **Análisis de contenido y análisis estadístico**

Permite presentar los resultados de manera escrita y gráfica. De manera escrita porque se incorporaron los datos estadísticos recolectados en forma de texto a partir de una descripción de los mismos, y de manera gráfica porque se presentaran los resultados del estudio en forma de barras y círculos, aplicando métodos estadísticos descriptivos.

### **Diagrama de procesos**

Este permitirá la representación gráfica de la secuencia: de todas las operaciones, del transporte, de la inspección, de las demoras y del almacenaje que se efectúa en un proceso o procedimiento. Este tipo de diagrama incluye la información que se considera adecuada para su análisis, como lo es el del tiempo requerido y la distancia recorrida.

### **Método cualitativo por puntos**

Asigna factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes para la localización. Esto conduce a una comparación cuantitativa de diferentes sitios. El método permite ponderar factores de preferencia para el investigador al tomar la decisión.

### **Método SLP (Systematic layout planning)**

Consiste en un marco laboral de fases con los cuales cada proyecto es una disposición; un patrón de los procedimientos para el planeamiento paso a paso de los procesos, y un sistema de las convenciones para identificar, visualizar, clasificar las diferentes actividades, relaciones y alternativas implicadas en cualquier disposición de la distribución. Este método fue desarrollado por un especialista reconocido internacionalmente en materia de planeación de fábrica, que ha recopilado los distintos elementos utilizados por los ingenieros industriales para preparar y sistematizar los proyectos de distribución. Tales procedimientos permitirán determinar la localización, una distribución general, luego detallada, realizando un estudio económico, etc.

### **3.4 Desarrollo del Proyecto**

El desarrollo de este estudio requiere generalmente pasar por una serie de etapas desde la idea del proyecto hasta la puesta en marcha de la unidad o proceso productivo de los fijadores tutoriales.

El proceso general distingue una primera fase de concepción intelectual, en la cual el proyecto se analiza por medio de técnicas de evaluación realizando primeramente un estudio de viabilidad o pre-factibilidad, para luego continuar, si el caso así lo amerita, al estudio de factibilidad técnico - económico o evaluación de proyecto propiamente tal.

Entre los procedimientos a desarrollar tenemos:

#### **3.4.1 Estimación de la Demanda**

Investiga el comportamiento del consumidor y la posición de la competencia para determinar la demanda insatisfecha presente en un mercado, con el objeto de definir una hipótesis de participación en dicho mercado y establecer un plan de ventas de mediano y largo plazo que defina el respectivo nivel operativo del proyecto analizado.

Para la presente investigación se utilizara el término estimación de la demanda, en la cual se analizara teóricamente datos estadísticos sobre los requerimientos del principal centro hospitalarios de la zona y la incidencia que estas tasas de consumo tendrán sobre los planes de producción de la instalación base de estudio.

### **3.4.2 Estudio Técnico**

Esta etapa se realiza en base al desarrollo de una ingeniería básica y/o conceptual, más la respectiva ingeniería de desarrollo de producto cuando corresponda, además del diseño organizacional de la unidad productiva con el objeto de tener una cuantificación detallada de los costos de inversión en tecnología e infraestructura y de capital de trabajo asociados a los recursos materiales y humanos requeridos para la operación del proyecto.

### **3.4.3 Estudio Económico**

Conocidos los niveles de inversión y capital de trabajo, se está en condiciones de calcular el punto de equilibrio de la operación de la unidad productiva y de determinar los flujos de cajas para el horizonte de evaluación por medio de la proyección de ingresos y egresos asociados al proyecto sujeto a evaluación. Determinados los flujos netos correspondientes a cada periodo se procede a calcular los indicadores de rentabilidad de acuerdo al método de evaluación aplicado. Habitualmente se aplican los métodos del VPN y TIR o una combinación de ambos.

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA**

#### **4.1 Identificación de los Consumidores**

Algo que resulta peculiar y un tanto delicado respecto a la población de consumidores que adquieren los fijadores tutoriales de uso traumatológico es el hecho de que el mismo se adquiere con la finalidad de cubrir o atender en la mayoría de los casos situaciones de emergencia hospitalaria. Sin embargo es importante afirmar que la fijación externa se ha convertido en unas de las técnicas imprescindibles para el manejo de las fracturas complicadas, que debería tener a la mano todo cirujano ortopedista. (Ver anexo A.5.23.)

Por ello para identificar a los consumidores de este tipo de producto se puede deducir entonces que estará conformado por aquella población que sufra algún traumatismo del tipo óseo de huesos largos principalmente, como fracturas abiertas o que necesite una adecuada inmovilización del miembro a tratar, también puede incluirse en este grupo a aquellas personas que requieran de algún tratamiento para alargar extremidades y nivelarla con otro miembro, tal es el caso del fémur, donde personas con acortamientos importantes necesitan de la utilización de esta técnica como tratamiento definitivo para la corrección; lo que conduce a una disminución de costos, tanto para el paciente como para la institución (horas/cama), presentando además un mínimo de complicaciones en el postoperatorio.

## 4.2 Definición y Descripción Del Producto

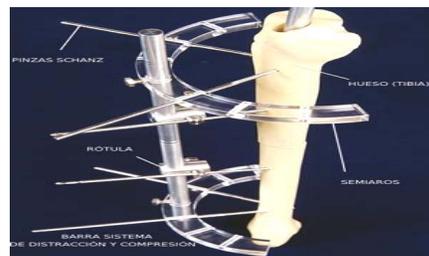
### 4.2.1 Definición

Los fijadores, conocidos también como tutores externos, son estructuras de anillos, pequeños tubos, shanz, rotulas y clavos metálicos que se colocan alrededor del miembro afectado por la fractura; su función es de mayor alcance que el simple yeso, porque estabiliza y provee al paciente de mayor movilidad (Ver figura 4.1).

El fijador o tutor externo es esa pieza metálica que algunas personas exhiben como una serie de alambres y aros que le cubren una pierna o un brazo, con clavos que se insertan dentro de su piel para sujetar los huesos.

Una de las mejores aplicaciones de este dispositivo es para fractura de fémur, el hueso más largo del esqueleto, ubicado en el muslo; para ser quebrado amerita mucha fuerza y produce dolor insoportable. ([www.eluniversal.com](http://www.eluniversal.com)).

Es importante destacar en lo correspondiente al dimensionamiento de los tutores, que éste dependerá no sólo de las medidas del miembro a tratar que como sabemos varía de persona a persona, sino del tipo de tratamiento.



**Figura 4.1:** Modelo estructural de un fijador tutorial

**Fuente:** sitio web [www.mct.gob.ve](http://www.mct.gob.ve)

Los fijadores externos actualmente gozan de gran popularidad y se usan ampliamente. Efectúan la estabilización del foco de fractura mediante la introducción de varios clavos metálicos transóseos de forma percutánea y la colocación de un sistema de estabilización externo con barras. En este caso la modificación de la vascularización ósea es mínima y la nueva situación biomecánica permite fomentar la osificación medular y perióstica. Actualmente se intenta llevar a cabo una dinamización de la fractura para permitir un aumento en la compresión intermitente del foco y favorecer así la formación del callo.

Así mismo existe una amplia variedad de fijadores externos, dependiendo de la afección y del tratamiento que se desee colocar, sin embargo se pueden citar entre los más comunes tres tipos fundamentales:

- ✚ **Fijación externa unilateral.** permiten un movimiento axial en la fractura. Constituido por una sola barra de unión entre los tornillos transóseos. Se recomiendan en fracturas diafisarias.
- ✚ **Fijación externa multiplanar:** usada en el caso de fracturas metafisarias o intraarticulares proximales o distales. Aumentan la rigidez de la fijación mediante la colocación de varias barras unidas entre sí. No existe un patrón establecido para su disposición. No existen pruebas definitivas que confieran mejores resultados a estos en comparación a los unilaterales.
- ✚ **Fijadores circulares.** basados en los principios de Ilizarov, usa un fijador externo de anillo con múltiples alambres. Están indicados en fracturas diafisarias asociadas a pérdida ósea amplia (para posibilitar la reconstrucción posterior del defecto óseo mediante transporte óseo).

### **4.3 Naturaleza y Uso el Producto**

Según Baca G. (2007:17), los productos pueden clasificarse desde diferentes puntos de vista. A continuación se da una serie de clasificación, cuyo objetivo es tipificar los fijadores externos bajo criterio del autor consultado

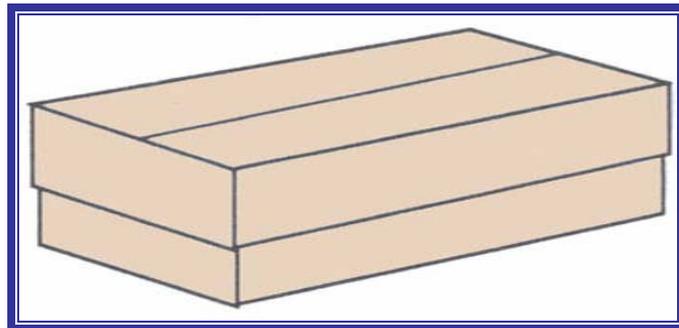
Por su vida de almacén, se clasifican en duraderos (no perecederos), como son los aparatos eléctricos, herramientas, muebles y otros, y no duraderos (perecederos), que son principalmente alimentos frescos y envasados.

Los productos también puede clasificarse como de conveniencia, como los alimentos, cuya compra se planea; Productos que se adquieren por comparación (vinos, latas, muebles, casas, autos); Productos que se adquieren por especialidad (el servicio medico, el servicio de automóviles); Productos no buscados (cementorios, abogados, hospitales, etc.).

Para efectos de la presente investigación y según la clasificación expuesta por el autor citado, se puede deducir que de acuerdo a la naturaleza y vida en almacén del producto en este caso fijador tutorial, es del tipo duradero (no perecedero) y de acuerdo al tipo de producto pertenece a la categoría de productos no buscados.

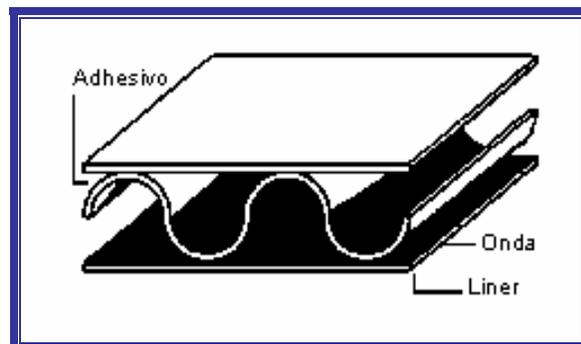
#### 4.4 Presentación del Producto

El producto tendrá una presentación en cajas de cartón tipo corrugado sencillo color castaño de dimensiones 40x13x7cm. (Ver figuras 4.2 y 4.3.). La cual contendrá en su interior las piezas que en conjunto forman el fijador tutorial previamente empaquetadas y esterilizadas, listas para la colocación y ensamblaje en el quirófano.



**Figura 4.2:** Presentación del producto embalado

**Fuente:** Images.google.co.ve



**Figura 4.3:** Perfil del cartón de la caja a utilizar

**Fuente:** www.quiminet.com.mx

Por otra parte, el diseño de presentación obligatoriamente debe contener la siguiente información:

Nombre/tipo de tutor.

Nombre y localización de la planta.

Tipo de material.

Número de lote

Contenido neto

Nombre de la institución hospitalaria o del paciente.

## **4.5 Estimación de la Demanda**

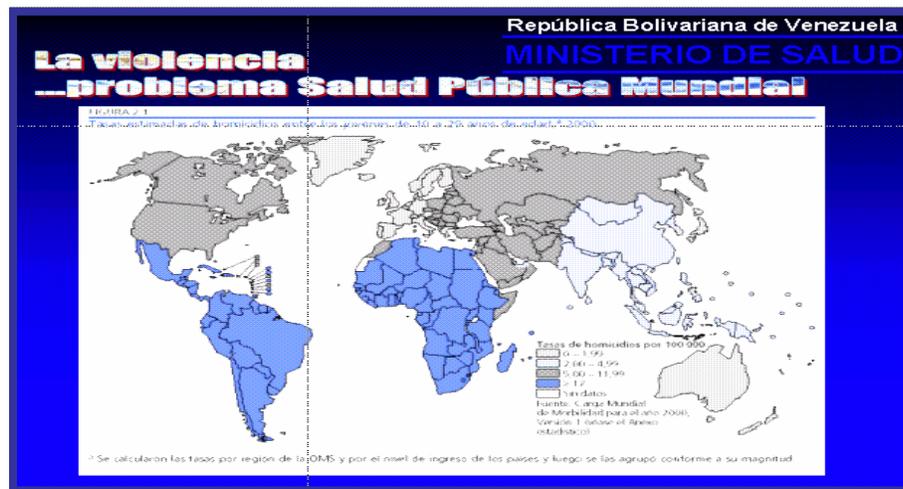
### **4.5.1 Definición**

El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda, es determinar y medir cuales son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto a un bien o servicio, así como verificar la posibilidad de participación del producto en la satisfacción de dicha demanda. Para el desarrollo de este análisis se obtuvo información de fuentes primarias a través de la interacción directa con el Dpto. de Tecnología de fabricación mecánica del núcleo de Anzoátegui y de fuentes secundarias como el Hospital Luís Razetti de Barcelona, y del Ministerio de salud; quienes poseen información valiosa para desarrollar el proyecto, a pesar de ser un producto nuevo en la zona.

La población considerada para el estudio esta constituida por el número total de personas que asisten al servicio de traumatología del Hospital Dr. Luís Razetti de Barcelona, sin embargo es importante conocer el comportamiento a nivel nacional de la demanda de los servicios de traumatología y la utilización de los fijadores tutoriales:

#### 4.5.2 Investigaciones del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS)

Las Instituciones Hospitalarias enfrentan, una altísima demanda de Servicios médicos, para la atención de lesionados, producto de la influencia de los accidentes viales, la violencia y el aumento de la expectativa de vida (Ver figura 4.4.), sin contar con la provisión adecuada de los implantes biomédicos, que aseguren una atención oportuna y de calidad.



**Figura 4.4:** Distribución de la violencia, según OMS  
**Fuente:** Ministerio del poder popular para la salud (MPPS)

Según Drs. Palomo C. y Chávez L., traumatólogos Adscritos al MPPS (2006); en su estudio titulado “Productividad de los servicios de cirugía ortopédica y traumatología, en la red de hospitales del ministerio de salud, durante 2004”, en su informe de productividad de cirugía ortopédica y traumatología (COT). Expusieron:

En Venezuela, se prevee un significativo cambio en la estructura poblacional, pasando de una pirámide, triangular de base ancha pero baja por una de base ancha y alta, lo cual traduce un notable crecimiento de la

franja de los grupos erarios correspondiente a los adultos (> 20 años). Por otro lado la persistente incidencia de los accidente viales, en conjunción de la generación de lesionados como consecuencia de la presencia pernicioso de los hechos violentos. Permite estimar un incremento de la demanda de servicios de cirugía ortopédica y traumatología (COT).

#### **4.5.2.1 El Estudio**

Según evaluación de Productividad en COT (cirugía ortopédica y traumatología) a los Servicios de Traumatología y Ortopedia de 54 hospitales, de la Red Hospitalaria pública del País. Se Registró la data, para su posterior análisis:

En Venezuela, durante 2004, se registraron 1.104.968 egresos hospitalarios, de los cuales, 25.279 fueron realizados por los Servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología, lo que representa el 2.29% de todos los egresos. De estos egresos, 21.979 pacientes (86,95%) requirió ser intervenido quirúrgicamente, y ameritó la colocación de algún tipo de implante ortopédico. En promedio, se considera que ocurrieron 1.000 egresos anuales en los Hospitales tipo IV; 429 en los hospitales tipo III y 320 en los Hospitales tipo II (Ver tabla 4.1.)

**Tabla 4.1:** Número de IQ de COT del 2004, distribuidas por tipo de hospital.

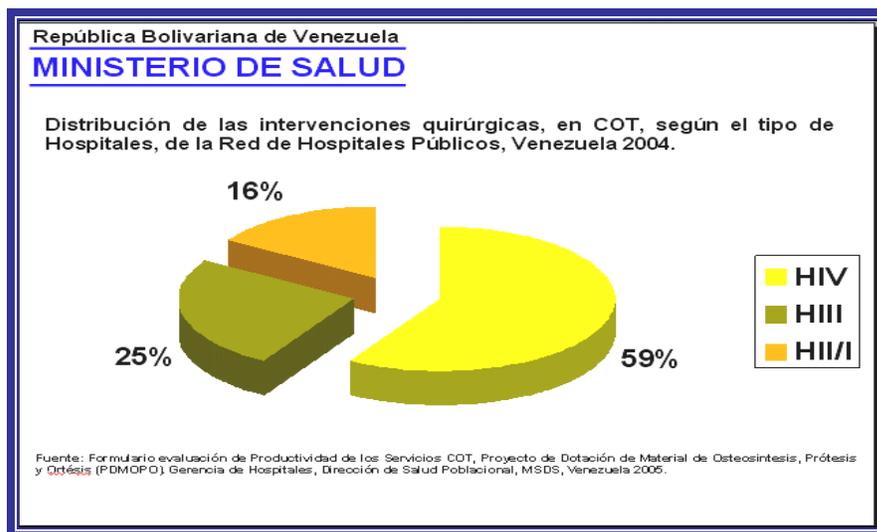
	Hospitales tipo IV	Hospitales tipo III	Hospitales tipo II	TOTAL
Número de IQ de COT	12.853	5.545	3.581	21.979
Porcentaje de IQ de COT	58,48 %	25,23 %	16 %	100 %

**Fuente:** Ministerio del poder popular para la salud (MPPS)

#### **Análisis**

La mayoría de las Intervenciones quirúrgicas (IQ) por COT (Ver Gráfico 4.1.), fueron realizadas a nivel de los hospitales tipo IV (Ubicados en poblaciones mayores de 100.000 habitantes y con un área de influencia de 1.000.000 habitantes y más de 301 camas; por ejemplo el HULRB), lo cual esta correlacionado con la mayor demanda a este nivel, así como, la mayor cantidad de recursos humanos especializados y materiales. Sin embargo, es significativa la cantidad de intervenciones realizadas en los otros hospitales como los tipo III (Ubicados en poblaciones mayores de 60 mil habitantes, con capacidad entre 150 y 300 camas) y los tipo II (ubicados en poblaciones de más de 20 mil habitantes, tienen entre 60 y 149 camas de hospitalización), indicativo de la capacidad potencial resolutive a esos niveles. Estos datos nos permiten afirmar que un plan de fabricación de materiales para fijación ósea, externa o interna, debe incluir a esos hospitales, pues, al disponer oportunamente de implantes y aumentar su capacidad resolutive, contribuiría a disminuir el impacto de los factores que contribuyen a la

ralentización del ciclo de prestación de Servicios en COT, en los hospitales de mayor demanda.



**Gráfico 4.1:** Distribución de las IQ en COT, según el tipo de hospital.  
Fuente: Ministerio del poder popular para la salud (MPPS)

Se realizaron un total de 21.979, intervenciones quirúrgicas por COT (Ver Tabla 4.1.), durante el año 2004, prácticamente en el 60 % (15.385) de las mismas, los implantes utilizados correspondieron a la categoría de Básicos, donde agrupamos al alambre de acero inoxidable, las agujas de Kirschner, los clavos de Steimann, Schanz, fijadores externos, Clavos endomedulares de primera generación, endoprótesis de Thompson y Moore.

Mientras; los Avanzados (Fijadores externos complejos) capitalizaron casi el 25% de las intervenciones (3.077), para los Especiales (Categoría que incluye los sistemas de artroplastia total de Cadera y Rodilla y los sistemas de Instrumentación Vertebral, donde ubicamos los sistemas de fijación Transpedicular, Intervertebral e Interlaminares), se registró el 15% restante

(1.539) (Ver Tabla 4.2.) Claramente queda evidenciado, el peso específico que tienen los implantes básicos (tutores externos), en la resolución de las lesiones esqueléticas, porcentaje que según los estudios no ha presentado mayores variaciones en la mayoría de los años, lo cual pudiera estar influenciado, por un enfoque simplista, de resolver con lo que se tiene a la mano, pero que indudablemente resalta la importancia de disponer de implantes básicos. No podemos discriminar la influencia exacta de procedimientos especiales, como prótesis totales e instrumentaciones vertebrales, la data recolectada no lo permite, por lo cual se realizarán correctivos al formulario para poder medir la repercusión de estos y otros procedimientos.

Con los implantes básicos y avanzados se resuelve el 85% de la demanda de Servicios en COT. Si podemos inferir, que el aumento de la demanda, así como la lenta capacidad resolutive, conspira para atender las cirugías Electivas, hecho que se ha podido constatar con la Oficina de Atención al ciudadano del Ministerio de Salud y con las ayudas directas otorgadas por Osteosíntesis, facilitando implantes de alta complejidad (Prótesis totales, Instrumentaciones Vertebrales, etc.) que esperan hasta un año, para su resolución quirúrgica.

**Tabla 4.2:** Distribución de las IQ en COT, según el tipo de implante.

República Bolivariana de Venezuela				
<b>MINISTERIO DE SALUD</b>				
Distribución de las intervenciones quirúrgicas, en COT, según la complejidad del implante, en la Red de Hospitales Públicos, Venezuela 2004.				
HOSP/IMP	BASICOS	AVANZADOS	ESPECIALES	TOTAL
HOSP IIII	2.507	501	251	3.581
HOSP III	3.882	776	388	5.545
HOSP IV	8.997	1.799	900	12.853
<b>TOTAL</b>	<b>15.385</b>	<b>3.077</b>	<b>1.539</b>	<b>21.979</b>

Fuente: Formulario evaluación de Productividad de los Servicios COT, Proyecto de Dotación de Material de Osteosíntesis, Prótesis y Ortesis (PDMOPD). Gerencia de Hospitales, Dirección de Salud Poblacional, MSDS, Venezuela 2005.

**Fuente:** Ministerio del poder popular para la salud (MPPS)

Resulta imperativo para el estado venezolano, articular políticas que propendan a garantizar a corto y mediano plazo, la provisión de los implantes ortopédicos necesarios, para el tratamiento de las afecciones músculo-esqueléticas. Su propósito es de satisfacer la demanda creciente y significativa, de los mismos y así garantizar una mayor cobertura, en la prestación de asistencia médico-quirúrgica, en Servicios de Cirugía Ortopédica, sin perder la noción de soberanía y el sentido estratégico de disminuir progresivamente la dependencia Tecnológica, en esta sensible área de la práctica médica.

Es por ello que como venezolanos debemos contribuir por ese desarrollo que tanto necesitamos, esto a través del implemento de centros pilotos a nivel de regiones que se encarguen de fabricar y abastecer de implantes principalmente básicos, esa demanda que necesita ser atendida.

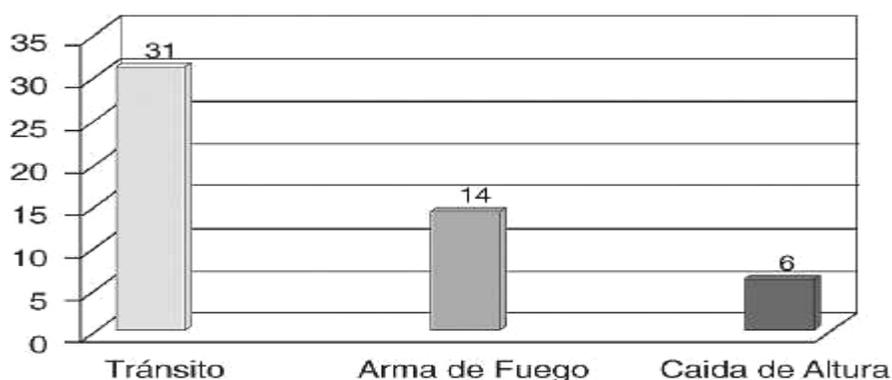
### 4.5.3 Estudio Realizado por el Hospital Central de la Ciudad San Cristóbal

#### 4.5.3.1 Pacientes y Métodos

Entre enero del 2000 y noviembre del 2002; se siguieron 51 pacientes tratados quirúrgicamente con Fijador Externo en el Hospital Central de la Ciudad de San Cristóbal por fracturas abiertas; de huesos largos como humero, fémur y tibia, se tabuló la siguiente información: edad, sexo, motivo de consulta, tipo de fractura y tratamiento definitivo.

#### 4.5.3.2 Resultados

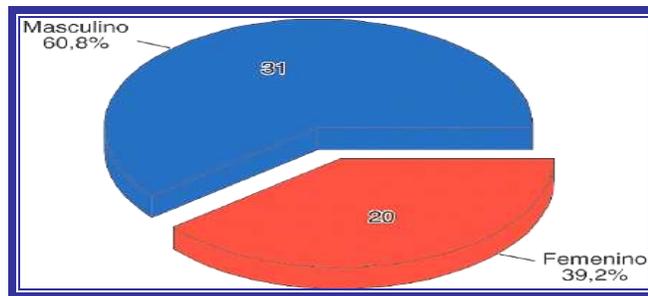
De los 51 pacientes seguidos, se pudo conocer que el principal motivo de consulta fueron los accidentes de tránsito con 31 (61%), seguido de las heridas por proyectil de arma de fuego con 14 casos que representa el 27%, y las caídas de su propia altura con 6 (12%) (Ver Gráfico 4.2).



**Gráfico 4.2:** Tipo de accidentes comúnmente asistidos en traumatología

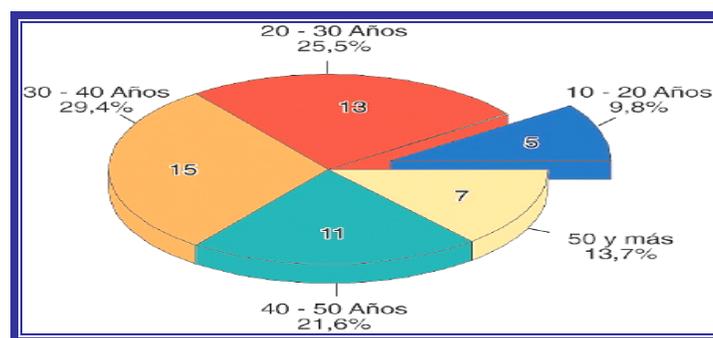
**Fuente:** Historias médicas del Hospital Central de San Cristóbal

El sexo masculino es el más frecuentemente afectado con 31 casos (60,8%) comparado con el femenino que reporto 20 (39,2%) (Ver Gráfico 4.3).



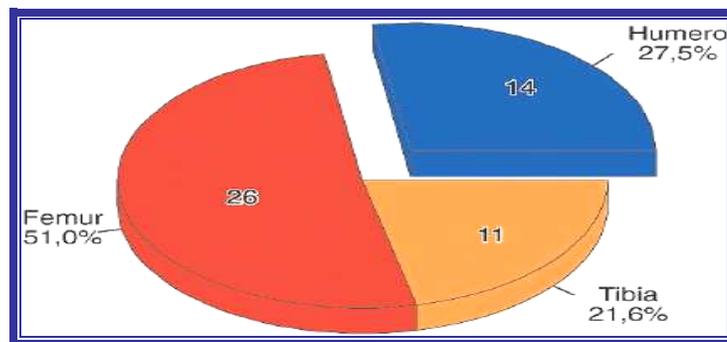
**Gráfico 4.3:** Distribución por sexo de casos tratados en traumatología  
**Fuente:** Historias médicas del Hospital Central de San Cristóbal.

Haciendo referencia a la distribución en cuanto al grupo etáreo, tenemos que las edades comprendidas entre 30-40 años ocuparon un 29,4% de los casos, seguidos en orden de frecuencia del grupo de 20-30 años con un 25,5% y un tercer lugar para las edades entre 10 a 20 y 40 a 50 años con un 9,8 y 21,6% respectivamente (Ver Gráfico 4.4).



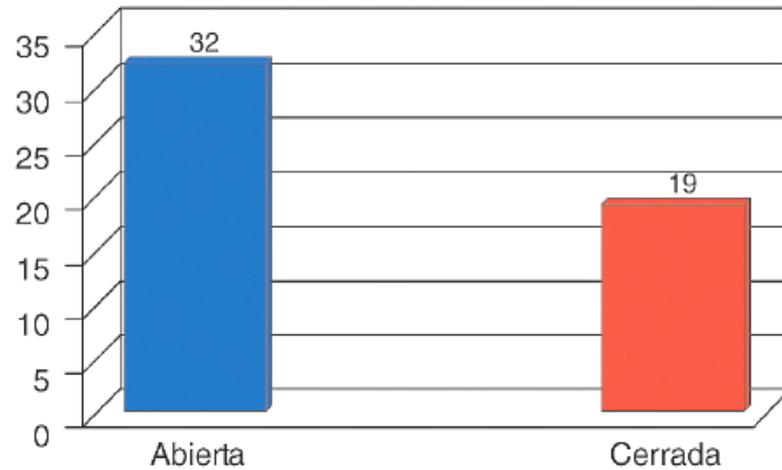
**Gráfico 4.4:** Distribución por grupo etáreo de casos en traumatología  
**Fuente:** Historias médicas del Hospital Central de San Cristóbal.

En cuanto al segmento óseo más comprometido resultó el Fémur con un 51,0%, seguido del Húmero (27,5%) y un tercer lugar para la Tibia (21,6%) (Ver Gráfico 4.5).



**Gráfico 4.5:** Segmento óseo comúnmente fracturado  
**Fuente:** Historias médicas del Hospital Central de San Cristóbal.

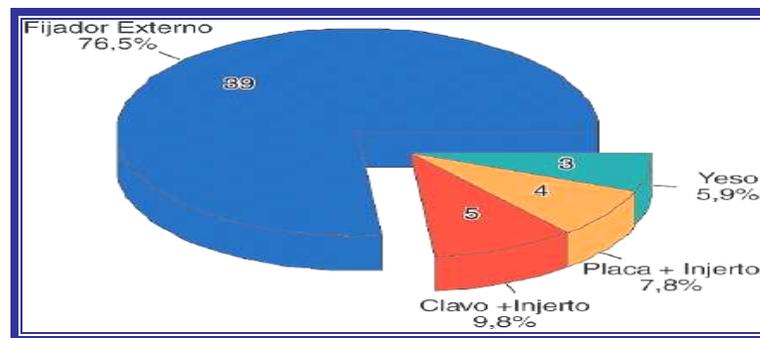
En cuanto al tipo de fractura; del total de 51 casos, se observó que 32 de ellos se presentaron con heridas abiertas, mientras que los 19 casos restantes corresponden a heridas cerradas (Ver Gráfico 4.6).



**Gráfico 4.6:** Tipo de fractura

**Fuente:** Historias médicas del Hospital Central de San Cristóbal.

En cuanto al tratamiento definitivo el 76,5% de los pacientes fue tratado con Fijador Externo; el 23,5% restante se complementó con otro tipo de material como clavo más injerto (9,8%), placa más injerto (7,8%), yeso (5,9%) (Ver Gráfico 4.7).



**Gráfico 4.7:** Tratamiento definitivo en el área de traumatología  
Fuente: Historias médicas del Hospital Central de San Cristóbal

## **Discusión**

En esta revisión, las fracturas abiertas inducidas por el mecanismo de alta energía ocasionadas por accidentes de tránsito y/o arma de fuego representan el 88% de los casos, afectando al 54,9% a la población económicamente activa, específicamente al sexo masculino 60,8%. El segmento óseo más frecuentemente afectado fue el Fémur 51,10%, seguido por el Húmero 27,5% y finalmente la Tibia 21,6% a pesar de ser éste segmento que más frecuentemente presenta fracturas abiertas por ser subcutánea su cara medial. En el 76,5% de los casos, el tratamiento se culminó con fijador externo, el 23,5% de los casos restantes se efectuó la conversión a una fijación interna entre la semana cuarta y sexta.

En nuestra experiencia se puede evidenciar que el uso del Fijador Externo, proporciona una excelente alternativa para el manejo de los pacientes con este tipo de lesiones, reduciendo al máximo el trauma quirúrgico de las estructuras anatómicas, así como también puede ser usado como tratamiento definitivo en vista de su versatilidad y buenos resultados.

### **4.5.4 Población Demandante**

La población considerada para el presente estudio esta constituida en principio por el número total de pacientes contabilizados que acudieron al servicio de traumatología del Hospital Razetti para el año 2007.

Para determinar el número de casos en donde se indica la utilización del tutor externo, nos apoyaremos en estudios realizados por el Ministerio del Poder popular para la Salud a nivel nacional, los cuales reflejan que del total

de casos que acuden a los servicios de COT, un 59% de ellos es resuelto a través de tratamientos con implantes básicos (tutores y alambres).

En el cálculo de la población demandante se tomo una población de 1032 pacientes anuales y le fue restado el 41% correspondiente a los casos en traumatología en los que no se requiere como tratamiento la utilización de los implantes básicos, obteniendo un total de 609 pacientes anualmente asistidos con este método de fijación esquelética. Tal como se muestra en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3:** Población demandante en el HULRB

Población general en traumatología	Porcentaje de pacientes que no requieren tutores	Nº Total de pacientes Demandantes
1.032	41%	609

**Fuente:** Dr. Humberto Reyes, Sub-Director Administrativo. Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona, MPPS y elaboración propia (2.008)

Adicionalmente, es importante tomar en cuenta una cifra general que agrupa a los centros de salud más representativos de la zona norte del estado Anzoátegui donde de igual forma se colocan fijadores externos; entre los que se encuentran:

-  Policlínica Puerto la Cruz
-  Centro Médico Zambrano. Barcelona
-  Centro De Especialidades Anzoátegui

Según la fuente citada en la tabla anterior se estima que la demanda de tutores externos promedio entre los centros de salud mencionados representa un incremento de 20% sobre total del HULRB. En la tabla 4.4 se muestra dicho incremento:

**Tabla 4.4:** Población demandante total

Nº total de pacientes Demandantes en el HULRB	Incremento correspondiente de otros centros de salud (%)	Nº Total de pacientes Demandantes
609	20	730

**Fuente:** Dr. Humberto Reyes, Sub-Director Administrativo. Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona, MPPS y elaboración propia (2.008)

#### 4.5.4.1 Comportamiento Histórico de la Demanda

Dado que de éste producto en particular no se tienen datos históricos de demanda en el mercado y que debido a que ningún organismo existente en nuestra área de estudio no llevan registro de la demanda de fijadores tutoriales en dicha población, se tomo como comportamiento histórico de la demanda, la cantidad de pacientes que en los últimos 5 años egresaron del servicio de traumatología del hospital Razetti, combinado con el 59% de los casos en los que se indican como tratamiento definitivo el uso de fijadores tutoriales externos.

En la tabla 4.5; se presenta su comportamiento durante los últimos 5 años.

**Tabla 4.5:** Datos históricos de la demanda de Tutores Externos

Año	Egresos de servicio de traumatología (Pacientes/Años)	Casos en los que se requiere tutores (%)	Demanda (Tutores/Año)
2.003	1.020	59	602
2.004	1.032	59	609
2.005	960	59	566
2.006	1.018	59	601
2.007	1.032	59	609

**Fuente:** Dr. Humberto Reyes, Sub-Director Administrativo. Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona y elaboración propia (2.008)

#### **Análisis**

De acuerdo a los datos señalados en la tabla 4.5; se refleja un aumento de la demanda en años anteriores a excepción del 2005 en que se atribuye disminuyeron estos índices de demanda de tutores por la reciente entrada para ésta época de un nuevo período de gobierno en lo que respecta al estado Anzoátegui; aunado esto a los planes de dotación y donación de tratamientos médicos a nivel nacional en convenio con la República de Cuba.

El notable crecimiento de dicha demanda, se debe entre otros factores al crecimiento de la población, al aumento de los accidentes de tránsito producto de la elevada adquisición de vehículos y motocicletas en los últimos años, de la violencia, entre otros ya señalados.

#### 4.5.5 Proyección de la Demanda

Para definir la demanda futura se utilizó los años (i), los datos históricos (Y) y la tasa de crecimiento anual de pacientes que acuden al área de traumatología de los centros asistenciales (ver ecuación 4.1).

Se toma ésta tasa de crecimiento, ya que influye de manera directa en el comportamiento de la demanda de los tutores. El crecimiento anual de pacientes en el servicio de traumatología es estimado como una tasa constante, cuyo valor es de 1.5% (Fuente: Dr. Carlos Gómez. Jefe de la Unidad de Traumatología. Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona. 2.008).

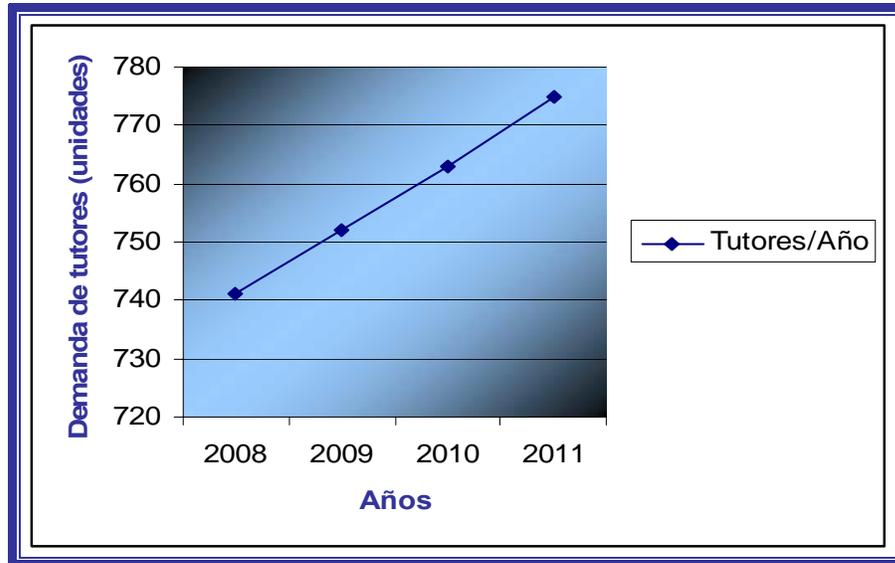
$$Y_i = Y_{i-1} * 0.015 +$$

**Ec. 4.1**

**Tabla 4.6:** Proyección de la demanda de tutores en la zona de estudio

Año	Cantidad de equipos (tutores./Año)
2.008	741
2.009	752
2.010	763
2.011	775

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)



**Gráfico 4.8:** Demanda proyectada de tutores en la zona de estudio

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

En el gráfico 4.8 se evidencia claramente cómo se refleja un crecimiento notable en la demanda de los Fijadores Externos en lo que respecta a los hospitales tomados como referencia; cifras que son respaldadas por estudios hechos a nivel nacional, donde por las razones antes expuestas van aumentando a través de los años.

#### 4.6 Estimación de la Oferta

En cuanto al número de oferentes se puede concluir que los fijadores externos corresponden a una fusión entre **oferta oligopólica y monopolica**, porque aún y cuando son pocos incluso a nivel nacional, abarcan gran parte de la demanda por falta de competencia imponiendo calidad, precio y cantidad que vale la pena mencionar no son suficientes.

Los tutores ya disponibles en el mercado venezolano son los producidos por el Centro de Innovación Tecnológica (CITEC-ULA) de Universidad de Los Andes, AGOA, PECHIO y la empresa Corporea C.A, del centro de Bioingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Sus equivalentes extranjeros provienen de Suiza, Estados Unidos y Cuba, entre los cuales se puede citar Synthes y AO (Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis), en los dos primeros; y RALCA (Cuba) entre otros.

#### 4.6.1 Comportamiento Histórico de la Oferta

Según un estudio de mercado realizado por la compañía Maxim Ross y Asociados S.A1; para CITEC-ULA como empresa pionera en producción de Tutores Externos en Venezuela. El comportamiento histórico de la oferta se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 4.7:** Datos históricos de la oferta de los Fijadores Externos

<b>Año</b>	<b>Oferta histórica (Tutores/Año)</b>	<b>Tasa de Inflación (%)</b>
<b>2.003</b>	4.423	27,08
<b>2.004</b>	4.677	19,17
<b>2.005</b>	4.932	14,36
<b>2.006</b>	5.186	16,98
<b>2.007</b>	5.441	22,50

**Fuente:** sitio web Maxim Ross y Asociados S.A1, elaboración propia y  
BCV

En la **tabla 4.7** se puede observar que la cantidad de fijadores externos, ofertados por el principal productor a nivel nacional (CITEC) para los años anteriores. Cantidades que han resultado insuficientes para cubrir enteramente las necesidades de todos los hospitales del país, pues hemos

incurrido cada vez mas en la importación del producto para satisfacer esas necesidades, si se tiene en cuenta la cantidad de estados, de hospitales, clínicas y el aumento evidente de las tasas de crecimiento poblacional, de los accidentes de transito, así como los índices de violencia.

Todo esto conlleva a proponer la implantación de una empresa fabricante y ensambladora de fijadores externos de uso traumatológico en la zona norte Estado Anzoátegui, elaborada con la mano de obra local, para así ayudar a cubrir la demanda existente o parte de ella, sabiendo que seria muy difícil, sin embargo se podría contribuir a “amortiguar” en gran parte la misma.

#### 4.6.2 Proyección de la Oferta

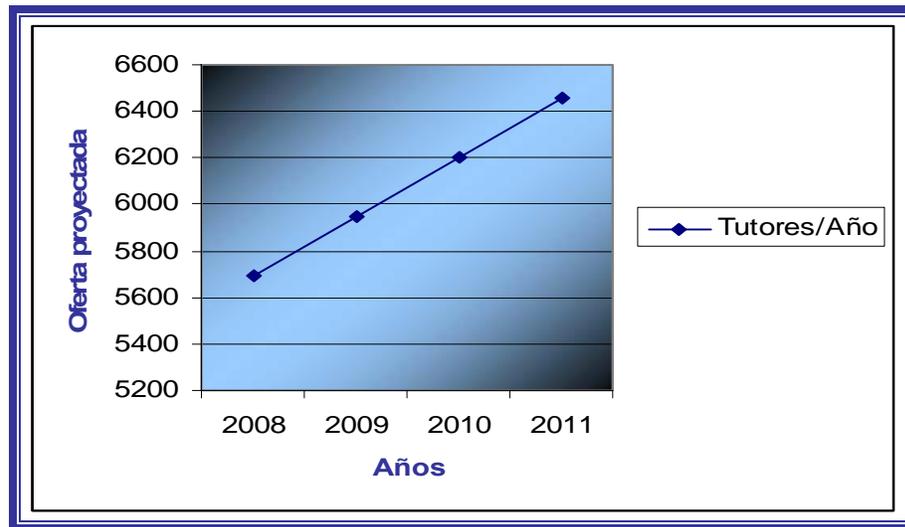
Para conocer la evolución de la oferta en los próximos años, de igual manera se utilizaron como referencia las investigaciones de estudio de mercado y proyecciones realizadas por la compañía citada anteriormente para CITEC- ULA. Dichos datos que se reflejaran a continuación:

**Tabla 4.8:** Proyección de la oferta de los Fijadores Externos

<b>Año</b>	<b>Oferta Proyectada (tutores/Año)</b>	<b>Tasa de Inflación (%)</b>
<b>2.008</b>	5.696	24,4
<b>2.009</b>	5.950	27
<b>2.010</b>	6.205	22
<b>2.011</b>	6.460	15,5

Fuente: sitio web Maxim Ross y Asociados S.A1, elaboración propia y

BCV



**Gráfico 4.9:** Proyección de la oferta de Fijadores Externos  
Fuente: Elaboración propia (2.008)

#### 4.7 Estimación de la Demanda Insatisfecha

La demanda insatisfecha se refiere a la cantidad de producto que el mercado consumirá en los años y que la oferta actual no puede suplir, demanda que como futuros productores aprovecharíamos para entrar al mercado tanto a nivel regional como nacional. Se obtiene con la diferencia de los datos proyectados de la oferta y la demanda.

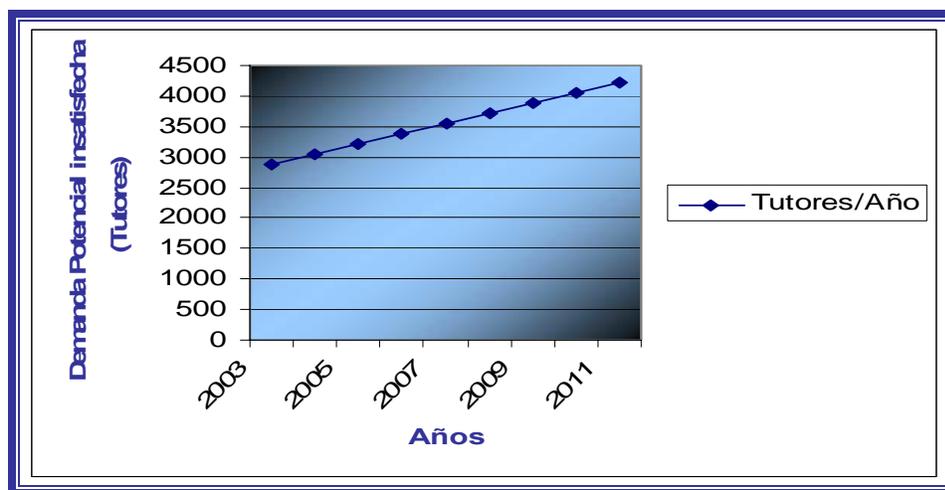
Es importante enfatizar que los datos que a continuación se muestran tienen una intención netamente referencial que pretenden ilustrar un comportamiento global que indudablemente se pueden emplear para reflejar la realidad que se vive. En este sentido, se utilizaran nuevamente los datos citados anteriormente por la compañía Maxim Ross y Asociados S.A1; en su estudio de mercado para CITEC-ULA; cuyos resultados se presentan en la **tabla 4.9** que sigue:

**Tabla 4.9:** Demanda insatisfecha a nivel nacional

Año	Demanda (Tutores/Año)	Oferta (Tutores/Año)	Demanda potencial Insatisfecha(Tutores/Año)
2.003	7.315	4.423	2.892
2.004	7.736	4.677	3.059
2.005	8.157	4.932	3.225
2.006	8.578	5.186	3.392
2.007	9.000	5.441	3.559
2.008	9.421	5.696	3.725
2.009	9.842	5.950	3.892
2.010	10.263	6.205	4.058
2.011	10.684	6.460	4.224

**Fuente:** sitio web Maxim Ross y Asociados S.A1 y elaboración propia

En el gráfico que sigue se mostrará la evolución de la demanda potencial insatisfecha según la fuente consultada a nivel nacional:



**Gráfico 4.10:** Demanda insatisfecha a nivel nacional  
**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

## 4.8 Análisis de Precios

Para determinar el valor de los precios, se deben considerar algunos parámetros como: Costos de mano de obra, de materia prima, de Producción y otros costos indirectos que afectan el costo final del producto, además no se pueden obviar los indicadores económicos del mercado, en el establecimiento del precio del mismo. En la siguiente tabla se puede apreciar un rango de precios de estos equipos (desde el más simple a uno de los más complejos) en los últimos años:

**Tabla 4.10:** Precios históricos del los Fijadores externos

Año	Tiempo	Rango de precios (Bs. F./tutor)	Promedio (Bs. F./tutor)	Tasa de inflación (%)
2.003	1	300 – 3.000	1.650	27,08
2.004	2	500 – 3.500	2.000	19,17
2.005	3	700 – 5.000	2.850	14,36
2.006	4	1.500 – 8.000	4.750	16,98
2.007	5	2.000 – 15.000	8.500	22,50

**Fuente:** Unidad de Traumatología. Hospital Universitario Dr. Luís Razetti de Barcelona. y Banco Central de Venezuela (BCV)

### 4.8.1 Proyección de los Precios

Para la proyección de los precios, se tomaron como base las estimaciones de la tasa de inflación pronosticada para los próximos años, cabe considerar que estos precios estarán sujetos a la variación de las medidas políticas y económicas adoptadas por el Gobierno nacional y otros factores Macroeconómicos, como el PIB, la devaluación de la moneda y el control de cambio que se puedan presentar en los próximos años. Para dicha proyección se empleó la siguiente ecuación:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \gamma Z_i$$

**Ec. 4.2**

**Donde:**

$\alpha$ : Coeficiente Independiente

$\beta$ : Coeficiente de la Variable Tiempo

$\gamma$ : Coeficiente de la Variable Tasa de Inflación

$X_i$ : Valores en año

$Z_i$ : Tasa de Inflación

$Y_i$ : Precio

Al correlacionar a los años ( $X_i$ ), los precios ( $Y_i$ ) y la inflación ( $Z_i$ ) se obtuvieron los resultados siguientes:

$$Y = 1.896,12 X + 221,25 Z - 6.167.79$$

**Ec. 4.3**

Con un Coeficiente de Correlación de  $\sigma = 0,99$

Los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente **tabla 4.11**:

**Tabla 4.11:** Precios proyectados de los Fijadores externos

<b>Año</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Precio promedio (Bs.F/Tutor)</b>	<b>Tasa de inflación (%)</b>
<b>2.008</b>	6	10.607,43	24,4
<b>2.009</b>	7	13.078,80	27
<b>2.010</b>	8	13.868,67	22
<b>2.011</b>	9	14.326,67	15,5

**Fuente:** Banco central de Venezuela (BCV) y Elaboración propia  
(2.008)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los precios de los tutores externos son relativamente elevados, por lo cual podría pensarse que no están al alcance de todos los estratos sociales; sin embargo existen instituciones y entes que facilitan la gestión de compra del producto al paciente previo estudio social y comprobación de que lo requiere lo cual podría tardarse meses. Entre ellas se puede citar el Seguro Social, la Gobernación de estado y la Fundación Bigott, entre otras.

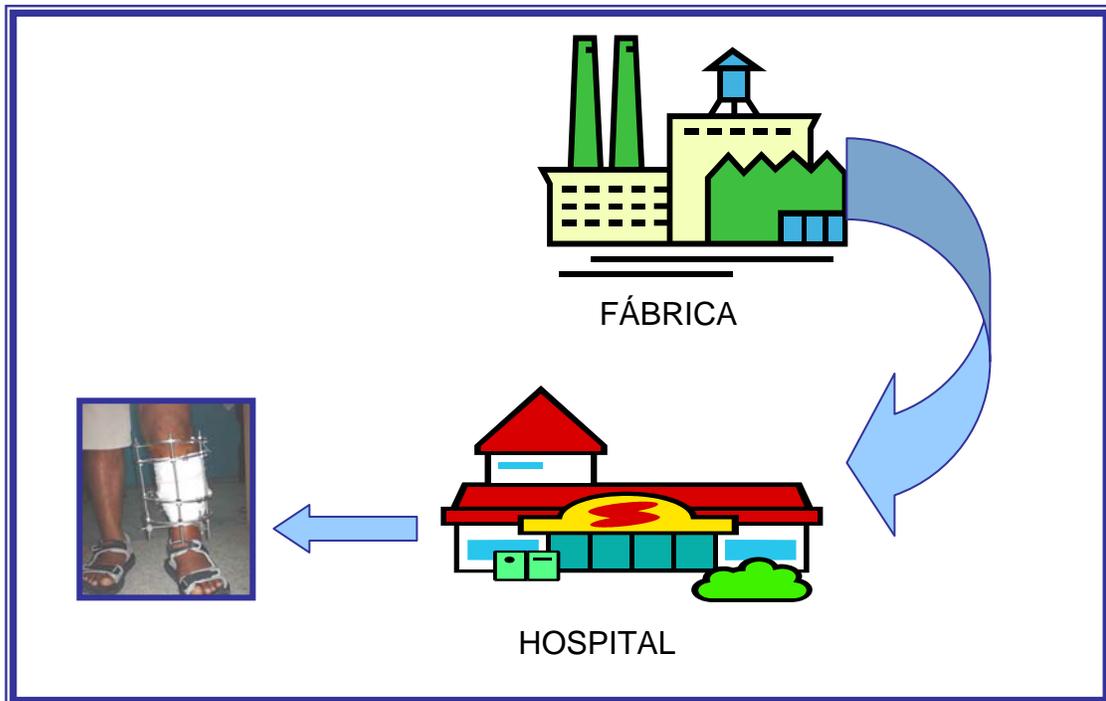
#### **4.9 Canales de Comercialización y Distribución**

Se entiende por Canales de Comercialización los medios de los cuales se vale la Mercadotecnia, para hacer llegar los productos hasta los consumidores, en las cantidades apropiadas, en el momento oportuno, a los precios mas convenientes para ambos.

Dado que el presente producto no es del tipo que se expende en estanterías sino a través de especificaciones médicas. En la instalación industrial destinada a la fabricación y ensamblaje de fijadores externos se utilizará una comercialización directa del productor al consumidor. Su principal característica es la manera más simple y rápida para la distribución

del producto, porque permite al consumidor (Paciente a través del hospital) solicitarlo directamente, disminuyéndose así el costo y evitando además el intermediario (Establecimiento comercial). De esta forma existe un mayor control del producto despachado.

Este canal de comercialización nos permite llegar al consumidor, ya sea, a través de Internet, contacto directo con los clientes vía telefónica, con el propio hospital, ruedas de negocios promocionadas por el Estado, empresas privadas, entre otros. La estructura de los canales empleados para la distribución de los fijadores tutoriales externos será la mostrada en el **gráfico 4.11** siguiente:



**Gráfico 4.11:** Representación de los canales de comercialización  
**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

#### **4.10 Estimado del Programa de Producción**

En términos de la industria en general, la capacidad instalada se refiere al volumen de producción que se puede obtener con los recursos disponibles de una compañía en determinado momento (recursos como dinero, equipos, personal, instalaciones, etc.). La manera de obtenerla es calcular cuántas unidades de producto puede la empresa fabricar por hora, y multiplicar eso por las horas laborables disponibles.

Para efectos del presente estudio se puede decir que se operará con la máxima capacidad instalada de la planta; lo cual se traduce en un programa de producción fijo en cuanto a unidades, que se estima podría cubrir un 35% de la demanda insatisfecha observada en la tabla 4.9 de la página 82, que corresponde a aproximadamente 1500 unidades/año.

En el próximo capítulo se efectuarán los cálculos necesarios para obtener la capacidad formal de producción de esta planta

Por otra parte, apoyándonos en el estudio de estimación de la demanda efectuado, se puede afirmar que es viable continuar con el proyecto de instalación de una planta fabricante de Fijadores externos de uso médico-traumatológico, ya que según lo que se puede observar, todo apunta a que efectivamente hay grandes perspectivas para introducir nuestro producto en el mercado e ir escalando paulatinamente.

## CAPÍTULO V

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### 5.1 Tamaño de la Unidad de Producción

El tamaño de la instalación, se determino tomando en cuenta el programa de producción estimado en el capítulo anterior que además esta íntimamente relacionado con ciertos factores que ayudan a simplificar la selección de la dimensión mas adecuado de planta. Dichos factores son:

-  Tamaño del mercado
-  Disponibilidad de materia prima
-  Adquisición de tecnología y equipo
-  Disponibilidad de capital

##### 5.1.1 Tamaño del Mercado

La cantidad de la demanda es uno de los factores más importantes para definir el programa de producción y condicionar el tamaño de la planta. Por esto, tomando en cuenta la información obtenida anteriormente en el estimado de la demanda, se podría afirmar la existencia de una demanda tal que el país se ve en la obligación de importar éstos equipos médicos, y que además va creciendo a lo largo de los próximos años, lo que indica que el tamaño de la planta debe ser de tal manera, que permita un crecimiento paulatino de su capacidad de producción.

### 5.1.2 Disponibilidad de Materia Prima

La materia prima y los insumos serán suministrados por los proveedores que se muestran en la tabla 5.1 en la cantidad y con la calidad requerida, por lo tanto la disponibilidad de estos no es factor limitante para el tamaño del proyecto ya que la mayoría se encuentran en la zona oriental.

**Tabla 5.1:** Proveedores de materia prima e insumos

Materia Prima E Insumos	Proveedor	Localización
Lamina de 2x1x 0,005 mts (*)	VENCRAFT VENEZUELA C.A. Aceros inoxidables	Av. Municipal, Centro Empresarial Plaza Mar, Puerto La Cruz.
Barra cuadrada de ½" 3,10 m de longitud. (*)	VENCRAFT VENEZUELA C.A. Aceros inoxidables	Av. Municipal, Centro Empresarial Plaza Mar, Puerto La Cruz.
Barra redonda de ½" de 3 m de longitud. (*)	VENCRAFT VENEZUELA C.A. Aceros inoxidables	Av. Municipal, Centro Empresarial Plaza Mar, Puerto La Cruz.
Shanz o ejes de de 3/16" de 150 mm de longitud. (*)	SEPRHOMED C.A.	Av. Luis Razetti Urb. Vista Alta. Edif. Ortopédico PB.
Barras roscadas de dimensiones 5/16" – 18 x 2 m de longitud. (*)	TORNILLOS CARIBEAN	Av. Bolívar # 451. Frente a la Renault. Puerto La Cruz.
Tuercas hexagonales con paso de rosca ¼" -20 NC. (*)	TORNILLOS CARIBEAN	Av. Bolívar # 451. Frente a la Renault. Puerto La Cruz.
Tornillos hexagonales de 12 y 18 mm de longitud, con paso de rosca de ¼" - 20 NC. (*)	TORNILLOS CARIBEAN	Av. Bolívar # 451. Frente a la Renault. Puerto La Cruz.
Llaves para tuercas.	TORNILLOS CARIBEAN	Av. Bolívar.# 451. Frente a la Renault. Puerto La Cruz.
Cajas de Cartón de 40x13x7cm	Servicios Corrugados Maracay C.A.	Zona Industrial Corinsa – Edo. Aragua.
Bolsas Plásticas transparentes	Plásticos Colasacco C.A.	Urb. Zona Industrial Los Mesones. Barcelona.

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Piezas en acero inoxidable AISI 304

### 5.1.3 Adquisición de Tecnología y Equipos

Los equipos que se usaran para realizar cada una de las operaciones que contiene el proceso de fabricación de los tutores externos constituyen uno de los componentes técnicos que la empresa requiere para llevar a cabo el proceso, y su elección depende del modelo y de la capacidad que se ajuste a nuestra necesidad como empresa.

Es importante acotar que la gran parte de los equipos utilizados en el proceso no se fabrican en Venezuela por lo que es necesario contactar proveedores extranjeros con sucursales en Venezuela.

### 5.1.4 Disponibilidad del Capital

Existen diferentes fuentes de los cuales se podría disponer para obtener los recursos económicos necesarios, para la realización física del proyecto. Estos son los siguientes:

-  Aporte de inversionistas.
-  Por medio de BANFOANDES (Banco de Fomento Regional los Andes), Organismo que otorga crédito a las empresas.
-  Gobernación del estado Anzoátegui, teniendo en cuenta que el proyecto reforzaría el sector salud.

Para el otorgamiento de financiamiento, los accionistas deben demostrar la rentabilidad económica del proyecto lo cual no será factor de impedimento para el mismo.

### 5.1.5 Programa de Producción

El programa de producción va a permitir estimar la cantidad de producción en diferentes lapsos de tiempo que la empresa debe efectuar para cumplir con la producción establecida. Una vez que la planta este en capacidad de operar, se podrá presentar un plan formal de producción (que observaremos luego de describir el proceso productivo) en función de las Horas-Hombre de trabajo, considerando los siguientes aspectos:

- + Cantidad de empleado que necesitará el proyecto: 17
- + Personal directo:9; Indirecto: 1; Administrativo:5; Ventas: 2.
- + **Turno de trabajo:** 8horas/día. Por lo tanto las horas- hombres al día resultan de:  $17\text{hombre} * 8\text{horas/día} = 136 \text{ hh/día}$ .
- + **Promedio de días de trabajo al año:** 252 días. De acuerdo a esto las horas hombre (hh) al año resulta de:  $136\text{hh/día} * 252\text{dia/año} = 34.272\text{hh/año}$ .
- + Considerando un 10% de no utilización (faltas, permisos, incapacidades, entrenamiento) se obtiene: 30.845hh/año.

### 5.2 Ubicación de la Instalación Industrial

El éxito o fracaso de una nueva empresa, depende entre otros factores, de un aspecto muy importante como es la determinación del lugar geográfico donde se instalara la planta. Por lo cual la misma se debe ubicar en un lugar que satisfaga su funcionamiento adecuado; de manera que cumpla con las exigencias y necesidades para la cual es diseñada; considerando el mercado del producto a elaborar y el mercado de los insumos necesarios.

En el estado Anzoátegui, no existe una empresa como tal dedicada a la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales de uso traumatológico; sin embargo como se ha mencionado la Universidad de Oriente ha realizado esporádicamente proyectos dedicados al abastecimiento de la demanda mediante la fabricación de los mismos a través de la colaboración de los entes gubernamentales en cuanto a la materia prima se refiere.

Por lo tanto, esta situación nos lleva a pensar que la ubicación mas propicia de la planta podría estar en las adyacencias del principal centro de salud de la zona, el hospital Luís Razetti de Barcelona, para así cubrir parte de la demanda insatisfecha existente.

### **5.2.1 Elección del Método Utilizado para la Localización**

Se empleó el método cualitativo por punto, el cual permite asignar índices indicativos (pesos), a una serie de factores económicos, sociales, geográficos e institucionales que afectan directamente la localización de la planta, con el fin de indicar la importancia relativa para elegir aquella ubicación que ofrezca mayores ventajas, entre las alternativas que se encuentren factible.

### **5.2.2 Macro-Localización**

En la **tabla 5.2** mostrada a continuación se presentan los factores seleccionados para el análisis de la localización y los pesos asignados a cada uno de ellos.

**Tabla 5.2:** Ponderación de los factores considerados para la localización

<b>FACTOR</b>	<b>PESO</b>
Distancia con respecto a la materia prima	0.15
Cercanía del mercado de consumo	0.30
Disponibilidad de la mano de obra	0.15
Disponibilidad del terreno	0.20
Servicios Industriales	0.20
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### 5.2.2.1 Alternativas Evaluadas para la Macro-Localización de la Planta

Como ya se ha dicho anteriormente, se maneja el criterio de desarrollar esta planta en la zona norte del estado Anzoátegui. En la siguiente tabla se evaluarán tres alternativas para dicha colocación, poniendo en práctica el método mencionado:

**Tabla 5.3:** Diferentes puntos en la zona para colocar la planta

<b>FACTOR</b>	<b>PESO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>			<b>CALIFICACIONES PONDERADAS</b>		
		<b>Mpio. Bolivar</b>	<b>Mpio. Sotillo</b>	<b>U. D. O.</b>	<b>Mpio. Bolivar</b>	<b>Mpio. Sotillo</b>	<b>U. D. O.</b>
1	0.15	5	8	6	0.75	1.2	0.9
2	0.30	6	8	7	1.8	2.4	2.1
3	0.15	6	6	8	0.9	0.9	1.2
4	0.20	7	5	6	1.4	1.0	1.2
5	0.20	5	7	6	1.0	1.4	1.2
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>				<b>5.85</b>	<b>6.9</b>	<b>6.6</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

Como se puede observar, el resultado de la evaluación de la localización realizado por el método de ponderación por puntos de la tabla anterior, el municipio de la zona norte que mayor índice obtuvo fue Juan Antonio Sotillo.

### 5.2.2.2 Micro-Localización

En la **tabla 5.4** mostrada a continuación se presentan los factores seleccionados para la micro-localización y los pesos asignados a cada uno:

**Tabla 5.4:** Ponderación de los factores considerados para la micro-localización

<b>FACTOR</b>	<b>PESO</b>
Distancia con respecto a la materia prima	0.15
Cercanía del mercado de consumo	0.20
Disponibilidad de la mano de obra	0.15
Disponibilidad del terreno	0.20
Adaptación de la comunidad y al medio ambiente	0.10
Servicios Industriales	0.10
Facilidad de tramites legales	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia (2.008)

A continuación se hace referencia a las características de las dos alternativas; terreno y galpón ubicados en la zona antes referida:

-  Sector Razetti II, Vía Alterna. (Galpon1)
-  Sector Vidoño, a 8 Km. del Hospital Luis Razetti. (Terreno2)

**Tabla 5.5:** Características de las alternativas

Características	Galpon1	Terreno2
Superficies	400mts2(*)	540 mts2
Empresas aledañas a su perímetro	2	-

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Se trata de un galpón de 280mts<sup>2</sup> con un área de estacionamiento y áreas verdes disponibles de 120mts<sup>2</sup>

### 5.2.2.3 Alternativas Evaluadas para la Micro-Localización de la Planta

De acuerdo a los criterios considerados anteriormente para el estudio de micro-localización, a continuación se evaluarán cada uno de ellos para el caso de las dos alternativas tentativas:

**Tabla 5.6:** Alternativa para la selección del terreno

Factor	Peso	Calificación		Ponderación	
		Galpón 1	Terreno 2	Galpón 1	Terreno 2
1	0.15	9	9	1.35	1.35
2	0.20	9	8	1.8	1.6
3	0.15	8	6	1.2	0.9
4	0.20	7	6	1.4	1.2
5	0.10	8	9	0.8	0.9
6	0.10	9	7	0.9	0.7
7	0.10	9	7	0.9	0.7
<b>Total</b>	<b>1</b>	-	-	<b>8.15</b>	<b>7.35</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

De acuerdo con los resultados obtenidos de los factores considerados mediante el método cuantitativo por puntos, se concluyó que el Galpon1 (Sector Razetti II, Vía Alternativa), es la que brinda mayores ventajas en relación con la otra alternativa (Terreno 2). Entre las que se puede mencionar:

- ✚ Vigilancia privada
- ✚ Circuito cerrado de televisión
- ✚ Sistema de respaldo eléctrico



**Figura 5.1:** Ubicación del terreno seleccionado  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

### 5.3 Ingeniería del Proyecto

El objetivo de esta parte del estudio técnico es resolver todo lo concerniente a la instalación y funcionamiento de la planta. Desde la descripción del proceso, adquisición de equipo y maquinaria, así como la distribución, hasta definir la estructura organizativa que habrá de tener la empresa.

### 5.3.1 Análisis del Proceso Productivo

En esta parte se describirán los procedimientos técnicos y sus características primordiales que se utilizaran en el proyecto para obtener bienes o servicios a partir de insumos y transformación de la materia prima, hasta convertirse en un producto particular.

#### 5.3.1.1 Descripción del Proceso Productivo

Este proyecto está destinado a la fabricación y ensamblaje de fijadores externos y tiene como objetivo fundamental la introducción de un producto en el mercado oriental con la finalidad de abastecer a corto plazo los principales centros de salud de la zona, a mediano plazo de la región y a largo penetrar el mercado nacional.

El proceso por cual se pretende la obtención de los comúnmente llamados tutores debe cumplir con una serie de etapas, en las que todas son de vital importancia. El mismo se inicia con la recepción y trazado de la materia prima necesaria. Luego se lleva a cabo la transformación o mecanizado de las piezas para después pasar a una etapa de ensamblaje y esterilizado de las mismas manteniendo la calidad del producto mediante un adecuado almacenamiento que preserve el material. Este producto será desarrollado durante las etapas que se reflejan a continuación:

 **Recepción de materia prima e insumos:** en esta fase se hace el recibimiento de los insumos necesarios para el proceso tales como lo son láminas de acero inoxidable AISI 304, barras cuadradas y redondas también de acero, tuercas, tornillos hexagonales y partes ya procesadas como es el caso de los shanz, barras roscadas; y

herramientas tales como seguetas y machuelos. Llevándose a cabo una inspección visual, para verificar las características físicas del material a mecanizar; y si cumplen o no con los requisitos específicos para ser aceptada.

Dado que los fijadores externos constan de distintas piezas para su ensamblaje, lo que sigue son los procedimientos a los que tienen que ser sometidos ciertos materiales para lograr cada parte:

### **Obtención de aros perforados de diferentes diámetros**

-  **Medición y trazado de láminas:** en esta fase, el material mencionado se prepara para ser procesado a través de la medición y el trazado del mismo con la ayuda de instrumentos como vernier o altímetros, regla metálica, entre otros, que le permite al operario guiarse a la hora de utilizar las máquinas y herramientas para su transformación o mecanizado. **(Ver anexo A.5.1 a A.5.5)**
-  **Corte por máquina de plasma:** aquí, una vez ejecutado el proceso anterior se procede mediante el empleo de la máquina de plasma al cortado de las láminas y obtención de aros en bruto (con contorno rugoso) a través del calor emitido por la energía eléctrica de ésta; que permitirá un corte, sin desperdicio de material ni desprendimiento de viruta. **(Ver anexo A.4.2)**
-  **Torneado interno y externo (cilindrado):** es una operación de mecanizado que se realiza en las piezas cuando es necesario conseguir unas medidas o tolerancias más amplias o en este caso, conseguir limpiar los bordes o contornos de los aros en bruto obtenidos en el paso anterior. **(Ver anexo A.5.7 a A.5.9)**

- ✚ **Medición y trazado de los aros:** en esta actividad, una vez obtenidos los aros se lleva a cabo la ubicación del punto exacto donde se realizaran los diferentes agujeros. Utilizando un troquel se demarcan los centros en la mesa de trabajo. Este paso puede o no utilizarse si el operario emplea un divisor de montaje que permitirá preestablecer la distancia exacta de los orificios a perforar. **(Ver anexo A.5.10)**
- ✚ **Taladrado o perforado:** el taladrado se realiza por lo general con una herramienta cilíndrica rotatoria, conocida como broca, la cual tiene dos bordes cortantes en sus extremos; es una operación de maquinado con arranque de viruta que consiste en producir un agujero en una pieza de trabajo de acuerdo a las medidas dadas. En este caso se realizaran los agujeros en los aros. **(Ver anexo A.5.11)**

### **Obtención de rótulas y bisagras**

- ✚ **Medición y trazado de barras:** en esta fase, el material mencionado se prepara para ser procesado a través de la medición y el trazado del mismo con la ayuda de instrumentos como vernier regla metálica, entre otros, que le permite al operario guiarse a la hora de utilizar las máquinas y herramientas para su transformación o mecanizado. **(Ver anexo A.5.12)**
- ✚ **Corte por sierra alternativa:** consiste en una hoja con el filo dentado y se maneja a mano activada por fuentes energía eléctrica. Es ideal para seccionar tubos y barras o sencillamente para hacer cortes rectos, este caso la obtención de cubos metálicos a partir de barras sólidas o de la obtención de secciones cilíndricas sólidas a partir de una barra redonda de acero inoxidable AISI 304. **(Ver anexo A.5.13)**

✚ **Torneado:** para esta actividad se empleará una maquinaria conocida como Torno CNC (torno de control numérico computarizado); que a través de un programa incluido se le da instrucciones de todo el proceso de mecanizado que debe lograr en cada pieza en bruto que se introduzca. Tiene la particularidad de trabajar a grandes velocidades (\*), y la obtención en serie de piezas completamente idénticas y con el mínimo de error, siendo éste un factor necesario para el éxito del tratamiento con el fijador externo. **(Ver anexo A.4.6 ; A.5.14 y A.5.15).** Los procesos que automáticamente efectúa el torno CNC se explicaran a continuación:

- **Refrentado:** operación mediante la cual se rectifica un extremo de la pieza, de tal forma que entre la superficie cilíndrica y la plana quede un ángulo de 90°.
- **Taladrado y machuelado:** otro proceso en el cual utilizando una herramienta llamada machuelo, se crea una rosca interna por medio de la tarraja a través de un movimiento torque a los cubos previamente efectuado la perforación por taladrado.
- **Tronzado:** es simplemente la obtención de cortes y ranuras a una profundidad muy cuidada a través de la herramienta necesaria.
- **Biselado o achaflanado:** el proceso de biselado no es más que realizar un corte oblicuo en el borde o en la extremidad de una lámina o plancha, con el filo de una herramienta de corte.
- **Cilindrado:** es una operación realizada en el torno mediante la cual se reduce el diámetro de la barra de material que se está trabajando.

- ✚ **Preensamblado parcial:** en esta etapa se ensamblaran algunas de las partes del tutor, por ello su nombre. Es el ensamblaje de ciertas partes que deben estar articuladas como es el caso de las bisagras. **(Ver anexo A.5.16 ; A.5.18)**

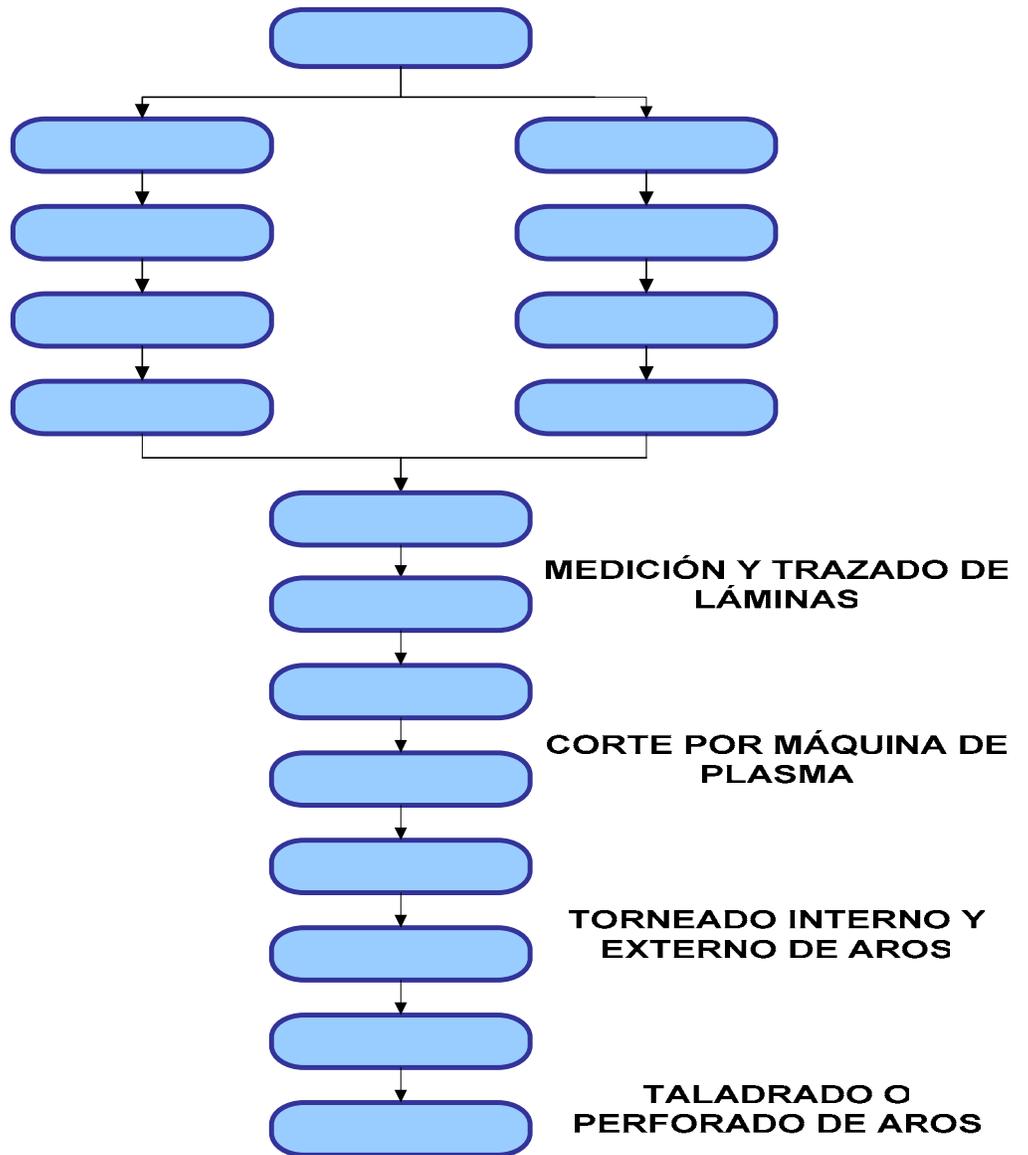
Efectuadas las operaciones anteriores, siguen una serie de actividades que involucran a todas las piezas obtenidas, éstas son:

- ✚ **Ensamblaje total de prueba:** aquí se busca saber si todas las piezas encajan a la perfección y como se tenía planeado; es un ensamblaje total pero de prueba para verificar y constatar que no están defectuosas las partes y poder ejecutar acciones de tipo correctivas si es necesario. **(Ver anexo A.5.19 a A.5.22)**
- ✚ **Desarme:** una vez corroborada la afinidad y compatibilidad del tutor y sus diferentes partes mediante el ensamblaje total de prueba, se realiza el desajuste de las mismas, es decir, se colocan las partes separadas para después proceder a la siguiente fase.
- ✚ **Limpieza y esterilizado:** incluye un lavado manual con detergente. Se realiza la limpieza y desinfección de los componentes del tutor a través de un equipo de esterilización especializado a una temperatura entre 100°C y 135°C por aproximadamente 45 minutos. Pues, es necesario garantizar la salud del paciente que será tratado con el determinado tutor externo. **(Ver anexo A.4.7)**
- ✚ **Empaquetado:** una vez realizada la esterilización de las partes del tutor, el mismo es empaquetado y sellado en bolsas plásticas para proteger el contenido de gérmenes y bacterias que pudieran contaminarlo, ya que la integridad del material ha de estar garantizada tras su transporte.

- ✚ **Embalado:** aquí se coloca cada bolsa de tutor en cajas individuales para protegerlos durante su transporte al centro asistencial donde se encuentre el paciente que lo requerirá. En este procedimiento se incluye la colocación de especificaciones de ensamblaje del mismo antes de sellar las cajas para facilitar la labor de los instrumentistas durante la intervención quirúrgica. **(Ver anexo A.6.1)**
- ✚ **Etiquetado:** se realiza para describir el contenido en cuanto a peso y dimensiones del tutor.
- ✚ **Almacenamiento:** es necesario que los tutores listos se ubiquen en lugares que posean condiciones de higiene que no desfavorezcan las características sanitarias con las cuales se espera lleguen al cliente. Se almacena en un lugar limpio, seco y fácil de limpiar libre de humedad o de calor excesivo.

(\*) Para ver las tablas detalladas de las velocidades de corte de las herramientas utilizadas según la operación, máquina y tipo de material ver **tablas anexas A.10**.

En el **Gráfico 5.1** siguiente se muestra un diagrama de bloque que involucra las actividades y procesos necesarios para la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales externos de uso médico-traumatológico:



**Gráfico 5.1:** Diagrama de bloque del proceso

Fuente: Elaboración propia (2.008)

(\*) Para ver el diagrama de flujo, que utiliza la simbología internacional de la ASME ver gráfico **ANEXO A.11**.

### 5.3.1.2 Control de Calidad

En un mundo tan competitivo como el de hoy el control de calidad es necesario para poder supervivir en el mercado. Los fijadores tutoriales llevan a cabo una inspección de calidad implícita en cada operación durante su elaboración debido a que son equipos médicos que no pueden ser vendidos con defectos de fabricación ya que esto interviene directamente en la calidad del tratamiento. Por lo cual, se hará un chequeo continuo durante la fabricación y una vez listas serán nuevamente verificadas si cumplen o no con lo preestablecido.

Las operaciones de calidad realizadas durante la mecanización de las piezas, podrían implicar un mayor tiempo de fabricación, debido a que se debe parar las máquinas para su medición, pero serán correctivas, ya que se pueden introducir dichas correcciones durante el mecanizado y la pieza una vez terminada es válida.

Un factor fundamental en el control de calidad es la herramienta que se utiliza en la fabricación de una pieza mecánica ya que ésta influye de manera directa en la calidad. Por ejemplo, cuando la herramienta está mal afilada, despuntada o no tiene el ángulo adecuado, lógicamente la superficie de la pieza no va a ser adecuada, por lo que los resultados siempre serán malos.

Lo mismo ocurre si el elemento de medida (calibre) que se está utilizando para la medición de la pieza está desgastado o miente en su nonio o regla, la medida tomada no será la correcta.

De acuerdo a estas necesidades, se considera que no es necesario instalar un departamento de control de calidad en la propia empresa por las

siguientes razones: la primera es que se tendría que hacer una inversión adicional en infraestructura y contratar personal adicional, y segundo, el tipo de prueba que se requiere realizar a diario, que son las que ejecuta el operario durante la elaboración de la pieza y el preparar las herramientas para su utilización, no requiere instrumentación y preparación especial, ya que cualquier operario de producción puede elaborarlas por la sencillez de estas actividades.

### **5.3.1.3 Mantenimiento de las Máquinas del Taller**

Mantener las máquinas, instalación o el equipo de trabajo, significa no dar lugar a que se produzcan las averías; por lo tanto debemos adoptar una actitud de fiabilidad, disponibilidad y durabilidad de los equipos de trabajo que debe ser mantenida desde el día que se adquiere la maquina hasta su sustitución por equipos renovadores. Se realizara mantenimiento de tipo correctivo, cuando la avería o el fallo se ha producido durante la marcha del trabajo, así como el preventivo, que es el que se realiza a priori con el fin de evitar los fallos durante el trabajo.

Nos apoyaremos en el mantenimiento de tipo preventivo, debido a que se realizará a priori y que de acuerdo a sus características es más económico. Además, para mantener en buenas condiciones los equipos del taller y sus elementos mecánicos, se propone la utilización de una hoja de mantenimiento en donde se reflejará el trabajo que se irá realizando en cada una de la máquinas; qué elementos se deben revisar y cuándo; con el fin de tener éstas siempre en condiciones óptimas. La hoja de mantenimiento se realizara según especificaciones de fabricantes y proveedores, posteriormente según el historial de funcionamiento de cada equipo, se

diseñaran los programas conformes a la data arrojada por el mismo. (Ver anexo A.6.2)

Sólo para equipos especializados, en nuestro caso el TORNO CNC, se requerirá de un servicio de mantenimiento directo con el proveedor, los cuales serían de tipo preventivo y correctivo.

#### 5.3.1.4 Especificaciones de Equipos y Maquinarias

Las maquinarias son los recursos tecnológicos necesarios para efectuar las actividades relacionadas con el proceso productivo de la instalación industrial.

En la **tabla 5.7** se encuentran los equipos claves y otros, tamaño físico y la cantidad necesaria para que se lleve a cabo el proceso productivo.

**Tabla 5.7:** Maquinarias y equipos requeridos en el proceso

Equipo/Características	Tamaño físico (cm)	Cantidad (Unid)
Maquina de corte por plasma SOLCUT-25K, Potencia absorbida MMA 3.5 Kw.	12x19x30	1
Torno paralelo. Potencia 6 Kw.	130x50x40	1
Taladro radial, Modelo SMRT 2. Potencia 3.7 Kw.	125x155x200	1
Sierra alternativa, Modelo UNIZ. Potencia 15 Kw.	35x56	1

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

**Continuación. Tabla 5.7. – Maquinarias y equipos requeridos en el proceso**

<b>Equipo/Características</b>	<b>Tamaño físico (cm)</b>	<b>Cantidad (Unid)</b>
Vernier de Alturas Marca : ETALON con indicadores digitales	11x5x16	2
Torno CNC Modelo: HIUNDAY KIA Potencia de Motor 15 Kw	274x164x183	1
Esterilizador Tau Hospital automático aire caliente. Potencia de Motor 12 Kw	62x67x40	1
Amolador de banco. Potencia de Motor 0.18 Kw	15x25	1
Selladoras de bolsas plásticas	9.2 x 56 x 18	1
Codificador para cajas	85x90	1
Balanza digital PCE BSH 10000. Rango de pesaje de 10 kg – 24 Kw	18 x 24.5 x 7	1
<b>Otros equipos/ características</b>	<b>Tamaño (cm)</b>	<b>Cantidad</b>
Multifuncional Officejet	70x30	2
Recolector de material sobrante	70x46	6
Estantes metálicos	100x50	5
Filtro de agua	85x50	6
Ventiladores de techo	100x100	2
Microonda, marca: GMC, modelo:231	40x30	1
Refrigerador de 12"	195x95	1
Contenedores de basura	90x90	6
Mesas de trabajo en acero inoxidable	77x150	2
Carrucha neumática de 10"	105x40	1

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

### 5.3.2 Distribución en Planta

La distribución en planta es el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema

productivo, capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible.

Su objetivo primordial es hallar la ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que proporcione mayor rendimiento de los recursos, seguridad y satisfacción para los trabajadores.

### **5.3.2.1 Estimado de la Capacidad de Producción de la Planta**

Para llevar a cabo la distribución de la planta es necesario conocer la capacidad de producción tanto de los equipos a instalar como de la instalación en general. De esta forma se pretenderá cumplir con el programa de producción derivado a la demanda estimada que se maneje.

Para calcular la capacidad máxima de producción de la planta, se debe investigar la capacidad mínima de los equipos claves disponible en el mercado dependiendo de igual forma del operador que las manejan, pues, algunas de las operaciones se llevaran a cabo a través de procedimientos semi-automáticos.

Estos equipos son: maquina de corte por plasma, torno paralelo y CNC, taladradora radial, sierra alternativa. Los otros equipos que intervienen en el proceso productivo serán adquiridos dependiendo de la actividad para la cual se requieren siendo estos de uso más que todo manual; así que en este caso se aplicaron dos métodos: **el método de estimación para tiempos**, que permite la posibilidad de conocer las capacidades de acuerdo a estándares de fabricación que generalmente los operarios tardan en llevarlas a cabo; y **el método de cronometraje**, el cual consiste en tomar el tiempo que se tarda en ejecutar cada una de las fases de trabajo durante la

realización del mismo en la misma máquina donde se está mecanizando la pieza, con un reloj cronómetro.

La capacidad de los equipos claves que se encuentran en el mercado son:

**Tabla 5.8:** Capacidad disponible de los equipos claves

Equipo clave	Capacidad aproximada
Máquina de corte por plasma	1 Aro/5min
Torno paralelo	1 Aro/9min
Taladradora de radial	1 Aro/ 20min
Sierra Alternativa	5 piezas/10min
Torno CNC	1 Pieza/3min

**Fuente:** Prof. Luís Guzmán, Dpto. de Tecnología de Fabric. Mecánica (UDO-Anzoátegui)

Con estos datos se procederá a calcular la capacidad mínima de producción que tendrá la planta, analizando cada uno de las siguientes operaciones:

La operación de **corte con plasma** permite la obtención de 1 aro en un tiempo de 5 minutos; por lo tanto para una jornada de 7horas diarias sería:

$$1\text{aro} \cdot 12 \cdot 7\text{hrs/día} = 84\text{Aros/día}$$

Para la obtención de aros en limpio (libre de irregularidades en su contorno) de diferentes diámetros, es necesaria la utilización de un **torno paralelo** el cual tiene la capacidad aproximada de obtener 1 aro por cada 9min; si repetimos el procedimiento anterior para una jornada de 7horas diarias, esto sería:

$$1\text{aro} * 6.6 * 7\text{hrs}/\text{días} = \mathbf{46\text{Aros}/\text{días}}$$

Para la operación en la cual se le perforan los 34 agujeros (cantidad estándar) a los aros es necesaria la utilización de un **taladro de columna** el cual posee una capacidad aproximada de obtener listos 1 aro cada 20 minutos. En una jornada de 7 horas se representaría de la siguiente manera:

$$1\text{aro} * 3 * 7\text{hrs}/\text{días} = \mathbf{21\text{Aros}/\text{día}}$$

Para la obtención de rotulas y bisagras es necesario llevar a cabo un procedimiento de cortado en una sierra alternativa, con la cual se puede obtener aproximadamente 5 cubos metálicos por cada 10 minutos; en una jornada de trabajo la producción sería:

$$5\text{pieza} * 6 * 7\text{hrs}/\text{día} = \mathbf{210\text{piezas}/\text{día}}$$

Los cubos metálicos antes mencionados deben ser sometidas a un proceso de mecanizado complejo y preciso, donde a través de un **Torno CNC** se llevan a cabo distintos procedimientos como: refrentado, taladrado, roscado, tronzado, biselado radial, achaflanado, cilindrado; según las especificaciones que se le den a la máquina.

Con la utilización del torno CNC se puede obtener aproximadamente 1Rótula o bisagra por cada 3 minutos de tiempo, que en una jornada laboral se traduciría en:

$$1\text{pieza} * 20 * 7\text{hr}/\text{día} = 140\text{Piezas}/\text{día}$$

Partiendo el hecho de que cada fijador externo debe tener una especificación que de alguna forma lo hace único de acuerdo al tratamiento para el que será utilizado; en la **tabla 5.9** se muestra un rango aproximado de piezas que se requiere para ensamblar un tutor según sea el requerimiento. Para conocer en detalle el peso neto de cada pieza y el total del montaje ensamblado; además de las variaciones de los tutores **revisar tablas anexas A.7.**

**Tabla 5.9:** Cantidad y tipo de pieza que necesitan los Fijadores  
Tutoriales

Partes	Cantidad aproximada por fijador externo	Promedio (unid.)
Aros	De 2 a 4	3
Semi-aros	De 0 a 2	1
Láminas extensiones	De 0 a 8	4
Bisagras	De 2 a 4	3
Rotulas	De 5 a 7	6
Shanz (*)	De 4 a 8	6
Barras Roscadas (*)	De 2 a 4	3
Tuercas (*)	De 28 a 48	38
Tornillos (*)	De 8 a 14	11

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Hay una serie de piezas que se compraran al proveedor listas para el ensamblado del fijador externo, tal es el caso de las tuercas y tornillos, de las barras roscadas y shanz; con lo cual se va a reducir tiempo de trabajo, mano de obra, dinero y mayor precisión en su elaboración.

Teniendo la cantidad de piezas que se necesitan para ensamblar un tutor y la capacidad productiva diaria podemos conocer la producción de los fijadores tutoriales usando como base el consumo “máximo” de los recursos (ensamblar aquellos tutores que requieren el número mayor de piezas) para la obtención “mínima” de los tutores.

En la siguiente tabla se mostrará la producción mínima, máxima y promedio de tutores a diferentes niveles de tiempo:

**Tabla 5.10:** Estimado de la producción de tutores

<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>Por día (7horas)(*)</b>	<b>Por mes (22 días)</b>	<b>Por año (12 meses)</b>
<b>Mínima</b>	4 Tutores	88 Tutores	1.056 Tutores
<b>Máxima</b>	8 Tutores	176 Tutores	2.112 Tutores
<b>Promedio</b>	6 Tutores	132 Tutores	1584 Tutores

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Se considera media ( $\frac{1}{2}$ ) hora para la puesta en marcha del proceso y media ( $\frac{1}{2}$ ) hora al finalizar el proceso para realizar el mantenimiento a las maquinarias.

Considerando que esta sería una instalación de producción nueva en el mercado oriental, y que existen muy pocas en el país (por lo cual se recurre a la importación) se estima que la empresa cubra un 70% de la demanda entre hospitales públicos y privado del estado Anzoátegui y contribuir con el abastecimiento de tutores que se requieran en otras regiones del país, pues,

como se pudo notar anteriormente la demanda insatisfecha a nivel nacional es considerablemente alta. Nuestra visión a futuro es perfilarnos entre los mejores de Venezuela.

### **5.3.2.2 Criterios Potenciales para la Evaluación de la Distribución**

- ✚ Disminución de las cantidades de materiales en proceso, permitiendo reducir tiempo de producción, tiempo en proceso, etc.
- ✚ Reducción del manejo de material
- ✚ Mejor facilidad de control
- ✚ Uso más efectivo de la mano de obra
- ✚ Reducir el congestionamiento del área
- ✚ Facilidad de supervisión y control
- ✚ Mantenimiento

### **5.3.2.3 Tipo de Distribución**

Se empleará una Distribución por proceso, llamada también Distribución de Taller de Trabajo o Distribución por Función donde se agruparan los equipos o las funciones similares. Los tutores externos no se elaboran llevando a cabo una secuencia estricta en línea; El eje va ser las diferentes procesos que se van a realizar; caracterizándose por la variedad en los productos obtenidos y un volumen de producción relativamente bajo.

### **5.3.2.4 División de la Planta**

Las áreas consideradas en la planta cumplen diferentes funciones e involucran actividades que van mucho más allá del proceso de producción,

abarcando actividades administrativas y comerciales de la empresa. Las áreas que conforman la planta son:

- ✚ **Área de recepción y despacho:** en ésta área es recibido la materia prima e insumos, y despachado el producto terminado (tutores externos). Se lleva en control de entrada y salida de los mismos en cuanto a cantidad y calidad de los productos terminados y la materia prima entrante.
- ✚ **Almacén de materia prima e Insumos:** en este almacén se resguardan toda a materia prima y los insumos necesarios para la producción de tutores como son las láminas de acero, barras cuadradas, barras roscadas, tuercas, shanz, refrigerantes para las máquinas, entre otros en estanterías y dispositivos según sea el caso.
- ✚ **Almacén de productos terminados:** en este lugar se encuentran los productos ya elaborados y debidamente embalados y etiquetados, listos para el despacho.
- ✚ **Área de producción:** en esta área se realiza todo el proceso productivo de la empresa, donde se encuentran dispuestas toda la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de los fijadores externos; será dimensionada de acuerdo a la altura, ancho y largo de cada uno de los mismos.
- ✚ **Área Administrativa:** comprende de forma global el área gerencial y secretaria, las oficinas estarán debidamente equipadas para el normal desarrollo de las actividades. En esta área se realizan las diferentes actividades relacionadas con la administración. Para nuestro caso englobará de igual forma lo concerniente al diseño de los tutores, así como pruebas computarizadas a través de programa requerido. Facilitando con ello las operaciones de producción y venta del producto.

- ✚ **Sanitarios:** son instalaciones indispensables en la empresa, ya que atienden las necesidades fisiológicas y el aseo personal de los trabajadores.
- ✚ **Estacionamiento:** esta área tiene como función principal facilitar la disposición ordenada de vehículos del personal de la empresa, proveedores, clientes y visitantes.
- ✚ **Vigilancia:** área destinada al control de la entrada y salida de vehículos y personas, así como también brindar protección tanto para la instalación, como para el personal que labora en ella.
- ✚ **Área de comedor/entrenamiento:** espacio disponible para el descanso, cambio de ropa y consumo de alimentos, así como charlas, cursos y reuniones de ser necesarias en horarios dispuestos para ello. Estará dotada de mesas, sillas, electrodomésticos necesarios y sanitarios.

#### 5.3.2.5 Dimensiones de las Áreas de la Planta

Cada área será definida según la función u operación que se vaya a ejecutar para realizar la distribución de las máquinas, conociendo el espacio que ocuparán, la cantidad de mano de obra y los insumos o materia prima. Es por ello que en la siguiente tabla se muestran las dimensiones de cada uno de los espacios a utilizar según las necesidades de cada área:

**Tabla 5.11:** Dimensiones de los Áreas

Descripción	Áreas (m2)
Área de almacén de materiales e insumos	24.5
Área de productos terminados	19.3
Área de esterilización	23
Área de comedor/Entrenamiento	23.4
Área de secretaría	9.2
Área administrativa/Técnica	13.8
Área de gerencia	9.5
Sanitarios	13.3
Área de producción	133.2
Estacionamiento y áreas verdes (*)	48
Área de recepción y despacho (*)	72
Pasillos de entrada principal y despacho	10.5
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

(\*) Áreas exteriores de la planta.

### 5.3.3 Distribución de Planta

Para realizar la distribución en planta se utilizó el método distribución Planeación Sistemática de la distribución de las instalaciones en planta o SLP (Systematic Layout Planning), el cual considera distribuciones con base a la conveniencia de cercanía entre las áreas. La matriz de relaciones y la simbología con la cual este se construyó se muestran en la tabla 5.12 y 5.13:

**Tabla 5.12.:** Código de cercanía

Letras	Cercanía	Valor en líneas
A	Absolutamente necesario	
E	Muy Importante	
I	Importante	
O	Normal	
U	Sin Importancia	
X	Indeseable	

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

**Tabla 5.13:** Código de razones

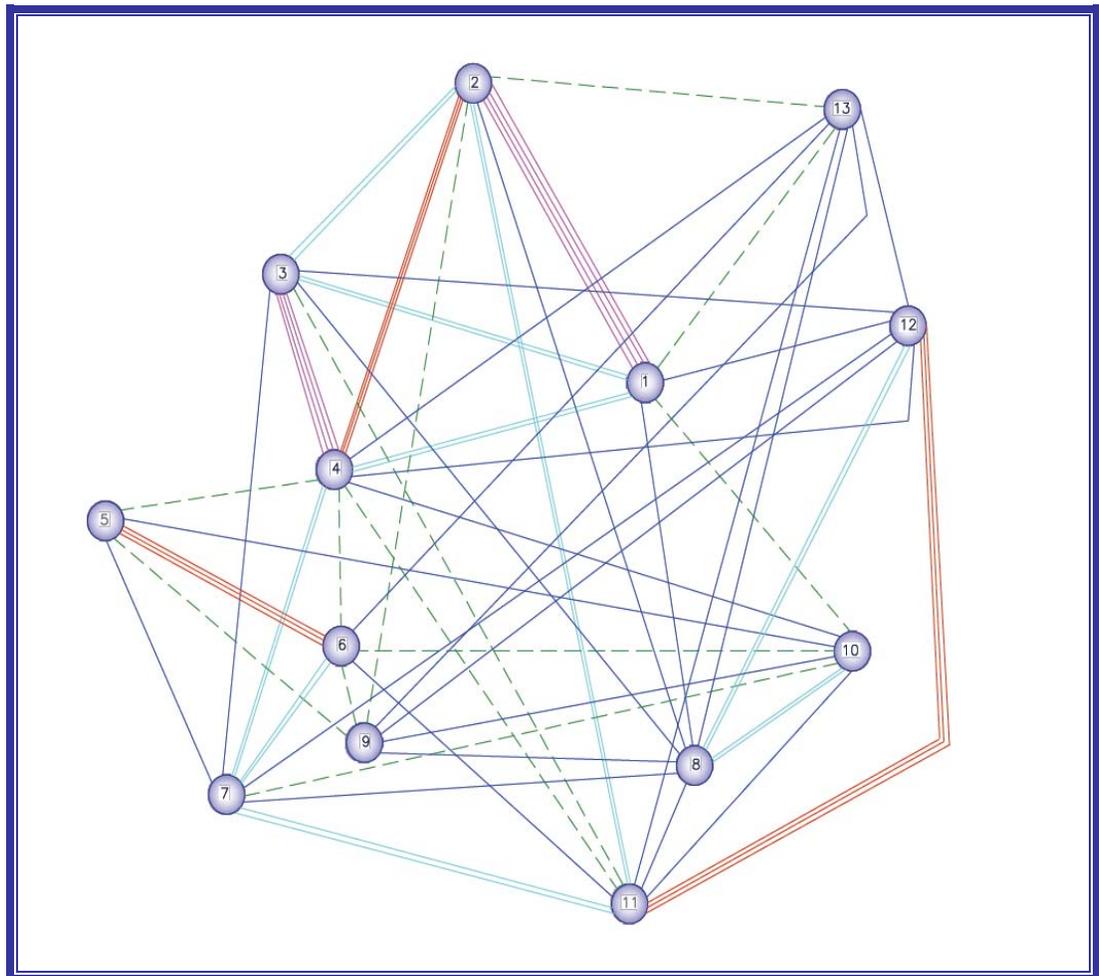
Numero	Razón
1	Control
2	Higiene
3	Proceso
4	Conveniencia
5	Seguridad

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

A continuación se muestran en los **Gráficos 5.2 y 5.3** la matriz de relación correspondiente al área de producción y la matriz de relación de las distintas áreas de la empresa, respectivamente. Posteriormente se obtiene el diagrama de hilos y las simbologías para visualizar la distribución de planta de acuerdo a las actividades (**Ver tabla 5.11**)







**Gráfico 5.4:** Diagrama de hilos y las simbologías de la planta fabricante de fijadores externos de uso traumatológico  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

En las **Figuras 5.2 y 5.3** siguientes se muestran los planos de distribución general y distribución de los equipos en el área de producción de la planta respectivamente:

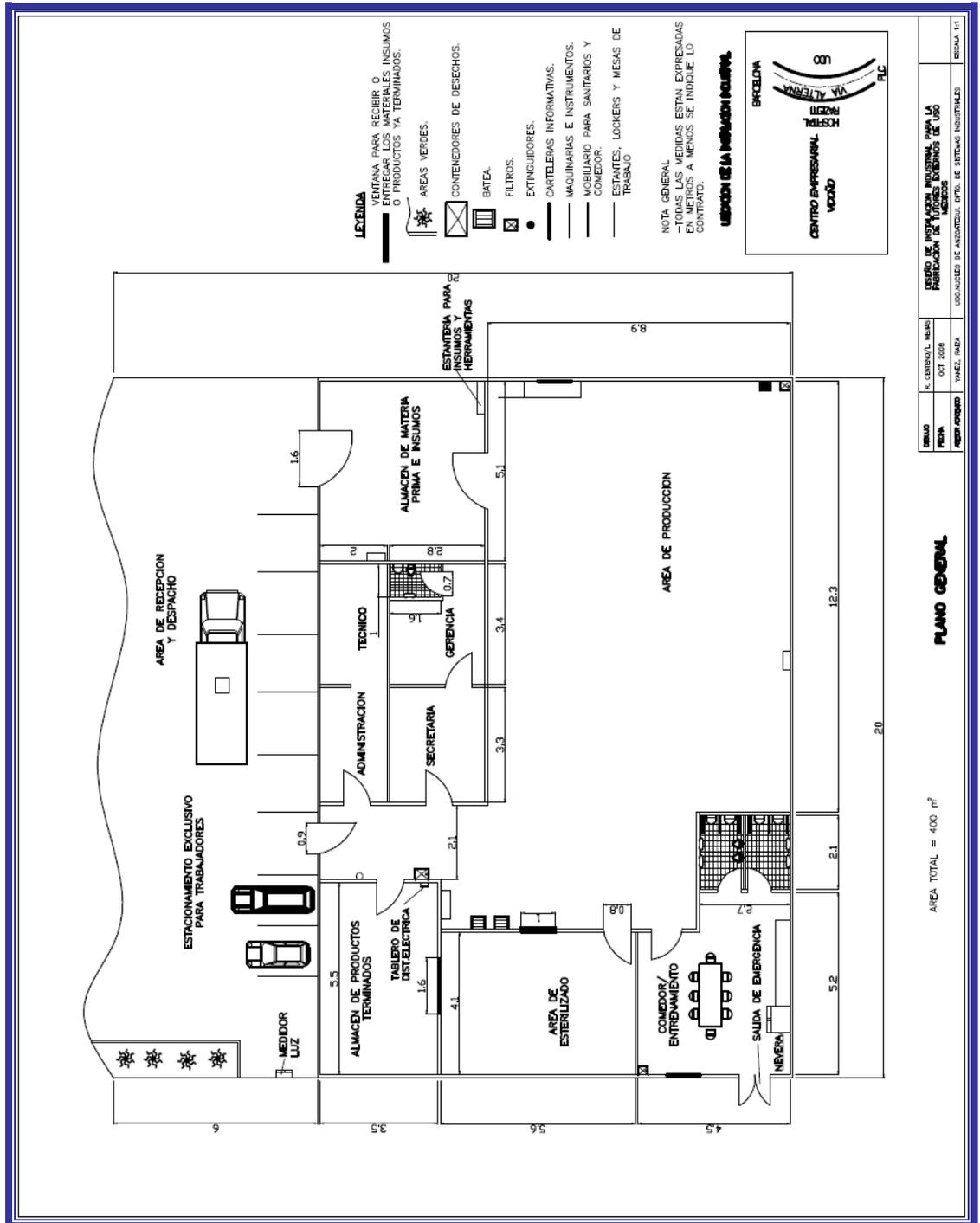


Figura 5.2: Plano de distribución general de la planta  
 Fuente: Elaboración Propia (2.008)

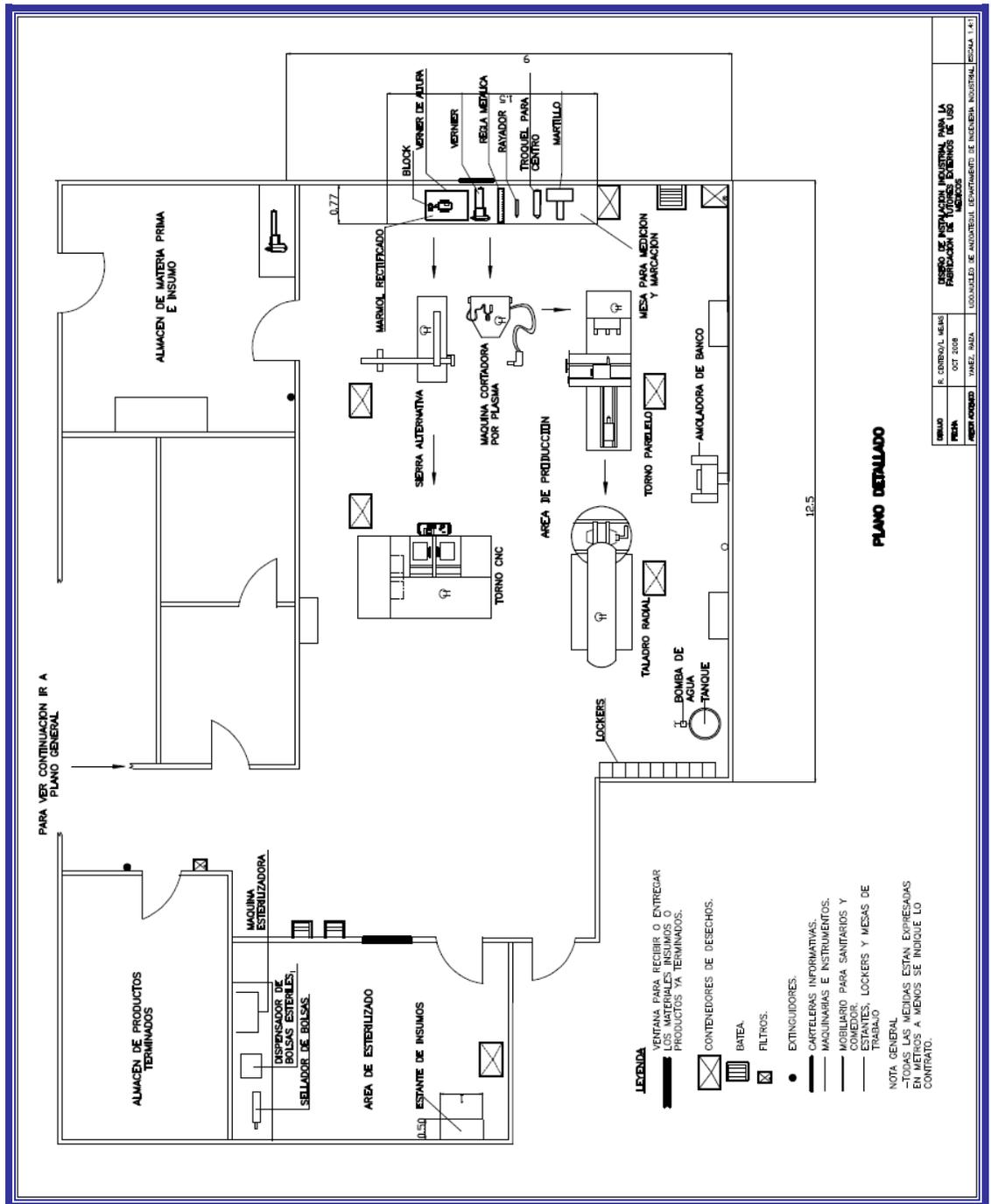


Figura 5.3: Plano de distribución de los equipos en el área de producción de la planta

Fuente: Elaboración Propia (2.008)

### 5.3.4 Ambiente de Trabajo

Las condiciones de trabajo son cualquier característica del mismo que puede tener influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador. Estas afectan a los locales e instalaciones de la empresa, a las materias primas y procedimientos de su utilización, a la maquinaria e instrumentos de trabajo y al sistema de organización y ordenación del proceso de producción de bienes o prestación de servicios.

Las condiciones de trabajo van mas allá del sueldo y los horarios de trabajo, unas condiciones de ambiente laboral adecuadas facilitan que se haga un buen trabajo y evita la aparición de factores de riesgo.

Hay que destacar, que en el ambiente de trabajo los elementos primordiales son la ventilación, la iluminación, la temperatura, el ruido y la vibración, que será abarcado en cada área de la planta; además, lo que respecta a protección integral.

#### 5.3.4.1 Ambiente de Trabajo en el Área de Producción de la Planta

##### Área de medición y corte

El ambiente de trabajo en ésta área debe considerar una ventilación adecuada, que permita la circulación del aire en la instalación, puede aprovecharse al máximo la natural a través de ladrillos destinados para este fin además de utilizar la respectiva ventilación artificial para comodidad de los operarios. Aquí, la iluminación será vital, podemos establecer la de tipo natural mediante las ventanas y colocar luz artificial en los techos como auxiliar, por lo que entonces se utilizarán ambas

recordando que en esta área se realizarán actividades que requieren de mucha precisión.

### **Área de torneado y taladrado**

En esta área las exigencias de los elementos del ambiente de trabajo debe tomar en cuenta una ventilación e iluminación adecuada citada anteriormente que permita el buen desenvolvimiento del trabajador.

Para la ubicación de las maquinarias y equipos en planta es preciso conocer el aspecto ergonomía en el cual las diferentes maquinarias serán colocadas de tal forma que cumpla con los requisitos mínimos establecidos en la ley para no interferir con la adecuada movilización de los operarios.

Esta área deberá proveerse con equipos contra incendio debido al tipo de material que se está utilizando y demás suministros (lubricantes, antioxidantes), que son altamente inflamable y posibles cortos circuitos debido a los altos voltajes que se manejan con estas maquinarias.

El piso de esta área debe ser de concreto, se recomienda este tipo de material, ya que las maquinarias salpican aceites refrigerantes por lo tanto deben ser totalmente antirresbalante.

Respecto al factor ruido y vibraciones, estos no serán problema ya que las máquinas no exceden los límites permisivos.

### **Área de esterilizado, empaquetado y embalado**

Ésta, deberá estar situada en un área de circulación restringida, alejada de una zona con alto tránsito de personas, con fácil acceso a los servicios de mantenimiento del equipamiento propio del área.

Los pisos y paredes deberán ser contruidos con materiales lavables y que no desprendan fibras ni partículas. No deberán ser afectados por los agentes químicos utilizados habitualmente en la limpieza. Los techos deberán ser contruidos de manera que no queden ángulos expuestos y presenten una superficie única (ángulos sanitarios) para evitar la condensación de humedad, polvo u otras posibles causas de contaminación.

No se permitirá la instalación de ventiladores en el área de esterilización, pues podrían generar gran turbulencia de polvo en el aire y también microorganismos que se proyectan desde el piso a las mesas de trabajo.

### **Área de almacenamiento de productos terminados**

El sistema de ventilación será por vía artificial para lograr condiciones de temperatura equilibradas e higiene que no alteren las propiedades del material.

Por ultimo, se empleará en lo concerniente a las áreas de oficina, esterilización y comedor la utilización de acondicionadores de aire para controlar la temperatura, ya que las mismas son cerradas y tanto el personal como los equipos de computación lo requieren.

### 5.3.5 Protección Integral

En toda empresa donde se ejecuten trabajos en los cuales pueda poner en peligro la integridad física del trabajador, será obligatorio suministrarles equipos de protección personal (EPP): botas, batas, lentes, guantes, tapabocas, bragas, entre otros, dependiendo de la actividad y sus riesgos.

En este tipo de instalación se manipulan materiales como barras de acero y materiales medianamente pesados como laminas, maquinas, objetos cortantes, etc., los cuales se tienen que manejar con la debida precaución y se debe emplear los medios adecuados para manejar dichos materiales, como guantes que protejan las manos de cortes y golpes durante la recepción y traslado del material a las diferentes maquinas, botas con la punta de hierro con el fin de evitar golpes en los pies; lentes protectores para protegerse contra el desprendimiento de viruta; así como el uso de bragas o batas por parte de todos los operarios para protección de su cuerpo y ropa.

Será necesario el uso de cascos para soldador equipado con filtro; o simplemente lentes de seguridad antirradiación por parte de los operarios durante empleo de maquinas de corte por plasma y sierra alternativas que irradian luz y desprenden viruta respectivamente que podría lesionar la visión de los operarios.

A diferencia de las demás áreas de producción, se tiene un área destinada a la esterilización de las piezas que conforman los tutores y para este caso el personal especializado debe poseer guantes y delantales ambos con revestimiento interno de aluminio propios para esta actividad, con el fin de proteger al máximo la pieza una vez esterilizada y la integridad del trabajador. **(Ver anexo A.4.8)**

### 5.3.6 Organigrama de la Empresa

Lógicamente para que una empresa funcione, esta debe tener una estructura, así como las personas que la forma tienen que estar organizadas en una jerarquía.

En términos generales una empresa esta formada por:

- ✚ El departamento técnico
- ✚ El departamento de administración
- ✚ El departamento de producción
- ✚ El departamento comercial

Cada uno de estos departamentos tienen una función concreta y definida y el conjunto de todos ellos nos da el producto final.

Con el fin de tener una visión general del funcionamiento de la empresa, se representa a continuación el organigrama con los distintos departamentos y la función que se desarrolla en cada uno de ellos:



**Gráfico 5.5:** Organigrama de la Empresa  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

### 5.3.6.1 Función de las Unidades Organizativas

#### **Gerencia General**

Será responsable de planificar, coordinar, dirigir y supervisar los aspectos administrativos y productivos de la planta, en esta recae la máxima responsabilidad.

#### **Departamento administrativo**

Tendrá la función financiera de la empresa. Será responsable de establecer los costos de producción, amortización de maquinas y equipos, salarios, gastos de mantenimiento de la empresa, gastos de distribución, etc. Gestionara la compra de materias primas, el pago a proveedores, pago de salarios. También se encargara de facturación de la empresa, realización de presupuestos, cobrar a los clientes, así la seguridad social de los trabajadores, altas y bajas nominas, etc.

#### **Departamento técnico**

Éste departamento es el que se encargará de diseñar y planificar que productos son los que se pueden fabricar, cómo y cuando, en base a los medios (maquinas, herramientas, equipamiento, etc.) que disponga, así como del equipo humano y tecnología disponible.

Este departamento desarrolla los planos de fabricación las pautas y los procesos de trabajos, contemplando la calidad del producto fabricado y la competitividad del mismo.

Estudia sus aplicaciones, funcionalidad, establece los tiempos y plazos de fabricación obteniendo el menor precio a la mejor calidad.

### **Departamento de producción**

Obviamente será el encargado de fabricar los productos que el departamento técnico ha proyectado y el departamento administrativo aprueba en función de los costos. Para ello emplea recursos de que dispone, como son máquinas, materiales, mano de obra, etc.

También se va a encargar de planificar los recursos del taller, estableciendo las pautas de producción en función de prioridades, sacando la máxima rentabilidad a los recursos materiales y humanos de que dispone.

Este departamento también gestionará:

- La formación del personal.
- La mejora de métodos.
- La renovación y actualización de maquinaria.

### **Departamento comercial**

Se encargará de la comercialización, distribución y ventas de los fijadores externos, así como también de definir las zonas o instituciones médicas asistenciales en las que se negociará el producto.

## **5.3.7 Aspectos Legales de la Empresa**

Para la instalación y puesta en marcha de la empresa deben tenerse presente los requisitos legales vigentes en este ámbito en nuestro país:

-  Requisito de comercio emitido por el registro mercantil de la zona.
-  Aprobación de la habitabilidad y funcionamiento del cuerpo de bomberos.

- ✚ Permiso de habitabilidad y zonificación del comercio, en la dirección de desarrollo urbano de la alcaldía del municipio.
- ✚ Patente de industria y comercio en el concejo municipal.
- ✚ Aprobación del permiso sanitario emitido por el MSDS.
- ✚ Ley penal del ambiente.
- ✚ Ley orgánica del ordenamiento del territorio.
- ✚ Régimen tarifario de energía eléctrica.
- ✚ R.I.F. y N.I.T.
- ✚ Ley de impuestos sobre la renta.
- ✚ Ley orgánica del trabajo.

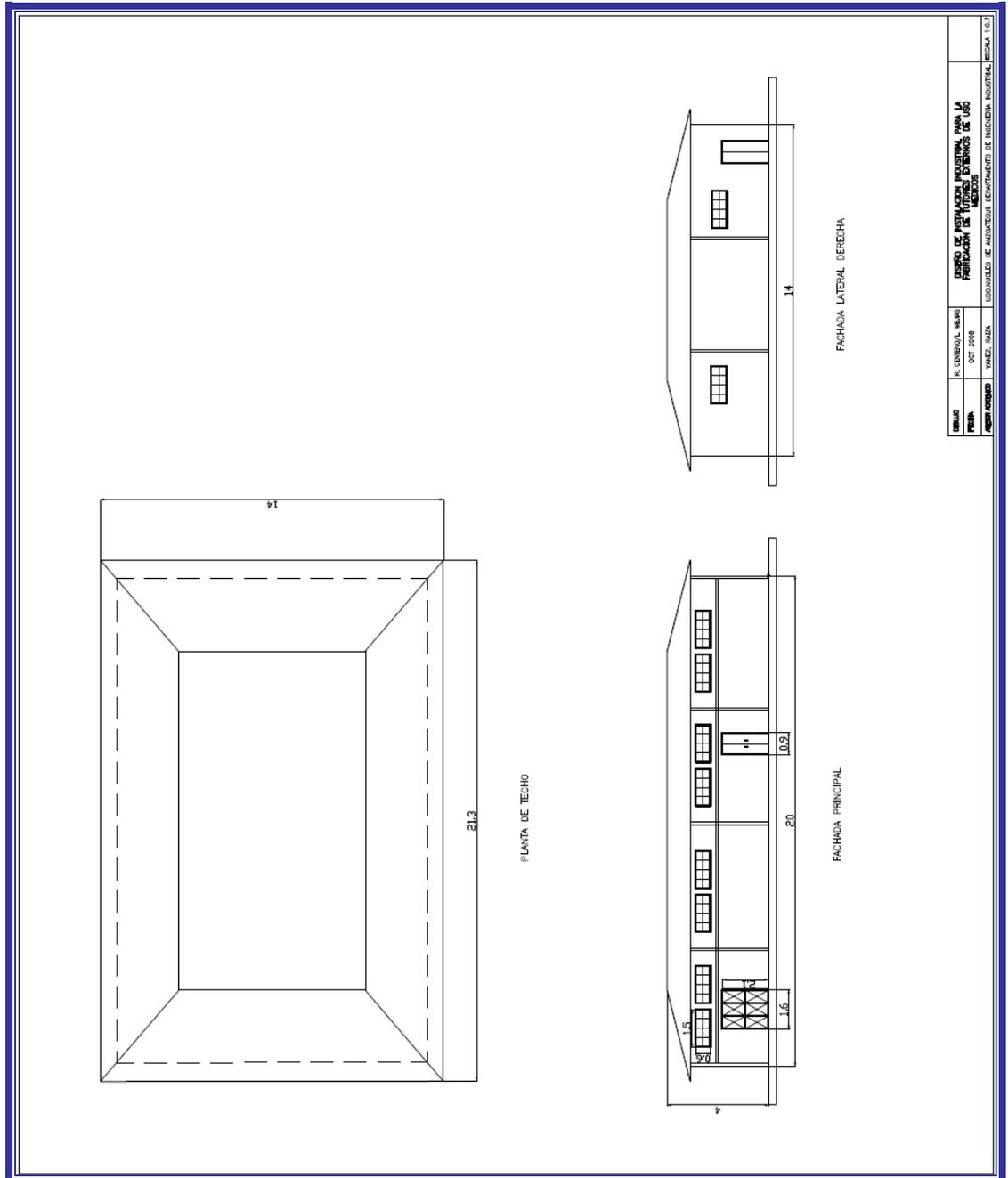
#### **5.4 Ingeniería de Detalle**

En esta parte se presentan los planos de infraestructura y el presupuesto de **obra civil (\*)** necesaria para el acondicionamiento y puesta en marcha de la planta.

##### **5.4.1 Planos Relacionados con la Infraestructura Física de la Planta**

Con el fin de llevar a cabo la ejecución de la obra, es necesario tener en cuenta cuales son las características esenciales de la instalación, la cual comprende los siguientes parámetros: tamaño y condiciones del terreno, características del diseño, distribución de la planta en función al proceso productivo, cantidades a producir, maquinarias a utilizar, número de empleados, tipo de instalación, entre otros. Tomando en cuenta esos factores, se podrán diseñar y elaborar los planos necesarios para el desarrollo del proyecto. A continuación se presentan los diferentes planos relacionados con la infraestructura de la planta:

(\*) Para Ver en detalle los componentes incluidos en el presupuesto de obra civil ver tablas anexas A.8. y A.9.



**Figura 5.4:** Fachadas principal, lateral y planta de techo  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

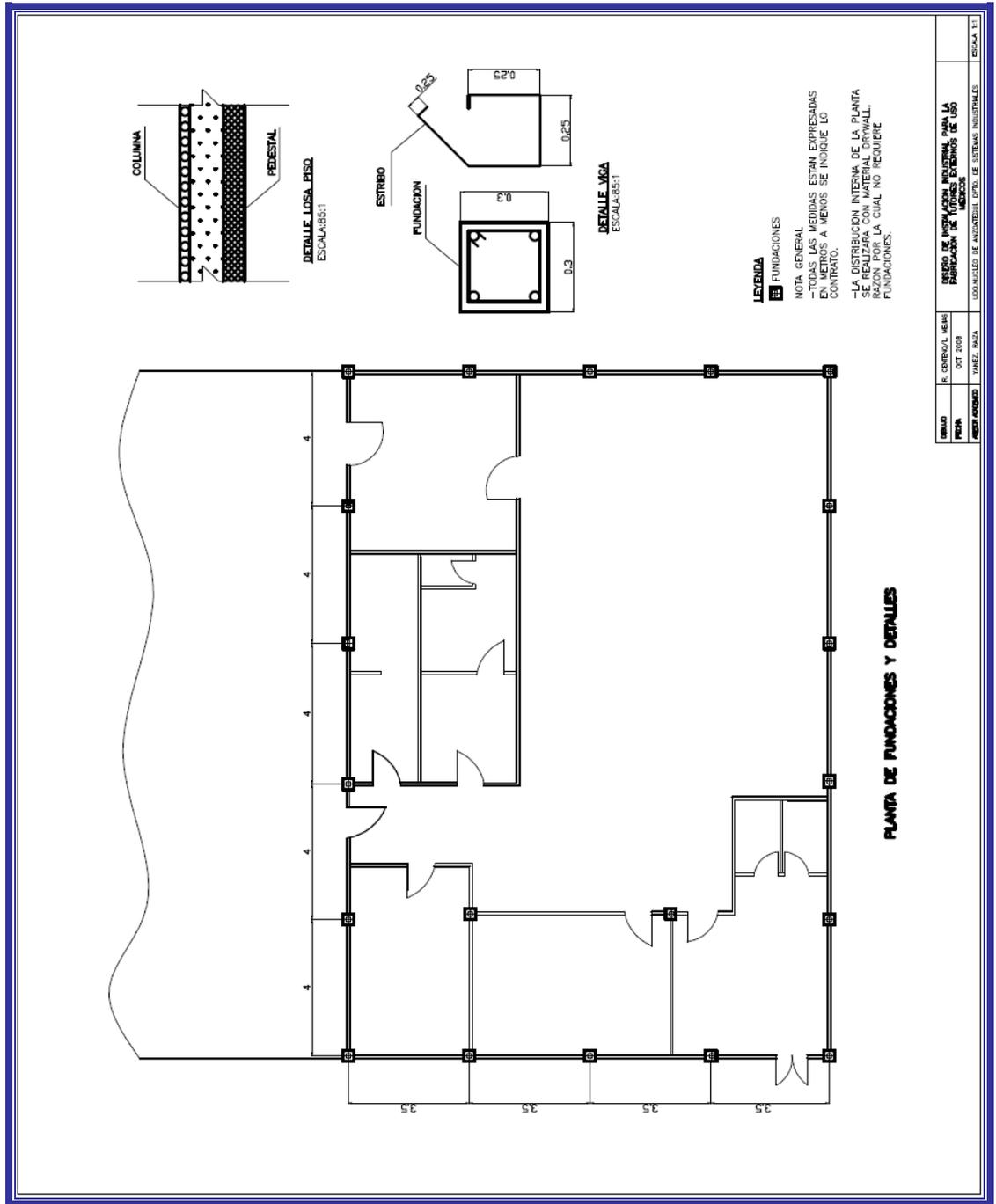
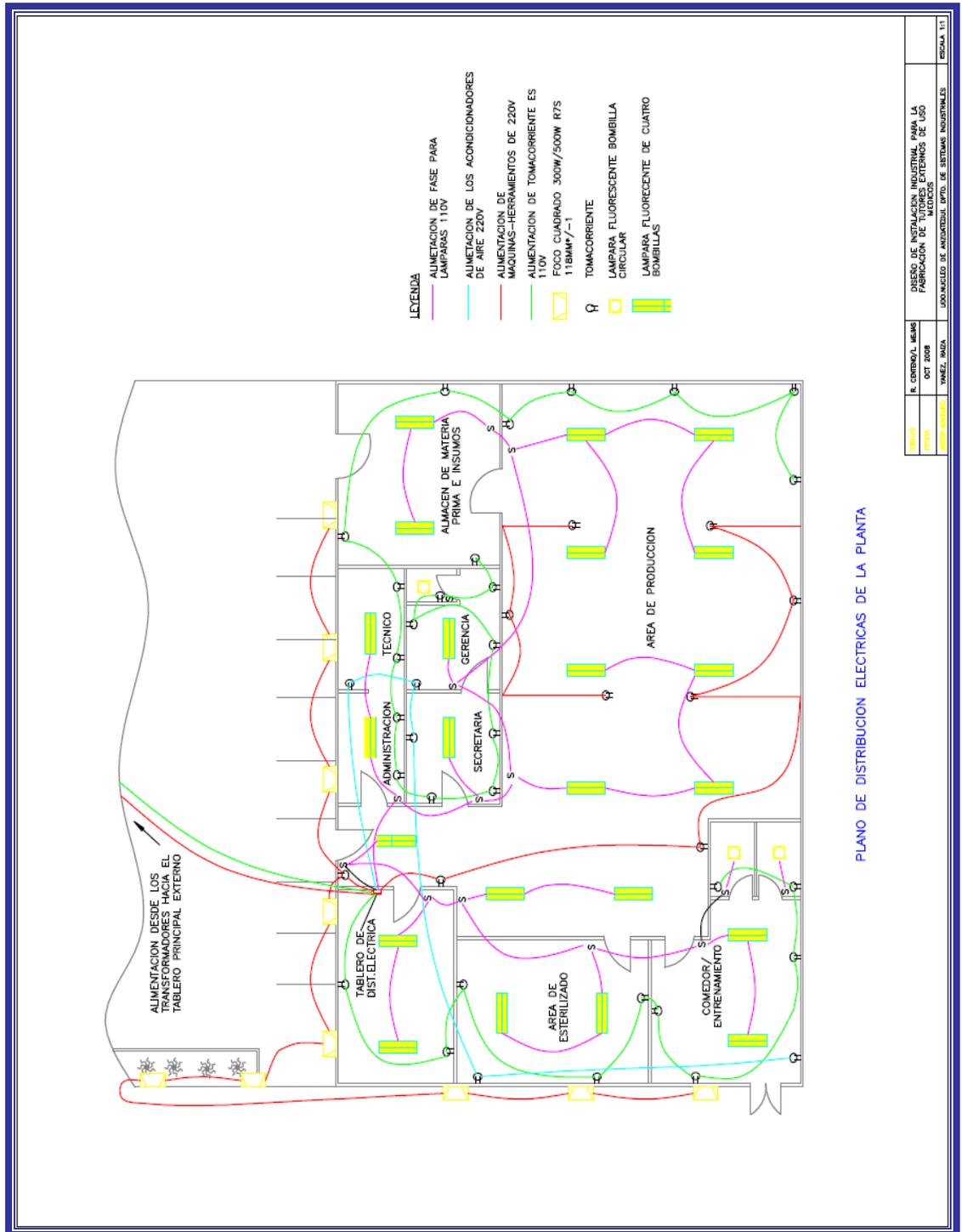
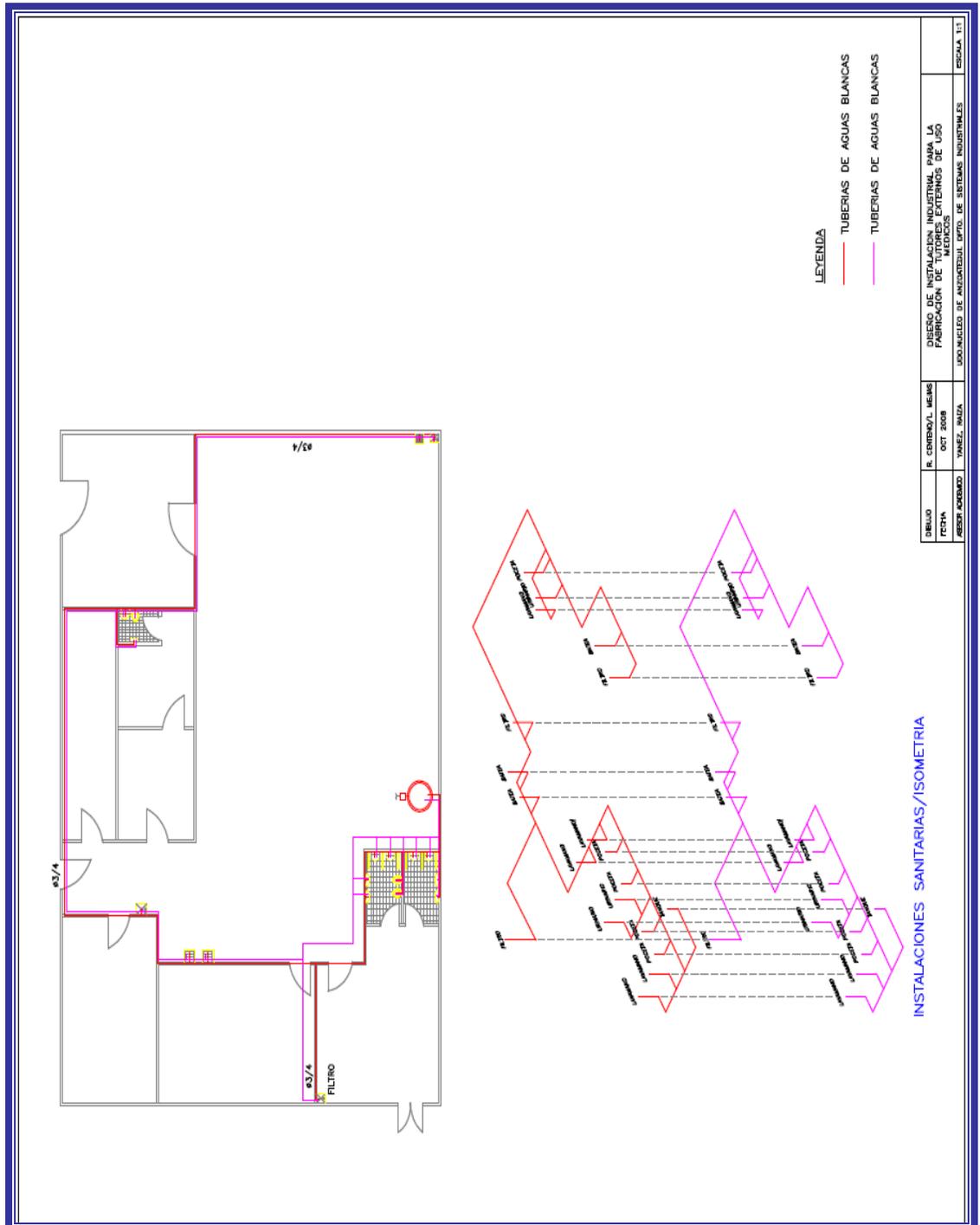


Figura 5.5: Vista de planta de fundaciones y detalles  
 Fuente: Elaboración Propia (2.008)



**Figura 5.6:** Plano de distribución eléctrica de la planta  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)



**Figura 5.7:** Plano de instalaciones sanitarias/isometría  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

## **CAPITULO VI**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

#### **6.1 Inversión Inicial**

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos y diferidos necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Los activos fijos tratan todo lo referente a aquellas inversiones a realizar en bienes tangibles. La inversión más significativa que tienen las empresas de producción se encuentra en la adquisición de activos fijos, ya que sin ellos el funcionamiento de esta sería virtualmente imposible; son propiedad de la empresa y están constituida por: local, equipo, mobiliarios y auxiliares, vehículos, maquinarias y todo aquello que interviene en el proceso de transformación de la materia prima en el producto final.

Para el caso de los activos diferidos, Son todos los recursos que serán pagados para obtener un beneficio futuro; la inversión realizada sobre estos la constituyen los derechos y servicios adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, que incluye: patente, nombre comercial, etc. Y contrato de servicios (agua, luz, teléfono, etc.).

### 6.1.1 Descripción de la Inversión Inicial

A continuación se describen los activos fijos y diferidos que comprenden la inversión inicial:

- ✚ **Local:** para poner en funcionamiento nuestro proyecto, necesitamos de un espacio que cumpla con todas las condiciones necesarias para la puesta en marcha de la misma. Por esta razón, se tomó la decisión de comprar un galpón, el cual se presentó en el capítulo anterior que además cumple las mínimas exigencias para la elaboración de tutores.
- ✚ **Equipos y maquinarias:** están integrados por los diferentes equipos y maquinarias necesarios para la producción y el funcionamiento operativo de la planta. En la tabla 6.1 se muestran los costos.

**Tabla 6.1:** Costos de equipos y maquinarias

Descripción	Cantidad	Precio unitario (Bs.F/ Unidad)	Costo (Bs.F.)
Máquina de corte por plasma(*)	1	3.454,09	3.454,09
Torno CNC (*)	1	250.000	250.000
Máquina de torno paralelo (*)	1	22.000	22.000
Sierra Alternativa	1	2.938,40	2.938,40
Máquina Taladradora radial (*)	1	9.141,61	9.141,61
Prensa de mesa	1	150	150
Vernier	1	89	89
Vernier de altura	1	410	410
Esterilizadora	1	3.187	3.187
Codificador de cajas	1	1.237	1237
Sellador de bolsas	1	219,90	219,90
Amoladora de banco	1	354	354
Bomba de 3 Hp(*)	1	3.500	3.500
Otros herramienta y equipos	–	–	25.000
<b>TOTAL</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>321.681</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Incluye costo de instalación.

 **Mobiliarios y equipos auxiliares:** la cantidad de mobiliarios y equipos auxiliares con sus respectivos presupuestos se muestran en la tabla 6.2 que sigue:

**Tabla 6.2:** Costo de mobiliario y equipos auxiliares

Descripción	Cantidad (unidades)	Precio Unitario (Bs.F/unidad)	Costo Total (Bs.F)
Escritorio ejecutivo modular	1	337	337
Silla ejecutiva giratoria	1	225	225
Escritorio secretarial	1	337	337
Silla secretarial giratoria	1	225	225
Silla plásticas	32	42	1.344
Impresora multifuncional	2	295	870
Computadora	4	1.979,99	7.919,96
Gavetero de 3 gavetas	4	77,49	305,90
Cafetera	1	108	108
Nevera de 12 "	1	500	500
Microondas	1	289	289
Papelera	5	18	90
Extintores	4	300	1.200
Teléfono	4	123	492
Filtro de agua	3	375	1.125
Luces de emergencia	6	175,98	1.055,58
Estantes metálicos	10	359	3.590
Lockers	1	1.932,57	1.932,57
Televisor 30"	1	2.900	2.900

**Fuente:** Ferretería EPA, Makro, Novedades Vitriestantes Monagas, SEPRHOMED C.A., SUCROVIND, C.A. (2.008)

**Continuación. Tabla 6.2. – Costo de mobiliario y equipos auxiliares**

Descripción	Cantidad (unidades)	Precio Unitario (Bs.F/unidad)	Costo Total (Bs.F)
Equipos de Seguridad (fajas, lentes, tapa boca, botas, guantes, batas, etc.)	–	–	8.000
Equipos de Primeros Auxilios y Materiales Médicos	–	–	2.000
Pick up Cheyenne	1	42.000	42.000
Recolector material sobrante	6	20	120
Tanque de Agua.1100lts.	1	370	370
Mesas de trabajo	6	436	2.616
Carruchas neumática	1	604	604
Otros mobiliarios	–	–	10.000
<b>TOTAL</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>90.556,01</b>

**Fuente:** Ferretería EPA, Makro, Novedades Vitriestantes Monagas, SEPRHOMED C.A., SUCROVIND, C.A. (2.008)

 **Obra civil:** el presupuesto de las obras civiles del proyecto se calcularon al final del capítulo anterior, en la parte de Ingeniería en detalle. En la tabla 6.3 se presenta en resumen los costos de las partidas; donde incluye el costo de instalación de las máquinas.

**Tabla 6.3:** Costos de partidas de las obras civiles

Descripción	Costo (Bs.F)
Presupuesto de acondicionamiento del Galpón	112.005,41
<b>TOTAL</b>	<b>112.005,41</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### 6.1.2 Presupuesto de la Inversión Inicial

En la tabla 6.4 se muestra la inversión inicial en activos fijos y diferidos necesarios para iniciar el funcionamiento de la empresa.

**Tabla 6.4:** Presupuesto de la inversión inicial

Descripción	Costo (Bs.F.)
<b>Activos Fijos</b>	
Galpón	1.000.000
Equipos y Maquinarias	321.681
Mobiliarios y Equipos auxiliares	90.556,01
Obra Civil	112.005,41
<b>Total de Activos Fijo</b>	<b>1.524.242,42</b>
<b>Activos Diferidos</b>	
Imprevistos (2% de los costos fijos)	30.484,85
Gastos legales (1% de los costos fijos)	15.242,42
Seguros e Impuesto (2% de costos fijos)	30.484,85
<b>Total de Activos Diferidos</b>	<b>76.212,12</b>
<b>Total de la Inversión Inicial</b>	<b>1.600.454,54</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### 6.2 Costos de Producción

Los costos de producción son todos aquellos costos en que incurren para la elaboración del producto, estos comprenden: materia prima, materiales indirectos, mano de obra directa e indirecta, mantenimiento, seguros e impuestos.

### 6.2.1 Descripción de los Costos de Producción

- + **Costo de materia prima:** en la tabla 6.5 se determino los costos de la materia prima para el primer año de producción. Tomando en cuenta un promedio de 1.584 tutores, cantidad que fue estimada en el capítulo anterior.

**Tabla 6.5:** Determinación de los costos de la materia prima

<b>Materiales(*)</b>	<b>Cantidad Requerida (unid./año)</b>	<b>Costo Unitario (Bs.F/unid)</b>	<b>Costo Total (Bs.F/año)</b>
Lámina de 2x1x 0,005 mts.	144	2.233	321.552
Barra cuadrada de ½" de 3,10mts de longitud.	176	180,50	31.768
Barra redonda de ½" de 3 mts de longitud.	79	70,80	5.593,20
Shanz o ejes de 3/16" de 150 mm de longitud.	9.504	80	760.320
Barra roscada de dimensiones 5/16" – 18x 2 mts.	990	60,50	59.895
Tuercas hexagonales con p.r. ¼".	60.192	0,45	27.086,40
Tornillos hexagonales de 12 y 18 mm de longitud.	17.424	0,70	12.196.80
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.206.214,60</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Todos los materiales en acero inoxidable AISI 304

En la siguiente tabla 6.6 se muestran los costos totales de los primeros tres años en base a la producción y al costo total mostrado en la tabla anterior.

**Tabla 6.6:** Costos de la materia prima

<b>Año</b>	<b>Producción (*) (Tutores./año)</b>	<b>Inflación (%)</b>	<b>Costos totales (Bs.F/año)</b>
2.008	1.584	24,4	1.206.214,60
2.009	1.584	27	1.531.892,54
2.010	1.584	22	1.868.908,90
2.011	1.584	15,5	2.158.589,78
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6.765.605,82</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Como se hizo referencia en el CAPITULO V, se estima trabajar durante los primeros 3 años con la máxima capacidad (instalada) de los equipos por lo cual no se observa aumento en la producción.

#### **Costo de materiales indirectos**

**Tabla 6.7:** Costos de materiales indirectos

<b>Descripción</b>	<b>Costo (Bs.F/mes)</b>	<b>Costo (Bs.F/año)</b>
Electricidad	4.225	50.700
Agua	800	9.600
teléfono	350	4.200
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>64.500</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

#### **Costo de mano de obra**

La mano de obra de la unidad productiva se divide en directa e indirecta. La mano de obra directa se refiere al personal que interviene directamente en el proceso de producción, como los operarios, gerente de producción y almacenistas. La mano de obra indirecta está

conformada por el personal que aún estando en el área de producción no son obreros, pero influyen en los costos de operación. Los costos de mano de obra directa e indirecta se muestran en las tablas 6.8 y 6.9 respectivamente.

**Tabla 6.8:** Costo de mano de obra directa

<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario Mensual (Bs.F/mes)</b>	<b>Salario Anual (Bs.F/Año)</b>	<b>Costo Total (*) (Bs.F/año)</b>
Jefe de producción	1	2.450	29.400	49.000
Técnicos mecánicos	6	1.200	14.400	144.000
Almacenistas	2	799,24	9.590,88	31.969,50
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>260.969,50</b>

**Fuente:** Colegio de Ingenieros y Elaboración propia (2.008)

(\*) Se consideró para el costo de la mano de obra directa el sueldo básico estipulado por el gobierno nacional según la especialización, sumándole al mismo un 25% correspondiente al pago de retenciones obligatoria que incluye: cesta de alimentación, paro forzoso, ley de política habitacional, INCE y seguro social. Adicionalmente al salario anual (Bs.F/Año) se le sumó el sueldo diario multiplicado por 45 días de bono vacacional y 75 días por el pago de prestaciones sociales por mano de obra directa.

El costo de beneficios sociales para la mano de la obra directa se calculó mediante las obligaciones expuestas en la Ley Orgánica del Trabajo. Ver cálculos anexos.

**Tabla 6.9:** Costo de mano de obra indirecta

Cargo	Cantidad	Salario Mensual (Bs.F/mes)	Salario Anual (Bs.F/año)	Costo Total (*) (Bs.F/año)
Técnico dibujante de CAD	1	1.300	15.600	26.000,25
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>26.000,25</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Se considero para este el sueldo básico, sumándole al mismo un 25% correspondiente a (retenciones obligatorias) Adicionalmente se le sumo el sueldo diario multiplicado por 45 días de bono vacacional y 75 días por el pago de prestaciones sociales. Ver cálculos anexos.

#### Costos administrativos

**Tabla 6.10:** Costos administrativos

Cargo	Cantidad	Salario Mensual (Bs.F/mes)	Salario Anual (Bs.F/año)	Costo Total (*) (Bs.F/año)
Gerente General	1	3.750	45.000	60.000
Administrador	1	1.875	22.500	30.000
vigilante	1	1.125	13.500	18.000
Personal de limpieza	1	799,24	9.590,88	15.984,75
Secretaria	1	1.125	13.500	18.000
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>141.984,75</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### Costo de gastos de ventas

**Tabla 6.11:** Costos de gastos por ventas

Cargo	Cantidad	Salario Mensual (Bs.F/mes)	Salario Anual (Bs.F/año)	Costo Total (*) (Bs.F/año)
Encargado de ventas	1	1.500	18.000	30.000
Chofer (despachador)	1	799,24	9.590,88	15.984,75
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>45.985,75</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*)Se considero: el sueldo básico de acuerdo a su especialización, sumándole un 25% de retenciones obligatorias. Adicionalmente se le sumo el sueldo diario multiplicado por 45 días de bono vacacional y 75 días por el pago de prestaciones sociales.

### Costo de mantenimiento (Cm)

En este renglón se consideran los costos de acciones de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos y maquinarias, vehiculo de transporte estimándose un porcentaje anual de sus costos. Se aplica este tipo de mantenimiento ya que es menos costoso y puede informar sobre cualquier falla. Estos se presentan en la Tabla 6.12 que sigue:

**Tabla 6.12:** Costo de mantenimiento

Descripción	Costo Total (Bs.F)	Porcentaje (%)	Costo Anual de Mtto.(Bs.F)
Pick up Cheyenne	42.000	0,01	420
Equipos y Herramientas	321.681	0,05	16.084,05
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16.504,05</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### **Costo de empaque**

Se requiere de dos tipos, uno primario y uno secundario. El primario es el que está en contacto directo con el producto principal que serán las bolsas plásticas y el secundario, cajas de cartón para colocar las piezas de un tutor y vienen impresas las etiquetas en dichas cajas, lo cual no se consideran un costo adicional.

**Tabla 6.13:** Costo de empaque

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (*)</b>	<b>Costo Unitario (Bs.F)</b>	<b>Costo Total Anual (Bs.F)</b>
Cajas de Cartón tipo corrugado (40x13x7cm)	1.663	0,86	1.430,18
Bolsas plásticas	1.663	0,20	332,6
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.762,78</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*)Se estima un porcentaje de pérdidas del 5%.

### **Costo de producción**

Los costos de producción es la inversión necesaria para producir el producto y transportarlo, es decir son los costos relacionados directamente con el proceso productivo, reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Para dicha evaluación se consideraron factores como: El índice inflacionario, y la información suministrada por proveedores. A continuación, En la tabla 6.14 siguiente se detalla un resumen de estos costos:

**Tabla.6.14:** Costos totales de producción

Descripción	Años			
	2.008	2.009	2.010	2.011
<b>Costos Directos</b>	<b>2.008</b>	<b>2.009</b>	<b>2.010</b>	<b>2.011</b>
<b>Tasa de Inflación (%)</b>	<b>*****</b>	<b>27,00</b>	<b>22,00</b>	<b>15,50</b>
Costo de materia prima	1.206.214,60	1.531.892,54	1.868.908,90	2.158.589,78
Costo de mano de obra directa	260.969,50	331.431,27	404.346,15	467.019,80
Costo administrativo	141.984,75	180.320,63	219.991,17	254.089,80
Costos de gastos de ventas	45.985,75	58.401,90	71.250,32	82.294,12
Costo de empaque	1.762,78	2.238,73	2.731,25	3.154,60
Costo de mantenimiento	16.504,05	20.960,14	25.571,38	29.534,94
<b>Total Costos Directos</b>	<b>1.673.421,43</b>	<b>2.125.245,21</b>	<b>2.592.799,17</b>	<b>2.994.683,04</b>
<b>Costos Indirectos</b>	<b>2.008</b>	<b>2.009</b>	<b>2.010</b>	<b>2.011</b>
Costo de mano de obra indirecta	26.000,25	33.020,32	40.284,79	46.528,93
Costo de materiales indirectos	64.500	81.915,00	99.936,30	115.426,43
<b>Total Costos Indirectos</b>	<b>90.500</b>	<b>114.935,32</b>	<b>140.221,09</b>	<b>161.955,36</b>
<b>Total de costo de producción</b>	<b>1.763.921,43</b>	<b>2.240.180,53</b>	<b>2.733.020,26</b>	<b>3.156.638,4</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

(\*) Para proyectar todos los rubros se considero la tasa de inflación.

### 6.3 Capital de Trabajo

Este capital representa un monto adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar la empresa.

Antes de recibir ingresos se deben financiar las primeras producciones comprar materia prima, pagar mano de obra directa y contar con cierta cantidad en efectivo para auxiliar los gastos diarios de la empresa. Lo anterior constituye el activo circulante. **Ver tabla 6.15**

**Tabla.6.15:** Costo del Capital de Trabajo

<b>Descripción</b>	<b>Bolívares Fuertes mensuales</b>	<b>Bolívares Fuertes Trimestral</b>
Materia Prima	100.517,88	301.553,65
Mano de Obra Directa	21.747,46	65.242,38
Mano de Obra Indirecta	2.166,69	6.500,07
Materiales Indirectos	5.375,00	16.125,00
Costos Administrativos	11.832,06	35.496,19
Gastos de Ventas	3.832,14	11.496,42
<b>TOTAL</b>		<b>436.413,70</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### 6.4 Depreciación

La depreciación se define como la pérdida de valor que experimenta un activo fijo, a excepción del terreno por el uso. Para calcular la depreciación

de los activos fijos de la empresa se utilizo el método de línea recta, que viene dado por la siguiente ecuación 6.1.

$$D = \frac{CI - VS}{N}$$

Ec. 6.1

Donde:

-  **D:** Monto anual de depreciación
-  **CI:** Costo inicial
-  **VS:** Valor de salvamento
-  **N:** Vida útil

**Tabla.6.16:** Depreciación de los activos

Activos	Costo inicial (Bs.F.)	Vida útil anual (N)	Tasa de depreciación (%)	Valor de salvamento (VS)	DEPRECIACIÓN N (Bs.F)
Maquinas y Equipos	321.681	15	10	32.168,10	19.300,86
Obra Civil	112.005,41	20	3	3.360,16	5.432,26
Mobiliario y Equipos Auxiliares	90.556,01	8	8	7.244,48	10.413,94
<b>TOTAL</b>				<b>42.772,74</b>	<b>35.147,06</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

## 6.5 Recursos Económicos Necesarios

Los recursos económicos necesarios para la instalación y puesta en marcha del proyecto, esta compuesto por la inversión inicial y el capital de trabajo, el cual se muestran en la Tabla.6.15 que sigue:

**Tabla.6.17:** Recursos económicos necesarios

Descripción	Costo (Bs.F)
Inversión inicial	1.600.454,54
Capital de trabajo	436.413,70
<b>TOTAL</b>	<b>2.036.868,24</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

## 6.6 Financiamiento del Proyecto

### 6.6.1 Planes de Créditos

Una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas a aquellos organismos que pueden aportar el capital necesario para poner en marcha del proyecto. Estos organismos pueden ser de origen público o privado.

Estos recursos provendrían entonces de dos fuentes: Accionistas (capital privado) y una Institución Crediticia (capital publico). Por el monto de los recursos económicos necesarios se debe utilizar el capital mixto para la puesta en marcha de la empresa. A continuación se muestra el organismo financiero del estado.

Como se hizo mención en el párrafo anterior el proyecto en estudio, requiere de un crédito proporcionado por instituciones crediticias (capital público). Los cálculos para el financiamiento del plan de inversión se basaron según los planes de crédito de BANFOANDES (Banco de Fomento Regional Los Andes). Tiene la capacidad de financiar proyectos de instalación de nuevas industrias, ampliación de empresas existentes etc., e igualmente capital de trabajo y activos intangibles vinculados a dicho proyecto. Monto máximo Bs.F 5.000.000 a una Tasa de Interés del 19%, hasta 5 años de plazo de pago, incluyendo 1 años de gracia (con diferimiento de interés).

#### 6.6.2 Determinación de la Tabla de Pago a BANFOANDES

Cuando se pide un préstamo, existen diversas formas de pagarlo; el método empleado es el pago en cantidades iguales al final de cada uno de los años. Para hacer este cálculo primero es necesario determinar el monto de la cantidad igual que se pagará cada año. Para ello se emplea la **ecuación 6.2** considerando el programa de crédito expuesto por **BANFOANDES** resumidos en la **tabla 6.18**.

**Tabla.6.18:** Determinación de la tabla de pago

Descripción	Financiamiento
Recursos económicos necesarios (Bs.F)	2.036.868,24
Monto BANFOANDES (Bs.F)	1.629.494,59
% de financiamiento	80
Tasa de Interés (%)	19
Plazo BANFOANDES (n). Con 1 año de gracia	5
Monto de accionistas (capital de Privado) (Bs.F)	407.373,65
% de Financiamiento	20

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

En la **tabla 6.19** se refleja el resultado del cálculo de anualidades.

$$A = p * \frac{[i (1+i)^n]}{[(1+i)^n - 1]}$$

**Ec. 6.2**

**Donde:**

-  **A:** Anualidad
-  **P:** Monto del crédito
-  **i:** Tasa de interés
-  **n:** Plazo

**Tabla.6.19:** Cálculo de anualidad

Entidad	P	i (%)	n (Años)	A (Bs.F)
BANFOANDES	1.629.494,59	19	5	<b>532.926,48</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008)

A continuación se muestra la tabla 6.20 que refleja el pago de la deuda propuesta por la institución de crédito BANFOANDES de la cual se ha hablado anteriormente con el objeto de solventar las necesidades económicas de la empresa. Los valores están expresados en Bs.F.

**Tabla.6.20:** Tabla Pago de la deuda con BANFOANDES

n (Años)	Anualidades	Intereses	Amortizado	Saldo Insoluto	% Tasa del Período
<b>Período de Gracia (Años)</b>					
<b>1</b>	0	309.603,97	0	1.629.494,59	19
<b>Período de Amortización (Años)</b>					
<b>1</b>	532.926,48	309.603,97	223.322,51	1.406.172,08	19
<b>2</b>	532.926,48	267.172,70	265.753,78	1.140.418,30	19
<b>3</b>	532.926,48	216.679,48	316.247,00	824.171,29	19
<b>4</b>	532.926,48	156.592,55	376.333,93	447.837,38	19
<b>5</b>	532.926,48	85.089,10	447.837,38	<b>0</b>	19

**Fuente:** Elaboración propio (2.008).

### 6.7 Determinación de la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)

Uno de los puntos vitales para la viabilidad del proyecto es la determinación de la tasa mínima aceptable sobre la inversión propuesta, ya que esta será el punto principal de comparación para la evaluación económica.

La TMAR representa el rendimiento mínimo que deberá ganar la empresa para recuperar la inversión sobre el monto aportado por el accionista y será comparada con la tasa interna de retorno (TIR), que será calculada posteriormente a fin de determinar la rentabilidad del proyecto.

La TMAR se determinara de la siguiente manera, una para el accionista y otra para el ente financiero del proyecto, con el fin de obtener la TMAR global.

 **TMAR inversionista**

Se toma el promedio de la inflación estimada para los años proyectados, mas un premio al riesgo que asume el accionista.

 **TMAR global mixta**

Ponderando los anteriores con el nivel de participación de cada una. El cálculo de TMAR se obtiene de la siguiente forma:

 **Para el inversionista:** se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{TMAR} = i + f + (i * f)$$

**Ec. 6.3**

**Donde:**

 **i= 12%** Coeficiente de riesgo (representa un porcentaje estimado de riesgo que puede tomar el proyecto).

 **f:** Inflación promedio para los años proyectados (periodo 2008-2011).

**Tabla.6.21:** Inflación proyectada

Año	Tasa de Inflación (%)
2.008	24,40
2.009	27,00
2.010	22,00
2.011	15,50

**Fuente:** Banco Central de Venezuela (BCV) (2.008)

**Así:**

$$f = (24,4 + 27 + 22 + 15,50) / 4$$

$$f = 22,23\%$$

Sustituyendo valores en la **ecuación 6.3**:

$$\text{TMAR} = 0,12 + 0,22 + (0,12 * 0,222); \text{TMAR} = 0,3666 * 100\%$$

$$\text{TMAR}_{\text{ACCIONISTA}} = 36,$$



**Para los entes financieros:** se hará de la siguiente forma:

$$\text{TMAR} = 19\% \text{ (Tasa activa de BANFOANDES)}$$

El resultado de la TMAR global mixta se encuentra en la **tabla 6.22**

**Tabla.6.22:** Tabla global mixta

Financiamiento	% Aportación	TMAR (%)	Ponderación (%)
BANFOANDES	80	19	15,20
Capital Inversionista	20	36,66	7,32
<b>TMAR Global Mixta</b>	–	–	<b>22,52</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

$$\text{TMAR}_{\text{GLOBAL MIXTA}} = 22,52\%$$

## 6.8 Ingresos por Ventas

Con el programa de producción obtenido en el capítulo anterior (Tabla 5.10), se calcula los ingresos por venta de los fijadores tutoriales externos. Tomando en cuenta las proyecciones de los precios calculados en el Capítulo 4, obtenidos a partir de la tasa de inflación, significativamente menor a los importados, con el fin de obtener un margen de ganancia. Los ingresos por ventas correspondientes al producto principal se muestran a continuación en la tabla 6.23.

**Tabla.6.23:** Ingresos brutos por ventas

<b>AÑO</b>	<b>PRONÓSTICO DE VENTA</b>	<b>PRECIO UNITARIO (BS.F)</b>	<b>INGRESO * POR VENTA (Bs.F)</b>
<b>2.008</b>	1.584	10.607,43	15.962.060,66
<b>2.009</b>	1.584	13.078,80	19.680.978,24
<b>2.010</b>	1.584	13.868,67	20.869.574,62
<b>2.011</b>	1.584	14.326,67	21.558.773,02

**Fuente:** Elaboración Propia (2.008). \*Se considera un 5% de pérdidas.

## 6.9 Determinación del Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a la suma de los Costos Variables más Costos Fijos. Es la producción mínima económica (PME) a la que debe operarse la unidad de producción para no incurrir en pérdidas.

**Tabla.6.24:** Costo para la determinación de la P.M.E.

DESCRIPCIÓN	AÑOS			
	2008	2009	2010	2011
<b>Costos Variables</b>				
Tasa de Inflación (%)	(*)	<b>27,00</b>	<b>22,00</b>	<b>15,50</b>
Materia prima	1.206.214,60	1.531.892,54	1.868.908,90	2.158.589,78
Materiales Indirectos	64.500	81.915,00	99.936,30	115.426,43
Costo de empaque	1.762,78	2.238,73	2.731,25	3.154,60
<b>Total Costos Variables</b>	<b>1.272.477,38</b>	<b>1.616.046,27</b>	<b>1.971.576,45</b>	<b>2.277.170,81</b>
<b>Costos Fijos</b>	<b>2.008</b>	<b>2.009</b>	<b>2.010</b>	<b>2.011</b>
Mano de obra directa	260.969,50	331.431,27	404.346,15	467.019,80
Mano de obra indirecta	26.000,25	33.020,32	40.284,79	46.528,93
Costo administrativo	141.984,75	180.320,63	219.991,17	254.089,80
Costo de Mantenimiento	16.504,05	20.960,14	25.571,38	29.534,94
Costos de Ventas	45.985,75	58.401,90	71.250,32	82.294,12
Depreciación	35.147,06	44.636,77	54.456,86	62.897,67
<b>Total de Costos Fijos</b>	<b>526.591,36</b>	<b>668.771,03</b>	<b>815.900,67</b>	<b>942.365,26</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>1.799.068,74</b>	<b>2.284.817,30</b>	<b>2.787.477,12</b>	<b>3.219.536,07</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

Con los resultados obtenidos de la tabla anterior se determina la Producción Mínima Económica, se utilizara la siguiente ecuación 6.4

$$PME = \frac{\text{Producción Programada} * \text{Costos Fijos}}{\text{Ingreso Total} - \text{Costos variables}}$$

**Ec. 6.4**

**Tabla.6.25:** Producción mínima económica (P.M.E.)

<b>Año</b>	<b>Ingreso por ventas al año</b>	<b>Costos variables (Bs.F)</b>	<b>Costos fijos (Bs.F)</b>	<b>Producción programada (unid)</b>	<b>Producción Mínima Económica (Tutores/Años)</b>
<b>2.008</b>	15.962.060,66	1.272.477,38	526.591,36	1.584	56,78314341
<b>2.009</b>	19.680.978,24	1.616.046,27	668.771,03	1.584	58,64031557
<b>2.010</b>	20.869.574,62	1.971.576,45	815.900,67	1.584	68,38749004
<b>2.011</b>	21.558.773,02	2.277.170,81	942.365,26	1.584	77,41610659

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

### **6.9.1 Elaboración del Flujo de Caja**

Luego de haber determinado todos los costos relacionados al proyecto a continuación se muestra el flujo de caja en la **tabla 6.26**

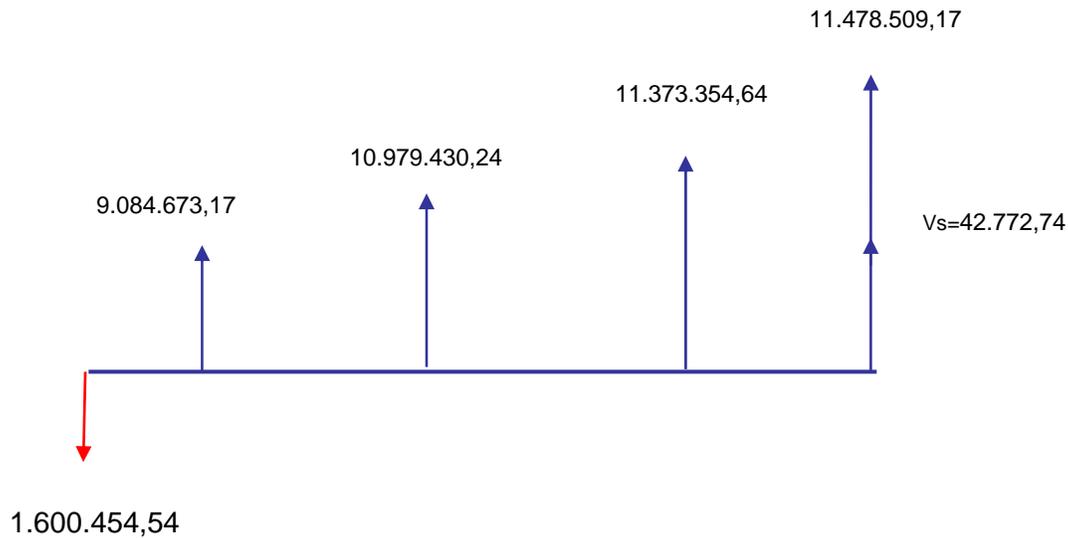
**Tabla.6.26:** Flujo neto efectivo

DESCRIPCIÓN	AÑOS				
	0	1	2	3	4
		2.008	2.009	2.010	2.011
Ingresos por Ventas		15.962.060,66	19.680.978,24	20.869.574,62	21.558.773,02
(-) Costos de Producción		1.763.921,68	2.240.180,54	2.733.020,26	3.156.638,39
(-)Depreciación		35.147,06	44.636,77	54.456,86	62.897,67
(=) Utilidades gravables		14.162.991,92	17.396.160,93	18.082.097,50	18.339.236,96
(-) Costos de Administración		141.984,75	180.320,63	219.991,17	254.089,80
(-) Costos Financieros		309.603,97	309.603,97	309.603,97	309.603,97
(=) Utilidad Antes de Impuestos		13.711.403,20	16.906.236,33	17.552.502,36	17.775.543,18
(-)Impuestos Sobre La Renta (34%)		4.661.877,08	5.748.120,35	5.967.850,80	6.043.684,68
(=)Utilidad Neta después de los impuestos		9.049.526,11	11.158.115,98	11.584.651,56	11.731.858,50
(+)Depreciación		35.147,06	44.636,77	54.456,86	62.897,67
(-) Pago de Capital			223.322,51	265.753,78	316.247,00
Inversión Inicial	1.600.454,54				
Flujo Neto de Efectivo	1.600.454,54	<b>9.084.673,17</b>	<b>10.979.430,24</b>	<b>11.373.354,64</b>	<b>11.478.509,17</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

## 6.10 Evaluación Económica

Con los flujos netos de caja representados en el gráfico y el valor de la TMAR de 36,6 % se realizan los cálculos de valor presente neto y la tasa interna de retorno. Valores expresados en Bs.F.



**Gráfico 6.1:** Diagrama de flujo neto de caja  
**Fuente:** Elaboración Propia (2.008).

### 6.10.1 Valor Presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado para este tipo de evaluaciones por dos razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a Bolívars actuales y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Mediante el uso de este método se trasladan las cantidades futuras al presente utilizando para ello una tasa de descuento (TMAR).

Para calcular el VPN se usa la siguiente ecuación:

$$\text{VPN} = -P + \frac{\text{FNE1}}{(1+i)^1} + \frac{\text{FNE2}}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE3}}{(1+i)^3} + \frac{(\text{FNE4} + \text{Vs})}{(1+i)^4}$$

**Ecuación 6.5**

Sustituyendo los valores en la ecuación planteada:

**Donde:**

- + **P**= 1.600.454,54Bs.F (Inversión Inicial. **Ver tabla 6.17**)
- + **n**= 4 años (años proyectados)
- + **FNE<sub>j</sub>**= Flujo neto efectivo para el periodo j, j: 1,2,3,4
- + **i**= 22,52% (**TMAR, ver tabla 6.22**)
- + **Vs**= 42.772,74 Valor de salvamento Bs.F (**Ver tabla 6.16**)

Sustituyendo las variables anteriores correspondiente en la ecuación VPN.

$$\text{VPN} = 24.425.516,51 \text{ Bs.F} > 0$$

***“Se Considera Que El Proyecto Es Económicamente Rentable”***

### 6.10.2 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. Esta tasa supone que el dinero que se gane se reinvierte en su totalidad.

El procedimiento es el siguiente: Se iguala a cero (0) y se deja a *i* (TIR) como incógnita; para ello se formula la ecuación hasta que este equilibrada.

$$\text{VPN} = 0 = -P + \frac{\text{FNE1}}{(1+i)^1} + \frac{\text{FNE2}}{(1+i)^2} + \frac{\text{FNE3}}{(1+i)^3} + \frac{(\text{FNE4+Vs})}{(1+i)^4} \quad \text{Ecuación 6.6}$$

$$0 = -P + \frac{(9.084.673,17)}{(1+i)^1} + \frac{(10.979.430,24)}{(1+i)^2} + \frac{(11.373.354,64)}{(1+i)^3} + \frac{(11.521.281,91)}{(1+i)^4}$$

Con:

$$P = 1.600.454,54 \text{ Bs.F}$$

**Tabla.6.27:** Cálculo de la TIR

i (%)	VPN
585.14	0

**Fuente:** Elaboración propia (2.008)

Al introducir el valor de (i) resultante, en la ecuación 6.6 se observó que directamente el valor presente neto (VPN); se hizo cero (0); arrojando además un porcentaje relativamente elevado. Así, para esta parte del proyecto se puede decir que:

$$\text{TIR} = 585.14\% > \text{TMAR} = 22,52\%$$

***“El proyecto es aceptado y económicamente rentable”***

## CONCLUSIONES

- 1 El estudio indicó que existe una demanda importante a cubrir, así como condiciones socio-económicas propicias para la incursión de fijadores externos en un área tan exigente como lo es el de traumatología, lo que representa una excelente oportunidad de negocios.
- 2 El estudio técnico demostró que se cuenta con la tecnología adecuada para la realización del proyecto, ya que las técnicas utilizadas en el procedimiento industrial de los fijadores tutoriales externos son accesibles.
- 3 El diseño de instalación industrial, se basa en una distribución por procesos y la alternativa más recomendable de localización de acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología SLP así como ponderación por punto respectivamente, permitieron obtener los planos que cumplen con las características físicas idóneas para establecer un acondicionamiento que satisface al ambiente de trabajo al tiempo que se ubica la planta cerca de los centros de consumo, de los proveedores de materia prima y del recurso humano necesario.
- 4 De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación económica se considera rentable la realización de este proyecto, ya que así lo demuestran los siguientes resultados:
  - ✚ Inversión Inicial: 1.600.454,54 Bs.F.
  - ✚ VPN= 24.425.516,51 Bs.F.                      VPN > 0
  - ✚ TIR = 585.14% > TMAR = 22,52%.

## RECOMENDACIONES

- 1 Poner en práctica el proyecto destinado a la fabricación y ensamblaje de Fijadores Tutoriales Externos de uso médico – traumatológico en la zona norte del estado Anzoátegui; así como establecer campañas orientadas a dar a conocer este rubro industrial en el oriente y el resto del país, destacando las ventajas comparativas de nuestros productos e informar acerca de la calidad y variedad de los mismos.
- 2 Sugerir a las instituciones de salud la generación y uso de informaciones estadísticas con la finalidad de facilitar el estudio de propuestas de este tipo que beneficien sus técnicas médicas y al paciente en general.
- 3 Difundir los resultados del presente proyecto internamente entre los diferentes departamentos (Ingeniería, Tecnología, Medicina) de la Universidad de Oriente para lograr una integración que permita continuar con esta valiosa propuesta así como darlo a conocer a los entes gubernamentales del estado para lograr su realización.
- 4 Buscar apoyo de instituciones como hospitales, universidades y otras entidades tecnológicas (UDO; UCV, CITEC, entre otras) con la finalidad de formar un proyecto de tipo transinstitucional para mejorar las técnicas y métodos de fabricación, mejorar la calidad y conocer aún más el mercado de consumo.
- 5 Segmentar el proyecto en etapas para su realización física con la finalidad de trabajar con una inversión inicial más conservadora o

fraccionada adquiriendo en primera instancia los insumos, maquinarias y recurso humano más necesarios de manera de ir creciendo paulatinamente como unidad productiva según el comportamiento del mercado.

## GLOSARIO

**ACTIVOS:** bienes con valor comercial que una compañía posee y que aparecen en su balance general, con inclusión de dinero en efectivo, equipo, inventario.

**AFECCIÓN:** enfermedad, dolencia.

**AMORTIZACIÓN:** eliminación gradual de deuda, a través de pagos periódicos. También se refiere al la eliminación de deuda periódica y al paso de gastos de activos clasificados como intangibles, como por ejemplo las patentes.

**ANATÓMICO:** que se adapta perfectamente al cuerpo humano.

**ANGULACIÓN:** los ángulos que se forman cuando se articulan ciertos huesos.

**ANTÓLOGO:** que selecciona textos literarios de uno o varios autores.

**ARTRODESIS:** consiste en una intervención quirúrgica en la cuál se fijan dos piezas óseas, anclando una articulación. Es muy común esta intervención en el raquis fijando dos vértebras entre si por los cuerpos vertebrales generando el anclaje por medio de una prótesis de titanio u objetos elásticos.

**ARTROSIS:** o enfermedad degenerativa articular, es la más común de las enfermedades articulares. Ocurre con más frecuencia en personas de

edad media y ancianos, afectando el cuello, la región lumbar, rodillas, caderas y articulaciones de los dedos. Aproximadamente el 70% de las personas mayores de 70 años muestran evidencia radiológica de la enfermedad, pero sólo desarrollan síntomas la mitad de ellos. La artrosis también puede afectar a articulaciones que han sido previamente dañadas por sobreuso prolongado, infección o una enfermedad reumática previa. Los pacientes con artrosis padecen dolor y deterioro funcional.

**AUSTENITICOS:** acero inoxidable que se obtiene agregando níquel a la aleación, transformando el material en austenita. Los más utilizados son los denominados AISI 304, 310, 316 y 317.

**AXIAL:** simetría alrededor de un eje.

**BICORTICAL:** relativo a la unión de dos corticales o cortezas de huesos, situado en la parte más externa.

**BIOMÉDICA:** es la rama de la ingeniería que implementa los principios de las tecnologías al campo de la medicina. Se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de equipos médicos, prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico (imagenología médica) y de terapia.

**BIÓNICA:** es la aplicación del estudio de soluciones biológicas a la técnica de los sistemas de arquitectura, ingeniería y tecnología moderna. Etimológicamente, la palabra viene del griego "bios"; que significa vida y el sufijo "ico" que significa "relativo a".

**BIOQUÍMICA:** es la ciencia que estudia los componentes químicos de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, además de otras pequeñas moléculas presentes en las células.

**CALLO ÓSEO:** neoformación ósea para unir los extremos de un hueso fracturado.

**CALLOTASIS:** uno de los métodos más comúnmente utilizados en el mundo. El paso inicial de esta técnica consiste en la colocación de un fijador externo monolateral no trasfixiante en el hueso. Seguidamente se practica una incisión cutánea mínima, exposición del periostio e incisión longitudinal; subperióticamente se realiza la osteotomía a nivel metafisiario, un centímetro por debajo del clavo distal del grupo proximal. Las perforaciones se realizan con broca, completándose con escoplos con guía.

**CARTÍLAGO:** tejido conjuntivo resistente y elástico, formado por células en una matriz de colágeno, que sirve de sostén flexible para numerosas estructuras como los epífisis de los huesos, laringe, orejas, nariz, etc.

**CLAMPS:** estructura de soportes que pueden sujetar los shanz.

**CONDRAL:** relativo al cartílago; como osificación condral, estructura condral, etc.

**CONMINUTA:** del latín *comminuta*, rota en pequeños pedazos. Fractura conminuta.

**CONTRACCIÓN:** encogimiento de un músculo o un nervio.

**CORRELACIONADO:** buscar relación entre una serie de datos o aspectos.

**CORROSIÓN:** deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno (oxidación).

**CORROSIVO:** Que causa o produce desgaste progresivo de una superficie por rozamiento o por una reacción química.

**CORTICOTOMIA:** consiste en una maniobra quirúrgica por la cual se realiza un corte en la porción cortical de un hueso.

**CUBÍCULO:** habitación o recinto pequeño.

**CUTÁNEA:** o dermis, relativo a la piel.

**DESCENTRALIZACIÓN:** transferencia de las responsabilidades de planificación, administración y obtención y asignación de recursos a instituciones regionales o funcionales que cubren una zona determinada.

**DESHICENCIA:** cuando la sutura de una herida se abre.

**DEMARCAR:** fijar o señalar los límites de algo.

**DIÁFISIS:** parte central de los huesos largos que esta formado por un tejido óseo compacto y en cuyo interior se encuentra la medula ósea. Se corresponde con lo que vulgarmente se llama caña del hueso.

**DIMENSIONAMIENTO:** conocer, acotar y dar la medida a una pieza

**DINAMIZACION:** añadir dinamismo o desarrollar una actividad.

**DISTALES:** se refiere a una parte del cuerpo que está más lejos del centro del cuerpo que otra parte. Por ejemplo, los dedos son distales al hombro. Lo contrario es proximal.

**DUCTILIDAD:** propiedad que presentan algunos metales y aleaciones cuando, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos. A los metales que presentan esta propiedad se les denomina dúctiles.

**DUPLICIDAD:** capacidad o cualidad de hacerse doble.

**ENDOMEDULARES:** penetración de clavos o alambres hasta la medula de un hueso a través de equipos especializados.

**EPÍFISIS:** extremo de un hueso largo unido a la diáfisis por cartílago durante la infancia; más tarde forma parte del hueso

**ERGONOMIA:** ciencia que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al entorno artificial construido por el hombre relacionado directamente con los actos y gestos involucrados en toda actividad de éste

**ESPASMOS:** o calambre, se trata de una contracción involuntaria de los músculos que puede hacer que estos se endurezcan o se abulten. Puede producir una contractura muscular.

**ETAREO:** dicho de varias personas: que tienen la misma edad.

**FEMUR:** hueso del muslo, el segundo segmento del miembro inferior. Es el hueso más largo, fuerte y voluminoso del cuerpo de todos los mamíferos. Se encuentra debajo del glúteo y por detrás del cuádriceps.

**FERRITICO:** son los llamados aceros inoxidable al cromo (11.5% a 23% Cr) con bajo contenido de carbono (0.20% máximo). Presentan buena resistencia a la corrosión y resistencia mecánica, se endurecen por trabajo en frío y son magnéticos.

**FISOLOGÍA:** ciencia biológica que estudia las funciones de los seres orgánicos.

**FUSELAJE:** parte principal de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión.

**GANGRENA:** se llama así a la necrosis y posterior descomposición de tejidos orgánicos causada por infección, trombosis o deficiencia del flujo sanguíneo.

**NECROSIS:** muerte patológica de un conjunto de células o de cualquier tejido del organismo, provocada por un agente nocivo que ha provocado una lesión tan grave que no se puede reparar o curar como por ejemplo el aporte

insuficiente de sangre al tejido o isquemia, un traumatismo, la exposición a la radiación ionizante, por la acción de sustancias químicas o tóxicos, por una infección, o por el desarrollo de una enfermedad autoinmune o de otro tipo. Una vez que se ha producido y desarrollado la necrosis, es irreversible.

**HERRUMBRE:** óxido de hierro; en especial en la superficie de objetos de hierro cuando están en contacto con la humedad.

**INDICADORES:** variables que ayudan a determinar indirectamente diferencias en cuanto a la calidad y cantidad en un período de tiempo determinado. Con este fin, se simplifican adecuadamente realidades complejas y se reducen a dimensiones observables.

**INFLACIÓN:** aumento general de los niveles de precios de mercado. Incremento en el nivel de precios dando lugar a una disminución del poder adquisitivo del dinero.

**INJERTO:** procedimiento quirúrgico que se realiza para colocar un hueso nuevo en los espacios ubicados entre o alrededor de un hueso roto (fracturas). El hueso nuevo que se va a injertar alrededor de las fracturas o defectos se puede tomar de un hueso sano del mismo paciente (autoplastia) o de un hueso donado congelado (homoplastia).

**INSUMO:** aquello que es consumido por el proyecto, en contraposición al producto del proyecto. Están constituidos por los productos semielaborados, envases y otros bienes.

**INTERDISCIPLINARIO:** programa donde la combinación de los diferentes cursos, produce una integración gradual entre dos disciplinas

dando lugar a una nueva, con características propias y definidas; ejemplo de ello son: la bioquímica, la geofísica, etc.

**INTERINSTITUCIONAL:** programa en el cual ocurre una integración o fusión entre dos instituciones en que trabajan Pro de una misma labor o que simplemente se prestan servicios.

**INTERLAMINARES:** entre láminas.

**INTRAARTICULAR:** Pertenece al interior de las articulaciones.

**ITINERARIO:** descripción de una ruta, camino o recorrido.

**MECANIZADO:** proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

**MEDULAR:** tipo de tejido que se encuentra en el interior de los grandes huesos, sobre todo de los centrales del cuerpo como cráneo, vértebras (hueso irregular), costillas, esternón, cintura escapular y pelvis.

**MESENQUIMATOSAS:** o células madre. Célula que tiene capacidad de auto renovarse.

**METÁFISIS:** zona del hueso en que la diáfisis pasa a ser epífisis, corresponde a la zona de eliminación del cartílago y de depósito óseo.

**MICROBIANO:** de los microbios; causado por microbios o relativo a ellos.

**MICROORGANISMOS:** también llamado microbio u organismo microscópico, es un ser vivo que sólo puede visualizarse con el microscopio.

**MIOELÉCTRICO:** 'mío' es músculo, asociado a músculo en proceso de contracción.

**MONTAJE:** cualquiera estructura generalmente metálica creada para facilitar labores de fabricación en talleres.

**MORBILIDAD:** se refiere a los efectos de una enfermedad en una población en el sentido de la proporción de personas que la padecen en un sitio y tiempo determinado.

**MULTIDISCIPLINARIO:** programa que combina cursos de diferentes disciplinas, que permiten estudiar los problemas presentados, desde el ángulo particular de estas disciplinas.

**MUSCULOESQUELÉTICOS:** tipo de músculos estriados unidos al esqueleto. Formados por células o fibras alargadas. Son usados para facilitar el movimiento y mantener la unión hueso-articulación a través de su contracción.

**NONIO:** o vernier es una segunda escala que algunos instrumentos de medición pueden tener, y que permite realizar la medición con mayor apreciación que las divisiones de la regla o escala principal del aparato de medida.

**OFERENTES:** quienes ofrecen

**OFERTAR:** ofrecer en venta un producto.

**ORTOPEDIA:** Especialidad que estudia las enfermedades crónicas del aparato osteomuscular (huesos, articulaciones, ligamentos, tendones, músculos) mediante intervención quirúrgica

**ORTOPEDÍSTA:** profesional de la ortopedia.

**OSIFICACIÓN:** El proceso mediante el cual se forma el hueso. Empieza a partir del cartílago.

**OSTEOBLASTOS:** células del hueso, sintetizadoras del tejido óseo, por lo que están involucradas en el desarrollo y el crecimiento de los mismos.

**OSTEOGÉNESIS:** proceso de formación o desarrollo de los huesos.

**OSTEOSINTESIS:** cirugía o tratamiento quirúrgico de fracturas, en que las mismas son reducidas y fijadas en forma estable. Para ello se utiliza la implantación de diferentes dispositivos tales como: placas, clavos, tornillos, alambre, agujas y pines, entre otros.

**PALIAR:** disminuir la intensidad de un dolor o los efectos dañinos de algo,

**PASIVOS:** Obligaciones que tiene una empresa ante terceros.

**PATOLOGIA:** parte de la medicina que estudia las enfermedades.

**PECULIAR:** propio o característico de cada persona o cosa.

**PERCUTÁNEO:** practicado por la piel o a través de la piel; se dice en particular de los métodos de aplicación de agentes terapéuticos: fricciones, baños, electroforesis, etc.

**PERECEDERO:** que dura poco. Que perece. Dejar de ser, acabar

**PERIÓSTICO:** callo externo que como un collar, cubre el foco de una fractura.

**PERNICIOSO:** perjudicial o dañino.

**POSTOPERATORIO:** período de cuidados que comienza cuando el paciente termina la cirugía, tiene el propósito de complementar las necesidades psicológicas y físicas directamente después de la cirugía.

**PSEUDOARTROSIS:** Si algún fragmento de la fractura estando bien reducida y bien inmovilizada, tiene alteraciones del normal aporte vasculo sanguíneo, este fragmento complicará con necrosis avascular, por lo tanto no habrá formación de callo, es decir habrá una complicación de pseudoartrosis.

**RADIOLÚCIDO:** es una de las densidades que se utiliza en radiología especialmente en radiografías, es lo negro que observamos en una radiografía.

**RALENTIZACIÓN:** disminución de la velocidad, especialmente referido a un proceso o una actividad.

**RESOLUTIVO:** que resuelve rápida y eficazmente.

**RODAMIENTO:** elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, sirviéndole de apoyo y facilitando su desplazamiento.

**RÓTULAS:** cabezas de articulación artificial.

**SECUELA:** Consecuencia de una cosa. Las cicatrices pueden ser una secuela de la viruela.

**SHANZ:** alambre de un diámetro dado que se utiliza en traumatología para el tratamiento de las fracturas.

**SIMETRIA:** disposición de las diferentes partes de un sujeto de una forma ordenada y correspondiente. La simetría supone equilibrio.

**SISTEMATIZAR:** organizar; clasificar o reducir algo a un sistema.

**SOBERANA:** que ejerce o posee la autoridad suprema e independiente: poder soberano.

**SUTURA:** Costura con que se unen los dos bordes de una herida

**SUBYACENTE:** que subyace o se encuentra debajo de algo

**TERRAJA:** herramienta manual de corte que se utiliza para el roscado manual de pernos y tornillos, que deben estar calibrados de acuerdo con la característica de la rosca que se trate.

**TIPIFICAR:** ajustar varias cosas semejantes a un tipo o norma común.

**TRABÉCULA:** prolongación que sale de una pared o envoltura de un órgano y se introduce en el espesor de éste o en una cavidad.

**TRACCION:** la tracción utiliza pesas y poleas para ejercer tensión sobre un hueso o articulación desplazada, como en el caso de una cadera dislocada, con el fin de realinear el hueso e inmovilizarlo. La tracción también se utiliza para mantener un grupo de músculos estirados con el fin de reducir los espasmos musculares.

**TRANSDISCIPLINARIO:** programa donde la combinación de los diferentes cursos, produce un proceso de integración, a partir de una fusión de más de dos disciplinas, cuya resultante final responde generalmente más a la solución de un problema de investigación, que a la de una disciplina determinada.

**TRANSFIXIANTE:** se usa el término para algo que "atraviesa", o "perfora". Dolor transfixiante: Es cuando un dolor parece atravesar el cuerpo.

**TRANSINSTITUCIONAL:** programa donde se fusionan más de dos instituciones generalmente del mismo tipo con la finalidad de apoyo mutuo para solucionar o investigar sobre alguna problemática o proyecto.

**TRANSÓSEO:** intervención que involucra a más de dos huesos mediante la colocación de un clavo interno.

**TRANSPEDICULAR:** procedimiento quirúrgico en el que atraviesan y fijan las vértebras con barras.

**TRAUMATOLOGÍA:** rama de la medicina dedicada al estudio, desarrollo, conservación y restablecimiento de la forma de la función de las extremidades, columna vertebral y sus estructuras, por medios médicos, quirúrgicos y físicos.

**TROMBOSIS:** coágulo en el interior de un vaso sanguíneo y uno de los causantes de un paro cardíaco.

**TROQUEL:** base de una matriz con mayor resistencia o dureza que las cuchillas o estampa de elaboración de la pieza.

**VASCULARIZACION:** conjunto y riego de los pequeños vasos sanguíneos y linfáticos en un tejido, órgano o región del organismo.

**VIRUTA:** fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera o metales. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal; no obstante tiene variadas aplicaciones.

**ZONIFICACIÓN:** determinación de áreas que integran y delimitan un Centro de Población; sus aprovechamientos predominantes y las reservas, usos y destinos, así como la delimitación de las áreas de conservación, mejoramiento y crecimiento del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

**“American Iron and Steel Institute”**. Steel Works (2007). Disponible on-line en: [www.steel.org](http://www.steel.org)

BACA, G. (2006). **“Evaluación de proyecto”**. (5ª ed.). Editorial McGraw-Hill. México.

BEHRENS, F. (1989). **“Teoría general y principios de fijación externa”**. Editorial Clínica Ortopédica. Montevideo.

BELLO T. (2007). **“Construcción a bajo costo de tutor externo multiplanar”** Pacientes con fracturas complejas, complicaciones tardías y secuelas del servicio de traumatología y ortopedia. H.U.R.L.R. Barcelona - Edo Anzoátegui.

BUCCELLA, J. (2004). **“Apuntes de procesos productivos II”** Universidad Nacional de Cuyo Escuela Superior de Comercio “Martín Zapata”.

CAMPBELL, H. (1999). **“Cirugía ortopédica”**. (9ª ed.).

CANALE, S. (1998). **“Principios generales del tratamiento de las fracturas”**. Editores Campbell, Cirugía Ortopédica. Harcourt Brace de España, S. A. Volumen IV. Madrid.

Corporación Aceros Arequipa S.A. **“El acero. Lo que hay que saber”**. (2007). Disponible on-line en: [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com).

FAYSAL N. (2003). "Fabricación de un tutor externo de bajo costo y su aplicabilidad a pacientes con fracturas de fémur y tibia con indicaciones para el mismo". Caso: Servicio de traumatología, hospital Universitario "Dr. Luís Razetti" de Barcelona.

FRITZGERALD R. y KAVANAGH B. (1998). "Fracturas femorales intraoperatorias en artroplastia y reemplazos articulares". Madrid.

HODSONK, W. (1996). "**Manual del ingeniero industrial**". Tomo IV. Editorial McGraw-Hill. México.

Infoacero.cl. (2006) "**¿Qué es el acero?**" Disponible on.line en: [www.infoacero.cl](http://www.infoacero.cl)

LAROUSSE. (1998). "**Diccionario enciclopédico**". (3ª ed.). Colombia.

LASHERAS, J. (1984). "**Tecnología mecánica y metrotecnica**". Tomo II. Editorial Donostiarra. Volumen II. España.

ROSSI, M. (1959). "**Maquinas y herramientas modernas**". Editorial Hoepli. España.

MEJÍAS, R.,(2001). Metodología de la Investigación. La paz, Bolivia: Artes Graficas sagitario

MILLÁN, S. (2006). "**Procedimientos de mecanizado**". (2ª ed.). Editorial Thomson Paraninfo S.A., Madrid.

MOCHON, F. y PAJUELO, A. (1990). “**Microeconomía**”. Editorial McGraw-Hill. Madrid.

NIEBEL, B. (2001). “Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo”. (10ª ed.). Editorial AlfaOmega, México.

COCA, P. (1989). “**Tecnología mecánica y metrotecnica**”. (5ª ed.). Ediciones Pirámide, Madrid.

RAMÍREZ, T. (1999). “**Como hacer un proyecto de investigación**”. (1ª ed.). Editorial Panapo.

Revista Colombia de ortopedia y traumatología. (1998). Vol. 18, N° 2 005.

RIGGS, J. (1998). “**Sistemas de producción: planeación, análisis y control**”. México.

THUESSEN, H. y FABRICKY, W. (1982). “**Ingeniería económica**”. Editorial Prentice Hall International.

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

<b>TÍTULO</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL DESTINADA A LA FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE DE FIJADORES TUTORIALES EXTERNOS DE USO MÉDICO – TRAUMATOLÓGICO EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO ANZOÁTEGUI</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

### AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E- MAIL	
Centeno A., Robert Eduardo	CVLAC:	15.678.107
	E MAIL:	centeno.robert@gmail.com
	E MAIL:	
Mejías G., Laureb Leonela	CVLAC:	17.729.917
	E MAIL:	leonela_guzman@hotmail.com
	E MAIL:	
	CVLAC:	
	E MAIL:	
	E MAIL:	

### PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Fijadores Tutoriales Externos. \_\_\_\_\_  
 Planta Fabricadora Y Ensambladora. \_\_\_\_\_  
 Médico-Traumatológico. \_\_\_\_\_  
 Mecanizado. \_\_\_\_\_

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial

**RESUMEN (ABSTRACT):**

El presente proyecto tuvo como finalidad la realización de un estudio Técnico – Económico para una instalación industrial destinada a la fabricación y ensamblaje de fijadores tutoriales externos de uso médico – traumatológico en la zona norte del estado Anzoátegui. Inicialmente se realizó una Estimación de la Demanda para determinar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado y presentar una alternativa de la satisfacción de la misma. Luego el Estudio de Especificaciones Técnicas, donde se estableció la localización y distribución en planta, el tipo de tecnología, procesos y lo correspondiente a la ingeniería de detalle donde se elaboraron los presupuestos de obra civil para la infraestructura física de la planta a partir de la realización de los diferentes planos que muestran los detalles, necesarios para las operaciones y funcionamiento de la empresa, posteriormente se realizó el Estudio Económico, donde se determinaron los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto; además de los costos totales e ingresos por ventas para determinar así el flujo de caja. Por último en la Evaluación Económica se presentó un análisis final de la rentabilidad del proyecto, determinando si la inversión propuesta es económicamente lucrativa bajo las condiciones y el tiempo establecido.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU
Yáñez, Raiza	CVLAC:	8.209.352			
	E_MAIL	raizayanez@cantv.net			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU X
Bravo, Luís	CVLAC:	1.811.447			
	E_MAIL	luisemiliobravob@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU X
Rodríguez, Yanitza	CVLAC:	12.818.199			
	E_MAIL	esyanez8199@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU X

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

<b>AÑO</b> 2009	<b>MES</b> 02	<b>DÍA</b> 18
--------------------	------------------	------------------

LENGUAJE. SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.Fijadores Tutoriales Externos.doc	APPLICATION/MSWORD

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K  
L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w  
x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** ZONA NOR-ORIENTAL DEL PAIS. (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** UN AÑO. (OPCIONAL)

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

INGENIERO INDUSTRIAL

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

PRE-GRADO

**ÁREA DE ESTUDIO:**

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES

**INSTITUCIÓN:**

UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE ANZOATEGÜI

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS**

DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 44 DEL REGLAMENTO DE TRABAJO DE GRADO. "LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD Y SÓLO PODRÁN SER UTILIZADOS A OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO QUIEN LO PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO".

---

---

---

---

---

Centeno Arcia, Robert Eduardo

**AUTOR**

---

Mejías Guzmán, Laureb Leonela

**AUTOR**

---

Yáñez, Raiza

**ASESOR**

---

Bravo, Luís

**JURADO**

---

Rodríguez, Yanitza

**JURADO**

---

González, Marvelis

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**