



Universidad Nacional de Córdoba



Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial

Proyecto Integrador

“Diseño del Layout de Planta de
Recuperación de Piezas y Montaje de
Turboalimentadores”



Turbolar S.A.

Autor: MARMOL, Agustin Francisco

Matricula: 35.554.644

Carrera: Ingeniería Industrial

Tutor: ING. GONZÁLEZ CONDE, Jorge

CÓRDOBA, NOVIEMBRE DE 2016



Agradecimientos

Mi padre siempre me aconsejó ser agradecido con todas aquellas personas y organizaciones que me ayudan o enseñan. Yo por mi lado, considero también que es una forma de reconocer el trabajo incondicional que contribuyó positivamente en mi formación personal y profesional. Aquí veo representadas mis mayores valores, motivaciones y logros: **las personas**. De ninguna manera es mi intención excluir a nadie, así que pido disculpas si no las he nombrado.

En primer lugar, quiero agradecer a toda mi familia por el apoyo incondicional y el empuje que siempre me han dado en cada una de las etapas de mi vida, pero principalmente en esta última desde que me mudé a esta ciudad para estudiar en la Universidad.

Al ingeniero Alejandro Lardone y su familia, por abrirme las puertas en su empresa, darme la oportunidad de realizar la práctica profesional y, luego, continuar con el desarrollo de este proyecto. Sin su dedicación y sus correcciones sobre el proceso desarrollado, este trabajo no hubiese sido posible. Así también, aprovecho para agradecerles a todos los empleados de Turbolar S.A., por su paciencia y trato igualitario conmigo, sus conocimientos y experiencia transmitidos y su humor que tanto caracteriza al pueblo cordobés. Un especial saludo a Germán quien me alegraba las tardes laborales con sus cantos y reflexiones.

A mi tutor, el Ingeniero Jorge Gonzáles Conde, quien me asesoró y guió durante el desarrollo de este trabajo, así como también a todos mis profesores, que me transmitieron sus conocimientos, enseñanzas y pasiones tanto en el colegio como en la Universidad. Todos ellos me motivaron y guiaron para que hoy me encuentre aquí.

A las organizaciones AArEII y AIESEC, y sus miembros por confiar en mí y permitirme ser parte de grandiosas experiencias de autoconocimiento, crecimiento personal y profesional, y proyectos junto a jóvenes muy locos (lindos) de otras ciudades de Argentina y de otros países.

A mis amigos con los que he compartido todos estos años momentos tan bonitos, festejos, aventuras y viajes. Ellos me han apoyado en muchas ocasiones y han hecho que mi vida sea muy entretenida y no carezca de significado. Sin cada uno de ellos no hubiese sido lo mismo.

Además quiero agradecer especialmente: a Miguel, un gran amigo de la familia, que me ayudó a convencer a mis padres de dejarme venir a estudiar a Córdoba; a mi primo Guillermo (y toda la Flia. Perez Maure, los cuales me han apoyado continuamente desde que me mudé a Córdoba), quien me contactó con el ing. Alejandro Lardone; a mi hermana Marina, con quien compartí hogar durante tantos años; a mis padres Cecilia y Ernesto, mis hermanos Pablo, Fede y Vale, mi abuela Estela, mi tía María Elena y a mi tío Juan y Cecilia, con los cuáles tenía una deuda pendiente, y el presente trabajo me permite cumplir con la promesa pactada; a Eva, quien nos cocinó y cuidó desde que éramos chicos, e incluso lo sigue haciendo; a Francisco, el portero de la facultad, un gran ejemplo de persona que me enseñó el verdadero significado de la valentía y la lucha por los sueños, me inspiró y me mostró una sonrisa cada uno de los días que iba a facultad.

A todas estas personas, les agradezco infinitamente por ser parte de mi vida. Este trabajo también es producto de su cariño y aprecio.



Resumen

El presente trabajo surge de la necesidad de una empresa del rubro autopartista de la ciudad de Córdoba de incrementar su volumen de producción para atender a una demanda creciente de sus productos.

La empresa “Turbolar S.A.”, dedicada principalmente a reparar, mantener y brindar soluciones para turbocompresores de cualquier marca, se encuentra actualmente con una planta trabajando al 100% de su capacidad, y sin posibilidades de aumentar su superficie de planta, especialmente en el sector productivo.

Por otro lado, la empresa es propietaria de un terreno de 5800m² en la comuna “Mi Granja” en las inmediaciones de la ciudad de Monte Cristo, sobre la ruta 19. Dado que el terreno se encuentra sin edificar, se desarrolla en este trabajo el Diseño de Distribución Interna y Externa de una nueva nave industrial con el objetivo principal de incrementar la capacidad de fábrica. Además, se desea implementar el nuevo proceso de remanufacturación de turbos: el del “Turboalimentador Reconstruido”, que permitirá reducir los costos y tiempos de proceso.

En primer lugar, se ha rediseñado el Proceso de Producción actual de la empresa, que ha sido mencionado anteriormente, con el fin de poder cambiar gradualmente el Sistema de Producción, una vez construida la nueva planta. Este sistema será la base para realizar el diseño de Células de Trabajo en el Sector de Recuperación de Piezas, en las que se recuperarán un determinado tipo de piezas que integran el turbocompresor.

Este trabajo está enfocado, principalmente, en el diseño de las células de trabajo del sector de recuperación de piezas. Sin embargo, resulta conveniente y necesario diseñar del resto de la nave, así como también determinar la mejor ubicación de los demás sectores de la empresa, de modo que permitan contribuir positivamente con el flujo de trabajo del Sector Productivo.

Para finalizar, en el último capítulo se realiza la Evaluación Económica y Financiera del Proyecto. Por un lado, se determina que la reducción de costos para cada una de las piezas podría ser de entre un 15% y 25%, y se define que es conveniente incorporar nuevas piezas (los elementos de desgaste) al proceso de recuperación, permitiendo disminuir significativamente los desperdicios y costos. Luego, se realiza el Análisis Económico-Financiero global con el objeto de decidir la conveniencia o no de llevar a cabo el Proyecto. Se muestran los Flujos de Fondos proyectados, con y sin una propuesta de financiamiento, con el fin de calcular el Valor Actual Neto y la TIR. Para el caso de sin financiamiento, la VAN < 0 y la TIR = $\sim 25\%$; y con financiamiento, la VAN > 0 y la TIR = $\sim 28\%$. El análisis económico-financiero finaliza con un análisis de sensibilidad, donde podemos observar que las variables más sensibles del Proyecto corresponden a los Ingresos obtenidos por ventas, que derivan del precio o de las cantidades a vender, y a la Inversión.



Abstract

This work arises from the need for an auto parts company of the city of Cordoba to increase its production volume to meet growing demand of its products.

"Turbolar SA", dedicated primarily to the repairment, maintainance and provision of solutions for turbochargers of any brand, is a plant currently working at 100% of its capacity, and unable to increase its floor space, especially in the productive sector.

On the other hand, the company owns a 5800m² field in the district of "Mi granja" in the vicinity of the city of Monte Cristo, on Route 19. Since the land is unbuilt, the layout of the internal and external distribution of a new warehouse is developed here with the main objective of increasing the current factory capacity. In addition, the implementation of the new turbocharger remanufacturing process is intended: "The Rebuilt Turbocharger", which will reduce costs and processing times.

Firstly, the current Production Process of the company has been redesigned, whose name has been previously mentioned, in order to gradually change the Production System, once the new plant has been built. This system is the basis for the design of the Working Cells of the Recovery Parts Sector, where certain type of pieces, which make up the turbocharger, will be recovered.

This work is mainly focused on the design of the cell work of the recovery pieces sector. However, it is appropriate and necessary the design of the rest of the plant and the determination the best location fort the other sectors of the company, in order to contribute positively to the workflow of the productive sector.

Finally, in the last chapter The Economic and Financial Evaluation Project is performed. On one hand, it is determined that cost reduction for each of the pieces could be between 15% and 25%, **and** it is defined that is convenient to incorporate new parts (the wear elements) into the recovery process, which is estimated to reduce waste and costs significantly. On the other hand, a global economic and financial analysis is made in order to be able to decide whether it is suitable or not to carry out the project. The projected flows with and without a funding proposal is displayed to calculate the Net Present Value Funds and the IRR. In the unfunded case, $NPV < 0$ and $IRR = \sim 25\%$ approx., and in the case with funding, $NPV > 0$ and $IRR = \sim 28\%$. The economic and financial analysis concludes with a sensitivity analysis, which shows us that the most sensitive variables in this project belongs to revenues for sales, which arise from on the price and quantities to be sold, and Investment.



Índice

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN - ABSTRACT	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE	5
CAPÍTULO I. LA EMPRESA: “TURBOLAR S.A.”	9
1 INTRODUCCIÓN A TURBOLAR S.A.	9
1.1 <i>Reseña Histórica y Empresas Socias</i>	9
1.2 <i>Actualidad</i>	10
1.3 <i>Capacidad Productiva, Ventaja Competitiva y Recursos</i>	13
1.4 <i>Visión y Proyección a futuro</i>	15
1.5 <i>Organigrama</i>	16
1.6 <i>Layout Actual</i>	17
2 EL TURBOALIMENTADOR.....	18
2.1 <i>¿Qué es un Turboalimentador?</i>	18
2.2 <i>¿Cómo nace el Turboalimentador? Justificación del Uso</i>	18
2.3 <i>Principio de Funcionamiento: Sobrealimentación</i>	21
2.4 <i>Ventajas</i>	22
2.5 <i>Componentes del Turboalimentador</i>	23
2.6 <i>Clasificación de las Piezas según el Grado de Recuperación / Reutilización</i>	26
CAPÍTULO II. EL PROYECTO	28
1 SITUACIÓN – PROBLEMA.....	28
1.1 <i>Situación del País y del Sector Automotriz</i>	28
1.2 <i>Situación de la Empresa</i>	31
1.3 <i>Necesidad - Solución</i>	32
2 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO	34
2.1 <i>Objetivo</i>	34
2.2 <i>Metas</i>	34
2.3 <i>Alcance</i>	34
2.4 <i>Pasos a Seguir</i>	34
3 EL PROCESO PRODUCTIVO	36
3.1 <i>Proceso de Producción Actual: “Reparación Convencional de Turbocompresores”</i>	36
3.2 <i>Proceso de Producción Propuesto: “El Turboalimentador Reconstruido”</i>	40
3.3 <i>Proceso de Recuperación de Piezas</i>	44
3.4 <i>Recursos de la Empresa: Máquinas Disponibles</i>	53
4 CÉLULAS DE TRABAJO Y LAYOUT	54
4.1 <i>Marco Teórico</i>	54
4.2 <i>Localización de la Planta</i>	60
4.3 <i>Configuración Productiva de “Turbolar S.A.”: Células de Trabajo</i>	60
4.4 <i>Diseño de las Células de Trabajo</i>	61



4.5	<i>Diseño de Distribución de Planta</i>	76
4.6	<i>Diagrama de Hilos Global</i>	82
5	EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DEL PROYECTO	84
5.1	<i>Costo de Recuperación vs Precio de Compra de Piezas Nuevas</i>	84
5.2	<i>Ingresos, Costos e Inversión</i>	89
5.3	<i>Flujo de Fondos, VAN y TIR</i>	120
5.4	<i>Análisis de Sensibilidad</i>	126
CONCLUSIONES		128
BIBLIOGRAFÍA		130
ANEXOS		131
ANEXO I: MANUAL DE COMPONENTES		131
1	ELEMENTOS PRINCIPALES.....	131
1.1	<i>Rueda Compresora (#7)</i>	131
1.2	<i>Rueda de Turbina (#6)</i>	132
1.3	<i>Cuerpo Central (#4)</i>	132
1.4	<i>Carcasa de Escape (#5)</i>	133
1.5	<i>Carcasa Compresora (#8)</i>	135
1.6	<i>Protección Térmica (#38)</i>	135
1.7	<i>Placa Sello o Placa Trasera (#43)</i>	136
2	ELEMENTOS DE DESGASTE.....	137
2.1	<i>Cojinetes Radiales o Bujes (#11)</i>	137
2.2	<i>Anillos de Cierre (#13, #16)</i>	138
2.3	<i>Collar (#36)</i>	138
2.4	<i>Manguito (#31)</i>	139
2.5	<i>Arandela de Desgaste de Cojinete Radial (del Buje)</i>	139
2.6	<i>Arandela de Desgaste de Cojinete Axial</i>	139
2.7	<i>Cojinete Axial (#12)</i>	140
2.8	<i>Chapa Deflectora (#33)</i>	140
2.9	<i>Anillo de Goma u O-Ring (#32, #41)</i>	141
2.10	<i>Separador</i>	141
3	ELEMENTOS DE FIJACIÓN	142
3.1	<i>Zuncho (#29)</i>	142
3.2	<i>Chapas de Fijación (#51, #88)</i>	142
3.3	<i>Seeguers (#22, #64)</i>	142
4	ELEMENTOS OCASIONALES:.....	143
4.1	<i>Válvula de Presión o de Vacío – Waste Gate (#74)</i>	143
4.2	<i>Geometría Variable</i>	144
ANEXO II: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE RECUPERACIÓN DE PIEZAS POR CÉLULAS		145
1	CÉLULA DE TRABAJO 1 - VÁLVULA.....	145
1.1	<i>Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo</i>	145
1.2	<i>Flujograma del Proceso de Control y Reparación</i>	146
1.3	<i>Proceso de Control y Recuperación de Válvulas</i>	147
1.4	<i>Proceso de Recuperación de Válvulas</i>	148
1.5	<i>Pintado de Válvula o sus Componentes</i>	151
2	CÉLULA DE TRABAJO 2: ELEMENTOS DE DESGASTE.....	152
2.1	<i>Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo</i>	152
2.2	<i>Cojinete Axial</i>	153



2.3	Manguito	154
2.4	Collar.....	155
2.5	Arandela de Desgaste de Cojinete Radial (del Buje).....	157
2.6	Arandela de Desgaste de Cojinete Axial	158
2.7	Separador	159
2.8	Protección Térmica	161
2.9	Chapa Deflectora	163
2.10	Elementos de Fijación: Chapas o Zunchos	164
3	CÉLULA DE TRABAJO 3: PLACA SELLO O PLACA TRASERA	165
3.1	Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo	165
3.2	Flujograma del Proceso de Control y Reparación	166
3.3	Proceso de Control y Recuperación de Placas Traseras	167
3.4	Procesos de Recuperación de Placas Traseras: Detalle	168
4	CÉLULA DE TRABAJO 4: RUEDA COMPRESORA.....	171
4.1	Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo	171
4.2	Flujograma del Proceso de Control y Reparación	172
4.3	Proceso de Control de Ruedas Compresoras	173
4.4	Procesos de Recuperación de Ruedas Compresoras	174
4.5	Balanceado de Ruedas Compresoras.....	175
5	CÉLULA DE TRABAJO 5: RUEDA DE TURBINA	176
5.1	Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo	176
5.2	Flujograma del Proceso de Control y Reparación	177
5.3	Control y Recuperación de Ruedas de Turbinas.....	178
5.4	Procesos de Recuperación de Rueda de Turbina	185
5.5	Procesos de Recuperación Eventuales de Rueda de Turbina	186
5.6	Rectificación de Zona de Trabajo de Bujes	188
5.7	Balanceado de Ruedas de Turbinas.....	189
6	CÉLULA DE TRABAJO 6: CARCASA DE ADMISIÓN	191
6.1	Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo	191
6.2	Flujograma del Proceso de Control y Reparación	192
6.3	Proceso de Control y Recuperación de Carcasas de Admisión.....	193
6.4	Procesos de Recuperación de Carcasas de Admisión.....	194
7	CÉLULA DE TRABAJO 7: CARCASA DE ESCAPE	195
7.1	Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo.....	195
7.2	Introducción.....	196
7.3	Flujograma del Proceso de Control y Reparación	197
7.4	Proceso de Control de Carcasas de Escape.....	198
7.5	Procesos de Recuperación de Carcasas de Escape.....	200
7.6	Extracción de Espárragos.....	201
8	CÉLULA DE TRABAJO 8: CUERPO CENTRAL.....	202
8.1	Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo	202
8.2	Flujograma del Proceso de Control y Reparación	203
8.3	Proceso de Control y Recuperación de Cuerpos Centrales	204
8.4	Recuperación de Cuerpos Centrales.....	209
	ANEXO III: LIMPIEZA DE COMPONENTES DEL TURBO	211
1	INTRODUCCIÓN TEÓRICA.....	211
1.1	Tipos de Lavado	211
1.2	Shotting	212
1.3	Otros Procesos de Limpieza Comunes	213



1.4	<i>Procesos de Limpieza menos Frecuentes</i>	213
2	MÁQUINAS Y ELEMENTOS PARA LA LIMPIEZA	214
3	PROCESOS DE LIMPIEZA COMUNES	215
3.1	<i>Lavado de Ultrasonido</i>	215
3.2	<i>Lavado con Agua</i>	216
3.3	<i>Limpieza con Aire Comprimido</i>	217
3.4	<i>Shotting</i>	217
3.5	<i>Cepillado</i>	219
3.6	<i>Baño de Protección Antioxidante</i>	220
4	PROCESOS DE LIMPIEZA MENOS FRECUENTES	221
4.1	<i>Decapado de Pintura</i>	221
4.2	<i>Enjuague Manual con Agua</i>	222
4.3	<i>Remoción de Elementos extraños empotrados en Carcasas</i>	222
4.4	<i>Limpieza en Horno</i>	223
5	MATERIALES E INSUMOS ESPECIALES	225
5.1	<i>Carboclean 376</i>	225
5.2	<i>Ácido Clorhídrico (HCl en disolución acuosa)</i>	226
ANEXO IV: PROCESOS COMUNES DE REPARACIÓN		227
1	CONTROL, LIMPIEZA Y RECUPERACIÓN DE ROSCAS	227
1.1	<i>Roscas Robadas: Inserto</i>	227
1.2	<i>Caso Especial: Tornillo</i>	227
2	IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL TURBO	228
2.1	<i>Identificación con Lápiz Eléctrico:</i>	228
2.2	<i>Identificación con Cuños de Números:</i>	228
2.3	<i>Identificación con Liquid Paper:</i>	228
2.4	<i>Otros métodos para identificar piezas son:</i>	228
3	RECTIFICACIÓN DE AGUJEROS POR BRUÑIDO	229
4	RECTIFICACIÓN DE SUPERFICIES PLANAS	230
5	SOLDADURA FUERTE POR CAPILARIDAD	230
ANEXO V: TIEMPOS Y COSTOS DE PROCESOS		231
ANEXO VI: DETALLE DE INVERSIONES DEL SECTOR PRODUCTIVO		238



Capítulo I. La Empresa: “Turbolar S.A.”

1 Introducción a Turbolar S.A.

1.1 Reseña Histórica y Actualidad

Realizaremos una breve reseña histórica del Ing. Raúl Rogelio Lardone, quien es la persona más importante que permitió la creación de esta empresa.

Sus primeros pasos en el ámbito laboral estuvieron ligados a la actividad mecánica del taller de reparaciones de su padre, Pedro Rogelio Lardone, en la pequeña localidad de Santa Eufemia, Provincia de Córdoba, Argentina

Raúl, obtuvo el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Católica de Córdoba en el año 1975 y estuvo vinculado durante 10 años a la actividad de servicio, mantenimiento y reparación de máquinas viales, hasta que, en el año 1983, se incorporó a la firma Juan Morellato e hijos S.R.L. (un laboratorio diésel dedicado a la reparación de bombas inyectoras e inyectores), con el objeto de revitalizar esta actividad.

El Ing. Raúl se empezó a dar cuenta que el rubro de los turboalimentadores se encontraba muy poco explorado y con mucho potencial, presentándose, en ese momento, el siguiente panorama:

- Existían escasos talleres dedicados a la actividad; la mayoría, pocos confiables, y en general, concentrados en Buenos Aires.
- Las soluciones (reparación o venta de turbos nuevos), tenía niveles de costo extremadamente elevados: los usuarios terminaban por quitar el turbo de su vehículo.
- Los representantes de las marcas de equipamiento original no apoyaban la formación de nuevos talleres de servicio y venta.
- La posibilidad de adquirir formación sobre el procedimiento de reparaciones y provisión de repuestos era prácticamente inexistente.

Se presentó entonces el desafío de comenzar una actividad que requería una solución acorde al mercado del momento, en el que se tenían expectativas favorables de crecimiento.

1.1.1 Cronología

- **1985:** Se toma la decisión de comenzar las reparaciones en los talleres de la Empresa Juan Morellato e hijos S.R.L. Se adopta así, como nombre de fantasía a **TURBOLAR** para identificar esta actividad.
- **1986:** Contacto con empresas de Brasil y Chile, relacionadas con la actividad, para confirmar y afianzar conocimientos. Búsqueda de proveedores en el exterior. Desarrollo de partes componentes con Ingeniería propia.
- **1987:** Importante crecimiento en la actividad en reparaciones. Comienzo de comercialización de partes a nivel mayorista, identificado con el nombre de fantasía de DELTA P.



- **1989:** Se efectúa la 1° compra de mercadería en el exterior. Comienza así a delinearse el proyecto de proveer turbos y partes a nivel mayorista.
- **1989:** Incorporación a la firma del Ing. Mecánico Alejandro Miguel Lardone, su aporte será fundamental para el crecimiento de la Empresa.
- **1990:** Se compra la firma Juan Morellato e Hijos SRL, que es dada de baja. Se crea así, una nueva Empresa: **Diésel Líder S.R.L.**, en sociedad con su esposa: Mabel Mercedes Petrini, contando en ella un invalorable apoyo al crecimiento de este emprendimiento.
- **1992:** Se comienza la operatoria comercial con BORGHETTI TURBOS, que poco tiempo más adelante será el fabricante del turbo MASTER POWER, pilar fundamental en nuestro crecimiento comercial.
- **17 de octubre de 2005:** se decide crear **TURBOLAR S.A.**, empresa dedicada exclusivamente a la reparación de turboalimentadores, integrada por el Ing. Raúl Rogelio Lardone, Lic. Mabel M. Petrini, y el Ing. Alejandro Miguel Lardone.
- **2006:** se decide crear la empresa **MEGA DIESEL S.A.**, dedicada exclusivamente a la reparación de Bombas Inyectoras.

Con la creación de estas 2 empresas dedicadas a las actividades de sus respectivas especialidades, se deja abierto el camino a **DIESEL LÍDER S.R.L.** para dedicarse de manera exclusiva al comercio mayorista de Turboalimentadores y partes.

Hoy, transcurridos más de 20 años, la actividad realizada por el Ing. Raúl junto con el apoyo de todos sus colaboradores, lograron que en Argentina el turbo tenga una solución diferente. El Ing. Alejandro M. Lardone es hoy, con seguridad, la persona que cuenta con los más amplios conocimientos referidos a la reparación de turboalimentadores, conociendo de manera acabada sus procedimientos, métodos, y evolución de las técnicas necesarias para el perfecto desarrollo de estas tareas. Sus años de trayectoria en este oficio, su permanente perfeccionamiento en la actividad y su constante búsqueda de nuevas tecnologías hacen de él una de las pocas personas que tienen una posibilidad de formación tan acabada y perfeccionada en este rubro, tanto en nuestro país como en el exterior.

1.1.2 Actualidad

TURBOLAR S.A. se ha posicionado en el mercado argentino como la empresa de reparación de turboalimentadores más importante del interior del país, compitiendo en igualdad de condiciones con las empresas más antiguas dedicadas a este tipo de tareas. Este hecho está avalado por la cartera de clientes que abarca prácticamente toda la geografía del país: desde Misiones y Jujuy en el extremo norte hasta Santa Cruz en el extremo sur.

1.2 Ubicación y Superficie

La nave industrial de TURBOLAR S.A. se encuentra ubicada en la Av. Juan B. Justo 2230 en Barrio Pueyrredón de la ciudad de Córdoba. El edificio donde está emplazada, es además compartido por otras dos firmas (Mega Diésel S.A. y Diésel Líder S.R.L.), los cuales trabajan en conjunto compartiendo algunos recursos como se mencionará posteriormente.

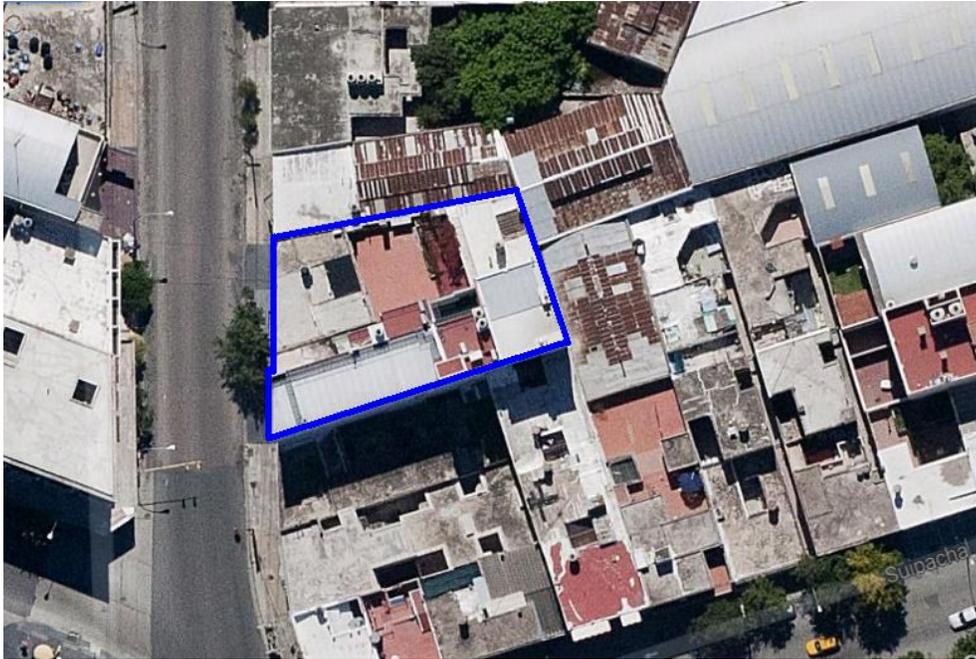


Imagen 1: Ubicación

La superficie del lugar se divide entre las tres empresas de la siguiente manera:

Firma	Sigla	Superficie (m ²)
Diesel Líder	DL	768
Turbolar	-	247
Mega Diesel	MD	357
Total		1372

1.3 Productos y Servicios

En la empresa se realizan las más diversas tareas relacionadas con el turboalimentador:

- **Reconstrucción integral de turboalimentadores.**
- **Reparación de turboalimentadores de todas las marcas y modelos existentes en el país;** contando con un eficiente departamento de ingeniería que le permite desarrollar los procesos de reparación necesarios para nuevas marcas o modelos.
- **Venta de turboalimentados nuevos y reacondicionados.**
- **Montajes de turboalimentadores y conjuntos centrales nuevos especiales para DIESEL LIDER S.R.L.**
- Desarrollo y fabricación de partes de turboalimentadores para DIESEL LIDER S.R.L.
- Ventas de accesorios.
- Venta e instalación de kits de aplicación a motores aspirados.
- Recuperación de piezas para otros reparadores de turboalimentadores.
- Desarrollo y dictado de los cursos que Diésel Líder S.R.L. ofrece como servicio a sus clientes (a otros reparadores de turboalimentadores).



Imagen 2: Producto– Turbo Reparado

Las Marcas de Turbocompresores más importantes que maneja la empresa son:

- Elliot
- Garrett
- Holset
- IHI
- KKK
- Komatsu
- **Master Power**
- Mitsubishi
- Schwitzer



Imagen 3: Producto – Conjunto Central



1.4 Capacidad Productiva, Ventaja Competitiva y Recursos

1.4.1 Capacidad Productiva

En la actualidad, TURBOLAR S.A. posee un taller totalmente integrado que le permite desarrollar las tareas descriptas anteriormente dentro de sus instalaciones. Así, cuenta con la capacidad necesaria para realizar un promedio de:

- 400 reparaciones mensuales (máximo 25 turbos por día);
- 200 montajes de conjuntos centrales por mes (generalmente, en tandas de 10 por día).

Debe tenerse en cuenta que la empresa trabaja de lunes a viernes desde las 8 a 13:15 y de 13:45 a 16:50hs. No olvidar que también efectúa trabajos de reparaciones parciales para otras empresas del rubro.

1.4.2 Ventaja Competitiva

1- **Parque de Máquinas-Herramienta:** Turbolar S.A. cuenta con un completo parque de máquinas herramienta renovado en forma permanente, una moderna estructura edilicia, una gama completa de instrumentos de medición y un gran número de dispositivos de desarrollo propios para mejorar y afianzar cada una de las etapas de reparación.

2- **Personal:** Es el capital inestimable de la empresa. Se encuentra altamente capacitado para el desarrollo de las tareas específicas de cada sección de la misma. Esto es debido a que TURBOLAR S.A. trabaja en conjunto con diversas Universidades e Institutos de formación permitiendo que sus estudiantes desarrollen pasantías en la empresa. A su vez TURBOLAR S.A. se nutre de personas con alto nivel de capacitación que desarrollan, aún más sus aptitudes mediante una formación constante en el establecimiento. Cabe destacar que gran parte del Personal es polivalente, esto es, puede realizar diversas tareas en diferentes puestos, por lo que es posible la rotación de puestos, sin mayores inconvenientes.

3- **Experiencia en Manejo de Máquinas:** Hace más de ocho años que TURBOLAR entrega los turboalimentadores testeados que, hasta hace solo un par de años, era la única máquina de control de equilibrado existente en el país.

1.4.3 Recursos Compartidos

Como mencionamos anteriormente, la empresa comparte ciertos recursos con las empresas socias. A continuación, mencionamos algunos de ellos:

- Instalaciones y servicios compartidas por las 3 firmas: baños, pasillos, el comedor, seguridad, aire-acondicionado, central telefónica, y otros servicios públicos.
- Existe un único departamento de RRHH que trabaja para las 3 firmas. Este se encarga de la Búsqueda, Selección de Personal, y demás actividades propias del área.
- El Sector Comercial-Administrativo se encuentra compartido entre la firma de Mega Diésel y Turbolar S.A. En cambio, Diésel Líder, por el tipo de actividad comercial (mayorista), no requiere de atención al público en mostrador, salvo en contadas situaciones, y por ello no comparte el Sector Comercial-Administrativo.



- El edificio cuenta con una Playa-Taller con capacidad para diagnosticar el estado de alrededor de 8 vehículos. Este es un servicio adicional que se le brinda al cliente, en donde trabaja un mecánico especializado, quien es el encargado de realizar los testeos electrónicos, desarmar, extraer y colocar los componentes (bombas, turbocompresores, entre otros) que posteriormente serían reparados en alguna de las empresas socias dedicadas a la reparación (Mega Diésel o Turbolar S.A.).
- La Logística de Abastecimiento (Servicio Tercerizado de Transporte), es compartida entre Mega Diésel y Turbolar, quienes realizan la recepción a través del Sector Comercial-Administrativo. Sin embargo, el mismo Servicio de Transporte es utilizado por las 3 firmas para Logística de Envío al cliente.

1.4.4 Ventajas de coexistir en el mismo lugar

Algunas ventajas que surgen del hecho de compartir el edificio son:

- Al ser empresas patrimonio de un mismo núcleo familiar, permite tener un mejor control global sobre el funcionamiento de cada una de ellas.
- Pueden compartir máquinas y algunas herramientas o insumos específicos, lo que permite contar con mayor capacidad y posibilidad de realizar trabajos no convencionales.
- Comparten servicios e instalaciones, lo cual además de beneficios económicos, permite generar un mejor ambiente laboral para los empleados, siendo mayor la cantidad de empleados totales, y la relación de pertenencia que se genera entre ellos.
- En cuanto a la logística, también permite reducir tiempos y costos al ser mayoritariamente los orígenes y destinos de los productos (en general se reciben y despachan por la terminal de colectivos a distintos lugares geográficos del país).
- La Playa-Taller aumenta la gama de servicios que se le pueden brindar al cliente, y por lo tanto genera que las empresas sean más atractivas.
- Las empresas tienen más capacidad de generar y compartir tecnología y conocimientos, al tener personal capacitado en áreas muy específicas y, a su vez, ser del mismo rubro (automotor).

Además, existe una relación muy importante entre la empresa DIESEL LÍDER y TURBOLAR, que permite obtener ventajas muy significativas, pues ambos actúan como clientes y proveedores unos del otro, respectivamente:

- Diésel Líder actúa como cliente cuando realiza el Pedido de Montaje de Turbos o de Conjuntos Centrales nuevos y/o especiales. Este trabajo se realiza en serie a la empresa Turbolar. Diésel Líder es quien provee las piezas nuevas, por lo que TURBOLAR se convierte en proveedor del Servicio de Montaje.
- Diésel Líder actúa como proveedor, cuando TURBOLAR le compra turbos o piezas nuevas. Distintos factores hacen conveniente la compra: la cercanía, la disponibilidad casi inmediata de las piezas, el descuento de precios por pertenecer entre las empresas socias, entre otros.



1.5 Visión y Proyección a futuro

Con el afán de brindar cada día mejores servicios a los clientes, TURBOLAR S.A. está realizando importantes desarrollos tanto en las formas de comercialización como en los métodos de las reparaciones. Estos avances convergen en una idea final: **EL TURBOALIMENTADOR RECONSTRUIDO.**

1.5.1 El Turboalimentador Reconstruido

Éste es un concepto nuevo totalmente distinto al de la reparación tradicional, en el que se repara turbo por turbo. La obtención del TURBOALIMENTADOR RECONSTRUIDO se basará en el criterio de reparaciones de series de turboalimentadores de similares características.

Para implementar este sistema TURBOLAR S.A. pretende contar con:

- Stock considerable de TURBOALIMENTADORES RECONSTRUIDOS.
- Incorporación de máquinas y herramienta de última generación.
- Desarrollo de un sistema de control de calidad para todos los componentes del turboalimentador único en el país.
- Con la construcción de dispositivos de control y mecanizado propios.
- Implementación de nuevos sistemas de mecanizado totalmente inspeccionados mediante control estadístico de procesos.
- Profundización en la capacitación del personal.
- Desarrollo de nuevos sistemas de computación para monitorear los procesos.
- Desarrollo de métodos de recuperación de piezas con mecanizados totalmente controlados y estudiados.
- Desarrollo de base de datos con características de los turboalimentadores para minimizar los errores de montaje

1.5.2 Ventajas del Turboalimentador Reconstruido

- Presupuestos en el acto.
- Solución inmediata: El cliente dejaría su Turboalimentador dañado y se llevaría en minutos uno reconstruido, evitando el tiempo de espera de una reparación tradicional.
- Niveles de reparación con precios estipulados de antemano.
- Disminución en los costos de las reparaciones.
- Dar garantía por defectos propios similares a la de un turboalimentador nuevo.



1.6 Organigrama

El siguiente Organigrama corresponde a casi la totalidad de puestos de la empresa, sin embargo, cabe aclarar que existen Áreas en proceso de definición. Algunos Ejemplos son: el Departamento de Compras y Desarrollos, no tiene un responsable a cargo. Por otro lado, notar que el Área de Recuperación de Partes incluye el Sector de Desarmado y Limpieza.

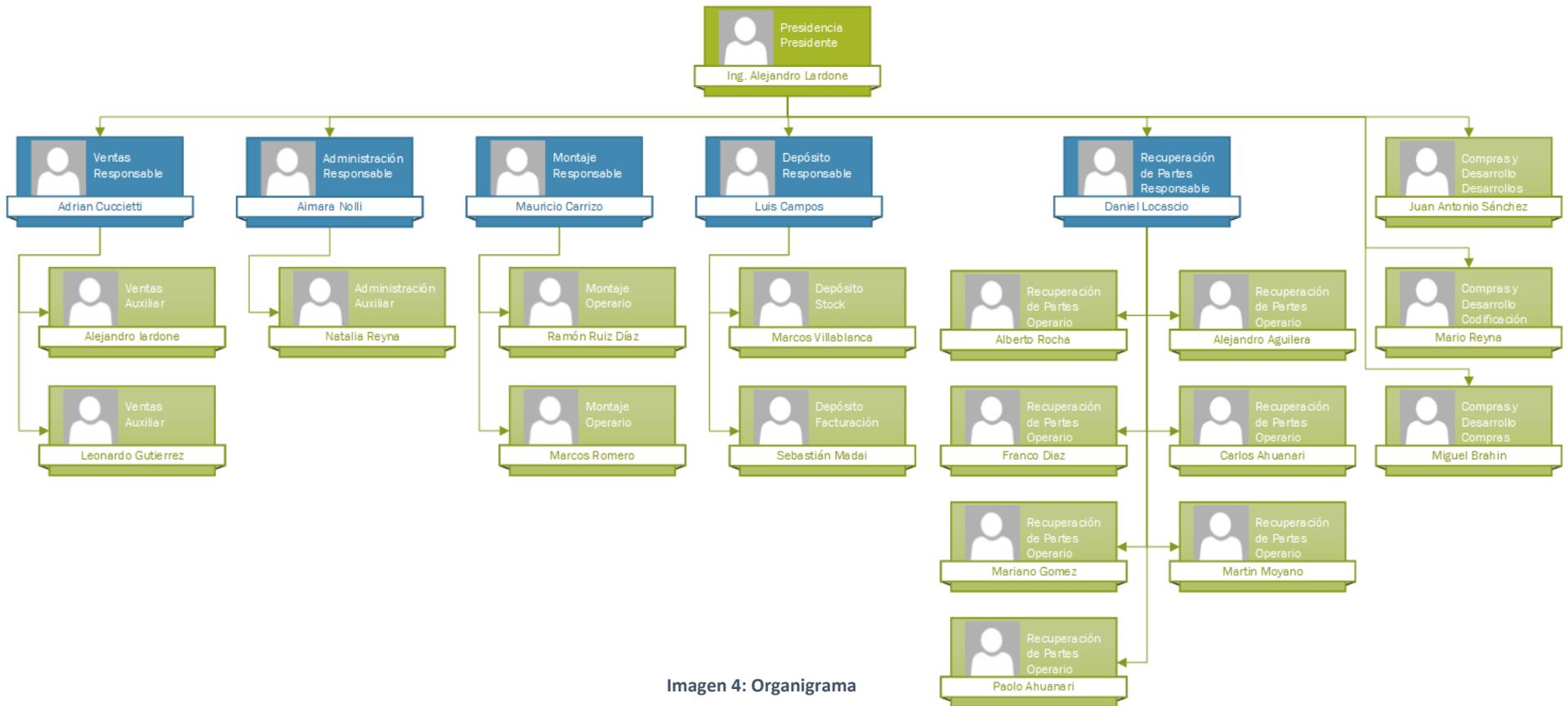


Imagen 4: Organigrama

1.7 Layout Actual

A continuación, mostraremos la actual Distribución de la Nave Industrial de la empresa. Es necesario destacar que las Máquinas e Instalaciones no están distribuidas de acuerdo a una planificación o estudio previo, sino que fue surgiendo con el crecimiento de la empresa y la disponibilidad de espacio del momento. Durante los últimos años fue modificándose (en la medida de lo posible) para adaptarla a nuevas exigencias y mejoras de procesos.

1.7.1 Distribución de Áreas y Sectores

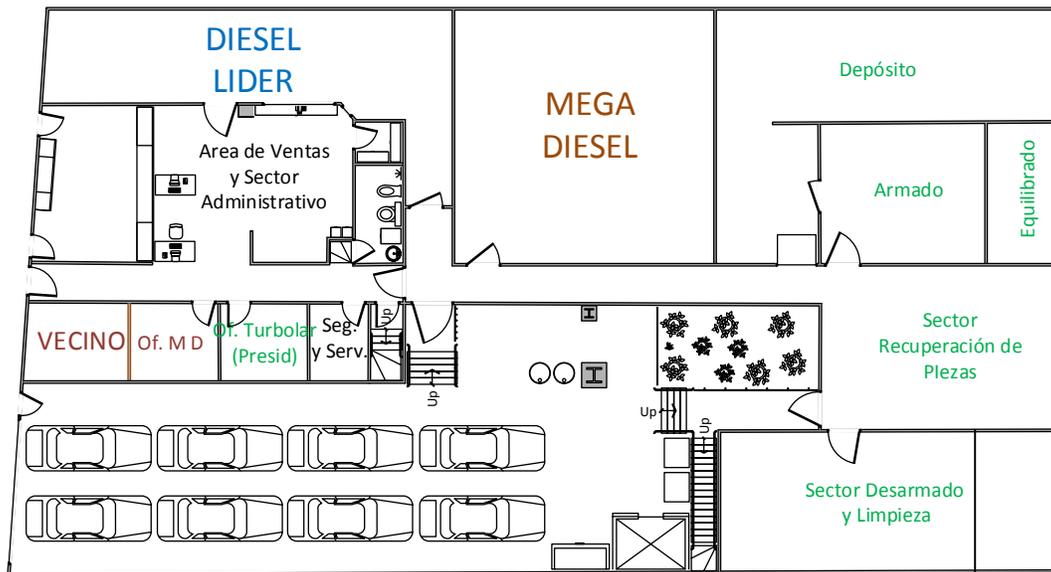


Imagen 5: Layout por Áreas y Sectores

1.7.2 Distribución de Máquinas y Puestos de Trabajo

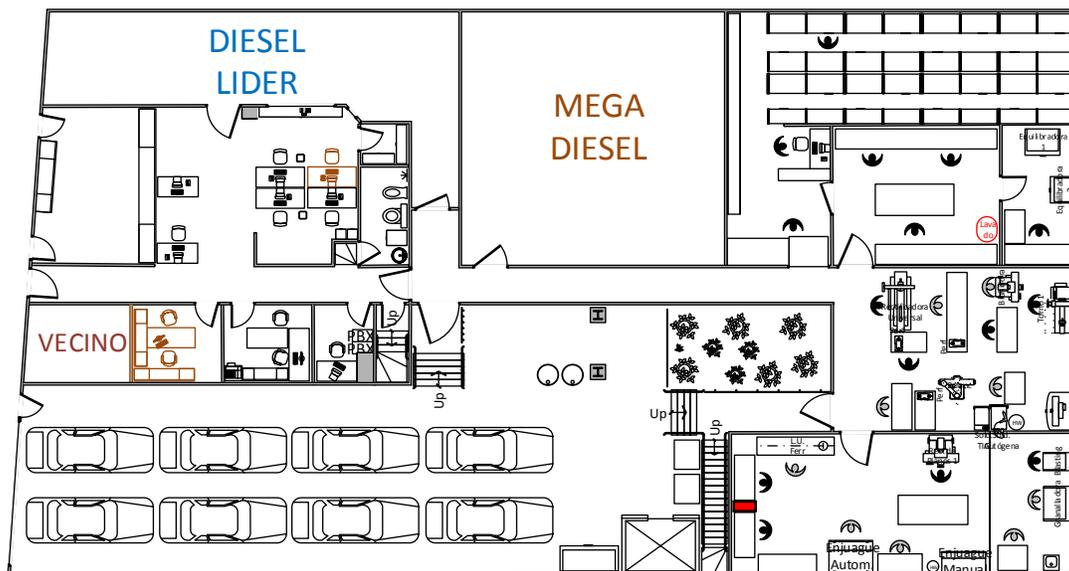


Imagen 6: Layout - Distribución de Máquinas y Puestos de Trabajo

2 El Turboalimentador

2.1 ¿Qué es un Turboalimentador?

Un **Turbocompresor**, **Turboalimentador** (viene del inglés Turbocharger) o también llamado simplemente **Turbo** es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella a un compresor centrífugo para comprimir gases. Este tipo de sistemas se suele utilizar en motores de combustión interna alternativos, especialmente en los motores diésel.

A la derecha se encuentra una ilustración del mismo



Imagen 7: Turbocompresor

2.2 ¿Cómo nace el Turboalimentador? Justificación del Uso

La potencia entregada por un motor de combustión interna depende fundamentalmente del volumen de aire y la cantidad de combustible correspondiente (la relación es 15:1 como se podrá ver más adelante), que puedan ser puestas a disposición del mismo cuando se encuentran en la cámara de combustión del motor.

A modo recordatorio, mostramos en la siguiente figura las etapas del funcionamiento de un motor.

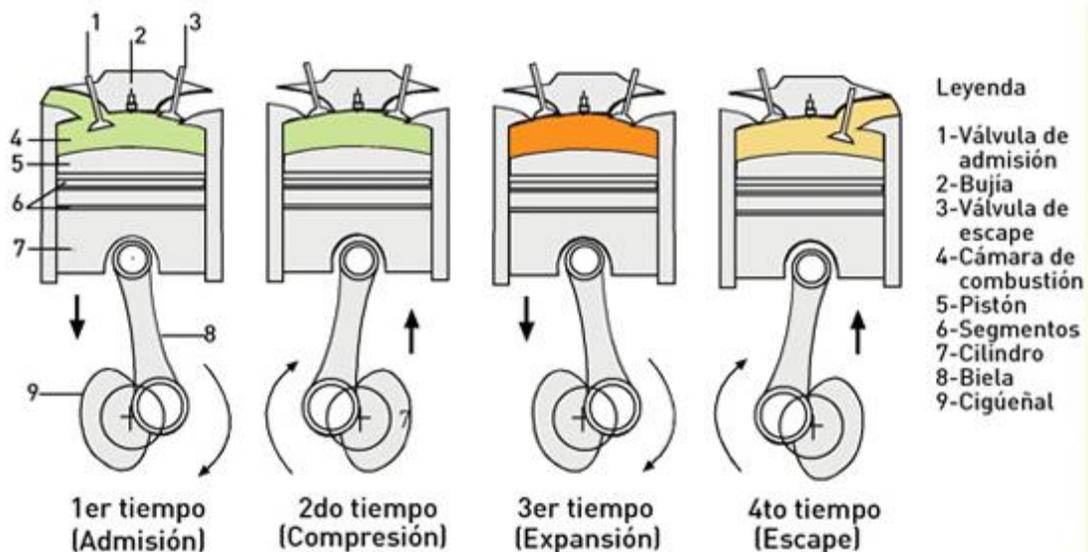


Imagen 8: Ciclos del Motor



Si se desea aumentar la potencia del motor, deberemos tener mayor cantidad de aire para poder quemar más combustible. En un motor aspirado esto se puede conseguir siguiendo tres métodos posibles:

- 1- **Aumentar la cilindrada**, lo cual nos dará un motor más pesado y de mayores dimensiones con una relación peso-potencia baja;
- 2- **Aumentar el número de revoluciones del motor**, esto tiene como consecuencia el problema (sobre todo en motores grandes) de las cargas en bielas y cigüeñal, también aumenta la velocidad de pasaje del fluido aspirado a través de las válvulas de admisión, lo que produce pérdidas de cargas considerables.
- 3- **Comprimir el aire**, esta es una **mejor solución** desde el punto de vista técnico. Consiste en **comprimir previamente el aire** que ingresa al motor, y con el genera un aumento de presión, esto es, que consigue introducir mayor cantidad (masa) de oxígeno en el cilindro que la masa normal de aire que el cilindro aspiraría a presión atmosférica. Al haber mayor masa de oxígeno se **puede quemar mayor cantidad de combustible, provocando un aumento del par motor y, por lo tanto, mayor potencia para un mismo número de revoluciones e igual cilindrada.**

Cabe aclarar que los **motores de gasolina mantienen la relación de combustible / aire**, por lo que un aumento de potencia implica un incremento proporcional en el consumo de combustible. Sin embargo, en **los motores diésel, la masa de aire no es proporcional al caudal de combustible** (siempre entra aire en exceso al funcionar por inyección el suministro de combustible al cilindro). Esto significa que, al aumentar la cantidad de aire, aumenta también la cantidad de combustible, pero en menor proporción, generando así un “ahorro”. Por ello, es en este tipo de motores donde se ha encontrado su **máxima aplicación.**

Para pre-comprimir el aire será necesario un compresor, este puede estar accionado mecánicamente (por el eje del motor), eléctricamente, etc. Los métodos señalados tienen el inconveniente de consumir parte de la potencia que genera el motor.

En un motor de combustión interna, de la **energía que libera el combustible quemado** se aprovecha aproximadamente un tercio, otro tercio se pierde en el sistema de refrigeración como emisión de baja temperatura, **el tercio restante se pierde en los gases de escape.** En la búsqueda de algún elemento que aproveche esta **energía perdida a través de los gases de escape es que surge la idea del TURBOCOMPRESOR** para pre-comprimir el aire que ingresa al motor.

2.2.1 Mezcla: Relación Aire-Combustible (A/C)

Al analizar el rendimiento de un motor de combustión interna es de gran importancia determinar las cantidades relativas de aire y combustible presentes en la mezcla suministrada. Esta relación puede obtenerse con gran precisión mediante el análisis químico de los gases de escape. Sin embargo, también puede determinarse efectuando las mediciones por separado del aire y del combustible suministrado al motor en un tiempo determinado.

$$A / C = \text{°G} / B$$

°G = consumo real de aire Kg/h; B = consumo horario de combustible Kg/h

Se ha encontrado experimentalmente que es necesaria una relación definida para obtener la máxima potencia y otra relación diferente para máxima economía. La máxima economía del motor se obtiene cuando la liberación sea máxima. Esta condición se logra cuando el combustible se quema completamente.

2.2.1.1 Curva Motor de Encendido por Chispa

La siguiente curva representa las características de un motor de encendido por chispa en función de diferentes relaciones aire-combustible.

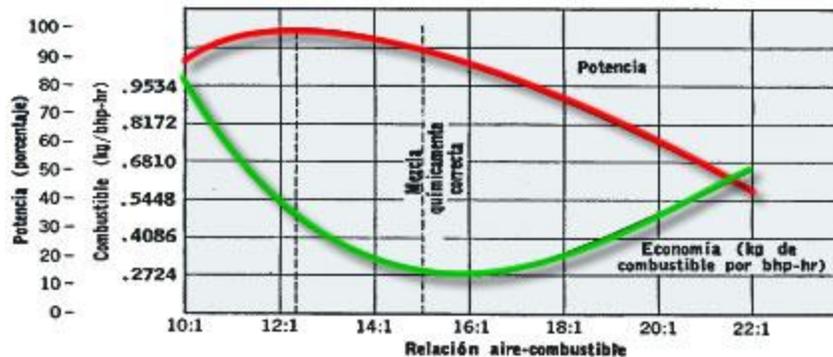


Imagen 9: Motor de Enc. por Chispa – Potencia y Consumo de Comb. en Función de A/C

2.2.1.2 Curva de Motor Diésel

Las características de un motor Diésel se especifican en la siguiente gráfica.

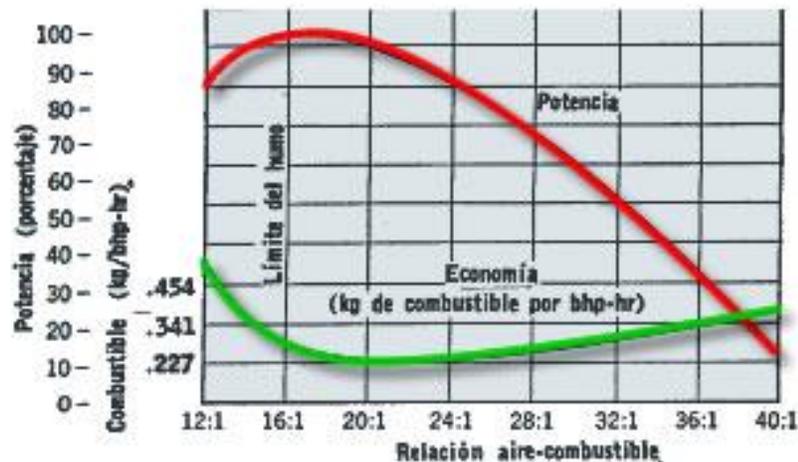


Imagen 10: Motor Diésel – Potencia y Consumo de Comb. en Función de A/C

2.3 Principio de Funcionamiento: Sobrealimentación

El principio de la sobrealimentación fue esbozado en 1905 por el ingeniero Suizo Büchi, pero por razones tecnológicas se empezó a aplicar hace aproximadamente 50 años y solamente en motores grandes y de bajas revoluciones.

Los gases de escape del motor salen con una velocidad y temperatura importante, esto representa una energía.

Si en el *flujo de gases de escape introducimos una turbina*, la energía que éstos traen hacen girar a dicha turbina (se transforma en energía de rotación). Si se monta un compresor sobre el eje de la turbina anterior, ambos giran en conjunto. De esta forma el *compresor toma aire fresco y lo envía a los cilindros con una presión mayor a la atmosférica* (precomprimido).

En la figura 1 se puede observar en amarillo los gases de escape que salen del motor y a través del múltiple de escape son introducidos en la carcasa de escape del turboalimentador. Estos gases hacen girar la turbina de escape y luego siguen su marcha por el caño de escape.

Por medio del eje de la turbina se transmite el movimiento de rotación a la rueda compresora que aspira axialmente el aire que proviene del filtro de aire y lo lanza radialmente hacia la carcasa de admisión, donde se comprime, y a través del múltiple de admisión llega a los cilindros del motor. En la figura 1 esto se puede ver en azul.

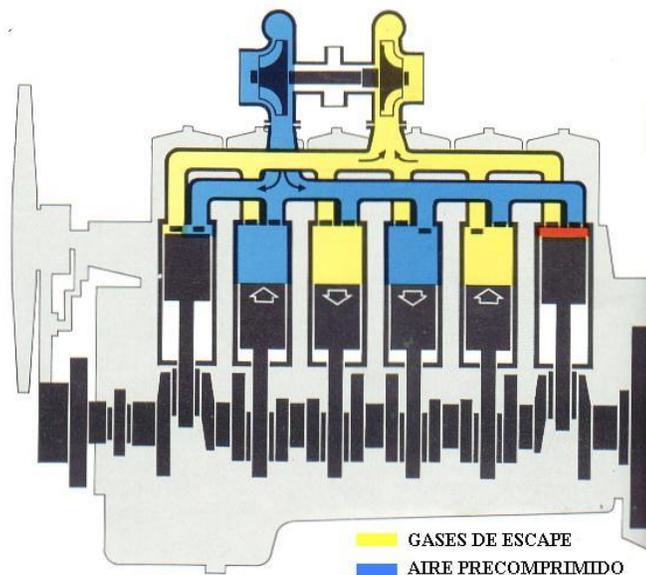


Imagen 11: Funcionamiento del Turboalimentador

En la parte central del turbo (cuerpo central), se encuentran los elementos que sustentan y permiten el giro del eje de turbina. Estos elementos se encuentran lubricados (con el mismo aceite del motor), por lo que será necesario además una serie de elementos que impidan el paso de aceite hacia el escape o admisión y a la inversa, evitar que ingrese aire a presión o gases de escape a través del turbo al cárter del motor.

En la figura 2 se puede observar un turboalimentador en corte donde se aprecian los elementos anteriormente mencionados.

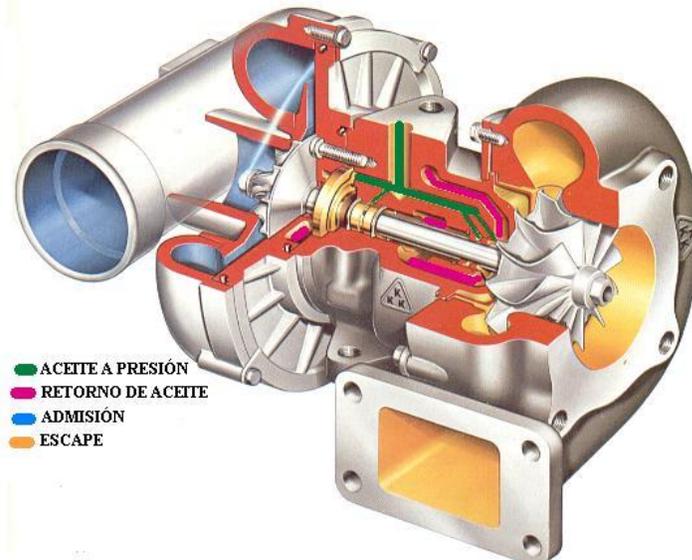


Imagen 12: Turboalimentador en Corte

2.4 Ventajas

Entre las ventajas directas más importantes podemos enumerar las siguientes en el uso de motores turboalimentados con respecto a los motores aspirados:

- Relación peso/potencia:** en el motor sobrealimentado es sensiblemente menor ya que con el mismo tamaño de motor se logran potencias más elevadas.
- Par motor:** el par motor resulta mayor en los motores sobrealimentados respecto de los aspirados.
- Comportamiento en altura:** al mantener constante la presión de alimentación la potencia se mantiene prácticamente invariable con la altitud a la que trabaja el motor.
- Consumo específico de combustible:** en los motores sobrealimentados, puesto que se trabaja con un exceso de aire y se realiza un buen barrido del cilindro, la combustión es más perfecta y el combustible se aprovecha al máximo por lo que el consumo específico resultará sensiblemente menor.
- Contaminación ambiental:** por lo expuesto en el punto anterior la contaminación que produce un motor sobrealimentado resulta menor a la de un motor aspirado.
- Contaminación acústica:** un motor sobrealimentado resulta más silencioso que uno aspirado debido a dos motivos, uno es que el turboalimentador tiene un efecto de silenciador (los gases de escape deben pasar por el turbo donde pierden parte de su energía al mover la turbina), y el otro es que a igual potencia el motor sobrealimentado es de menor tamaño por lo que la superficie de radiación sonora es menor.
- Carga impositiva:** en algunos países, la carga impositiva sobre los automóviles depende de la cilindrada del motor. Como un motor con turbocompresor tiene una mayor potencia máxima para una cilindrada dada, un modelo turboalimentado pagaría menos impuestos que un motor no turboalimentado de la misma potencia.



2.5 Componentes del Turboalimentador

Para comprender mejor el Proceso de Reparación de Turbocompresores, es necesario conocer los elementos que integran el turbo.

Antes de hablar de los Componentes del Turboalimentador, es conveniente aclarar que los turbos son creados para ciertas aplicaciones (esto es, marca y modelo del vehículo) específicas. Existen muchos modelos y marcas de autos, pero a su vez también existen muchas marcas y fabricantes de turboalimentadores. Esto deriva en cientos de modelos de turbo distintos y, por lo tanto, en muchas piezas para analizar.

Sin embargo, hay un gran número de componentes que son comunes a todos los turbos, que, en función del modelo, variarán (probablemente) en el tipo, tamaño, forma e incluso, a veces, en el material del componente. Hay otros modelos donde las funciones de dos piezas de un turbo están combinadas en una única pieza.

Para mayor información sobre sus características principales, consultar en [ANEXO I: Manual de Componentes](#). Allí, se encuentran los elementos principales del turbo divididos en 4 categorías según su función: principal, de desgaste, de fijación, u aquellos que son ocasionales.

En la siguiente página se muestra una figura con la vista explosionada del Turbo, y luego un listado de las piezas ordenadas según el sistema de codificación de la empresa.

Aclaraciones:

- En la figura y en la tabla, los **elementos principales** se encuentran pintados con **verde**.
- En la tabla, los elementos pintados en **azul** corresponden al **Kit de Mantenimiento**.
- En la tabla, los elementos pintados en **rojo** corresponden a aquellos elementos menores, de fijación o sellado que, salvo en casos muy específicos, se deben dejar como **Scrap** directamente.
- En la tabla, la columna “# (Fig.)” hace referencia a los números correspondientes de la figura.
- Por las razones mencionadas anteriormente, se puede notar que hay algunos componentes en el listado que no se encuentran en la fotografía.

Kit de Mantenimiento

El kit de mantenimiento es el conjunto de piezas mínimo que deben cambiarse necesariamente para restaurar un turbo que se encuentra normalmente en buenas condiciones. A este mantenimiento la empresa le llama “Reparación Básica” o en su forma abreviada “R.B.”. Todas estas piezas son de desgaste, su vida útil es mucho menor que las piezas principales, y por lo tanto estas se descartan directamente (**scrap**).

Hay una sola excepción: el Cojinete Axial, el cual es posible reutilizarlo si se verifica que supera algunos controles técnicos, dado que es, en muchos casos, la pieza que menos desgaste recibe. Como la proporción de piezas recuperables es alta, y si se cumple que el costo de controlarla es menor al costo promedio de comprarla (siendo esta la más costosa del Kit), entonces la empresa puede obtener un beneficio. Con las otras piezas de este kit no solo se incrementa el riesgo de rotura, sino que el beneficio económico no se da en la mayoría de los casos.

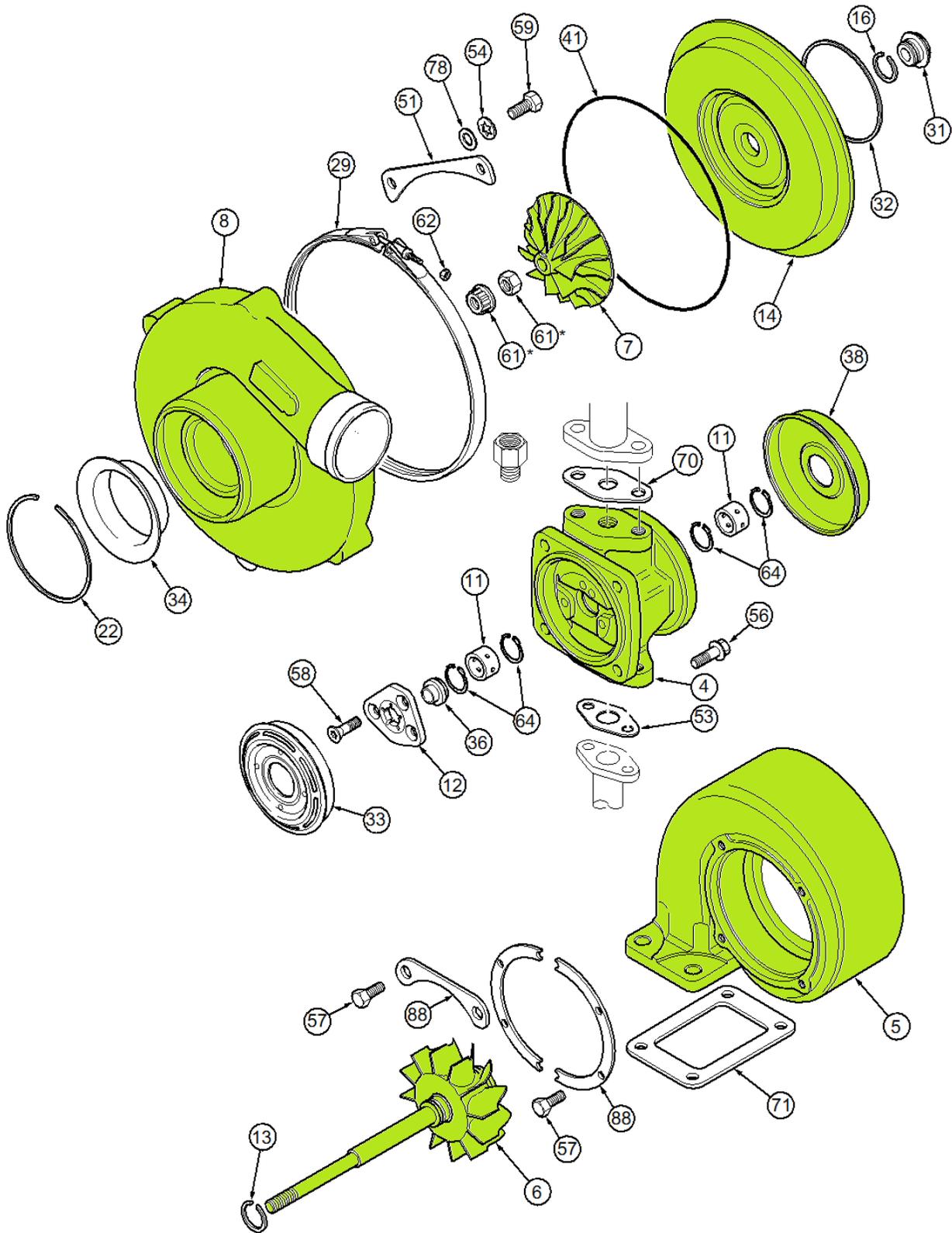


Imagen 13: Vista Explosionada de un Turbo Convencional



Tabla 1: Componentes de un Turbocompresor

Código	Piezas	# (Figura)	Tipo	Manual de Comp.	Recuper able?	Proc. De Recuperación	Célula de Trabajo
02 01 YY	Cojinetes Radiales (Bujes)	11	Desgaste	E.D. 1	No	Scrap	-
02 02 YY	Anillo de Cierre - Lado Compresora	16	Desgaste	E.D. 2	No	Scrap	-
02 03 YY	Anillo de Cierre - Lado Turbina	13	Desgaste	E.D. 2	No	Scrap	-
02 04 YY	Collar	36	Desgaste	E.D. 3	Si	Control	CT 2.4
02 05 YY	Manguito	31	Desgaste	E.D. 4	Si	Control	CT 2.3
02 06 YY	Arandela de Desgaste de Coj. Radial	-	Desgaste	E.D. 5	Si	Control	CT 2.5
02 06 YY	Arandela de Desgaste de Coj. Axial	-	Desgaste	E.D. 6	Si	Control	CT 2.6
02 07 01	Seguro Seeguers Bujes	64	Fijación	E.F. 3	No	Scrap	-
02 07 03	Seguro Seeguers Placa Trasera	-	Fijación	E.F. 3	No	Scrap	-
02 08 YY	Chapa Deflectora	33	Desgaste	E.D. 7	Si	Control	CT 2.9
02 10 YY	Cojinete Axial	12	Desgaste	E.D. 8	Si	Control	CT 2.2
02 11 YY	Tuerca Eje de Turbina	61	Fijación		No	Scrap	-
02 12 01	Anillo de Goma - Placa Trasera	32	Desgaste		No	Scrap	-
02 12 02	Anillo de Goma - Carcasa de Admisión	41	Desgaste		No	Scrap	-
02 13 YY	Protección Térmica	38	Principal	E.P. 6	Si	Control y Limp.	CT 2.8
02 14 YY	Placa Trasera o Placa Sello	14	Principal	E.P. 7	Si	Control y Recup.	CT 3
02 15 YY	Rueda Compresora	7	Principal	E.P. 1	Si	Control y Recup.	CT 4
02 16 YY	Rueda de Turbina	6	Principal	E.P. 2	Si	Control y Recup.	CT 5
02 17 YY	Cuerpo Central	4	Principal	E.P. 3	Si	Control y Recup.	CT 8
02 18 YY	Carcasa de Escape	5	Principal	E.P. 4	Si	Control y Recup.	CT 7
02 19 YY	Carcasa Compresora	8	Principal	E.P. 5	Si	Control y Recup.	CT 6
02 60 YY	Válvula	-	Ocasional	E.O. 1	Si	Control y Recup.	CT 1
-	Separador	-	Desgaste	E.D. 6	Si	Control	CT 2.7
-	Zuncho - Carcasa de Admisión	29	Fijación	E.F. 1	Si	Control	CT 2.10
-	Chapa de Fijación - Carcasa de Admisión	51	Fijación	E.F. 2	Si	Control	CT 2.10
-	Chapa de Fijación - Carcasa de Escape	88	Fijación	E.F. 2	Si	Control	CT 2.10
-	Otros Seeguers	22	Fijación	E.F.3	No	Scrap	-
-	Tornillos / Bulones de Fijación - Placa Trasera	56	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Tornillos / Bulones de Fijación - Carcasa de Escape	57	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Tornillos / Bulones de Fijación - Cojinete Axial	58	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Tornillos / Bulones de Fijación - Carcasa de Adm.	59	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Tuerca p/ Zuncho	62	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Espárragos - Carcasa de Escape	-	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Arandelas para Tuercas	54, 78	Fijación	-	No	Scrap	-
-	Juntas - Carcasa de Escape	71	Sellado	-	No	Scrap	-
-	Juntas - Cuerpo Central - Entrada y Salida de Agua	53, 70	Sellado	-	No	Scrap	-
-	Geometría Variable	-	Ocasional	E.O. 2	No tdv	-	-
-	Tobera para Carcasa de Admisión	34	Ocasional	-	No tdv	-	-



2.6 Clasificación de las Piezas según el Grado de Recuperación o Reutilización

Diferenciaremos tres tipos de Componentes, los Componentes de Scrap, los Componentes Posibles a Reutilizar y los Componentes posibles a Recuperar (mediante Control, Limpieza y/o procesos de Recuperación).

Cuando hablamos de Componentes nos referiremos al grupo de piezas con la misma función (ej.: carcasas de escape, ruedas de turbina, etc.). Cuando hablamos de Piezas nos referimos al caso particular de cada pieza.

2.6.1 Componentes de Scrap

Corresponde a aquellos componentes que por sus características técnicas, físicas o químicas (como su composición química o material, la forma, procesos de fabricación), los agentes externos, el tiempo de exposición sometidos a estos agentes, y la tecnología disponible en la empresa hacen que **no sea conveniente recuperar este tipo de componentes** para un nuevo uso. Esto es, que es preferible descartarlos o, dicho de otro modo, considerarlas **scrap**. El material con el que están hechos es posible recuperarlo para fabricar otro tipo de piezas. Si bien la empresa no lo realiza, el material se vende.

Generalmente, los componentes de Scrap tienen poco valor económico y son fáciles de conseguir. La mayoría de ellas poseen mucho desgaste, y aunque puedan tener buena apariencia, no puede garantizarse cuanta más vida útil les queda. Las consecuencias de colocar piezas con poca vida, pueden afectar enormemente el rendimiento del turbo o incluso causar la rotura del mismo.

En la figura y la tabla mostrada, los componentes que se encuentran en **color rojo**, y los componentes del kit de mantenimiento, con excepción del Cojinete Axial, de **color azul**, son los definidos como **Componentes de Scrap**.

2.6.2 Componentes Posibles de Reutilizar

Son aquellos Componentes que **pueden ser reutilizados solo si se encuentran en buenas condiciones**. Generalmente no tienen procesos de recuperación, sino que se les realiza **procesos de Control para asegurar su correcto funcionamiento y dimensiones**. Los procesos de recuperación eventuales son muy simples y poco definidos o desarrollados (son de limpieza y/o pulido).

Los costos de estas piezas son relativamente bajos, es por eso que recuperarlas o tardarse mucho tiempo en el control puede resultar antieconómico para la empresa. El costo de mano de obra es el que más importancia tiene a la hora de hacer el control o recuperación de la pieza, es por eso que resulta antieconómico desarrollar un Proceso de Recuperación para este tipo de piezas y la gran variedad de modelos que existe.

En la figura y la tabla mostrada anteriormente, las piezas que se encuentran en **color negro** son aquellas que pueden ser reutilizadas.



2.6.3 Componentes Posibles de Recuperar

Son aquellos Componentes que por sus características técnicas físicas y químicas (como su composición química o material, la forma, procesos de fabricación), los agentes externos, el tiempo de exposición que están sometidos a estos, y la tecnología disponible **hacen posible recuperarlas** (en un gran porcentaje de los casos) **mediante algún Proceso de Control, Limpieza y/o Recuperación, a un estado prácticamente similar al de una pieza nueva**. Estos procesos de control, limpieza y recuperación se han ido desarrollando y perfeccionando en la empresa a lo largo de los años. y varían dependiendo de cada Componente.

En algunos casos la pieza es posible de recuperarse con las mismas dimensiones que la original; en otros casos esto no es posible, y se opta por la solución de cambiar sus dimensiones para adaptarlas a otro modelo (generalmente más pequeño).

Aquí realizaremos una *distinción* entre *recuperar una pieza*, y realizarle un proceso de recuperación. **Recuperar la pieza no implica realizarle necesariamente un proceso de recuperación**, puede ser posible que solo con el control y/o limpieza se la recupera, esto es, verificando que esta se encuentre bajo los parámetros técnicos, al igual que con una Pieza a Reutilizar. **Realizarle a una pieza un Proceso de Recuperación** significa que **la pieza pasa por uno o varios procesos físicos o químicos** que modifican a la pieza en algún aspecto.

En la figura y tabla mostrados anteriormente, las Piezas que se encuentran en **color Verde**, son las que generalmente se recuperan en gran parte de los casos.

Por otro lado, **no todas las piezas que necesitan un proceso de recuperación se les realiza el mismo**. Para ello, debe cumplirse, además, que el costo asociado a los Procesos de Recuperación sea menor al de comprar una pieza nueva. Por ello, diferenciaremos dos tipos de Piezas Posibles de Recuperar:

2.6.3.1 Piezas que se Recuperan:

Son aquellas piezas posibles de recuperar, que luego de pasar por el proceso de control y determinarse los procesos necesarios para su recuperación y los costos asociados, da como resultado que **esta recuperación sea conveniente económicamente** para la empresa.

Generalmente, estas piezas son costosas, y, al no producirse en el país, se hace necesario importarlas, con los inconvenientes que esto presenta. Esto hace necesario que la empresa recupere las piezas en la mayor medida posible, o bien realizando la adaptación a otro tipo y/o modelo de turbos.

2.6.3.2 Piezas que no se Recuperan

Son aquellas piezas posibles de recuperar, que luego de pasar por el proceso de control y determinarse los procesos necesarios para su recuperación y los costos asociados, da como resultado que **no sea conveniente recuperarla**, y por lo tanto esta se debe descartar, esto es, considerarlas **scrap**.

Generalmente esto suele suceder con piezas rotas, muy desgastadas o con fisuras.



Capítulo II. El Proyecto

1 Situación – Problema

1.1 Situación del País y del Sector Automotriz

Si bien la situación económica del país de los últimos años no muestra un panorama de crecimiento significativo, es importante saber que a pesar de todos los desarreglos que posee el rubro automotor y el desarrollo de nuevas tecnologías (autos eléctricos, anfibios, o con celdas de hidrógeno, entre otros), la venta de autos de combustible a base de petróleo todavía no se ha frenado.

Las proyecciones indican que en nuestro país faltan muchos años todavía para que el sistema del motor diésel / naftero del auto se reemplace masivamente por otra tecnología con alimentación energética de mayor eficiencia.

Para representar esto en datos concretos, se muestra a continuación gráficos que reflejan las Ventas (a través de los patentamientos realizados por la DNRPA) del Rubro Automotor en nuestro país, en la Provincia de Córdoba y la distribución de ellos por provincias.

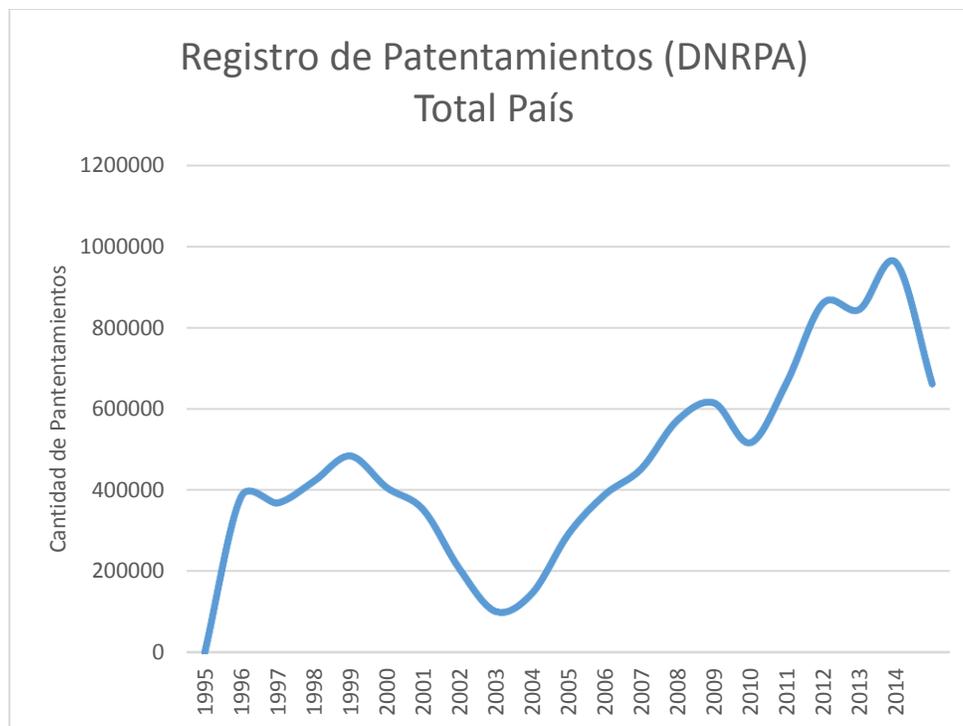


Imagen 14: Registro de Patentamientos – Total País

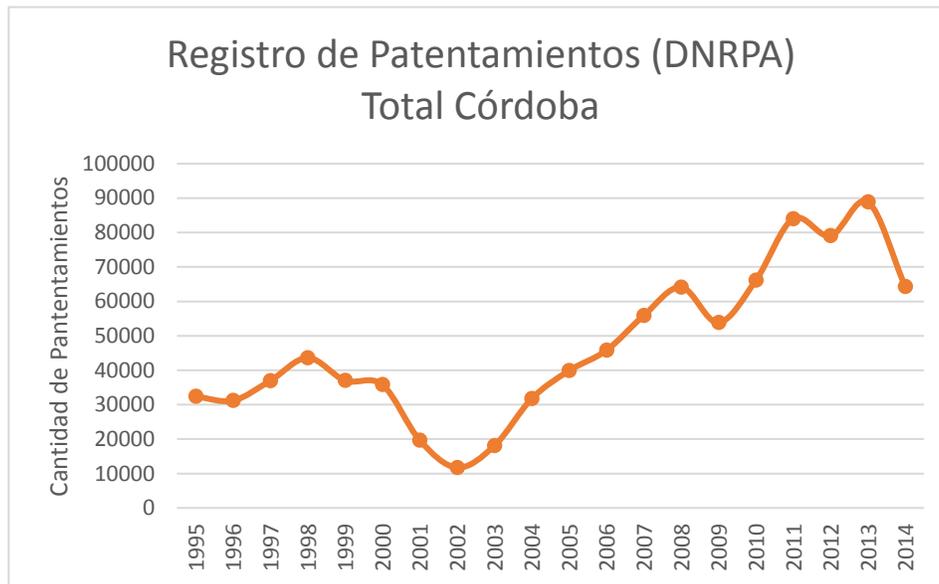


Imagen 15: Registro de Patentamientos - Córdoba

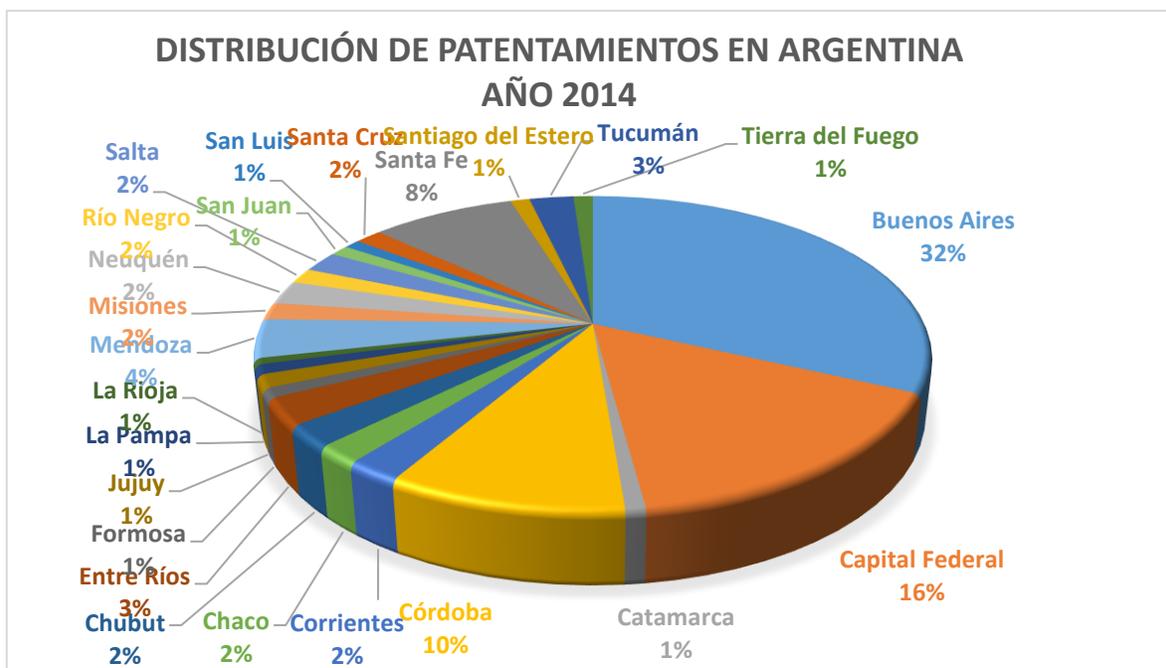


Imagen 16: Distribución de Patentamientos en Argentina

Observaciones: Estadística Anual de Inscripciones Iniciales Nacionales e Importadas por Provincia.
 Competencia por Registro Seccional: NO

Fuente: DNRPA

Datos URL:

http://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/estadisticas/rrss_tramites/tram_prov.php?origen=portal_dnrpa&tipo_consulta=inscripciones



Haciendo un breve análisis, podemos observar una tendencia de crecimiento en las ventas con algunas irregularidades producto de la historia argentina (como la Crisis del 2001). En Córdoba podemos ver que la curva se mantiene muy parecida a la del total país, representando aproximadamente un 10% del mercado automotor nacional.

Se presentan además las siguientes situaciones:

- Los organismos internacionales obligan cada vez más a los países a generar leyes en contra de la contaminación ambiental. Esto se traduce en una necesidad de aprovechar al máximo la energía proveniente de la utilización de combustibles fósiles no renovables y/o la disminución en su consumo.
- El diseño de los nuevos autos está integrando cada vez más a los turbocompresores como parte importante del vehículo para aumentar la potencia del vehículo.
- Algunas políticas económicas nacionales como las restricciones en las importaciones, y la falta de producción nacional de piezas y turbocompresores, trae como consecuencia la falta de disponibilidad de turbos y/o piezas originales.
- El incremento de los precios, y el costo relativo asociado de los turbos, plantean a los clientes la situación de optar por reparar el turbo, y evitar así la compra de componentes nuevos con costos asociados mucho más altos.

Este panorama permite a la empresa proyectar un **crecimiento notable en la cantidad de potenciales clientes** (autos y camionetas con turbocompresores en su mayoría), y a su vez un **desabastecimiento por falta de disponibilidad de productos** (turbocompresores nuevos o piezas nuevas).



1.2 Situación de la Empresa

La impecable gestión de la empresa, el desarrollo tecnológico, la adaptación de la empresa a los requerimientos de los clientes y del producto, y el aumento del nivel competitivo del sector, que limita el crecimiento a los competidores y/o el ingreso a nuevos potenciales competidores, permite que la empresa siga posicionándose entre las mejores del país. Esto genera que cada vez, la demanda de la empresa continúe en aumento. Sin embargo, crea la necesidad de seguir creciendo para no perder competitividad.

El Proceso de Reparación de Turbocompresores se fue desarrollando a lo largo de los años dentro de la empresa. Este proceso actualmente contiene gran cantidad de trabajo manual (cuyas actividades no siempre son repetitivas, dada la gran cantidad de modelos y marcas). Son entonces, procesos no estandarizados, y, por lo tanto, con mucha variabilidad.

Turbolar S.A. se encuentra con la superficie prácticamente ocupada en su totalidad, y por lo tanto se vuelve dificultoso incorporar más maquinaria, o puestos de trabajo, que permitan aumentar la capacidad productiva.

Por otro lado, como dijimos anteriormente, la distribución de planta actual no fue previamente planificada y quizás podrían conseguirse aumentos de productividad con un rediseño de la misma. Sin embargo, el espacio con el que cuenta actualmente, la inversión necesaria para remodelarla, y la pérdida de producción por días parados, hacen que la reestructuración se vuelva antieconómica.

Los empleados de la empresa trabajan principalmente por coordinación mutua, aunque para asegurar el cumplimiento al cliente, en calidad y plazos de entrega, se realiza una programación diaria de reparaciones que se debe cumplir. Por ello, la empresa define objetivos diarios de producción que, a medida que transcurre el tiempo, van aumentando para poder cubrir con el aumento de demanda que se va generando.

Desde hace más de 2 años y medio, la empresa se encuentra trabajando al 100% de su capacidad de producción. Las mejoras implementadas, durante estos últimos meses, en el Sistema de Gestión y en los Procesos, que generaron un aumento en la Productividad de los empleados, permitieron poder incrementar de 20 reparaciones por día a 25, esto es, un 25% más de capacidad de producción. Sin embargo, para poder cumplir con los objetivos diarios de producción, esto implica muchas veces que algunos operarios continúen trabajando horas extra.

La forma de trabajo mencionada y el aumento en los objetivos diarios, vuelve cada vez más dificultosa la programación en la entrega de turbos, y en la programación de la reparación de piezas y turbos.

Por último, es oportuno mencionar que la empresa posee en sus activos un terreno de aproximadamente 5800 m², ubicado en la Comuna “Mi Granja” en Monte Cristo, esto es sobre Ruta 19 a aproximadamente 18 km. al este de la ciudad de Córdoba. La distancia del terreno a la actual empresa es de 23km aproximadamente.



1.3 Necesidad – Solución (Análisis FODA)

El panorama externo e interno de la empresa lo podemos resumir en el siguiente análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas):



Esto se traduce en una necesidad de:

1. Aumentar la Cantidad de Ventas y Capacidad Productiva.
2. Aumentar el Nivel de Recuperación de Piezas (en cantidad y modelos de piezas).
3. Mejorar la productividad y la eficiencia de procesos.
4. Estandarizar los procesos de la empresa para mejorar y garantizar la calidad.
5. Generar Independencia de Procesos.
6. Aprovechar los activos de la empresa (el terreno disponible, maquinaria, capital propio).



Solución Propuesta:

Se plantea entonces la Solución de **Crear una Nueva Nave Industrial** aprovechando el Terreno disponible de la empresa con el objetivo principal de aumentar la capacidad productiva. La competitividad del Sector obliga a que los procesos sean más eficientes y con mayor productividad en sus empleados. Para ello, se planea realizar reingeniería de procesos, desarrollando e implementando una **Nueva Forma de Producción: la del “Turboalimentador Reconstruido”** mencionada anteriormente en (1.4.), y que es compatible con el **diseño de puestos en forma de Células de Trabajo**, el cual permitirá independizar procesos, mejorar el flujo de materiales, flujo de trabajo, y así incrementar la productividad y eficiencia de los procesos.

Desarrollaremos en este el trabajo el Diseño de Layout de esta nueva nave industrial, **enfocándonos específicamente en el diseño de las Células de Trabajo correspondientes a los Procesos de Recuperación de Piezas de la empresa**. Para el diseño de las mismas será necesario contar con el Proceso de Producción del “Turboalimentador Reconstruido” desarrollado.

Hipótesis:

Se partirá de la hipótesis de que los Procedimientos del Proceso de Producción ya han sido rediseñados y se encuentran escritos en el Manual de Procedimientos ([Anexo I](#)). Sin embargo, es conveniente notar que este Proceso se desarrollará en paralelo con este trabajo. Este surgirá, en un principio, de un proceso de rediseño y adaptación del proceso actual, y posiblemente vaya cambiando a medida que la distribución de planta vaya tomando forma. La distribución de planta quedará definida por, el diseño de cada una de las células de trabajo, las limitaciones de superficie del terreno disponible, y el posterior estudio de flujo de materiales y trabajo.



2 Objetivos y Alcance del Proyecto

2.1 Objetivo

“Proponer un diseño de la distribución interna y externa de una nueva nave industrial de la empresa “Turbolar S.A.”, en la que se desea implementar el nuevo proceso de remanufacturación de turbos: el del Turboalimentador Reconstruido. Se evaluará la viabilidad de incorporar otras piezas al sector de recuperación de piezas, lo que se estima que permitirá disminuir desperdicios y costos. Queremos lograr con esto, menor tiempo de respuesta al cliente, mayor eficiencia y menores tiempos de proceso, mayor productividad en los empleados, aumentar la capacidad productiva, y poder así satisfacer la creciente demanda que se espera para los próximos años.”

2.2 Metas

Para lograr este objetivo, se cree que será conveniente cumplir previamente con las siguientes metas:

- Aplicar herramientas de Just in Time, enfocadas en el concepto de Células de Trabajo para aumentar el ritmo de producción, disminuir stocks intermedios, trabajando así con turbos de distintos modelos, por lotes económicos.
- Disminuir los tiempos de reparación de un Turboalimentador en cada instancia del proceso, considerándolo desde el momento que llega a la empresa hasta que se encuentra listo para despachar.
- Aumentar la capacidad de recuperación de piezas y de montaje de turbos de la empresa, aumentando o manteniendo la Calidad final del producto, para una misma cantidad de horas trabajadas al año.

2.3 Alcance

El Trabajo estará enfocado en el diseño de las Células de Trabajo de los Procesos de la Empresa, principalmente en los de recuperación de piezas, aplicando las mejoras que actualmente en la empresa se encuentran en etapa de desarrollo e implementación (tanto en el sistema de gestión, logístico, de stock, y de procesos).

Partiremos de que esta nave industrial se edificará en los terrenos que posee la empresa en la Comuna de Mi Granja.

2.4 Pasos a Seguir

- 1- Se definirá el Proceso Ideal de Reparación de un Turbo y el de Recuperación de Piezas para cada uno de los componentes de los Turboalimentadores que son factibles de recuperar.
- 2- Se determinarán los requerimientos físicos para cada proceso. Esto es, los bancos de trabajo, maquinas, dispositivos, herramientas, elementos de trabajo y cantidad de operarios necesarios para las tareas. Se determinará aproximadamente la superficie necesaria.
- 3- Se diseñarán las Células de Trabajo independientemente de los recursos.



- 4- Se diseñará un Layout Global de Planta, ubicando las células de trabajo y las demás áreas dentro de la misma. Se realizará un diagrama de hilos como medida del flujo de materiales, y de trabajo.
- 5- Se valorará la superficie ocupada por las células y otros sectores, y se determinará la capacidad productiva de cada sector.
- 6- Análisis Económico: Se calcularán los Flujos de Fondos, el valor futuro del proyecto (VAN) y la rentabilidad esperada (TIR). Para ello, se determinarán previamente las inversiones (en construcción, instalaciones, maquinaria y otros dispositivos), los aumentos y ahorros en costos y el aumento de ingresos estimado.

Las células de trabajo se diseñarán con el objeto de disminuir el stock intermedio, el flujo de materiales y/o flujo de trabajo, mejorando así el tiempo de ciclo de reparación de cada pieza, y en consiguiente, el de montaje final del turbo.

El diseño del layout global de planta será resultado de la combinación de los siguientes factores: el terreno disponible, las superficies calculadas para cada sector, el estudio de flujo de materiales dentro de planta y la ubicación de las células de trabajo.

Posteriormente, podrían ser analizadas otras alternativas para mejorar el financiamiento o rentabilidad del proyecto.

- 1- Se analizará la posibilidad de combinar algunas células de trabajo para procesos cuyos requerimientos en herramientas, dispositivos y/o maquinarias sean parecidos, teniendo en cuenta la carga de trabajo y superficie disponible.
- 2- Reducción de Maquinaria (para aquellas maquinas costosas con baja carga de trabajo o utilización) o Realización de un plan de adquisición de activos (maquinaria) a lo largo de los años en función de la producción estimada.
- 3- Rediseño de Células de Trabajo.
- 4- Adición o Eliminación de Componentes a reparar.

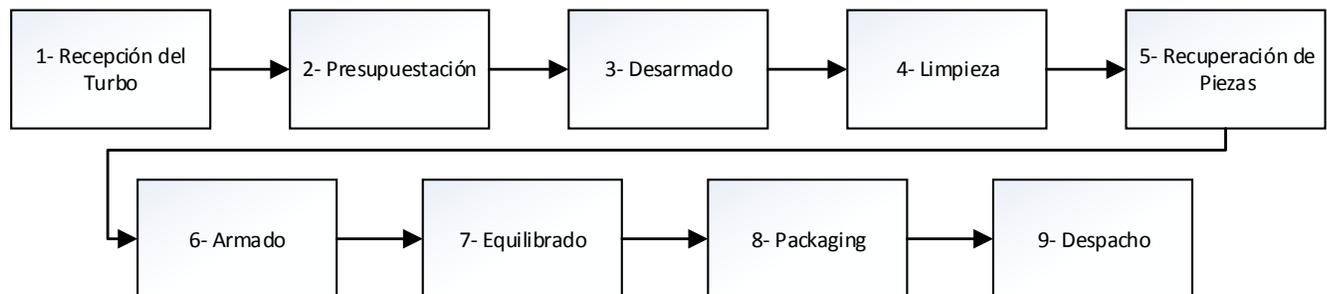


3 El Proceso Productivo

3.1 Proceso de Producción Actual: “Reparación Convencional de Turbocompresores”

Primero que nada, es importante hacer una aclaración: Este trabajo está enfocado en el diseño de las células de trabajo de los Procesos de Recuperación de Piezas, y, por lo tanto, el detalle de cada una de las etapas o procesos globales de la empresa escapa un poco del análisis de este trabajo. Sin embargo, procederemos a mostrar desde una perspectiva global y resumida, el proceso que desarrolla la empresa mediante flujogramas, y se establecerán las relaciones existentes con el Layout, de manera que quede en evidencia algunas desventajas de la actual distribución de planta. Luego procederemos a explicar cada una de estas etapas.

Podemos identificar así 9 etapas o Subprocesos en las que atraviesa un Turbocompresor a reparar:



3.1.1 Procesos: Detalle

- 1- **Recepción del Turbocompresor:** Sucede luego de que el Cliente ha realizado la consulta por teléfono, e-mail o la página web de la empresa (aunque es común que directamente aparezca en mostrador). El turbocompresor, cuyo propietario tiene intención de repararlo, es recibido en la empresa desde dos puntos de ingreso: mostrador, o a través de encomienda. La empresa cuenta a su disposición un servicio que busca y lleva aquellas encomiendas que son enviadas por colectivo a la Terminal de Córdoba. Los turbocompresores son recibidos, registrados (el estado en el que vino con todos sus accesorios) y almacenados en Depósito.
- 2- **Presupuestación:** Existen dos tipos de cotizaciones de turbos, con desarme o sin desarme, el cual es definido por el acceso visual a las piezas críticas (Rueda de Turbina, Carcasa de Escape, Geometría Variable). Según esto la evaluación técnica del estado del turboalimentador puede ser realizado en distintos lugares:
 - A) En mostrador: cuando el cliente va a la empresa con un turbo que no necesita desarme, generalmente de tamaño pequeño, y que necesita saber con urgencia un precio estimado de reparación.
 - B) En sector de Depósito: se realiza aquí la Evaluación técnica de aquellos turbos que no necesitan ser previamente desarmados.
 - C) En sector de Desarmado y Limpieza: generalmente llegan aquí aquellos turbocompresores que necesitan desarme. Aquí se les procede a desarmarlos



parcialmente y luego a realizar una evaluación técnica del estado del turboalimentador. Posteriormente se arman de nuevo en forma simple (con el objeto de facilitar el desarmado completo ante una posible respuesta afirmativa del cliente para continuar la reparación).

Esta evaluación técnica del estado del turboalimentador se puede complementar con un cuestionario que completa el cliente respecto del funcionamiento del auto, antes y en el momento del desperfecto técnico, así como las consecuencias (ejemplo: ruidos inusuales, manchas de aceite en el motor, humo, temperatura elevada en el tablero, etc.).

Luego de identificar las piezas críticas afectadas mediante la inspección visual, se realiza una cotización teniendo en cuenta costos en materiales, mano de obra, disponibilidad de piezas (nuevas o reparadas) y se comunica al cliente el costo y fecha de entrega de la reparación.

Aclaración sobre la evaluación técnica del estado del turbocompresor:

- Existen ciertas técnicas y métodos que permiten determinar el estado de las piezas más importantes del turbocompresor mediante la observación, el movimiento y/o aplicación de fuerzas en las piezas más externas. Para ello, los evaluadores deben tener mucha experiencia y conocimiento en el tema, y se guían completando una planilla con una lista de chequeo de las piezas y zonas a controlar.
- Al momento de la inspección, se requiere mayor precisión en las piezas de mayor valor económico (piezas críticas), ya que se sabe por experiencia cuáles son las que mayormente se descartan.
- Aquellos que se realizan con desarme, no son desarmados en su totalidad, sino que se sacan las carcasas de escape y de admisión las cuales obstaculizan la visión de las piezas del conjunto central.
- Las que se realizan sin desarme: Si bien el acceso visual es más limitado que al desarmarlo parcialmente, la evaluación técnica sigue siendo posible. Ante algunos casos de duda sobre el estado de algunas piezas, es posible utilizar un boroscopio para acceder con un catéter (que tiene iluminación de fibra óptica) a través de los agujeros, a aquellas zonas más complicadas. En la mayoría de los casos esto no es necesario, ya que se puede determinar el estado de las piezas de forma directa (de la inspección de las piezas externas y de las internas a través de los agujeros) o indirecta (juego axial o transversal, la función, ubicación y relación existente con piezas afectadas, la presencia de aceites, carbón, fisuras u óxidos en ciertas zonas).
- Las inspecciones tienen un margen de error, esto es, un posible mal diagnóstico de la pieza, que puede ser favorable o no para la empresa. Este margen está contemplado al momento de la valoración de la reparación mediante técnicas estadísticas.

- 3- **Desarmado:** Luego de que el cliente decide realizar una reparación convencional. Se procede con el desarme del turbocompresor por tandas. Para ello, desde el punto de vista de ahorro de tiempo y costo, es conveniente que los turbocompresores a desarmar sean del mismo modelo, aunque esto no siempre sucede. Luego del desarme se registra así en



la hoja de Orden de Trabajo el estado de todas sus piezas. Generalmente casi todas las piezas del Kit de Mantenimiento, son descartadas en esta etapa (se colocan en recipientes dependiendo del material). Las piezas son identificadas y agrupadas por tamaño y material para proseguir con los procesos de limpieza.

- 4- **Limpieza:** Las piezas de un turbo, de acuerdo a su funcionamiento y los demás agentes con los que están en contacto, al limpiarlos desprenden diversos tipos de residuos (grasas, aceites, carbón, óxidos, pintura y tierra). De acuerdo a esto es conveniente utilizar distintos métodos de limpieza, o una combinación de ellos.

Por un lado, es conveniente primero realizar un lavado

- A) Lavado con Líquido Desengrasante-Descarbonizante por inmersión, para piezas con mucha grasa, carbón y/o pintura.
- B) Lavado de Ultrasonido:
- Para piezas Ferrosas; o
 - Para piezas No Ferrosas

Luego, será necesario hacer una limpieza de Shotting, que puede ser de 2 tipos y con las siguientes aplicaciones:

- C) Granallado con esferas de acero, para:
- Superficies no mecanizadas,
 - Piezas que no son frágiles,
 - Piezas en las que se puede proteger las zonas delicadas (como un rectificado de diámetro interno en un cuerpo central).
- D) Blasting (con microesfera de vidrio), para:
- Piezas de Aluminio,
 - Superficies mecanizadas,
 - Piezas frágiles o delicadas.

Existen dos subprocesos de limpieza que solo se aplican en algunos casos, o bien en algunos tipos de piezas:

- E) Cepillado: solo para piezas de menor tamaño, incluyendo así otros elementos (que no fueron previamente lavados). Los más comunes son los elementos de ajuste (como bulones especiales con cabeza arandelada).
- F) Baño de Protección Antioxidante: para piezas que previamente fueron lavadas, se les realizó un proceso de Shotting, Control y fueron (o no) mecanizadas, pero que necesitan ser protegidas de la oxidación (es el caso de carcasas de escape y cuerpos centrales).

Cada componente tiene un procedimiento de limpieza obligatorio para garantizar calidad, sin embargo, a veces, por su estado, pueden ser agregados otros procesos de limpieza eventuales.

Las piezas limpias son llevadas al depósito donde se agrupan por componentes y modelos para llevarlas al Sector de Recuperación de Piezas.

- 5- **Recuperación de Piezas:** En esta etapa, las piezas toman diversos caminos. Cada componente tiene un sector definido de trabajo donde se le realizan tareas de control y recuperación particulares. Normalmente se prefiere que las piezas lleguen a este sector en tandas de un mismo modelo para facilitar las tareas. Luego del control y de identificación de los procesos necesarios para recuperar cada pieza en particular, se define si es



conveniente económicamente continuar con la reparación, o si se descartan. Una vez finalizada la recuperación de las piezas no descartadas, vuelven al Depósito, esta vez para preparar el Kit de Piezas del Turbocompresor para el armado. Esta etapa será desarrollada con mayor detalle, más adelante.

- 6- **Armado o Montaje:** Las piezas del turbocompresor facilitadas por depósito (algunas nuevas y otras recuperadas) son dispuestas en el banco de trabajo de armado, y se controla que estas cumplan con las tolerancias especificadas del modelo de turbo a armar, y que se encuentren todas las piezas en su totalidad antes de empezar. A algunas piezas se las sumerge en de aceite, y/o se las seca o limpia con aire comprimido. Hay que tener en cuenta también, que hay modelos de turbocompresores que tienen piezas un poco diferentes, o bien no son los más frecuentes (como turbos para máquinas agrícolas, o con geometría variable), o bien que tengan elementos de sujeción diferentes, y, por lo tanto, es posible que se monten de forma diferente. El método para montar las piezas es importante, pues una pieza faltante o mal colocada, puede significar un mal equilibrado o la pronta rotura del mismo. Aun así, podemos enunciar una secuencia lógica de montaje, que es solo un orden tentativo:
- A) **Armado del “Paquete”:** Consiste en el armado de los siguientes elementos: Rueda Compresora, Rueda de Turbina, Collar, Manguito, Arandela de Desgaste y Tuerca de la Rueda de Turbina. Este conjunto, es trasladado al Sector de Equilibrado para su balanceado.
 - B) **Armado del Cuerpo Central con sus Componentes:** Básicamente consiste en colocar los seeguers y bujes dentro del Cuerpo Central.
 - C) **Desarmado del “Paquete”**
 - D) **Armado de la Placa Trasera con sus componentes:** Consiste en montar el Anillo de Cierre en la ranura del collar o manguito, y a su vez este dentro de la placa trasera.
 - E) **Armado de la Parte Central:** Consiste en colocar en el Cuerpo Central las arandelas de desgaste, el cojinete axial, la chapa deflectora y montar la Placa Trasera.
 - F) **Armado del Conjunto Central:** el conjunto anterior es montado sobre la Rueda de Turbina sujeta verticalmente, luego de colocar previamente la Protección Térmica. Se coloca luego el seeguer de la placa Trasera (si lo tuviese, o bien se atornilla), y se monta la rueda compresora. Se atornilla la Tuerca del Eje de Rueda de Turbina, dándole un torque adecuado. Es muy importante mantener la alineación de las piezas. Este conjunto central, es enviado al sector de Equilibrado para su balanceado.
 - G) **Armado del Turbo:** Luego del Balanceado del Conjunto Central, se sujeta la carcasa de escape, y en caso de que tenga geometría variable se la arma en la cavidad de la carcasa. Luego se monta el Conjunto Central, y posteriormente la carcasa de admisión junto con el O-ring de la placa trasera, sujetando todo el conjunto con los zunchos, tornillos o bulones. Se inspecciona el ajuste. En caso de que lleve válvula de presión (o vacío), se la monta y luego se calibra.
 - H) **Otros:** Se coloca la chapa de identificación indicando el Numero de orden, y se colocan las tapas de plástico de las entradas y salidas de aceite y en los agujeros de la carcasa de admisión
Por último, se envía el turbo con los accesorios y orden de trabajo a depósito, para realizar el correspondiente Packaging y Facturación.



- 7- **Equilibrado:** Es un método para determinar aquellos sectores donde puedan generarse cargas dinámicas debido a la falta de simetría y/o distribución de masa de las piezas. Hay dos tipos de balanceado de conjuntos como mencionamos anteriormente:
 - A) Balanceado del Paquete: Identificados los sectores desbalanceados, se procede al desbaste de material, ya sea en la espalda de la rueda de turbina o en la de la rueda compresora.
 - B) Balanceado del Conjunto Central: Antes del Balanceado es necesaria una Inspección de Montaje. Luego, si resulta algún desbalanceo del Conjunto Central, el desbaste de material se realiza en la nariz de la rueda de turbina. Para finalizar, se realiza una Inspección Final.
- 8- **Packaging:** El Turbocompresor es recibido en depósito con sus accesorios, se controla la Orden de Trabajo y se emite la Factura correspondiente. El turbocompresor reparado se coloca en una bolsa, y este a su vez en una caja del tamaño correspondiente. Se llena la caja con cubos de tergopor, cubriendo los espacios vacíos entre el turbo y la caja. Una vez que está casi cubierta de tergopor, se colocan los accesorios y la factura (en caso de que sea enviada por encomienda). Se escribe en la caja, el modelo de turbo y cliente, luego se cierra la caja y se colocan los precintos.
- 9- **Despacho:** El Turbocompresor es retirado por el cliente en mostrador, o bien es despachado por encomienda, de la misma forma que llegaron.

3.2 Proceso de Producción Propuesto: “El Turboalimentador Reconstruido”

Antes de desarrollar el Proceso, creemos conveniente analizar primero el problema principal. El cliente tiene un turbocompresor averiado, y a causa de eso, un vehículo inutilizado (a menos que tenga uno de repuesto, que no es el caso del común de la gente). Por lo tanto, necesita lo antes posible un turbo que le sirva para su vehículo, a su vez, quiere pagar lo menos posible.

Hasta ahora las soluciones con las que cuenta la empresa son:

- 1- Turbo Nuevo Original: Es muy costoso, tiene garantía y está impecable (0 km).
- 2- Turbo Nuevo Chino: es un poco menos costoso, aunque la relación calidad-precio es poco convincente para muchos. No existe en todos los modelos, y no siempre hay disponibilidad.
- 3- Reparación Convencional: es mucho más económica, con garantía limitada (normalmente 6 meses), pero hay que esperar unos días para la reparación. El turbo sigue siendo el mismo del cliente en un alto porcentaje de piezas.
- 4- Turbo de Recambio: es igual de económica que una reparación convencional, con garantía limitada (normalmente 6 meses), el tiempo de espera es muy parecido al de compra de uno nuevo. El turbo es distinto al que tenía el cliente.

La alternativa 4 parece la más conveniente para el común de la gente. Sin embargo, no siempre está disponible, ya que, para ello, la empresa debe tener en depósito un turbo del mismo modelo que requiere el cliente, reparado y listo para entregar en el momento específico que este lo necesita. La empresa para poder hacer más recambios y de diferentes modelos, necesita aumentar la cantidad en stock, y eso se traduce, por un lado, en mayor espacio de almacenamiento y, por otro lado, mayor capital inmovilizado. Como dijimos en un principio, la



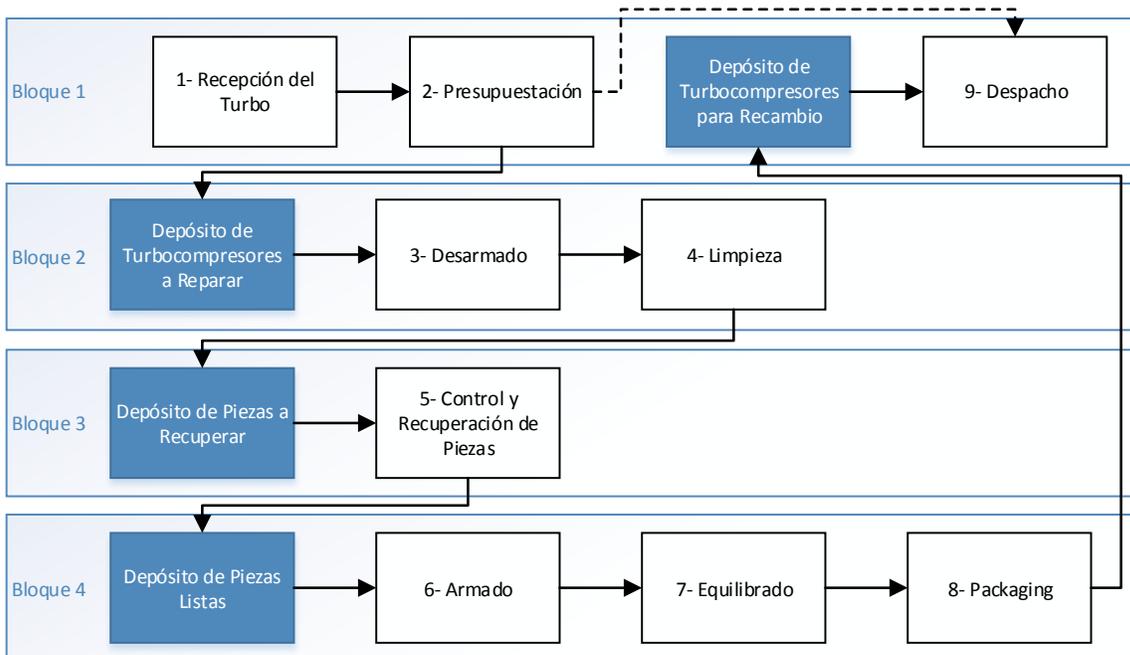
empresa ya no cuenta con espacio físico en la planta actual para ampliarse, pero con la creación de una nueva planta esta situación puede cambiar.

La solución principal que pretendemos brindar al cliente (para los modelos de turbos con mayor rotación) es que estos se vendan por recambio, es decir, la alternativa 4, para así poder **disminuir considerablemente el tiempo promedio de espera del cliente**. Al mejorar este principal indicador de prestación de servicio y al mantener (y eventualmente mejorar) la calidad del producto, nos permitirá **incrementar las ventas**.

Para ello, deberemos cambiar la forma de producción a la cual llamaremos la del “**El Turboalimentador Reconstruido**”, mencionado en la [Sección 1.4. del Primer Capítulo](#).

Explicaremos a continuación el Proceso Global del “Turboalimentador Reconstruido” resaltando las diferencias respecto al Proceso de Reparación Convencional.

En este nuevo proceso, las etapas mencionadas se mantienen para este nuevo Proceso, pero con algunos cambios, los cuales tienen que ver con la forma de agruparse y trabajar entre sí. Aquí introduciremos la importancia de diferentes Depósitos, o bien diferentes sectores de un único depósito.



Con esta nueva forma de agrupar los Procesos y con la incorporación de los distintos depósitos pretendemos dividir la empresa en bloques garantizando cierto grado de independencia en los procesos.

Explicamos entonces como se lograría esto en el Proceso:

Bloque 1: Luego de la Recepción y gracias a las mejoras que se implementarán en el Sistema de Gestión, se podrá saber de antemano el despiece del turbo, disponibilidad de recambio o piezas



listas del modelo del cliente, y de esta forma se puede saber si se hay disponibilidad para entregar un turbo de recambio o el tiempo de espera. Al realizar la Evaluación Técnica del Turbocompresor del cliente, nos encontramos en condiciones de valorizar el turbocompresor del cliente, el cual podrá ser descontado en el precio de recambio. El precio de recambio podría ser el mismo que si se le realizara una reparación convencional, ya que la condición de recambio es que el cliente deje el turbocompresor averiado. Sin embargo, podría cobrarse un adicional por tener el turbo a disponibilidad del cliente. Si fuese el caso de que no hay turbo de recambio en stock, pero si se encuentran disponible todas las piezas (ya sea listas o no) que componen ese modelo de turbo, entonces es posible armar un turbo de recambio, sin necesidad de pasar por todo el proceso de reparación convencional, sino directamente a partir del Proceso de Recuperación de Piezas, o armado. La última opción, para los casos de turbos más raros o poco frecuentes, es el proceso de reparación convencional.

Una alternativa es que una vez creada la nueva planta, este bloque de actividades sea llevado a cabo en la planta actual, debido a la ubicación y proximidad con el cliente local. Por lo que los turbos averiados que deje el cliente, se trasladarían diariamente a la nueva planta donde se realizará el resto del proceso.

Bloque 2: El turbocompresor averiado que llega de la planta de calle Esquiú, o bien de la Terminal de Colectivos, es almacenado en depósito provisoriamente hasta realizar el desarme y limpieza del mismo por tandas. Aquí el subproceso de limpieza cambia notablemente, dado que en esta etapa solo se realiza un Lavado de Ultrasonido. La limpieza debe ser lo suficiente buena como para poder garantizar la identificación correcta de la pieza y el control superficial de las mismas. Luego del lavado de ultrasonido, y secado con aire comprimido, los componentes posibles a reutilizar o recuperar serán enviados al Depósito de Piezas a Recuperar. Los componentes de Scrap serán descartados y colocados en contenedores en función del material.

Aclaración: La limpieza más profunda se realizará (o no) en las células de trabajo del proceso de control y recuperación de piezas.

Bloque 3: Las Piezas a Recuperar son trasladadas por tandas en cajas que llegan al Sector de Control y Recuperación de Piezas a través de un carrito y son distribuidas a las distintas células de trabajo. Aquí cada componente sigue su propio procedimiento de control, limpieza y recuperación que podrá cambiar en función del modelo (para mayor detalle, consultar el Manual de Procedimientos en [Anexo II](#)). Las piezas ya recuperadas son trasladadas a través del mismo carrito al Depósito de Piezas Listas.

Bloque 4: El Depósito de Piezas listas provee al Sector de Armado, cuyo proceso de Montaje se mantiene casi idéntico al que se viene desarrollando. La única diferencia aquí, es que proponemos unir al Sector de Balanceado y Packaging, de modo de culminar el Proceso de Producción del “Turboalimentador Reconstruido” en este sector. Una vez en la caja, el turbo es enviado al Depósito de Turbocompresores para Recambio, en donde, o bien puede almacenarse, o enviarse a la Planta actual en caso de que haya espacio y/o la demanda de ese modelo lo justifique.



3.2.1 Flujo de Procesos y Balance

Como mencionamos, pretendemos lograr cierto grado de independencia, pero para ello se requiere que, el flujo de piezas que atraviesan el depósito sea constante. Esto implica entonces un balance en 3 partes:

- 1- Que la cantidad de piezas a reparar que ingresan al depósito desde el Sector de Desarme y Limpieza sea igual a la cantidad de piezas que recibe el Sector de Control y Recuperación de Piezas.
- 2- Que la cantidad de piezas listas que ingresan al depósito desde el Sector de Control y Recuperación de Piezas sea igual a la cantidad de piezas que el Sector de Armado.
- 3- Que la cantidad de turbocompresores listos para recambio, sea igual a la cantidad demandada por los clientes.

Teniendo en cuenta lo anterior y sabiendo que no todas las piezas que vienen del Sector de Desarme se recuperan (sino que algunas se descartan), entonces tenemos dos opciones para compensar esta falta:

- 1- Que ingresen más turbocompresores a reparar que los que se recambian. Esto permitirá tener más piezas a reparar, que luego de realizados los procesos de recuperación, podrá abastecer al depósito de piezas listas con las que necesita.
- 2- Comprar piezas nuevas, dependiendo de las necesidades.

La opción 1 implica que la empresa incorpore en sus activos turbocompresores averiados, a los cuales hay que realizarles el proceso de reparación posteriormente. Esto surge porque el recambio de turbocompresores con el cliente no es suficiente. Esto puede tener muchas desventajas, ejemplo: acumulación de piezas a reparar o listas que no se necesitan, aumento del capital inmovilizado.

Con la opción 2, podemos regular el flujo de piezas de una manera mucho más eficiente, ya que se compra lo que se utiliza, y de esta manera evitamos que el depósito crezca indefinidamente con piezas de poca rotación.

Por último, es conveniente aclarar que, como pretendemos realizar las reparaciones de piezas y montajes en tandas. Será necesario contar con un stock adecuado de piezas y modelos, los cuales estarán íntimamente relacionados a la demanda existente. Para los modelos de turbocompresores más frecuentes será más fácil balancear las piezas y contar con stock suficiente en depósito para realizar las tandas de recuperación de piezas y armado de turbos. Sin embargo, los turbos menos frecuentes y raros (sobre todo los más grandes), será más difícil contar con las piezas y en las cantidades necesarias para su producción. Por ello, deberán armarse planes alternativos de recuperación de piezas y armado, juntando modelos parecidos, y a una frecuencia determinada de producción, de modo de tener en stock la suficiente diversidad de modelos de turbos listos para que el cliente realice el recambio.



3.3 Proceso de Recuperación de Piezas

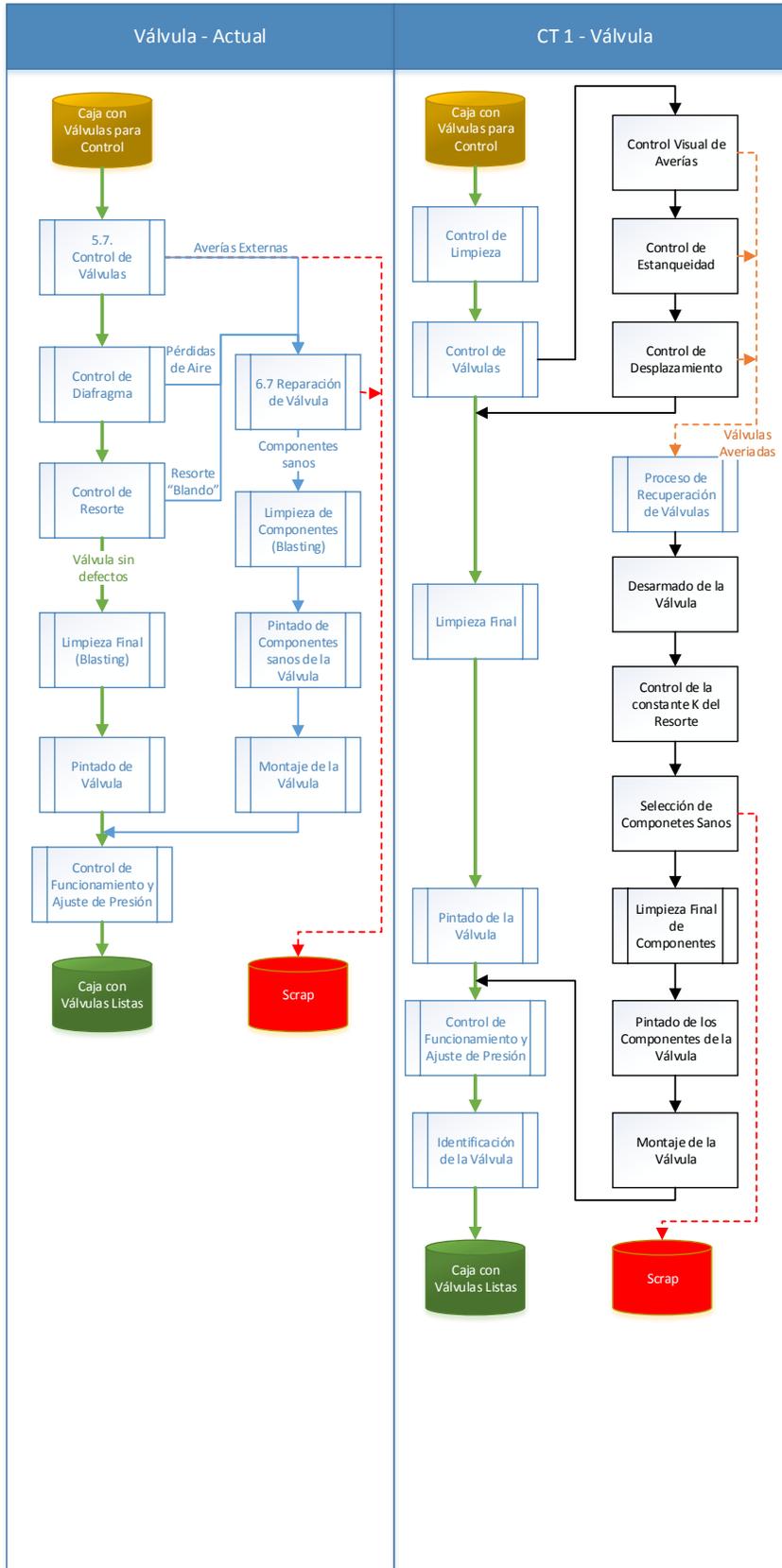
Como mencionamos anteriormente, nuestro trabajo está enfocado en el Diseño de las Células de Trabajo de los Procesos de Control y Recuperación de Piezas. Los nuevos procedimientos correspondientes a cada célula de trabajo del Área de Control y Recuperación de Piezas surgieron de un proceso de reingeniería adaptado al diseño de distribución de planta modelo, el cual se mostrará en el próximo capítulo. Entrar en el detalle puntual de la justificación técnica los cambios entre los procesos, es poco práctico para el desarrollo de este trabajo. Sin embargo, justificaremos estos cambios a partir del ahorro de costos que se generan.

En el Proceso actual, las piezas que llegan al Sector de Recuperación de Piezas han pasado previamente por una limpieza bastante completa y profunda, sin saber con certeza si la pieza es factible de recuperar, pues el primer control realizado en el desarme es meramente superficial. Aquellas piezas que se descartan posterior a la limpieza, significa para la empresa mucho dinero y tiempo perdido en limpieza y transporte de la pieza.

En el nuevo proceso, la limpieza proporcionada será solo para garantizar el correcto control. Es por eso que, se agrega una tarea de control de limpieza y de Evaluación Económica al proceso propuesto, identificando lo antes posible si la pieza es factible de recuperar, y de esta manera realizar el menor trabajo posible sobre la misma. Por otro lado, la identificación de piezas (realizadas en desarme) pasan a hacerlo al final de la recuperación.

A continuación, nos limitaremos a mostrar los flujogramas del proceso que sigue cada componente, comparando los Flujogramas de los Procesos actuales con los Flujogramas de los Procesos diseñados para las nuevas Células de Trabajo. Los interesados en saber más sobre los procedimientos particulares, los pueden encontrar en el [Manual de Procedimientos en Anexo II](#).

3.3.1.1 Célula de Trabajo 1: Válvulas de Presión (o de Vacío)



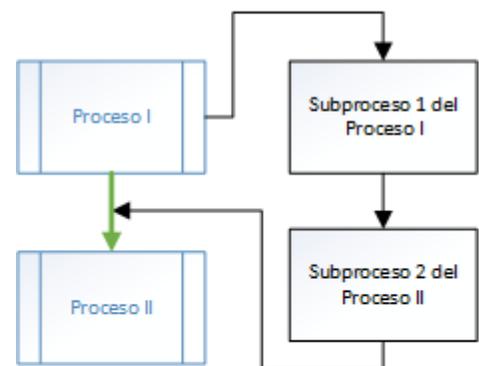
Aclaraciones y Diferencias:

Si bien los controles tienen nombres distintos, en realidad se realizan prácticamente las mismas actividades. En términos técnicos, los nuevos nombres son más correctos.

Ejemplo: El Control de Válvulas, es el mismo que el Visual de Averías. El Control de Diafragma, es en realidad el Control de Estandaridad.

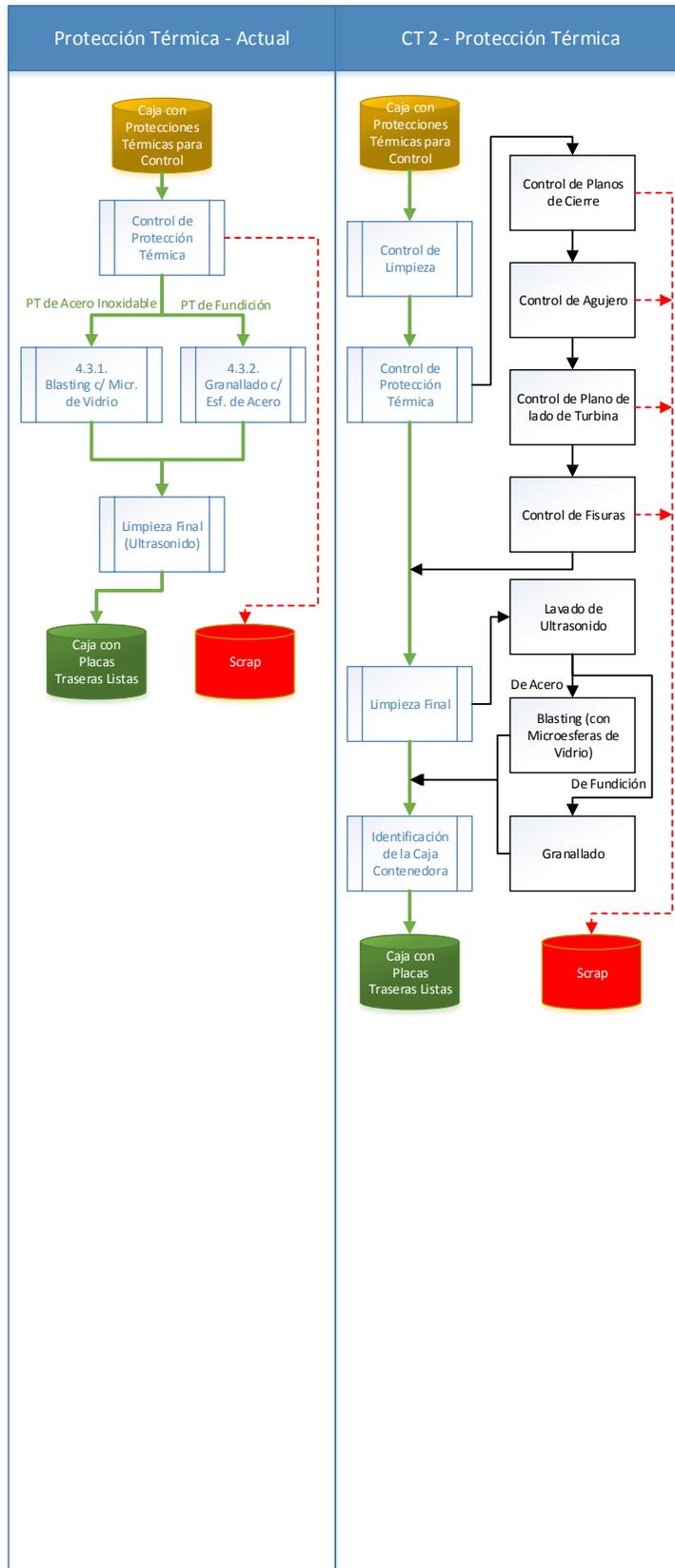
En la planta actual, la Válvula no tiene una zona o puesto de trabajo específico, ya que los dispositivos que utiliza para su control se encuentran distribuidos en distintos lugares del edificio (algunos pertenecen a las empresas asociadas)

Referencias



- Procedimiento Principal
- Subprocedimientos
- Subprocedimiento casual
- Descarte de Piezas
- Subprocedimientos (Actual)

3.3.1.2 Célula de Trabajo 2: Protección Térmica



Aclaraciones y Diferencias:

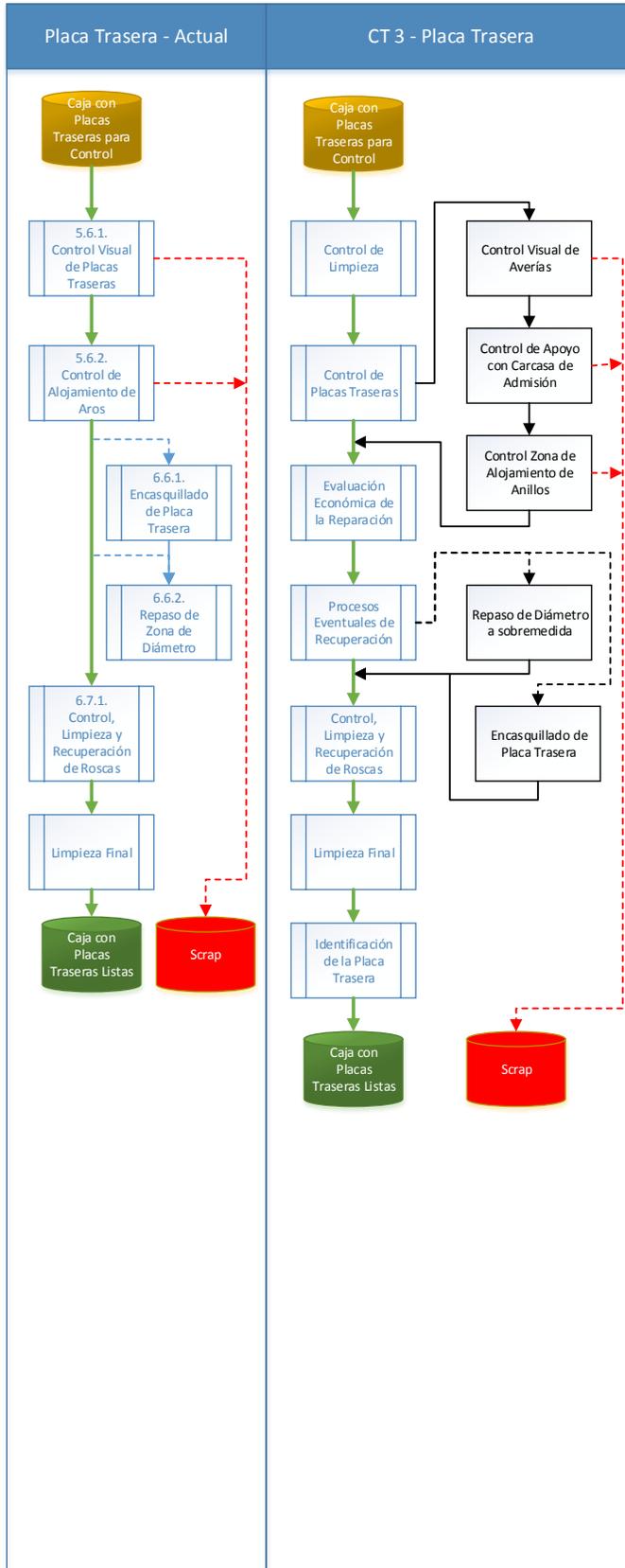
El Control de Protecciones térmicas está detallado por zonas en el proceso propuesto, en cambio en el actual no.

La Limpieza Final antes era considerada solo al utilizar ultrasonido, sin embargo, el propuesto contempla a los de Shotting, realizándose estos luego del ultrasonido.

No hay cambios apreciables en el proceso dado que no se realizan procesos específicos de recuperación, sino únicamente de control y limpieza.



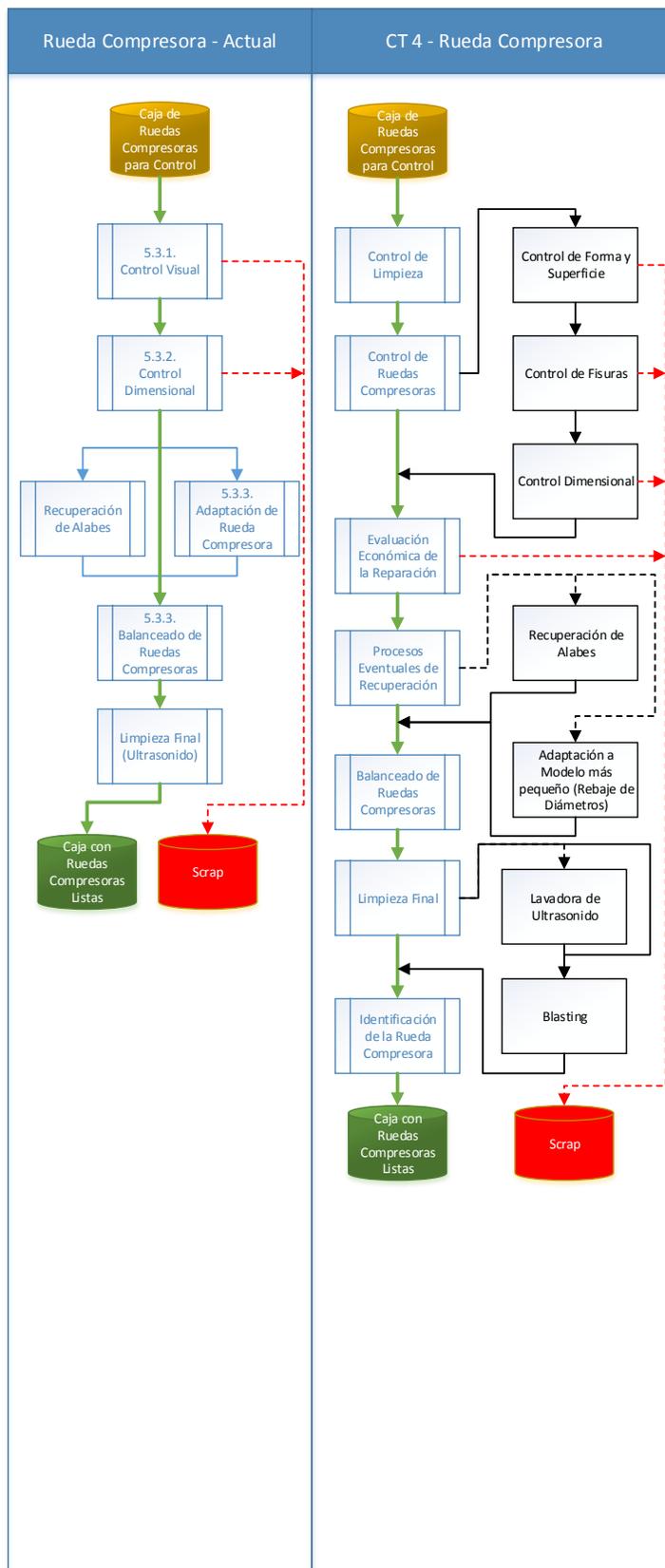
3.3.1.3 Célula de Trabajo 3: Placa Trasera



Aclaraciones y Diferencias:

Acá se puede ver que la Evaluación Económica de la Reparación está inmediatamente después del Control.

3.3.1.4 Célula de Trabajo 4: Rueda Compresora

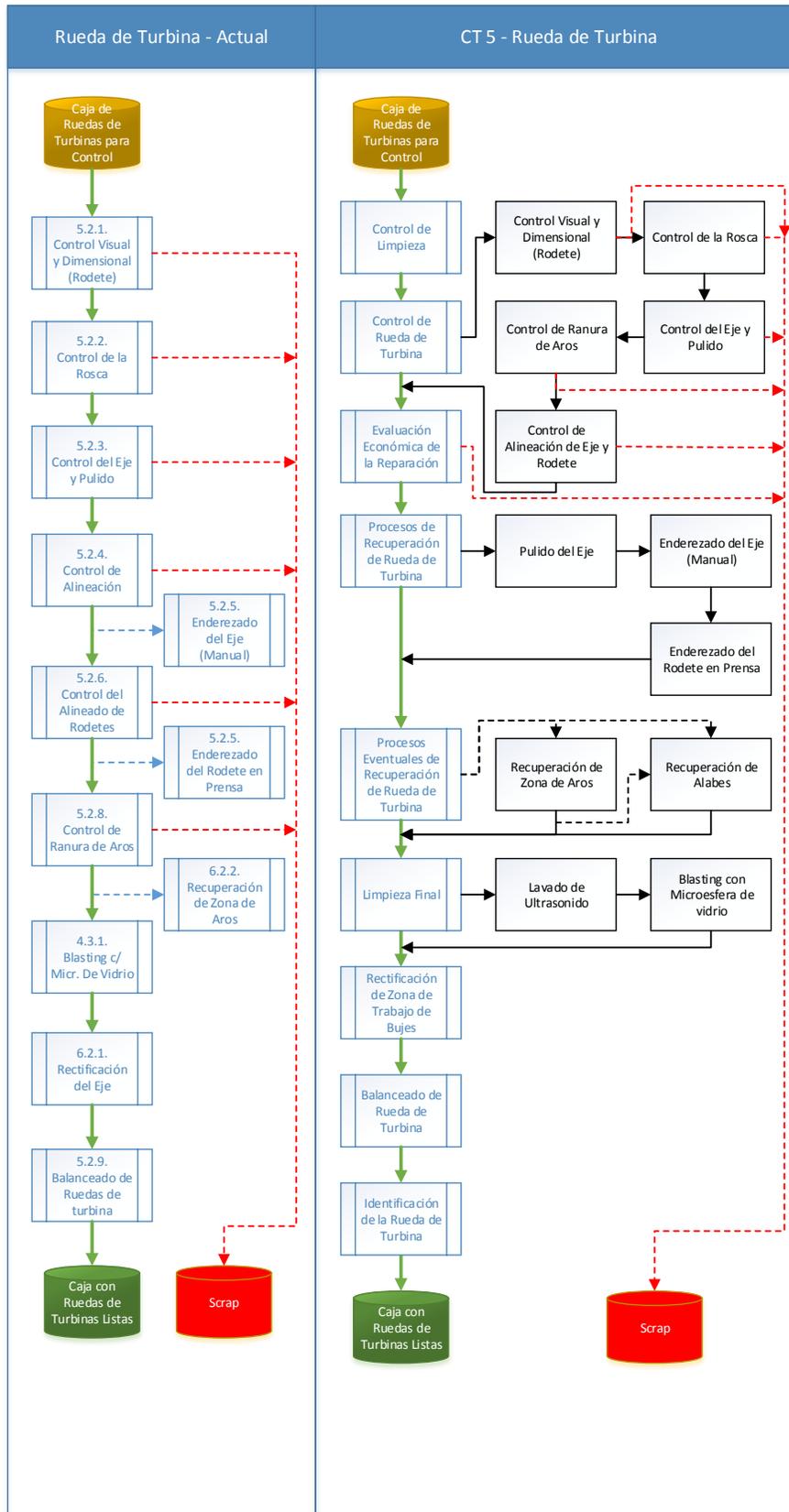


Aclaraciones y Diferencias:

La recuperación de alabes o adaptación de la rueda compresora a modelo más pequeño, son procesos eventuales, esto es, que se realizan solo para una baja proporción de piezas, y son particulares, dado que dependen de cada pieza en su estado y modelo. Por ello, en el proceso propuesto estos no forman parte de los procesos estándares.

Si una rueda compresora que no sirve, es posible adaptarla a un modelo más pequeño, pero tiene varios modelos posibles para adaptarse, a lo mejor es conveniente mantener en stock para casos de emergencia, cuando hay baja disponibilidad de un determinado modelo o bien cuando hay poco trabajo en dicha célula.

3.3.1.5 Célula de Trabajo 5: Rueda de Turbina

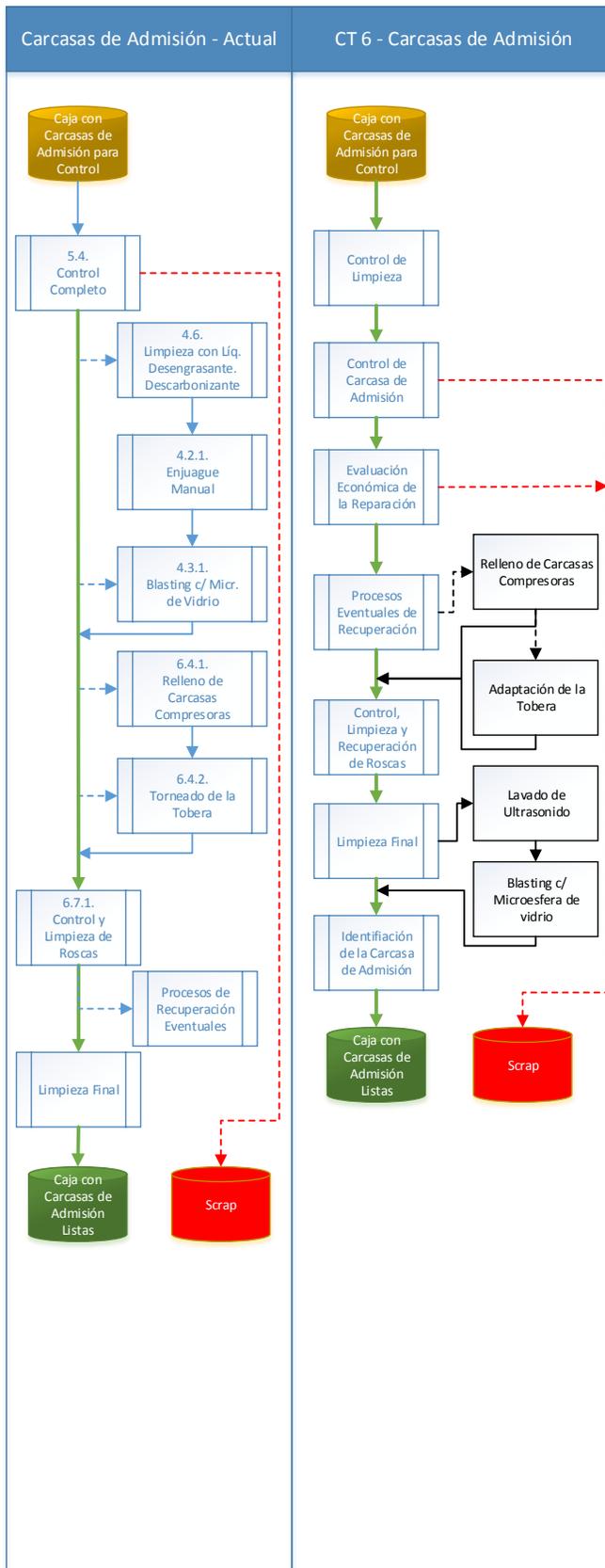


Aclaraciones y Diferencias:

Para obtener una mejor visualización, los controles particulares ya no serán procesos, sino subprocesos. Las actividades de pulido, enderezado del eje y del rodete que antes se realizaban mientras se controlaban, ahora serán realizadas luego de la evaluación económica como actividades de recuperación. La razón es que existían casos donde se descartaban piezas que habían pasado por varios controles (y procesos de recuperación), y por lo tanto mucho trabajo tirado a la basura.



3.3.1.6 *Célula de Trabajo 6: Carcasa de Admisión*



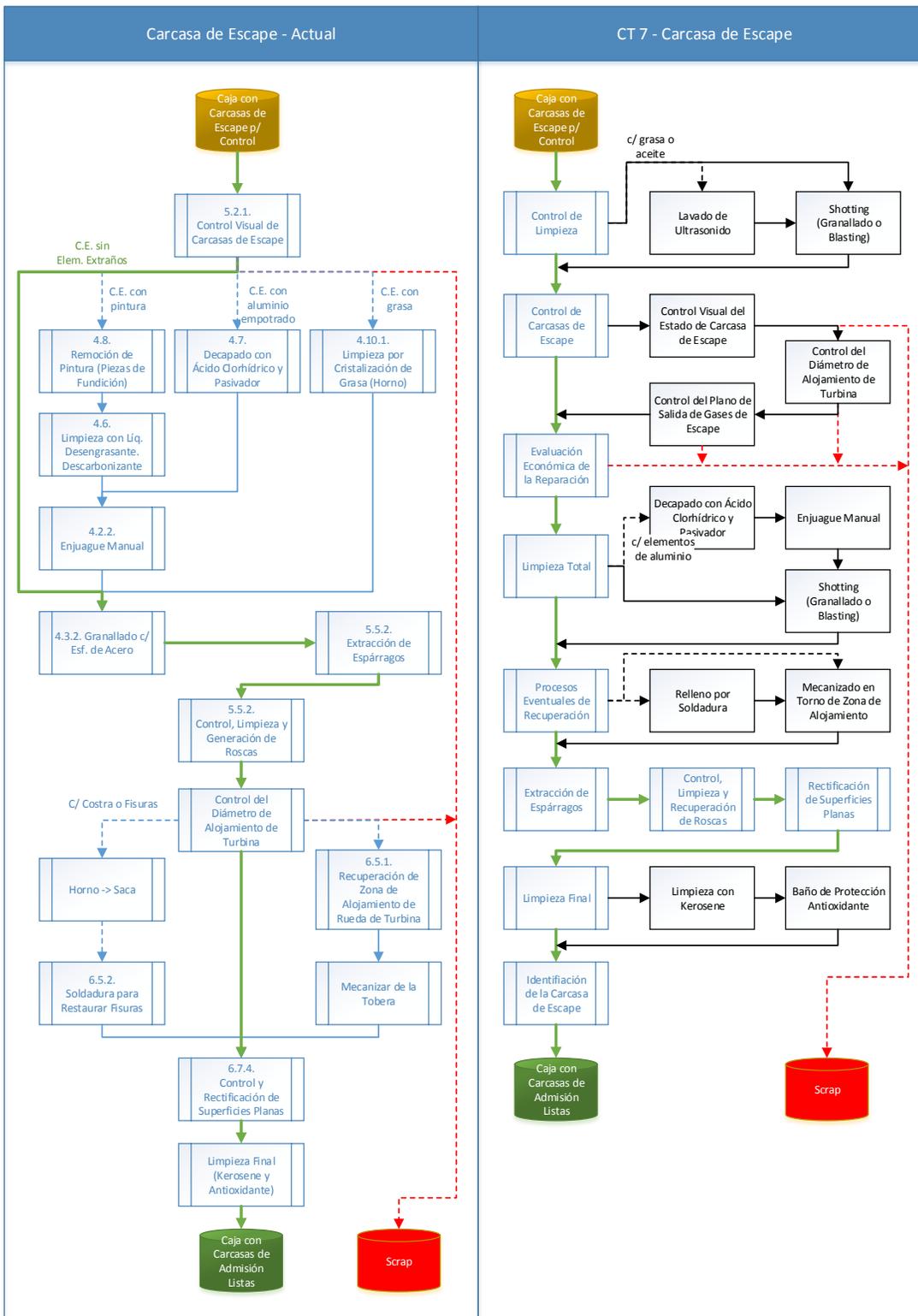
Aclaraciones y Diferencias:

Para las carcasas de admisión no siempre es posible obtener una buena limpieza con los procesos de limpieza más convencionales (ultrasonido y Shotting), debido a la posible presencia de otros residuos como la pintura u elementos de aluminio empotrados.

El control de Limpieza en el nuevo proceso permite evaluar si es posible realizar los controles necesarios aun con la presencia de estas, de modo de dejar el proceso de limpieza profundo para más adelante, una vez decidida la recuperación de la pieza.

Los procesos de relleno de carcasas compresoras y de adaptación de toberas son en realidad procesos eventuales, sin embargo, existen otros que son muy poco frecuentes, y que se optó por no incluirlos dentro del procedimiento.

3.3.1.7 Célula de Trabajo 7: Carcasa de Escape



Aclaraciones y Diferencias:

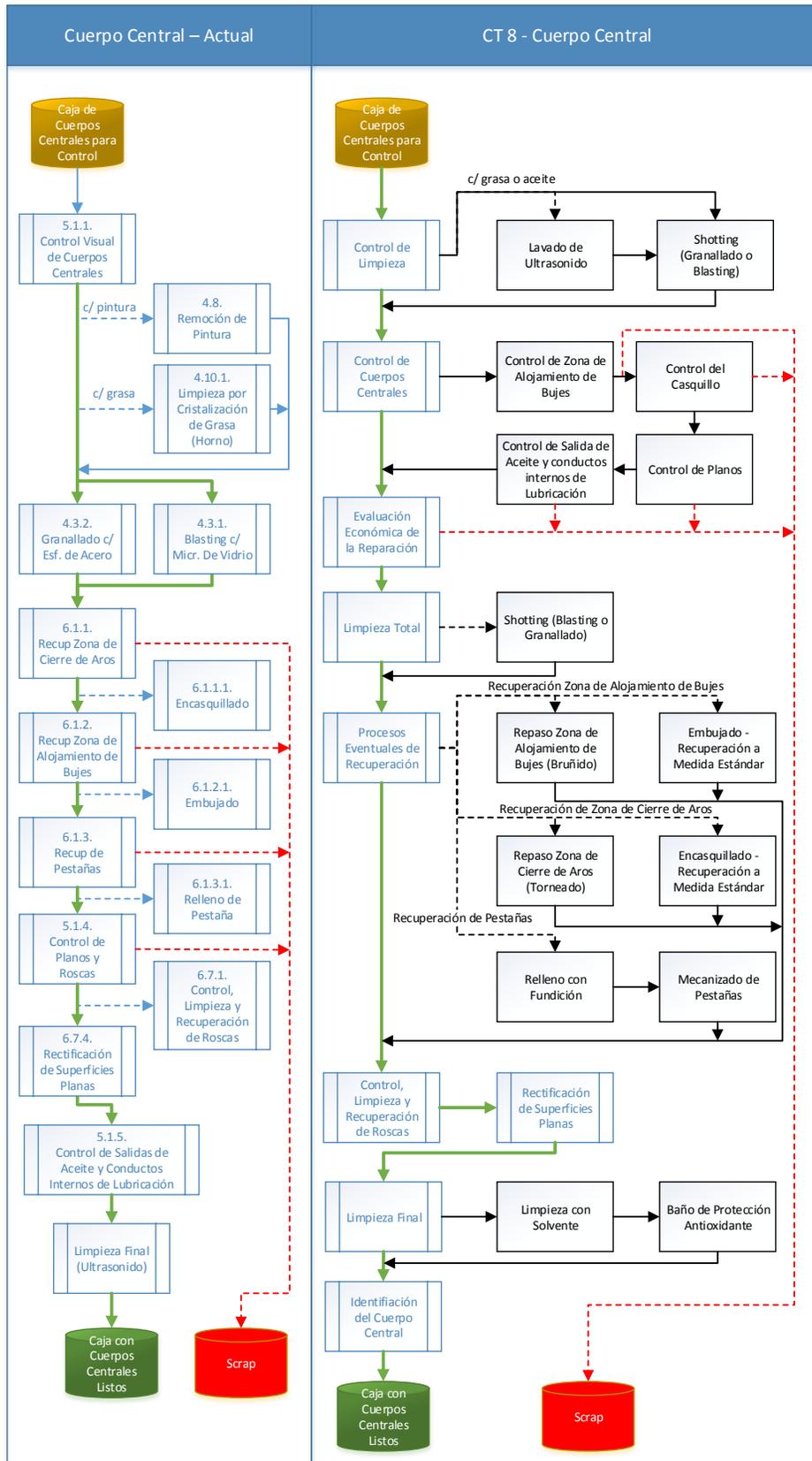
El Lavado de Ultrasonido realizado en Sector de Desarme, muchas veces no remueve los residuos adheridos a esta. Por lo que se realiza casi siempre un Shooting previo al control.

Si continúa la suciedad, se realiza una limpieza final luego de la Evaluación Económica.

Los procesos que involucran el horno (limpieza, soldadura, entre otros) no son tenidos en cuenta para el nuevo procedimiento, pues serán muy eventuales.



3.3.1.8 Célula de Trabajo 8: Cuerpo Central



Aclaraciones y Diferencias:

El proceso de Reparación del Cuerpo Central es muy parecido al de la Carcasa de Escape, debido al material con el que se fabrican (fundición) y los residuos que se pueden adherir.



3.4 Recursos de la Empresa: Máquinas Disponibles

Tabla: Recursos de la Empresa - Inventario de Máquinas, Dispositivos y Muebles							
#	Maquinaria, Dispositivos y Muebles	Cant Disp en Taller	Energía que usa	Largo de Frente	Ancho Lateral	Sup de Esp. de Trabajo	Anotaciones Varias
1	Agujereadora de Banco / Perforadora de Pie	3	Eléc	70	75	115 x 70	35 cm de radio de la plataforma
2	Balaceadora	2	Eléc	110	80	110 x 140	para R.T y R.C.
3	Bancos de Control	5	-				son todos distintos
4	Bancos de Desarmado	3	-	150	75	150 x 135	Bancos Actuales de Lavadero
5	Blasting	1	Eléc	90 + 55	110	145 x 170	son 55 cm de puerta lateral
6	Bruñidora	1	Eléc	80	90	80 x 150	para Cuerpos Centrales y Placas Traseras
7	Cepilladora	1	Eléc	55	55	55 x 115	
8	Recipiente para ácido/solventes	1	-	105	55 + 50	105 x 115	50 cm de puerta
9	Enjuague Automático	1	Eléc	100	80	100 x 160	
10	Enjuague Manual	1	Eléc	125	65	125 x 115	
11	Amoladora / Esmeriladora	1	Eléc	55	55		
12	Granalladora	1	Eléc	175	170 + 70		70 cm de amplitud de puerta
13	Horno	1	Gas ? + Eléc	150	90	150 x 150	Tiene soporte p/ piezas Calientes
14	Lavadora de Ultrasonido	2	Eléc	200	60	200 x 120	A diseñar
15	Prensa Hidráulica	2	Méc	65	35	65 x 95	
16	Rectificadora de Planos	1	Eléc	135 + 45	90	180 x 150	45 cm de desplazamiento de plataforma
17	Rectificadora Universal	1	Eléc	230	130	230 x 190	230 de amplit máxima de plataforma
18	Soldadora Autógena	1	Eléc + Gas?	45	30	-	corresponde a los 2 tubos
19	Soldadora TIG con Cilindro de Argón	1	Eléc	70	55 + 15	-	incluye el tubo de argón y la puerta de 15 cm
20	Torno	2	Eléc	220	60	220 x 120	para Carcasas y Placas Traseras
21	Recipiente / Armario con Kerosene o Aceite	1	-	150	80	150 x 110	para Cuerpos Centrales y Carcasas de Escape



4 Células de Trabajo y Layout

4.1 Marco Teórico

4.1.1 Diseño de Distribución en planta

4.1.1.1 Definición

“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.” Domínguez Machuca, página 275.

4.1.1.2 Importancia

Dileep R. Sule en su libro “Instalaciones de Manufactura” remarca que la solución correcta de los problemas relacionados con la distribución de planta es importante debido a dos razones:

1. Los costos de manejo de materiales van del 30 al 75 por ciento de los costos totales de manufactura.
2. La distribución de las instalaciones, es una proposición a futuro lejano, costosa, y cualquier modificación o reacomodo de la nave industrial existente representa un gran gasto y no se puede hacer con facilidad.

Por otra parte, Krajewsky y Ritzman en su obra “Administración de Operaciones” consideran que el espacio requerido para la circulación puede consumir al menos, entre el 25 por ciento del total de la planta

4.1.1.3 Objetivos de la distribución en planta

Se procura encontrar aquel ordenamiento de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo.

Este objetivo general se traduce en metas como las siguientes:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción de las manutenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.



4.1.1.4 Factores que influyen en la distribución en planta

Para diseñar una buena distribución en planta es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. De manera agregada, Domínguez Machuca propone los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución en planta, los mismos pueden encuadrarse en 8 grupos:

- 1- Los materiales:** Dado que es la materia prima y la que se va a transformar según la secuencia de operaciones hasta conseguir el producto final. Los materiales deben ser estudiados previamente antes de adoptar un tipo específico de distribución para la planta que se quiere diseñar. En dicho estudio deben tenerse en cuenta sus características principales, que junto con los demás factores condicionaran la forma final que adopte la fábrica. Un punto importante es el volumen de la materia prima que se recibe y almacena, con ello se dimensiona el depósito y por ende lugar donde debe ubicarse para que las tareas de descarga puedan realizarse cómodamente. Cuando se diseña un puesto de trabajo debe contemplarse el espacio que ocupa el material previo a ser procesado y en caso de ser necesario destinar otro lugar para que sea retirado para la siguiente operación. Hay que tener en cuenta la forma en que se va a manipular, ya sea manual, en carros o autoelevadores, esto afectará en las dimensiones de los pasillos y condicionara los lugares de circulación de las personas.
- 2- La maquinaria:** Antes de realizar el diseño de layout debe hacerse un relevamiento de todos los equipos que participan en el proceso de producción. El mismo incluye saber sus dimensiones (alto, largo y profundo, incluyendo los movimientos que realiza), los servicios que demanda (aire comprimido, agua, tensión eléctrica), cantidad de personas que la operan, emisiones tóxicas y efluentes que genera. Se debe estudiar el flujo de operaciones para poder ubicar la máquina en función de la secuencia que le corresponde. Una vez realizadas estas tareas, se puede determinar en qué sector se las va a ubicar, contemplando la seguridad, la supervisión que requiere la tarea y siguiendo un orden lógico entre la primer y la última operación.
- 3- La mano de obra:** Hay que identificar las distintas clases de trabajadores que va a haber en la planta, tanto como operadores, supervisores, personal administrativo y de servicios auxiliares. Se deben hacer estudios de puestos para determinar el espacio que necesita el trabajador para realizar los movimientos que demanda la tarea, la cantidad de personas que va a haber en una oficina o en un puesto en la planta, la luminosidad y los elementos de protección en caso de ser necesarios.
- 4- El movimiento:** Un concepto primordial para realizar el layout de una planta es recordar que las tareas de transporte entre los puestos de trabajo no le agregan ningún valor al producto y además disminuye el tiempo en que un operador podría estar en su puesto realizando en una tarea productiva. Si hay dos operaciones que figuran contiguas en el cursograma, lo lógico sería que se encuentren juntos los puestos que la realizan, de este



modo se acorta al mínimo la distancia entre ambos y por ende el tiempo de transporte. No deben estudiarse solo dos puestos aislados, si no todo el recorrido que va a tener el material, desde su ingreso como materia prima hasta su salida ya embalado como producto terminado. En caso de ser posible hay que analizar la posibilidad de automatizar el transporte, ya sea con cintas transportadoras automáticas o las que son por gravedad. Es posible ahorrar dinero cuando este punto está bien tratado y estudiado.

- 5- **Las esperas:** Al igual que en el punto anterior a un material que se encuentra en espera a ser procesado, no se le agrega ningún valor. A diferencia del movimiento, las esperas pueden llegar a ser útiles, por ejemplo, en el caso de una protección frente a demoras programadas. No hay que confundir cuando los materiales se encuentran dispuestos en un área específica para tal fin, ya que en ese caso es almacenamiento. Deben estudiarse detalladamente los puestos que necesitarán un espacio disponible y, en caso de ser necesarios, calcular que medidas debe tener, siendo muy cuidadoso ya que si se sobredimensiona se invertirá dinero y espacio en un sector que no tendrá uso.
- 6- **Los servicios auxiliares:** Deben ser un complemento que ayude a mejorar las tareas diarias, la seguridad y la comodidad de las personas. Un tercio de cada planta se destina a los servicios. Por ello, debe haber vías de acceso y egreso señalizadas y amplias para el caso de que se deba evacuar el edificio, taller de mantenimiento apto para poder lidiar con los problemas que se generan diariamente, baños amplios que contemplen la cantidad de personas que trabajan, servicio de comedor en caso de ser necesario. El no contemplar o diseñar mal las áreas de servicio pueden hacer ineficiente el layout de una planta.
- 7- **El edificio:** Hay dos consideraciones distintas respecto a este punto, ya sea que el layout debe diseñarse en un edificio que ya existe (generalmente se da en el rediseño del layout de una planta) o si debe realizarse en un emplazamiento nuevo y que todavía no ha sido construido. Cuando ya existe el edificio se pueden presentar limitaciones de espacio y condicionantes, como ser oficinas que ya están construidas y no pueden moverse, los sanitarios o el comedor. Para el caso del nuevo edificio hay más flexibilidad para adaptarse a las necesidades de espacio y distribución que se obtienen de los estudios preliminares
- 8- **Los cambios:** Cuando se diseña un layout hay que tener presente que el mismo no será eterno, ya que los procesos de producción evolucionan, se adquieren maquinarias distintas o la empresa crece. Por lo tanto, la planta debe ser flexible para adaptarse a posibles cambios en el futuro. Para ello, hay que identificar cuáles pueden ser dichas modificaciones que se den y diseñar esas áreas para que puedan adaptarse. Se pueden utilizar materiales desmontables en caso de una oficina que deba estar inmersa en medio de la planta, utilizar cinta y no pintura para delimitar la ubicación de las máquinas (ya que es probable que deba moverse), montar las instalaciones eléctricas en bandejas aéreas, caños de agua y aire comprimido externos y diferenciados con colores. Con esto debe conseguirse que ante una redistribución el tiempo de ejecución de la misma sea mínimo y en lo posible que se pueda seguir produciendo.



4.1.1.5 Tipos de Distribución

H.B Maynard, propone cuatro formas de clasificar los tipos de distribución en planta:

- 1- **Por Posiciones Fijas:** Los componentes más importantes y la materia permanecen fijos en un lugar. Mientras que los operadores, herramientas y demás materiales se mueven hacia el producto que se está fabricando. Esta distribución se adopta para productos de gran volumen donde se hace poco práctico moverlo. Los ejemplos más claros son los aviones, barcos y motores de gran envergadura.
- 2- **Por Proceso:** Se utiliza cuando la producción se realiza por lotes (muebles, taller de reparación de vehículos, etc.). Aquí la producción es variada y de bajo volumen. Las máquinas que tienen capacidades similares y cumplen las mismas funciones se agrupan en la misma área, estas deben ser capaces de realizar varias operaciones productivas sobre una variedad de partes. Posee el inconveniente que las tareas de transporte de material son ineficientes respecto a otro tipo de distribución.
- 3- **Por Producto:** Se utiliza cuando la producción está organizada de forma continua (refinerías, centrales eléctricas, etc.) o es de forma repetitiva (montaje de vehículos, electrodomésticos, etc.). Hay una elevada demanda y los productos son normalizados. Aquí las máquinas se agrupan en el mismo sector, situadas una al lado de otra siguiendo la secuencia de operaciones que deben realizarse para elaborar el producto, conocido como línea de producción, donde la materia prima ingresa por el frente de la línea y sale como producto terminado.
- 4- **Por Grupos (mixta):** El equipo de operarios trabaja en un mismo producto o parte de un producto y tiene a su alcance todas las máquinas y el equipo necesarios para completar su trabajo. En esos casos, los operarios distribuyen el trabajo entre sí, normalmente intercambiándose las tareas. Generalmente se aplica a la fabricación de componentes metálicos de vehículos y maquinaria pesada en general (ejemplo: tuercas, tornillos, etc.). Dentro de esta categoría podemos encontrar a su vez 3 tipos:
 - a. **Distribución Celular o en Células de Trabajo:** La célula de trabajo pretende mejorar la eficiencia de la distribución por proceso manteniendo su flexibilidad. Sobre la base de tecnología de grupos se conforman células de trabajo, que son Centros de Trabajo en cuyo interior se agrupan máquinas distintas que procesan ítems de forma similar o con requerimientos de fabricación parecidos. Este tipo de distribución contiene elementos de la distribución por proceso y por producto al mismo tiempo; cada una de las células nos recuerda a una pequeña línea de montaje, pero la distribución de unas células respecto a otras es, sin embargo, por procesos.
 - b. **Sistemas de Fabricación Flexible (SFF):** permiten que se construya un sistema de producción que pueda responder a los cambios de las metas de producción. Consiste en una serie de procesos que pueden comprender una máquina operativa, un sistema automático de manipulación de materiales y un sistema de control con computadora que coordina las otras dos actividades. Al introducir cambios en el programa, los diversos componentes del SFF entran en funcionamiento uno tras otro para producir un nuevo producto deseado.



- c. **Cadenas de Montaje de varios modelos:** intentan superar las limitaciones de las cadenas de montaje clásicas, que se centraban en un único tipo de producto. Tradicionalmente este objetivo se lograba produciendo enormes lotes de un tipo de producto, deteniendo la actividad de la cadena, cada vez que se requería fabricar otro tipo de producto. Esto ocasionaba graves problemas como consecuencia de los desajustes entre producción y demanda; con lo cual las empresas occidentales se concentraron en mejorar las técnicas de previsión de la demanda y las japonesas, por el contrario, se centraron en mejorar la organización y operatividad de las cadenas.

A continuación, mostramos un cuadro comparativo que muestra las diferencias entre los distintos tipos de distribución, según distintos tipos de necesidades. (Domínguez Machuca [1], pág. 283)

Tabla: Tipos de Distribución de Planta				
Criterio	Por Producto	Por Proceso	Posicion Fija	Mixta
Producto	Productos estándares	Varios productos con operaciones comunes	Bajo pedido	Series pequeñas y medianas
	Alto volumen de producción	Volumen de producción variable	Bajo volumen de producción	Flexibilidad. Gama de productos amplia
	Demanda estable	Demanda variable		
Línea de flujo de material	Procesos lineales	Lineal, entremezclado y retorcido	Flujo no definido	Corta y sencilla
	Secuencias iguales para todos los productos		Material estático	
Calificación del trabajador	Rutinario y repetitivo	Intermedia	Gran flexibilidad	Especializado
	Especializado		Alta calificación	
Necesidad de personal	Gran cantidad	Personal de planificación, manejo de materiales, producción y control de inventarios	Para programación y coordinación	Personal para supervisión
	Planificación de material-operarios			
	Trabajo de control y mantenimiento			
Manejo de materiales	Predecible	Flujo variable	Flujo variable	Automatico
	Flujo sistemático y automatizable		Equipos de manejos generales	
Uso de espacios	Eficiente	Poco efectivo	Baja por unidad de espacio	Muy efectiva
		Mucho requerimiento		
Inversión	Elevada en equipos especializados	Equipos y procesos flexibles	Equipos y procesos móviles	
Costo del producto	Costos fijos elevados	Costos fijos bajos	Costos fijos bajos	Costos fijos elevados
	Costos variables bajos (mano de obra y materiales)	Costos variables elevados (transporte y material)	Costos variables altos (mano de obra y materiales)	Costos variables bajos



4.1.2 Célula de Trabajo:

4.1.2.1 Definición

Una **Célula de Trabajo**, también llamada **Célula de Manufactura**, es un grupo de máquinas o procesos agrupados y dedicados a la manufactura de una Familia de partes. Estas partes son similares en sus requerimientos de operaciones, tales como operaciones, tolerancias, uso de herramienta de máquina, etc.

4.1.2.2 Objetivos

La Manufactura Celular persigue como objetivos:

- Reducir los tiempos de preparación del equipo, por manufacturar partes similares o familias de partes con las mismas herramientas y secuencias.
- Reducir el tiempo dentro del proceso, lográndose al utilizar el tiempo de preparación del equipo en la manufactura de varias partes, o al uniformizar el manejo de materiales por la “variedad de las partes” y por lo mismo se reducen inventarios y tiempos de respuesta de mercado.

Además, las células constituyen unidades socio-técnicas que facilitan el trabajo en equipo. Esto nos dice que la motivación para mejorar el proceso surge, con frecuencia, dentro de las células de manufactura, lo cual es la base para la aplicación de “Justo a Tiempo” en un futuro.

4.1.3 Diseño de Células de Trabajo

En cada paso del diseño de las células de trabajo se debe resolver entre las exigencias contradictorias y limitaciones técnicas. Aquí también deben tenerse en cuenta los factores para el diseño de distribución de planta mencionados. Comúnmente los pasos son los siguientes:

- 1- **Selección de Productos:** El objetivo de la selección de productos es encontrar familias de productos compatibles, que un grupo de máquinas pueden procesar sin realizar cambios de configuración u otras dificultades que se derivan de insertar demasiada variación. Una herramienta importante que se puede aplicar es el Mapeo del Proceso.
- 2- **Diseñar el proceso:** La ingeniería del proceso requiere una comprensión profunda de cada evento del proceso, así como los tiempos necesarios para realizar ajustes (set up), actividades del personal y ciclos de la maquinaria. De esto podemos calcular el número de personas necesarias y el número de máquinas o estaciones de trabajo.
- 3- **Diseñar la infraestructura:** Los elementos de infraestructura apoyan al proceso, pero no afectan el producto. Son muchas y variadas. Algunos ejemplos son: Contenedores, Programación, Métodos bien balanceados, Motivación, etc. La infraestructura es intangible y los diseños de células frecuentemente fracasan por la falta de conciencia al respecto.
- 4- **Diseño del ‘layout’ de la célula de trabajo:** La cuarta tarea en el diseño de célula de trabajo es su diseño físico. Esto es a menudo sencillo si las tareas anteriores se han hecho concienzudamente. Los diagramas de procedimiento de tarea a menudo se pueden simplificar. En muchos casos, se puede comenzar con el diagrama del proceso y moverse directamente al diseño físico de la célula de manufactura.

Fuente: LEE, QUARTERMAN, Facilities and Workplace Design, Atlanta, GA, Engineering and Management Press, 1997.



4.2 Localización de la Planta

Como mencionamos anteriormente, se planea aprovechar el terreno que la empresa posee en sus activos, cuya superficie es de aproximadamente 5800 m², ubicado en la Comuna “Mi Granja” en Monte Cristo. Este espacio es más que suficiente para construir una nave industrial del tamaño que los dueños de la empresa pretenden, y así lograr los objetivos de crecimiento propuestos. Además, deja margen para posibles expansiones en el futuro.

En función de su localización, geografía y tipo de suelo, el terreno cumple con los requisitos ambientales del emplazamiento para este tipo de industrias.

En cuanto a servicios, el único que puede llegar a ocasionar **inconvenientes**, es el **suministro eléctrico**. Debido al consumo estimado de energía de la nave industrial, superaría ampliamente la capacidad de abastecimiento de energía en la zona, por lo que posiblemente la empresa de energía obligue a realizar una instalación de una subestación transformadora.

Es importante notar aquí que, la distancia a la ciudad generará la necesidad de transporte: Una vez que esta nueva nave industrial sea edificada, deberá realizarse el traslado de las máquinas necesarias, y luego durante el funcionamiento normal, se deberá prever el transporte de turbos (para reparar y listos) entre la nueva nave industrial, la sucursal y/o la terminal de Córdoba, así como también para la adquisición de piezas e insumos y el traslado de los empleados.

El transporte debe ser traducido, por un lado, como costos asociados, y por el otro lado, tiempos para la logística. Estos deberán controlarse para evitar desabastecimiento, tanto de turbos a reparar para la producción, como de turbos listos para la venta. A su vez, el aumento de costos que surge de esto, debe ser controlado, minimizado y compensado por las mejoras de procesos u otros ahorros como consecuencia de la nueva localización de planta, de modo de evitar aumentos en el precio para el cliente. Esto es, se requiere que el proceso global sea más eficiente y con mejor calidad de prestación de servicio al cliente.

4.3 Configuración Productiva de “Turbolar S.A.”: Células de Trabajo

Luego de analizar las ventajas, desventajas y estudiar las diferentes alternativas de configuración productivas respecto a los procesos de la empresa, observamos que la mejor que se adapta a nuestras necesidades, es **la distribución celular**, sobre todo en el Área de Recuperación de Piezas.

4.3.1 Configuración Productiva Actual

La empresa posee un tipo de Distribución por Proceso que se ha ido adaptando cada vez más al de distribución celular, sin embargo, hasta ahora no ha podido garantizar cierto grado de independencia entre los procesos de las distintas áreas. En la actualidad el control de algunas piezas se hace en bancos de control distintos, pero al continuar con los procesos de recuperación se ven obligados a compartir maquinaria, dispositivos y otros recursos por los siguientes motivos:

- Algunos componentes diferentes tienen procesos similares.
- Algunos componentes diferentes necesitan de las mismas máquinas o dispositivos para hacer procesos distintos.
- No hay espacio suficiente en el predio para incorporar nuevas máquinas o puestos de trabajo.



Esto trae como consecuencia algunas desventajas, tales como:

- Puestos de Trabajo / Máquinas muy saturados
- Cuellos de Botella
- Acumulación de Piezas en Proceso
- Dificultad para balancear la producción, tanto dentro del sector de recuperación de piezas, como en los otros procesos.
- Bajo nivel de sincronía y pérdida de continuidad en las actividades
- Transporte de piezas excesivo

4.3.2 Configuración Productiva Propuesta

Aplicaremos el concepto de **Manufactura Celular** en la empresa, esto es, estamos convirtiendo el sistema de manufactura actual en un sistema de fabricación organizado en Células de Trabajo, según el concepto de tecnología de grupo.

4.4 Diseño de las Células de Trabajo

Siguiendo las Etapas para el diseño mencionadas anteriormente, se explicará cómo se prosiguió en cada una.

4.4.1 Selección de Productos

La selección de Productos parte de los Productos Principales de Turbolar: el Turboalimentador Reconstruido, y el Montaje de Conjuntos Centrales Nuevos o Especiales.

La fuente de abastecimiento del Proceso de Montaje de ambos es el Depósito, el cual depende de poseer Piezas Nuevas (actualmente Área de Compras Desarrollo y Codificación) y Piezas Recuperadas (Área de Recuperación de Piezas). Sin embargo, para cumplir con esta última necesita la realización de Procesos de Desarmado y Limpieza.

Para el Sector de Recuperación de piezas, primero se tuvo en cuenta todos los componentes del turbo que no son descartados directamente, y, por lo tanto, son posibles de ser recuperados. A estas se las ordenó en función de los costos medios de piezas nuevas, el beneficio económico que representaba su recuperación, la posibilidad de conseguirlas en el mercado local. Con esto se determina, cuales son aquellos componentes que le generan mayor valor a la empresa, los cuales llamaremos **piezas críticas**.

A las **piezas no críticas**, generalmente no se les realiza procesos de recuperación, sino simplemente control y limpieza, que en la mayor parte de los casos es muy parecido. Como el proceso es bastante corto, se prefirió por agrupar estos componentes en una sola célula de trabajo.

Las **piezas críticas** en cambio, tienen procesos de recuperación que son más largos y complejos, y por lo tanto para fines prácticos se optó por tratarlas de manera separada. Solo en algunos componentes hay procesos compartidos similares que podrán ser analizados más adelante para realizar la combinación de células de trabajo.

Definimos entonces para esta área **8 células de trabajo** correspondientes a los siguientes componentes:



- 1- Célula de Trabajo 1: Válvula de Presión o Vacío
- 2- Célula de Trabajo 2: Elementos de Desgaste
- 3- Célula de Trabajo 3: Placa Sello o Placa Trasera
- 4- Célula de Trabajo 4: Rueda Compresora
- 5- Célula de Trabajo 5: Rueda de Turbina
- 6- Célula de Trabajo 6: Carcasa de Admisión
- 7- Célula de Trabajo 7: Carcasa de Escape
- 8- Célula de Trabajo 8: Cuerpo Central

Por otro lado, quedan definidas otras células de trabajo correspondientes a los otros Procesos, los cuáles han sido diseñados solo de manera complementaria sin un análisis exhaustivo, y por lo tanto solo se verán en el Diseño de Layout Final. Esto es, porque las máquinas o bancos de trabajo de estas células pueden trabajar de manera casi independientemente, y, por lo tanto, tienen mayor libertad para ubicarlas en las áreas disponibles. Estos son:

- 9- Célula de Trabajo de Desarmado y Limpieza
- 10- Célula de Trabajo de Armado / Montaje
- 11- Célula de Trabajo de Equilibrado y Packaging

Por último, si bien el Depósito-Almacén no es una Célula de Trabajo, pero el gran caudal de elementos que circulan (tanto ingresos como egresos) hace que lo consideremos como una célula de trabajo más.

4.4.2 Diseño del Proceso:

El proceso de cada célula en particular se ha diseñado realizando reingeniería en los procesos actuales. Los recursos necesarios de personal y maquinaria o estaciones de trabajo para cada una de estas células se encuentran detallados en el Manual de Procedimientos en [Anexo II](#).

4.4.3 Diseño de la Infraestructura:

En este trabajo no entraremos en demasiado detalle en todas estas actividades ni en el proceso ni en el diseño, sin embargo, será conveniente mencionar aquellas actividades soporte más importantes de la Empresa, que ya existen, o que necesitarán ser desarrolladas.

- A- **Compras Programadas:** Actualmente la mayor parte de las compras son programadas, y están principalmente relacionadas con el abastecimiento de piezas nuevas, aunque también de otros insumos.
- B- **Desarrollo y Codificación:** Son actividades de relevamiento de piezas, desarrollo de procedimientos y registro en la base de datos de la empresa. Esto se hace debido a la falta de información técnica del turbo y sus componentes sobre reparaciones, tipo de material, tolerancias, planos de piezas, entre otras. Estas actividades son muy importantes para poder conseguir un buen sistema de Presupuestación, al lograr una correcta Lista de Materiales muy rápidamente, y por el otro lado permite agilizar los procesos de desarmado, reparación y montaje.



- C- **Mantenimiento:** El aumento de la Maquinaria y del espacio en la empresa, obligarán a llevar controles y realizar mantenimiento preventivo y reactivo (para las máquinas viejas).
- D- **Ventas:** Las actividades de este sector son cruciales para que la empresa pueda relacionarse con el cliente de manera habitual y poder elaborar planes de producción a plazo cada vez mayores y más precisos.
- E- **Marketing:** Hasta ahora la empresa no se caracterizó por realizar muchas acciones de mercadotecnia. Sin embargo, con esta nueva nave industrial, el crecimiento en la capacidad productiva la obligará a atraer más clientes para poder absorber sus costos fijos. Por otro lado, le permitirá llegar a otros sectores geográficos del país, e incluso a países limítrofes. Para conseguir las ventas esperadas de los años posteriores es necesario cumplir con ciertos objetivos de expansión.
- F- **Administración-Contabilidad:** Es importante que la empresa pueda seguir de cerca las variables que afectan al negocio tanto en el día a día como a largo plazo. Analizar y cumplir con las deudas en tiempo, las transacciones bancarias, los flujos de fondo, las ventas, para así poder realizar acciones que permitan lograr ventajas competitivas.
- G- **Recursos Humanos:** Imprescindible es que la empresa cuente con un área o al menos tenga asesores de recursos humanos. Con la nueva planta se incorporarán nuevos empleados, y eso requiere planificar las necesidades de trabajo, describir los puestos vacantes, realizar reclutamiento, selección e inducción de personal, evaluar el desempeño de los empleados, elaborar planes de capacitación, además de liquidar sueldos. Generar un clima laboral apropiado y junto con políticas de incentivos adecuados será clave para lograr mantener la motivación en la empresa.
- H- **Transporte – Logística:** Como la nueva planta estará ubicada a algunos km de la ciudad, será importante contar con un Servicio de Transporte que garantice el traslado de los productos, piezas a la terminal o la otra sucursal (si fuese el caso). Por el otro lado, también deberá tener en cuenta el movimiento de personal entre la ciudad y la nueva localización.

Existen también otras tareas como la Programación Diaria de Producción y el balanceo de cada célula de trabajo, la cuál podría ser manejada por el Sector de Depósito. Este deberá tener en cuenta la demanda de turbos (comunicado por el sector de ventas) y la disponibilidad.

Es importante aclarar que, el diseño de las células de trabajo que se muestran en este trabajo no es tan detallista, pero que se tiene en cuenta que existen ciertas necesidades de servicios e instalaciones (ejemplo: la instalación de aire comprimido en casi todos los sectores productivos de la empresa; o gas para el caso de los hornos)

4.4.4 Diseño del 'layout' de las Célula de Trabajo

A continuación, se mostrarán los diseños propuestos de cada una de las células de trabajo. Estos fueron realizados en versión 3D en el programa SketchUp. La mayor parte de la maquinaria que se muestra fue dibujada a mano a partir de las dimensiones de las máquinas reales. Podemos decir que, obviando algunas diferencias en los Modelos de la maquinaria adicional que se decida comprar, el diseño se encuentra aproximadamente a escala.

CÉLULA DE TRABAJO 1 – VÁLVULA

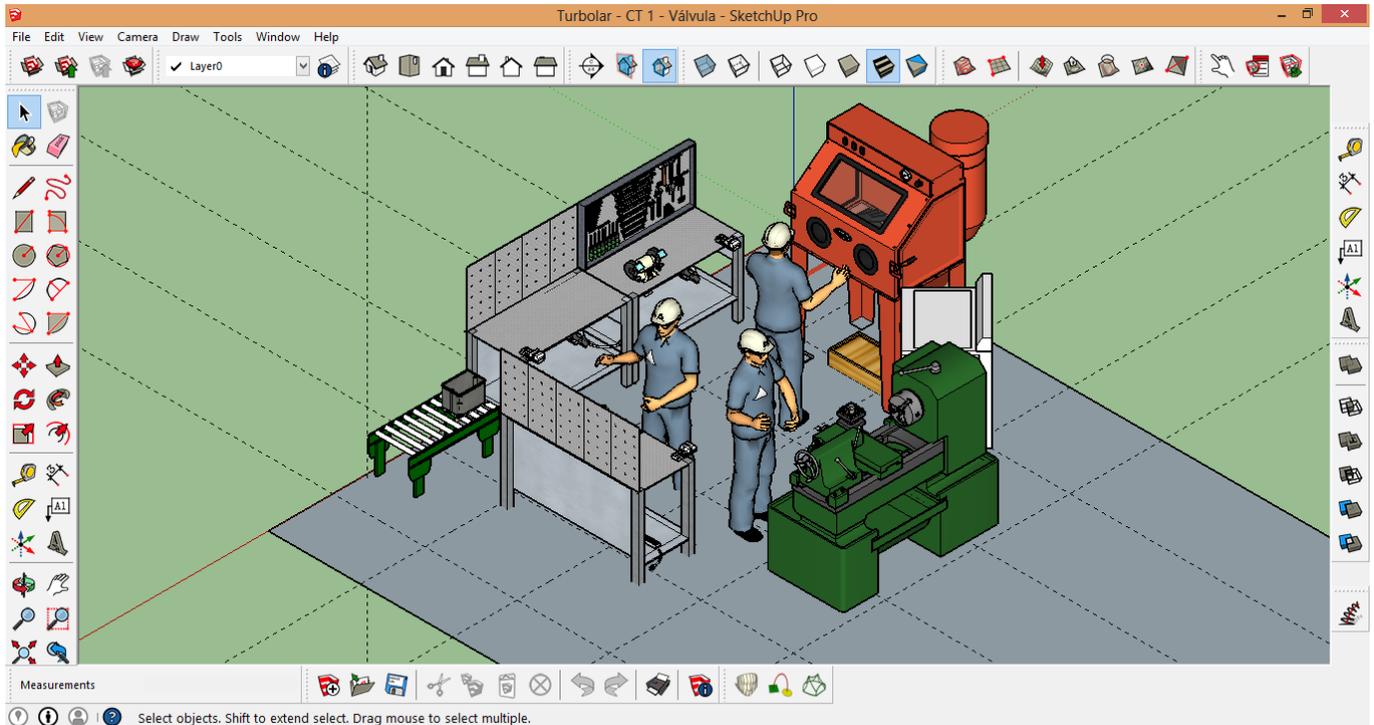


Imagen 17: CT1 - Válvula - Vista Isométrica 1

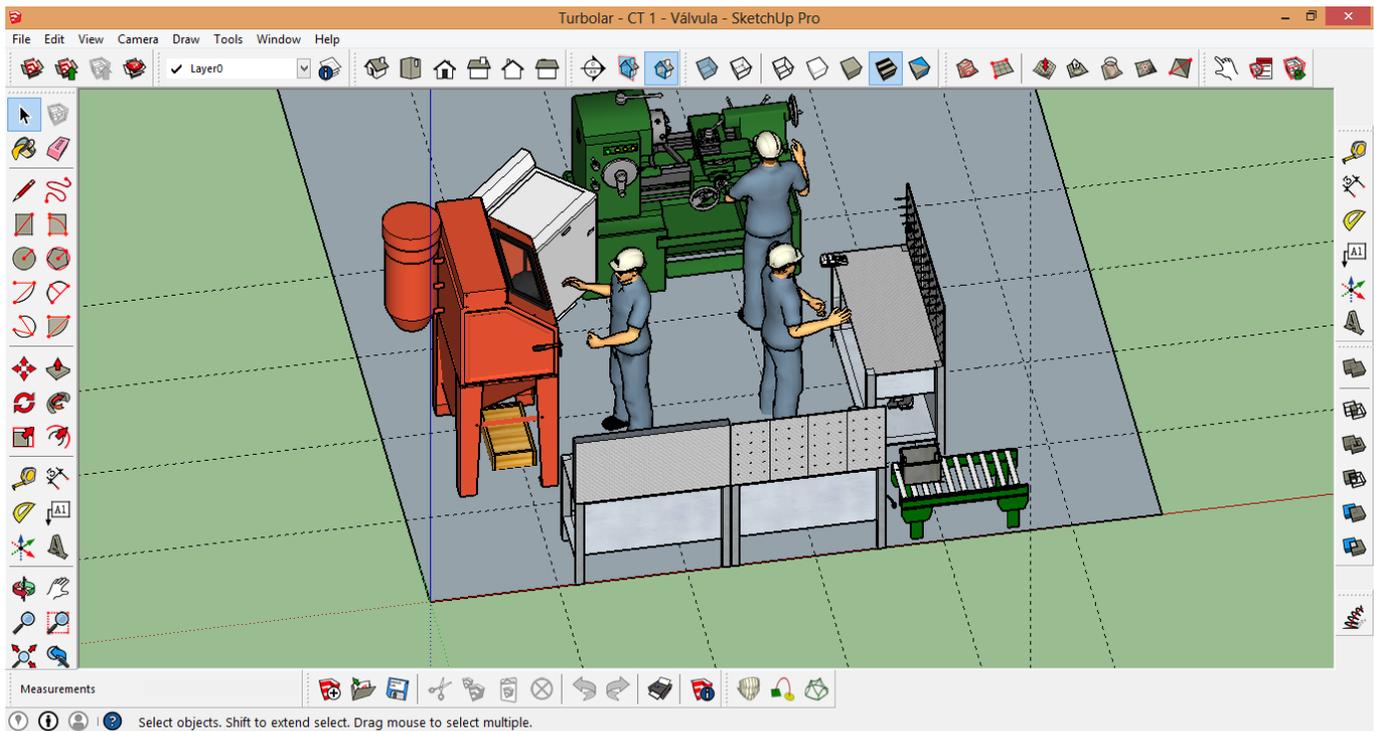


Imagen 18: CT1 - Válvula - Vista Isométrica 2

CÉLULA DE TRABAJO 1 – VÁLVULA

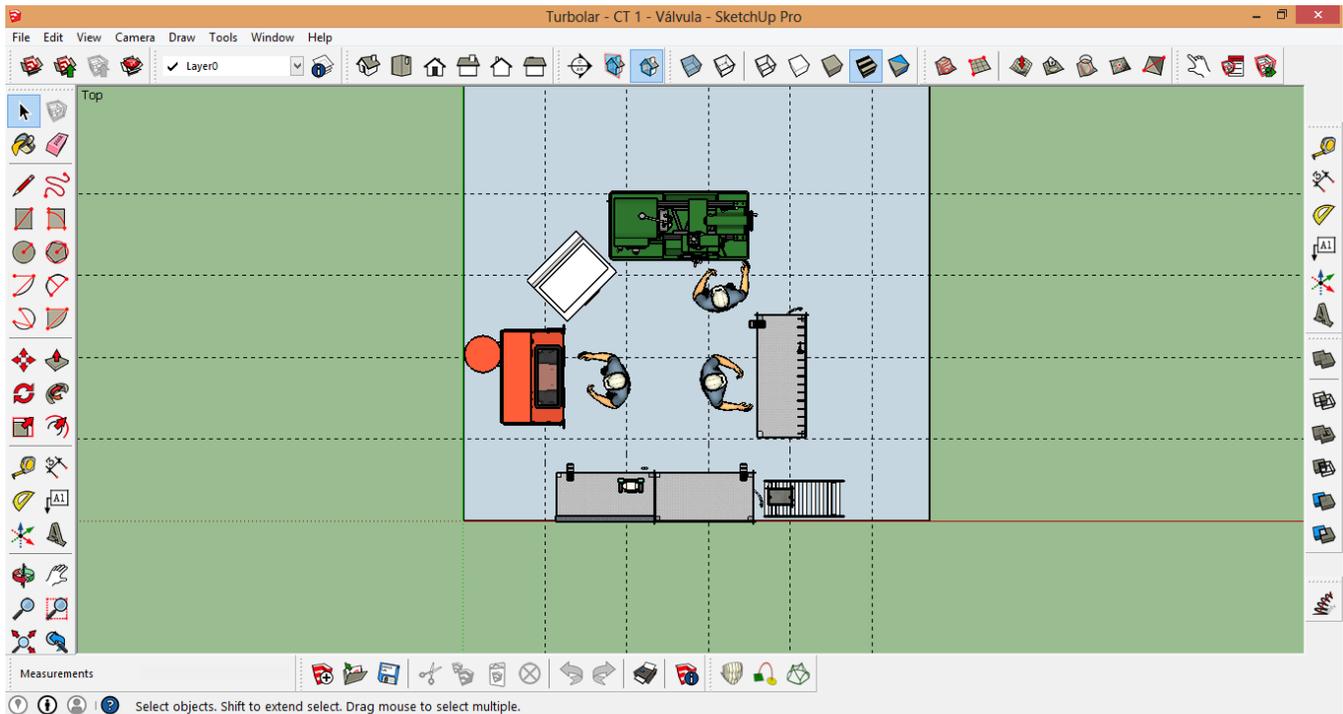


Imagen 19: CT1 - Válvula – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 2 – ELEM. DE DESGASTE Y FIJACIÓN

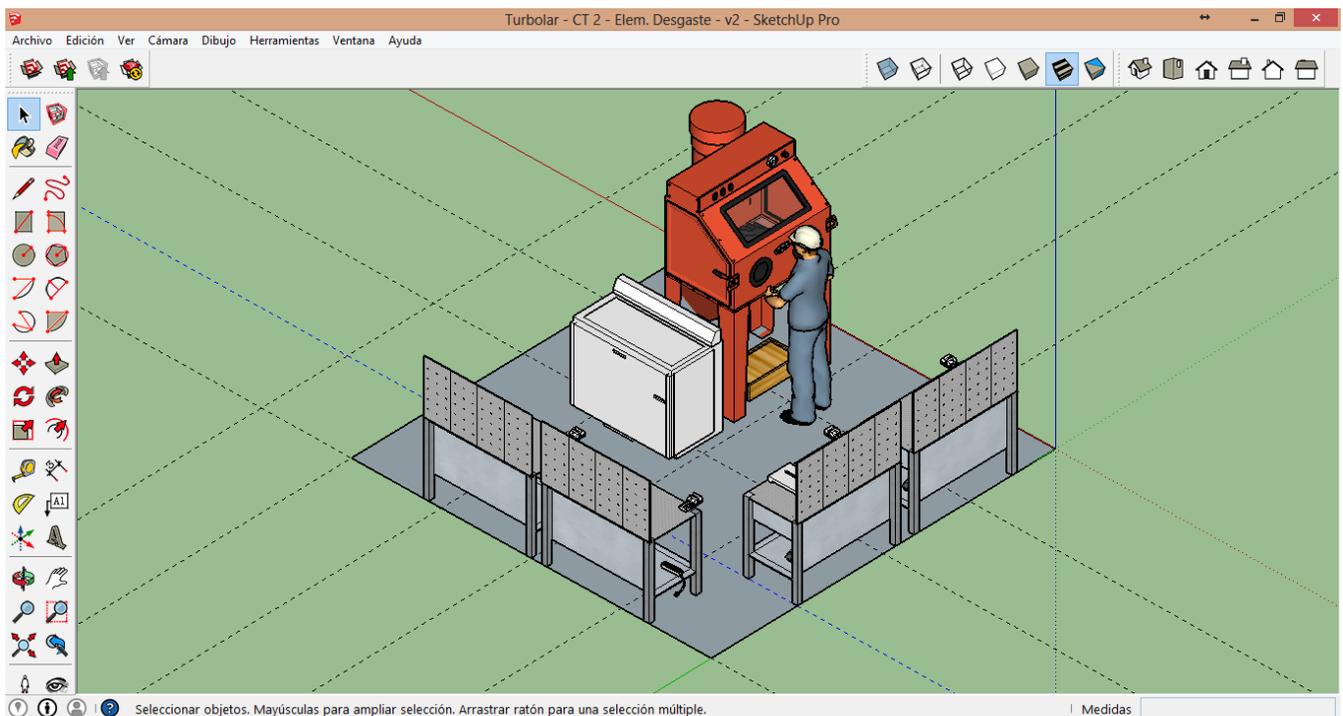


Imagen 20: CT 2 – Elem. De Desgaste y Fijación – Vista Isométrica 1

CÉLULA DE TRABAJO 2 – ELEM. DE DESGASTE Y FIJACIÓN

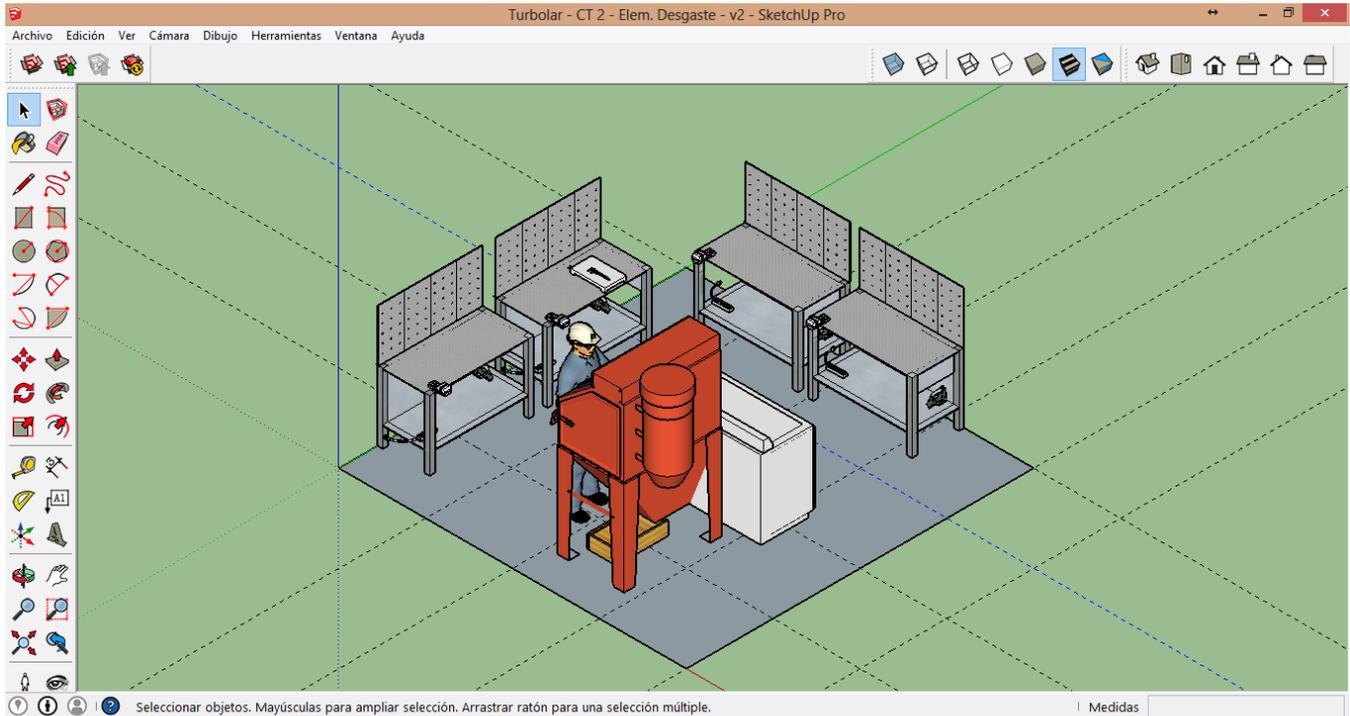


Imagen 21: CT 2 – Elem. De Desgaste y Fijación – Vista Isométrica 2

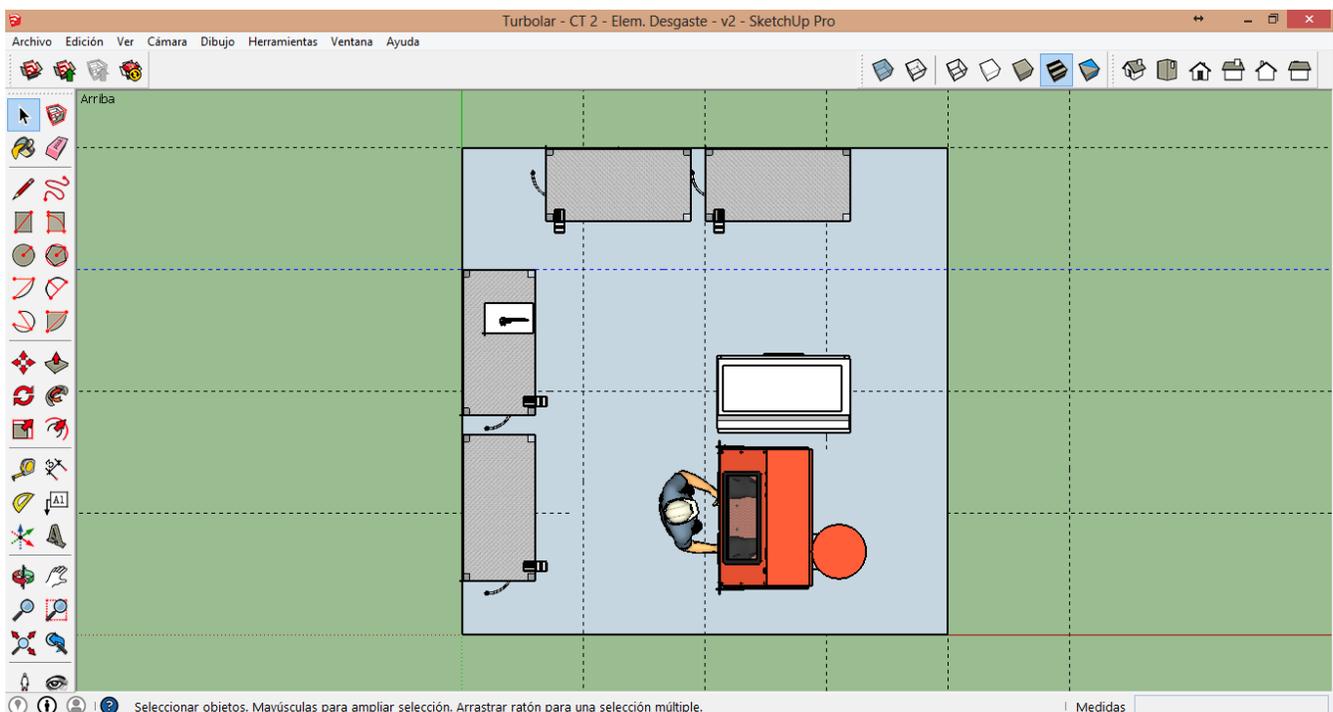


Imagen 22: CT 2 – Elem. De Desgaste y Fijación – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 3 – PLACA TRASERA

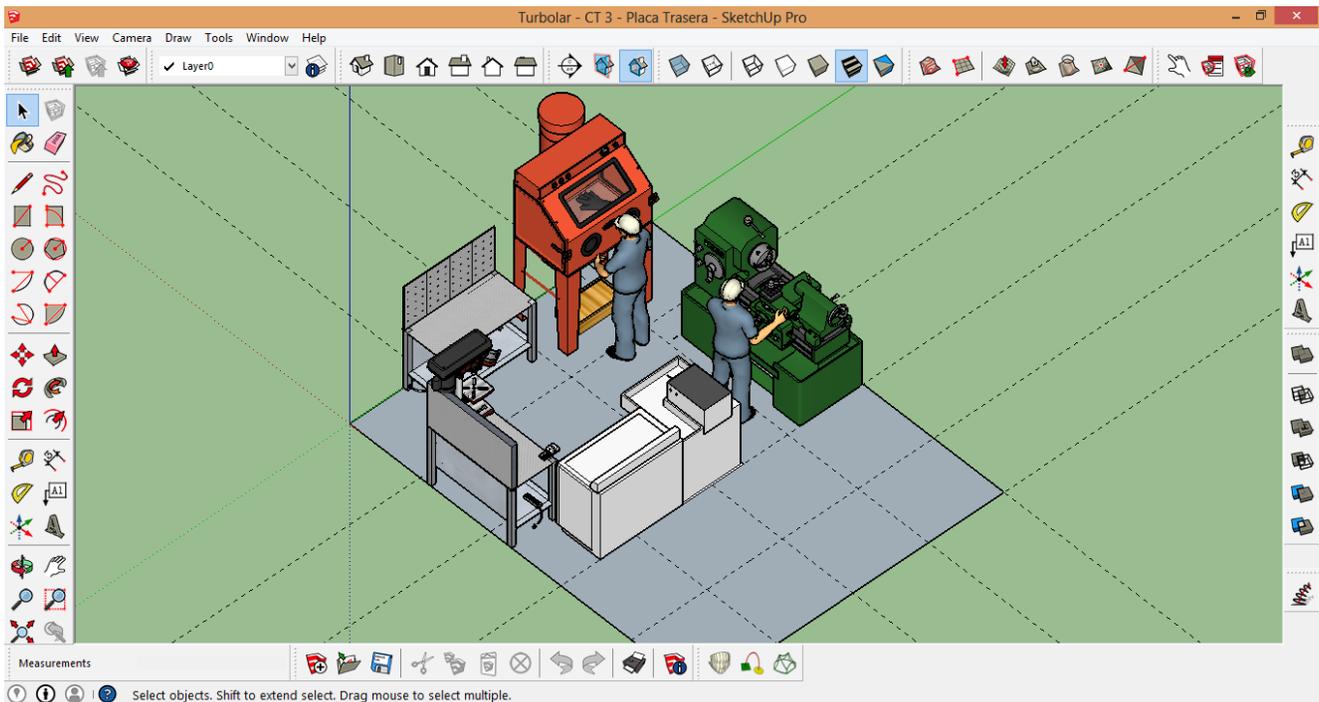


Imagen 23: CT 3 – Placa Trasera – Vista Isométrica 1

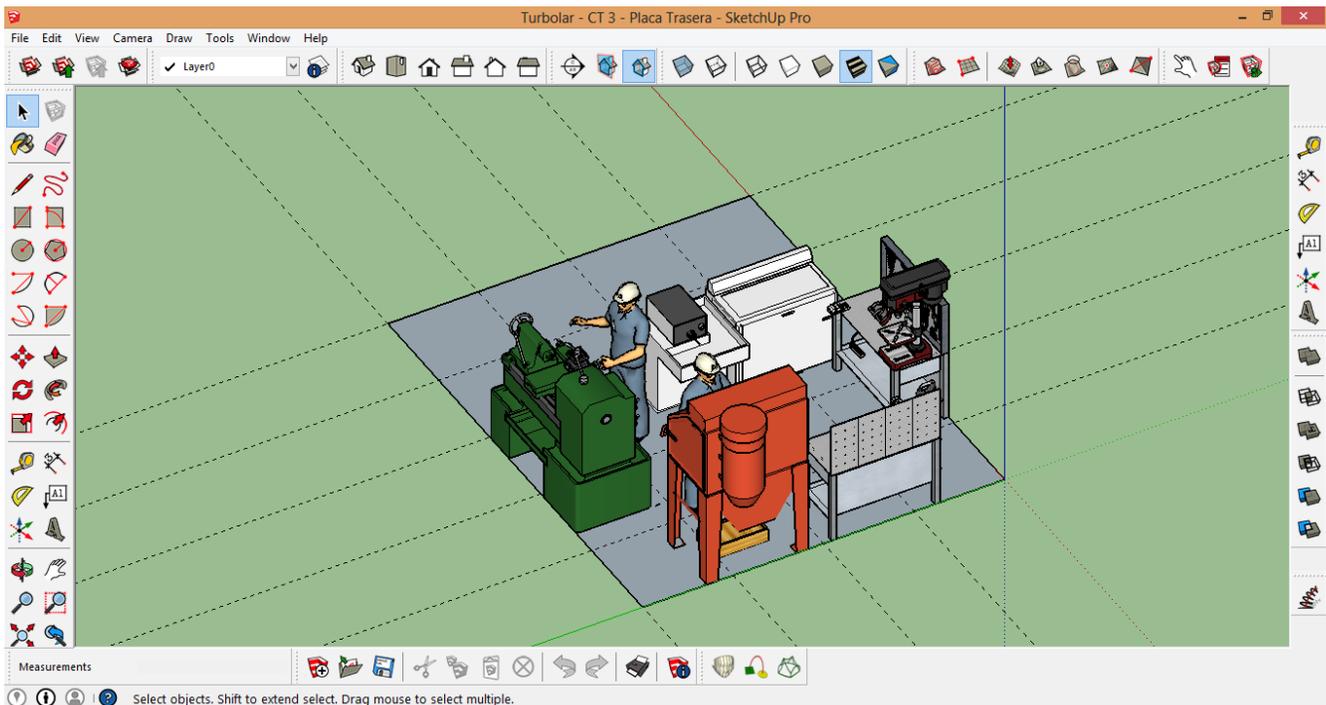


Imagen 24: CT 3 – Placa Trasera – Vista Isométrica 2

CÉLULA DE TRABAJO 3 – PLACA TRASERA

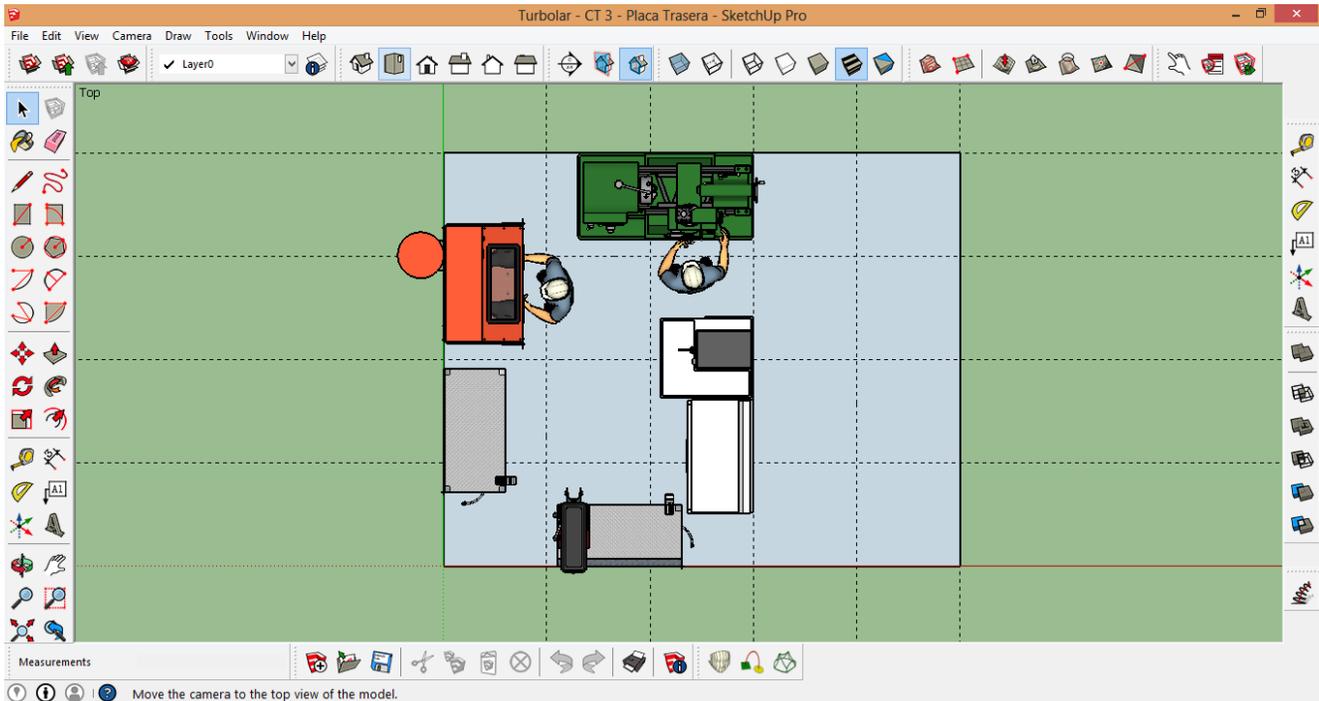


Imagen 25: CT 3 – Placa Trasera – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 4 – RUEDA COMPRESORA

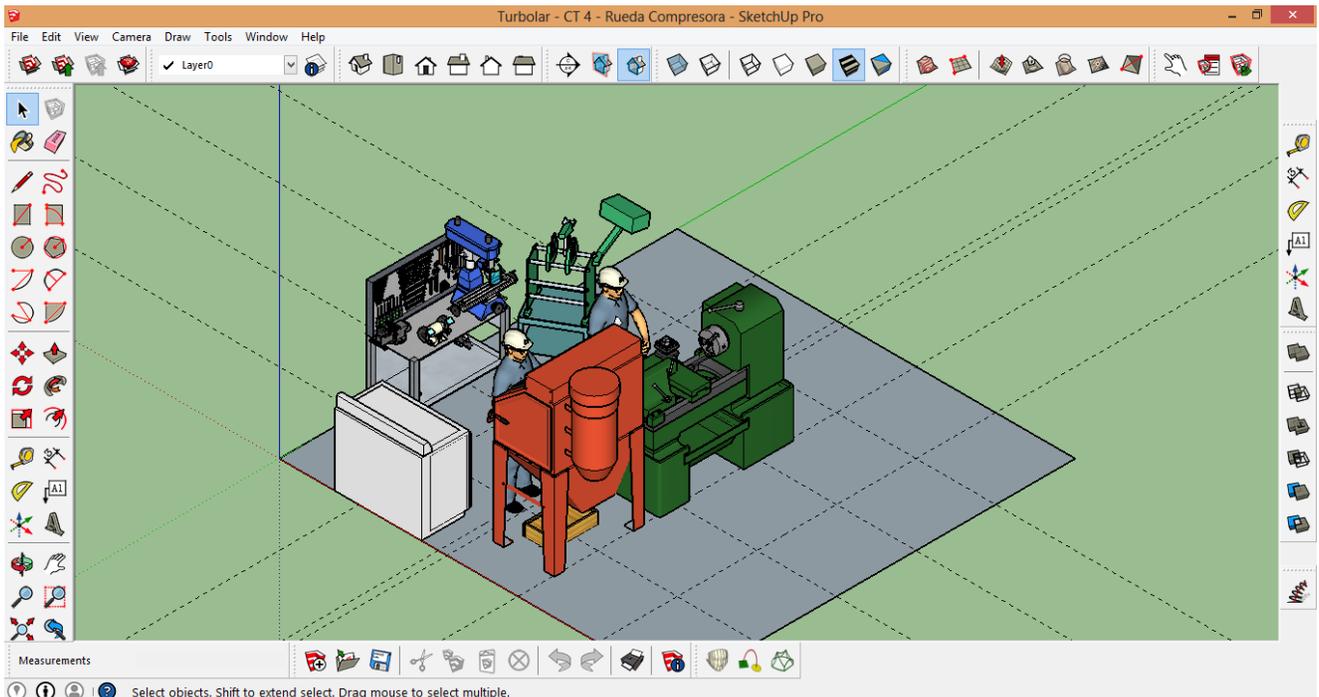


Imagen 26: CT 4 – Rueda Compresora – Vista Isométrica 1

CÉLULA DE TRABAJO 4 – RUEDA COMPRESORA

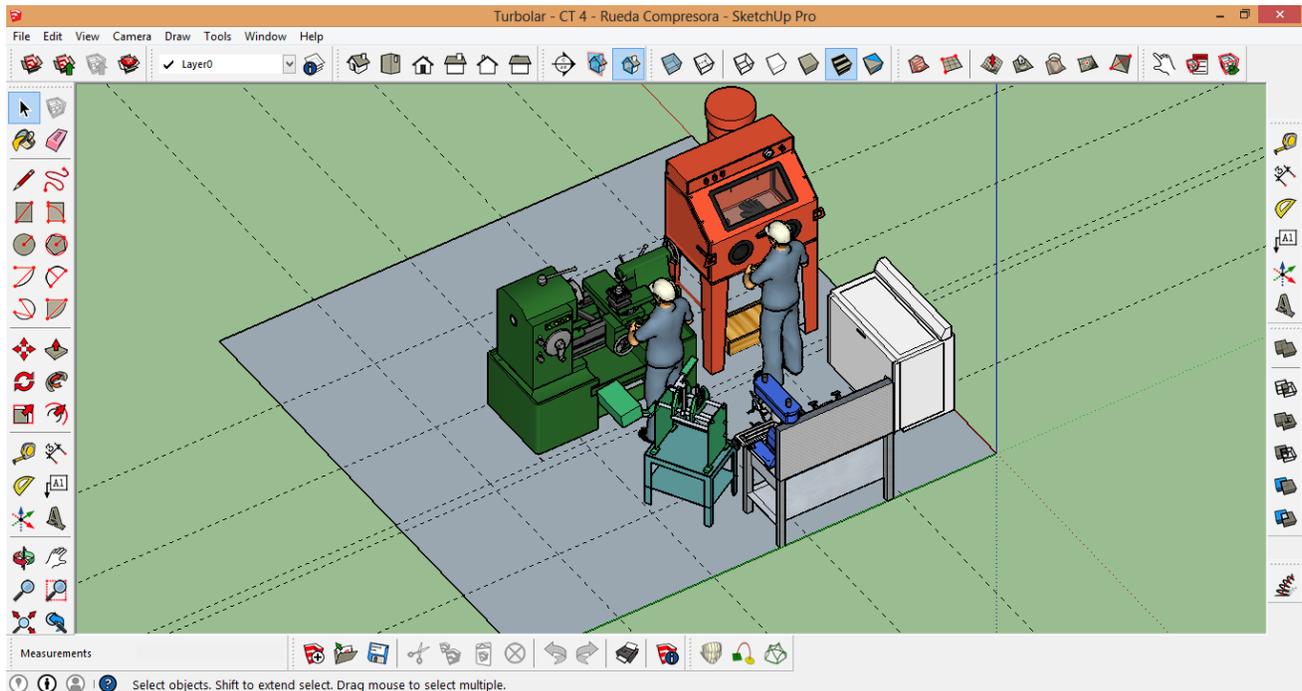


Imagen 27: CT 4 – Rueda Compresora – Vista Isométrica 2

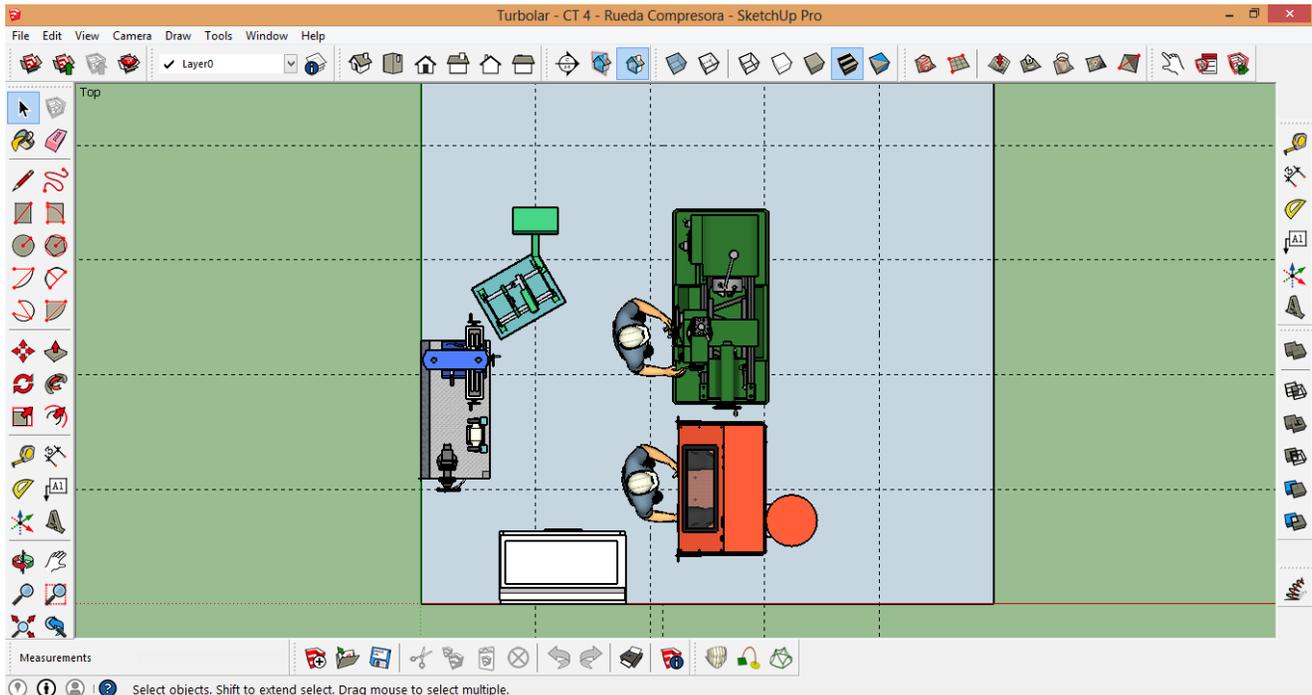


Imagen 28: CT 4 – Rueda Compresora – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 5 – RUEDA DE TURBINA

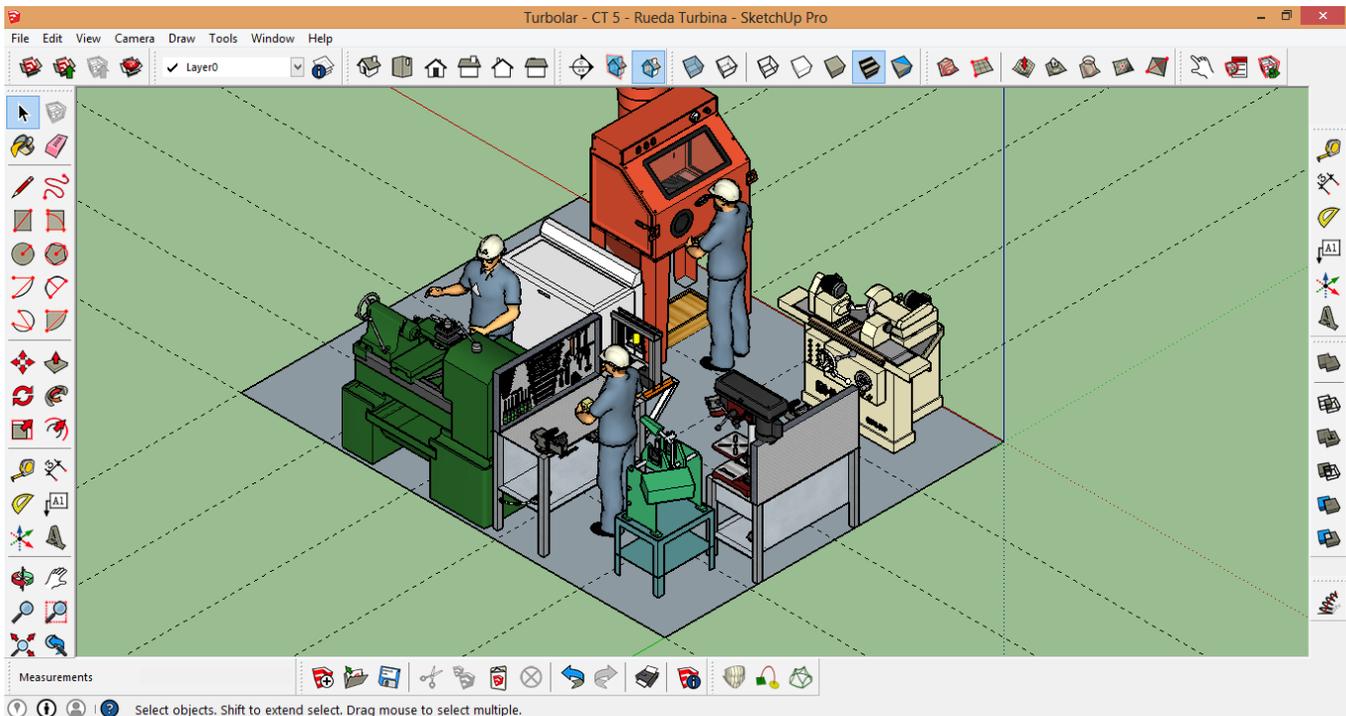


Imagen 29: CT 5 – Rueda de Turbina – Vista Isométrica 1

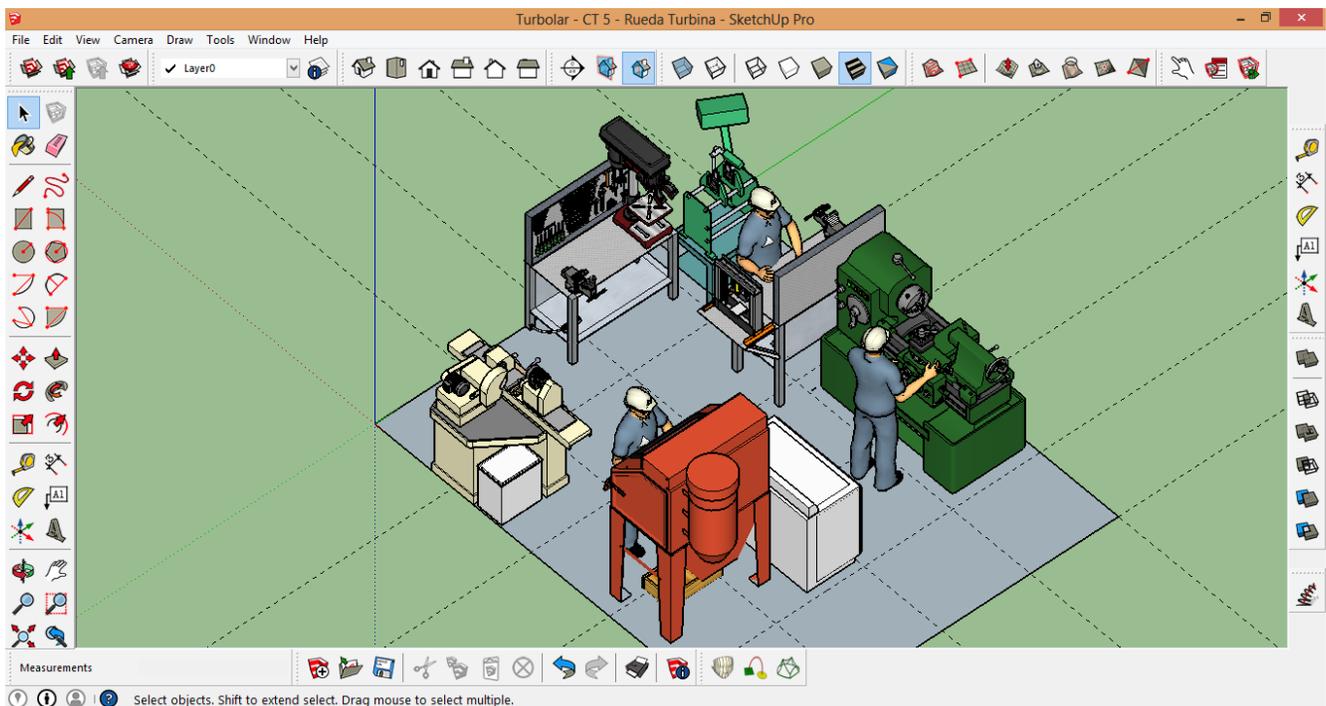


Imagen 30: CT 5 – Rueda de Turbina – Vista Isométrica 2

CÉLULA DE TRABAJO 5 – RUEDA DE TURBINA

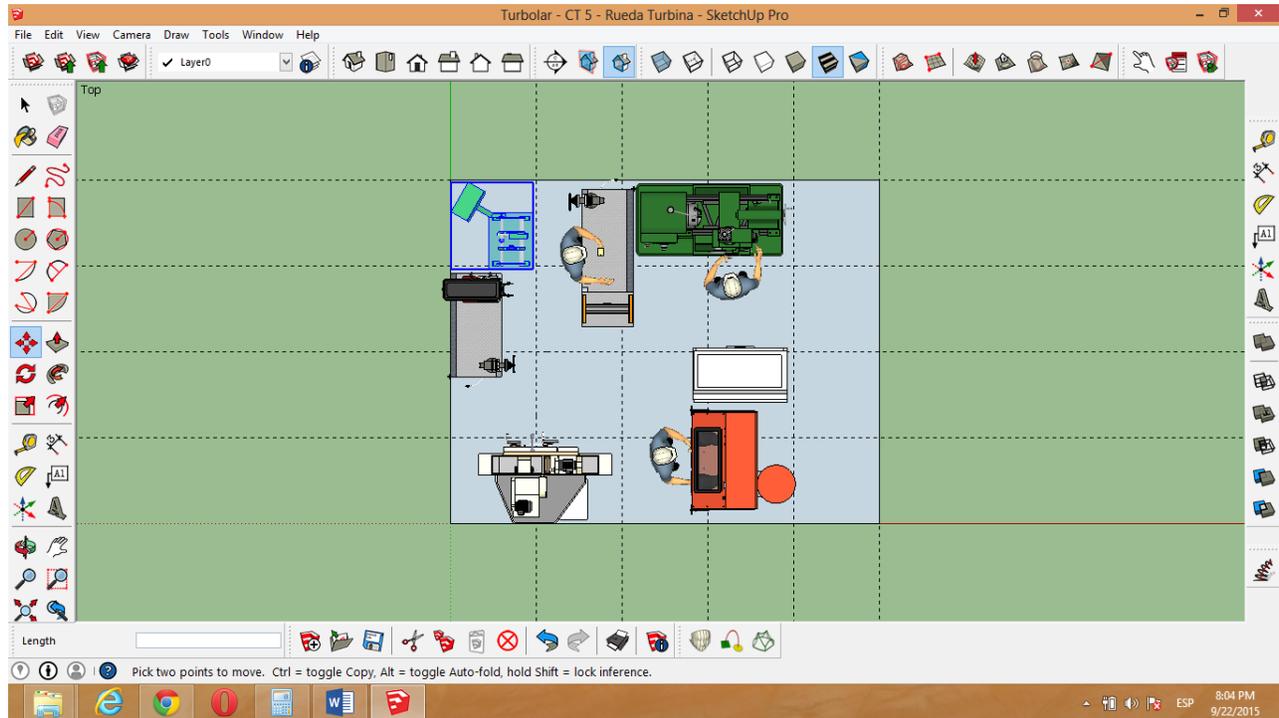


Imagen 31: CT 5 – Rueda de Turbina – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 6 – CARCASA DE ADMISIÓN

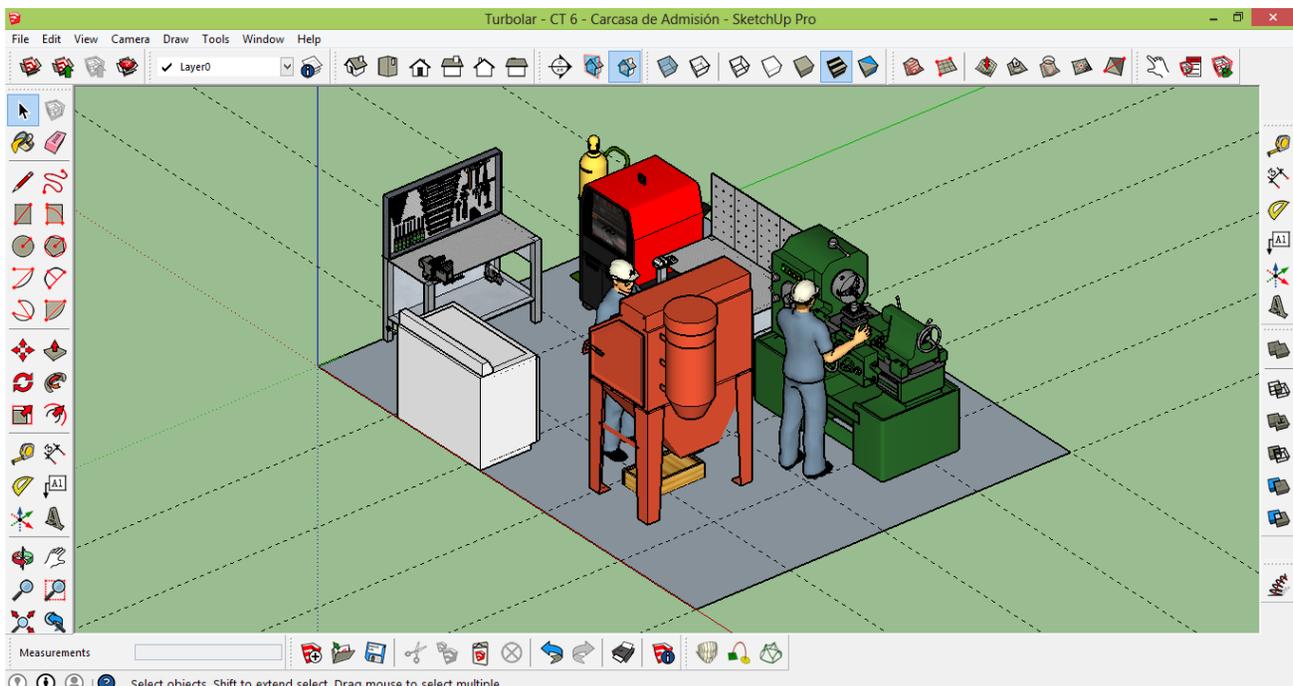


Imagen 32: CT 6 – Carcasa de Admisión – Vista Isométrica 1

CÉLULA DE TRABAJO 6 – CARCASA DE ADMISIÓN

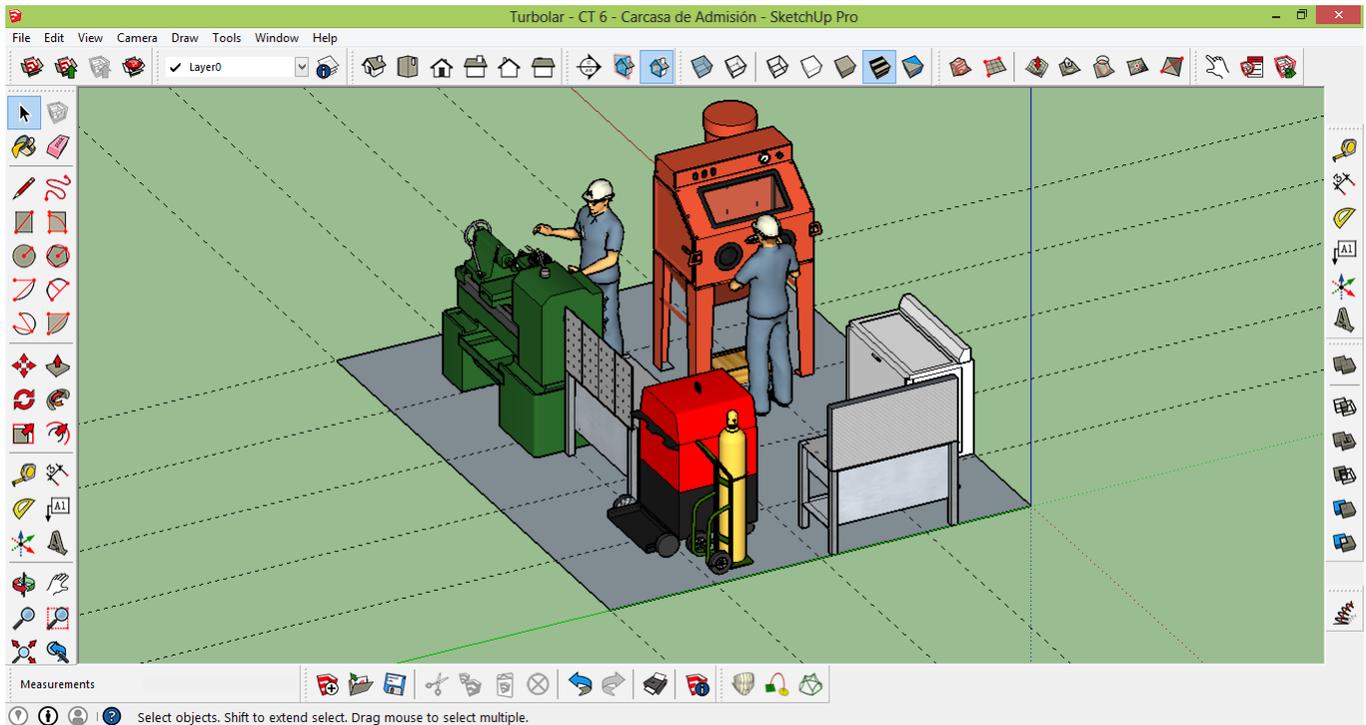


Imagen 33: CT 6 – Carcasa de Admisión – Vista Isométrica 2

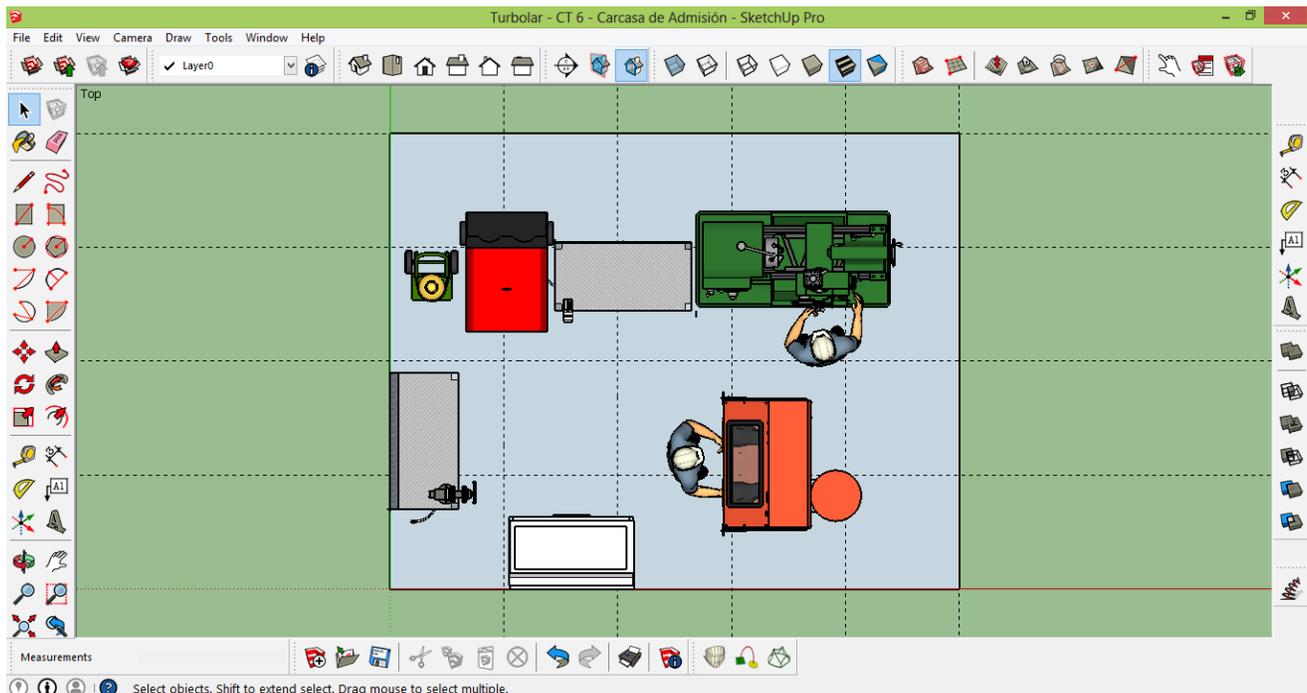


Imagen 34: CT 6 – Carcasa de Admisión – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 7: CARCASA DE ESCAPE

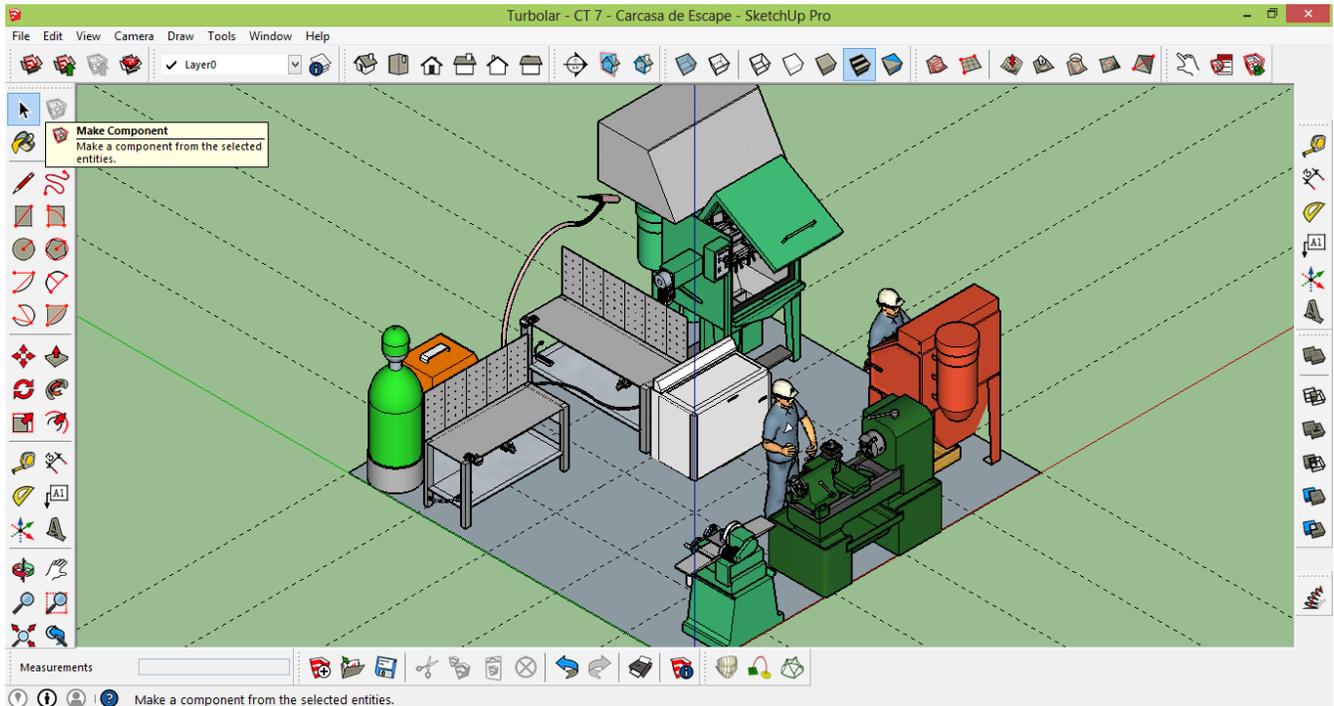


Imagen 35: CT 7 – Carcasa de Escape – Vista Isométrica 1

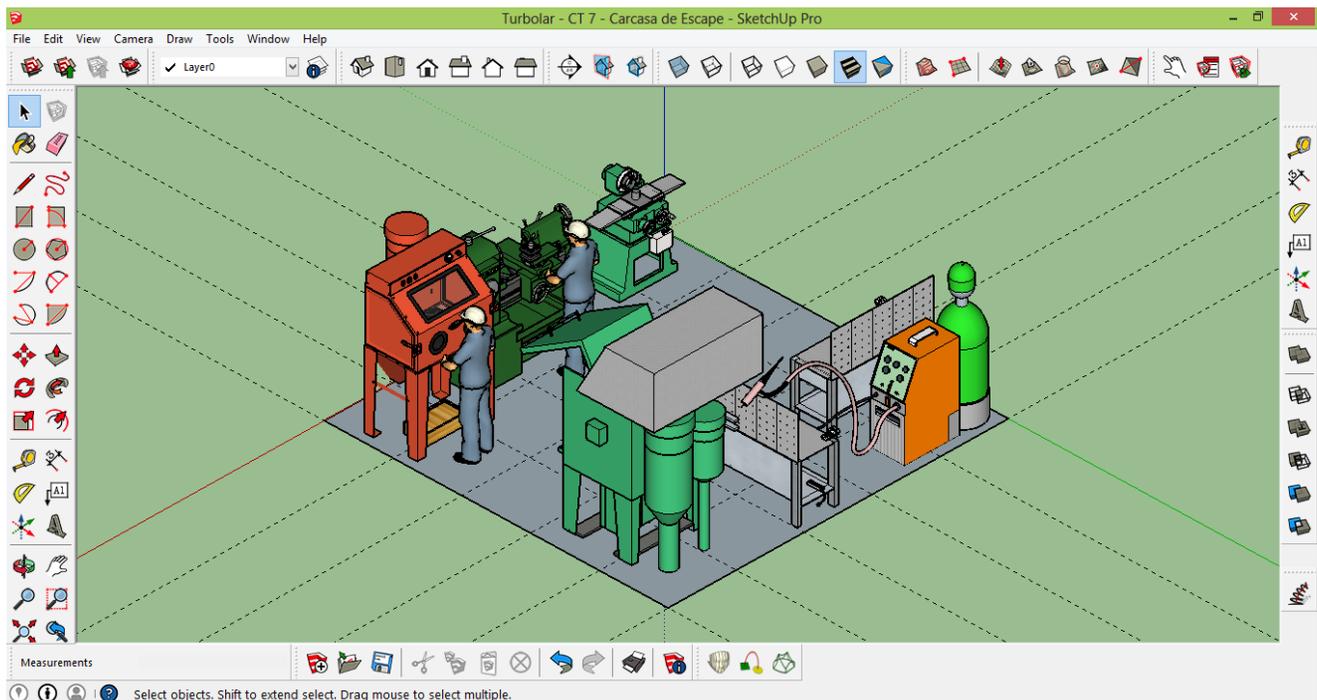


Imagen 36: CT 7 – Carcasa de Escape – Vista Isométrica 2

CÉLULA DE TRABAJO 7: CARCASA DE ESCAPE

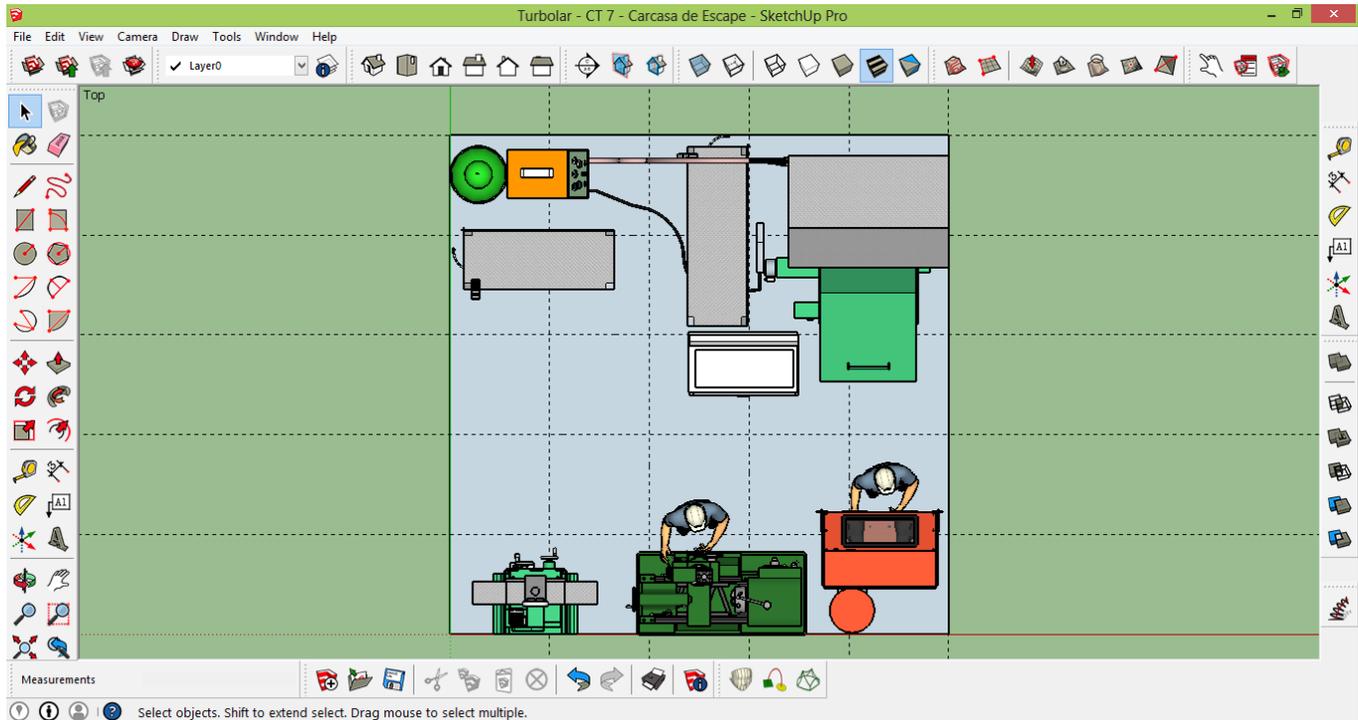


Imagen 37: CT 7 – Carcasa de Escape – Vista Superior

CÉLULA DE TRABAJO 8: CUERPO CENTRAL

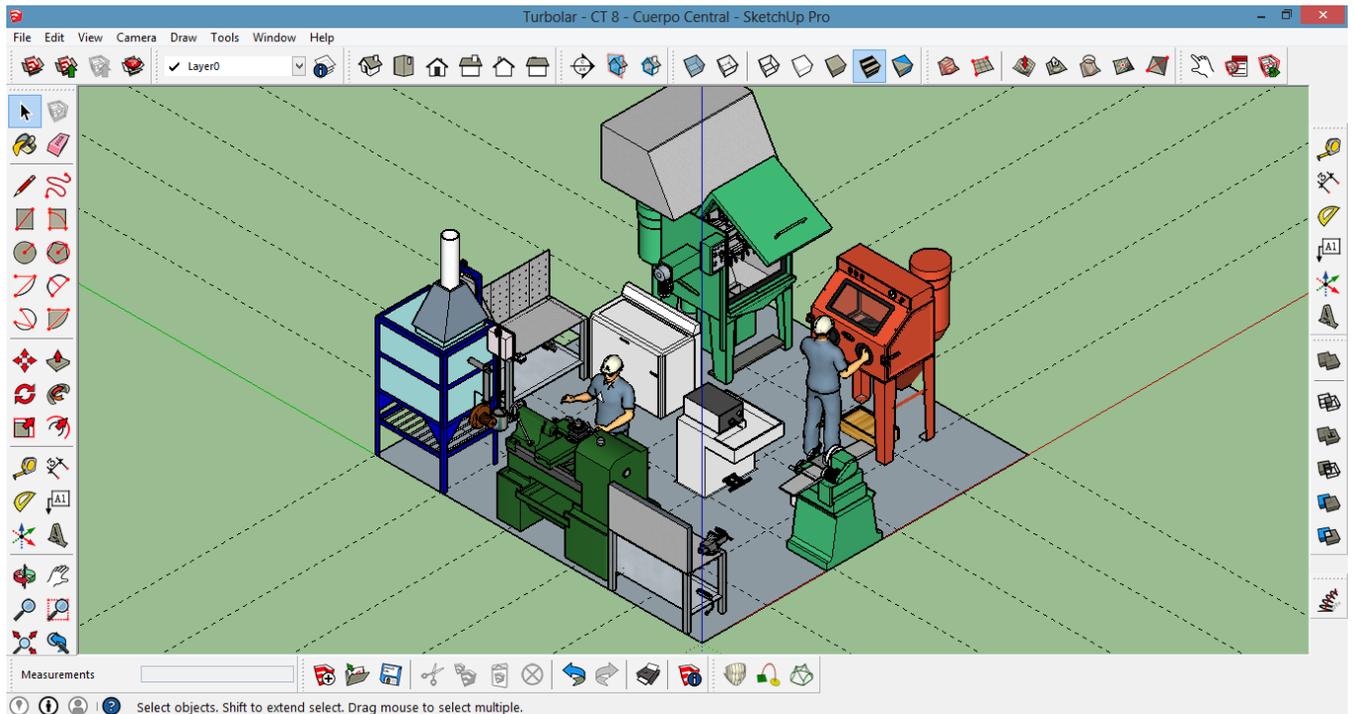


Imagen 38: CT 8 – Cuerpo Central – Vista Isométrica 1

CÉLULA DE TRABAJO 8: CUERPO CENTRAL

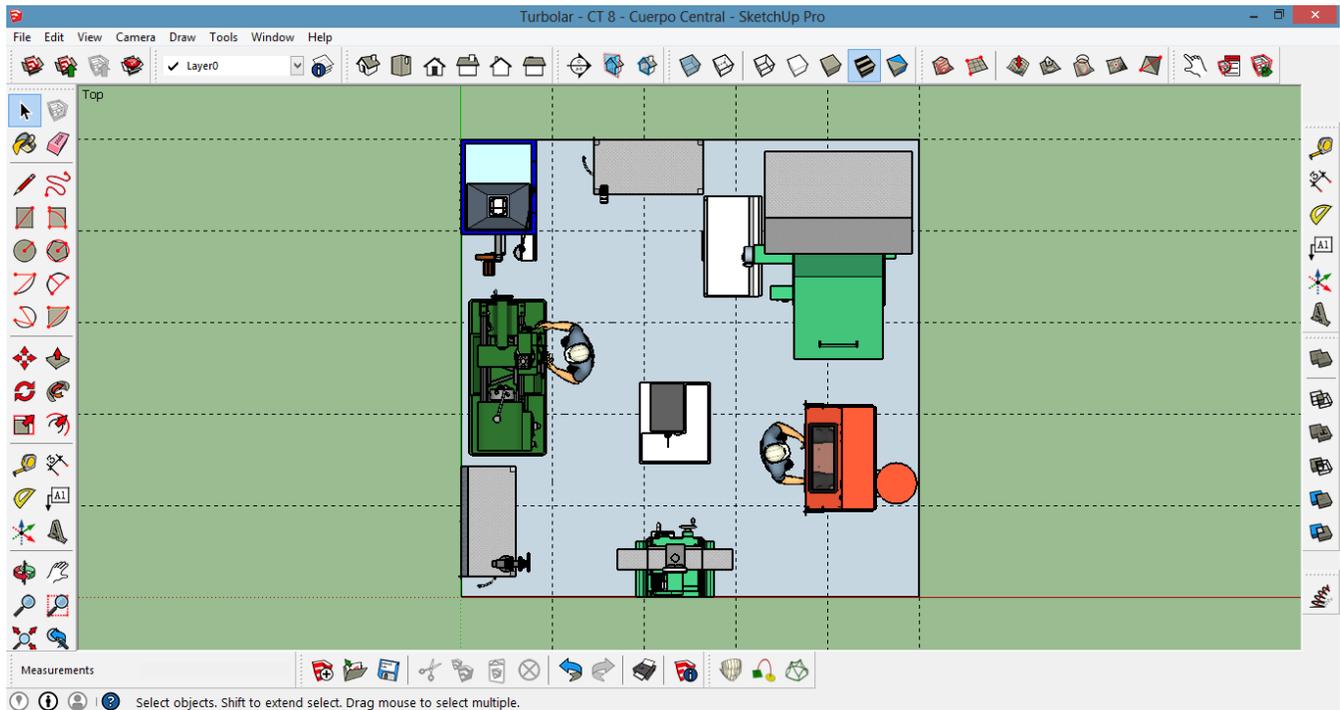


Imagen 39: CT 8 – Cuerpo Central – Vista Isométrica 2

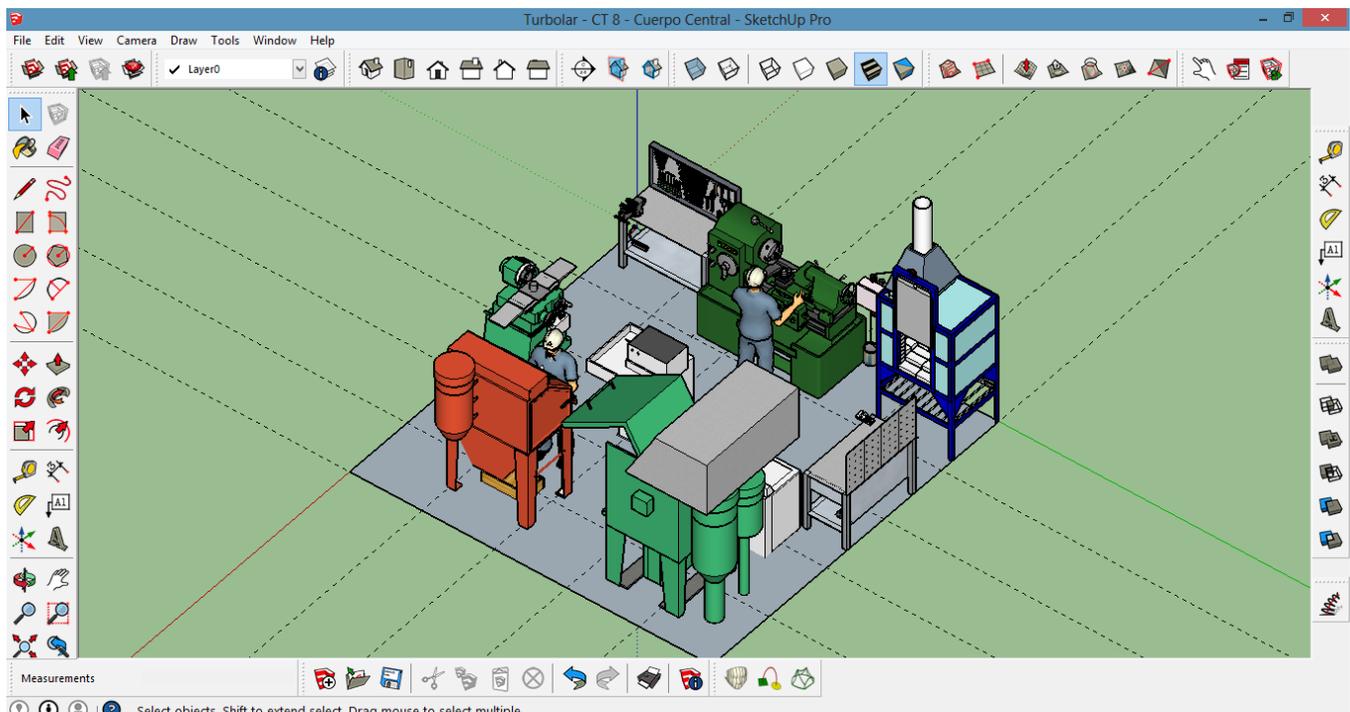


Imagen 40: CT 8 – Cuerpo Central – Vista Superior



4.5 Diseño de Distribución de Planta

4.5.1 Criterios para el Diseño

Los criterios que se han tenido en cuenta para el diseño de la distribución de planta, además de las relaciones productivas entre las áreas, fueron:

- La Nave Industrial estará dividida en dos partes, un Sector No productivo y un Sector Productivo.
- Ambos sectores deberán estar conectados para que los operarios puedan hacer uso de los Baños-Vestuarios, el Comedor, y Salas de Capacitación (eventualmente).
- Por decisión de la gerencia, se prefiere que, desde las oficinas del 2do piso, pueda ser visualizado gran parte del Sector Productivo.
- El Depósito será un Sector Cerrado con puertas grandes en los pasillos para garantizar seguridad contra posibles robos, extravíos y un correcto almacenamiento. Esto es, restringir el área solo para el personal autorizado.
- Los pasillos serán diseñados con el objeto de que puedan circular los Carros de Transporte de materiales en todo el Sector Productivo.
- Las áreas de Recepción y Despacho son reservadas para posible ingreso de camionetas, y/o eventualmente camiones pequeños.
- La ubicación de la nave en el terreno, deberá estar íntimamente relacionada con el ingreso y circulación de vehículos dentro del predio, y con un parque de estacionamiento en la entrada para empleados y clientes.
- Se deberá tener en cuenta posibles futuras expansiones de la planta dentro del terreno.

4.5.2 Descripción de la Distribución de Planta

Describimos a continuación la Distribución de Planta Propuesta, y luego se presentan las imágenes correspondientes al diseño de la planta, en donde se delimitan los distintos sectores de la empresa y, se señala las áreas y la superficie que ocupan. Esta Propuesta ha resultado de la elección entre varias alternativas y rediseños que no se muestran para no complicar el análisis.

Descripción:

Se propone la construcción de una **nueva nave industrial de 40m. de largo por 21m. de ancho en el terreno de aproximadamente 5800m²**. Se plantea una playa de estacionamiento y un puesto de vigilancia para control de ingreso y egreso a las instalaciones.

El **Sector Productivo** corresponde a la zona norte de la nave con una **superficie de aprox. 560m² (40m x 14m)**, y en ella se encuentran las áreas de almacén, desarmado y limpieza, descarga y carga de camiones, recuperación de piezas, montaje, balanceado y packaging, y el área de ingeniería y mantenimiento.

El área de recuperación cuenta con 8 zonas de entre 20 y 25m². Si consideramos los pasillos centrales por donde circulan los carritos, el área total es de 21m x 11.5m. Esto significa poco más del 25% del área total de la nave.



El Depósito o Almacén está representado por las áreas pintadas de rojo, naranja, amarillo y verde, y que corresponden a los almacenes de turbos a reparar, piezas a reparar, piezas listas y turboalimentadores listos respectivamente. Está diseñado a lo largo de la nave, ya que debe abastecer casi todos los sectores productivos, y está íntimamente relacionado con la Recepción y Despacho de Turbos. Se lo ubica en la parte opuesta a las Oficinas para garantizar la visibilidad panorámica mencionada desde las oficinas.

El **Sector No Productivo** corresponde a la zona sur de la nave. Este sector tendrá 2 pisos, cubriendo así una **superficie de aproximadamente 270m² (40m x 6.75m) por piso**. Desde una vista superior, esta ocupa aproximadamente un 33% de la nave. En este sector se encuentran las Oficinas, Atención al Cliente, Sector Administrativo, Baños-Vestuarios, Comedor-Cocina, Salón de Capacitación y Sala de Reuniones.

De esta manera queda definido el Flujo de Procesos de izquierda (área roja, donde ingresa el turbo) a derecha (área verde, producto terminado), el cual será analizado más adelante.

4.5.3 Esquemas de la Distribución de Planta Propuesta

LAYOUT DE PLANTA



Imagen 41: Layout de Planta - Vista Isométrica-Global

LAYOUT DE PLANTA

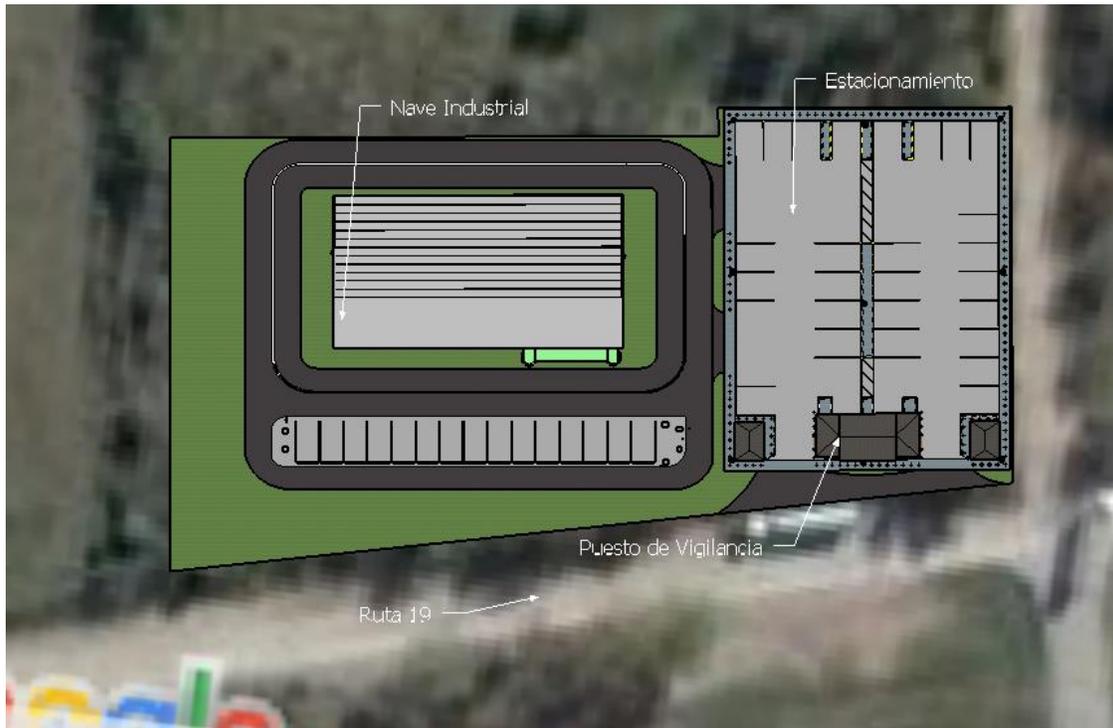


Imagen 42: Layout de Planta - Vista Superior-Global

Distribución de Áreas

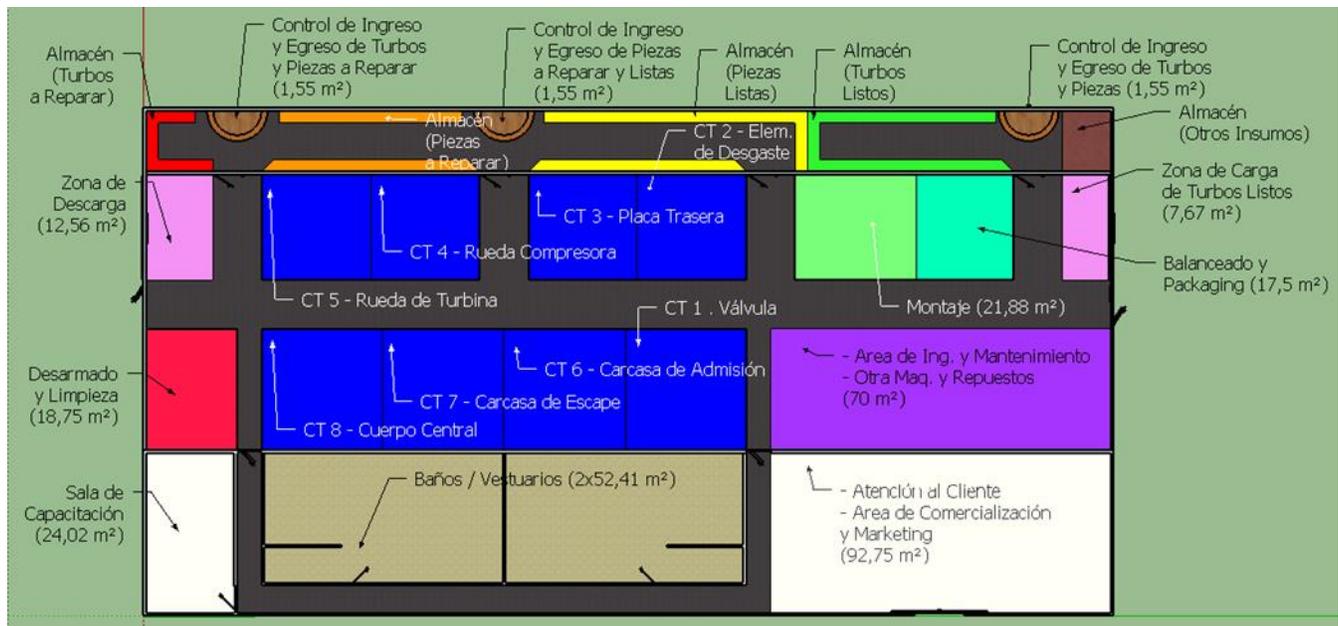


Imagen 43: Distribución de Áreas – 1er Piso

Distribución de Áreas



Ilustración 44: Distribución de Áreas – 2do Piso - Vista Superior

Dimensiones

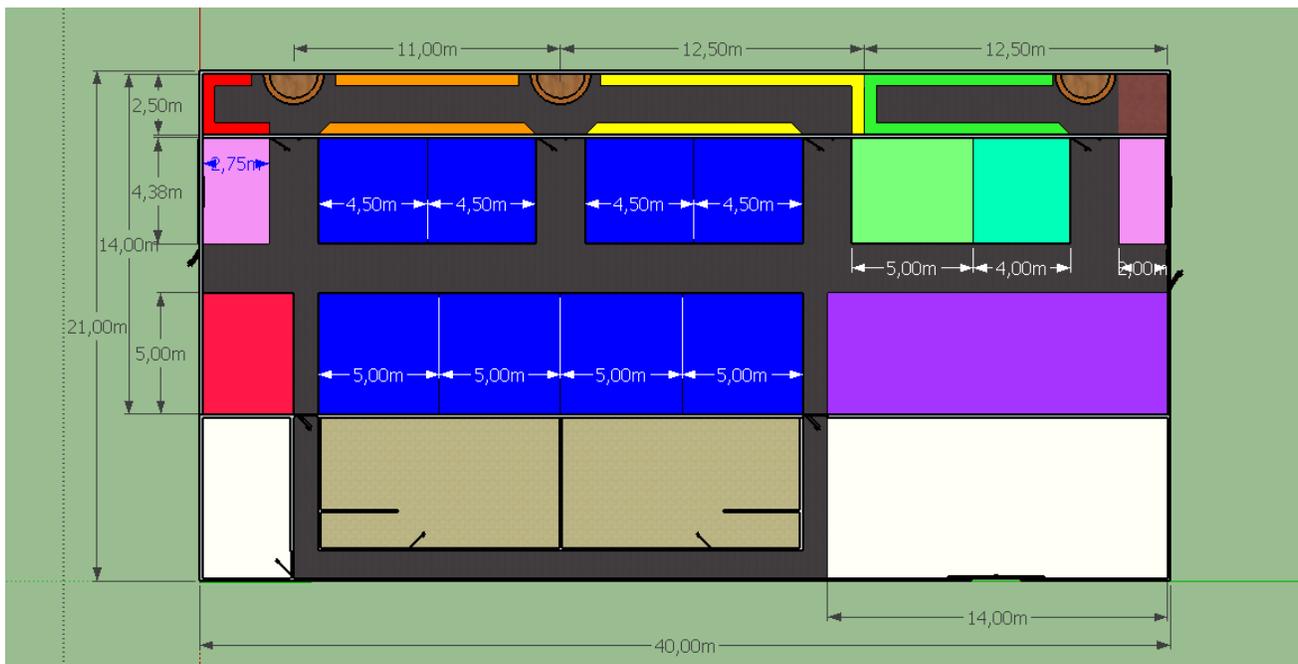


Imagen 45: Dimensiones - 1er Piso

4.5.4 Diseño de Layout en Detalle

En esta parte se incorpora las Células de Trabajo diseñadas a la infraestructura, así como también, el diseño tentativo de algunas áreas con fines ilustrativos para complementar el detalle del resto de los sectores y áreas, y poder de esta manera, comprender un poco mejor el flujo de procesos.

Distribución de Planta en Detalle



Imagen 46: Distribución de Planta en Detalle - 1er Piso - Vista Isométrica

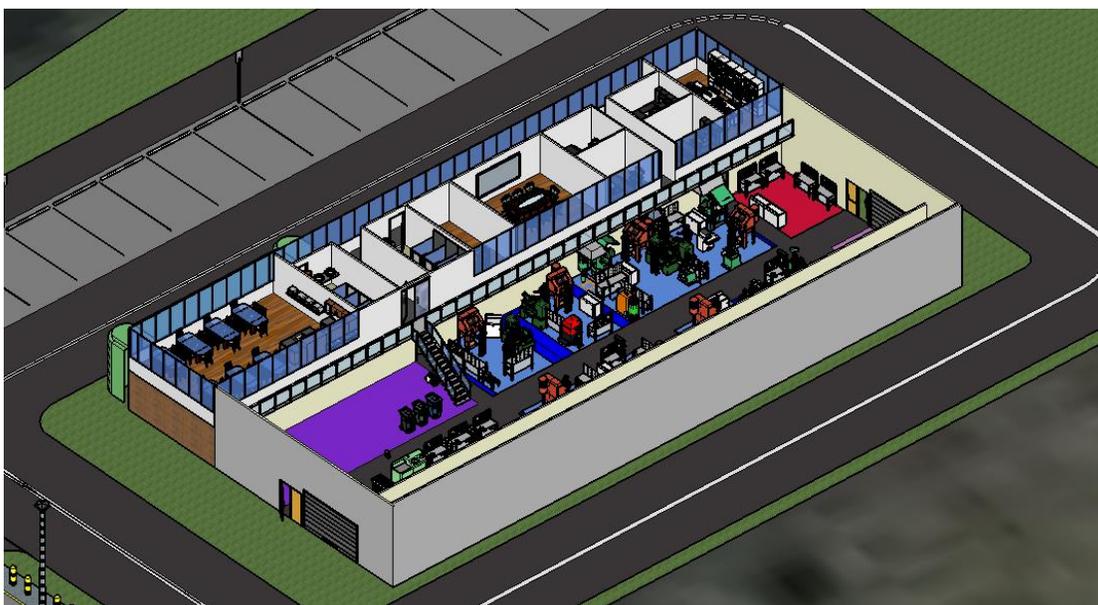


Imagen 47: Distribución de Planta en Detalle - 1er y 2do Piso - Vista Isométrica

Distribución de Planta en Detalle

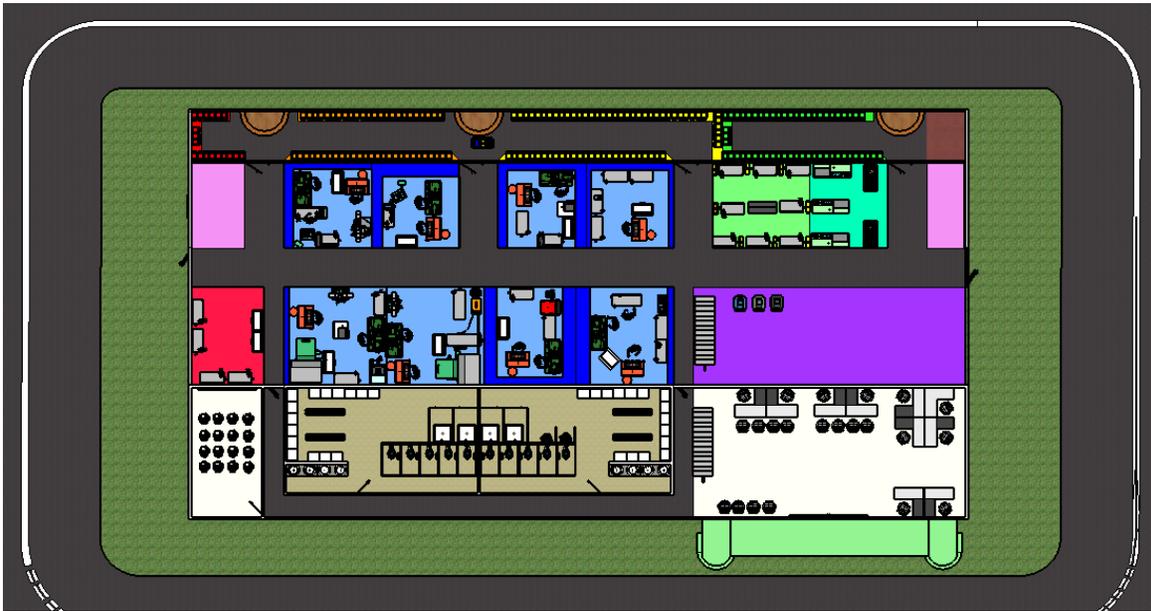


Imagen 48: Distribución de Planta en Detalle – 1er Piso – Vista Superior

El detalle visual no es completo, dado que algunas áreas todavía no están definidas, pero se las deja planteadas para un futuro diseño en función de necesidades concretas de la empresa. Por otro lado, para simplificar, solo hemos colocado los bancos de trabajo, maquinarias, sectores de trabajo que son más relevantes.

Como ejemplo de algunos diseños tentativos de áreas se encuentran las Células de Trabajo de Montaje, Limpieza, Equilibrado y Packaging, así como también todo el Sector No Productivo, los cuales se pueden apreciar en las imágenes anteriores.

4.6 Diagrama de Hilos Global

Teniendo en cuenta los Procesos mencionados anteriormente y el Layout de la planta, realizaremos una comparación entre el Diagrama de Hilo (que sigue el Turbocompresor y sus piezas) de la Planta Actual y el Propuesto. En esta primera instancia solo se tiene una idea global del flujo de materiales en la planta, y, por lo tanto, no se analizan los movimientos dentro de las células de trabajo.

4.6.1 Proceso y Diagrama de Hilos Actual

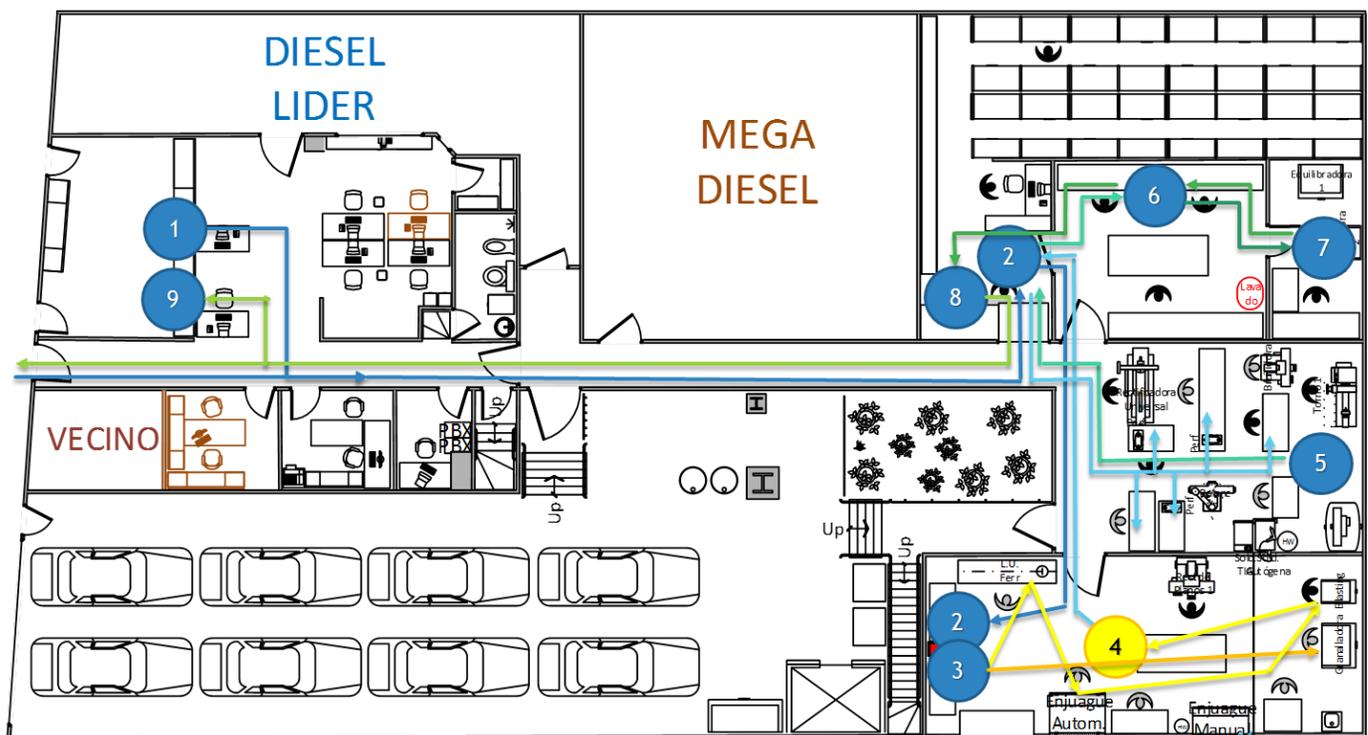
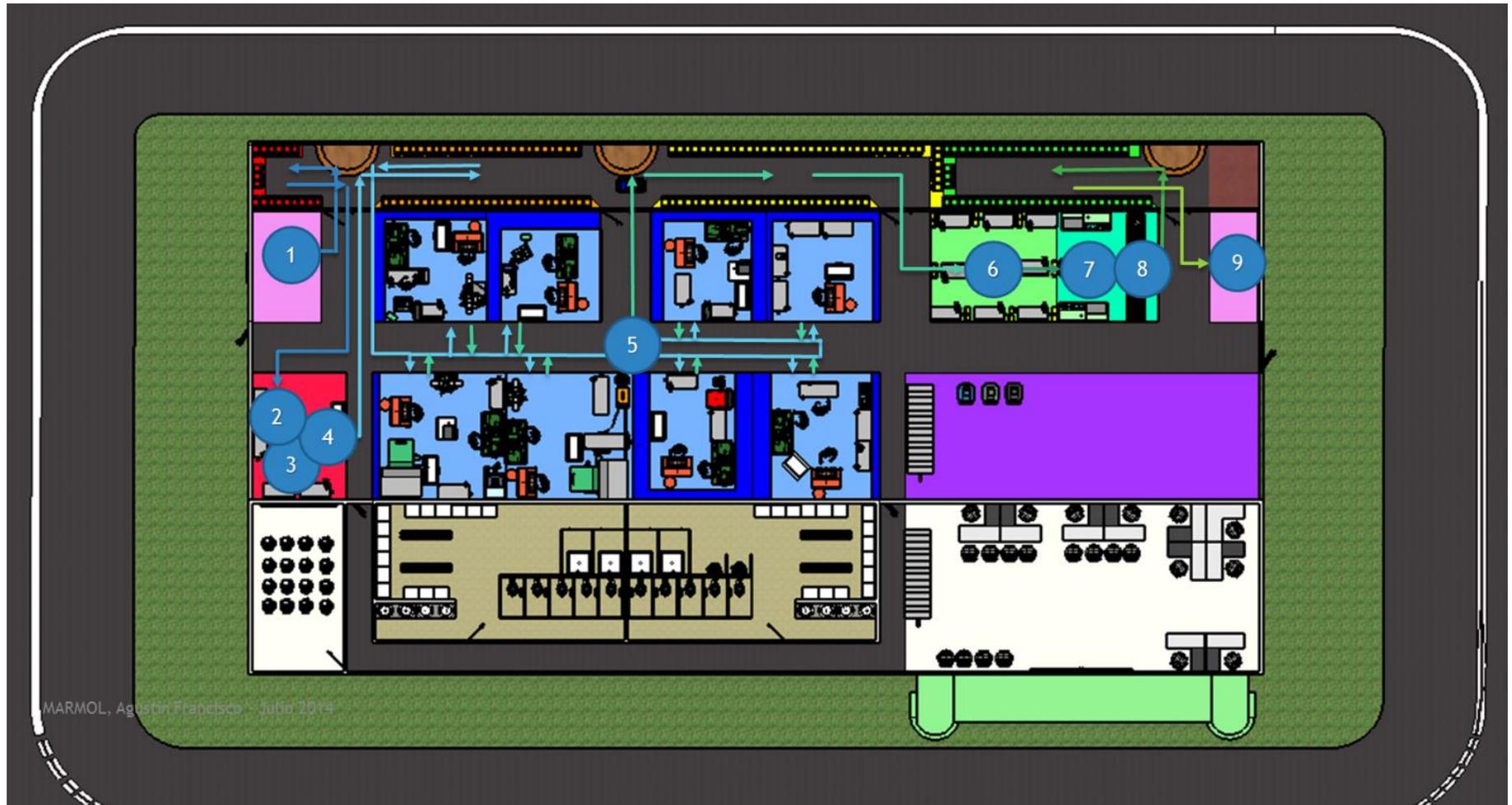


Imagen 49: Diagrama de Hilos Global – Planta Actual



4.6.2 Diagrama de Hilos Propuesto para Nave Industrial Diseñada



MARMOL, Agustín Francisco - Julio 2014

Imagen 50: Diagrama de Hilos Global – Planta Propuesta



5 Evaluación Económica y Financiera del Proyecto

El objetivo primordial de la constitución de cualquier empresa es el lucro. Por lo tanto, se debe justificar la viabilidad económica del proyecto mediante la comparación de los beneficios y costos en el tiempo estimados para el mismo.

En esta unidad tenemos dos objetivos:

- 1- Justificar si el Diseño del Área de Recuperación de Piezas junto con el Proceso Propuesto generan valor adicional para la empresa. Esto se logrará, determinando si para cada componente, la recuperación propuesta en las células de trabajo es menos costosa que comprar la pieza nueva.
- 2- Evaluar la rentabilidad del proyecto en su totalidad, determinando si la inversión (construcción de la nave industrial, sus instalaciones y la compra del equipamiento), que es necesario realizar, permite obtener mayores beneficios a futuro que los correspondientes al riesgo de la actividad.

ACLARACIONES

- La mayor parte de los costos/precios mostrados en este capítulo son a fecha de abril de 2016, los cuales podrán ser sujetos de ajuste aplicando un coeficiente de inflación.
- Consideramos la conversión de Dólar a Pesos Argentinos de \$15/USD.

5.1 Costo de Recuperación vs Precio de Compra de Piezas Nuevas

Para determinar si la recuperación de un componente es más rentable que comprar la pieza nueva, debemos primero calcular los costos de proceso. Luego, realizaremos una comparación con los costos de adquisición o compra de piezas nuevas.

En primer lugar, con base en el Estudio de los Tiempos de Proceso Actual (Ver [Anexo V: Tiempos y Costos de Proceso](#)), estimamos cuanto podrían disminuirse los tiempos con los procedimientos rediseñados. El Proceso Propuesto y el Actual presenta muchas diferencias, ya que han variado algunos subprocesos (algunos de forma significativa y otros no tanto) sobretodo en el orden y forma en que se realizan, pero también, en algunas células han sido eliminadas o reducido operaciones. Por ello, es que en la tabla solo se muestran solo los subprocesos y operaciones correspondientes al Proceso Rediseñado.

Definimos como *tiempos de reparación convencional*, al tiempo que sería equivalente al proceso actual dado que su tiempo medio de cada célula (o mejor dicho, procesamiento de cada componente) es prácticamente muy similar al actual.

En dicho Anexo también están asignados los Costos de Proceso por hora. Estos costos son estimados a partir de los costos actuales de hora hombre y de hora máquina que detallamos en la siguiente página. Es muy probable que estos costos cambien con el tiempo y la utilización de otra maquinaria, aumento de sueldos, entre otros. Sin embargo, en el análisis de costos los supondremos independientes del tiempo con el efecto de establecer una relación de cuanto más económico o caro es un proceso respecto al otro. Inclusive estos costos podrían ser usados como base a futuro al afectarlo por algún índice.

Por último, es necesario reconocer que, si los costos de los nuevos procesos disminuyen, entonces probablemente las proporciones de scrap disminuyan también, dado que será más



barato reparar algunas piezas que antes no era conveniente hacerlo. En este estudio solo se tienen en cuenta las proporciones actuales de scrap. Una vez que este nuevo proceso esté en funcionamiento, deberán evaluarse las mejoras en reducción de scrap.

5.1.1 Definición de Costos de Hora Hombre y Hora Máquina

Costo de Hora Hombre:

Salario de un operario a Jornada Completa = ~\$10.000

Según datos de la UOM, y considerando distintas categorías de operarios, beneficios adicionales y antigüedad.

Horas por mes = 20 d/mes x 8hs/d = 160 hs./mes

Costo de Hora Hombre = \$62.5/h

Estos costos serán considerados en el Sector Productivo para aquellas actividades que no impliquen la utilización de máquinas.

Costo de Hora Máquina:

Los costos de hora máquina tienen que ver con el grado de automatización, e incluyen el costo del tiempo del operario trabajando en la máquina, los insumos y energía utilizados en el proceso, y la compra de repuestos o herramientas para su restitución.

A continuación, mostramos una tabla con la estimación de los costos de hora máquina de cada una de las utilizadas en el proceso:

Tabla: Costo Hora Hombre - Hora Máquina	
Maquinaria	Costo
Hora Hombre	\$ 62,50
Lavadora de Ultrasonido	\$ 35,00
Granalladora	\$ 30,00
Torno	\$ 85,00
Amoladora de Banco	\$ 66,00
Blasting	\$ 72,00
Bruñidora	\$ 75,00
Perforadora de Pie o Taladro	\$ 70,00
Fresa de Banco	\$ 72,00
Balanceadora	\$ 65,00
Rectificadora Universal	\$ 90,00
Rectificadora de Planos	\$ 85,00
Soldadora	\$ 110,00

Esta tabla sirve de base para el cálculo de los costos por proceso del [Anexo V: Tiempos y Costos de Proceso](#). A partir de este anexo, se elabora una tabla resumen de los Costos por Célula de Trabajo, para luego determinar los costos de la reparación.



Se tiene en cuenta que reparar una pieza no solo implica el costo del proceso de control y reparación correspondiente, sino también un costo adicional por el desarme. En la columna de “Proporción del Costo de Desarme del Turbo” se contabiliza cuanto (%) del costo de desarme se asignará en cada componente. También se tiene en cuenta la cantidad de piezas que se procesan y el scrap de cada célula: las piezas listas deberían compensar el costo de aquellas que deben descartarse.

Tabla: Costo de Reparación por Células de Trabajo									
Sector	Proceso	Cap. Proc. Diaria por Operario (Piezas proc./día)	Piezas Procesadas (% por cada 100 turbos a reparar)	Scrap (%)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)	Costo de Proc. por Pieza Lista (incluido desperdicios) (\$/un)	Proporción del Costo de Desarme del Turbo	Costo de Desarme por Pieza (\$/un)	Costo Prom. Unitario de Pieza Recuperada (\$/un)
CT 1 - Válvulas	Control y Recuperación de Válvulas	26,02	70,00%	10,71%	\$ 1.194,35	\$ 19,11	8,00%	\$ 1,37	\$ 20,48
CT 2 - Elementos de Desgaste	Control de Cojinete Axial	144,83	91,00%	14,00%	\$ 263,90	\$ 3,37	1,00%	\$ 0,14	\$ 3,51
	Control de Manguito	91,30	96,00%	12,00%	\$ 441,60	\$ 5,23	1,00%	\$ 0,13	\$ 5,35
	Control de Collar	82,35	97,00%	13,00%	\$ 494,70	\$ 5,86	1,00%	\$ 0,13	\$ 5,99
	Control de Arandela de Desg. de Coj. Radial	168,00	80,00%	15,00%	\$ 200,00	\$ 2,94	1,00%	\$ 0,16	\$ 3,10
	Control de Arandela de Desg. de Coj. Axial	116,67	95,00%	10,00%	\$ 342,00	\$ 4,00	1,00%	\$ 0,13	\$ 4,13
	Control del Separador	80,77	94,00%	11,00%	\$ 488,80	\$ 5,84	1,00%	\$ 0,13	\$ 5,97
	Control de Protección Térmica	78,50	90,00%	16,00%	\$ 475,42	\$ 6,29	2,00%	\$ 0,28	\$ 6,57
	Control de Chapa Deflectora	131,25	90,00%	15,00%	\$ 288,00	\$ 3,76	1,00%	\$ 0,14	\$ 3,91
CT 3 - Placa Trasera	Control y Recuperación de Placa Trasera	29,30	95,00%	16,26%	\$ 1.446,39	\$ 18,18	4,00%	\$ 0,54	\$ 18,72
CT 4 - Rueda Comp.	Control y Recuperación de Rueda Comp.	22,54	92,00%	13,18%	\$ 1.910,75	\$ 23,92	7,00%	\$ 0,94	\$ 24,86
CT 5 - Rueda de Turbina	Control y Recuperación de Rueda de Turb.	15,25	90,00%	14,56%	\$ 2.932,41	\$ 38,13	19,00%	\$ 2,65	\$ 40,79
CT 6 - Carcasa de Admisión	Control y Recuperación de Carc. de Admisión	29,14	93,00%	14,41%	\$ 1.609,15	\$ 20,21	15,00%	\$ 2,02	\$ 22,24
CT 7 - Carcasa de Escape	Control y Recuperación de Carc. de Escape	16,28	97,00%	7,64%	\$ 3.075,15	\$ 34,32	22,00%	\$ 2,64	\$ 36,96
CT 8 - Cuerpo Central	Control y Recuperación del Cuerpo Central	14,26	94,00%	9,53%	\$ 3.332,80	\$ 39,19	15,00%	\$ 1,89	\$ 41,08

Para determinar si recuperar estas piezas es conveniente para la empresa, solicitamos a Diésel Líder, empresa proveedora y socia de Turbolar, una presupuestación de piezas nuevas, con precios de compra por mayor.

Para no entrar en la diversidad de marcas y modelos de turbos, seleccionamos uno en particular: el Turbo KP35 para Eco-Sport.

Las razones de su elección radican en:

- El vehículo Ford Eco-Sport es uno de los más vendidos del 2015 en Argentina, según un artículo del Diario La Nación.
- El turbo asociado es de tamaño mediano, por lo que su reparación es acorde a los tiempos medios calculados.

Fuente: <http://www.lanacion.com.ar/1859570-los-autos-mas-vendidos-de-2015>



Diésel Líder, nos envió un presupuesto con el precio de los turbos (original o alternativo asiático), y de las piezas que lo componen. A continuación, el detalle del Presupuesto:

Tabla: Costo de Piezas por Compras por Mayor - Turbo EcoSport					
Componente	Marca-Modelo y Descripción	Cant. Nec.	Costo Unit (USD)	% del Costo	Aclaración
Carcasas de Escape	-	1	USD 37,00	23,01%	Costo Estimado Nuevo (No se comercializa)
Rueda turbina	KP35 Ecosport/Clio Fund.K418 (5435 120 5006/5015)(OFA)	1	USD 31,17	19,39%	
Carcasas de Admision	-	1	USD 26,00	16,17%	Costo Estimado Nuevo (No se comercializa)
Cuerpo central	KP35 p/Ecosport (5439 151 0007) (Off Factory)	1	USD 17,53	10,90%	
Valvula WG	-	1	USD 15,00	9,33%	Costo Estimado Nuevo (No se comercializa)
Rueda compresora	KP35 Ecosport/C3/206 1,4 (5435 123 2002) (OFA)	1	USD 8,57	5,33%	
Kit des.ax.	KP39 Largo 9.8mm-1 Ranura Collar(04-64)–Arand.(08-36)(OFA)	1	USD 4,76	2,96%	
Placa trasera	KP35 – Espalda bombeo (5435 152 3003) (Off Factory)	1	USD 3,12	1,94%	
Cojinete axial	KP35-KP39 360° Øint. del eje 6.75mm (Off Factory)	1	USD 3,00	1,87%	
Traba para buje	KP35 (espaciador)	1	USD 1,67	1,04%	
Anillo cierre L.C.	10 mm.-1.40 K03-KP35-T15 (Ø 10 mm)	1	USD 1,56	0,97%	
Buje	KP35 (off factory)	2	USD 1,16	0,72%	
Anillo cierre L.T.	394-1.00 RHB3-RHB4-RHB5-TD04-TF035-RHF4-RHF5 (10mm)	2	USD 1,05	0,65%	
Protección térmica	KP35 (5435 165 2000) (Off Factory)	1	USD 0,98	0,61%	
Tuerca eje turbina	KP35 (4 - 0,50 Izq.)	1	USD 0,54	0,34%	
Anillo goma placa trasera	KP35 Øext. 32,5 x 1,78 (silicona)	1	USD 0,37	0,23%	
Tornillo fijación	KP35(3x0,5x12mm)(Placa trasera)Allen-Largo original	2	USD 0,05	0,03%	
Otros Elementos		1	USD 5,00	3,11%	Costo Estimado
Total			USD 160,79	100,00%	
Turbo Original	KKK KP35-1574 (0009) Ecosport /C3 /206 1.4		EUR 343,00		
Turbo Alternativo Asiático	JRONE KP35-1574 (0009) Ecosport /C3 /206 1.4		USD 177,00		

El Kit de Desarme Axial que figura en el Presupuesto incluye varios elementos que generalmente se vende en conjunto.

Los ítems sombreados en gris son los que pretendemos reparar, los cuales representan aproximadamente el 90% del valor del turbo (solo en piezas). De esta manera, podemos justificar el uso de la terminología “piezas críticas” mencionadas anteriormente.

Mostramos a continuación una tabla con las comparaciones entre los costos de reparación promedio actuales y estimadas para el nuevo proceso, y los precios de compra de las piezas nuevas para dicho modelo.



Tabla: Comparación de Costos de Recuperación y Precio de Compra de Piezas Nuevas						
Componente	Costo Prom. Unit. de Pieza Recup. Actual (\$/un)	Costo Prom. Unit. de Pieza Recup. (Nuevo Proceso de Rep.) (\$/un)	Disminución de Costos de Producción (%)	Precio Diesel Lider (Turbo KP35 - EcoSport)	Beneficio de Recuperar la Pieza c/ nuevo Proceso	Beneficio / Costo de Compra (%)
Válvula	\$ 27,63	\$ 20,48	25,87%	\$ 225,00	\$ 204,52	90,90%
Cojinete Axial	\$ 4,26	\$ 3,51	17,53%	\$ 45,00	\$ 41,49	92,20%
Manguito	-	\$ 5,35	-	\$ 71,40	\$ 40,14	56,22%
Collar	-	\$ 5,99	-			
Arandela de Desgaste de Coj. Radial	-	\$ 3,10	-			
Arandela de Desgaste de Coj. Axial	-	\$ 4,13	-			
Separador	-	\$ 5,97	-			
Chapa Deflectora	-	\$ 3,91	-			
Elementos de Fijación	-	\$ 2,82	-			
Protección Térmica	\$ 8,59	\$ 6,57	23,45%	\$ 14,70	\$ 8,13	55,29%
Placa Trasera	\$ 23,01	\$ 18,72	18,65%	\$ 46,80	\$ 28,08	60,00%
Rueda Compresora	\$ 29,63	\$ 24,86	16,10%	\$ 128,55	\$ 103,69	80,66%
Rueda de Turbina	\$ 48,50	\$ 40,79	15,90%	\$ 467,55	\$ 426,76	91,28%
Carcasa de Admisión	\$ 28,61	\$ 22,24	22,28%	\$ 390,00	\$ 367,76	94,30%
Carcasa de Escape	\$ 79,67	\$ 36,96	53,61%	\$ 555,00	\$ 518,04	93,34%
Cuerpo Central	\$ 56,69	\$ 41,08	27,53%	\$ 262,95	\$ 221,87	84,38%

Por un lado, se verifica que el **nuevo proceso reduce los costos de reparación de todas las piezas que se producían hasta ahora.**

Por otro lado, **el nuevo proceso garantiza que cada una de las piezas sea económicamente conveniente repararlas en vez de comprarlas.**

Los márgenes seguramente no serán los mismos para otros modelos de turbos. Aquellos turbos más grandes o con más frecuencia de roturas en sus componentes, seguramente tendrán menos márgenes. Pero también, habrá modelos más pequeños o turbos que solo necesiten una reparación básica (esto es, solo un cambio en los bujes y algunos elementos de desgaste), y por lo tanto mayores márgenes, el cual compense la disminución de los beneficios de los primeros.

Es por esta razón que será necesario contar con un buen proceso de Presupuestación de Turbos.



5.2 Ingresos, Costos e Inversión

5.2.1 Supuestos y consideraciones para la valuación

Se estudia entonces si la inversión que demanda la implementación del proyecto es rentable.

Para ello, tenemos que calcular los flujos de fondos, diferenciando, por un lado, la inversión, que se realiza una sola vez, y, por otro lado, el resultado económico esperado en los años siguientes a la instalación de la nueva nave industrial. Definimos un horizonte del Proyecto a 5 años.

Los ingresos y egresos con los que se trabajarán no incluyen IVA.

El resultado económico lo analizaremos por la diferencia entre lo que se espera conseguir y lo actual. Esto es, solo el detalle de los ahorros o aumentos significativos en costos, y también el aumento de los ingresos.

5.2.2 Procedimiento

Antes de analizar los costos necesitamos estimar la Demanda, y con ello corroboraremos que la Capacidad Productiva de cada sector se encuentra por encima de las proyecciones y objetivos propuestos. Dado esto, podremos establecer los niveles de producción medio de cada año, para así determinar los cambios en los Costos Fijos y Variables, y, por otro lado, podremos estimar la variación de ingresos. Además, es necesario realizar un Presupuesto de todos aquellos ítems adicionales que debemos considerar para la Inversión.

Una vez establecidos todos estos puntos realizaremos el Flujo de Fondos para determinar si el Proyecto es rentable, calculando así la VAN y la TIR. Se complementarán estos cálculos con un breve análisis de los resultados.

5.2.3 Proyección de Demanda

Para la Proyección de Demanda se tomará en consideración los siguientes ítems:

- A- Demanda actual real, mayor a la capacidad productiva: Por un lado, la empresa se encuentra trabajando a más del 100% con horas extra, pero a su vez está perdiendo clientes.
- B- Tendencia del Sector Automotriz en el Mercado Local y Nacional: A pesar de la crisis y la inflación, todavía el sector mantiene una tendencia de crecimiento en las ventas de autos. A su vez, las fábricas se encuentran cada vez más obligadas a incorporar el turbo en los autos como elemento base y ya no como accesorio, a causa de las nuevas regulaciones a nivel mundial en materia de energía y medio ambiente, ya que el turbo permite aumentar la eficiencia del motor y reducir sus efectos contaminantes (se aprovecha mejor la energía brindada por el combustible).
- C- Mejora en el nivel de servicio: El nuevo sistema propuesto permitirá la entrega del turbo de recambio en el acto sin perder la calidad que lo caracteriza, generando así valor agregado al cliente al no perder tiempo (y dinero en un auto que no funciona). Esto se logrará no solo gracias a la independencia entre los procesos de presupuestación, desarme, recuperación de piezas y montaje, sino también a las mejoras en el sistema de gestión de stock que se está desarrollando paralelamente.
- D- Plan de marketing de expansión territorial en provincias y eventualmente en países vecinos: Si bien la mayor proporción de clientes de la empresa son de Córdoba (empresas



y consumidor final), también tiene clientes frecuentes en otras provincias. Como la planta no puede aumentar su producción, los planes y acciones de marketing y difusión específicos no se encuentran en pleno funcionamiento. La idea a futuro es armar un equipo de ventas que recorran las distintas provincias ofreciendo el producto. Este plan de Marketing solo empezará a ejecutarse una vez que la empresa pueda absorber la demanda adicional generada, es decir, con la nueva planta.

Los puntos C y D le permitirán a la empresa incrementar su valor ampliamente, ya que supone un aumento considerable en las ventas, y la entrada a nuevos mercados.

Partiremos de la información de Producción y Ventas de los dos productos estrella de la empresa para estimar una tendencia:

Año	Producción - Ventas Anuales de Turbolar					Proyección y Tendencia		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015 - Actual (Limitada por Cap. Prod)	2015 - Proyectada	Tendencia - Aum. Anual de Ventas de Turbolar (Aprox)
Reparaciones Convencionales	3300	3550	4050	4300	4650	4800	5208	12,00%
Montajes de Conj. Centrales	1200	1350	1800	2000	2300	2400	2990	30,00%

Además, es conveniente saber que el **75% de las ventas** de la empresa son de **clientes locales** y el otro **25% son de clientes de otras provincias** (normalmente empresas agropecuarias o transportistas).

De los gráficos mostrados en el [Capítulo II, Punto 1.1: Situación del País y del Sector Automotriz](#), podemos estimar la tendencia de crecimiento del sector en los últimos años. Estas tasas son:

Crecimiento Anual del Rubro Automotriz (Córdoba) = 17.4%
Crecimiento Anual del Rubro Automotriz (Argentina) = 23.9%

Con esto fijamos algunos objetivos a alcanzar, y estimamos algunos valores:



Tabla: Aumentos de Demanda: Objetivos Propuestos y Estimaciones						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Aclaraciones
Por Tendencia del Sector Automotriz (Córdoba)	15%	15%	15%	14%	12%	Valido para todos los Productos
Por Tendencia del Sector Automotriz (Argentina)	20%	20%	20%	18%	15%	Valido para todos los Productos
Por Mejora en el Nivel de Servicio (Reparaciones)	8%	12%	15%	5%	2%	Valido solo para Reparaciones
Por Mejora en el Nivel de Servicio (Montajes)	3%	4%	5%	2%	1%	Valido solo para Montajes
Estrategia de Marketing: Otras Provincias (Aum de Ventas)	10%	13%	15%	8%	5%	Valido solo para Reparaciones
Estrategia de Marketing: Exportación a Países Vecinos (Aum sobre el Total de Ventas)	0%	1%	2%	5%	10%	Valido solo para Reparaciones

Partimos de que el Año 0, es el momento donde se construye la Fábrica con una demanda prácticamente igual a la actual real y que a su vez sigue produciendo en la planta actual. En el Año 1 la nueva planta ya comienza a funcionar. Entonces, la proyección de demanda es la siguiente:

Demanda Estimada							
Producto		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reparaciones / Montajes	Cant.	5200	5854	6980	8281	9328	10227
	Aum. Anual		12,58%	19,24%	18,64%	12,64%	9,63%
Montajes de Conj. Centrales	Cant.	3000	3283	3768	4271	4719	5096
	Aum. Anual		9,43%	14,77%	13,35%	10,50%	7,99%

5.2.4 Capacidad Productiva y Balance de Células

Calcularemos la Capacidad Productiva de la empresa, para saber si es posible cumplir con las Proyecciones de la Demanda, y así establecer la Proyección de Ventas.

Hay que aclarar que, si bien la empresa tiene varios productos/servicios que ofrece a los clientes, los productos estrellas son el **turboalimentador reconstruido y los Montajes de Conjuntos Centrales**. Como estos productos surgen principalmente del montaje de las piezas, y, si además suponemos que la empresa cuenta con un depósito de piezas listas abastecido a todo momento y para cualquier modelo, entonces la producción estaría principalmente condicionada por el Proceso de Montaje.

Capacidad en Sector de Armado

La empresa ha ido desarrollando y puliendo bastante el Proceso de Montaje de turbocompresores, y es por eso que en este trabajo no hemos analizado y propuesto mejoras para



dicho proceso. En realidad, se esperan tener pequeñas mejoras en la productividad del Sector de Armado a partir de:

- La independencia de Procesos y el Sistema de Gestión de Stock para el abastecimiento de Piezas Lista, esto es, que el sector de montaje ya no debería esperar al sector de recuperación de piezas para empezar o continuar con el montaje.
- El montaje de turbocompresores por lotes de igual modelo. Si bien actualmente el montaje se realiza en lotes, los turbocompresores no son siempre del mismo modelo. En el montaje simultáneo por lotes de modelos iguales se obtiene sinergia, y por lo tanto se reducen los tiempos.
- La implementación del nuevo Sistema de Gestión, que permitirá mostrar el procedimiento técnico de armado del turbo en tiempo real, de modo de estandarizar un poco más el proceso, y de este modo reducir apreciablemente la experiencia del operario (que todavía seguirá siendo importante).

En los últimos dos años, la empresa ha incrementado la exigencia en el Sector de Armado, debido a la necesidad de hacer frente a una mayor demanda, pasando de una **cantidad de montajes de 10 a 12 o 13 turbocompresores por operario por día** (jornada de 8 a 10hs). Como el espacio es limitado, no es posible adicionar más operarios, por ello muchas veces ocurría que los operarios tengan que realizar horas extra para alcanzar estos números.

Para el Montaje de Turbocompresores, si un operario dispone de todas las piezas y herramientas para el montaje de un solo turbo, el tiempo medio de armado es de 32min. Considerando además 3 recreos de 20 min, nos deja entonces una capacidad diaria (8hs) de 13 turbos por operario.

Para el Montaje de Conjuntos Centrales, como el proceso es más corto, por lotes y generalmente con piezas nuevas, el tiempo de montaje medio es de unos 21min. Esto es, una capacidad productiva de 20 turbos (1 lote de 20, o 2 de 10) en una jornada de 8 hs.

Nuestro **objetivo** es que **el operario deje de trabajar horas extra**, y planeamos que con estas mejoras siga montando 12 o 13 turbocompresores por día, de los cuales **10 turbos** serían realizados **por lotes**, y los **3** restantes podrían ser **montaje de reparaciones convencionales o de turbos raros**.

La nueva planta diseñada ahora cuenta con mayor superficie en el Sector de Armado, lo que permitirá disponer de hasta **8 Bancos de Trabajo para montaje**, en donde la cantidad de operarios puede ir variando conforme a la demanda.

Dependiendo de la demanda de ambos productos, es posible usar estos bancos de trabajo para diferentes montajes. Plantearemos según lo proyectado en la demanda, reservar 2 bancos de trabajo para el montaje de turbocompresores o conjuntos centrales nuevos especiales.

Por lo tanto, tenemos una **Capacidad diaria máxima simultánea de montaje** de:

- **60 Montajes de Turbocompresores Reconstruidos por día (~1200/mes);**



- **18 Montajes de Turbocompresores de Reparación Convencional por día (~360/mes); y**
- **25 Montajes de Turbocompresores o Conjuntos Centrales nuevos especiales por día (~500/mes)**

Esto sería aproximadamente un incremento del 200% en la capacidad productiva en Montaje con la nueva planta.

Esto en realidad solo se lograría, si el depósito puede cumplir con la demanda de piezas listas, la cual es abastecida en gran parte por el Sector de Recuperación de Piezas, y el resto por la compra de piezas nuevas.

Capacidad en Sector de Desarme

Dependiendo de la proporción promedio de piezas descartadas de cada componente previo al control en el sector de recuperación de piezas, se puede calcular cuantas piezas deberían ser recuperadas diariamente en cada célula de trabajo.

Una vez que se establezca el funcionamiento normal de la empresa, se supone que se intentará mantener el nivel de stock, esto es balancear la demanda con la cantidad de montajes. Esto quiere decir que, si se venden una determinada cantidad de turbocompresores por mes, van a ingresar por recambio muy probablemente la misma cantidad o menos. Para realizar nuevamente el montaje de estos turbocompresores, las piezas de estos turbos averiados deberán pasar por el sector de recuperación de piezas (a menos que sean descartados en el desarme).

El Sector de Desarmado debería poder desarmar y realizar limpieza de la misma cantidad de turbos que ingresan por recambio. Caso contrario, alguna de estas células de trabajo será el cuello de botella, pues estará limitando la capacidad total de la planta definida, en un principio, por el Sector de Armado.

Para el caso de desarme, se ha establecido como tiempo promedio de desarme manual de turbocompresores en 10 min por operario, y un adicional de 20 min por lotes de 10 para tareas de limpieza, traslado de turbos a la zona de limpieza y puesta a punto de la lavadora de ultrasonido.

Entonces el **promedio de desarme** por lote de 10 turbos es de 2 horas, esto es, casi **40 turbos por día por operario**. Para cumplir con la capacidad necesitaremos entre 2 y 3 operarios en Desarme, para controlar a su vez el Lavado de Ultrasonido de las piezas, colocar las piezas limpias en las cajas, y posibles sustituciones con sus compañeros.



Estos datos de tiempos del Sector de Desarme y Armado, también se muestran en el Estudio de Tiempos en [Anexo V: Tiempos y Costos de Proceso](#), el cuál será la base de cálculo de la capacidad productiva de cada sector.

Tabla: Capacidad Productiva y Balance de Personal										
Sector	Proceso	Cap. Prod. Diaria por Operario	Cant. Máx de Oper. (Limit. Física)	Operarios (Balance)	Cap. Prod. Anual Prop.	Mejora de Productividad (%)	Cap. Prod. Anual Actual	Aum. De Capacidad	Costo de Proc. por turbo c/ Proc. Nuevo (\$/un)	Costo de Proc. por turbo c/ Proc. Actual (\$/un)
Desarme y Limpieza	Desarme y Limpieza de Turbocompresores	38,39	4	2,03	18720	26,08%			\$ 10,74	\$ 14,52
Armado	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	10,00	8	6,00	14400	4,48%	4800	290,00%	\$ 33,33	-
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	3,00			4320	-			\$ 34,90	\$ 34,90
	Montaje de Conjuntos Centrales Especiales	20,00			2,00	9600			4,55%	2400
Equilibrado	Equilibrado	52,50	3	2,25	28320	0,00%			\$ 14,48	\$ 14,48
Packaging	Empaque de Turbos	84,00	2	1,40	28320	16,67%			\$ 8,57	\$ 10,29

A continuación, mostramos un resumen de la Capacidad Productiva, el cuál surge de determinar la cantidad de operarios necesarios en cada sector para lograr un balance en la producción.

A modo de ejemplo, en la tabla se puede observar que en Desarme se necesitarían 2,03 operarios si pretendemos cumplir con el objetivo de realizar el montaje de 18720 turbos (14400 turbos reconstruidos, y 4320 turbos de reparación tradicional). A su vez, en Equilibrado se necesitarían 2,25 operarios si pretendemos lograr el equilibrado de 28320 turbos (18720 turbos completos, y 9600 conjuntos centrales).

De estos sectores notamos que el limitante es el de Montaje, pues sus dimensiones limitan la cantidad de puestos, y por lo tanto de operarios que pueden trabajar en el lugar.

Capacidad en Sector de Recuperación de Piezas

El cálculo de la Capacidad de este sector es un poco más complicado. En este no solo interviene la capacidad diaria de procesamiento, sino la cantidad procesada (% de los turbos desarmados) y el scrap al finalizar el proceso.

Por un lado, tendremos la capacidad de producción real de piezas listas, el cual considera las pérdidas por scrap, y por el otro lado tendremos el equivalente en turbos desarmados, el cual surge de dividir la capacidad real por la proporción de piezas procesadas para 100 turbos a reparar (desarmados).



Para el balanceo de la producción en las células de trabajo, tendremos que igualar la capacidad planteada de montaje con los Turbos Procesados Equivalentes, ya que estas serán la cantidad de piezas promedio que ingresarán a cada una de ellas.

Tabla: Capacidad Productiva y Balance de Personal - Recup. De Piezas

Sector	Proceso	Cap. Proc. Diaria por Operario (Piezas proc/día)	Cant. Máx de Oper. (Limit. Física por Diseño de la Celula)	Piezas Procesadas (% por cada 100 turbos a reparar)	Scrap (%)	Balance de Operarios por Componente	Balance de Operarios por Sector	Cap. Prod. Anual según Balance (Piezas Listas/año)	Turbo Proc. Equiv. (un)	Turbo Proc. Equiv. Según Cap. Máx. (un)	Capacidad Ociosa (un)
CT 1 - Válvulas	Control y Recuperación de Válvulas	26,02	4	70,00%	10,71%	2,35	2,35	13104	18720	31861	67,90%
CT 2 - Elementos de Desgaste	Control de Cojinete Axial	144,83	5	91,00%	14,00%	0,57	6,81	17035	18720	13744	25,59%
	Control de Manguito	91,30		96,00%	12,00%	0,93		17971	18720	13744	25,59%
	Control de Collar	82,35		97,00%	13,00%	1,06		18158	18720	13744	25,59%
	Control de Arandela de Desg. de Coj. Radial	168,00		80,00%	15,00%	0,44		14976	18720	13744	25,59%
	Control de Arandela de Desg. de Coj. Axial	116,67		95,00%	10,00%	0,71		17784	18720	13744	25,59%
	Control del Separador	80,77		94,00%	11,00%	1,02		17597	18720	13744	25,59%
	Control de Protección Térmica	78,50		90,00%	16,00%	1,06		16848	18720	13744	25,59%
	Control de Chapa Deflectora	131,25		90,00%	15,00%	0,63		16848	18720	13744	25,59%
Control de Elementos de Fijación	175,00	80,00%	10,00%	0,40	14976	18720	13744	25,59%			
CT 3 - Placa Trasera	Control y Recuperación de Placa Trasera	29,30	5	95,00%	16,26%	3,02	3,02	17784	18720	30992	67,00%
CT 4 - Rueda Comp.	Control y Recuperación de Rueda Comp.	22,54	3	92,00%	13,18%	3,67	3,67	17222	18720	15312	33,21%
CT 5 - Rueda de Turbina	Control y Recuperación de Rueda de Turb.	15,25	5	90,00%	14,56%	5,39	5,39	16848	18720	17377	41,15%
CT 6 - Carcasa de Admisión	Control y Recuperación de Carc. de Admisión	29,14	4	93,00%	14,41%	2,91	3,50	17410	18720	21394	52,20%
CT 7 - Carcasa de Escape	Control y Recuperación de Carc. de Escape	16,28	5	97,00%	7,64%	5,03	5,03	18158	18720	18604	45,03%
CT 8 - Cuerpo Central	Control y Recuperación del Cuerpo Central	14,26	5	94,00%	9,53%	5,68	5,68	17597	18720	16470	37,90%

Alertamos que con el diseño planteado de **las Células de Trabajo 2, 4, 5, 7 y 8**, no se podría alcanzar una producción de 18720 turbos anuales equivalentes, dado que faltarían puestos de trabajo.

Sin embargo, antes de hacer cualquier modificación, debemos remitirnos a la proyección de demanda de los próximos años (anteriormente mostrada). La proyección a 5 años muestra que, la demanda máxima anual rondaría los 10250 turbos, esto es, el 55% de la capacidad productiva que estamos planteando, y en ese caso, el personal necesario para esa producción se reduciría casi a la mitad. La penúltima columna, refleja la cantidad de turbos equivalentes procesados si cada célula trabajara con la máxima cantidad de operarios.

De esta manera, es posible producir un equivalente a 10250 turbos con un margen considerable de producción ociosa: 17.7% como mínimo para la Célula de Trabajo 2, la cuál es la más crítica (pero menos relevante en cuestión de ahorro de costos).

En caso de que, por motivos extraordinarios, como un cambio en la proyección de venta, nuevos contratos, entre otros, se desee aumentar la producción a por encima de los 12600 turbos será necesario recurrir a un rediseño de la célula de trabajo 2 (seguramente consistirá en agregar 1 banco de control adicional). Por encima de una producción de 15300 turbos, deberá rediseñarse la célula de trabajo 4.



Eventualmente para ir aumentando la capacidad de fábrica, serán necesario ciertos rediseños en las células de trabajo que permitan aumentar la cantidad de puestos. Por el momento hay bastante espacio no utilizado (un 15% aprox.) en este sector como para incorporar nueva maquinaria y/o bancos de control. Sin embargo, si las pretensiones son mayores, será necesario una ampliación de la nave industrial.

5.2.5 Cambios en los Costos Variables Unitarios

Los **Ahorros de Costos Variables**, son el resultado de las mejoras del Proceso, esto es la suma de lo siguiente:

- Ahorro en costos de mano de obra, tiempo y energía en procesos innecesarios: El cambio en el orden de algunos procesos (sobre todo de limpieza) permite dejar de realizar procesos innecesarios a aquellas piezas que no son factibles de recuperar (esto es, se ahorra en dichos procesos con base en la proporción de las piezas que se descartan).
- Ahorro por aumento de productividad: a partir del diseño propuesto de cada una de las nuevas células de trabajo, se logra una disminución en los tiempos de reparación (menor movimiento de materiales entre los puestos de trabajo; procesos por lotes; continuidad de procesos y disminución de tiempos de espera de subprocesos; mejora en la motivación de los operarios dado una mejora en las condiciones de trabajo). Esto se traducen en: posibilidad de aumento de producción (para misma cantidad de horas trabajadas) o disminución de horas hombre de trabajo (para misma cantidad de producción diaria).
- Reducción de los tiempos de espera, dada la independencia entre las células de trabajo en el área de recuperación de piezas, así como también la de los depósitos con los otros sectores (desarme, recuperación de piezas y armado).

Como el proceso diseñado no está en marcha, no podemos evaluar las mejoras por reducción de scrap o en tiempos de espera, pero será importante tener en cuenta que, si hay disminución de costos, entonces seguramente será posible reducir el scrap. A su vez, esto reduciría los costos de reparación de piezas (dado que la absorción de los costos de procesar piezas de scrap sería menor), y también permitiría disminuir los costos de compra de piezas nuevas. Sin embargo, esta reducción de scrap no será contemplada a los fines prácticos.

Para calcular los ahorros mencionados respecto a los productos de la empresa, será necesario detallar todos los costos y ahorros de los componentes reparados y comprados, y los procesos.

Para la reparación de piezas, tomaremos como ahorro de recuperación de piezas, al Factor de Mejora de Productividad de la tabla del [Anexo V: Tiempos y Costos de Proceso](#). De esta manera obtendremos los costos ahorrados de procesar cada pieza.

Por otro lado, se tendrán en cuenta en los costos de las piezas nuevas que se deberían comprar para compensar las piezas descartadas en el sector de limpieza y recuperación.

Por último, se deberán sumar los costos de los procesos de desarmado, montaje, equilibrado y packaging, y con ello quedará definido el ahorro de costos por producto.

Aquí volvemos a recalcar la existencia de muchos modelos y marcas de turbos, por lo que fijar costos medios no es tarea sencilla, dado que las reparaciones son todas diferentes y a su vez los modelos más reparados van cambiando con el tiempo.



Por dicha razón, se toma como referencia al Turbo Modelo KP35 para Eco-Sport.

En la tabla de la siguiente página se encuentran detallados estos costos. En las primeras columnas se encuentran los costos de reparación (actuales y estimados para el nuevo proceso) y los de compra de piezas nuevas de todos los componentes del turbo KP35, los cuales han sido mostrados anteriormente.

Para poder hacer una valuación de los costos del turbo, se han planteado 3 situaciones o alternativas que tienen que ver con la proporción de utilización de piezas nuevas:

Situación 1: Corresponde a la **reparación tradicional**, o bien, al montaje de un Turbocompresor con piezas reparadas en promedio, cualquiera sea su estado inicial. Esto es, que se toman los promedios de reparación para su cálculo. El costo de cada pieza está compuesto por dos partes, la primera corresponde al “costo de compra de piezas nuevas”, correspondiente al porcentaje promedio de piezas que no se reparan por scrap, y la segunda corresponde al costo de reparación de la pieza, en función de la proporción de piezas reparadas.

Situación 2: Corresponde al **montaje de un Turbocompresor** (ya sea completo o solo el conjunto central) **con todas sus piezas nuevas**. Esta situación es aplicable para el **Montaje de Conjuntos Centrales**, o bien, para los casos donde la **Reparación es Total** (la mayor parte de sus piezas críticas están en mal estado). Ya sea que se repara la pieza o bien si se hace un recambio, el máximo costo que podría alcanzar cada componente para la reparación será equivalente al de la compra de una pieza nueva, de lo contrario la empresa estaría perdiendo dinero.

Situación 3: Corresponde al **montaje de un Turbocompresor con sus piezas reparadas**. Es aplicable también para el tipo de **Reparación Básica** (reparación de mantenimiento de un turbo, en la cual se ha determinado en el Proceso de Presupuestación, que las piezas críticas están relativamente en buen estado y que, por lo tanto, solo será necesario realizarles un proceso de control y eventualmente algunas reparaciones, pero no se descartarán). El costo de las piezas que se reparan estará asociado solo al costo de reparación medio, por lo que no tendrá costos por compra de piezas nuevas alternativas.

Como se podrá ver, cada una de estas situaciones presenta a su vez dos casos, A y B, correspondientes al Proceso actual y lo estimado con el nuevo proyecto.



Tabla: Costo de Turbo KP35 - Distintas Alternativas

Item	Componente	Costo Transf. Recup. de Piezas c/ Proc. Actual (\$/un)	Costo Transf. Recup. de Piezas c/ Proc. Propuesto	Costo Compra de Piezas Nuevas - Diesel Líder (\$/un)	Cantidad Nec para Montaje del Turbo	Piezas Reparadas cada 100 Turbos (%)		Sit 1 (Reparación Promedio)						Sit 2 (Montaje c/ Piezas Nuevas Alternativas)
						Proc. Actual	Proc. Propuesto	A - Proc. Actual			B - Proc. Propuesto			
								Costo de Compra de Piezas Nuevas	Costo de Transf.	Subtotal	Costo de Compra de Piezas Nuevas	Costo de Transf.	Subtotal	
	Cojinete Axial	\$ 4,26	\$ 3,51	\$ 45,00	1,00	78,26%	78,26%	\$ 9,78	\$ 3,33	\$ 13,11	\$ 9,78	\$ 2,75	\$ 12,53	\$ 45,00
	Manguito	-	\$ 5,35	\$ 71,40	1,00	0,00%	84,48%	\$ 71,40	\$ 0,00	\$ 71,40	\$ 14,84	\$ 4,52	\$ 7,18	\$ 71,40
	Collar	-	\$ 5,99		1,00	0,00%	84,39%		\$ 0,00			\$ 5,05	\$ 8,03	
	Arandela de Desgaste de Coj. Radial	-	\$ 3,10		1,00	0,00%	68,00%		\$ 0,00			\$ 2,11	\$ 3,35	
	Arandela de Desgaste de Coj. Axial	-	\$ 4,13		1,00	0,00%	85,50%		\$ 0,00			\$ 3,53	\$ 5,60	
	Separador	-	\$ 5,97		1,00	0,00%	83,66%		\$ 0,00			\$ 5,00	\$ 7,93	
	Chapa Deflectora	-	\$ 3,91		1,00	0,00%	76,50%		\$ 0,00			\$ 2,99	\$ 4,74	
	Elementos de Fijación	-	\$ 2,82		1,00	0,00%	72,00%		\$ 0,00			\$ 2,03	\$ 3,22	
	Protección Térmica	\$ 8,59	\$ 6,57		\$ 14,70	1,00	75,60%		75,60%			\$ 3,59	\$ 6,49	
	Placa Trasera	\$ 23,01	\$ 18,72	\$ 46,80	1,00	79,55%	79,55%	\$ 9,57	\$ 18,31	\$ 27,88	\$ 9,57	\$ 14,89	\$ 24,46	\$ 46,80
	Rueda Compresora	\$ 29,63	\$ 24,86	\$ 128,55	1,00	79,87%	79,87%	\$ 25,88	\$ 23,67	\$ 49,55	\$ 25,88	\$ 19,86	\$ 45,74	\$ 128,55
	Rueda de Turbina	\$ 48,50	\$ 40,79	\$ 467,55	1,00	76,90%	76,90%	\$ 108,00	\$ 37,29	\$ 145,30	\$ 108,00	\$ 31,36	\$ 139,37	\$ 467,55
	Cuerpo Central	\$ 56,69	\$ 41,08	\$ 262,95	1,00	85,04%	85,04%	\$ 39,34	\$ 48,21	\$ 87,55	\$ 39,34	\$ 34,94	\$ 74,28	\$ 262,95
	Traba para buje	-	-	\$ 25,05	1,00	0,00%	0,00%	\$ 25,05	\$ 0,00	\$ 25,05	\$ 25,05	\$ 0,00	\$ 25,05	\$ 25,05
	Anillo cierre L.C.	-	-	\$ 23,40	1,00	0,00%	0,00%	\$ 23,40	\$ 0,00	\$ 23,40	\$ 23,40	\$ 0,00	\$ 23,40	\$ 23,40
	Buje	-	-	\$ 17,40	2,00	0,00%	0,00%	\$ 34,80	\$ 0,00	\$ 34,80	\$ 34,80	\$ 0,00	\$ 34,80	\$ 34,80
	Anillo cierre L.T.	-	-	\$ 15,75	2,00	0,00%	0,00%	\$ 31,50	\$ 0,00	\$ 31,50	\$ 31,50	\$ 0,00	\$ 31,50	\$ 31,50
	Tuerca eje turbina	-	-	\$ 8,10	1,00	0,00%	0,00%	\$ 8,10	\$ 0,00	\$ 8,10	\$ 8,10	\$ 0,00	\$ 8,10	\$ 8,10
	Anillo goma placa trasera	-	-	\$ 5,55	1,00	0,00%	0,00%	\$ 5,55	\$ 0,00	\$ 5,55	\$ 5,55	\$ 0,00	\$ 5,55	\$ 5,55
	Tornillo fijación	-	-	\$ 0,75	2,00	0,00%	0,00%	\$ 1,50	\$ 0,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 0,00	\$ 1,50	\$ 1,50
1	Piezas del Conjunto Central				Subtotal			397,46	137,31	534,76	340,90	133,99	474,89	1.166,85
	Válvula	\$ 27,63	\$ 20,48	\$ 225,00	1,00	62,50%	62,50%	\$ 84,38	\$ 17,27	\$ 101,65	\$ 84,38	\$ 12,80	\$ 97,18	\$ 225,00
	Carcasa de Admisión	\$ 28,61	\$ 22,24	\$ 390,00	1,00	79,60%	79,60%	\$ 79,55	\$ 22,78	\$ 102,33	\$ 79,55	\$ 17,70	\$ 97,26	\$ 390,00
	Carcasa de Escape	\$ 79,67	\$ 36,96	\$ 555,00	1,00	89,59%	89,59%	\$ 57,78	\$ 71,37	\$ 129,15	\$ 57,78	\$ 33,11	\$ 90,89	\$ 555,00
2	Piezas Externas al Conjunto Central				Subtotal			\$ 221,70	\$ 111,42	\$ 333,12	\$ 221,70	\$ 63,62	\$ 285,32	\$ 1.170,00
3	Otros Elementos	-	-	\$ 75,00	1,00	0,00%	0,00%	\$ 75,00	\$ 0,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 0,00	\$ 75,00	\$ 75,00



Tabla: Costo de Turbo KP35 - Distintas Alternativas

Item	Componente	Costo Transf. Recup. de Piezas c/ Proc. Actual (\$/un)	Costo Transf. Recup. de Piezas c/ Proc. Propuesto	Costo Compra de Piezas Nuevas - Diesel Líder (\$/un)	Cantidad Nec para Montaje del Turbo	Piezas Reparadas cada 100 Turbos (%)		Sit 3 (Reparación Básica)					
						Proc. Actual	Proc. Propuesto	A - Proc. Actual			B - Proc. Propuesto		
								Costo de Compra de Piezas Nuevas	Costo de Transf.	Subtotal	Costo de Compra de Piezas Nuevas	Costo de Transf.	Subtotal
	Cojinete Axial	\$ 4,26	\$ 3,51	\$ 45,00	1,00	78,26%	78,26%	\$ 0,00	\$ 4,26	\$ 4,26	\$ 0,00	\$ 3,51	\$ 3,51
	Manguito	-	\$ 5,35	\$ 71,40	1,00	0,00%	84,48%	\$ 71,40	\$ 0,00	\$ 71,40	\$ 0,00	\$ 5,35	\$ 5,35
	Collar	-	\$ 5,99		1,00	0,00%	84,39%		\$ 0,00			\$ 5,99	\$ 5,99
	Arandela de Desgaste de Coj. Radial	-	\$ 3,10		1,00	0,00%	68,00%		\$ 0,00			\$ 3,10	\$ 3,10
	Arandela de Desgaste de Coj. Axial	-	\$ 4,13		1,00	0,00%	85,50%		\$ 0,00			\$ 4,13	\$ 4,13
	Separador	-	\$ 5,97		1,00	0,00%	83,66%		\$ 0,00			\$ 5,97	\$ 5,97
	Chapa Deflectora	-	\$ 3,91		1,00	0,00%	76,50%		\$ 0,00			\$ 3,91	\$ 3,91
	Elementos de Fijación	-	\$ 2,82		1,00	0,00%	72,00%		\$ 0,00			\$ 2,82	\$ 2,82
	Protección Térmica	\$ 8,59	\$ 6,57		\$ 14,70	1,00	75,60%		75,60%			\$ 0,00	\$ 8,59
	Placa Trasera	\$ 23,01	\$ 18,72	\$ 46,80	1,00	79,55%	79,55%	\$ 0,00	\$ 23,01	\$ 23,01	\$ 0,00	\$ 18,72	\$ 18,72
	Rueda Compresora	\$ 29,63	\$ 24,86	\$ 128,55	1,00	79,87%	79,87%	\$ 0,00	\$ 29,63	\$ 29,63	\$ 0,00	\$ 24,86	\$ 24,86
	Rueda de Turbina	\$ 48,50	\$ 40,79	\$ 467,55	1,00	76,90%	76,90%	\$ 0,00	\$ 48,50	\$ 48,50	\$ 0,00	\$ 40,79	\$ 40,79
	Cuerpo Central	\$ 56,69	\$ 41,08	\$ 262,95	1,00	85,04%	85,04%	\$ 0,00	\$ 56,69	\$ 56,69	\$ 0,00	\$ 41,08	\$ 41,08
	Traba para buje	-	-	\$ 25,05	1,00	0,00%	0,00%	\$ 25,05	\$ 0,00	\$ 25,05	\$ 25,05	\$ 0,00	\$ 25,05
	Anillo cierre L.C.	-	-	\$ 23,40	1,00	0,00%	0,00%	\$ 23,40	\$ 0,00	\$ 23,40	\$ 23,40	\$ 0,00	\$ 23,40
	Buje	-	-	\$ 17,40	2,00	0,00%	0,00%	\$ 34,80	\$ 0,00	\$ 34,80	\$ 34,80	\$ 0,00	\$ 34,80
	Anillo cierre L.T.	-	-	\$ 15,75	2,00	0,00%	0,00%	\$ 31,50	\$ 0,00	\$ 31,50	\$ 31,50	\$ 0,00	\$ 31,50
	Tuerca eje turbina	-	-	\$ 8,10	1,00	0,00%	0,00%	\$ 8,10	\$ 0,00	\$ 8,10	\$ 8,10	\$ 0,00	\$ 8,10
	Anillo goma placa trasera	-	-	\$ 5,55	1,00	0,00%	0,00%	\$ 5,55	\$ 0,00	\$ 5,55	\$ 5,55	\$ 0,00	\$ 5,55
	Tornillo fijación	-	-	\$ 0,75	2,00	0,00%	0,00%	\$ 1,50	\$ 0,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 0,00	\$ 1,50
1	Piezas del Conjunto Central				Subtotal			201,30	170,68	371,98	129,90	166,80	296,70
	Válvula	\$ 27,63	\$ 20,48	\$ 225,00	1,00	62,50%	62,50%	\$ 0,00	\$ 27,63	\$ 27,63	\$ 0,00	\$ 20,48	\$ 20,48
	Carcasa de Admisión	\$ 28,61	\$ 22,24	\$ 390,00	1,00	79,60%	79,60%	\$ 0,00	\$ 28,61	\$ 28,61	\$ 0,00	\$ 22,24	\$ 22,24
	Carcasa de Escape	\$ 79,67	\$ 36,96	\$ 555,00	1,00	89,59%	89,59%	\$ 0,00	\$ 79,67	\$ 79,67	\$ 0,00	\$ 36,96	\$ 36,96
2	Piezas Externas al Conjunto Central				Subtotal			\$ 0,00	\$ 135,91	\$ 135,91	\$ 0,00	\$ 79,68	\$ 79,68
3	Otros Elementos	-	-	\$ 75,00	1,00	0,00%	0,00%	\$ 75,00	\$ 0,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 0,00	\$ 75,00



Notar que en la tabla anterior los costos de piezas nuevas en el Proc. Actual y el Propuesto de la Situación 2 son los mismos. Es por ello que se detalla en una sola columna.

Por otro lado, los Costos de Transformación de los otros Procesos estimados son:

Item	Proceso	Costo de Transformación		Ahorro de Costos (\$/un)	Ahorro de Costos (%)
		Proc. Actual	Proc. Propuesto		
4	Montaje de Turbocompresores	\$ 34,90	\$ 33,33	\$ 1,56	4,48%
5	Montaje de Conjuntos Centrales	\$ 22,92	\$ 21,88	\$ 1,04	4,55%
6	Equilibrado	\$ 14,48	\$ 14,48	\$ 0,00	0,00%
7	Packaging	\$ 10,29	\$ 8,57	\$ 1,71	16,67%

Teniendo en cuenta la composición de Piezas y Procesos que conforman los distintos Productos que brinda la empresa (la cual se muestra en la siguiente Tabla), se suman los costos respectivos de producción para luego determinar los ahorros (ver Tabla de la siguiente página).

Productos y Servicios que brinda Turbolar					
Items		Montaje de Turbos Nuevos	Reparación Promedio de Turbos	Reparación Básica de Turbos	Montaje de Conj. Centrales Nuevos
Piezas	1 - Piezas del Conj. Central	Nuevas (Situación 2)	Reparadas y Nuevas (Situación 1)	Reparadas (Situación 3)	Nuevas (Situación 2)
	2 - Piezas Externas al Conj. Central	Nuevas (Situación 2)	Reparadas y Nuevas (Situación 1)	Reparadas (Situación 3)	No
	3 - Otros Elementos	Nuevas	Nuevas	Nuevas	Nuevas
Procesos	4 - Montaje de Turbocompresores	Si	Si	Si	No
	5 - Montaje de Conj. Centrales	No	No	No	Si
	6 - Equilibrado	Si	Si	Si	Si
	7 - Packaging	Si	Si	Si	Si



Tabla: Costos Variables del Turbo KP35 - Alternativas											
Producto	Items Contabilizados	A - Proceso Actual			B - Proceso Propuesto			Ahorro por Implementación del Proyecto en:			
		Costo de Compra de Piezas Nuevas	Costo de Transf.	Costo de Mat. Prima / Costo Total	Costo de Compra de Piezas Nuevas	Costo de Transf.	Costo de Mat. Prima / Costo Total	Costo de Compra de Piezas Nuevas (\$)	Costo de Transf. (\$)	Costo de Compra de Piezas Nuevas (%)	Costo de Transf. (%)
Turbo KP35 Completo (c/ Piezas Nuevas)	1, 2, 3, 4, 6, 7 (Sit 2)	\$ 2.411,85	\$ 59,66	97,59%	\$ 2.411,85	\$ 56,38	97,72%	\$ 0,00	\$ 3,28	0,00%	5,49%
	Costo Variable Unitario	\$ 2.471,51			\$ 2.468,23			\$ 3,28		0,13%	
Turbo KP35 Completo - Reparación Promedio	1, 2, 3, 4, 6, 7 (Sit 1)	\$ 694,16	\$ 308,38	69,24%	\$ 637,60	\$ 253,99	71,51%	\$ 56,56	\$ 54,39	8,15%	17,64%
	Costo Variable Unitario	\$ 1.002,55			\$ 891,59			\$ 110,95		11,07%	
Turbo KP35 Completo - Reparación Básica	1, 2, 3, 4, 6, 7 (Sit 3)	\$ 276,30	\$ 366,25	43,00%	\$ 204,90	\$ 302,86	40,35%	\$ 71,40	\$ 63,39	25,84%	17,31%
	Costo Variable Unitario	\$ 642,55			\$ 507,76			\$ 134,79		20,98%	
Conj Central del Turbo KP35 (c/ Piezas Nuevas)	1, 3, 5, 6, 7 (Sit 2)	\$ 1.241,85	\$ 47,68	96,30%	\$ 1.241,85	\$ 44,92	96,51%	\$ 0,00	\$ 2,76	0,00%	5,78%
	Costo Variable Unitario	\$ 1.289,53			\$ 1.286,77			\$ 2,76		0,21%	

En la columna “Ítems Contabilizados” se encuentran enumerados todos los componentes y procesos que forman parte de cada producto para evitar confusiones.

5.2.6 Estimación de la variación de Ingresos

Los **aumentos en los ingresos** están ligados principalmente al aumento de las ventas. Para determinar este aumento es necesario saber:

- La proyección de Demanda;
- El precio de venta estimado de los productos;
- La Política de Descuentos por dejar el turbo para reparación o recambio.

El establecimiento del precio de los productos y servicios de la empresa puede depender de muchos factores, pero principalmente está relacionado con los costos de la empresa y la curva de demanda, pues el mercado es oligopolístico, y en consecuencia se tiene cierta libertad para fijarlo.

Para este trabajo no realizamos ningún análisis microeconómico, aunque será conveniente hacerlo para determinar no solo el mejor precio sino el nivel de producción óptimo que permita a la empresa maximizar el beneficio. Por el momento, supondremos que los precios base al cliente de los años próximos se mantendrán iguales a los actuales (como se verá más adelante), a pesar de reducir el costo. Nos limitaremos entonces a calcular el Mark-Up para cada producto de la empresa, partiendo del costo variable actual medio de la reparación de un turbo (o del montaje del conjunto central), el precio actual y sus descuentos asociados, luego se establecerán algunas relaciones. Estos márgenes obtenidos, serán generalizados a otros modelos de turbos para poder determinar el ingreso.

Los descuentos se fijan de acuerdo a la Política de Descuentos de la Empresa, los cuales dependen del tipo de reparación que se le hará al turbo, y la frecuencia.

La Política de Descuentos actualmente vigente se aplica para aquellos clientes que dejan su turbo para reparación, y queremos extenderla al recambio de turbos con la introducción del Nuevo Sistema de Producción.

Estos descuentos parten de un Precio Base al Cliente, y su porcentaje varía en función del tipo de reparación Presupuestada, esto es, del estado del turbo que el cliente ha dejado.

El Precio Base al cuál se aplican los descuentos por reparación o recambio corresponde al Precio que la empresa define para el Montaje del mismo Modelo de Turbo con Piezas Nuevas.



La determinación del precio no es arbitraria, sino que depende, por un lado, de los costos variables y fijos, y por el otro lado, del precio fijado por la competencia. Como no sabemos los Costos Fijos actuales de la empresa, partiremos de los Costos Variables y el Precio Actual.

La Política de Descuentos a Clientes se encuentran enumeradas en la siguiente tabla.

Tabla: Política de Descuentos según Tipo de Reparación Presupuestada				
Código	Tipo de Reparación	Observaciones	Descuento	Frecuencia
RB2	Reparación Básica (o de Mantenimiento)	Recambio de los Elementos de Desgaste.	40,00%	33,00%
RT	RB2 + Rep. de Rueda de Turbina	Si la Rueda de Turbina se encuentra en mal estado.	25,00%	18,00%
RS	RB2 + Rep. de Rueda Compresora	Si la Rueda Compresora se encuentra en mal estado.	30,00%	16,00%
RSA	RS + Rep. De Carcasa de Admisión	Si la Rueda Compresora y la Carcasa de Admisión se encuentran en mal estado.	25,00%	14,00%
RST	RB2 + Rep. Rueda Compresora y de Turbina	Si la Rueda Compresora y la Rueda de Turbina se encuentran en mal Estado.	20,00%	11,00%
RCC	Reparación del Conj. Central	Si el Cuerpo Central, Placa Trasera y Ruedas Compresora y de Turbina se encuentran en mal estado.	15,00%	6,00%
RC	Reparación Completa	Cuando el Turbo está destruido, esto es, las piezas críticas necesitan de reparación o recambio. Sobre todo cuando la Carcasa de Escape está rota o fisurada.	10,00%	2,00%
Descuento Promedio			29,30%	

A continuación, se muestra una tabla con el Costo Unitario por Producto, el Precio y el Mark-up asociado.

Tabla: Costo, Precio y Mark-up Actual de Rep. Total - Turbo KP35									
Producto	Costo Variable Proc. Actual (\$/un)	Costo Variable Proc. Propuesto (\$/un)	Ahorro de Costos (%)	Precio Proveedor Diesel Lider (por Cantidad)	Precio Base al Cliente (\$/un)	Descuento por recambio	Precio c/ descuento	Mark-up (%)	Precio Competencia (Mercado Libre)
Turbo KP35 - Turbo Original				\$ 5.831,00	\$ 9.000,00	0,00%	\$ 9.000,00	54,35%	\$ 12.900,00
Turbo KP35 - Turbo Asiático				\$ 2.655,00	\$ 6.000,00	0,00%	\$ 6.000,00	125,99%	
Turbo KP35 (c/ Piezas Nuevas)	\$ 2.471,51	\$ 2.468,23	0,13%		\$ 4.800,00	0,00%	\$ 4.800,00	94,21%	
Turbo KP35 - Reparación Promedio	\$ 1.002,55	\$ 891,59	11,07%		\$ 4.800,00	29,30%	\$ 3.393,60	238,50%	
Turbo KP35 - Reparación Básica	\$ 642,55	\$ 507,76	20,98%		\$ 4.800,00	40,00%	\$ 2.880,00	348,21%	
Conjunto Central Turbo KP35 (c/ Piezas Nuevas)	\$ 1.289,53	\$ 1.286,77	0,21%		\$ 2.500,00	0,00%	\$ 2.500,00	93,87%	\$ 4.200,00

De esta tabla, podemos sacar algunas relaciones, que, si bien pertenecen al Turbo KP35, se pueden aplicar al resto de los turbos en general con gran aproximación:

- Un Turbo Original le puede costar al cliente de la empresa más del doble que un turbo armado con piezas alternativas.
- Realizar el Montaje de un Turbo con piezas alternativas nuevas le cuesta a la empresa alrededor de un 7% menos que comprar un Turbo asiático.
- Los turbos a los que se realizan reparaciones básicas son los menos costosos para la empresa, y a su vez, los que mayor margen de contribución aportan (aprox. 350%).



- Las reparaciones en promedio, incluyendo los descuentos, permiten obtener un margen de contribución promedio que es mayor al doble que para montaje de conjuntos centrales o turbos con piezas nuevas alternativas.
- La diferencia en el costo de Montaje de Conjuntos Centrales y Turbos con piezas nuevas para el Proceso Propuesto no es muy significativa respecto a los costos actuales.
- Para el montaje de turbos con piezas reparadas por la empresa, el ahorro de costos con el proceso propuesto es de casi 15% en promedio.

Para la elaboración de la Proyección de Ingresos, se tendrá en cuenta la Demanda Proyectada para los años posteriores a la puesta en marcha de la nueva planta industrial, y el precio propuesto de los productos (el mismo precio base que el actual).

Producto	Precio Unitario Medio	Descuento por Recambio	Costo Variable Proc. Actual (\$/un)	Costo Variable Nuevo Proc. (\$/un)
Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	\$ 5.280,00	29,30%	-	\$ 856,64
Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	\$ 4.800,00	29,30%	\$ 1.002,55	\$ 1.002,55
Montaje de Conjuntos Centrales Especiales	\$ 2.500,00	0,00%	\$ 1.289,53	\$ 1.286,77

Aquí se puede observar algunas diferencias en el Precio y Costo, respecto a la tabla anterior:

- Planteamos que la Venta de un Turbocompresor Reconstruido es casi de entrega inmediata (y ya no de 2 o 3 días), por lo que este servicio al cliente podría ser considerado, por un lado, como ventaja competitiva, y por el otro lado, como una oportunidad para incrementar el precio. Fijamos un incremento del 10% sobre el precio de la reparación nominal. Sin embargo, los descuentos se mantienen.
- La reparación de un turbo no se hace actualmente por el Método del Turboalimentador Reconstruido, es por eso que actualmente no tiene un costo variable asociado.
- Aún con el nuevo diseño de planta, y método de producción, no será posible desprenderse al 100% del método tradicional de reparación. Para aquellas reparaciones tradicionales, los tiempos de procesos no se reducirán significativamente en la nueva planta, dado que es probable que no se hagan por lote. Por ello, suponemos que los costos de este tipo de reparación en la nueva planta serán iguales a los actuales.

Como mencionamos, cambiar la forma de producción de un Proceso de Reparación Tradicional a uno de Turboalimentador Reconstruido va a llevar varios años, debido a la gran cantidad de modelos de turbos, y va a ser muy poco conveniente económicamente alcanzar el 100%. Por ello, planteamos un objetivo de la evolución año a año de la relación entre turbocompresores reparados con el método propuesto y el total de reparaciones (reconstruidos y de reparación tradicional).

Las reparaciones estimadas, serán desagregadas en los dos métodos de producción en función del objetivo de la relación de producción entre ambas.



Cabe aclarar también, que en la situación con Proyecto sólo deben considerarse las ventas adicionales que generará la división interna. Las ventas históricas no deben considerarse porque las mismas también seguirían ocurriendo en la situación sin Proyecto.

Tabla: Demanda Estimada vs Producción Actual

Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Producción Actual
Reparaciones / Montajes	5200	5854	6980	8281	9328	10227	4800
Montajes de Conj. Centrales	3000	3283	3768	4271	4719	5096	2400

Tabla: Ingresos Estimados Adicionales

Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Objetivo - Evolución	Turbocompresores Reconstruidos / Total de Reparaciones	0%	30%	55%	65%	75%	80%
Volumen de Ventas Total	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	0	1756	3839	5383	6996	8182
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	4800	4098	3141	2899	2332	2045
	Montaje de Conjuntos Centrales	2400	3283	3768	4271	4719	5096
Diferencia de Ventas	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		1756	3839	5383	6996	8182
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-702	-1659	-1901	-2468	-2755
	Montaje de Conjuntos Centrales		883	1368	1871	2319	2696
Ingresos por Ventas Adicionales	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 6.555.712	\$ 14.331.405	\$ 20.094.298	\$ 26.117.154	\$ 30.541.682
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-\$ 2.383.223	-\$ 5.629.557	-\$ 6.452.911	-\$ 8.374.991	-\$ 9.347.989
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 2.206.875	\$ 3.419.063	\$ 4.676.250	\$ 5.797.313	\$ 6.739.922
	Total		\$ 6.379.364	\$ 12.120.911	\$ 18.317.637	\$ 23.539.476	\$ 27.933.616



5.2.7 Cambios en los Costos Variables del Proyecto

Tomando los Costos Variables Unitarios de Tablas anteriores, calculamos los Costos Variables Totales y el aumento de estos debido al Aumento de Ventas. Estos últimos serán tenidos en cuenta en el Flujo de Fondos.

Tabla: Proyecto Original - Costos Variables Totales							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos Variables de Ventas Totales	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	\$ 0	\$ 1.565.787	\$ 3.422.958	\$ 4.799.385	\$ 6.237.903	\$ 7.294.672
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	\$ 4.812.222	\$ 4.108.163	\$ 3.149.123	\$ 2.905.886	\$ 2.338.060	\$ 2.050.614
	Montaje de Conjuntos Centrales	\$ 3.094.869	\$ 4.224.153	\$ 4.848.077	\$ 5.495.162	\$ 6.072.183	\$ 6.557.353
	Total	\$ 7.907.090	\$ 9.898.103	\$ 11.420.158	\$ 13.200.434	\$ 14.648.147	\$ 15.902.639
Diferencia de CVT entre Sit con y sin Proyecto			\$ 1.991.013	\$ 3.513.068	\$ 5.293.343	\$ 6.741.057	\$ 7.995.549
Costos Variables de la Diferencia de Ventas	Montaje de Turbocompresores		\$ 1.565.787	\$ 3.422.958	\$ 4.799.385	\$ 6.237.903	\$ 7.294.672
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-\$ 704.058	-\$ 1.663.098	-\$ 1.906.336	-\$ 2.474.162	-\$ 2.761.607
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 1.135.899	\$ 1.759.822	\$ 2.406.908	\$ 2.983.929	\$ 3.469.099
	Total		\$ 1.997.627	\$ 3.519.682	\$ 5.299.958	\$ 6.747.671	\$ 8.002.163

Ahorro de Costos Variables

En cuanto a los **ahorros de Costos Variables** por mejoras de proceso, no será necesario adicionarlos, ya que están incluidos en la tabla anterior. Sin embargo, es conveniente hacer el análisis de ahorro de costos respecto a dos situaciones hipotéticas.

La *Situación con Proyecto Original* está definida como la sumatoria de dos efectos, por un lado, la nueva planta que nos permitirá mayor capacidad productiva, y, por otro lado, el cambio del sistema de producción, el que no solo nos permitirá una capacidad productiva adicional sino menores costos. Queremos plantear que sucedería en el caso de que el Proyecto solo correspondiera a una de estas alternativas derivadas. Con este análisis pretendemos medir el impacto en los costos de implementar o no el Proceso de Producción de Turboalimentador Reconstruido ya sea si se construye la nueva planta o no. Definimos entonces dos alternativas de proyecto derivadas, estas son:

- **Proyecto Alternativa 1 - Planta Nueva, Reparación Tradicional:** Consideramos que la producción de las ventas estimadas se hace por Reparaciones Tradicionales. Esto sucedería si no se hicieran cambios en el Proceso (mismos costos que los actuales), y que la empresa tenga la capacidad necesaria para producirlos. Esto sería equivalente a que, en la nueva planta diseñada, se continúe produciendo por reparación tradicional. El ahorro en costos de aplicar el nuevo Proceso de Reparación se calcula como la diferencia entre los Costos Variables Totales de esta situación, y la de la situación original (tabla anterior), dado que se compara entre plantas del mismo tamaño. Dicho de otra manera, estos son los ahorros de costos que no se percibirían si la nueva planta produce con el método de Reparación Tradicional.



Tabla: Resultados Operativos - Proyecto Alternativa 1							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidades Vendidas	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	0	0	0	0	0	0
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	4.800	5.854	6.980	8.281	9.328	10.227
	Montaje de Conjuntos Centrales	2.400	3.283	3.768	4.271	4.719	5.096
Costos Variables Totales	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	\$ 4.812.222	\$ 5.868.805	\$ 6.998.051	\$ 8.302.531	\$ 9.352.240	\$ 10.253.072
	Montaje de Conjuntos Centrales	\$ 3.094.869	\$ 4.233.200	\$ 4.858.460	\$ 5.506.932	\$ 6.085.189	\$ 6.571.397
	Total	\$ 7.907.090	\$ 10.102.005	\$ 11.856.511	\$ 13.809.463	\$ 15.437.428	\$ 16.824.469
Ahorro de Costos - Proyecto Alternativa 1			\$ 203.902	\$ 436.354	\$ 609.029	\$ 789.282	\$ 921.830

- Proyecto Alternativa 2 - Planta Actual, Producción por Turboalimentador Reconstruido:**
 Si la planta actual adaptase su forma de producción a la de turboalimentador reconstruido (según los objetivos), pero manteniendo la capacidad de producción actual (es decir, en la misma planta, y por lo tanto igual volumen de ventas año a año). Los ahorros de costos se calculan como la diferencia entre los Costos Variables de cada año y el actual (año 0) ambos de esta situación.

Tabla: Costos y Ahorros - Proyecto Alternativa 2							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidades Vendidas	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	0	702	1659	1901	2468	2755
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	4800	4098	3141	2899	2332	2045
	Montaje de Conjuntos Centrales	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Costos Variables Totales	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)	\$ 0,00	\$ 626.138,25	\$ 1.479.039,25	\$ 1.695.356,82	\$ 2.200.340,07	\$ 2.455.973,31
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)	\$ 4.812.221,55	\$ 4.108.163,46	\$ 3.149.123,12	\$ 2.905.885,89	\$ 2.338.059,95	\$ 2.050.614,41
	Montaje de Conjuntos Centrales	\$ 3.094.868,57	\$ 3.088.254,29	\$ 3.088.254,29	\$ 3.088.254,29	\$ 3.088.254,29	\$ 3.088.254,29
	Total	\$ 7.907.090,13	\$ 7.822.556,00	\$ 7.716.416,66	\$ 7.689.497,00	\$ 7.626.654,31	\$ 7.594.842,00
Ahorro de Costos - Proyecto Alternativa 2			\$ 84.534,12	\$ 190.673,47	\$ 217.593,13	\$ 280.435,82	\$ 312.248,12



5.2.8 Cambios en los Resultados Operativos

Presentamos a continuación los Resultados Operativos asociados a cada una de las Alternativas de Proyecto descritas anteriormente. Primero, como hicimos anteriormente para el Proyecto Original, realizamos la Proyección de Diferencia de Ingresos para el Proyecto de Situación Hipotética 1 y 2, para luego determinar los Cambios en los Resultados Operativos. Luego realizamos una comparación entre las distintas alternativas.

Tabla: Resultados Operativos - Proyecto Original							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Diferencia de Resultados Operativos	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 4.989.925	\$ 10.908.447	\$ 15.294.912	\$ 19.879.251	\$ 23.247.011
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-\$ 1.679.165	-\$ 3.966.459	-\$ 4.546.575	-\$ 5.900.829	-\$ 6.586.381
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 1.070.976	\$ 1.659.240	\$ 2.269.342	\$ 2.813.383	\$ 3.270.823
	Total		\$ 4.381.736	\$ 8.601.229	\$ 13.017.679	\$ 16.791.805	\$ 19.931.452

Tabla: Resultados Operativos - Proyecto Alternativa 1							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas Adicionales	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		\$ 3.576.515	\$ 7.398.993	\$ 11.814.633	\$ 15.367.877	\$ 18.417.177
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 2.206.875	\$ 3.419.063	\$ 4.676.250	\$ 5.797.313	\$ 6.739.922
	Total		\$ 5.783.390	\$ 10.818.056	\$ 16.490.883	\$ 21.165.189	\$ 25.157.099
Diferencia de Resultados Operativos	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		\$ 2.519.932	\$ 5.213.163	\$ 8.324.323	\$ 10.827.859	\$ 12.976.327
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 1.070.976	\$ 1.659.240	\$ 2.269.342	\$ 2.813.383	\$ 3.270.823
	Total		\$ 3.590.908	\$ 6.872.403	\$ 10.593.665	\$ 13.641.242	\$ 16.247.150

Tabla: Resultados Operativos - Proyecto Alternativa 2							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por Ventas Adicionales	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 2.621.546	\$ 6.192.513	\$ 7.098.202	\$ 9.212.490	\$ 10.282.787
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-\$ 2.383.223	-\$ 5.629.557	-\$ 6.452.911	-\$ 8.374.991	-\$ 9.347.989
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Total		\$ 238.322	\$ 562.956	\$ 645.291	\$ 837.499	\$ 934.799
Diferencia de Resultados Operativos	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 1.995.408	\$ 4.713.474	\$ 5.402.845	\$ 7.012.150	\$ 7.826.814
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-\$ 1.679.165	-\$ 3.966.459	-\$ 4.546.575	-\$ 5.900.829	-\$ 6.586.381
	Montaje de Conjuntos Centrales		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Total		\$ 316.242	\$ 747.015	\$ 856.270	\$ 1.111.321	\$ 1.240.433

Notar que para la Situación de Proyecto Original se obtienen mayores aumentos de Resultados Operativos que para la suma de las dos situaciones hipotéticas.

Con la siguiente gráfica comparamos los Resultados Operativos de las Situaciones de Proyecto posibles:

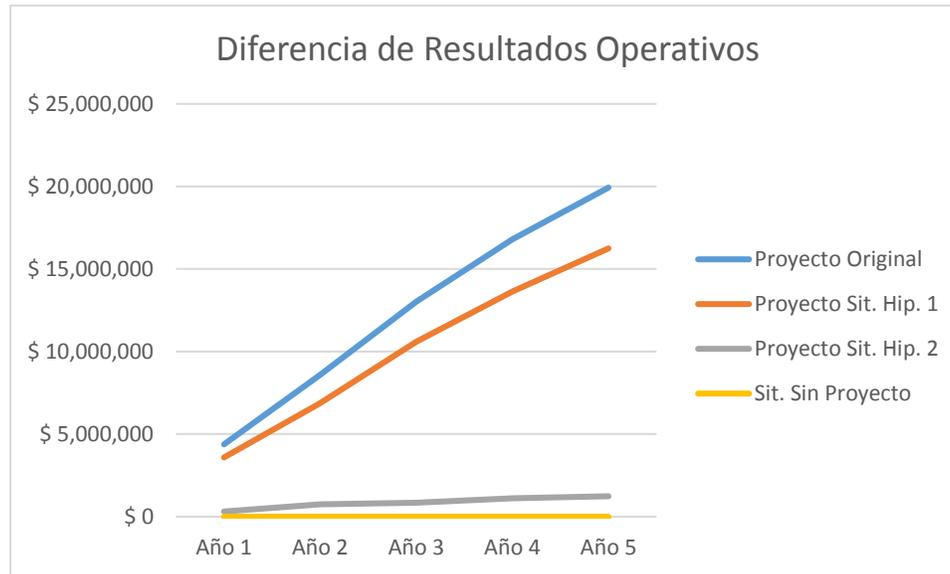


Imagen 51: Diferencia de Resultados Operativos entre Alternativas

5.2.9

Los **cambios en costos fijos y semifijos** que se espera son:

- A- Aumento de Costos Logísticos: Esto es, los costos de transporte adicionales generados por el traslado diario de los turbos entre la nueva planta y la sucursal o la terminal de colectivos de Córdoba.
- B- Aumento de Costos de Personal en Áreas No Productivas:
 - El depósito al ser más grande y tener mayor movimiento de materiales, necesita de mayor personal para el transporte, almacenamiento y registración. Se estima la incorporación de 2 empleados más al inicio, y luego un incremento de 1 por año.
 - Como el área productiva va a crecer en personal, es posible que se necesite uno o dos supervisores adicionales.
 - Al pretender crecer en cantidad de ventas, y fijar objetivos mediante marketing, deberá crecer entonces el Sector Administrativo, y eventualmente crear un Área de Marketing.
 - En el caso de que la empresa utilice la planta actual como sucursal (depósito y atención de clientes), esto generará un incremento de personal en el sector de ventas y depósito.
- C- Publicidad y Marketing: Debido a los objetivos de incrementos de ventas en otras regiones geográficas. Fijaremos estos gastos en un 5% de los ingresos por ventas adicionales durante los primeros 3 años.
- D- Disminución de Costos de Alquiler del local que se encuentra al lado de la planta actual: Actualmente se utiliza como Sector de Ingeniería y depósito de insumos y turbos para relevamiento técnico. El costo actual de alquiler se estima en \$15000 el cual lo supondremos constante.

- E- Aumento de los costos en Energía Generales: Estos son gastos de energía generales de planta y no incluye los de producción (que ya se encuentran incorporados en los Costos Variables), esto es, son costos de energía de los sectores no productivos. No se tendrán en cuenta en los Flujos de Fondo, pues **los consideramos despreciables**.

A Continuación, detallaremos los Costos de Transporte y Logística, y los de Personal de Áreas No Productivas:

A- Costos en Transporte y Logística

Partiendo del siguiente mapa de Córdoba y tomando las distancias entre las 3 ubicaciones en las que el Servicio de Transporte operaría con la construcción de la nueva planta y la actual, estableceremos los circuitos diarios para cada situación.

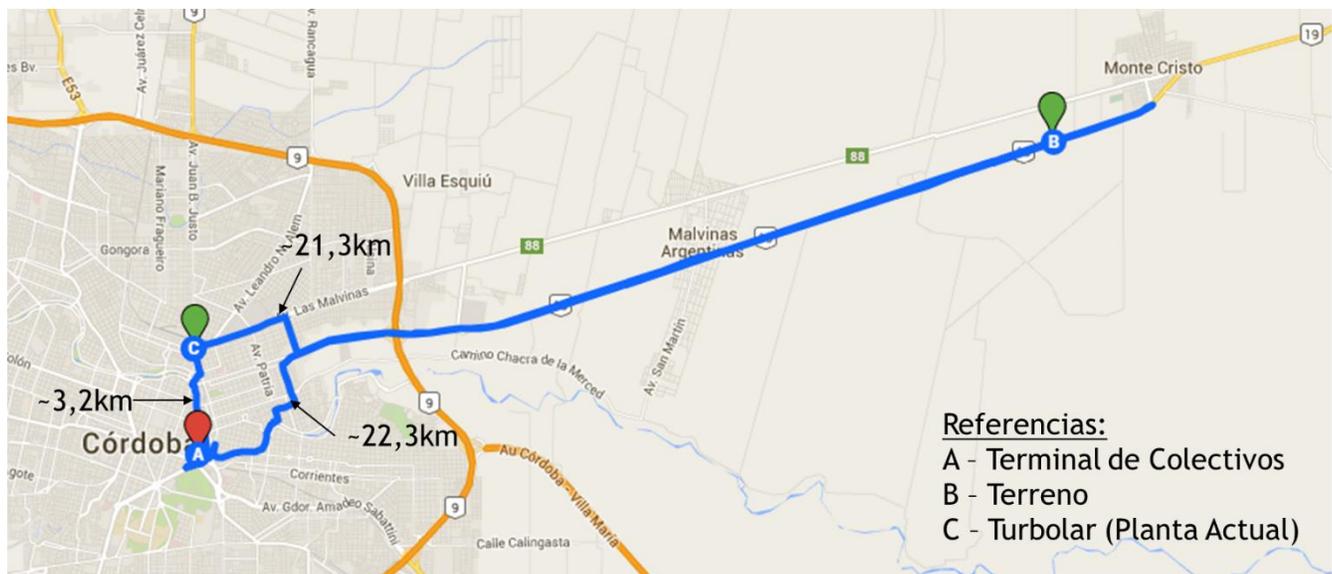


Imagen 52: Mapa - Recorrido de Transporte

Circuito de Transporte

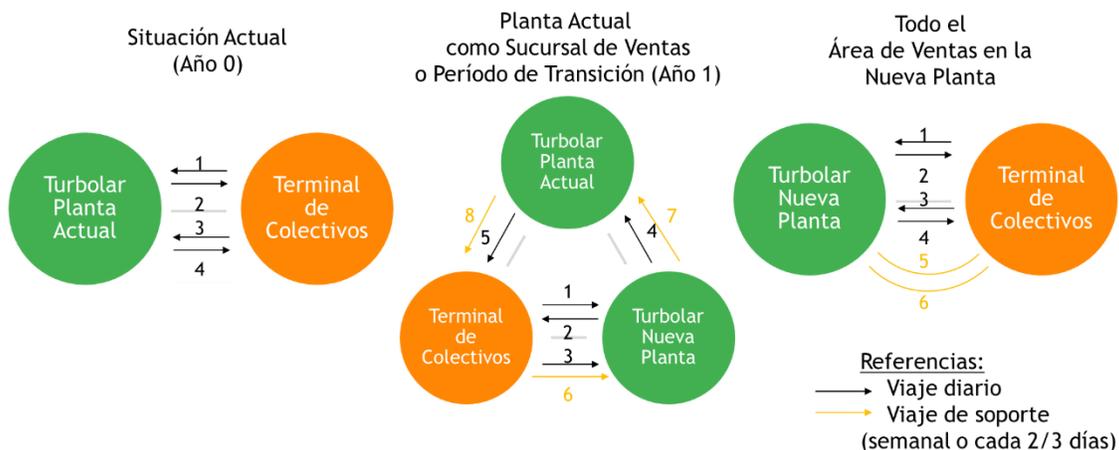


Imagen 53: Circuito de Transporte



Para el cálculo de los Costos se tiene en cuenta los siguientes datos:

Cantidad de Días Laborales por Año	248
Tiempo de Carga o Descarga en Planta (h)	0,333
Tiempo Carga o Descarga en Terminal (h)	0,750
Velocidad Media (km/h)	45
Rendimiento (Km/litro)	10
Costo de Combustible	\$ 19,00
Costo de Servicio (Chofer + Mantenim) por Hora	\$ 65,00

Tabla: Transporte y Logística, Viajes y Costos									
Alternativas			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Distancia (Km)
Situación 1: Mantener la Planta Actual como Sucursal de Venta	Viajes Diarios	Planta Actual-Terminal	4	1	1	1,5	1,5	2	3,2
		Planta Nueva-Sucursal	0	1	1	1,5	1,5	2	21,3
		Planta Nueva-Terminal	0	3	3	3,5	3,5	4	22,3
	Costos	Combustible	\$ 6.031,36	\$ 43.067,68	\$ 43.067,68	\$ 54.093,76	\$ 54.093,76	\$ 65.119,84	
		Servicio	\$ 74.438,58	\$ 113.341,51	\$ 113.341,51	144560,5778	\$ 144.560,58	\$ 175.779,64	
		Total	\$ 80.469,94	\$ 156.409,19	\$ 156.409,19	\$ 198.654,34	\$ 198.654,34	\$ 240.899,48	
	Aumento de Costos Logísticos		\$ 75.939,25	\$ 75.939,25	\$ 118.184,40	\$ 118.184,40	\$ 160.429,55		
Situación 2: Trasladar el Área de Ventas a la Nueva Planta y Vender o Alquilar la Planta Actual	Viajes Diarios	Planta Actual-Terminal	4	1	0	0	0	0	3,2
		Planta Nueva-Sucursal	0	1	0	0	0	0	21,3
		Planta Nueva-Terminal	0	3	4	5	6	6	22,3
	Costos	Combustible	\$ 6.031,36	\$ 43.067,68	\$ 42.031,04	\$ 52.538,80	\$ 63.046,56	\$ 63.046,56	
		Servicio	\$ 74.438,58	\$ 113.341,51	\$ 101.806,76	127258,4444	\$ 152.710,13	\$ 152.710,13	
		Total	\$ 80.469,94	\$ 156.409,19	\$ 143.837,80	\$ 179.797,24	\$ 215.756,69	\$ 215.756,69	
	Aumento de Costos Logísticos		\$ 75.939,25	\$ 63.367,86	\$ 99.327,31	\$ 135.286,76	\$ 135.286,76		
Diferencia de Costos Logísticos entre Sit 1 y 2			\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 12.571,40	\$ 18.857,09	-\$ 17.102,36	\$ 25.142,79	

B- Costos de Personal de Áreas No Productivas

A continuación, suponiendo salarios constantes, detallamos los Costos de Personal de Áreas no Productivas:

Tabla: Aumento de Personal y Costos						
Personal Adicional	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Sueldo
en Depósito	2	2	3	3	4	\$ 10.000,00
Supervisores	1	1	2	2	2	\$ 15.000,00
Admisnitrativo	1	1	2	2	3	\$ 12.000,00
Marketing-Ventas	2	3	3	3	3	\$ 12.000,00
en Ingeniería	2	2	3	3	3	\$ 14.000,00
Total	\$ 1.287.000,00	\$ 1.443.000,00	\$ 2.106.000,00	\$ 2.106.000,00	\$ 2.392.000,00	



5.2.10 Otros Ingresos

Presentamos a continuación dos tipos de ingresos adicionales que pueden mejorar la rentabilidad de la empresa, y la utilización de los recursos. La consideración de estos en el Flujo de Fondos dependerá de su impacto en los ingresos respecto de los totales, y de la posibilidad o necesidad de aplicación.

- A- El scrap o productos de desecho puede ser bastante significativo en este tipo de industrias. La mayor parte del turbo está formado por piezas metálicas cuyo material puede ser fundido nuevamente para la producción de otras piezas. Por el momento la empresa no se dedica a esto, pero si vende (o dona, en algunos casos) el material de scrap a otras que si lo hacen. Hacer un análisis de cuanto se puede obtener por la venta de material de scrap, implica conocer:
- los porcentajes promedios de desecho de cada componente;
 - las cantidades reparadas de cada componente;
 - el material con el que están hechos;
 - el peso promedio de cada pieza;
 - el precio de venta de cada material.
- B- Alquiler de la Planta Actual: Ya sea que la empresa utilice la planta actual como sucursal de venta y depósito o no, podría alquilarle, o bien venderle (deberá ser tratado como desinversión) a las empresas socias, aquellos espacios que no utilice cuando la nueva nave industrial esté en funcionamiento.

Ingresos por Venta de Material de Scrap

Los componentes que por su material pueden venderse como scrap a otras empresas son los que figuran en la lista.



Tabla: Estimación de Ingresos Promedio por Venta de Componentes de Scrap de un Turbo							
Componente	Piezas Reparadas (%)	Scrap Promedio Total (%)	Peso Promedio (gr)	Material	Precio de Venta de Material en Bruto (\$/Kg)	Cantidad Promedio por Turbo	Precio Equivalente por Turbo
Placa Trasera	62,50%	10,71%	200	Acero Templado (en gran parte de sus componentes)	150	0,7	\$ 2,25
Cojinete Axial	78,26%	21,74%	50	Aleación de Bronce	\$ 60,00	1	\$ 0,65
Manguito	84,48%	15,52%	20	Acero Templado	\$ 150,00	1	\$ 0,47
Collar	84,39%	15,61%	25	Acero Templado	\$ 150,00	1	\$ 0,59
Arandela de Desgaste de Coj. Radial	68,00%	32,00%	5	Acero Templado	\$ 150,00	1	\$ 0,24
Arandela de Desgaste de Coj. Axial	85,50%	14,50%	30	Acero Templado	\$ 150,00	1	\$ 0,65
Separador	83,66%	16,34%	40	Acero Templado	\$ 150,00	1	\$ 0,98
Chapa Deflectora	76,50%	23,50%	30	Acero Inoxidable	\$ 150,00	1	\$ 1,06
Elementos de Fijación	72,00%	28,00%	50	Acero Inoxidable	\$ 150,00	1	\$ 2,10
Protección Térmica	75,60%	24,40%	120	Fundición o Aluminio	\$ 75,00	1	\$ 2,20
Placa Trasera	79,55%	20,45%	250	Aluminio	\$ 50,00	1	\$ 2,56
Rueda Compresora	79,87%	20,13%	150	Aleación de Aluminio	\$ 50,00	1	\$ 1,51
Rueda de Turbina	76,90%	23,10%	300	INCONEL (Rodete) ; Acero SAE 4140 (Eje)	\$ 125,00	1	\$ 8,66
Carcasa de Admisión	79,60%	20,40%	500	Aluminio	\$ 50,00	1	\$ 5,10
Carcasa de Escape	89,59%	10,41%	1.200	Fundición de Hierro Nodular	\$ 100,00	1	\$ 12,49
Cuerpo Central	85,04%	14,96%	800	Fundición de Hierro	\$ 100,00	1	\$ 11,97
Bujes	0,00%	100,00%	30	Aleación de Bronce	\$ 60,00	2	\$ 3,60
Ingreso Promedio por Venta de Componentes de Scrap de un Turbo							\$ 54,82

A fines prácticos supondremos que la empresa actualmente realiza la venta de scrap a estos precios. Las cantidades tenidas en cuenta para el cálculo de ingresos por este rubro no corresponden a las totales, sino solo al aumento de producción (cambio en las ventas).

Tabla: Ingresos Adicionales por Venta de Scrap							
Item	Producto	Situación sin Proyecto	Situación con Proyecto				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Adicionales por Venta de Scrap	Montaje de Turbocompresores (Reconstruido)		\$ 96.269	\$ 210.453	\$ 295.080	\$ 383.525	\$ 448.498
	Montaje de Turbocompresores (Rep. Tradicional)		-\$ 38.497	-\$ 90.936	-\$ 104.235	-\$ 135.283	-\$ 151.000
	Total		\$ 57.772	\$ 119.518	\$ 190.845	\$ 248.241	\$ 297.497



5.2.11 Inversión

Los **egresos por inversión**, que se consideran para el estudio económico de este proyecto son:

- A- Inversiones de capital fijo: Infraestructura e instalaciones primarias;
- B- Inversiones de capital fijo: maquinaria, muebles, útiles y dispositivos (banco de trabajo, herramientas, dispositivos, instrumentos de control, estructuras para almacenamiento de turbos y piezas)
- C- Inversiones de capital fijo: Transporte Interno y Externo;
- D- Capital de Trabajo Adicional;
- E- Otros Gastos: Mudanza, Mantenimiento y Planta Parada.

Primero mostramos un listado a modo resumen, de todos los elementos que se necesitan en la nueva nave industrial propuesta. Para ello, se ha contabilizado la maquinaria, herramientas específicas, dispositivos, muebles, instalaciones necesarias y otros recursos que necesita cada célula del sector productivo para su funcionamiento, así como también para las demás áreas. En el Manual de Procedimiento se encuentran descritos solo los correspondientes a cada célula, los demás son agregados a partir del Diseño de Layout en detalle, teniendo en cuenta la cantidad de personal estimado.

En algunos casos, los recursos actuales con los que cuenta la empresa podrían disponerse para trasladarlos a la nueva planta, siempre y cuando estos no sean compartidos con Diésel Líder o Mega Diésel, y por lo tanto podría ahorrarse algo de dinero aprovechando los existentes. Estos recursos disponibles que seguirán utilizándose serán en su mayoría la maquinaria, dispositivos y herramientas.

Respecto a los Bancos de Control y Reparación, o Gabinete de Pintura, estos son básicamente Bancos de Trabajo, que difieren en las medidas de la mesada y las herramientas. Los Bancos de Reparación son aquellos que tienen un set completo de herramientas (que en general serán usados en desarmado y limpieza, y en montaje). Todos estos Bancos de Trabajo serán construidos a medida.

El listado de elementos necesarios los hemos dividido por tipo y sector. Además, y para simplificar, decidimos incluir el precio medio de adquisición, el cual es resultado de una decisión entre calidad, especificaciones técnicas, y precio. Estos precios fueron obtenidos en su mayoría de Mercado Libre. En el [Anexo VI: Detalle de Inversiones del Sector Productivo](#) hemos incluido el detalle de los elementos del sector Productivo, como la marca, modelo, especificaciones técnicas, potencia, precio, entre otros datos.

Referencias:

B.T. = Banco de Trabajo; D = Dispositivos; Hta. = Herramienta; Inst. = Instalaciones

I.C. = Instrumento de Control; M = Maquina; Muebles; S = Soportes;



Tabla: Recursos Necesarios para el Sector de Recuperación de Piezas

Elemento	Tipo	Cant. Nec	Cant. Disp.	Cant. a conseguir	Precio Unit. (Medio)	Subtotal
Banco de Control 1200x600	B.T.	10	0	10	\$ 1.500,00	\$ 15.000,00
Banco de Control 1500x600	B.T.	1	0	1	\$ 1.750,00	\$ 1.750,00
Banco de Reparación 1200x600	B.T.	6	0	6	\$ 2.200,00	\$ 13.200,00
Banco de Reparación 1800x600	B.T.	1	0	1	\$ 2.700,00	\$ 2.700,00
Banco p/ Fresa de Banco	B.T.	1	0	1	\$ 700,00	\$ 700,00
Gabinetes de Pintura 1500x600	B.T.	1	0	1	\$ 1.750,00	\$ 1.750,00
Soportes para suspensión de Válvulas	B.T.	20	0	20	\$ 30,00	\$ 600,00
Herramienta de Identificación (Marcador Eléctrico)	Hta.	6	1	5	\$ 929,00	\$ 4.645,00
Herramientas para Banco de Trabajo	Hta.	7	4	3	\$ 17.500,00	\$ 52.500,00
Morsa para Banco de Trabajo	Hta.	7	5	2	\$ 2.652,00	\$ 5.304,00
Kit de Herramientas para Extracción de Espárragos	Hta.	1	1	0	\$ 1.365,00	\$ 0,00
Kit de Herramientas para Control de Roscas	Hta.	2	2	0	\$ 1.499,00	\$ 0,00
Alesómetro y Puntas de diferente espesor	I.C.	1	1	0	\$ 2.100,00	\$ 0,00
Calibre	I.C.	2	2	0	\$ 220,00	\$ 0,00
Comparador	I.C.	5	2	3	\$ 1.256,00	\$ 3.768,00
Dispositivo de Control de Alineación	I.C.	1	1	0	\$ 700,00	\$ 0,00
Dispositivo de Control de Desplazamiento	I.C.	1	1	0	\$ 1.200,00	\$ 0,00
Elementos de Apoyo (Prisma, Bronce)	I.C.	1	1	0	\$ 0,00	\$ 0,00
Marmol - Plano de Comparación	I.C.	2	0	2	\$ 4.990,00	\$ 9.980,00
Micrómetro	I.C.	1	1	0	\$ 315,00	\$ 0,00
Pistola de Vacío - Vacuometro	I.C.	1	1	0	\$ 300,00	\$ 0,00
Dinamómetro	I.C.	1	1	0	\$ 17.900,00	\$ 0,00
Regulador de Presión	I.C.	1	1	0	\$ 220,00	\$ 0,00
Set de Anillos para Control	I.C.	3	3	0	\$ 0,00	\$ 0,00
Set de Bujes Modelos para Control	I.C.	1	1	0	\$ 0,00	\$ 0,00
Aire Comprimido	Inst	4	0	4	\$ 0,00	\$ 0,00
Agujereadora, Perforadora de Pie o Taladro	M	2	2	0	\$ 8.400,00	\$ 0,00
Amoladora de Banco	M	1	1	0	\$ 1.905,00	\$ 0,00
Balanceadora	M	2	2	0	\$ 65.000,00	\$ 0,00
Blasting	M	5	1	4	\$ 24.500,00	\$ 98.000,00
Bruñidora	M	2	1	1	\$ 135.000,00	\$ 135.000,00
Compresor	M	2	1	1	\$ 70.600,00	\$ 70.600,00
Fresadora de Banco	M	1	1	0	\$ 60.200,00	\$ 0,00
Granalladora	M	5	1	4	\$ 190.000,00	\$ 760.000,00
Lavadora de Ultrasonido	M	8	0	8	\$ 41.625,00	\$ 333.000,00
Horno para Tratamiento Térmico y Superficial	M	2	0	2	\$ 25.400,00	\$ 50.800,00
Prensa Hidráulica	M	2	2	0	\$ 5.000,00	\$ 0,00
Rectificadora de Planos	M	2	1	1	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00
Rectificadora Universal	M	1	1	0	\$ 110.000,00	\$ 0,00
Soldadora Autógena	M	1	1	0	\$ 4.550,00	\$ 0,00
Soldadora TIG con Cilindro de Argón	M	2	1	1	\$ 5.900,00	\$ 5.900,00
Torno y Herramientas de Mecanizado	M	7	2	5	\$ 32.000,00	\$ 160.000,00
Total				106		\$ 1.780.197,00



Tabla: Recursos Necesarios para Otras Áreas Productivas						
Elemento	Tipo	Cant. Nec	Cant. Disp.	Cant. a conseguir	Precio Unit. (Medio)	Subtotal
Banco de Control 1200x600	B.T.	4	0	4	\$ 1.500,00	\$ 6.000,00
Banco de Reparación 1200x600	B.T.	10	0	10	\$ 2.200,00	\$ 22.000,00
Flejadora Manual para Embalaje	Hta.	2	1	1	\$ 2.300,00	\$ 2.300,00
Herramientas para Banco de Trabajo	Hta.	10	5	5	\$ 17.500,00	\$ 87.500,00
Morsa para Banco de Trabajo	Hta.	10	5	5	\$ 2.652,00	\$ 13.260,00
Lavadora de Ultrasonido	M	2	2	0	\$ 41.625,00	\$ 0,00
Equilibradora de Turbos	M	3	2	1	\$ 65.000,00	\$ 65.000,00
Amoladora de Banco	M	2	0	2	\$ 1.905,00	\$ 3.810,00
Total				28		\$ 199.870,00

Tabla: Recursos Necesarios para el Almacén						
Elemento	Tipo	Cant. Nec	Cant. Disp.	Cant. a conseguir	Precio Unit. (Medio)	Subtotal
Computadora (con Monitor y Accesorios)	D	3	1	2	\$ 4.000,00	\$ 8.000,00
Racks para Cajones Grandes	Mueble	57	0	57	\$ 2.155,00	\$ 122.835,00
Racks para Cajones Chicos-Mediano	Mueble	27	0	27	\$ 6.899,00	\$ 186.273,00
Gavetero Plástico para Piezas Pequeñas	Mueble	4	0	4	\$ 489,00	\$ 1.956,00
Cajón Plástico Chico	Otro	35	0	35	\$ 100,00	\$ 3.500,00
Cajón Plástico Mediano	Otro	30	0	30	\$ 120,00	\$ 3.600,00
Cajón Plástico Grande	Otro	15	0	15	\$ 150,00	\$ 2.250,00
Total				168		\$ 328.414,00

Tabla: Recursos Necesarios para Áreas No Productivas						
Elemento	Tipo	Cant. Nec	Cant. Disp.	Cant. a conseguir	Precio Unit. (Medio)	Subtotal
Computadora (con Monitor y Accesorios)	D	18	5	13	\$ 4.000,00	\$ 52.000,00
Proyector	D	2	0	2	\$ 10.990,00	\$ 21.980,00
Servidor	D	1	0	1	\$ 24.899,00	\$ 24.899,00
Pack Ducha	Inst	8	0	8	\$ 1.050,00	\$ 8.400,00
Pack Inodoro	Inst	16	0	16	\$ 845,00	\$ 13.520,00
Grifería y Pileta para Baños	Inst	12	0	12	\$ 459,00	\$ 5.508,00
Lockers (x12 Pueras)	Mueble	6	0	6	\$ 5.600,00	\$ 33.600,00
Banco de Vestuario	Mueble	4	0	4	\$ 1.545,00	\$ 6.180,00
Mesa y Sillas de Comedor para 6	Mueble	7	0	7	\$ 5.399,00	\$ 37.793,00
Microondas	Mueble	4	0	4	\$ 1.699,00	\$ 6.796,00
Heladera	Mueble	1	0	1	\$ 6.699,00	\$ 6.699,00
Horno-Cocina	Mueble	1	0	1	\$ 2.899,00	\$ 2.899,00
Muebles de Cocina	Mueble	1	0	1	\$ 4.550,00	\$ 4.550,00
Silla-Pupitre	Mueble	16	0	16	\$ 659,00	\$ 10.544,00
Silla Plástica Apilable	Mueble	12	4	8	\$ 290,00	\$ 2.320,00
Silla de Oficina	Mueble	26	0	26	\$ 1.890,00	\$ 49.140,00
Sillón Ejecutivo	Mueble	4	1	3	\$ 3.200,00	\$ 9.600,00
Escritorio de Oficina	Mueble	14	4	10	\$ 1.375,00	\$ 13.750,00
Escritorio de Oficina en L	Mueble	4	1	3	\$ 2.199,00	\$ 6.597,00
Mesa de Reuniones	Mueble	1	0	1	\$ 1.890,00	\$ 1.890,00
Biblioteca-Estantería	Mueble	8	3	5	\$ 650,00	\$ 3.250,00
Pizarra	Otros	2	0	2	\$ 445,00	\$ 890,00
Total				150		\$ 322.805,00



A- Inversiones de Capital Fijo: Infraestructura e Instalaciones Primarias

El cálculo de infraestructura se realizará a partir de índices de la construcción. Usaremos dos índices de costos por metro cuadrado (Fuente: Sección de Arquitectura del Diario Clarín), el cual incluye los costos de todas las etapas de planificación, preparación y construcción de una nave, así como también incluye algunas instalaciones: agua, gas y electricidad. Estos índices serán proyectados a enero de 2017 de acuerdo a su tendencia, para poder determinar la inversión con mejor precisión.

Variación del costo por m2 de las tipologías Año 2015 (Base: Enero 2000=100)														
Tipo	Unidad / Mes	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	Proyección Ene 2017
Edificios de Oficina	\$/m2	11.490	11.598	12.601	13.775	14.011	14.097	14.252	14.287	15.053	15.418	15.502	15.794	19545,52
	Indice	1.445	1.459	1.585	1.733	1.762	1.773	1.793	1.797	1.893	1.939	1.950	1.987	
	var. %/mes	0,3	0,95	8,65	9,32	1,71	0,62	1,09	0,25	5,36	2,43	0,54	1,89	
Galpón	\$/m2	6.086	6.101	6.641	7.463	7.523	7.568	7.680	7.689	8.147	8.363	8.440	8.507	10750,26
	Indice	1.764	1.768	1.925	2.163	2.181	2.194	2.226	2.229	2.362	2.424	2.446	2.466	
	var. %/mes	0,75	0,25	8,85	12,39	0,8	0,59	1,48	0,12	5,97	2,65	0,92	0,79	
Fuente	http://arq.clarin.com/indices_clarin.html													

Tabla: Inversión en Infraestructura			
	Superficie (m2)	Costo por m2	Costo Total Aprox
Sector Productivo	840	\$ 10.750,26	\$ 9.030.218,40
Sector No Productivo	540	\$ 19.545,52	\$ 10.554.580,80
Costo Total en Infraestructura			\$ 19.584.799,20

B- Inversión de Capital Fijo: Maquinaria, Muebles, Útiles y Dispositivos

Para la elección de la maquinaria se tuvo en cuenta los siguientes criterios de preferencia:

- Características Técnicas
- Maquinaria de Producción Nacional en lo posible
- Maquinaria Nacionalizada, esto es, aquella que, teniendo origen en otro país, ya se encuentra en el territorio nacional, y, por lo tanto, no hay que gastar tanto en transporte o impuestos a la importación.
- Maquinaria nueva, o usada en muy buen estado.
- Precio

Para la estimación de costos de la maquinaria los elementos fueron buscados a través de Mercado Libre. Sin embargo, es posible contactar con proveedores (podrían ser de origen chino) para obtener mejores precios.

Los dispositivos electrónicos, (como computadoras, servidores, entre otros) se encuentran incluidos en esta categoría, pero en el Flujo de Fondos se los diferencia: estarán junto a los Rodados, ya que, para el cálculo de las depreciaciones, la vida útil contable es de 5 años.

Tabla: Inversión Maquinaria, Muebles, Otros Útiles y Dispositivos Electrónicos					
Tipo	Recuperación de Piezas	Otras Areas Productivas	Almacén	Areas No Productivas	Total
Maquinaria	\$ 1.668.300,00	\$ 68.810,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1.737.110,00
Muebles	\$ 35.700,00	\$ 28.000,00	\$ 311.064,00	\$ 195.608,00	\$ 570.372,00
Útiles	\$ 76.197,00	\$ 103.060,00	\$ 9.350,00	\$ 28.318,00	\$ 216.925,00
Subtotal Maq, Muebles y Otros	\$ 1.780.197,00	\$ 199.870,00	\$ 320.414,00	\$ 223.926,00	\$ 2.524.407,00
PC's y Disp Electrónicos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 8.000,00	\$ 98.879,00	\$ 106.879,00
Total	\$ 1.780.197,00	\$ 199.870,00	\$ 328.414,00	\$ 322.805,00	\$ 2.631.286,00

C- Inversiones de capital fijo: Transporte Interno y Externo

Como Propuesta de Turbolar, pensamos utilizar el carro de transporte que se ve en la figura para el traslado de piezas dentro de la planta. Este será construido a medida, cuya plataforma podrá contener los cajones de las medidas especificadas:

Cajón Chico de 297x140x140mm

Cajón Mediano de 297x210x210mm

Cajón Grande de 410x297x297

Para el traslado de las cajas con Turbos en Pallet desde los camiones al Almacén se podrán utilizar las Zorras, o estos mismos Carros si son trasladadas las cajas individualmente.

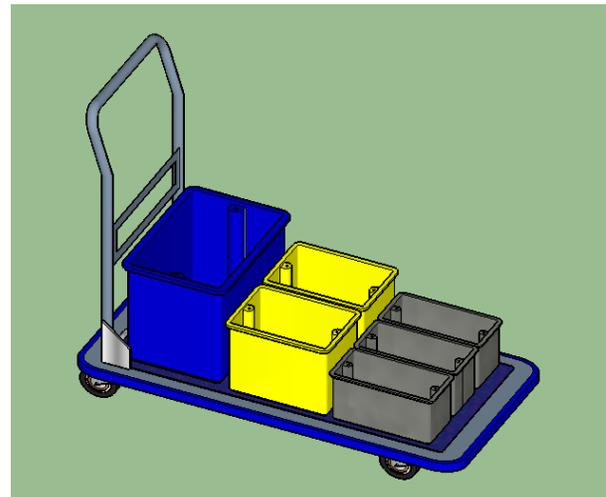


Imagen 54: Carro de Transporte – Propuesta Turbolar

Para el Transporte Externo, hemos supuesto que la empresa continuará tercerizando el servicio, y por lo tanto no se prevé la compra de un rodado.

Tabla: Transporte Interno y Externo						
Elemento	Tipo	Cant. Nec	Cant. Disp.	Cant. a conseguir	Precio Unit. (Medio)	Subtotal
Carro de Transporte - Zorra	Transp	4	0	4	\$ 3.000,00	\$ 12.000,00
Zorra Hidráulica Reforzada	Transp	2	0	2	\$ 6.594,00	\$ 13.188,00
Total				6		\$ 25.188,00

D- Capital de Trabajo Adicional

Si bien la empresa ya dispone de Capital de Trabajo, realizar el Proyecto implicará un aumento de este debido al incremento de gastos que esto significa.

Como no se dispone del Balance de la Empresa ni de los tiempos de ciclo de pago y cobro, y para simplificar el cálculo, fijamos el Capital de Trabajo Adicional como aquel monto de dinero necesario para pagar los costos variables, fijos y los Gastos de Publicidad de los primeros 4 meses de implementación.

Esto es así suponiendo que la empresa pueda mantener el ciclo de pagos y de cobros actual.



E- Otros Gastos: Mudanza, Mantenimiento y Parada de Planta

Existen gastos derivados del traslado de la planta, los cuáles pueden ser agrupados en diversas categorías. Una forma es agrupándolos por etapas:

- Gastos de Desmantelamiento de Planta y Desarme de Maquinaria y Mobiliario;
- Gastos de Transporte del Equipamiento, Máquinas y Mobiliario;
- Gastos de Reinstalación, armado de Máquinas y Mobiliario;
- Gastos de Mantenimiento (se puede aprovechar la parada de planta para hacer un mantenimiento profundo de todas las máquinas, dispositivos, entre otros);
- Gastos de Puesta a Punto y Prueba de Máquinas y Sistema.

Sin embargo, más allá de los recursos físicos que se utilicen, como el combustible, la mano de obra especializada o no y otros insumos, **consideramos que el factor más importante es el tiempo que llevaría realizar toda la mudanza, y reacondicionar la nueva planta para que funcione adecuadamente.**

Durante este lapso de tiempo, la empresa quedará funcionando con la producción parada parcial o totalmente, y, por lo tanto, sin capacidad de generar ingresos, pues al estar trabajando actualmente al 100% (dado el nivel de demanda) se reducen las posibilidades de stockearse.

Si además suponemos que los empleados colaboran con la mudanza de modo tal que los costos fijos y variables sean los mismos, entonces estos gastos serán equivalentes a la pérdida de ingresos durante dicho período.

Por otro lado, como las distancias entre las plantas que se quiere hacer la mudanza son pequeñas (~23km), y al estimar que no se necesitan más de 4 viajes (de fletes de camión) para transportar todos los muebles y maquinaria de la empresa, consideraremos entonces a los Gastos de Flete/combustible como despreciables.

Como se verá en el siguiente Diagrama de Gantt propuesto para la realización de la mudanza y mantenimiento, determinamos que los Ingresos Perdidos serán los correspondientes a 12 días hábiles.

Gantt - Mudanza												
Actividades	Días Hábiles											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desmantelamiento de Planta, Desarme de Maquinaria y Mobiliario	■	■	■									
Transporte del Equipamiento, Máquinas y Mobiliario		■	■	■								
Reinstalación, Armado de Máquinaria y Mobiliario			■	■	■	■						
Mantenimiento Profundo					■	■	■	■	■	■		
Puesta a Punto - Prueba de Máquinas y Sistema									■	■	■	■



De esta manera el Gasto de Mudanza queda definido como:

Tabla: Gastos de Mudanza					
	Concepto	Cantidad	Precio	Descuento	Subtotal
Ingreso Anual Actual	Reparación Tradicional	4800	\$ 4.800,00	29,30%	\$ 16.289.280,00
	Montaje	2400	\$ 2.500,00	0,00%	\$ 6.000.000,00
	Total				\$ 22.289.280,00
	en Concepto de	Base de Referencia	Cantidad de Días	Días Hábiles por Año	Total
Gastos de Mudanza	Ingresos Perdidos	\$ 22.289.280,00	12	248	\$ 1.078.513,55

Inversión Total - Resumen

Tabla: Inversión - Resumen		
Tipo de Inversión	Monto	%
A - Inversión activos fijos: Infraestructura	\$ 19.584.799,20	79,81%
B - Inversión activos fijos: Máquinas, Muebles y Útiles	\$ 2.524.407,00	10,29%
C - Inversión activos fijos: PC's, Dispositivos Elect, Rodados	\$ 124.067,00	0,51%
D - Inversión Capital de Trabajo Adicional	\$ 1.226.511,62	5,00%
E - Otros Gastos: Mudanza, Mantenim. y Parada de Planta	\$ 1.078.513,55	4,40%
Total	\$ 24.538.298,37	



5.3 Flujo de Fondos, VAN y TIR

Como hemos mencionado, para la confección de los Flujos de Fondos no se contempla la Inflación del País. Además, hemos puesto un horizonte de Proyecto de 5 años hasta poder implementar definitivamente el sistema de producción propuesto, así como también poder cumplir con los objetivos propuestos. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta que la inversión que se realizará es muy grande, y que la empresa luego de estos 5 años proyectados no se liquidará, sino que seguirá funcionando probablemente a un nivel constante. Se agrega adicionalmente un año más, para mostrar la continuidad de la empresa y para tener en cuenta el valor residual de los activos (diferencia entre el valor de compra y depreciación).

Además de los Ingresos, Costos e Inversiones estimados y detallados anteriormente, tenemos que determinar el Financiamiento del Proyecto. También será necesario especificar la Tasa de Descuento para realizar las actualizaciones, y proceder con ellas a determinar el Valor Actual Neto (VAN).

5.3.1 Financiamiento:

Como la empresa no cotiza en bolsa, y tampoco tiene la intención de sumar nuevos inversores a la empresa, se debe definir si la Inversión de este Nuevo Proyecto (en caso de ser rentable) será financiada por capital propio, tomando préstamos para PyMEs, o bien cuál será la proporción de cada uno.

El Banco Nación ha lanzado últimamente (Julio de 2016) una línea de préstamos con tasa subsidiada del 22% para PyMEs, destinada a financiar la construcción de galpones industriales. (Ver Artículo del Diario La Nación: <http://www.lanacion.com.ar/1918267-nuevos-prestamos-del-banco-nacion>).

Sabemos que la empresa no podrá cubrir toda la inversión con capital propio, pero es necesario que la empresa invierta una cierta cantidad para que el banco pueda otorgarle un préstamo. En principio, planteamos que la relación (k) (de capital propio o autofinanciamiento y la inversión del Proyecto) que la empresa podría soportar es del 60%, esto significaría invertir \$14,7 millones y tomar una deuda de \$9.8 millones. En el análisis de sensibilidad posterior evaluaremos si a la empresa le conviene tomar más préstamo o autofinanciarse más de lo fijado.

$$k = \frac{CP}{Inv} = \frac{CP}{CP + D} = 60\%$$

En donde: CP = Monto Total de Capital Propio; Inv. = Inversión; D = Monto de Deuda

5.3.2 Tasa de Descuento para el Cálculo de la VAN

Existen diferentes métodos para determinar la Tasa de Descuento para actualizar los Flujos de Fondos. Nos limitaremos a justificar y mostrar la fórmula de cálculo del método elegido, así como también a especificar de donde obtuvimos los valores de dichas variables.

Como este Proyecto se financiará una parte con capital propio, y otra parte mediante préstamos, creemos que la opción más conveniente para determinar la tasa de descuento global del Proyecto es utilizando el método WACC.



En el Método WACC (Weighted Average Cost of Capital) también llamado CMPC (Costo Medio Ponderado de Capital), la tasa de descuento se calcula con la siguiente fórmula:

$$r(WACC) = (1 - k) i_D(1 - t) + k \cdot i_{CP}$$

donde:

$r(WACC)$ = Tasa de Descuento Global del Proyecto, usando el Método WACC

i_D = Costo de la deuda, obtenido del Mercado o usando el Método CAPM;

i_{CP} = Costo del Capital Propio, obtenido usando el Método CAPM

Este método implica, a su vez, el uso del Método del CAPM (Capital Asset Pricing Model) para calcular el Costo del Capital Propio (también llamado Tasa de Rendimiento Esperada por un Inversionista $E(i_{CP})$). Este método utiliza la ecuación conocida como Modelo de Sharpe-Lintner:

$$E(i_{CP}) = i_{CP} = r_f + [E(r_m) - r_f] \beta$$

Donde:

r_f = Tasa Libre de Riesgo (Risk Free)

$E(r_m) - r_f = PR = Prima de Riesgo$

β = Coeficiente de Volatilidad o Factor de Riesgo Sistemático

Para el cálculo utilizaremos los siguientes datos:

- El Costo de Deuda i_D la suponemos igual a la Tasa de Préstamo para PyMEs mencionada del 22%;
- La tasa libre de riesgo r_f será igual a la Tasa de Plazo Fijo de Largo Plazo del Banco Nación, cuya tasa nominal anual es de 20.75%
- La Prima de Riesgo estará asociada al riesgo país, es decir, igual al 5%. Durante el último año Argentina tuvo un Riesgo país fluctuante entre 400 y 600 puntos, con predominancia en mantenerse en los 500 puntos (Ver Artículo del Diario Ámbito Financiero: <http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/info/?id=2>).
- El coeficiente de volatilidad β lo hemos fijado en 1.03, determinado a partir de comparaciones con otras empresas del Sector Industrial Manufacturero de Argentina.

Para el Proyecto Autofinanciado

Método CAPM		
Tasa Libre de Riesgo	r_f	20,75%
Prima por Riesgo	$PR = TEM - r_f$	5,00%
Factor del Riesgo Sistem.	β	1,03
Tasa de Descuento CAPM	$r(CAPM) = r_f + PR * \beta$	25,90%

Para el Proy. con Financiamiento con k=60%

Método WACC		
Capital Propio / Inversión	$k = CP / (CP + D)$	60%
Costo de Deuda	$i_D =$ Tasa de Préstamo para PyMEs	22,00%
Tasa de Imp. a las Ganancias	t	35%
Tasa de Descuento WACC	$r(WACC) = (1 - k) i_D(1 - t) + k \cdot i_{CP}$	21,26%

Fuente: Herrera García, B. “Acerca de la Tasa de Descuentos en Proyectos”. Revista Quipukamayoc. Lima.

(http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/quipukamayoc/2008_1/a11.pdf)



5.3.3 Flujo de Fondos Puro: sin Financiamiento, VAN y TIR

En primera instancia nos limitaremos a mostrar el Flujo de Fondos Puro del Proyecto, esto es, sin considerar el financiamiento.

Tabla: Flujo de Fondos - Proyecto Original									
Rubros		Periodos							
		0	1	2	3	4	5	6	
Beneficios afectados por impuesto a utilidades									
Ingresos	Ingresos por venta o por servicio adicionales		\$ 6.379.363,89	\$ 12.120.910,64	\$ 18.317.636,92	\$ 23.539.476,14	\$ 27.933.615,60	\$ 27.933.615,60	
	Ingresos por subproducto y o venta de desechos adicionales		\$ 57.772,35	\$ 119.517,80	\$ 190.844,73	\$ 248.241,18	\$ 297.497,30	\$ 297.497,30	
	Ingresos por Alquiler de Planta Actual								
	Venta de Activos								
Total de Beneficios afectados por impuesto = B			\$ 6.437.136,24	\$ 12.240.428,44	\$ 18.508.481,65	\$ 23.787.717,33	\$ 28.231.112,90	\$ 28.231.112,90	
Gastos deducibles de impuesto a utilidades									
Costos Variables	Costos Variables de las Ventas Adicionales		\$ -1.997.627,41	\$ -3.519.681,90	\$ -5.299.957,78	\$ -6.747.670,95	\$ -8.002.163,14	\$ -8.002.163,14	
	Costos Logísticos Adicionales		\$ -75.939,25	\$ -75.939,25	\$ -118.184,40	\$ -118.184,40	\$ -160.429,55	\$ -160.429,55	
Costos Fijos	Costos de Aumento de Personal en Areas No Productivas		\$ -1.287.000,00	\$ -1.443.000,00	\$ -2.106.000,00	\$ -2.106.000,00	\$ -2.392.000,00	\$ -2.392.000,00	
	Costos de Alquiler		\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	
	Gastos en Publicidad y Marketing (5% de los Ingresos)		\$ -318.968,19	\$ -606.045,53	\$ -915.881,85	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
	Gastos de Energía en General								
	Depreciaciones (Infraestructura)		\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	
	Depreciaciones (Maquinaria, Muebles y Útiles)		\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	
	Depreciaciones (PC's, Disp. Elect., Rodados)		\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ 0,00	
Intereses de Deuda por Financiamiento		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00		
Total de Gastos deducibles de impuesto = G			\$ -4.168.484,94	\$ -6.133.616,77	\$ -8.928.974,11	\$ -9.460.805,43	\$ -11.043.542,77	\$ -11.018.729,37	
Ual = Utilidad antes de impuesto = B - G			\$ 2.268.651,29	\$ 6.106.811,66	\$ 9.579.507,55	\$ 14.326.911,89	\$ 17.187.570,13	\$ 17.212.383,53	
IU = Impuesto a las utilidades = Ual x T (alícuota imp.a utilidades)			\$ 794.027,95	\$ 2.137.384,08	\$ 3.352.827,64	\$ 5.014.419,16	\$ 6.015.649,54	\$ 6.024.334,23	
Ud=Utilidades después de impuesto = Ual - IU			\$ 1.474.623,34	\$ 3.969.427,58	\$ 6.226.679,91	\$ 9.312.492,73	\$ 11.171.920,58	\$ 11.188.049,29	
Inversión	- Inversión activos fijos: Infraestructura		\$ -19.584.799,20						
	- Inversión activos fijos: Máquinas, Muebles y Útiles		\$ -2.524.407,00						
	- Inversión activos fijos: PC's, Dispositivos Elect, Rodados		\$ -124.067,00						
	- Inversión Capital de Trabajo Adicional		\$ -1.226.511,62					\$ 1.226.511,62	
	- Otros Gastos: Mudanza, Mantenim. y Parada de Planta		\$ -1.078.513,55						
Financiam.	+ Capital Recibido por Financiamiento (Préstamo)		\$ 0,00						
	- Pago de Deuda (Amortización)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
	+ Valor Residual o Valor Contable de Activos							\$ 18.244.386,10	
+ Depreciaciones Totales			\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 644.136,68	
FNT = Flujo Fondos Netos			\$ -24.538.298,37	\$ 2.143.573,43	\$ 4.638.377,67	\$ 6.895.629,99	\$ 9.981.442,81	\$ 11.840.870,67	\$ 31.303.083,69
FNT Actualizados			\$ -24.538.298,37	\$ 1.702.600,02	\$ 2.926.271,70	\$ 3.455.387,51	\$ 3.972.742,37	\$ 3.743.303,04	\$ 7.860.184,53

Valor Actual Neto	VAN	\$ -877.809,20
Tasa Interna de Retorno	TIR	24,82%



5.3.4 Amortización de Deuda

Como mencionamos, planteamos que la inversión del Proyecto se solventará en parte (40%) tomando Préstamo al Banco con una tasa subsidiada del 22% anual. Proponemos que esta deuda sea pagada en 5 años mediante el cálculo de Amortizaciones de Deuda con el Sistema de Amortización Francés (el más utilizado por los bancos en Argentina), esto significa que cada año se pagará una cuota constante, los intereses disminuirán, mientras la amortización irá aumentando año a año.

Para calcular la Cuota o Renta se procede a utilizar la siguiente fórmula:

$$R = \frac{C \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

donde:

R = Renta o Cuota

C = Capital o Monto Total de la Deuda

i = tasa de interés de la deuda = tasa de interés del Préstamo anual

n = cantidad de períodos

En la tabla siguiente se muestra, por un lado, como se va pagando la deuda y los intereses año a año.

Tabla: Amortización de Deuda							
Períodos	0	1	2	3	4	5	6
Préstamo	\$ 9.815.319,35						
Interés		\$ 2.159.370,26	\$ 1.880.366,80	\$ 1.539.982,59	\$ 1.124.713,85	\$ 618.085,99	\$ -0,00
Renta o Cuota a Pagar		\$ -3.427.567,77	\$ -3.427.567,77	\$ -3.427.567,77	\$ -3.427.567,77	\$ -3.427.567,77	\$ 0,00
Amortización		\$ 1.268.197,51	\$ 1.547.200,96	\$ 1.887.585,18	\$ 2.302.853,92	\$ 2.809.481,78	\$ 0,00
Amortización Acum.		\$ 1.268.197,51	\$ 2.815.398,48	\$ 4.702.983,65	\$ 7.005.837,57	\$ 9.815.319,35	\$ 9.815.319,35
Saldo de la Deuda	\$ -9.815.319,35	\$ -8.547.121,84	\$ -6.999.920,87	\$ -5.112.335,69	\$ -2.809.481,78	\$ 0,00	\$ 0,00



5.3.5 Flujo de Fondos con Financiamiento, VAN y TIR

Aplicando el Financiamiento, las amortizaciones y el interés de la anterior tabla, se muestra el Flujo de Fondos con Financiamiento:

Tabla: Flujo de Fondos - Proyecto Original								
Rubros		Periodos						
		0	1	2	3	4	5	6
Beneficios afectados por impuesto a utilidades								
Ingresos	Ingresos por venta o por servicio adicionales		\$ 6.379.363,89	\$ 12.120.910,64	\$ 18.317.636,92	\$ 23.539.476,14	\$ 27.933.615,60	\$ 27.933.615,60
	Ingresos por subproducto y o venta de desechos adicionales		\$ 57.772,35	\$ 119.517,80	\$ 190.844,73	\$ 248.241,18	\$ 297.497,30	\$ 297.497,30
	Ingresos por Alquiler de Planta Actual							
	Venta de Activos							
Total de Beneficios afectados por impuesto = B			\$ 6.437.136,24	\$ 12.240.428,44	\$ 18.508.481,65	\$ 23.787.717,33	\$ 28.231.112,90	\$ 28.231.112,90
Gastos deducibles de impuesto a utilidades								
Costos Variables	Costos Variables de las Ventas Adicionales		\$ -1.997.627,41	\$ -3.519.681,90	\$ -5.299.957,78	\$ -6.747.670,95	\$ -8.002.163,14	\$ -8.002.163,14
	Costos Logísticos Adicionales		\$ -75.939,25	\$ -75.939,25	\$ -118.184,40	\$ -118.184,40	\$ -160.429,55	\$ -160.429,55
Costos Fijos	Costos de Aumento de Personal en Areas No Productivas		\$ -1.287.000,00	\$ -1.443.000,00	\$ -2.106.000,00	\$ -2.106.000,00	\$ -2.392.000,00	\$ -2.392.000,00
	Costos de Alquiler		\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
	Gastos en Publicidad y Marketing (5% de los Ingresos)		\$ -318.968,19	\$ -606.045,53	\$ -915.881,85	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	Gastos de Energía en General							
	Depreciaciones (Infraestructura)		\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98	\$ -391.695,98
	Depreciaciones (Maquinaria, Muebles y Útiles)		\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70	\$ -252.440,70
	Depreciaciones (PC's, Disp. Elect., Rodados)		\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ -24.813,40	\$ 0,00
Intereses de Deuda por Financiamiento		\$ -2.159.370,26	\$ -1.880.366,80	\$ -1.539.982,59	\$ -1.124.713,85	\$ -618.085,99	\$ 0,00	
Total de Gastos deducibles de impuesto = G			\$ -6.327.855,20	\$ -8.013.983,58	\$ -10.468.956,70	\$ -10.585.519,29	\$ -11.661.628,76	\$ -11.018.729,37
Ual = Utilidad antes de impuesto = B - G			\$ 109.281,04	\$ 4.226.444,86	\$ 8.039.524,96	\$ 13.202.198,04	\$ 16.569.484,13	\$ 17.212.383,53
IU = Impuesto a las utilidades = Ual x T (alícuota imp.a utilidades)			\$ 38.248,36	\$ 1.479.255,70	\$ 2.813.833,73	\$ 4.620.769,31	\$ 5.799.319,45	\$ 6.024.334,23
Udl=Utilidades después de impuesto = Ual - IU			\$ 71.032,67	\$ 2.747.189,16	\$ 5.225.691,22	\$ 8.581.428,73	\$ 10.770.164,69	\$ 11.188.049,29
Inversión	- Inversión activos fijos: Infraestructura		\$ -19.584.799,20					
	- Inversión activos fijos: Máquinas, Muebles y Útiles		\$ -2.524.407,00					
	- Inversión activos fijos: PC's, Dispositivos Elect, Rodados		\$ -124.067,00					
	- Inversión Capital de Trabajo Adicional		\$ -1.226.511,62					\$ 1.226.511,62
	- Otros Gastos: Mudanza, Mantenim. y Parada de Planta		\$ -1.078.513,55					
Financiam.	+ Capital Recibido por Financiamiento (Préstamo)		\$ 9.815.319,35					
	- Pago de Deuda (Amortización)			\$ -1.268.197,51	\$ -1.547.200,96	\$ -1.887.585,18	\$ -2.302.853,92	\$ -2.809.481,78
	+ Valor Residual o Valor Contable de Activos							\$ 18.244.386,10
+ Depreciaciones Totales			\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 668.950,08	\$ 644.136,68
FNT = Flujo Fondos Netos			\$ -14.722.979,02	\$ -528.214,75	\$ 1.868.938,28	\$ 4.007.056,13	\$ 6.947.524,89	\$ 8.629.632,99
FNT Actualizados			\$ -14.722.979,02	\$ -435.605,11	\$ 1.271.041,79	\$ 2.247.360,45	\$ 3.213.363,50	\$ 3.291.580,70

Valor Actual Neto	VAN	\$ 4.711.258,99
Tasa Interna de Retorno	TIR	28,23%

5.3.6 Análisis del Flujo de Fondos y Recupero de Capital

En la gráfica siguiente se puede apreciar, por un lado, como varían los Flujos de Fondos de la empresa año a año, y por el otro lado, como se recupera el Capital invertido.

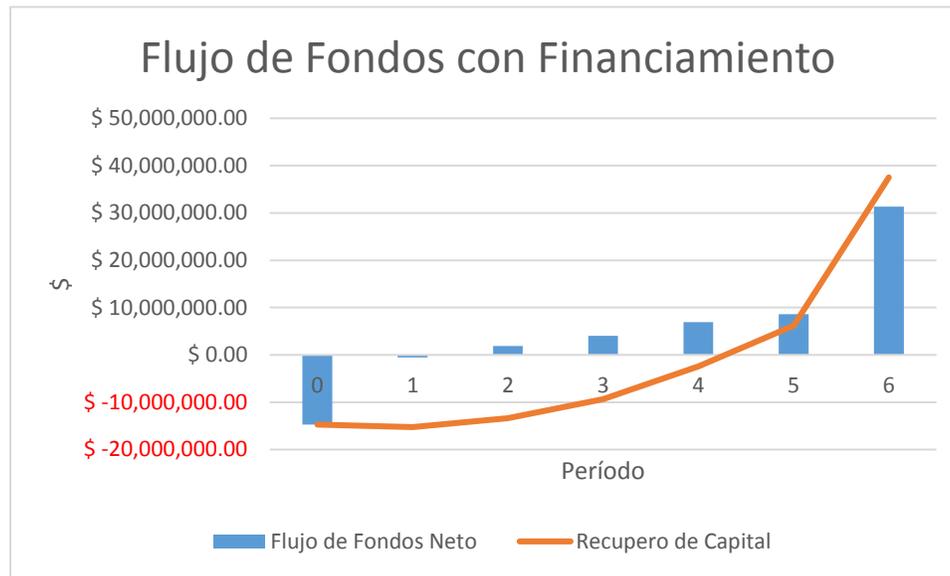


Imagen 55: Flujo de Fondos con Financiamiento

En el primer año el recupero de capital decrece un poco debido a que todavía no hay ganancias suficientes para pagar la amortización (aunque si alcanza para pagar los intereses). La empresa tendrá que prever ese vacío financiero para pagarlos con capital propio, ya sea con las ganancias del resto de la producción (ajeno al proyecto), o bien, deberá recurrir a otra forma de financiamiento.

En los siguientes años la empresa va generando cada vez mayores ganancias debido al incremento de producción y ventas, los que permiten pagar la amortización y los intereses, y por lo tanto se empiezan a ver Flujos de Fondos Netos positivos.

Para el año 5 la empresa no solo ha pagado la deuda, sino que también ha recuperado el capital invertido. A partir de ahí se considera que la empresa empieza a tener ganancias líquidas con las que puede invertir en otros proyectos.

5.4 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica que consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN y/o TIR (en un proyecto, en un negocio, etc.), al cambiar alguna variable (la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento de los ingresos, los costes, etc.). De este modo, teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN o TIR podremos calcular y mejorar nuestras estimaciones sobre el proyecto que vamos a comenzar en el caso de que esas variables cambiasen o existiesen errores de apreciación en los datos iniciales por parte del evaluador.

En este trabajo realizaremos un Análisis de Sensibilidad para el VAN y la TIR teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Ingresos (Precio o Cantidad)
- Costos Variables
- Costos Fijos
- Inversión
- Factor de Apalancamiento Financiero (k)

A continuación, mostramos las tablas y gráficas correspondientes:

Tabla: Análisis de Sensibilidad del VAN					
$\Delta \% (X)$	VAN (Δ Precio o Δ Q)	VAN (Δ CVu)	VAN (Δ CF)	VAN (Δ Inv)	VAN (Δ K)
-30,00%	\$ -5.587.711,91	\$ 7.898.385,50	\$ 6.114.327,36	\$ 9.565.611,80	\$ 8.364.118,57
-20,00%	\$ -2.154.721,61	\$ 6.836.010,00	\$ 5.646.637,91	\$ 7.947.494,20	\$ 7.203.695,44
-10,00%	\$ 1.278.268,69	\$ 5.773.634,50	\$ 5.178.948,45	\$ 6.329.376,60	\$ 5.985.018,97
0,00%	\$ 4.711.258,99	\$ 4.711.258,99	\$ 4.711.258,99	\$ 4.711.258,99	\$ 4.711.258,99
10,00%	\$ 8.144.249,30	\$ 3.648.883,49	\$ 4.243.569,54	\$ 3.093.141,39	\$ 3.385.389,25
20,00%	\$ 11.577.239,60	\$ 2.586.507,99	\$ 3.775.880,08	\$ 1.475.023,79	\$ 2.010.200,73
30,00%	\$ 15.010.229,90	\$ 1.524.132,49	\$ 3.308.190,63	\$ -143.093,81	\$ 588.314,03

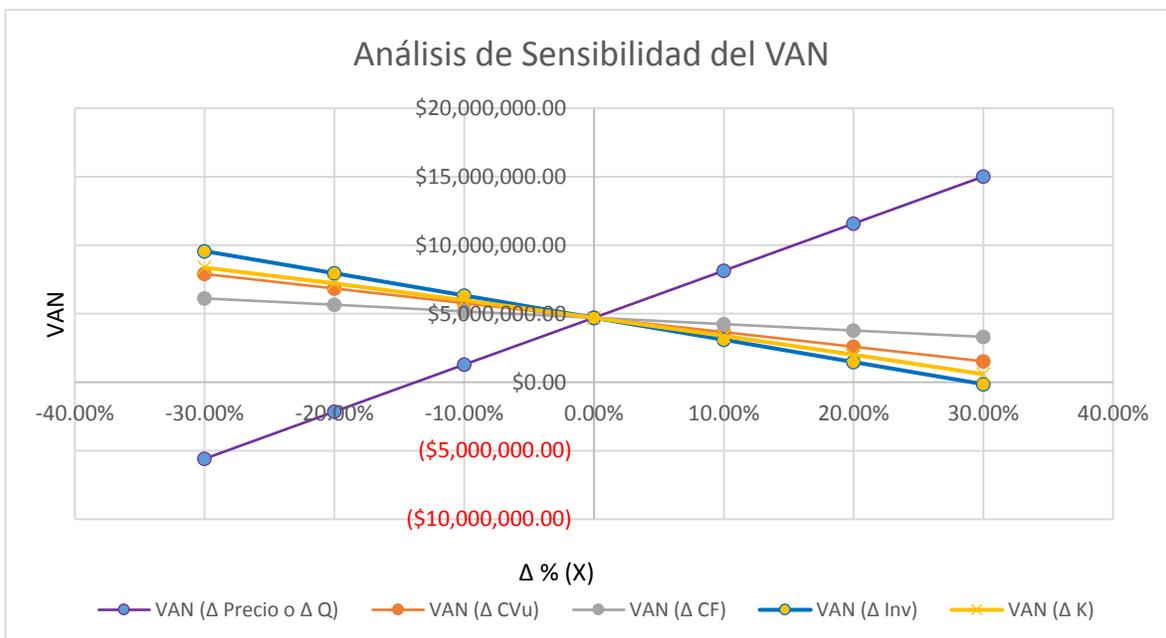


Imagen 56: Análisis de Sensibilidad del VAN

$\Delta \% (X)$	VAN (Δ Precio o ΔQ)	VAN (ΔCVu)	VAN (ΔCF)	VAN (ΔInv)	VAN (ΔK)
-30,00%	12,37%	32,85%	30,38%	40,32%	33,12%
-20,00%	17,92%	31,32%	29,66%	35,44%	31,10%
-10,00%	23,19%	29,78%	28,95%	31,50%	29,52%
0,00%	28,23%	28,23%	28,23%	28,23%	28,23%
10,00%	33,07%	26,68%	27,53%	25,48%	27,17%
20,00%	37,72%	25,11%	26,82%	23,13%	26,27%
30,00%	42,22%	23,54%	26,12%	21,09%	25,49%

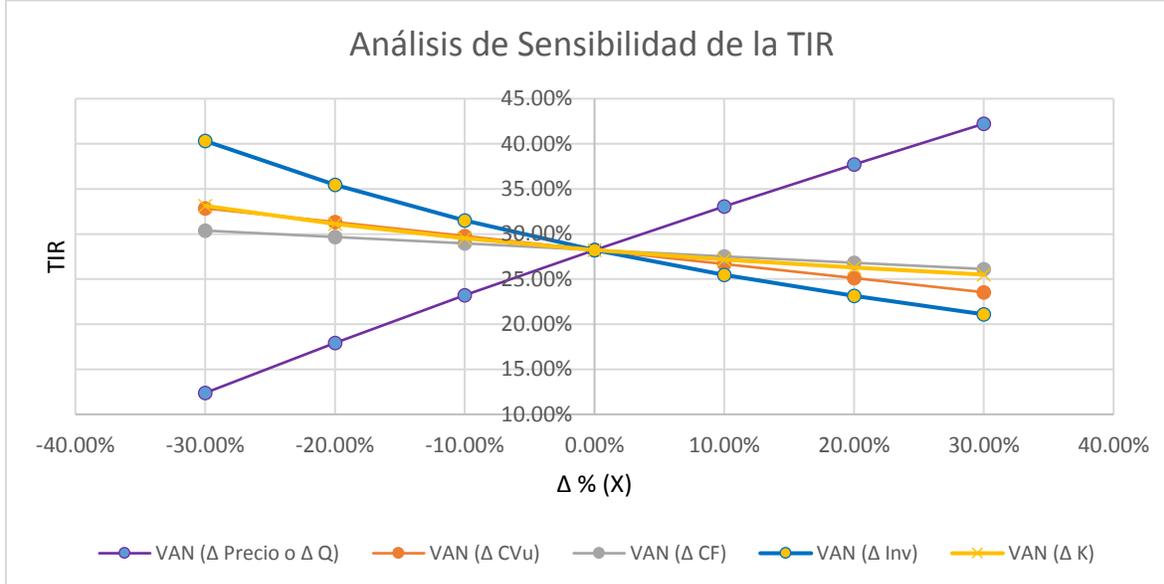


Imagen 57: Análisis de Sensibilidad de la TIR

De las gráficas se puede observar que las variables menos sensibles son, en el siguiente orden, el costo fijo, los costos variables y el factor de apalancamiento financiero. Las **variables con mayor impacto** en el Proyecto son los **Ingresos**, esto es, Precio y/o Cantidad de los productos vendidos y la **Inversión**. Se deberá prestar mucha atención a los Estudios de Mercado en una próxima etapa.

El Proyecto, según la tasa de descuento (que depende del capital propio), es lo suficientemente atractivo si el VAN es igual o mayor a 0. Esta situación se da en un gran rango de variabilidad de las variables mencionadas anteriormente, exceptuando cuando los ingresos disminuyen más de un 20%, o bien si la inversión necesaria supera un 30% de lo estimado.

Es posible también mejorar la VAN si:

Reducimos la Inversión: Es posible si se comparte maquinaria en células donde estas se encuentren con capacidad ociosa, se compra maquinaria o dispositivos provenientes de china, o también, si se elabora un plan escalonado de inversión en función de la necesidad de producción.

Reducimos el Factor de Capital Propio (K): Es sumamente beneficioso financiarse con el Banco a esa tasa de interés, por lo que será clave negociar con el banco para aumentar el préstamo límite que nos ofrecen, para así disminuir al máximo el factor k y aprovechar el efecto de apalancamiento.



Conclusiones

Si bien este Trabajo fue planteado con foco en el Diseño de una Nueva Nave Industrial, en realidad abarca mucho más que eso. El proyecto parte de la necesidad de la empresa de continuar con su crecimiento, que al momento se ve muy restringido. Sin embargo, el **diseño de** la nueva planta industrial no hubiese sido posible sin el conocimiento de los Productos, el Proceso de Producción y su rediseño, motivo por el cual han sido incluidos el Manual de Componentes y de Procesos en este trabajo.

Desde el principio nos propusimos ciertas metas en las que podemos demostrar que las hemos cumplido. Realizaremos un resumen de cómo y en qué medida las hemos cumplido:

1. Aumentar la Cantidad de Ventas y Capacidad Productiva.

Teniendo en cuenta la Proyección de Demanda normal del sector, la mejora del nivel de servicio con el nuevo sistema de producción, y los objetivos de Marketing propuestos para la expansión del mercado local y a países vecinos se espera un incremento de Ventas a 5 años de aproximadamente un 97%.

Las células de trabajo del Sector de Recuperación de Piezas (a excepción de la N°2 correspondiente a Elementos de Desgaste, la cual deberá hacerse mejoras en un futuro) fueron diseñadas para poder operar a una capacidad de 18720 turbos equivalentes. A su vez se prevé que, con la incorporación de nuevos puestos de trabajo en el Sector de Limpieza, Montaje y Equilibrado, pueda no solo cubrir estos 18720 Turbos Equivalentes, sino poder realizar 9600 montajes de conjuntos centrales. Comparando con la capacidad actual de planta, esto significa un aumento de un 290% de capacidad en Turbos, y 480% en montajes de conjuntos centrales.

2. Aumentar el Nivel de Recuperación de Piezas (en cantidad y modelos de piezas).

En principio, no podemos demostrar que el nivel de recuperación de piezas (en %) aumente con este nuevo sistema de producción, ya que sería necesario realizar pruebas o simulaciones del funcionamiento. Sin embargo, se estima una reducción de costos de recuperación de piezas de entre 20 y 25% (incluso la Carcasa de Escape se estima en una reducción del 53% de los costos de recuperación). La reducción de costos tiene efecto positivo en el porcentaje de piezas a procesar, y, por lo tanto, un aumento en las cantidades recuperadas.

Por otro lado, hemos demostrado que recuperar los elementos de desgaste (en la célula de trabajo 2) es más económico que comprar las piezas (como la empresa hace actualmente), y, por lo tanto, la incorporación de esta célula generaría un aumento en el nivel de recuperación de piezas global.

3. Mejorar la productividad y la eficiencia de procesos.

A partir de los datos del Anexo V: Tiempos y Costo de Proceso, se puede estimar una mejora de productividad promedio de 19.5% en el Sector de Recuperación de Piezas, de 4.5% en Armado y 16,6% en Packaging.

Para determinar la eficiencia de los procesos necesitamos conocer la reducción de scrap con el nuevo proceso, dato que solo podrá ser medido una vez puesto en funcionamiento la nueva planta.



4. Estandarizar los procesos de la empresa para mejorar y garantizar la calidad.

Esto se puede observar en el Manual de Procedimientos para cada Célula de Trabajo en Anexo II, y también en los Anexos III y IV, correspondientes a los Procesos de Limpieza y Procesos Comunes de Reparación respectivamente.

5. Generar Independencia de Procesos.

En la Unidad 3 se propone un Proceso Producción Integral: la del Turboalimentador Reconstruido que permite la división de los procesos en 4 Bloques, en el cual el Almacén toma un rol importante, actuando como proveedor y cliente de los demás sectores de la empresa, generando así algunos beneficios para la empresa en materia de planificación y programación de la producción, orden, limpieza, entre otros.

6. Aprovechar los activos de la empresa.

No solo se aprovecha el Terreno sobre la ruta 19 para la construcción de la planta, sino que también se planea seguir utilizando parte de la maquinaria, herramientas y mobiliario. Por otro lado, se aprovecharían los nuevos espacios generados (planta actual) como sucursal de ventas, para presupuestación, o bien, como depósito. Otra opción es poder alquilar a las demás empresas socias o a terceros. También se desligaría de seguir pagando alquiler por el local que se encuentra al lado (actual oficina del Área Técnica).

Como conclusión de la evaluación económica-financiera, podemos decir que el proyecto es rentable (VAN positiva) siempre y cuando se realice con un financiamiento mayor al 5% de la inversión (esto es, $k < 95\%$) a una tasa de interés baja (como la que otorga el banco nación del 22%), las inversiones reales no superen el 30% de lo estimado y los ingresos por ventas no bajen más del 20%.

Es un Proyecto que implica una gran inversión, especialmente en concepto de infraestructura y que de ser exitoso marcará un crecimiento a largo plazo muy importante. Para un financiamiento del 40% en concepto de préstamo ($k = 60\%$), la VAN del Proyecto se estima en \$4.7 millones, y una TIR de 28.33%. El Recupero de Capital se podría lograr entre 4 y 5 años del funcionamiento de la nueva nave industrial.

El análisis de sensibilidad nos permitió identificar a las variables ingresos (cantidad o precio) e inversión como las más sensibles del proyecto. Sin embargo, los impactos tendrían que ser más de un 20% de lo estimado para que el proyecto deje de ser atractivo ($VAN < 0$).

De esta manera concluimos que el Proyecto es muy beneficioso para la empresa a largo plazo, pero deberá analizarse si la empresa dispone del capital necesario para realizar la inversión y, así, conseguir el financiamiento faltante.



Bibliografía

DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. y otros. “Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos en la Producción y los Servicios”. McGraw-Hill, Madrid, 1995.

KRAJESWSKY Y RITZMAN. “Administración de Operaciones” Prentice Hall, 2000.

LEE, QUARTERMAN. “Facilities and Workplace Design”. Atlanta, GA. Engineering and Management Press. 1997.

MAYNARD H.B. “Manual de Ingeniería y organización industrial”. Reverete, 1987.

SAPAG CHAIN, NASSIR. “Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación”. Editorial Pearson. Primera Edición. 2007.

SULE DILEEP R.. “Instalaciones de Manufactura: Ubicación, planeación y diseño”. Thomson Learning, Méjico D.F., 2001.

Otras Fuentes de Consulta:

LARDONE, ALEJANDRO. Manual de Capacitación – Introducción a la Reparación de Turbocompresores. TURBOLAR. s/f.

MARMOL, AGUSTIN. Manual de Componentes. TURBOLAR. 2015. (Disponible en: [ANEXO I](#))

MARMOL, AGUSTIN; LARDONE, ALEJANDRO. Manual de Procedimientos. TURBOLAR. 2015. (Disponible en: [ANEXO II](#))

Fuentes en Sitios Web:

DIARIO “ÁMBITO FINANCIERO”. Riesgo País. Julio 2016. (Disponible en: <http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/info/?id=2>)

DIARIO “CLARÍN”. Índices Clarín Arquitectura. (Disponible en: http://arq.clarin.com/indices_clarin.html)

DIARIO “LA NACIÓN”. “Los autos más vendidos”. 2016. (Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1859570-los-autos-mas-vendidos-de-2015>)

Diario “LA NACIÓN”. “Nuevos Préstamos del Banco Nación”. 2016. (Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1918267-nuevos-prestamos-del-banco-nacion>)

DNRPA. Estadísticas. (Disponible en: http://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/estadisticas/rsss_tramites/tram_prov.php?origen=portal_dnrpa&tipo_consulta=inscripciones)

HERRERA GARCÍA, B.. “Acerca de la Tasa de Descuentos en Proyectos”. Revista Quipukamayoc. Lima. s/f. (Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/quipukamayoc/2008_1/a11.pdf)

ITURRIOZ DEL CAMPO, J. “Análisis de Sensibilidad en Valoración de Inversiones”. s/f. (Disponible en: <http://www.expansion.com/diccionario-economico/analisis-de-sensibilidad-en-valoracion-de-inversiones.html>)

MERCADO LIBRE. Precios de Máquinas, Dispositivos, entre otros. (Disponible en <http://www.mercadolibre.com.ar/>)

TURBOLAR. Historia; Actualidad; Proyección; Productos y servicios; Procesos (Disponible <http://www.turbolar.com.ar/>)

WIKIPEDIA. Turbocompresor (Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Turbocompresor>)

Anexos

ANEXO I: Manual de Componentes

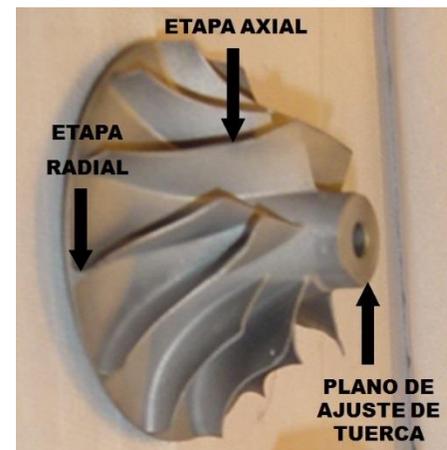
A continuación, nombraremos los Componentes, los ilustraremos con imágenes y daremos sus características principales como: el Material con el que están contruidos, la función que cumplen en el turboalimentador, los tipos y las partes o zonas. No entraremos muy en detalle sobre cómo funcionan. Agruparemos estos elementos según el tipo de función que cumplan: principal, de desgaste, de fijación o bien si son ocasionales.

1 Elementos Principales

Son los elementos que en un caso ideal permitirían cumplir con las funciones principales del turbo. Todas estas piezas están presentes en cualquier turbo.

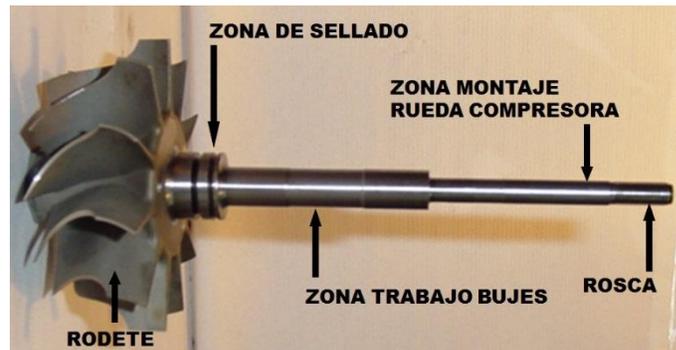
1.1 Rueda Compresora (#7)

- **Material:** Aleación de Aluminio
- **Función:** La rueda compresora es la que permite por un lado aspirar el aire de afuera y comprimirlo al impulsarlo hacia la carcasa de admisión. Podemos decir que en la rueda compresora hay 2 etapas:
 - Una etapa axial que aspira el aire
 - Una etapa radial que impulsa el aire hacia la carcasa de admisión.
- **Método de Fabricación:** Procedimiento de fundición de precisión.
- **Tipos:**
 - Espalda Convexa (figura de la derecha)
 - Espalda Plana



1.2 Rueda de Turbina (#6)

- **Material:**
 - INCONEL (Rodete) Aleación austenítica de alto contenido de Níquel (Muy resistente a altas temperaturas)
 - Acero bonificado SAE 4140 (Eje)
- **Partes:**
 - Rodete (o Turbina): Muy resistente a las Temperaturas de los Gases de Escape. El método de fabricación es mediante procesos de fundición de alta precisión.
 - Eje: Está soldado a la rueda de turbina mediante el proceso de soldadura por fricción. Todas las piezas intermedias están montadas sobre este eje y apretadas por una tuerca montada en la rosca central de la misma. Es posible identificar 4 zonas:
 - Zona de Sello de Aceite y Gases de Escape: Aquí se encuentran la Ranura de Anillos y en algunos casos una Chapa Deflectora de aceite.
 - Zona de Trabajo de Bujes
 - Zona de Montaje de R. Compresora
 - Rosca

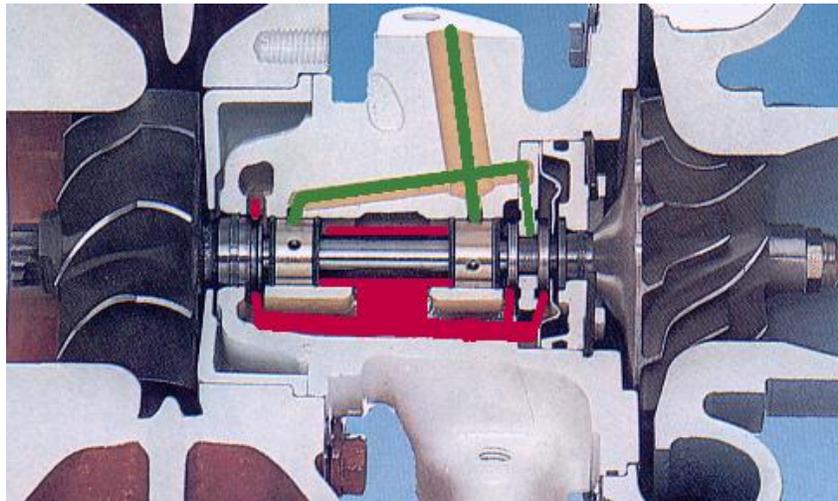


1.3 Cuerpo Central (#4)

- **Material:** Fundición de hierro
- **Función:** Permitir la lubricación de los bujes y la formación de los Sellos de Aceite. Contener, posicionar las piezas intermedias, y aislarlas térmicamente. Muchas veces también sirve como apoyo para otras piezas. Las cámaras de algunos Cuerpos Centrales cumplen la misión de contener el aceite que permite refrigerar la zona de escape.
- **Tipos:**
 - Con Apoyo de Carcasa de Admisión (ver figura de la derecha)
 - Sin Apoyo



- **Zonas:**
 - Zonas de Ingreso de Aceite: Ubicado en el Plano Superior
 - Circuitos de Lubricación y Cámaras: Aquí el aceite que ingresa se desplaza por los conductos (indicados en color verde) por gravedad a las zonas de bujes que luego caen en las cámaras (color rojo).
 - Zona de Retorno de Aceite: Ubicado en el Plano Inferior. El aceite luego de lubricar cae por gravedad en cámaras dirigiéndose a esta zona que se conecta al cárter.
 - Zona de Trabajo de los bujes: Aquí existen (en algunos casos) ranuras para alojar a los seeguer que contienen los bujes en su posición de trabajo. La cantidad de ranuras pueden ser dos, tres o cuatro.
 - Zona de escape: Aquí se encuentra el diámetro de alojamiento del anillo de cierre.
- **Casos Particulares:** con Aletas de Refrigeración o Cámaras de Circulación de Agua: Se dan en casos donde los turboalimentadores están sometidos a altas temperaturas de trabajo



1.4 Carcasa de Escape (#5)

- **Material:**
 - Fundición de Hierro Nodular
 - En el caso de turboalimentadores donde las temperaturas de escape son muy elevadas se emplea hierro fundido aleado con silicio y molibdeno o hierro austenítico con grafito globular.
- **Función:** Recibir los gases de escape y orientarlos en forma conveniente para que incidan sobre la turbina, y así transformar la energía que estos gases traen en el movimiento de rotación de la turbina.
- **Área:** La relación entre el área de la carcasa de escape (en la zona de entrada) y el diámetro de la rueda de turbina nos da un índice de la “potencia o fuerza” que tendrá la turbina para impulsar a la rueda compresora. Normalmente ese número está grabado en la carcasa de escape y en algunos casos precedidos de las letras A/R. Para un diámetro de turbina dado, mientras más chico es el número A/R más comprimida será la carcasa.

- Tipos:
 - **VO:** en la figura de la izquierda, observamos una carcasa donde la boca de entrada de gases es una sola, a estas se las denomina **VO**. A estos turbos se los conoce como *Turbos de sobrealimentación de presión constante*. Todos los cilindros envían los gases al múltiple de escape y de allí se conducen a la carcasa con una presión casi constante, este tipo de carcasas se puede usar con buen rendimiento en motores de 4 cilindros donde la regularidad de marcha de los gases es buena.
 - **VTF:** En la figura observamos una carcasa en donde la boca de entrada está dividida en dos, estas se las denomina **VTF**. A estos turbos se los conoce como *Turbos de presión pulsante*. Este caso exige que el múltiple de escape esté dividido en dos cámaras separadas, en una de ellas vierten sus gases los tres primeros cilindros y en la otra los tres últimos, de esta forma los gases llegan separados a la turbina logrando así un mayor rendimiento. Esta solución se debe aplicar por ejemplo en los motores de seis cilindros.



- **Turboalimentadores con Válvula de sobrepresión o cortocircuito:** cuando se necesita obtener en el motor un par mayor a bajas vueltas del motor (por ejemplo: en motores de camiones) o cuando tenemos motores con un régimen elevado de revoluciones (por ejemplo: en motores de automóviles); se utilizan carcasas de área reducida, con lo cual el turbo entra en régimen a bajas revoluciones del motor. Pero es necesario que parte del flujo de escape se desvíe sin pasar por el turbo cuando el motor ya está en régimen, para ello se usa una válvula de sobrepresión o cortocircuito, la cual limita la presión de sobrealimentación y el número de revoluciones del turboalimentador. Una carcasa de este tipo se puede observar en la figura.



1.5 Carcasa Compresora (#8)

- **Material:** Aluminio Fundido
- **Función:** Alojar la rueda compresora, y es donde se transforma la velocidad que la rueda compresora le imprime al aire en presión, conduciéndola al múltiple de admisión.
- **Área:** Al igual que la carcasa de escape ésta tiene una relación de área determinada.
- **Turboalimentadores con Válvula de sobrepresión o cortocircuito:** Se suele tomar en la carcasa de admisión la señal de presión que gobierna a dicha válvula.



1.6 Protección Térmica (#38)

- **Material:**
 - Fundición (la mayoría) (Fig. de la izquierda)
 - Acero Estampado (Fig. de la derecha)
- **Función:** Disminuir la cantidad de calor transmitido por los gases de escape hacia la zona del cuerpo central, formando una cámara entre ambas piezas.





1.7 Placa Sello o Placa Trasera (#43)

- **Material:** Aluminio
- **Función:** Contener los anillos de cierre del lado compresión. En algunos casos sirve de apoyo a la Carcasa de Admisión.
- **Tipos:**
 - Con Apoyo de Carcasa de Admisión (Ver Figura de la derecha), esta es sujeta normalmente mediante un seguer o zuncho.
 - Sin Apoyo (Ver figura de abajo), ésta va sujeta normalmente mediante tornillos.



2 Elementos de Desgaste

Son aquellos elementos que generalmente sufren desgaste por fricción (contacto con otros elementos) o temperatura. La mayoría de estos elementos no se les realizan procesos de recuperación, ya que su vida útil es muy acotada.

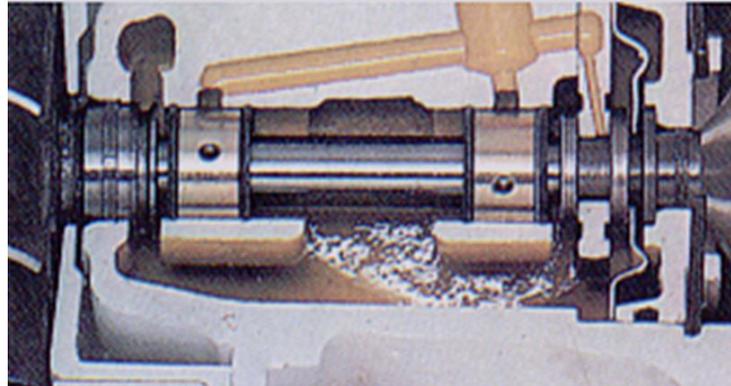
2.1 Cojinetes Radiales o Bujes (#11)

- **Material:** de distintas aleaciones de Bronce (dependiendo su tipo del fabricante y del régimen de giro del turboalimentador).
- **Función:** Sustentar el eje permitiendo su movimiento de rotación
- **Funcionamiento:** Los bujes son flotantes, es decir, hay lubricación entre el cuerpo central y el buje, y entre el eje de turbina y el buje. Solamente en algunos turboalimentadores se restringe el giro de los bujes, en el resto estos giran libremente existiendo una relación entre la superficie de contacto interna y externa y sendos diámetros para que los bujes giren a aproximadamente la mitad de revoluciones que la rueda de turbina.
- **Tipos según la Ranura de Lubricación:**
 - **Bujes con Agujeros de Lubricación:** Corresponde a un cuerpo central donde el canal de lubricación desemboca a una ranura que coincide con los agujeros del buje, ubicada al centro del buje, y por dichos agujeros permite que el aceite lubrique el giro relativo del buje respecto del eje de turbina. (Ver figura 1)
 - **Bujes con Ranura de Lubricación Anular:** Corresponde a un cuerpo central, cuyo canal de lubricación llega directamente a la zona de bujes. (Ver figura 2)
 - **Bujes con Ranura de Lubricación Frontal e Interna.** Estas ranuras internas permiten que se lubrique el movimiento relativo entre el buje y la rueda de turbina. Para este caso el aceite ingresa a la zona de buje entre ambos. (Ver figura 3)
- **Tipos según el largo:**
 - **Cortos:** (la mayoría) en el cuerpo central se ubican 2 bujes de poco largo.
 - **Largos:** (menos comunes) en algunos cuerpos centrales se ubica 1 solo buje. (Ver figura 1)



- **Ubicación y**

Posicionamiento: Los bujes se ubican en alojamientos dentro del cuerpo central, los cuales son sujetados y posicionados por los seaguers para que no se muevan en dirección axial. Por los bujes pasa el eje de la rueda de turbina. (Ver Figura de la derecha)



2.2 Anillos de Cierre (#13, #16)

Su función es impedir el ingreso o salida de partículas o fluidos.

Se coloca una en la ranura de la Rueda de Turbina y otra en el Collar o Manguito.



2.3 Collar (#36)

- **Material:** Acero Templado
- **Función:** Trabaja en contacto con el cojinete axial de modo de controlar el juego axial del conjunto rotante. Tiene la ranura para que trabaje el anillo de cierre del lado compresión. En algunos casos forman un laberinto en conjunto con la placa trasera para controlar el aceite hacia la admisión, en otros casos esta función la realiza una chapa deflectora.
- **Tipos:** En la figura se pueden observar distintos tipos de collares
- **Ubicación:** Se encuentra entre la rueda de turbina y compresora.



2.4 Manguito (#31)

- **Material:** Acero Templado
- **Función:** Contener al anillo de cierre del lado compresión.
- **Tipos:** En la figura se pueden observar distintos tipos de manguitos.
- **Funcionamiento:** Trabaja en conjunto con el collar o las arandelas de desgaste del cojinete axial.



2.5 Arandela de Desgaste de Cojinete Radial (del Buje)

- **Material:** Acero Templado
- **Función:** Soportar la fuerza que ejerce la presión de aceite axialmente sobre el buje y que no roce este directamente sobre el seeguer, y así evitar que el buje se desgaste prematuramente.
- **Tipos:** En la figura se pueden observar distintos tipos de arandelas.



2.6 Arandela de Desgaste de Cojinete Axial

- **Material:** Acero Templado
- **Función:** Controlar el juego axial del conjunto rotante junto al Separador y el Cojinete Axial.
- **Tipos:**
 - Simples. Ver figura.
 - Pueden formar una sola pieza con el separador. Ver figura en Separador, imagen de la izquierda.
- **Funcionamiento:** Trabaja en conjunto con el cojinete axial y Separador.



2.7 Cojinete Axial (#12)

- **Material:**
 - Aleaciones de Bronce (fundido o sinterizado), su composición depende del fabricante y las cargas que soportan.
 - Acero: En la actualidad se están usando con más frecuencia, pues soportan mejor las elevadas cargas a la que están sometidos en los turboalimentadores modernos.
- **Función:** Controlar el juego axial del conjunto rotante y formar la cuña de lubricación.
- **Tipos:** Existen diferentes tipos de cojinetes axiales. Algunos se encuentran en la figura.
- **Funcionamiento:** En la parte posterior existe un canal de lubricación que coincide con el agujero de lubricación del cuerpo central, luego por agujeros internos el aceite llega a la zona de trabajo del mismo.



2.8 Chapa Deflectora (#33)

- **Material:** Generalmente de Acero Inoxidable
- **Función:** Forma un laberinto que, en conjunto con la placa trasera, permite controlar el aceite hacia la admisión.
- **Tipos:** En la figura se pueden observar distintos tipos de chapas deflectoras.



2.9 Anillo de Goma u O-Ring (#32, #41)

También llamado Junta Tórica u O-Ring. Es una junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos.



2.10 Separador

- **Material:** Acero Templado
- **Función:** Permite controlar el Juego Axial del conjunto rotante junto al Cojinete Axial y la Arandela de Desgaste.
- **Tipos:**
 - Simples. Ver figura, imagen de la izquierda
 - Pueden formar una sola pieza con la arandela. Ver en la figura, la imagen de la derecha.
- **Funcionamiento:** Trabaja en medio de dos arandelas de desgaste.
- **Partes:** En la figura 24 se observan distintos tipos de separadores
- **Juego Axial:** La diferencia entre el espesor del mismo y el del cojinete axial dan el juego axial del conjunto rotante





3 Elementos de Fijación

Son aquellos elementos que permiten fijar, posicionar y ajustar los componentes unos de los otros, con el objetivo de que no se generen daños en las piezas. Este ajuste limita, en la mayoría de los casos, el escape de ciertos fluidos. Esto incluye a abrazaderas, chapas, espárragos, tornillos, bulones, arandelas y seeguers.

A modo práctico para este proyecto solo mostraremos los Zunchos, Chapas de Fijación y Seeguers.

3.1 Zuncho (#29)

El Zuncho es una Abrazadera o pieza de metal que rodea una cosa y sirve para apretarla, reforzarla o asegurarla lateralmente



3.2 Chapas de Fijación (#51, #88)

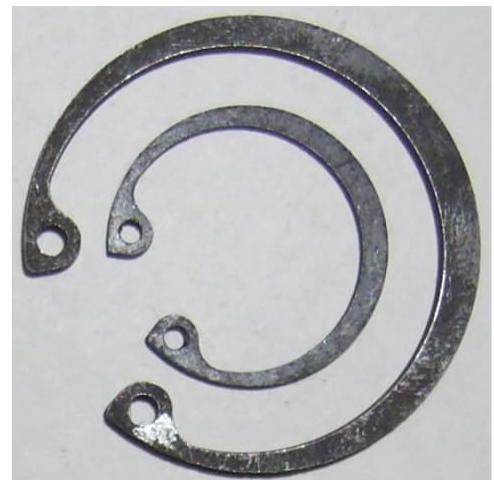
Es una pieza que permite apretar o sujetarla a otra pieza utilizando bulones o tornillos. El objetivo de la pieza es distribuir las presiones en toda la superficie para no generar daños en la pieza a sujetar.



3.3 Seeguers (#22, #64)

También son llamados Anillos de Seguridad. Estos se emplean donde se desee una fijación segura, entre una o varias piezas fijadas a un eje mediante la realización de una ranura. Los Anillos de Seguridad tienen un Diámetro Interior menor al alojamiento, cuando éste es aplicado. La fuerza elástica que ejerce el anillo hace que se fije a la ranura.

El uso de los Anillos de Seguridad presenta una considerable reducción de costos dado que su montaje y extracción queda muy simplificado, utilizando para ello las pinzas adecuadas. Permite reducir el peso de las instalaciones o productos. Obtiene una fijación segura debido a la potente presión del contacto ejercida sobre la ranura del eje.



Tiene elevada resistencia a la fatiga bajo cargas alteradas.

4 Elementos Ocasionales:

Son aquellos elementos que no son estrictamente necesarios, y por ello no se encuentran siempre en el turbo, pero que permiten mejorar el rendimiento del mismo. Algunas veces estos pueden incorporarse como accesorios al turbo, otras veces, son propios del modelo determinado por el tipo de sistema de funcionamiento. Entre estos están: Válvula (la más frecuente), Geometría Variable, Toberas, entre otros. Es conveniente notar que tanto la Válvula como la Geometría Variable cambian (en aspectos no menores) el funcionamiento del turbocompresor estándar.

4.1 Válvula de Presión o de Vacío – Waste Gate (#74)

- **Función:** Comandar la pantalla o elemento que produce el alivio de gases en la carcasa de escape (Ver Carcasa de Escape - Turboalimentadores con Válvula de sobrepresión o cortocircuito).
- **Tipos:**
 - **Válvula de Presión:** (caso más común) El comando es a través de un diafragma que trabaja en conjunto con un resorte. Sobre dicho diafragma actúa presión.
 - **Válvula de Vacío:** Sobre dicho diafragma actúa vacío.
 - **Combinación de Presión y Vacío:** (menos frecuente)
 - **Sin diafragma:** (poco usual) Solamente la acción de un resorte es lo que regula la presión de apertura.
- **Componentes Principales:**
 - Diafragma
 - Resorte
 - Vástago



4.2 Geometría Variable

Es un dispositivo mecánico, que se ubica en la cavidad de la carcasa de escape. En él se encuentran enlazados alabes que giran con el objetivo de regular la salida de los gases de escape, y de este modo simular una carcasa con volumen variable.

Para entender un poco mejor describiremos el Sistema de Geometría Variable.



4.2.1 Sistema de Geometría Variable

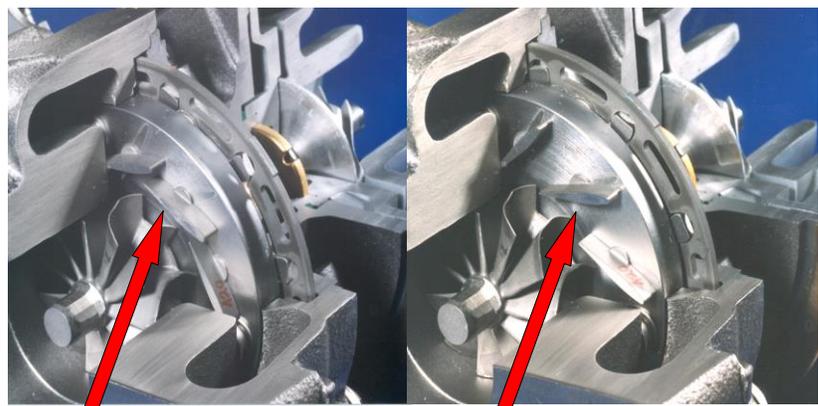
El sistema de geometría es un sistema que representa una evolución con respecto a los turboalimentadores con carcasa de escape con válvula de sobre-presión. Con este sistema se logra emular una carcasa de escape con su volumen variable, es decir que su volumen se adapta a cada régimen de revoluciones del motor.

El principio de funcionamiento es el mismo para todos los sistemas conocidos y es el siguiente: cuando el régimen de giro del motor es bajo es decir hay poco caudal de gases de escape, estos se hacen pasar por una sección de pasaje muy chica entonces esto produce el aceleramiento de dichos gases, incidiendo sobre la turbina de escape con una velocidad tangencial alta y además la dirección de este flujo de gases es lo más tangente posible a los álabes de la rueda de turbina.

A medida que el motor va aumentando su régimen de giro, aumenta proporcionalmente el caudal de gases de escape. Entonces, cuando se logra una velocidad de giro suficiente en el turboalimentador para que genere la presión adecuada de sobrealimentación del motor, se debe aumentar la sección de pasaje de los gases de escape manteniendo así, constante la velocidad con que los gases de escape inciden sobre la turbina para que la presión de alimentación no exceda el valor necesario.

Existen varios sistemas de geometría variable, el más común es el **sistema de álabes con movimiento rotacional**, tal como se muestra en la figura a continuación.

TURBOS DE GEOMETRÍA VARIABLE

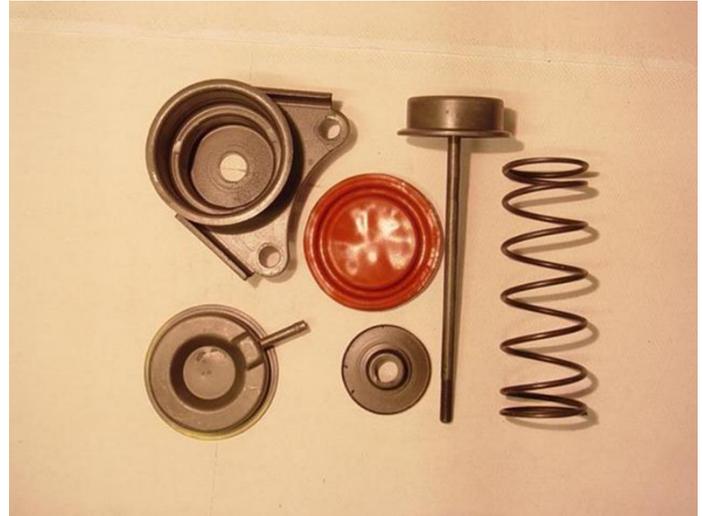


POSICIÓN DE ALABES CERRADOS.
MOTOR A BAJAS REVOLUCIONES.

POSICIÓN DE ALABES ABIERTOS.
MOTOR A ALTAS REVOLUCIONES.

ANEXO II: Manual de Procedimientos de Recuperación de Piezas por Células

1 Célula de Trabajo 1 - Válvula



1.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

1.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1200x600mm
- Banco de Reparación 1200x600mm
- Gabinetes de Pintura 1500x600mm
- Lavadora de Ultrasonido
- Amoladora de Banco
- Granalladora
- Regulador de Presión
- Pistola de Vacío
- Probador de Resortes
- Dispositivo de Control de Desplazamiento
- Torno y Herramientas de Mecanizado (Eventual)
- Soportes para Suspensión de Válvulas (~ 20 unid)
- Herramienta de Identificación: Marcador Eléctrico
- Aire Comprimido

1.1.2 Insumos:

- Pintura: Esmalte Sintético Negro

1.1.3 Superficie Necesaria:

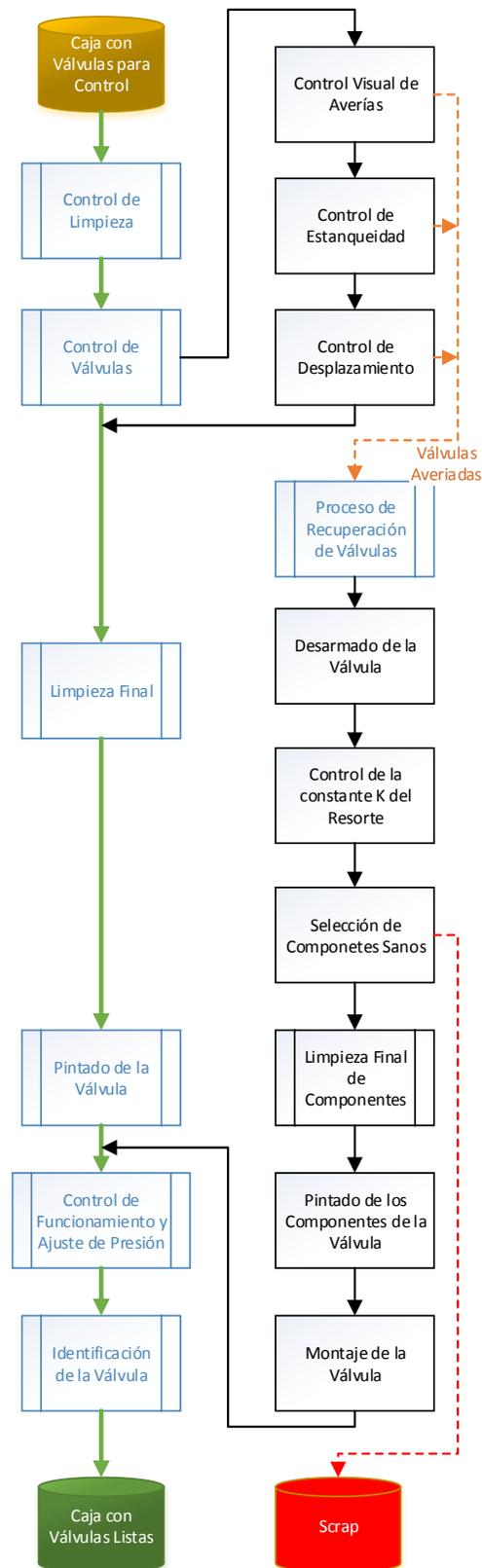
- Actual: 10m³
- Diseño Propuesto:

1.1.4 Personal Propuesto: Kevin

1.1.5 EPP y Otros Elementos:



1.2 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación

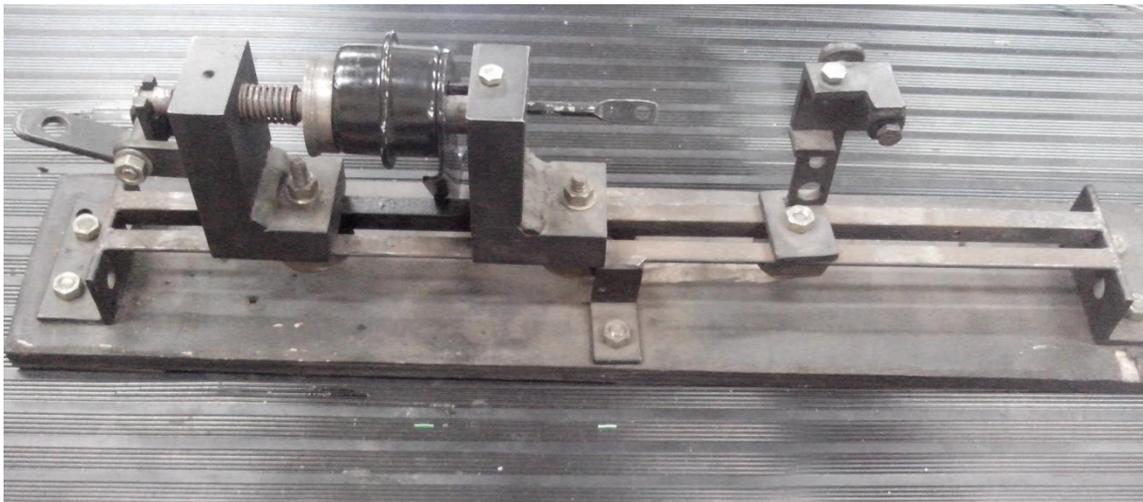


1.3 Proceso de Control y Recuperación de Válvulas

En primer lugar, hay que identificar dos tipos de válvulas, según el tipo, la forma de controlar será un poco diferente, sin embargo, el Proceso de Control en general será el mismo. Para el control de las Válvulas de Presión se necesita un regulador de presión, y para las Válvulas de Vacío se necesita una pistola de vacío.

1.3.1 Válvulas de Presión

- 1- Control de Limpieza: Evaluar si es necesario realizar una limpieza más profunda. En caso afirmativo, se dejará como tarea pendiente la realización de un Lavado de Ultrasonido en el Punto 5.
- 2- Control de Válvulas de Presión:
 - a. Control Visual de Averías: Observar que no haya averías externas (esto es, golpes, roturas de picos, deformaciones, entre otros). Si existen estas anomalías se deberá realizar a continuación el **Proceso de Reparación de Válvulas**.
 - b. Control de Estanqueidad:
 - i. Conectar la válvula al regulador de presión.
 - ii. Ir elevando paulatinamente la presión con el regulador de presión hasta que el vástago comience a moverse.
 - iii. Manteniendo el valor de presión alcanzado, mover lateralmente el vástago y escuchar si existe pérdida de aire. Si existen pérdidas se deberá realizar el **Proceso de Reparación de Válvulas**.
 - c. Control de Desplazamiento: (Proceso en Desarrollo por la empresa)
 - i. Montar la válvula en el dispositivo de Control de Desplazamiento (Ver foto de abajo).



- ii. Conectar la válvula al regulador de presión y observar en el manómetro que la presión sea “0”, caso contrario, llevarla a ese valor.
- iii. Asentar la cola del calibre en la válvula y ajustar el calibre a “0”.
- iv. Comenzar a elevar la presión del regulador hasta los tres valores dados de referencia. Para cada presión, medir el desplazamiento de la varilla (esto es, el alargamiento del resorte en función de la presión).



- v. Comparar los valores medidos de desplazamientos para cada una de las presiones con los valores de referencia tabulados para ese modelo de válvula.
 - Si los alargamientos superan dichos valores, significa que el resorte está blando (vencido) y se deberá realizar a continuación el **Proceso de Reparación de Válvulas (se reemplazará el resorte por uno nuevo)**.
 - Si estos se encuentran en los valores correctos continuar con los pasos siguientes.
- 3- Limpieza Final (para válvulas en buen estado):
 - a. Si en el Punto 1 se ha determinado que la limpieza no es suficiente: lavar el elemento en la Lavadora de Ultrasonido. Dejar secar hasta que no quede aceite o líquido en la capsula. Caso que no se necesita se omite este paso.
 - b. Realizar el Blasting con microesfera de vidrio.
- 4- Realizar el Pintado Superficial de la válvula. (Ver Punto [1.5](#))
- 5- Identificación de la Válvula: Identificar la pieza con Codificación de Turbolar usando un corrector o marcador eléctrico.
- 6- Control de funcionamiento y ajuste de Presión: Realizar los mismos controles de estanqueidad y desplazamiento, cargando previamente la válvula con la presión (o de vacío) normal de trabajo de dicha válvula.
- 7- Colocar en Caja de Válvulas Listas para enviar al Almacén de Piezas Listas.

1.3.2 Válvulas de Vacío

Se sigue el mismo procedimiento de los puntos 1 a 8, pero se reemplaza el Regulador de Presión por una Pistola de Vacío. Si para medir las presiones de la válvula de presión se usa un manómetro, para la válvula de vacío se utiliza en cambio un vacuómetro.

Nota:

Los valores de desplazamientos tabulados para determinar si el resorte está o no blando, son valores empíricos, no existe información en ningún manual técnico, por lo tanto, es información que se irá generando y archivando en la empresa.

1.4 Proceso de Recuperación de Válvulas

- 1- Desarmar la Válvula:
 - a. Cortar la pestaña de cierre de la cápsula. Esto se hace en la Amoladora de Banco utilizando un dispositivo de sujeción para la válvula.
 - b. La pestaña de la Cápsula se desgastará con la piedra a una cierta inclinación alrededor del mayor diámetro, de modo de mantener sano el mayor diámetro de la pestaña.
 - c. Con una pinza se separarán la parte de arriba y debajo de la cápsula.
 - d. Se desmontan los elementos de la válvula, colocando los elementos en la mesa.
- 2- Control de la “K” del Resorte. (Ver [1.4.1](#))
- 3- Selección de los Componentes Sanos: En función de los controles realizados y el estado visual, determinar los componentes internos dañados.



- a. Diafragma Principal
- b. Diafragma Auxiliar
- c. Elementos golpeados, picados o perforados
- d. Resortes vencidos

Los elementos que no están sanos se llevan a **Scrap**.

- 4- Limpieza Final de Componentes:
 - a. Si en el Control de Limpieza se ha determinado que la limpieza no es suficiente: lavar los componentes en la Lavadora de Ultrasonido. Secar con aire comprimido. Caso que no se necesite una limpieza más profunda se omite este paso.
 - b. Realizar Blasting con microesfera de vidrio de todos los elementos sanos.
- 5- Pintar los componentes de la válvula. (Ver Punto [1.5](#))
- 6- Montaje: Realizar al montaje de la válvula. Se utiliza una brida de cierre, dispositivo diseñado por la empresa para permitir el cierre del mismo. Esta apoya sobre las pestañas de la cápsula y se ajusta con tornillos. En la imagen de la derecha se muestra una Brida.
- 7- Identificación de la Válvula: Identificar la pieza con Codificación de Turbolar usando un corrector o marcador eléctrico.
- 8- Colocar en Caja de Válvulas Listas para enviar al Almacén de Piezas Listas.



La válvula reparada y montada debería quedar como lo muestra la siguiente imagen:



Nota:

El calibrado de la válvula se realizará en el Montaje.

1.4.1 Control del “K” del Resorte

El control consiste en determinar si el resorte se encuentra o no fatigado. Para saber eso es necesario medir la constante “K” del resorte, esto es, la carga aplicada al resorte necesaria para disminuir una determinada longitud (Kgf /mm).

El procedimiento se realiza en un dispositivo que lo llamaremos Probador de Resortes. Básicamente es un dinamómetro que permite medir la elongación y fuerza-tensión aplicada a un elemento. El dispositivo se puede apreciar en la siguiente figura.



- 1- Colocar el Resorte a medir en el Probador de Resortes.
- 2- Sacar por tablas (creadas por Turbolar) los valores de elongación L_i y P_{li} .
- 3- Aplicarle presión con el dispositivo hasta que el resorte alcance la longitud L_i . Verificar entonces que la presión que muestra el dispositivo esté en el rango de presión P_{li} marcada por la Tabla.
- 4- Aplicarle presión con el dispositivo hasta que el resorte alcance la longitud L_{min} . Verificar entonces que la presión que muestra el dispositivo esté en el rango de presión P_{lmin} marcada por la tabla.



- Si para los casos 3 y/o 4 figura que la presión en el dispositivo es menor a las de la tabla, se considera que el resorte está fatigado y por lo tanto hay que reemplazarlo y llevarlo a scrap.
- En cambio, si la presión que muestra el dispositivo es muy superior (es muy poco frecuente), el resorte no está vencido, pero no es aplicable a esa válvula por lo que hay que reemplazarlo por otro.

La empresa está desarrollando continuamente tablas empíricas para cada modelo de válvula nuevo, donde se detalla:

- Li = Longitud inicial del resorte en la válvula en el Ti
- Lmin = Longitud mínima del resorte en la válvula en el Tf.
- Pli = Presión en Kgf/mm para la Li del resorte marcada en el Dispositivo.
- Plmin = Presión en Kgf/mm para el lmin del resorte marcada en el Dispositivo.
- Pmont = Presión en Kgf/mm con la que debería llenarse la válvula para un valor de Lmin

Ti = momento inicial en donde la válvula se encuentra cerrada. El resorte tiene una presión inicial.
Tf = momento cuando la válvula debería abrirse completamente para que salgan los gases de presión de la carcasa de escape

1.5 Pintado de Válvula o sus Componentes

Existen 2 posibilidades:

- 1- Que la válvula se encuentre armada, dado que ha superado todos los controles.
 - a. Tapar el pico de ingreso de aire.
 - b. Pintar la superficie de la válvula con esmalte sintético negro.
 - c. Reposar la pieza en lugar apropiado durante aproximadamente 3 horas hasta que la pintura se seque.
- 2- Que haya que pintar los componentes internos, pues ha pasado por un proceso de reparación.
 - a. Pintar la superficie de los elementos internos que sean de metal con esmalte sintético negro.
 - b. Reposar las piezas en lugar apropiado (generalmente colgadas) durante aproximadamente 3 horas hasta que la pintura se seque.



2 Célula de Trabajo 2: Elementos de Desgaste

Algunos elementos del Turboalimentador como *bujes, anillos de cierre, anillos de goma, seeguers* serán convenientes **reemplazarlos** directamente en **la totalidad de las reparaciones**, excepto en contadas excepciones (como puede ser la de un turboalimentador con muy poco uso). Estos no pasarán por procesos de control o recuperación. Sin embargo, hay otros elementos de desgaste que se pueden reutilizar cuando su estado lo permita. En esta célula agrupamos esos elementos secundarios cuyo control y reparación es factible. Estos son:

- Cojinete Axial
- Manguito
- Collar
- Arandela de Desgaste de Cojinete Radial (del Buje)
- Arandela de Desgaste de Cojinete Axial
- Separador
- Protección Térmica
- Chapa Deflectora
- Elementos de Fijación: Chapas y Zunchos

2.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

2.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- 2 x Banco de Control 1200x600mm
- Lavadora de Ultrasonido
- Blasting (Protección Térmica)
- Granalladora (Protección Térmica)
- Mármol - Plano
- Calibre
- Set de Anillos para Control
- Comparador

2.1.2 Insumos

- Alambre para Limpieza de conductos ($\varnothing < 4\text{mm}$)
- Lija de Granulometría 600 o 320 gr/cm²

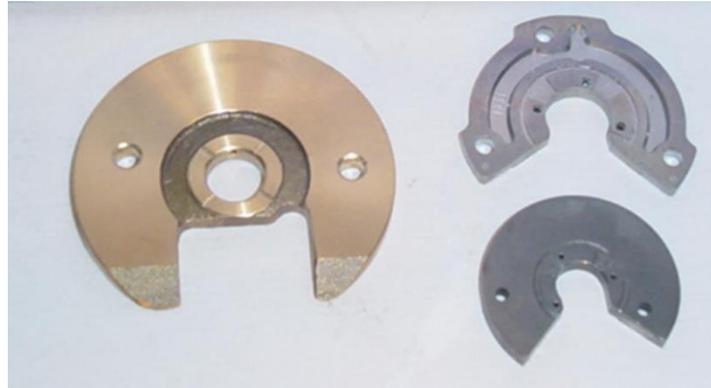
2.1.3 Superficie Necesaria:

- Actual: 4m³
- Diseño Propuesto:

2.1.4 Personal Propuesto: 1 Operario

2.1.5 EPP y Otros Elementos:

2.2 Cojinete Axial



- 1- Limpieza: Pulir el Cojinete con una lija de granulometría 600 granos/cm² o de 320 apoyada sobre un plano hasta lograr limpiar las superficies.
 - a. Analizar si limpiar toda la superficie de ambos lados asegurará de que no haya deformaciones de planitud. Si el cojinete no está plano se dejará en **scrap**.
 - b. Ver que en los pad de lubricación (pistas de trabajo de la cuña de lubricación) estén limpios, libres de rebaba y no tengan rayas profundas. Si están muy rayados se dejarán en **scrap**.
- 2- Medir el espesor y comparar el valor con las tablas la tolerancia de desgaste permitido. Caso de que no se encuentran dentro de los valores de tolerancia, se dejará en **scrap**.
- 3- Observar que los conductos de lubricación estén libres de impurezas, que no estén obstruidos. Para verificar que los conductos estén libres de impurezas y obstrucciones se emplea un alambre que se lo hace ingresar por los conductos, de este modo se puede remover las impurezas que han quedado flojas.
- 4- Control de Limpieza Final: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Caso afirmativo realizar un Lavado de Ultrasonido.
- 5- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 6- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.



Pad o Pistas de
Lubricación

Conductos de
Lubricación
Transversales

Observar que los conductos de
lubricación estén destapados



Ver que el cojinete esté perfectamente
plano, no haya rebabas y las espigas
entren sin interferencias en los agujeros.

FIGURA 2-5-2-8-a

2.3 Manguito



- 1- Control de Limpieza: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Determinar si es posible realizar alguno o todos los controles antes de realizar el Ultrasonido. Caso de ser necesaria la limpieza se dejará como tarea pendiente el Lavado de Ultrasonido, que se realizará al finalizar todos los controles posibles, o directamente en el punto 6.
- 2- Control de ranura:
 - a. La ranura de alojamiento de anillo de cierre del lado compresión y del lado de la rueda de turbina, debe estar libre de rebabas en todo el borde de su diámetro.
 - b. El espesor de la ranura no debe presentar un desgaste excesivo.
 - c. La ranura de alojamiento del anillo de cierre debe tener un juego aprox. de 0.07mm. (juego mínimo de 0.05mm y máximo 0,08mm)
 - d. Utilizando un anillo de control, de tamaño correspondiente al manguito, colocarlo en el Manguito. Comprobar que el anillo se aloje en dicha ranura y gire en la misma sin ningún tipo de interferencia.
- 3- Control de los planos frontales:
 - a. Observar una superficie plana sin golpes, rebabas, rayas o desgastes.
 - b. Verificar Paralelismo entre dichos planos frontales. Se tomarán 4 puntos a lo largo de la circunferencia cada 90° y se medirá con un comparador el largo. Debe cumplirse que el largo en dichos puntos se mantenga en menos de 0,01mm de diferencia.
- 4- Verificar que el agujero central se encuentre libre de rebabas y obstrucciones o impurezas.
- 5- Aquellos elementos que durante el control presenten parámetros fuera de especificaciones, y estos no puedan solucionarse con una simple limpieza, entonces el elemento se dejará en **scrap**.
- 6- Si en el Punto 1 se determinó conveniente una Limpieza más profunda, realizar entonces el Lavado de Ultrasonido del elemento.
- 7- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 8- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.

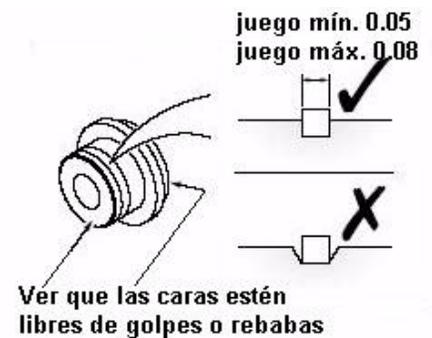


FIGURA 2-5-2-9-b

2.4 Collar

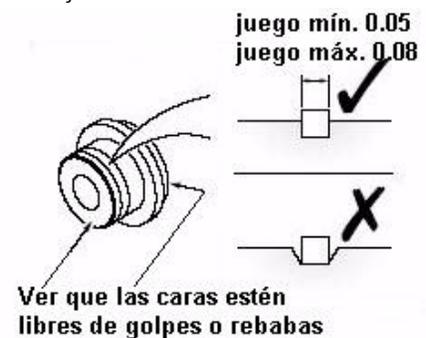


- 1- Control de Limpieza: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Determinar si es posible realizar alguno o todos los controles antes de realizar el Ultrasonido. Caso de ser necesaria la limpieza se dejará como tarea pendiente el Lavado de Ultrasonido, que se realizará al finalizar todos los controles posibles, o directamente en el punto 8.

- 2- Verificar Superficie de las caras de contacto (internas) con el cojinete axial.

- 3- Control de ranura:

- a. La ranura de alojamiento de anillo de cierre del lado compresión y del lado de la rueda de turbina, debe estar libre de rebabas en todo el borde de su diámetro.
- b. El espesor de la ranura no debe presentar un desgaste excesivo.
- c. La ranura de alojamiento del anillo de cierre debe tener un juego aprox. de 0.07mm. (juego mínimo de 0.05mm y máximo 0,08mm)
- d. Utilizando un anillo de control, de tamaño correspondiente al collar, colocarlo en el Collar. Comprobar que el anillo se aloje en dicha ranura y gire en la misma sin ningún tipo de interferencia.



Ver que las caras estén libres de golpes o rebabas

FIGURA 2-5-2-9-b

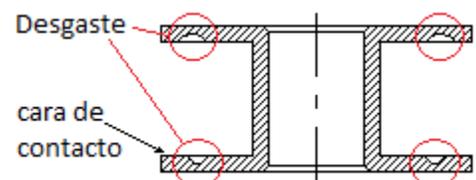
- 4- Control de los planos frontales:

- a. Observar una superficie plana sin golpes, rebabas, rayas o desgastes.
- b. Verificar Paralelismo entre dichos planos frontales. Se tomarán 4 puntos a lo largo de la circunferencia cada 90° y se medirá con un comparador el largo. Debe cumplirse que el largo en dichos puntos se mantenga en menos de 0,01mm de diferencia.

- 5- Verificar que el agujero central se encuentre libre de rebabas y obstrucciones o impurezas.

- 6- Observar que la ranura o cara que trabaja con el cojinete axial no presente desgaste o rayas muy profundas que puedan aumentar el juego axial o dañar un cojinete axial nuevo. Ver figura de la derecha.

- 7- Aquellos elementos que durante el control presenten parámetros fuera de especificaciones, y estos no puedan solucionarse con una simple limpieza, entonces el elemento se dejará en **scrap**.





- 8- Si en el Punto 1 se determinó conveniente una Limpieza más profunda, realizar entonces el Lavado de Ultrasonido del elemento.
- 9- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 10- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.

2.5 Arandela de Desgaste de Cojinete Radial (del Buje)

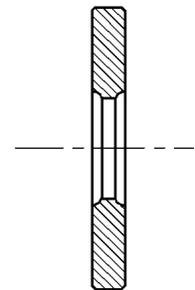


- 1- Limpieza: Asentar la Arandela con una lija de granulometría 600 granos/cm² o de 320 apoyada sobre un plano hasta lograr limpiar las superficies.
- 2- Observar una superficie plana sin golpes, rebabas, rayas o desgastes. Caso contrario se dejarán en **scrap**
- 3- Control de Limpieza Final: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Caso afirmativo realizar un Lavado de Ultrasonido.
- 4- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 5- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.

2.6 Arandela de Desgaste de Cojinete Axial



- 1- Limpieza: Asentar la Arandela con una lija de granulometría 600 granos/cm² o de 320 apoyada sobre un plano hasta lograr limpiar las superficies.
- 2- Control de los planos frontales:
 - a. Observar una superficie plana sin golpes, rebabas, rayas o desgastes.
 - b. Verificar Paralelismo entre dichos planos frontales. Se tomarán 4 puntos a lo largo de la circunferencia cada 90° y se medirá con un comparador el largo. Debe cumplirse que el largo en dichos puntos se mantenga en menos de 0,01mm de diferencia.
 - c. Determinar si el espesor se encuentra dentro de las tolerancias.
- 3- Control del Agujero: El agujero central debe estar libre de rebabas.
- 4- Aquellos elementos que durante el control presenten parámetros fuera de especificaciones, y estos no puedan solucionarse con una simple limpieza, entonces el elemento se dejará en **scrap**.
- 5- Control de Limpieza Final: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Caso afirmativo realizar un Lavado de Ultrasonido.
- 6- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 7- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.



Ver planos y rebabas

FIGURA 2-5-2-10-a

2.7 Separador



La Arandela de Desgaste de cojinete axial y el Separador, en muchos turbos se puede encontrar combinadas en una sola pieza, como en el elemento de la derecha de la imagen. Esto es porque trabajan juntas.

- 1- Limpieza: Asentar el Separador con una lija de granulometría 600 granos/cm² o de 320 apoyada sobre un plano hasta lograr limpiar las superficies.
- 2- Control de los planos frontales:
 - a. Observar una superficie plana sin golpes, rebabas, rayas o desgastes.
 - b. Verificar Paralelismo entre dichos planos frontales. Se tomarán 4 puntos a lo largo de la circunferencia cada 90° y se medirá con un comparador el largo. Debe cumplirse que el largo en dichos puntos se mantenga en menos de 0,01mm de diferencia.
 - c. Determinar si el espesor se encuentra dentro de las tolerancias usando tablas.
- 3- Control del Agujero: El agujero central debe estar libre de rebabas.
- 4- Verificar que los bordes no estén aplastados por exceso de torque.
- 5- Verificar que no haya desgaste en cara de apoyo para aquellos separadores con arandela. Ver imagen de la derecha.
- 6- Aquellos elementos que durante el control presenten parámetros fuera de especificaciones, y estos no puedan solucionarse con una simple limpieza, entonces el elemento se dejará en **scrap**.
- 7- Control de Limpieza Final: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Caso afirmativo realizar un Lavado de Ultrasonido.
- 8- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 9- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.

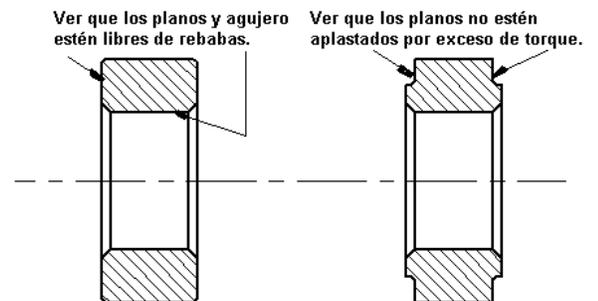
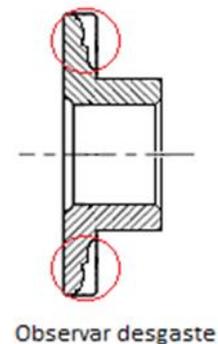


FIGURA 2-5-2-11-A





Nota:

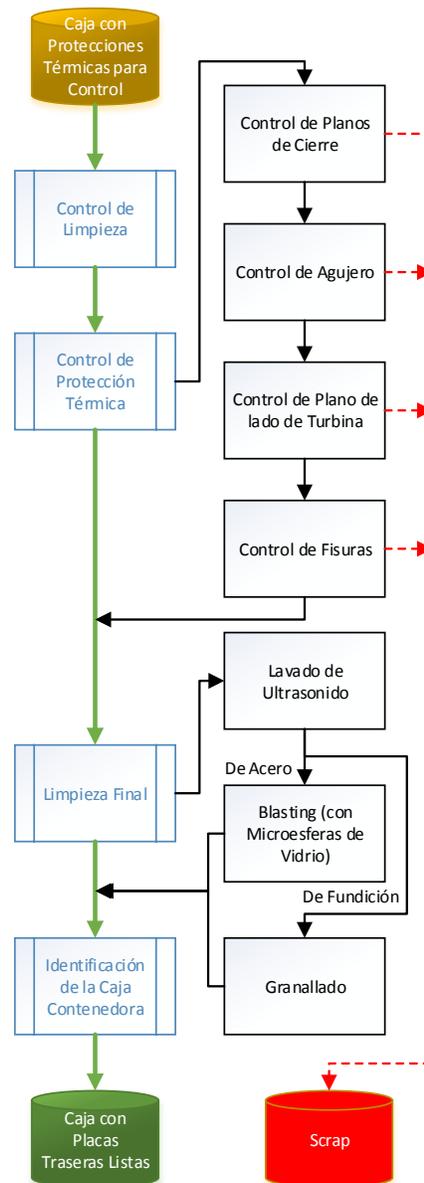
Se debe tener mucho cuidado con las caras donde apoyan las arandelas, aquí se pueden presentar dos problemas relacionados con reparaciones previas mal realizadas:

- 1- Por exceso de torque en la tuerca del eje de turbina la arandela aplasta al separador disminuyendo así el juego axial, además como ese aplastamiento no es parejo trae dificultades en el balanceado.
- 2- Algunos reparadores optan por rebajar el separador para corregir el juego axial en lugar de reemplazar un cojinete axial gastado, si esta operación no se hace en máquinas adecuadas el separador pierde el paralelismo de ambas caras, trayendo aparejado dificultades para el balanceado.

2.8 Protección Térmica



2.8.1 Flujo del Proceso de Control y Reparación



2.8.2 Control de Protección Térmica

- 1- Control de Limpieza: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Determinar si es posible realizar alguno o todos los controles antes de realizar el Ultrasonido. Caso de ser necesaria la limpieza se dejará como tarea pendiente el Lavado de Ultrasonido, que se realizará al finalizar todos los controles posibles, o directamente en el punto 8.
- 2- Control de Planos de Cierre: Revisar los planos que producen el sello de gases entre el cuerpo central y la carcasa de escape. Estos no deben presentar desgaste, golpes ni picaduras que puedan producir fugas de dichos gases.
- 3- Control de Agujero:
 - a. Observar que el agujero central no presente desgaste ni rebabas.
 - b. Verificar que el Diámetro del Agujero de lado de la Turbina se encuentre en tolerancias.
- 4- Control de Plano de lado de Turbina: Verificar que el plano más cercano a la turbina no esté deformado, para evitar roces con la misma.
- 5- Control de Fisuras: Verificar que la Protección no presente fisuras.
- 6- En el caso de que no se cumpla con alguno de los controles, el elemento se dejará en **scrap**.
- 7- Limpieza Final:
 - a. Si en el Punto 1 se ha determinado que la limpieza no es suficiente: lavar en lavadero de Ultrasonido. Secar el elemento con aire comprimido. Caso que no se necesita se omite este paso.
 - b. Para las Protecciones Térmicas de Acero Inoxidable realizar Blasting con microesfera de vidrio.
 - c. Para las Protecciones Térmicas de Fundición realizar Granallado con esferas de acero.
- 8- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 9- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.

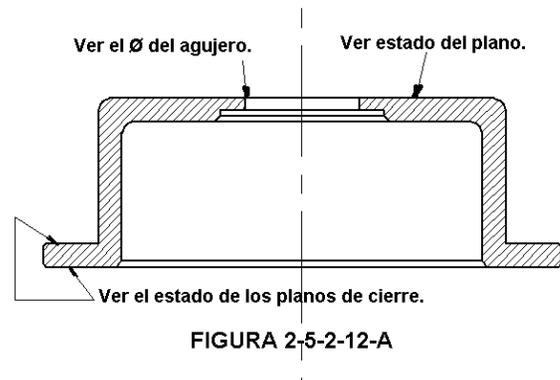


FIGURA 2-5-2-12-A

2.9 Chapa Deflectora



FIGURA 21: CHAPA DEFLECTORA ACEITE

- 1- Verificar que la chapa debe no tenga golpes, rebabas y deformaciones que puedan producir una interferencia entre la misma y el collar o manguito, y así frenar al turboalimentador.
- 2- Observar el agujero central, este no debe presentar desgaste. Esto es para evitar pasaje de una gran cantidad de aceite hacia la zona del aro de cierre del lado compresión.
- 3- Verificar que la zona de contacto con la placa sello no esté gastada.
- 4- En el caso de que no se cumpla con alguno de los controles, el elemento se dejará en **scrap**.
- 5- Control de Limpieza Final: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Caso afirmativo realizar un Lavado de Ultrasonido.
- 6- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 7- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.



FIGURA 2-5-2-7-a



2.10 Elementos de Fijación: Chapas o Zunchos



- 1- Observar que las chapas o zunchos que fijan las carcasas de admisión y escape no presenten desgaste ni estén picadas.
- 2- Control de Limpieza Final: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda. Caso afirmativo realizar un Lavado de Ultrasonido.
- 3- Identificación de las Cajas Contenedoras: Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo. (El embolsado y etiquetado se realizará en depósito).
- 4- Colocar el elemento en la Caja Contenedora de Piezas Listas y enviar a Depósito.

3 Célula de Trabajo 3: Placa Sello o Placa Trasera

Existen dos tipos, sin Apoyo en la Carcasa de Admisión (Figura 1) o con Apoyo (Figura 2)



3.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

3.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1200x600mm
- Banco de Reparación 1200x600mm
- Lavadora de Ultrasonido
- Blasting
- Granalladora
- Bruñidora
- Torno y Herramientas de Mecanizado
- Perforadora de Pie o Taladro
- Prensa Hidráulica
- Mármol – Plano de Comparación
- Herramienta de Identificación: Marcador Eléctrico
- Comparador
- Kit de Herramientas para Control de Roscas: Machos, insertos, tornillos
- Set de Anillos para Control
- Aire Comprimido

3.1.2 Insumos

- Barra de Aluminio Dural Hueca (diferentes diámetros)
- Aceite

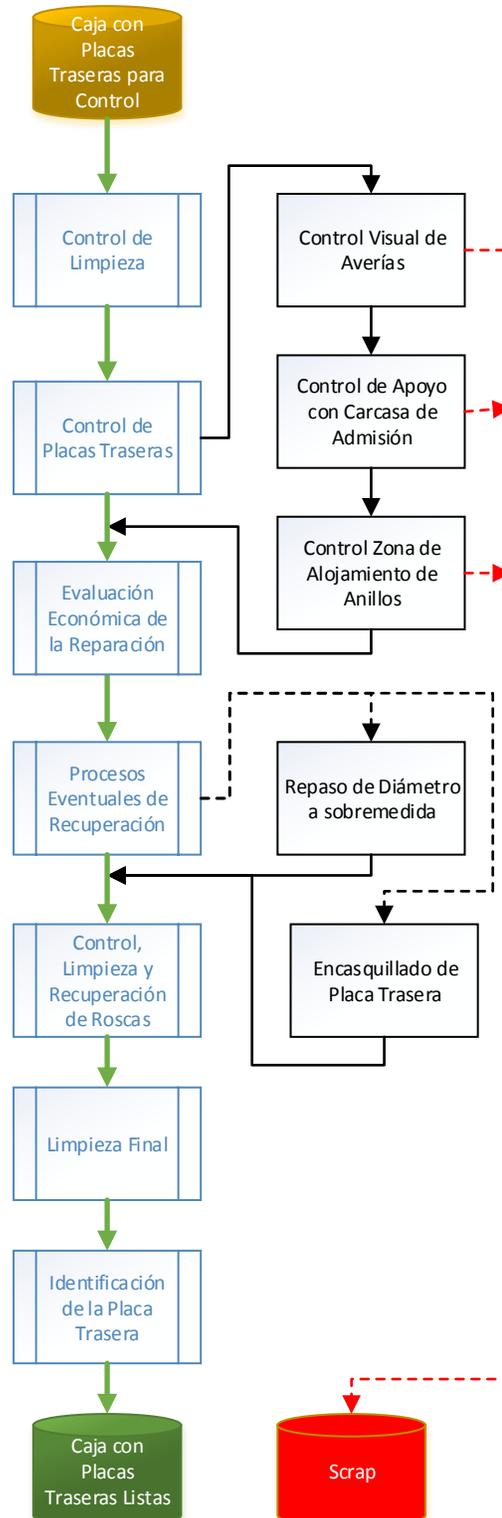
3.1.3 Superficie Necesaria:

- Actual: 4m³
- Diseño Propuesto:

3.1.4 Personal Propuesto: 1 Operario



3.2 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación





3.3 Proceso de Control y Recuperación de Placas Traseras

- 1- Control de Limpieza: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda en la pieza, y evaluar si es posible de realizarse luego de alguno o todos los controles.
 - Caso afirmativo se dejará como tarea pendiente el Lavado de Ultrasonido de la pieza, la cual se realizará al finalizar todos los controles posibles, o bien directamente en el punto 7.
- 2- Control de Placas Traseras:
 - a. Control Visual de Averías: Verificar que la placa trasera no tenga golpes o roturas.
 - b. Control de Apoyo con Carcasa de Admisión: Si la Placa Trasera tiene apoyo con la carcasa de admisión (caso contrario omitir el paso), entonces:
 - i. Verificar que no estén deformadas por golpes.
 - ii. Verificar que no haya desgaste en la zona de apoyo con la carcasa de admisión, y las chapas de fijación o zuncho.
 - iii. Controlar la planitud de la cara de apoyo con un comparador sobre un mármol.
 - c. Control de Zona de Alojamiento de Anillos:
 - i. Verificar que la Zona de alojamiento de anillo presente una superficie lisa, sin desgaste o escalones.
 1. Si presenta desgaste o escalones, deberá **repasarse la zona de alojamiento**, llevándolo a sobremedida. (Ver [3.4.1](#))
 2. Si se encuentra muy rozado o roto, se analizará la posibilidad de realizar un **encasquillado** ([3.4.2](#)).
 - ii. Colocar un Anillo de medida estándar en la Zona de Alojamiento de Anillos y medir la luz existente entre las puntas. La luz entre puntas máxima permitida es de 0.1mm. Si supera este valor se deberá realizar, en la zona de alojamiento del anillo, un **repaso del diámetro** para llevarse a una sobremedida, de modo que la luz entre puntas al colocar el Anillo de sobremedida sea menor a 0.1mm.
- 3- Realizar Control, Limpieza y Recuperación de Roscas si las tiene. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
- 4- Evaluación Económica de la Reparación: Valuar los Procesos de Recuperación necesarios y determinar si es conveniente económicamente. En caso de no ser conveniente se dejará la pieza en **scrap**.
- 5- Realizar los Procesos de Reparación Eventuales determinados en los Puntos de Control. (Ver [3.4](#))
- 6- Rectificación del Diámetro Interno: En algunos casos será conveniente rectificar el agujero de la placa trasera. Para el caso de placas que se las ha mecanizado en el punto anterior, será mandatorio. Las piezas se llevarán a la Máquina Bruñidora. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
- 7- Limpieza Final:
 - a. Si en el Punto 1 se ha determinado que la limpieza no era suficiente: lavar la pieza en Lavadora de Ultrasonido y luego secar con aire comprimido.
 - b. Realizar Blasting con microesfera de vidrio.



- 8- Identificación de las piezas según Codificación Turbolar. Se utiliza liquid paper, o en su defecto marcador eléctrico.
- 9- Colocar el elemento en la Caja de Piezas Listas y enviar a Depósito.

3.4 Procesos de Recuperación de Placas Traseras: Detalle

3.4.1 Repaso de Diámetro a sobremedida

No entraremos en detalles técnicos del proceso.

3.4.2 Encasquillado de Placa Trasera

Sea l_b = longitud del buje; l_{po} = longitud del agujero de la placa trasera original, d_{ib} = diámetro interno del buje, d_{eb} = diámetro externo de la barra, d_{ipo} = diámetro interno de la placa trasera original, d_{ip} = diámetro interno de la placa trasera. La comilla (') indicara que se trata de la medida ya mecanizada.

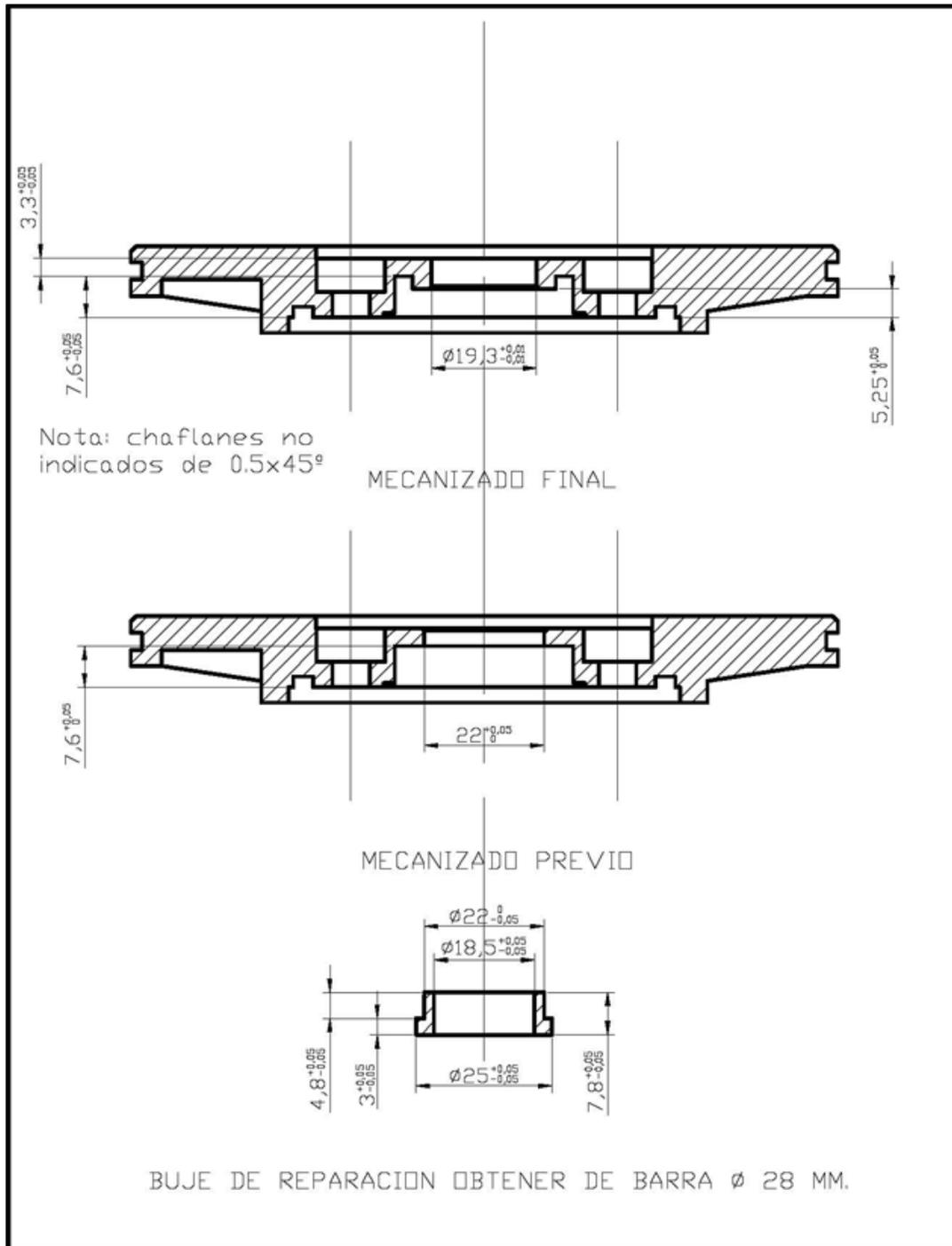
- 1- Seleccionar una barra de aluminio dural hueca, cuyo d_{ib} sea igual o menor al d_{ipo} .
- 2- Cortar el Buje a una longitud un poco mayor a la l_{po} . La diferencia de longitud ($l_b - l_{po}$) = $\sim 5mm$, dando como resultado que $l_b = \sim 8mm$, dependiendo del modelo.
- 3- Mecanizado Previo de Placa Trasera:
 - a. Colocar la Placa Trasera en el torno y seleccionar la herramienta de mecanizado **previamente afilada**.
 - b. Mecanizar uniformemente todo el d_{ip} , y llevarlo a una medida (d_{ip}') que sea de algunos mm. mayor al d_{ipo} , pero a su vez algunos mm. menor al d_{eb} . Esto es, debe cumplirse que $d_{ipo} > d_{ip}' > d_{eb}$.
 - c. Mecanizar el frente del casquillo que sobresale.
 - d. Una vez obtenido el diámetro requerido, retirar la pieza del torno.
- 4- Mecanizar el Buje:
 - a. Colocar el Buje en el torno y seleccionar la herramienta de mecanizado **previamente afilada**.
 - b. Mecanizar el d_{eb} , (d_{eb}'), a la medida del ($d_{ip}' + 3mm$).
 - c. Mecanizar el d_{eb}' , llevándolo de un solo lado (d_{eb1}'), a la medida del d_{ip}' (con muy poca o nula interferencia) a una profundidad (o longitud) de $\sim (l_b - l_{po})$.
 - d. Una vez obtenido el diámetro requerido, retirar la pieza del torno.
- 5- Embujado: Sostener la Placa Trasera con la morsa, y probar ingresar el buje dentro del agujero en la posición correspondiente. Será conveniente ponerle aceite en la superficie externa del “buje”, para disminuir al máximo el rozamiento. Tener en cuenta que $d_{ip}' = \sim d_{eb1.1}$.
 - a. Si el buje tiene el mismo diámetro (o con interferencia), darle unos golpes de martillo o maza para que entre completamente en el agujero.
 - b. Si el buje no entra con juego en la placa trasera, el trabajo está mal hecho y hay que mecanizar un nuevo buje.
- 6- Ajuste: Se colocará la placa trasera en la Prensa Hidráulica. Se presionará sobre el casquillo para aumentar por compresión el diámetro, y así dejar el buje con una tensión inicial de ajuste.
- 7- Mecanizado Final:



- a. Colocar nuevamente la Placa Trasera en el Torno y seleccionar la herramienta de mecanizado **previamente afilada**.
- b. Mecanizar el dib, que se encuentra embujado en la placa trasera, y llevarlo a la medida del dipo. Esto es $dib \rightarrow dib' = dipo$.
- c. Una vez obtenido el diámetro, verificar que el buje no sobresalga demasiado longitudinalmente. Caso contrario, corregir las imperfecciones con el torno.
- d. Retirar la pieza del torno.

Nota:

Para todos los casos, será conveniente utilizar un plano para determinar con mayor precisión las medidas a las cuales hay que mecanizar. En la siguiente hoja se muestra un plano a modo de ejemplo.



MATERIAL: ALUMINIO 2011 T6	Dib.	Fecha	Nombre	TURBOLAR S. A.
	Rev.	12/06	ASANCHEZ	
TRATAMIENTO TÉRMICO	Apr.	12/06	ALARDONE	CODIGO: 204-K24
	ESC:	PIEZA :		
	TOLERANCIA +0 -0.1	PROCESO DE ENCASQUILLADO PLACA TRASERA KKK K24 Ø 0.760 = 19.3		

4 Célula de Trabajo 4: Rueda Compresora



4.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

4.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1200x600mm
- Banco de Reparación 1200x600mm
- Banco para la Fresa de Banco (eventual)
- Lavadora de Ultrasonido
- Blasting
- Fresa de banco (Equilibrado)
- Torno y Herramientas de Mecanizado
- Balanceadora
- Herramienta de Identificación (Marcador Eléctrico)

4.1.2 Superficie Necesaria:

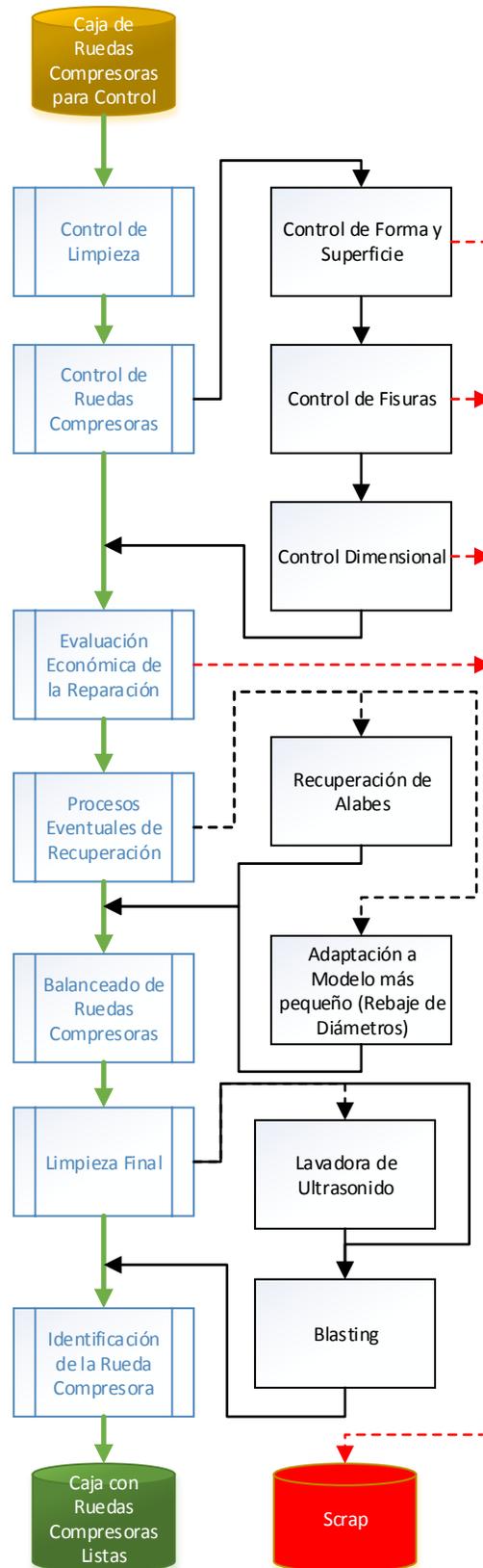
- Actual: 10m³
- Diseño Propuesto:

4.1.3 Personal Propuesto: 2 Operarios

4.1.4 EPP y Otros Elementos:



4.2 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación





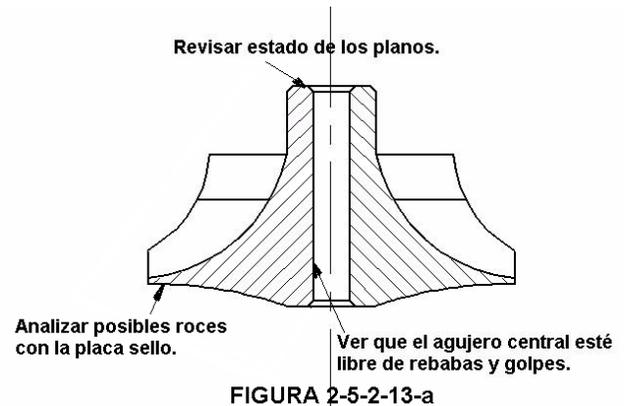
4.3 Proceso de Control de Ruedas Compresoras

- 1- Control de Limpieza: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda en la pieza, y evaluar si es posible de realizarse luego de alguno o todos los controles.
 - Caso afirmativo se dejará como tarea pendiente el Lavado de Ultrasonido de la pieza, la cual se realizará al finalizar todos los controles posibles, o bien directamente en el punto 6.
- 2- Control de Ruedas Compresoras:
 - a. Control de Forma y Superficie. (Ver [4.3.1](#))
 - b. Control de Fisuras. (Ver [4.3.2](#))
 - c. Control Dimensional. (Ver [4.3.3](#))
- 3- Evaluación Económica de la Reparación: Valuar los Procesos de Recuperación necesarios y determinar si es conveniente económicamente:
 - Caso de que no sea conveniente se coloca en caja de **Scrap**.
 - Caso de que sea conveniente seguir con el siguiente punto.
- 4- Realizar Procesos de Recuperación Eventuales determinados en el Control. (Ver [4.4](#))
- 5- Balanceado de Ruedas Compresoras. (Ver [4.5](#))
- 6- Limpieza Final:
 - a. Si en el Punto 1 se ha determinado que la limpieza no era suficiente: lavar el elemento en la Lavadora de Ultrasonido. Dejar secar hasta que no quede aceite o líquido en la capsula. Caso que no se necesita se omite este paso.
 - b. Realizar el Blasting con microesfera de vidrio.
- 7- Identificación de las piezas según Codificación Turbolar. Se utiliza liquid paper, o en su defecto marcador eléctrico.
- 8- Colocar el elemento en la Caja de Piezas Listas para enviar a Depósito.

4.3.1 Control de Forma y Superficie

- 1- Observar el agujero central de la Rueda Compresora. Esta debe estar libre de rebabas o golpes internos que puedan torcer el eje de turbina o dificultar el montaje de la rueda compresora en dicho eje.
- 2- Observar los planos extremos (donde se apoya el collar o manguito y la tuerca). Estos deben estar libres de escalones o deformaciones.
- 3- Observar si hubo roces con la Placa Trasera (Placa Sello).
- 4- Observar el Estado General de los alabes: Si están quebrados, torcidos, con rebaba, doblados, o con pequeños golpes.
 - a. Si están quebrados, con rebaba o doblados, la mayoría de las veces se consideran **scrap**, son muy pocos en los que es conveniente recuperarlos.
 - b. Si tienen pequeños golpes, o están doblado en 1 solo alabe, hay que analizar alguna de las siguientes alternativas para poder recuperarla

- Realizar un punto de soldadura (para el caso de un pequeño agujero o abolladura en el alabe).
- Enderezado de los alabes (caso de algún alabe doblado)
- Limado de los alabes (caso de alguna rebaba menor)

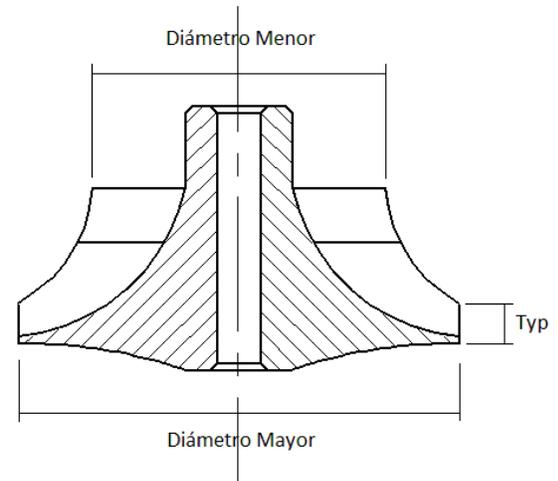


4.3.2 Control de Fisuras

Debe observarse si presenta señales de fisuras en la Rueda Compresora.
Caso afirmativo debe enviarse a **scrap**.

4.3.3 Control Dimensional

- 1- Medir con un calibre digital:
 - a. Diámetro Mayor de la Rueda de Turbina
 - b. Diámetro Menor de la Rueda de Turbina
 - c. TYP de la Rueda de Turbina
- 2- Tomar de tabla o por planos, las medidas estándar y sus tolerancias (máximo y mínimos admisibles) y luego verificar si las medidas reales se encuentran dentro de las especificaciones estándar.
- 3- Si las medidas no se encuentran dentro las tolerancias, se debe evaluar la posibilidad de rebajarlo a otro modelo de rueda compresora (otras medidas).
 - a. Si mecánicamente no es posible rebajar, abortar el proceso de control siguiente, y considerar a la Rueda Compresora como **scrap**.



4.4 Procesos de Recuperación de Ruedas Compresoras

No entraremos en detalle técnico sobre estos procesos de recuperación (son poco frecuentes).

4.4.1 Recuperación de Alabes

- 4.4.1.1 *Realizar un punto de soldadura (caso de fisuras).*
- 4.4.1.2 *Enderezado de los alabes (caso de algún alabe doblado)*
- 4.4.1.3 *Limado de los alabes (caso de alguna rebaba menor)*

4.4.2 Adaptación a modelo más pequeño (Rebaje de Diámetros)



4.5 Balanceado de Ruedas Compresoras

Es un método de prueba y error. No entraremos en mucho detalle de cómo funciona la máquina, o los pasos concretos.

- 1- Montar la Rueda compresora sobre un eje patrón de la máquina de Balanceado (el cual dependerá del diámetro del agujero de la rueda compresora). Sobre el eje debe estar correctamente colocada una correa que será impulsada por la balanceadora.
- 2- Encender la máquina, de modo que comience a girar el eje que está sujeta a la Rueda Compresora.
La máquina indicará la posición angular y la magnitud relativa de la desviación de fuerzas axiales.
- 3- Desbaste de material:
Se debe desbastar material en la cara inferior de la rueda compresora, generalmente se preferirá que este sea lo más cercano al agujero.
 - a. Colocar la Rueda Compresora y ajustarla en la Fresa de banco, de modo que la cara a desbastar quede mirando hacia la herramienta.
 - b. Encender la Fresa y desbastar la zona definida previamente.
La posición y cantidad de masa que debe sacarse, se realizará a 0° de la posición angular marcada por la Balanceadora y se extraerá una cantidad acorde con la magnitud relativa que esta indica. No hay valores especificados, ni empíricos, por lo que se recurre a la experiencia del operario.
- 4- Volver al paso 1, realizando el proceso las veces necesarias hasta que la magnitud relativa sea lo más cercana a 0 posible.

Nota:

La profundidad máxima de extracción de material para la Rueda de Compresora es de 0.5mm en virtud de realizar el equilibrado. Este es un desbaste de equilibrado de aproximación, pues el balanceado de exactitud debe hacerse en el montaje, usando el “Paquete” como conjunto (Rueda Compresora, Rueda de Turbina, Collar, Manguito, Arandela de Desgaste y la Tuerca de la Rueda de Turbina) y no solamente la rueda compresora.



5 Célula de Trabajo 5: Rueda de Turbina

5.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

5.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1200x600mm
- Banco de Reparación 1200x600mm
- Lavadora de Ultrasonido
- Perforadora de pie o Taladro
- Prensa Hidráulica
- Torno y Herramientas de Mecanizado
- Rectificadora Universal
- Balanceadora
- Dispositivo de Control de Alineación
- Comparador
- Set de Bujes Modelo para control
- Kit de Herramientas para Control de Roscas
- Elementos de Apoyo (Prisma de Aluminio, Bronce)

5.1.2 Insumos:

- Piedra Abrasiva
- Papel Lija Fino

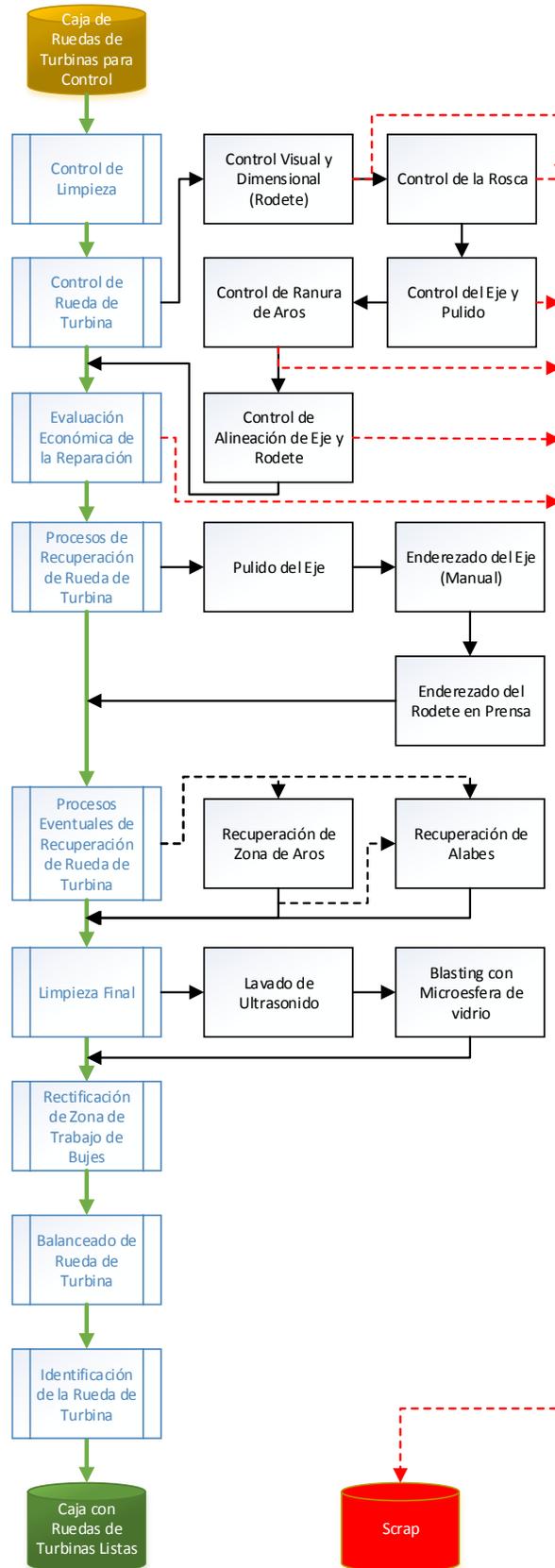
5.1.3 Superficie Necesaria:

- Actual: 10m³
- Diseño Propuesto:

5.1.4 Personal Propuesto: 2 Operarios (Lucas y David)

5.1.5 EPP y Otros Elementos:

5.2 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación



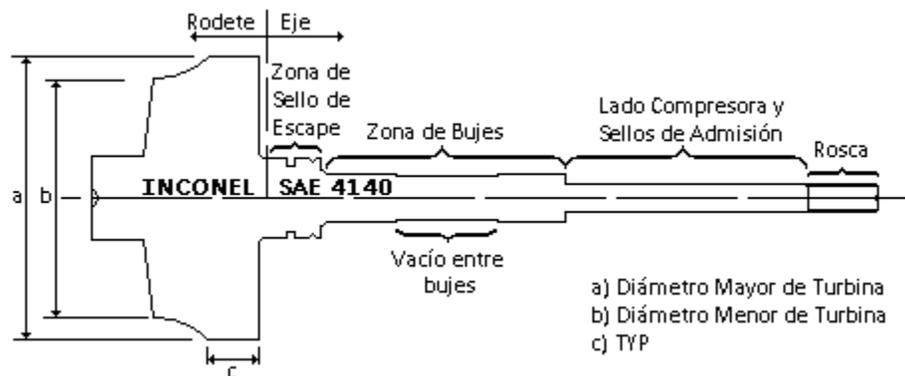


5.3 Control y Recuperación de Ruedas de Turbinas

- 1- Control de Limpieza: Determinar si es necesario realizar una limpieza más profunda en la pieza, y evaluar si es posible de realizarse luego de alguno o todos los controles.
 - Caso afirmativo se dejará como tarea pendiente el Lavado de Ultrasonido de la pieza, la cual se realizará al finalizar todos los controles posibles, o bien directamente en el punto 11.
- 2- Control de Rueda de Turbina:
 - a. Control Visual y Dimensional del Rodete. (Ver [5.3.1](#))
 - b. Control de la Rosca. (Ver [5.3.2](#))
 - c. Control del Eje y Pulido: Verificar que la cara de apoyo con el Collar se encuentre sin golpes y no esté deformada por un torque excesivo aplicado en la tuerca.
 - d. Control de Ranura de Aros. (Ver [5.3.3](#))
 - e. Control de Alineación de Eje y Rodete (Ver [5.3.4](#) y [5.3.5](#))
- 3- Evaluación Económica de la Reparación: Valuar los Procesos de Recuperación necesarios y determinar si es conveniente económicamente:
 - Caso de que no sea conveniente se coloca en caja de **Scrap**.
 - Caso de que sea conveniente seguir con el siguiente punto.
- 4- Realizar Procesos de Recuperación determinados en el Control:
 - a. Pulido del Eje (Ver [5.4.1](#))
 - b. Realizar un Enderezado Manual del Eje si fue determinado en el Control anterior. (Ver [5.4.2](#))
 - c. Realizar un Enderezado del Rodete con Prensa si fue determinado en el Control anterior. (Ver [5.4.3](#))
- 5- Realizar Procesos de Recuperación Eventuales determinados en el Control:
 - a. Recuperación de Zona de Aros (repasso o encasquillado) si fue determinado en el Control de Ranura de Aros. (Ver [5.5.1](#))
 - b. Recuperación de Alabes. (Ver [5.5.2](#))
 - c. Existen otros Procesos de Recuperación que podrían ser realizados, pero que no lo incluiremos dentro de este procedimiento. Sin embargo, algunos los explicamos brevemente en la sección de Procesos Eventuales (Ver [5.5](#))
- 6- Limpieza Final:
 - Si en el Punto 1 se ha determinado que la limpieza no es suficiente: lavar la pieza en Lavadora de Ultrasonido y luego secar con aire comprimido.
 - Realizar Blasting con microesfera de vidrio.
- 7- Rectificación de Zona de Trabajo de Bujes determinado en el Control de Eje y Pulido (la mayoría). (Ver [5.6](#))
- 8- Balanceado de Ruedas de Turbina. (Ver [5.7](#))
- 9- Identificación de las piezas según Codificación Turbolar. Se identificará la caja contenedora de los elementos del mismo modelo, los cuales serán embolsados y dichas bolsas etiquetadas en depósito.
- 10- Colocar el elemento en la Caja de Piezas Listas para enviar a Depósito.

5.3.1 Control Visual y Dimensional del Rodete

- 1- Observar el Estado General de los alabes. Verificar que los alabes no estén quebrados, con rebaba, doblados, o con pequeños golpes.
 - a. Si tienen pequeños golpes, o solo 1 alabe se encuentra doblado: Evaluar con cuales de los siguientes procesos es conveniente proceder, para su recuperación.
 - i. Punto de soldadura en los alabes
 - ii. Enderezar los alabes
 - iii. Limar los alabes
 - b. Si están quebrados, con rebaba o doblados en la zona externa: se podrá **recuperar la pieza mecanizándola para adaptarla a otro modelo más pequeño.** (5.5.2)
 - c. Si el/los alabe/s está/n dañado/s cerca del eje la pieza debe descartarse, colocando la pieza en la caja de **scrap**.
- 2- Control Dimensional del Rodete:
 - a. Medir con un calibre las siguientes dimensiones:
 - Diámetro Mayor de la Rueda de Turbina;
 - Diámetro Menor de la Rueda de Turbina;
 - TYP de la Rueda de Turbina.



- b. Verificar que las medidas reales se encuentren dentro de las especificaciones estándar. Las medidas estándar y sus tolerancias (máximas y mínimas admisibles) se pueden obtener de tablas o por planos de la pieza del rodete de la turbina.
 - Si las medidas no se encuentran dentro las tolerancias: se podrá recuperar, en algunos casos, la pieza **mecanizándola para adaptarla a otro modelo más pequeño.** (5.5.3)
 - En caso de no ser posible su recuperación por cuestiones técnicas, tecnológicas o económicas, la Rueda de Turbina se dejará en la caja de **scrap**.

5.3.2 Control de la Rosca

Las roscas de la Rueda de Turbina, en casi todos los casos, no es posible regenerarla a una medida más pequeña, y mucho menos llevarlas a su forma original. Por lo tanto, aquellas Ruedas de

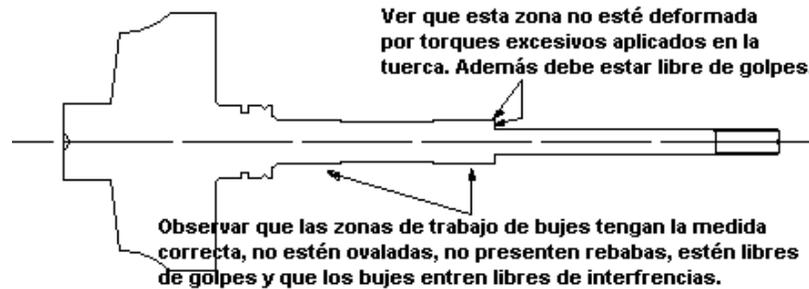


FIGURA 2-5-2-2-a

Turbinas cuyas roscas no se encuentran en buenas condiciones, en general, se dejarán en la caja scrap.

- 1- Verificar que el diámetro externo de la rosca sea de medida estándar, obtenido por tablas.
- 2- Verificar que Los filetes no estén aplastados o doblados.
- 3- Control de Limpieza en los filetes. Verificar que los filetes no tengan suciedad. Caso contrario, debe limpiarse con una hembra de paso y diámetro adecuados.

5.3.3 Control de la Ranura de Aros

- 1- Observar el estado de la Ranura de Aros. Verificar que no haya golpes ni suciedad.
- 2- Medir el diámetro de la ranura de aros y verificar que no exista interferencia entre el aro y tope del cuerpo central. Estas medidas pueden ser obtenidas de las mismas tablas utilizadas en los controles anteriores.
- 3- Control del espesor de la ranura:
 - a. Observar la ranura e identificar el tipo de forma.
 - b. Medir el espesor de la ranura con un calibre.
 - c. Poka-yoke: Colocar un aro de medida estándar o de sobremedida (según sea el caso)

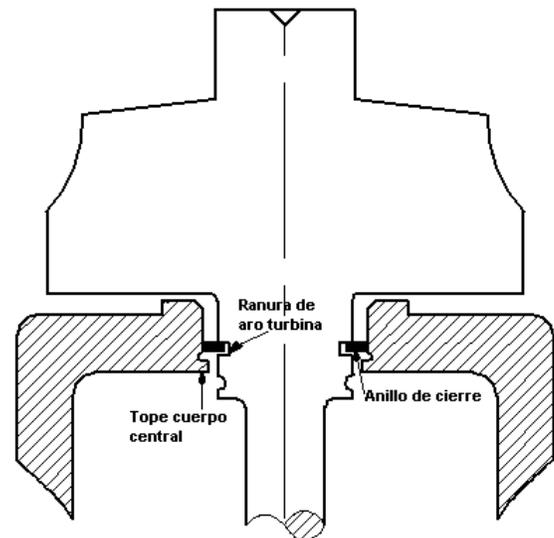


FIGURA 2-5-2-2-c

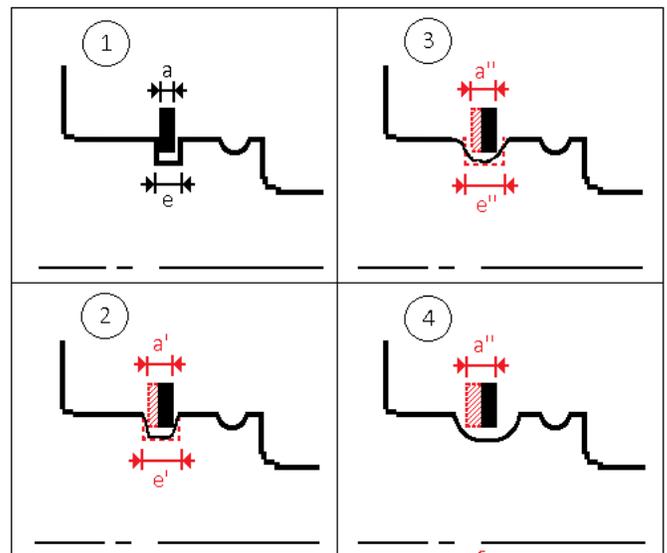
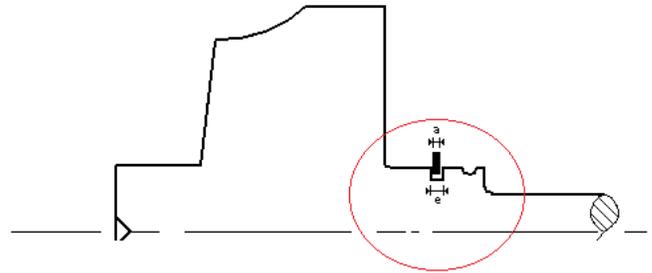
d. Determinar según las medidas de "a", "b" y "c", a cuál de los siguientes casos pertenece dicha Turbina. Ver figura de la derecha.

- **Caso 1:** La ranura se encuentra bien si:
 - No presenta escalones en las paredes;
 - y
 - Si la diferencia entre el espesor de la ranura y el del anillo es de aproximadamente 0.07mm. ($e - a \sim 0.07 \text{ mm.}$).

No es necesario que las dimensiones de la ranura sean de medida estándar (esto significa, que pudo haber sido repasado a sobremedida anteriormente), basta que exista un aro que cumpla con las condiciones mencionadas.

En este caso **no hay que realizar ningún proceso de recuperación** sobre la Zona de Aros.

- **Caso 2:** La ranura se encuentra algo desgastada y con algunos escalones en las paredes. Será necesario reestablecer su forma, por lo que se puede realizar un repaso en el espesor de la ranura solo en el caso de que exista un anillo de sobremedida que permita cumplir con las condiciones mencionadas en el Caso 1. Se deberá realizar un **repaso del espesor de la ranura**. (Ver [5.5.1.1](#)).
- **Caso 3:** La ranura se encuentra muy desgastada, al punto de haber perdido la forma. Para este caso, no es posible reparar la ranura a sobremedida, dado que:
 - No existe un aro de sobremedida con el suficiente espesor, que permita reparar la ranura a una sobremedida y cumpla con las condiciones mencionadas en Caso 1. Esto es, que el espesor máximo de la ranura al que se podría reparar es inferior a la zona desgastada ($e'' < e_{req}$)
 - No es posible mecanizar la ranura, por cuestiones geométricas, o mecánicas (de funcionamiento, o de diseño).
En general, este tipo de desgaste es causado por la presión de los gases que actúan sobre la turbina, producto de frenar con el motor.
- **Caso 4:** La ranura se ha desgastado de modo tal de presentar una forma semicilíndrica agrandando notablemente el espesor de la ranura. Al igual que el caso anterior, no es posible mecanizar la ranura para llevarla a sobremedida. En general, este tipo de desgaste es producido por la acumulación de Carbón proveniente de los Gases de Escape.



a = espesor del anillo de medida estándar
a' = espesor del anillo de sobremedida
a'' = espesor del anillo de mayor medida para ese modelo de Turbina
e = espesor de la ranura de aro de medida estándar
e' = espesor de la ranura de aro de sobremedida
e'' = espesor de la ranura de aro de mayor medida, en función de la medida del anillo



Para los Casos 3 y 4, existe un método posible para restaurar a medida estándar la Zona de Alojamiento de Aros: el **Encasquillado de la Zona de Aros** (Ver [5.5.1.2](#)), por lo que será conveniente evaluar su conveniencia económica.

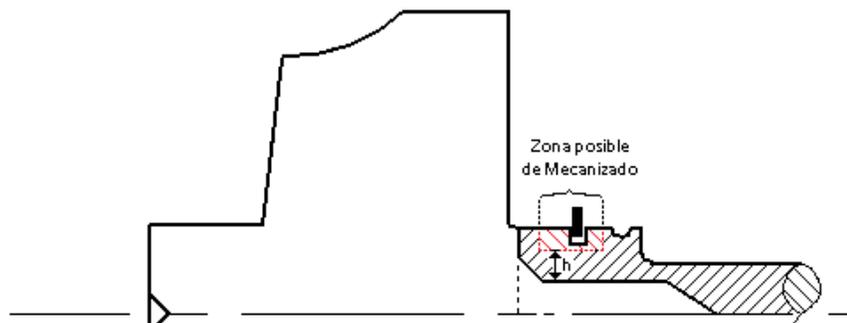
Nota:

En algunos casos el desgaste producido es tal que, si se coloca un anillo de sobremedida sin reparar correctamente la ranura, este entrará aproximadamente a una altura correspondiente a la mitad del diámetro de la ranura, y al intentar hacer el montaje y balancearlo, el turboalimentador se frenará produciendo fallas.

La mayoría de las ruedas de turbinas se puede llevar algunas dimensiones hasta 2 medidas arriba (sobremedida), hay otras que solo se puede 1 sola, y otras que directamente no tienen. Esto dependerá del modelo del turbo, de la turbina y las medidas de las ranuras y/o cuerpo central.

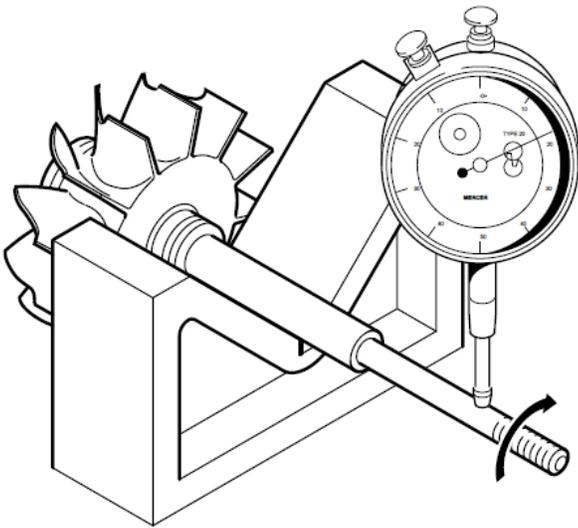
El diámetro menor de la ranura generalmente no se rebaja, dado que el desgaste producido por el aro casi nunca es radial. El diámetro menor solo tiene la función de alojar al aro, y que este no toque con el cuerpo central. Por lo tanto, siempre y cuando el diámetro externo de los aros de sobremedida se mantenga igual, entonces no será necesario rebajar.

Además, la mayoría de los ejes de la Rueda de Turbina tienen una zona hueca, por lo que existe un límite al que puede ser rebajado dicho diámetro. Por lo menos tiene que haber una distancia de $h = 2$ o 3 mm entre el hueco cilíndrico y el diámetro menor de la Rueda de Turbina. Queda así definida la Zona posible de mecanizado para llevar a sobremedida la Zona de Ranura. Esta puede verse en la siguiente figura de Corte de Rueda de Turbina, mostrada en color rojo.

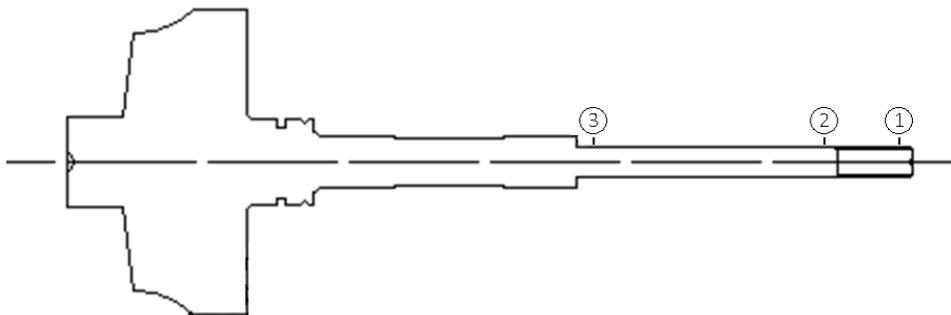


5.3.4 Control de Alineación del Eje

- 1- Sustener la Rueda de Turbina en la “V” ajustando un tornillo (que no se ve en la imagen izquierda) que permite fijarla.
- 2- Con un comparador sostenido de un soporte magnético adherido a la mesa de trabajo, se realizarán las comparaciones de concentricidad en 3 puntos definidos (a través de su punta sensitiva), esto es, se medirán las diferencias máximas de variación (en centésimos de mm). Para ello, Luego de colocar el comparador, la turbina debe hacerse girar manualmente, de este modo se deberá observar la máxima variación en cada uno de los puntos.

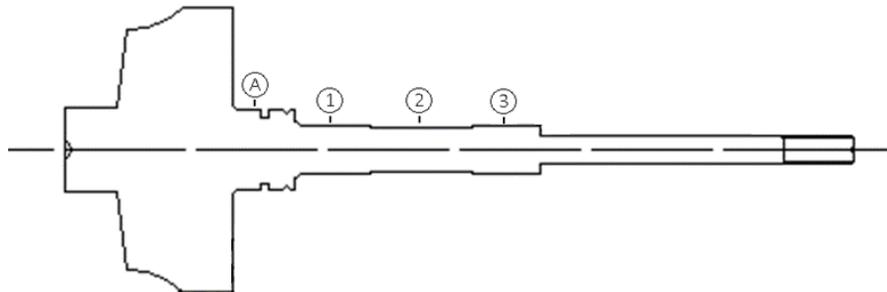


- Punto 1: La diferencia máxima debe ser menor a 1,5 centésimos de mm.
 - Punto 2: La diferencia máxima debe ser menor a 1,0 centésimos de mm,
 - Punto 3: La diferencia máxima debe estar entre 0 y 0,5 centésimos de mm.
- 3- Superados estos valores debe enderezarse el eje. Para ello, se procederá a realizar un enderezado manual del eje. (Ver [5.4.2](#)).



5.3.5 Control del Alineado de Rodetes

- 1- Colocar la Rueda de Turbina horizontalmente sosteniéndola en la contrapunta.
- 2- Acercar el Comparador a la Zona de Sello de Escape (Punto A) y medir su oscilación máxima (haciendo rotar la turbina). La oscilación no debe superar los 0,03 mm. Si alcanza o supera este valor, puede ser por dos motivos:
 - a. Que el rodete se haya torcido: A veces, es posible determinar si este es el caso, observando si hay alguna marca en la intersección del rodete con la Zona de Escape. Para corregirlo, será necesario realizar un **Enderezado del Rodete con Prensa** (Ver [5.4.3](#))
 - b. Existió una diferencia apreciable de concetricidad durante el mecanizado de la pieza. No tendrá sentido realizar el Enderezado del Rodete por lo que deberá considerarse **scrap**. Si bien la turbina puede estar en buenas condiciones, pero no se utilizará para el ensamblado, dado que produce alteraciones al momento del Balanceado, y si este último se realiza, podrá realizarse extracciones de masa innecesarios (en la Rueda de Turbina, o Rueda Compresora).
- 3- Control de Zona de Vacío (Turbinas chicas). En aquellas turbinas que poseen una Zona de Vacío entre bujes (generalmente las turbinas chicas lo son), esto es, una diferencia de diámetro apreciable ubicada entre las dos zonas de trabajo de los bujes, se debe:
 - a. Medir con el comparador las oscilaciones máximas en los puntos 1, 2 y 3 de la figura.
 - b. La diferencia entre las oscilaciones máximas entre los puntos 1-2, y 2-3, no debe superar los 0,02mm.



Nota:

Para el caso de Turbinas grandes, generalmente presentan una Zona de Bujes con diámetro uniforme, solo en algunos casos poseen una zona de vacío con unos pocos centésimos de mm de diferencia de diámetro. En estas turbinas no es necesario realizar el Control en el punto 3.

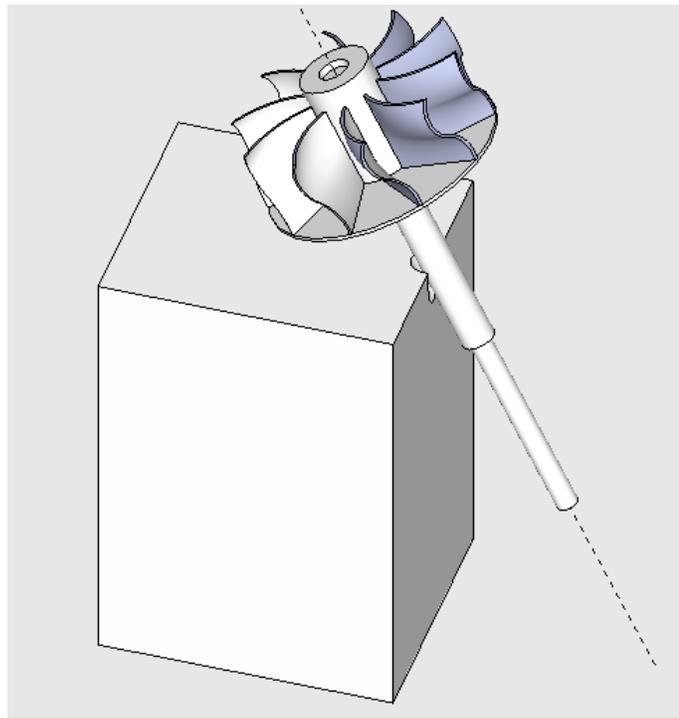
5.4 Procesos de Recuperación de Rueda de Turbina

5.4.1 Pulido del Eje

- 2- Pulir el eje para sacarle las pequeñas impurezas que quedaron en el eje. Para ello:
 - a. Colocar la Rueda de Turbina en la Perforadora de pie y fijarla.
 - b. Encender la Perforadora de Pie, haciendo girar la turbina a bajas revoluciones por minuto.
 - c. Presionar con un papel lija fino, doblada alrededor del eje, mientras se encuentra girando la turbina. Recordar que el pulido es solo superficial, y no debe ser excesivo dado que puede disminuir apreciablemente el diámetro y salirse de tolerancias.
- 3- Control de Zona de Trabajo de Bujes:
 - a. Verificar que la Zona de Trabajo de Bujes no se encuentre con rebabas o golpes.
 - b. Medir con un micrómetro, el diámetro del eje en la zona de trabajo bujes, y comparar según las tolerancias obtenidas por tablas.
 - c. Tomar varias medidas alrededor de la sección transversal en la zona de trabajo de bujes y verificar que no presente ovalización.
 - d. Mantener presionado el micrómetro en la zona de trabajo de bujes, y mirar a contraluz si hay luz existente (indicios de rayas, escalones, o abolladuras).
 - Si tiene poca luz, se puede pulir nuevamente para evitar un rectificado del eje.
 - Si la luz es apreciable, o hay indicios de rayas, será necesario un rectificado del eje.

5.4.2 Enderezado del Eje (Manual)

- 1- Colocar la Rueda de Turbina en forma semi-vertical, con la cabeza de la Rueda de Turbina hacia arriba y apoyando el rodete sobre uno de los bordes semiredondeados de un prisma de aluminio.
- 2- Golpear muy suavemente con un martillo de bronce, en el lugar adecuado de la Rueda de Turbina y con su correspondiente posición (zona de máxima diferencia), según lo observado en el Control de Alineación del Eje (Ver [5.3.4](#))





5.4.3 Enderezado del Rodete (con Prensa)

- 1- Colocar La Rueda de Turbina en forma perpendicular a la dirección de la fuerza de presión de la prensa (generalmente horizontal). Teniendo en cuenta que la posición de la turbina debe ser de forma tal que, al aplicar la fuerza, se enderece el rodete junto al eje.
- 2- Colocar un elemento de bronce debajo de la Rueda de Turbina, en la zona de contacto con el rodete.
- 3- Aplicar una fuerza adecuada con la prensa para torcer el rodete generando una deformación plástica, de modo de recobrar su enderezado. Recordar que, para deformar el eje, la tensión que produce la fuerza debe ser mayor a la tensión de fluencia del material.
- 4- Volver a ponerlo en contrapunta para Controlar el Alineado, y medir nuevamente (Ver [5.3.5](#)). Realizar todo el ciclo las veces necesarias hasta alcanzar las tolerancias adecuadas para obtener el eje enderezado.

Nota:

El apoyo del eje debe ser en un elemento de Bronce para que no se deforme el eje cuando se le aplique presión, sino que se flexione de modo de enderezarlo. El bronce es un elemento con mayor ductilidad y por lo tanto permitirá absorber mayor energía, además la deformación en el bronce provocará que haya mayor superficie de contacto y por lo tanto una mayor distribución de fuerzas a lo largo del eje.

Por lo tanto, es muy importante que el elemento de bronce se encuentre siempre bien apoyado sobre la turbina, y que este apoyo sea amplio, para reducir cualquier posibilidad de marca, ralladura o abolladura sobre el eje

5.5 Procesos de Recuperación Eventuales de Rueda de Turbina

5.5.1 Recuperación de Zona de Aros

5.5.1.1 Repaso de la Zona de Aros

- 1- Colocar la Rueda de Turbina en forma horizontal en el torno, de modo de sujetar el rodete con las mordazas.
- 2- Posicionar la herramienta de ranurado a la altura de la ranura de aros de la Rueda de Turbina.
- 3- Encender el torno y mecanizar la ranura, ensanchando su espesor y manteniendo la profundidad. El espesor objetivo será tal, que la diferencia entre el espesor de la ranura y la del anillo que se va a colocar, sea de aproximadamente 0.07mm. Es importante aclarar que no se realizan cambios en el diámetro de la ranura, es decir que la herramienta no se moverá en dirección radial hacia el eje.

Nota:

La herramienta de mecanizado “de ranurado” con que se realice el trabajo no debe dejar radio en el fondo, caso contrario el desgaste será tal que, al entrar el anillo de sobremedida, entrará solo la mitad de la ranura, y, al realizar el montaje en estas condiciones, producirá que el turboalimentador se frene.

Si en el diámetro de la ranura se presenta un desgaste muy apreciable en el lado del rodete, o si el espesor de la ranura es muy grande (como se explicó en el Control de la Ranura de Aros. (Ver [5.3.3](#)), se procederá a realizar directamente un **Encasquillado de la Zona de Aros** (Ver [5.5.1.2](#))



En aquellas turbinas en las que se encontró en la ranura un desgaste en el lado de compresión y dicha ranura fue repasada, es posible que, al momento de montarla al cuerpo central junto con el anillo, la rueda de turbina se frene por interferencia entre el anillo de cierre y el tope del cuerpo central. Para evitar esta interferencia, se debe eliminar dicho tope del cuerpo central.

5.5.1.2 *Encasquillado de Zona de Aros*

Es un procedimiento para llevar a medida estándar la Zona de Aros, y poder recuperar así la Rueda de Turbina para un correcto funcionamiento.

Como el material que se encamisa es el mismo que el del Eje de la Rueda de Turbina, al soldarlos no se presentan mayores inconvenientes en el funcionamiento, de modo de no disminuir apreciablemente su vida útil.

- 1- Tomar las medidas del casquillo: diámetro y largo.
- 2- Buscar el elemento cilíndrico de material SAE 4140 de diámetro externo correspondiente a la medición realizada en el paso anterior.
- 3- Se corta el elemento a la longitud medida del casquillo en el paso 1.
- 4- Desbastar en el torno (con la herramienta de desbaste correspondiente), el diámetro de la Zona de Alojamiento de Aros hasta una medida igual al diámetro interno del anillo cilíndrico del material para encasquillar.
- 5- Realizar un encamisado con el elemento cilíndrico de material SAE 4140, colocando el cilindro en el lugar correspondiente en la Zona de Alojamiento.
- 6- Soldar el material en la Zona de Alojamiento. Dejar enfriar.
- 7- Mecanizar las ranuras correspondientes en el torno a medidas estándar, utilizando la herramienta de ranurado correspondiente.

5.5.2 *Recuperación de Alabes*

No entraremos en detalles técnicos sobre el proceso, pues es muy poco frecuente. Solo mencionaremos los 3 tipos de procesos de recuperación que se le pueden realizar a los alabes

5.5.2.1 *Punto de soldadura en los alabes*

5.5.2.2 *Enderezar los alabes*

5.5.2.3 *Limar los alabes*

5.5.3 *Adaptación de la Rueda de Turbina*

Como a la turbina no es posible adicionarle material, las adaptaciones serán a submedida, esto es, un modelo más pequeño. Es por ello que sólo se les realiza a las turbinas medianas o grandes, y además porque es más factible económicamente.

Mientras más parecida sea la Turbina al modelo a adaptar, menores serán los trabajos que deberá realizar.

El proceso de adaptación involucra el redimensionamiento de la pieza, por lo tanto, es necesario contar con un plano o medidas fundamentales del modelo a adaptar.



En algunos casos, si el rodete se encuentra sano, no será necesario mecanizarlo si tiene las mismas medidas que el del modelo a adaptar.

La mayoría de los trabajos de adaptación se realizarán en el torno para su mecanizado. Por otro lado, será necesario terminar el proceso con un rectificado de la zona de bujes en el eje de la turbina.

5.5.4 Soldadura del Eje de Turbina

Este proceso se utiliza en la fabricación, y por el momento la empresa no tiene planificado implementarlo. Por lo tanto, no se entrará en detalle técnico sobre el proceso.



5.6 Rectificación de Zona de Trabajo de Bujes

- 1- Colocar la Rueda de Turbina en forma horizontal en la Rectificadora, de modo de sujetar el rodete con las mordazas.
- 2- Posicionar la piedra abrasiva a la altura correspondiente a la zona de Trabajo de Bujes.
- 3- Encender la rectificadora, y acercar la piedra al eje, de modo de comenzar con la rectificación.
- 4- Realizar las pasadas necesarias en función del diámetro del eje de la rueda de turbina hasta llegar al diámetro de submedida objetivo.

Nota:

No olvidar realizar ciclos de enfriamientos periódicos de la pieza con líquido refrigerante.

Por el otro lado regular la velocidad angular de giro de la piedra (tener en cuenta el diámetro de la piedra que se va haciendo más pequeño con el uso) y del usillo de la rectificadora (tener en cuenta el diámetro del eje de la turbina, en función de la profundidad radial de rectificado, esto es, la profundidad que la piedra le imprime a la pieza por cada pasada).

5.7 Balanceado de Ruedas de Turbinas

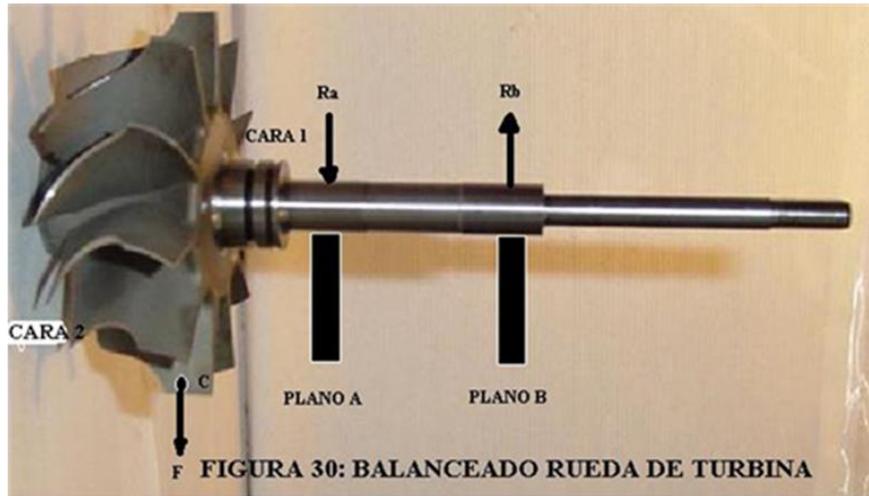
Es un método de prueba y error. No entraremos en mucho detalle de cómo funciona la máquina.

- 1- Apoyar el eje la Rueda de Turbina sobre los apoyos de la Balanceadora, de modo de colocar la correa en el eje en la posición intermedia entre estos apoyos. Esto se puede apreciar en la figura.



- 2- Posicionar la rueda de turbina en los apoyos de la balanceadora en los planos que indica la figura.
- 3- Encender la máquina, de modo de que el eje empiece a girar a través de la correa. La máquina indicará la posición angular y la magnitud relativa de la desviación de fuerzas axiales.
- 4- Desbaste de material:
Se debe desbastar material en la cara interna del rodete, generalmente se preferirá que este sea lo más cercano al eje. Para la Rueda de Turbina, el desbaste se realizará con una amoladora o bien con una fresa de banco que permita sujetar la rueda de turbina en ángulo.
 - a. Colocar la Rueda de Turbina en el soporte (ya sea de contrapunta o de la fresa de banco) y ajustarla, de modo que quede formando un ángulo entre el eje y la herramienta. La herramienta debe poder acceder fácilmente a la zona a desbastar.
 - b. La posición y cantidad de masa que debe sacarse se realizará (a diferencia de la rueda compresora) a 180° de la posición angular marcada por la Balanceadora y se extraerá una cantidad acorde con la magnitud relativa que esta indica. No hay valores especificados, ni empíricos, por lo que se recurre a la experiencia del operario.

- 5- Volver al paso 1, realizando el proceso las veces necesarias hasta que la magnitud relativa sea lo más cercana a 0 posible.



Nota:

La profundidad máxima de extracción de material para la Rueda de Turbina en el Balanceado es de 1mm. Este es un desbaste de equilibrado de aproximación, pues el balanceado de exactitud debe hacerse en el montaje, usando el “Paquete” como conjunto (Rueda Compresora, Rueda de Turbina, Collar, Manguito, Arandela de Desgaste y la Tuerca de la Rueda de Turbina).

6 Célula de Trabajo 6: Carcasa de Admisión



6.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

6.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1200x600mm
- Banco de Reparación 1200x600mm
- Lavadora de Ultrasonido
- Torno y Herramientas de Mecanizado
- Soldadora Autógena
- Herramienta de Identificación: Marcador Eléctrico

6.1.2 Superficie Necesaria:

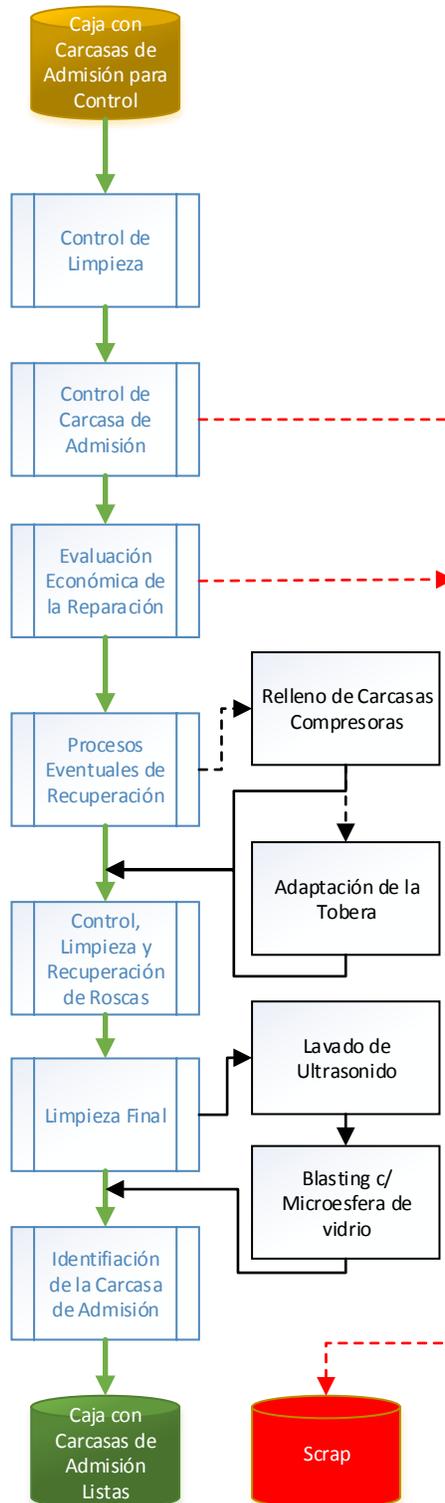
- Actual: 6m³
- Diseño Propuesto:

6.1.3 Personal Propuesto: 1 Operario

6.1.4 EPP y Otros Elementos:



6.2 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación





6.3 Proceso de Control y Recuperación de Carcasas de Admisión

- 1- Control de Limpieza:
 - a. Estado General de Limpieza: Se considera bueno para proceder con el control si:
 - Está Libre de Grasas / Aceites tanto en el exterior como su interior. Caso contrario deberá realizarse Blasting con Microesfera de vidrio.
 - No hay manchas en el exterior. En caso de que las haya, realizar un cepillado en dicha zona. (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))
 - b. Pintura: Verificar que no presente pintura en su superficie externa. Caso contrario se realiza la inmersión de la pieza en líquido removedor, seguido de un enjuague manual con agua (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))

Si se determina que el estado de limpieza es aceptable para el control, pero es necesario profundizar en ella (ya sea por suciedad o pintura), los procesos de limpieza se realizarán luego del control en el Paso 6.
- 2- Control de la Carcasa:
 - b. En superficie externa e interna, observar si hay señales de fisuras o Golpes Externos.
 - c. En Bocas de Entrada y Salida de Aire, verificar que no se presenten:
 - Golpes o Diámetros Deformados
 - Desgastes por Roscas
 - Roturas
 - d. En el Apoyo con el Cuerpo Central o Placa Trasera, observar si se presentan:
 - Golpes o Diámetros Deformados
 - Planos Deformados
 - e. Alojamiento de Rueda Compresora, observar en el agujero si hay:
 - Indicios de Mecanizados anteriores o de desgaste causado por la Rueda Compresora.
 - Elementos extraños
- 3- Evaluación Económica de la Reparación: Valuar los Procesos de Recuperación necesarios y determinar si es conveniente económicamente:
 - Caso de que no sea conveniente se coloca en caja de **Scrap**.
 - Caso de que sea conveniente seguir con el siguiente punto.
- 4- Realizar Procesos de Recuperación Eventuales determinados en el Control
- 5- Realizar Control, Limpieza y Recuperación de Roscas. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
- 6- Limpieza Final:
 - a. Si en el Punto 1 se ha determinado que la limpieza no es suficiente: lavar la pieza en Lavadora de Ultrasonido. Secar con aire comprimido. Caso que no se necesite, se omite este paso. (Ver [Procesos de Limpieza](#))
 - b. Realizar el Blasting con microesfera de vidrio. (Ver [Procesos de Limpieza](#))
- 7- Identificación de las piezas según Codificación Turbolar. Se utiliza liquid paper, o en su defecto marcador eléctrico.
- 8- Colocar el elemento en la Caja de Piezas Listas para enviar a Depósito.



6.4 Procesos de Recuperación de Carcasas de Admisión

6.4.1 Relleno de Carcasas Compresoras con Soldadura Autógena

Es un proceso de soldadura y agregado de material que permitirá reconstruir las Carcasas de Admisión que tienen roturas, golpes, deformaciones, fisuras o desgastes en algunas zonas. Para el caso de aquellas que hay que adaptar la tobera, este será un paso previo en algunos casos.

6.4.2 Adaptación de la Tobera

Es un proceso realizado en el torno que permitirá adaptar la tobera a la forma de la Rueda Compresora.

Para ello se colocará y ajustará la Carcasa de Admisión el husillo del Torno, de modo que la zona de alojamiento de la Carcasa de Admisión quede mirando hacia afuera.

Se ajustará la herramienta de mecanizado de radio en el portaherramientas, de modo tal que permita acceder correctamente a la Tobera.

Con el Plano de la Carcasa de Admisión se identificarán las medidas a las que se deberá mecanizar la pieza.

Realizar con el torno un desbaste de aproximación y luego un mecanizado de terminación.

7 Célula de Trabajo 7: Carcasa de Escape



7.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

7.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1500x600
- Banco de Reparación 1800x600
- Lavadora de Ultrasonido
- Granalladora
- Blasting
- Horno
- Cepilladora
- Recipiente para Ácido Clorhídrico
- Soldadora TIG con Cilindro de Argón
- Torno
- Rectificadora de Planos
- Recipiente / Armario con Kerosene o Aceite (Baño de Protección Antioxidante)
- Calibre
- Herramientas para Extracción de Espárragos
- Herramienta de Identificación: Marcador Eléctrico

7.1.2 Superficie Necesaria:

- Actual: 10m³
- Diseño Propuesto:

7.1.3 Personal Propuesto: 2 Operarios (Emilio)

7.1.4 EPP y Otros Elementos:



7.2 Introducción

Antes de iniciar con el Proceso de Control es necesario aclarar dos cosas:

- 1- Generalmente los espárragos no son sacados durante el Proceso de Desarmado dado que:
 - Protege las roscas ante un posible Granallado, y
 - Sacarlos lleva un tiempo considerable que se desperdiciaría si la Carcasa de Escape se descarta.

En el proceso de control que desarrollamos a continuación será necesario extraer los espárragos para controlar las roscas. Estos no serán colocados en la Carcasa de Escape luego de terminar la reparación, sino recién en Montaje.

2- En la carcasa de escape el principal factor que determina si sirve o no, es la cantidad o importancia de las fisuras que presenta. Las fisuras usualmente se producen en la boca de entrada de gases, en el nervio central, y en los turboalimentadores con válvula de sobrepresión se producen en la zona de alivio de gases.

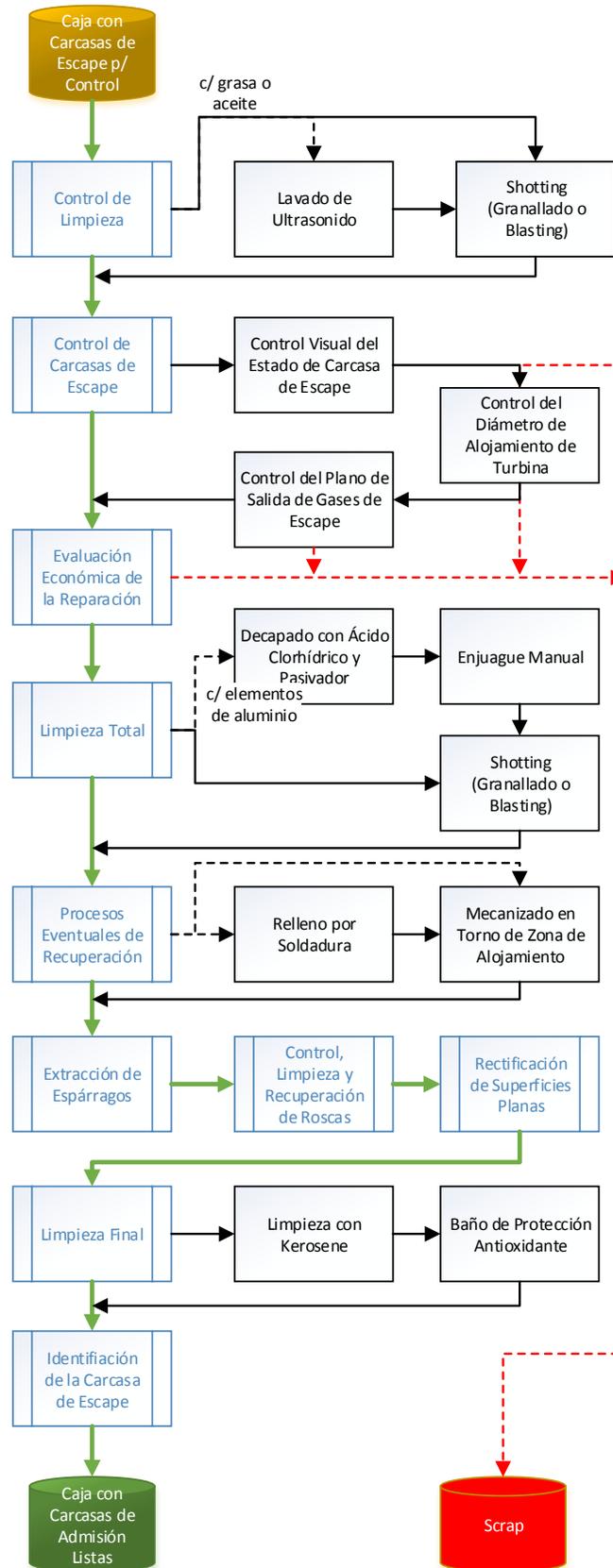
Criterio a adoptar para descartar una carcasa de escape:

- a) Si existen **fisuras** en cualquier zona que **comunique la parte interna con la externa** de la carcasa, provocará posibles fugas de gases de escape, por ello se deberá **descartar**.
- b) Si las **fisuras** presentes en **la base de entrada de gases superan los dos o tres milímetros** de largo debe ser **reemplazada**, ya que están muy cerca de salir al exterior.
- c) En el nervio central se puede tolerar como **máximo entre 4 o 5 fisuras** en los 360° y **cuando no se han separado los bordes de las mismas**. Además, el nervio central debe presentar un aspecto “compacto”, que no se esté desgranando ni deformando. En caso contrario debe ser **reemplazada**.
- d) En la zona de alivio de gases de escape se puede tolerar un máximo de **1 o 2 fisuras pequeñas**. Cuando son más o de mayor tamaño se produce una deformación en el plano de cierre y esto trae como consecuencia una **fuga permanente** de gases con la consecuente pérdida de rendimiento o una tendencia a **producir “silbidos”**, por lo que la carcasa debe ser **reemplazada**.
- e) Por último existen casos en los cuales por una combustión inadecuada del motor se produce un **deterioro generalizado del material, los granos del material pierden consistencia desprendiéndose con suma facilidad**. Además, la carcasa se deforma totalmente. En estos casos se debe **reemplazar** la misma.

Otro aspecto distinto al anterior es que, debido a la temperatura de trabajo, la carcasa de escape es un elemento muy **propenso a la oxidación**. Esta puede atacar planos de cierre, diámetros de cierre de aros en aquellos casos en que el acople de salida de escape va “enchufado” en la carcasa. Estos dos casos pueden tener solución con mecanizados adecuados.

En otros casos la **oxidación ataca la zona de cierre del cuerpo central**, y cuando éste va tomado a la carcasa de escape mediante zuncho y se corroe el plano donde aprieta el zuncho es muy difícil darle solución. Si se trata de carcasas comunes es **conveniente cambiarlas**.

7.3 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación





7.4 Proceso de Control de Carcasas de Escape

- 1- Control de Limpieza:
 - a. Se considera bueno para proceder con el control si:
 - Está Libre de Grasas / Aceites tanto en el exterior como su interior. Caso contrario, realizar una Limpieza en Ultrasonido, y posteriormente Shotting, ya sea Granallado o Blasting con microesfera de vidrio. (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))
 - No hay manchas en el exterior. En caso de que las haya, realizar un cepillado en dicha zona. (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))
 - b. Pintura: Verificar que no presente pintura en su superficie externa.

Si se determina que el estado de limpieza es aceptable para el control, pero es necesario profundizar en ella (ya sea por suciedad o pintura), los procesos de limpieza se realizarán luego del control en el Paso 4.
- 2- Control de Carcasas de Escape:
 - a. Control Visual del Estado de la Carcasa. (Ver [7.4.1](#))
 - b. Control del Diámetro de alojamiento de Turbina. (Ver [7.4.2](#))
 - c. Control del Plano de Salida de Escape. (Ver [7.4.3](#))
 - d. Control de Volumen A/R: Buscar en la Carcasa el Número A/R y verificar que sea acorde al modelo de la Carcasa.
- 3- Evaluación Económica de la Reparación: Valuar los Procesos de Recuperación necesarios y determinar si es conveniente económicamente.
 - Caso de que no sea conveniente se coloca en caja de **Scrap**.
 - Caso de que sea conveniente continuar con el siguiente punto.
- 4- Limpieza Total:
 - a. Para Carcasas de Escape con elementos extraños de aluminio adheridos, realizar un Decapado con Ácido Clorhídrico y Pasivador y continuar con un Enjuague Manual (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))
 - b. Realizar Limpieza de Granallado en caso de que no se le ha realizada una Limpieza de Shotting antes o si previamente se le realizó una limpieza química (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))
- 5- Realizar los Procesos de Recuperación Eventuales determinados en el Control (Relleno / Torneado / Restauración de Fisuras). (Ver [7.5](#))
- 6- Extracción de Espárragos. (Ver [7.6](#))
- 7- Control, Limpieza y Recuperación de Roscas. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
- 8- Rectificación de Superficies Planas. Esto es obligatorio para las carcasas buenas y reparadas, dada la Política de Calidad de la Empresa. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
 - a. Rectificar los Planos de Entrada y Salida de Aceite.
 - b. Rectificar los Planos de Salida de Gas.
- 9- Limpieza Final:
 - a. Realizar una Limpieza con Kerosene y secar con aire comprimido. (Ver [Procesos de Limpieza](#))



- b. Realizar un Baño de Protección Antioxidante y dejar escurrir. (Ver [Procesos de Limpieza](#))

10- Identificación de las piezas según Codificación Turbolar. Se utiliza liquid paper, o en su defecto marcador eléctrico.

11- Colocar el elemento en la Caja de Piezas Listas para enviar a Depósito.

7.4.1 Control Visual del Estado de la Carcasa

- 1- Observar el estado del material. Es importante que la Carcasa no se encuentre oxidada, ni rajada.
- 2- Verificar que no presente golpes o abolladuras en la superficie externa o interna. Estos golpes serán indicios de posibles fisuras alrededor (ya sea que existen o posiblemente puedan formarse en un futuro)
- 3- Observar e identificar áreas con presencia de fisuras externas o internas, sobre todo en las áreas críticas.
- 4- Observar si tienen **elementos de aluminio adheridos a las paredes internas**. Si es el caso que hay elementos de aluminio adheridos (y no habían sido detectados anteriormente) será necesario someter la Carcasa a un Proceso de “**Decapado con Ácido Clorhídrico y Pasivador**” para eliminarlos, y luego deberá realizarse un Enjuague Manual con agua.

7.4.2 Control del Diámetro de Alojamiento de Turbina

El control consiste en determinar si hubo rozamiento en la Zona de Alojamiento de Turbina. Generalmente se puede anticipar en la Presupuestación o Desarme del Turbo, si es que ha habido rozamiento de la rueda de turbina con la carcasa de escape. Esto sucede cuando se ha detectado juego Radial en la Rueda de Turbina, o desgaste en sus alabes.

7.4.3 Control del Plano de Salida de Gases de Escape

- 1- Observar que el Plano de Salida de Gases de Escape no esté gastado o rayado:
 - a) Si no tiene rayas: no hace falta controlar sus dimensiones.
 - b) Si tiene rayas, hay que hacer un control dimensional.
- 2- Control Dimensional: Realizar un control del diámetro del agujero.



7.5 Procesos de Recuperación de Carcasas de Escape

7.5.1 Recuperación de Zona de Alojamiento de la Rueda de Turbina

En algunas carcasas, producto del Juego Axial y/o desbalanceo de la Turbina, se ha originado un desgaste en la Zona de Alojamiento de la Rueda de Turbina, que puede ser un roce leve o un desgaste apreciable.

Para evitar que los gases de Escape se fuguen por esos orificios, debe restaurarse a su forma original, de modo que al colocar la turbina haya juego casi nulo. Uno de los métodos utilizados es rellenando el alojamiento con material por soldadura y luego mecanizando la pieza

7.5.1.1 *Relleno por Soldadura con aporte de material*

El rellenando con aporte a la Carcasa de Escape en la Zona de Alojamiento de la Rueda de Turbina consiste en la aplicación de Níquel Fundido por Soldadura con Electrodo. Para ello, se usa una soldadora TIG, con gas inerte de Argón para limpiar la zona de aplicación del material.

Luego de la aplicación del material, será necesario realizar un desbaste y mecanizado con el torno para darle la forma, y posteriormente darle la terminación superficial adecuada para su correcto funcionamiento. El proceso es descripto a continuación.

7.5.1.2 *Mecanizado en Torno de la Zona de Alojamiento*

Es un proceso realizado en el torno que permitirá mecanizar la Zona de Alojamiento de Turbina y llevarla a las medidas indicadas. Este proceso se realiza por dos motivos:

- 1- Las carcasas que deben ser rellenadas por Soldadura, deben pasar luego por este proceso de mecanizado.
- 2- Adaptar el Alojamiento de la Carcasa de Escape a otro modelo de Turbina.

Para ello se colocará y ajustará la Carcasa de Escape en el husillo del Torno, de modo que la zona de alojamiento de la rueda de turbina quede mirando hacia afuera.

Se ajustará la herramienta de mecanizado de radio en el portaherramientas, de modo tal que permita acceder correctamente a la Zona de Alojamiento.

Con el Plano de la Carcasa de Admisión se identificarán las medidas a las que se deberá mecanizar la pieza.

Realizar con el torno un desbaste de aproximación y luego un mecanizado de terminación.



7.6 Extracción de Espárragos

Es necesario extraer primero los espárragos para proceder a realizar un Control, Limpieza y Recuperación de Roscas (si es necesario). En el montaje los espárragos se colocan nuevos (a menos que estos sean especiales, y se encuentren en buenas condiciones).

Es importante notar que los espárragos son de acero, a diferencia de la Carcasa de Escape que es de fundición. Esto quiere decir, que el espárrago posee mayor dureza que la Carcasa, y por lo tanto se deberá tener cuidado cuando se realicen extracciones de espárragos cortados (la mecha adquirirá tendencia a irse a los costados produciendo desgaste en la Carcasa).

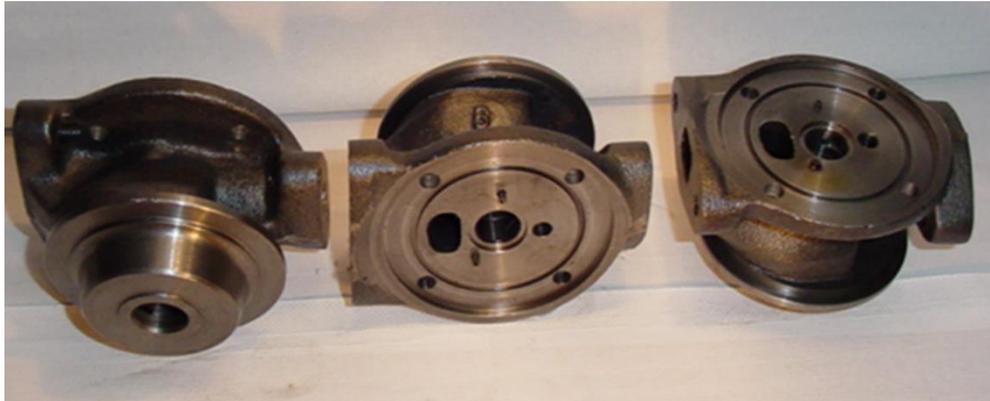
7.6.1 Extracción de Espárragos completos

- 1- Tomar un *tubo para colocar espárragos* de acuerdo al diámetro de los espárragos que se va a sacar.
- 2- Colocar dicha herramienta en el espárrago con la mano.
- 3- Se desenrosca el espárrago haciendo cupla con el manguito deslizante de forma muy cuidadosa, y girándola en el sentido adecuado.
- 4- Luego de desatornillado el espárrago, retirarlo cuidadosamente.

7.6.2 Extracción de Espárragos cortados / robados

No entraremos en detalle técnico sobre la descripción de este proceso.

8 Célula de Trabajo 8: Cuerpo Central



8.1 Especificaciones Técnicas de la Célula de Trabajo

8.1.1 Máquinas, Herramientas y otros Recursos:

- Banco de Control 1200x600mm
- Banco de Reparación 1200x600mm
- Lavadora de Ultrasonido
- Granalladora
- Blasting
- Rectificadora de Planos
- Bruñidora
- Torno y Herramientas de Mecanizado
- Soldadura TIG con Cilindro de Argón
- Horno
- Recipiente / Armario con Querosene o Aceite (Baño de Protección Antioxidante)
- Alesómetro y Puntas para identificación (de diferente Espesor)
- Micrómetro
- Calibre
- Herramienta de Identificación: Marcador Eléctrico

8.1.2 Insumos:

- Alambre para Limpieza de conductos ($\varnothing < 4$ mm)

8.1.3 Superficie Necesaria:

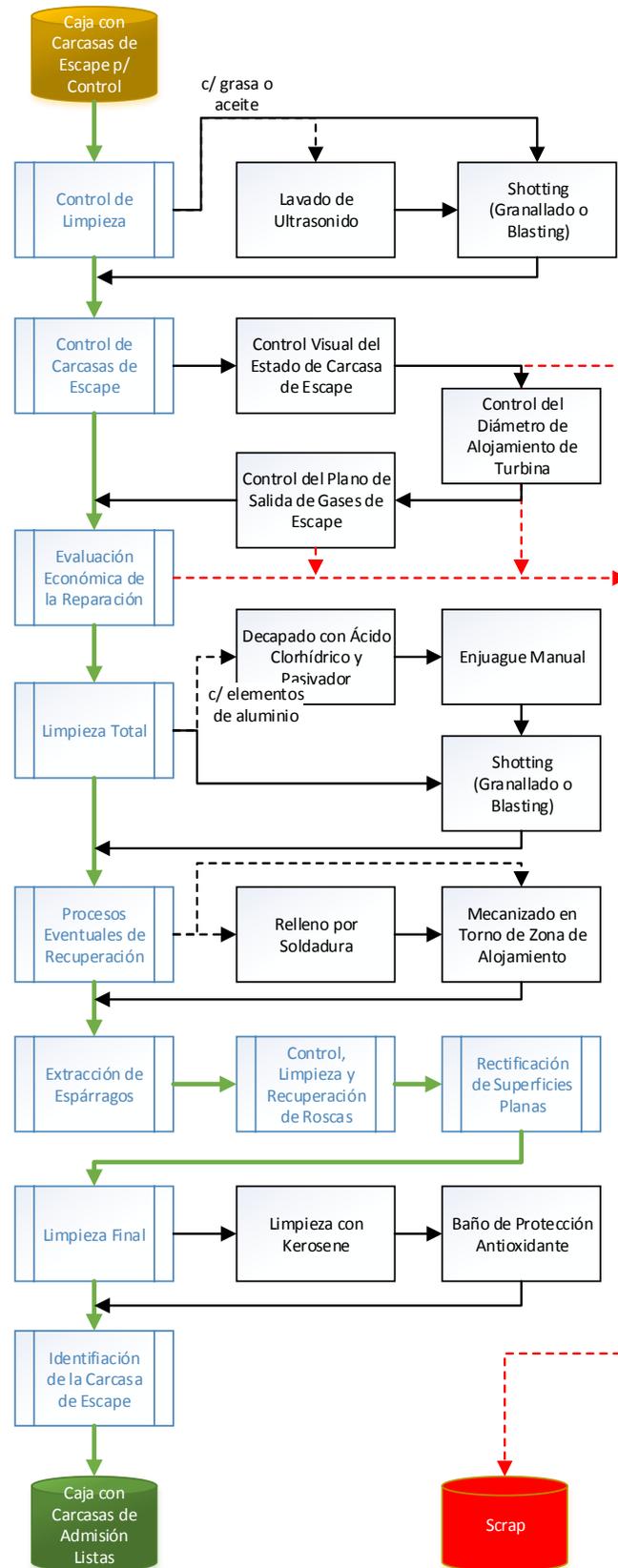
- Actual:
- Diseño Propuesto:

8.1.4 Personal Propuesto: 2 Operarios (Héctor, Ariel)

8.1.5 EPP y Otros Elementos:



8.2 Flujoograma del Proceso de Control y Reparación





8.3 Proceso de Control y Recuperación de Cuerpos Centrales

- 1- Verificar Estado de Limpieza:
 - a. Se considera bueno para proceder con el control si está Libre de Grasas / Aceites o Carbón solidificado tanto en el exterior como su interior.
Caso contrario, realizar una Limpieza en Ultrasonido, y posteriormente Shotting, ya sea Granallado o Blasting con microesfera de vidrio. (Ver [Procesos de Limpieza Comunes](#))
 - b. Pintura: Verificar que no presente pintura en su superficie externa.
- 2- Control de Cuerpos Centrales
 - a. Control en Zona de Alojamiento de Bujes (Ver [8.3.1](#))
 - b. Control del Casquillo (Ver [8.3.2](#))
 - c. Control de Planos y Pestaña (Ver [8.3.3](#))
 - d. Control de Salida de Aceite y conductos internos de Lubricación (Ver [8.3.4](#))
- 3- Evaluación Económica de la Reparación: Valuar los Procesos de Recuperación necesarios y determinar si es conveniente económicamente.
 - a. Caso de que no sea conveniente se coloca en caja de **Scrap**.
 - b. Caso de que sea conveniente seguir con el siguiente punto.
- 4- Limpieza Total: Optar por uno de los siguientes:
 - a. Realizar un Blasting con microesfera de vidrio Total (Ver Procesos de Limpieza)
 - b. Realizar un Granallado Externo y luego un Blasting Interno.
- 5- Realizar los Procesos de Recuperación Eventuales determinados en el Control (Repaso / Encasquillado / Relleno de Pestañas / Mecanizado) (Ver [8.4](#))
- 6- Rectificación de Agujeros por Bruñido. Es obligatorio por Política de calidad de la Empresa. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
- 7- Realizar el Blasting con microesfera de vidrio. (Ver [Procesos de Limpieza](#))
- 8- Control, Limpieza y Recuperación de Roscas. (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#))
- 9- Rectificación Superficies Planas.
 - a. Rectificar los Planos de Carga y Descarga de Aceite (Ver [Procesos de Reparación Comunes](#)). Todos los Cuerpos Centrales que se encuentren en condiciones de ser recuperados, se rectifican por Norma de Calidad de la empresa.
 - b. Recordar que los planos de las Pestañas no se rectifican.
- 10- Limpieza Final:
 - a. Lavar la pieza con Solvente.
 - b. Realizar un Baño de Protección Antioxidante y dejar escurrir. (Ver [Procesos de Limpieza](#))
- 11- Identificación de las piezas según Codificación Turbolar. Se utiliza liquid paper, o en su defecto marcador eléctrico.
- 12- Colocar el elemento en la Caja de Piezas Listas para enviar a Depósito.

8.3.1 Control en Zona de Alojamiento de Bujes

- 1- Controlar la Medida del Diámetro de Alojamiento de Bujes y verificar que este se mantenga constante: (Ver A en la figura de abajo)
 - a. Sacar de tabla, según el modelo del turbo, la medida que debe tener el Diámetro interno de alojamiento del buje.
 - b. Tomar el micrómetro y calibrarlo con la medida dado por la tabla para ese modelo de turbo.
 - c. Buscar la Punta correspondiente a la medida para el Alesómetro (Consideración: en general tomar la punta de espesor más chico, suplementando de a 0,5mm con arandelas para llegar a la medida correcta).
 - d. Armar el Alesómetro con la punta y el suplemento (si es necesario) a partir de la medida calibrada en el micrómetro.
 - e. Colocar el Alesómetro en la pista de bujes y realizar una lectura en el **reloj pequeño** del alesómetro, la tensión inicial generada.
 - f. Debe mirarse el **reloj grande** mientras se mueve el Alesómetro longitudinalmente por la ranura de bujes, comparando así el diámetro. Existen dos posibilidades:
 - Si no varía ninguno de las 2 agujas quiere decir que el Diámetro está agrandado, y por lo tanto deberán colocarse, en el Proceso de Montaje, bujes de sobremedida.
 - Si alguna de las 2 agujas varía, hay que fijarse la carga que tiene la aguja más pequeña.
 - Si la comparación de la carga estática (reloj chico) es de 1 centésimo, observar si la pista está rayada:
 - Si está rayada, se debe **reparar el alojamiento de bujes** (Ver [8.4.1.1](#))
 - Si no está rayada, continuar con el proceso.
 - Si es de 2 centésimas, se debe **reparar el alojamiento de bujes a una primera medida** (o la siguiente) (Ver [8.4.1.1](#)).
- 2- Verificar que no presente ovalización.
- 3- Verificar que la superficie esté libre de rayas y desgastes.
- 4- Control de Ranuras de Anillos: Inspeccionar visualmente las ranuras de los anillos seeguers (sobre todo a aquellos cuerpos que fueron previamente rectificadas varias medidas) y verificar que se encuentren en zona de tolerancia. Caso contrario, el propio desgaste se traduce como pérdida de profundidad de la ranura, existiendo la posibilidad de que (estando en servicio el turbocompresor) se salgan los anillos seeguers de la misma. Si esto sucede, se producirá en el turbo una destrucción total al salirse el buje de su pista de trabajo.

Cuando hay dudas de la inspección visual, se debe proceder a realizar lo siguiente: (Ver B en la Figura de abajo)

 - a. Colocar un anillo seeguer (de prueba, con la respectiva medida del turbo) en su ranura.
 - b. Realizar fuerzas en ambos sentidos en las partes extremas y medias del mismo.

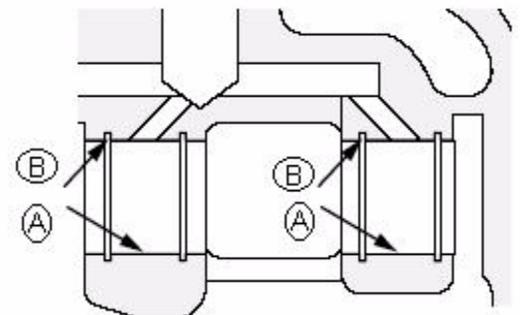
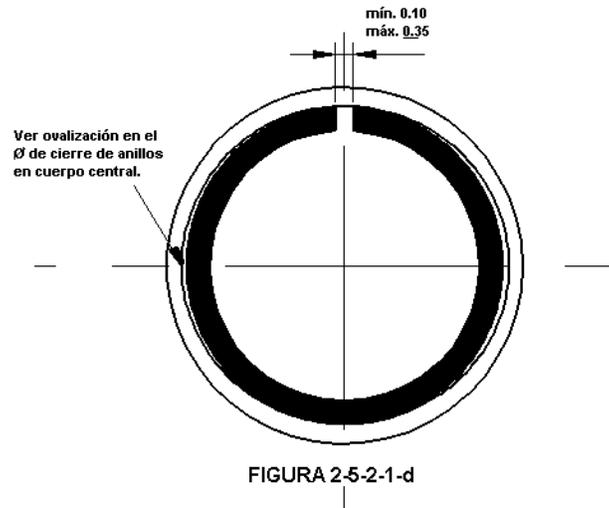


FIGURA N° 2-5-2-1-a

- 5- Control del Diámetro de Alojamiento del Anillo de Cierre Lado de Turbina: (Ver Figura de abajo)
 - a. Medir el diámetro e identificar si está en medida estándar o sobre-medida.
 - b. Colocar el anillo adecuado de prueba y medir la luz entre puntas existentes. Esta debe estar entre 0.1 y 0.3 mm. Mayor o menor luz puede ser perjudicial (Ver Nota).
- 6- Controlar la forma del alojamiento del anillo en el cuerpo central: (Ver Figura de abajo)
Observar que no esté ovalado el alojamiento del anillo en el cuerpo central.



Nota:

Es **perjudicial** que en el diámetro de alojamiento del anillo de cierre lado de turbina:

- **No quede luz entre puntas:** al dilatarse el anillo por la temperatura las puntas entrarán en contacto produciéndose un desplazamiento lateral de las mismas. Esto puede producir un engrane entre el anillo y la rueda de turbina.
- **La luz entre puntas del anillo sea excesiva:** se corre riesgo de pasaje de aceite al escape o ingreso de gases de escape al cuerpo central.

8.3.2 Control del Casquillo

- 1- Observar que no haya fisuras internas o externas.
- 2- Observar si el chaflán del casquillo está en buenas condiciones. Si tiene golpes, abolladuras, chaflanes o partes deformadas o rotas, significa que hay que **encasquillarlo**. Será conveniente, por convención interna, marcar con liquid paper una E (de Encasquillado) en dicho Cuerpo Central.
- 3- Observar si existe escalones en la zona de alojamiento de la arandela de desgaste, esto es, si presenta diferencias de diámetro o no.
 - a. Medir con un calibre el diámetro del alojamiento de arandela.
 - b. Verificar que se encuentre dentro de las medidas especificadas por tablas o planos.
- 4- Introducir el anillo de cierre de medida estándar (para ese modelo de Conjunto Central) en la cavidad del casquillo:
 - a. Si la luz (juego) entre puntas del anillo es adecuada ($< 0.03\text{mm}$), y no presenta escalón en el alojamiento, entonces está bien. No hay que hacer ningún repaso.

- b. Si la luz es adecuada, pero presenta escalón en el alojamiento, entonces se debe **reparar en zona de cierre de aros** para uniformizar el diámetro. (Ver [8.4.2.1](#))
- c. Si la luz entre puntas del anillo es mayor a la adecuada ($> 0.03\text{mm}$), se coloca en cambio, un anillo de sobremedida. Si este último:
 - i. No tiene juego o no entra: se debe **reparar en zona de cierre de aros** para agrandar el diámetro, y llevarlo así al diámetro de sobremedida. (Ver [8.4.2.1](#))
 - ii. Tiene juego inferior a 0.03mm .: se debe **reparar en zona de cierre de aros** para uniformizar el diámetro en toda la zona de alojamiento. Esto se realizará en los casos de que se hayan observado escalones. (Ver [8.4.2.1](#))
 - iii. Tiene juego excesivo ($> 0.03\text{mm}$): Probar de nuevo el procedimiento con un anillo de medida más grande. En caso de no existir un anillo de sobremedida que cumpla con alguna de las condiciones anteriores, será necesario realizar un **encasquillado**. (Ver [8.4.2.2](#))
- d. Si la luz es muy pequeña o nula, es muy probable que no sea ese el anillo de desgaste estándar correspondiente a ese conjunto central, o bien, que haya algún elemento dentro del alojamiento que obstaculice su colocación. Por lo tanto, deberá probarse con otra medida de anillo, u observar con mayor detenimiento la zona de alojamiento para detectar la presencia de elementos extraños.

Nota:

Hay turbos que solo tienen una sola medida (la estándar). Si ese anillo al colocarlo en el alojamiento tiene luz entre puntas muy grande, entonces es necesario encasquillarlo, no se puede reparar.

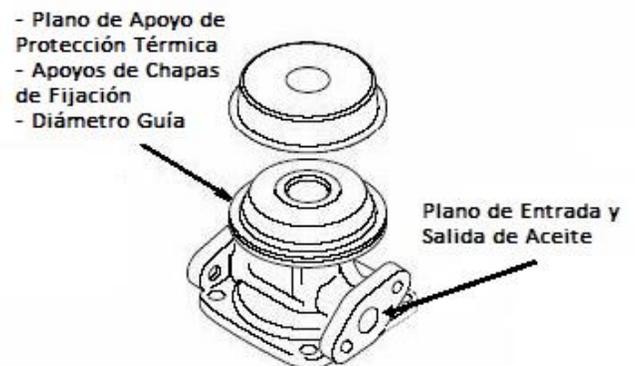
Siempre que se realice un repaso para llevar a sobremedida, hay que comprobar que el Juego entre puntas del anillo sea aproximadamente inferior a 0.03mm .

8.3.3 Control de Planos y Pestaña

Es importante revisar los planos de las conexiones de entrada y salida de aceite ya que, si hay problemas en alguna de ellas, al instalarse el turbo en el motor, habrá pérdidas de aceite y obligará a los mecánicos a usar juntas de sellado, con el riesgo que esto implica.

- 1- Observar y verificar que no se encuentren quebrados los siguientes Planos:

- a. Plano de Apoyo de la Protección Térmica (en la Pestaña).
- b. Plano de Apoyos de Chapas de Fijación y de la Protección Térmica (en la Pestaña). Se debe medir el espesor de la pestaña y compararlo con la medida estándar dado por tablas, para verificar que se encuentren dentro de las tolerancias. Cualquier inconveniente puede causar fugas en los gases de escape a través de



orificios con la Placa Trasera, o bien, que los elementos de fijación no agarren bien la Carcasa de Escape.

- c. Planos de Entrada y Salida de Aceite.

En los casos que alguno de los Planos se encuentre quebrado deberá analizarse la posibilidad de realizar un **relleno con fundición** y posterior **mecanizado**.

2- Control de Pestaña:

- a. Observar el estado de la Pestaña del lado de escape (Diámetro Guía).
- b. Medir el diámetro de la Pestaña y verificar que se encuentre dentro de tolerancias.
- c. Los planos de las pestañas no se rectifican, por lo que, si presentan algún tipo de problema, será necesario **rellenar con fundición** y posteriormente **mecanizarlo**. (Ver [8.4.3](#)).

8.3.4 Control de Salidas de Aceite y Conductos Internos de Lubricación.

Es importante revisar que tanto la entrada y salida de aceite, como así también los conductos internos de lubricación, se encuentren libres de obstrucciones y suciedad. Hay que tener especial atención en las zonas por donde se produce el retorno de aceite que se encuentren libres de carbonización, ya que es común que éstas se obstruyan totalmente cuando hay algún funcionamiento anómalo del motor.

Para complementar con la observación, utilizaremos el **Método del Alambre** para verificar que los conductos no estén obstruidos. Consiste en ingresar un alambre de diámetro pequeño por los orificios de entrada, salida de aceite, y por los conductos internos de lubricación, consiguiendo hacerlos pasar desde un orificio a otro, siempre y cuando la geometría y la ductilidad del alambre lo permitan. Si se encuentran obstrucciones, se debe intentar presionar o raspar con la misma punta del alambre, para aflojar la obstrucción.

- 1- Colocar el alambre por los orificios del cuerpo central, y verificar que no se encuentren obstruidas.
- 2- Observar que la entrada, salida de aceite y otros orificios no se encuentren obstruidos. Verificar ingresando el alambre por cada una de ellas.
- 3- Verificar que los conductos de lubricación que llegan hasta la pista del Cojinete no se encuentren obstruidos. Para ello, ingresar el alambre por el orificio de lubricación que llega al Cojinete Axial, y recorrer el alambre por el estrecho conducto de lubricación hasta llegar a la entrada de aceite del cuerpo. Realizar el mismo procedimiento, comenzando por el mismo orificio hasta la salida de lubricación de los bujes.
- 4- Observar que la Zona de Retorno de Aceite no presente Obstrucciones por Carbón en su interior.

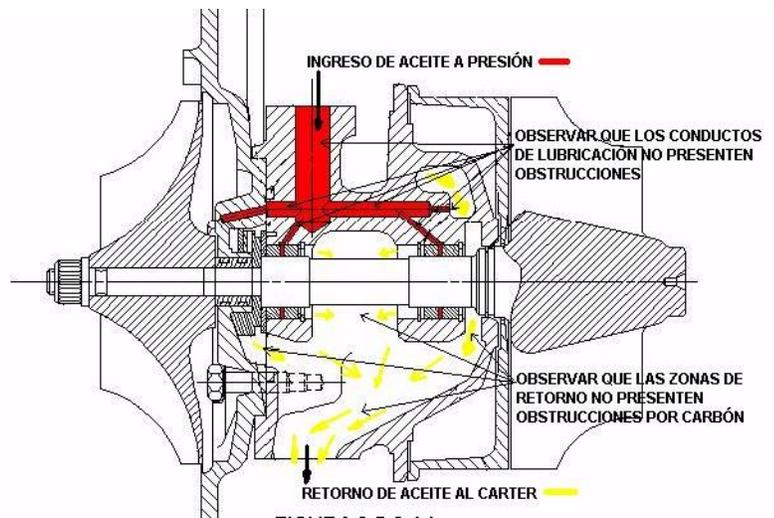


FIGURA 2-5-2-1-j



8.4 Recuperación de Cuerpos Centrales

8.4.1 Recuperación de Zona de Alojamiento de Bujes

8.4.1.1 *Repaso en Zona de Alojamiento de Bujes (Bruñido)*

El objetivo del proceso es agrandar y uniformizar del diámetro interno de la pista de bujes en la zona de alojamiento de bujes del cuerpo central, llevándolo a sobremedida de modo de conseguir una terminación superficial buena a partir de esta rectificación. El rectificando es necesario pues, dicha zona debe cumplir con requisitos de acabado superficial. Esto permitirá que los bujes alojados adentro, trabajen de forma correcta en la pista de bujes de la rueda de turbina, con la función de generar correctamente la película lubricante de aceite, para que no se generen desgastes en la Rueda de Turbina.

Si hay desgastes en la rueda de turbina, se presentarán vibraciones o calentamientos en zonas críticas, ocasionando un mal funcionamiento del turbocompresor, llevándolo hasta una posible rotura.

Uno de los procedimientos para realizar este proceso, de acuerdo a la máquina que posee la empresa, se encuentra en la Hoja de [Procesos de Reparación Comunes](#).

Lo importante es que se cumpla que el diámetro interno de la Pista de Bujes de la Carcasa de Escape, presente como máximo 0,03mm de luz, respecto al diámetro externo del Buje de la medida correspondiente que se colocará en el montaje.

8.4.1.2 *Recuperación a Medida Estándar (Embujado)*

A continuación, describiremos el proceso, pero teniendo en cuenta que por el momento la empresa no lo va a realizar.

Es un proceso que permite llevar a medida estándar los diámetros internos de la pista de bujes de la Carcasa de Escape.

Actualmente, este proceso solo se realiza en casos muy específicos, dado que el costo de realizarlo es muy alto. En general, se realiza cuando son turbos muy raros y no se consiguen recambios u otras adaptaciones de otros turbos. Incluso a veces puede ser conveniente tercerizar el proceso.

No describiremos el método o procedimiento para realizar el Embujado, dado que además de lo mencionado, cada modelo de Cuerpo Central puede requerir un método diferente para lograrlo.

8.4.2 Recuperación de Zona de Cierre de Aros

8.4.2.1 *Repaso de Zona de Cierre de Aros (Torneado)*

Puesto de Trabajo: Torno

El objetivo del proceso es agrandar y uniformizar el diámetro del alojamiento del anillo de cierre en la Zona del Casquillo.

El procedimiento a grandes rasgos, consiste en realizar un torneado alrededor del agujero de la Zona del Casquillo, cuidando que la medida del diámetro interno se encuentre dentro de las tolerancias especificadas.



8.4.2.2 *Encasquillado (Recuperación a Medida Estándar)*

Es un proceso para recuperar el diámetro original de la Zona del Casquillo del Cuerpo Central y llevarlo a medidas estándar (o adaptarla a otro modelo).

- 1) Tornear el diámetro sacando el material original del casquillo.
- 2) Colocar un **inserto de fundición** y soldar por capilaridad con una aleación de cobre-plata de alto punto de fusión, en la zona del casquillo del cuerpo central, cuyo diámetro interno debe ser menor al diámetro necesario.
- 3) Realizarle un proceso de Blasting.
- 4) Mecanizar los diámetros según la medida estándar del casquillo del cuerpo central del turbo correspondiente.

8.4.3 *Recuperación de Pestañas*

No entraremos en detalles técnicos de este proceso, pero mencionaremos que consta de los siguientes:

8.4.3.1 *Relleno con Electrodo Líquido Limable*

8.4.3.2 *Mecanizado*



ANEXO III: Limpieza de Componentes del Turbo

1 Introducción Teórica

En general, las piezas de un turbo, de acuerdo a su funcionamiento y a los demás agentes con los que están en contacto, desprenden los siguientes tipos de residuos:

- Piezas Ferrosas: Requieren de un medio cáustico para realizar una mejor limpieza
 - Grasa
 - Aceite
 - Carbón de gases de escape (combustión)
 - Oxidación
- Piezas No Ferrosas: Requieren un medio neutro para evitar que ataque al material
 - Grasa
 - Aceite
 - Tierra
 - Carbón de Aceite
- Piezas de Aluminio o Piezas Pintadas (como generalmente suele estarlo la Carcasa de Admisión)
 - Pintura, es necesario removerla, para poder hacer un correcto Control de la pieza.

1.1 Tipos de Lavado

De acuerdo a estos tipos de residuos, es conveniente utilizar dos tipos de lavado, uno de los cuales está subdividido en otros dos (pues dependerán de la sustancia que se utilice y no del método o proceso):

- 1- Lavado de Ultrasonido:
 - a- Para piezas Ferrosas
 - b- Para piezas No Ferrosas
- 2- Lavado con Líquido Desengrasante-Descarbonizante por inmersión.

- 1- El **Lavado de Ultrasonido**: ya sea para piezas ferrosas o no, combina 2 acciones principales para la limpieza:
 - **Acción Química**, es la reacción química que se produce entre distintas sustancias y que produce ciertos cambios en la composición, estructura molecular, o estado. Para este caso, una determinada sustancia que entra en contacto con los distintos tipos de residuos que hay en las piezas. (El grado de reacción dependerá de la sustancia que se coloque en la tina)
 - **Acción Mecánica**, es el fenómeno de choque y vacío que produce el movimiento del líquido en la pieza (fenómeno parecido al de cavitación) sumado a la temperatura del líquido cercana a los 45-60°C, el cual permite elevar la agitación de las partículas que se encuentran adheridas a la pieza.

Cada uno de estos lavados de ultrasonido, según el tipo de material de las piezas y el tipo de suciedad, requiere la utilización de diferentes sustancias, para evitar así ataque químico al material de la pieza.



El objetivo es obtener la pieza con la mejor limpieza posible, sin que el proceso usado afecte física o químicamente al material. El proceso debe permitir también, disminuir el tiempo de mano de obra en la limpieza (que tiene un costo asociado alto en relación a la electricidad). Esto permitirá un mejor equilibrado en el tiempo de proceso respecto a los otros, y por lo tanto **disminuirán los tiempos de espera** (característica clave para lograr acercarse más a un Sistema de Producción **Just in Time**).

Generalmente luego del lavado de ultrasonido se realizará un lavado con agua y/o secado con aire comprimido. El líquido de la lavadora de ultrasonido está estancado por varios días, por lo que a medida que se utiliza se va concentrando suciedad. Una forma de remover esa suciedad y líquido no deseado, y por el otro lado, de evitar que las piezas se oxiden con el agua, es mantenerlas en un lavado automático de agua, hasta que luego de sacarlas, sean secadas con aire comprimido.

2- Lavado con Líquido Desengrasante-Descarbonizante por inmersión

Para los casos de **piezas con pintura**, es necesario destacar que la pintura es difícil sacarla con la Lavadora de Ultrasonido, por lo que se prefiere optar por un Lavado con líquido Desengrasante-Descarbonizante por inmersión, que no daña la pieza, es más potente que la lavadora de ultrasonido, aunque con una duración del proceso de limpieza mucho mayor.

1.2 Shotting

En caso de que la limpieza con Ultrasonido no es suficiente, debe continuarse con una limpieza por Shotting, que puede ser de 2 tipos y con las siguientes aplicaciones:

- 1- Granallado con esferas de acero, para:
 - Superficies no mecanizadas
 - Piezas que no son frágiles
 - Piezas en las que se puede proteger las zonas delicadas (como un rectificado de diámetro interno en un cuerpo central)
- 2- Blasting (con microesfera de vidrio), para:
 - Piezas de Aluminio
 - Superficies mecanizadas
 - Piezas frágiles o delicadas

El impacto que genera el granallado con esfera de acero de una pieza, produce un desgaste en la terminación superficial de las piezas, y si estas son frágiles o de aluminio pueden romperse. Por ello, es que se prefiere el Blasting para este tipo de piezas, como detallamos anteriormente.

Por otro lado, realizarle Blasting a las piezas de fundición (carcasas de escape y cuerpos centrales) las deja de un color similar al color original del material (en general, gris claro), junto con una terminación superficial cercana a una pieza nueva. El granallado, si bien deja limpias las piezas de fundición, pero el impacto causa un desgaste en la superficie, dejando así la pieza de un color gris/marrón muy oscuro. Por ello, es más llamativo para el cliente si las piezas fueron tratadas con Blasting. Sin embargo, en la práctica, es más conveniente realizar el granallado cuando hay que limpiar muchas piezas, y los tiempos son muy ajustados. Las razones son:



- Se pueden poner muchas piezas en la máquina.
- Tarda poco tiempo en relación a la cantidad de piezas.
- Es una tarea casi automática. El trabajo del operario radica en sujetar las piezas en las barras de la máquina, ponerla a punto, controlar el proceso y sacarlas nuevamente.

El Cuerpo Central es una pieza crítica en el proceso de montaje (sin esta pieza no se puede comenzar con el montaje), y, por lo tanto, cuando no haya stock será preferible realizarle Blasting para no retrasar el proceso, dado que el tiempo de proceso de Blasting es menor que el tiempo de granallado con esfera de acero (esto incluye el tiempo de acumularlas para lograr el lote óptimo y la puesta a punto).

1.3 Otros Procesos de Limpieza Comunes

Existen otros procesos de limpieza, los cuales se realizan después del Shotting, y en función de la conveniencia, tamaño y tipo de material, pueden ser de 2 tipos:

- **Cepillado**, solo se realiza en piezas donde aún luego del Shotting no se ha alcanzado el nivel de limpieza deseado. Generalmente se usan en piezas de menor tamaño, incluyendo así otros elementos que normalmente no son previamente lavados. Alguno de los más comunes son los elementos de ajuste (ejemplo: bulones especiales con cabeza arandelada).
- **Baño de Protección Antioxidante**, se realiza solo en piezas que han pasado por el proceso de lavado, Shotting, Control y Mecanizado (si es que fue necesario), y que necesitan ser protegidas de la oxidación. Esto sucede en el caso de las Piezas de Fundición como la Carcasa de Escape y Cuerpo Central.

1.4 Procesos de Limpieza menos Frecuentes

Existen procesos de limpieza menos frecuentes que se realizan solo en casos particulares:

- **Decapado de Pintura**: Existen piezas del turbocompresor que vienen ya pintadas, generalmente son las exteriores (Carcasa de Admisión, de Escape y/o Cuerpo Central). Para poder hacerle los correspondientes controles correctamente es preciso remover esa pintura. El decapado de la pintura se realizará por medios químicos, seguido de un proceso de Shotting o con algunos procedimientos mecánicos en caso de no lograrse la limpieza buscada.
- **Remoción de Elementos extraños empotrados en Carcasas**: En algunos casos de turbos estos vienen con incrustaciones de elementos extraños en algunas piezas (generalmente las carcasas). Es común que estos elementos provengan de desprendimientos de piezas del motor o conductos. Para su extracción se preferirán los métodos mecánicos, aunque muchas veces esto no podrá ser posible debido a su dificultad en el acceso con herramientas.
- **Limpieza con Horno**: Para el caso de piezas de fundición con mucha grasa (como Carcasas de Escape y Cuerpos Centrales), se preferirá la limpieza con Horno, que consistirá en mantener la pieza a altas temperaturas de modo que la grasa se cristalice, y por lo tanto facilitar su extracción por medios mecánicos. Este proceso se complementará con Shotting para su correcta limpieza.



2 Máquinas y Elementos para la Limpieza

Máquinas

- Lavadora de Ultrasonido CLEANSON (2 piletas)
- Lavadora de Agua Caliente
- Cepilladora
- Recipientes de Plástico para Ácido Clorhídrico
- Pistolas de Aire Comprimido
- Granalladora de microesferas de vidrio (Blasting)
- Granalladora de esferas de acero
- Tina con aceite / querosene

EPP:

- Guantes de Plástico largos (deben cubrir el brazo para el Proceso de Limpieza con Líquido Desengrasante-Descarbonizante [2.6.](#))
- Delantal de Plástico (para el Proceso de Limpieza con Líquido Desengrasante-Descarbonizante [2.6.](#))
- Guantes de Nitrilo
- Guantes de Tela
- Tapones Auditivos
- Zapatos de Seguridad con Punta de Acero
- Anteojos de Protección

Insumos:

- Líquido Desengrasante-Descarbonizante por inmersión (Carboclean)
- Cloruro de Hidrogeno (HCl) (para decapado)
- Desengrasante neutro para materiales no ferrosos
- Querosene
- Arena de Granulometría Fina (para Blasting)
- Bolas de Acero de Granulometría Gruesa (para Granallado)



3 Procesos de Limpieza Comunes

3.1 Lavado de Ultrasonido

3.1.1 Lavado de Ultrasonido para Ferrosos

- 1- Llevar los elementos de Fundición (Rueda de Turbina o Cuerpos Centrales, u otros accesorios de fundición) a la Lavadora de Ultrasonido.
- 2- Abrir la compuerta, y colocar los elementos encima de la parrilla cuadriculada de metal que previamente fue sacada de la tina y colocada encima. Bajar la parrilla cuadriculada con todos los elementos, y la tapa de la lavadora, de modo que las piezas queden sumergidas en el líquido.
- 3- Encender la máquina lavadora y ajustar los valores de tiempo de proceso y temperatura. Los parámetros dependerán del tipo de máquina que se use. Ver abajo en Notas de Lavado cómo debe usarse la máquina, ajustando los parámetros que se han determinado como más eficientes para el proceso.
- 4- Lavar las piezas en la máquina (durante aproximadamente 20 minutos y a una temperatura de $\sim 45^{\circ}\text{C}$)
- 5- Al finalizar el lavado (la máquina deja de realizar el ruido del ultrasonido), levantar la tapa, levantar la parrilla (agarrada con alambres) y sacar los elementos de la tina.

3.1.2 Lavado de Ultrasonido para No Ferrosos

- 1- Llevar los elementos enhebrados en alambre a la Lavadora (u otros accesorios que no sean de fundición).
- 2- Continuar el mismo procedimiento que para el Lavado de Ultrasonido para Ferrosos ([2.1.1](#)), a partir del paso 2 con la única diferencia de que los elementos, en vez de ser colocados en la parrilla, en este caso son atados con el alambre a la misma.

Notas de Lavado:

- El lavado de las piezas se realiza por tandas, para economizar energía y tiempo.
- Es conveniente poner todos los elementos en las 2 tinas de la lavadora para abaratar costos y tiempo.
- Todos los cuerpos centrales y las ruedas de turbinas sueltas (que no han sido enhebradas en el alambre junto a las otras piezas no ferrosas) se lavan en la Lavadora de Ultrasonido para Ferrosos, pero en tandas separadas. Esto es, por el tipo y cantidad de residuos que se desprenden de cada una, sumado a que los cuerpos centrales ocupan mucho espacio en la lavadora.
- El líquido que se utilizan para cada lavadora son:
 - Para ferrosos, las piezas se lavan en un medio cáustico.
 - Para No ferrosos, las piezas se lavan en una sustancia desengrasante neutra.
- El lavado para ferrosos o no ferrosos, es indistinto de la máquina, pues funcionan con los mismos parámetros. Esto quiere decir, que las máquinas de ultrasonido son esencialmente iguales.
- Para encender la máquina lavadora actual que posee la empresa (Marca Cleanson), hay que presionar un interruptor (encendido / apagado) y girar dos perillas:



- Una perilla corresponde a un temporizador, es decir, el tiempo en el que se lavarán las piezas. Para estas lavadoras, girar 1 vuelta corresponde a 20 minutos de lavado.
- La otra perilla, es un regulador de la temperatura del líquido, donde se indicará la temperatura máxima del líquido. Regular la temperatura en 45°C.
- El tiempo estimado de lavado, que ha permitido obtener una buena eficiencia de limpieza/tiempo de lavado, es de aproximadamente 20 minutos.
- El líquido de limpieza se cambia aproximadamente 1 vez por semana, o semana y media, dependerá de la concentración de suciedad y los usos. Para después facilitar el lavado de la tina, y además que las piezas se laven bien.

3.2 Lavado con Agua

- 1- Colocar dentro de la Lavadora (vacía) las piezas de forma separada:
 - a. Si las piezas están enhebradas colocarlas directamente en la tina.
 - b. Si están sueltas, será conveniente usar una jaula o canasta metálica (por ejemplo, los Cuerpos Centrales)
- 2- Cerrar la compuerta y encender la lavadora.
- 3- Las piezas se lavarán automáticamente en la máquina durante aproximadamente 10 minutos.
- 4- Una vez terminado el lavado, retirar las piezas de la tina y realizar Proceso de Secado por Limpieza con Aire Comprimido ([2.3.](#))

Nota:

- Una forma alternativa de evitar la oxidación sin realizar el Lavado de Agua sería, sacando las piezas luego del lavado de ultrasonido, y realizarles inmediatamente un Secado con Aire Comprimido. Esta forma insume más tiempo de mano de obra que sin el lavado de agua en la pieza. Además, esto generaría tiempo de esperas en la Lavadora al mantenerse inactiva durante el secado, que podría aumentar significativamente el tiempo de proceso.
- El Tiempo de lavado estimado es de 10 minutos.
- La temperatura del agua debe llegar a los 60°C, esto es, para que los elementos no se corroan u oxiden con el aire.
- La lavadora con agua tiene como ventajas:
 - Mejorar la limpieza de la pieza (dado que se encuentra más limpia que el líquido de la lavadora de ultrasonido).
 - Disminuir el tiempo de secado.
 - Zona de espera entre el Proceso de Lavado de Ultrasonido y el siguiente, dado que el tiempo de proceso es menor a ambos (lavado de ultrasonido y secado)
 - Evitar la corrosión de algunas piezas (gracias al tiempo de espera que quedan las piezas en esta lavadora, quedando sumergidas en el agua, sin contacto con el aire). Si fuese el caso que salen directamente de Ultrasonido, las piezas deberían ser secadas inmediatamente para evitar dicha corrosión.

3.3 Limpieza con Aire Comprimido

Se usa principalmente para:

- Secado de elementos con líquidos
- Limpieza de piezas con partículas sólidas (polvo, por ejemplo, luego de realizar un Proceso de Shotting)

Realizar para todos los elementos:

- 1- Tomar una o varias piezas con una mano (por ejemplo, para las piezas chicas o enhebradas en alambre), y con la otra mano, la pistola de aire comprimido.
- 2- Secar la pieza con aire comprimido, especialmente en las zonas interiores, como agujeros, roscas y conductos de lubricación.
- 3- Colocar las piezas secas en las cajas según corresponda con el tipo de pieza.

3.4 Shotting

3.4.1 Blasting con microesfera de vidrio

Es un proceso por el cual se lavan piezas mediante aire comprimido y el impacto de las esferas de sílice (arena) de granulometría muy fina, sobre las partículas adheridas a las piezas. Estas esferas se encuentran en la parte de abajo de la máquina que tiene forma de embudo, y se tira aire comprimido colocando la arena sobre las piezas, permitiendo así que la energía cinética de los granos de arena desprenda las partículas adheridas (suciedad) a la pieza. Los elementos son colocados dentro de una máquina que permite cerrarse de forma casi hermética, y que tiene un par de agujeros donde van colocados unos guantes que permiten al operario, desde afuera, la manipulación de la pistola de aire y las piezas que se encuentran adentro.

La máquina posee un pedal en la base de la máquina, por el cual es posible regular el paso de aire comprimido de la pistola que se encuentra dentro de la máquina.

Luego de colocar las piezas dentro de la máquina, y cerrar la compuerta. El operario se coloca en posición para manipular las piezas, ingresando sus manos por los guantes que acceden a la cabina, y manteniendo su cabeza a la altura del vidrio de la ventana para poder tener visión de los elementos de la cabina. El operario agarra con una mano la pieza, y con la otra la pistola de aire comprimido. A su vez, presionando el pedal con un pie libera el paso de aire por la pistola. Se manipulan las piezas haciéndolas rotar, y tirándoles aire comprimido con arena hasta que el operario considere que se encuentran limpias. Si bien es posible observar las piezas por una ventana, esta no es muy confiable, ya que la apreciación visual es muy baja. Al estar en funcionamiento la visión es muy parecida a una zona con neblina, a causa de la arena en movimiento.





El proceso de Blasting termina al retirarse las piezas de adentro de la máquina, y realizar afuera de ella, una Limpieza con Aire Comprimido (2.3.). Esto es conveniente para sacar las partículas de arena (o de la pieza) que podrían haber quedado adheridos a ella.

Nota:

Es común trabajar en tandas de a piezas de 4 o 5 turbos, para evitar abrir la compuerta a cada rato. El tiempo que puede llevar el proceso depende del operario, pero se estima un tiempo medio de 10 minutos por cada tanda de piezas de 4 turbos.

La Cabina de Blasting trabaja con microesfera de vidrio que recircula. Esta se adhiere a las paredes internas de la cabina cuando termina de usarse. Por lo tanto, tener cuidado con la limpieza al abrir y cerrar la compuerta, ya que no solo ensucia el lugar de trabajo, sino que también se pierde material de trabajo. Es importante mantener la limpieza en las Células de Trabajo.

3.4.2 Granallado por Turbina con esferas de acero

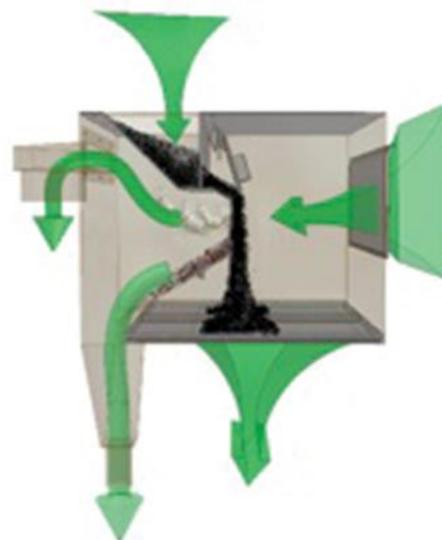
Es un proceso semiautomático por el cual se realiza una parte del proceso de limpieza de piezas mediante el impacto de las esferas de acero de granulometría gruesa, sobre partículas externas adheridas a las piezas, o internas semidesprendidas. Debido al impacto de las esferas este proceso solo se realiza únicamente para piezas de fundición, como Carcasas de Escape y Cuerpos Centrales.

La máquina tiene una turbina con 4 alabes largos que se encuentran ubicados en la parte de abajo, de forma tal de que estos alabes, en su posición más baja, pueden ponerse en contacto con las esferas de acero que se encuentran inicialmente acumuladas en la parte inferior, y que tiene forma de V. Los elementos a granallar son colgados y sujetos con varillas. Estas varillas se colocan horizontalmente dentro de la máquina granalladora en una plataforma móvil (impulsada por un motor) que permite el giro de estas varillas alrededor de un eje imaginario.

La máquina tiene una gran compuerta que permite cerrarse de forma casi hermética, evitando así cualquier posible escape de una esfera.

Como se puede ver en la imagen, en un separador de lavado por aire, el aire fluye a través de la cortina para separar las partículas de desecho, que caen en una tolva de recolección, mientras que el polvo y las partículas finas son sopladados a un colector de polvo. El abrasivo bueno regresa al sistema para reusarse.

Al encenderse la granalladora, la turbina empieza a girar, permitiendo el choque de los alabes con las esferas de acero. Al alcanzar velocidad de giro en la turbina, estas esferas salen impulsadas a gran velocidad y en distintas direcciones (en forma de abanico) e impactan con las piezas que se encuentran sujetas en los ejes que se encuentran girando, alrededor de otro eje imaginario.





Para el caso de Cuerpos Centrales, debe posicionarse estos en la Granalladora, de modo de proteger las zonas de alojamiento y agujeros contra el impacto de las partículas.

Una vez finalizado el proceso de granallado, y retiradas las piezas, estas deben rotarse en diferentes sentidos, para poder sacar las esferas que hayan quedado en su interior.

Nota:

- Un ciclo de la máquina corresponde a 2 períodos de vueltas de 5 minutos, con un tiempo de parada intermedio.
- Según la experiencia de la empresa con esta máquina, para obtener una buena limpieza en la mayoría de las carcasas de escape (y cuerpos centrales), la operación debe realizarse dos veces, esto es, 4 períodos de vueltas de 5 minutos. Por lo tanto, el tiempo que lleva el proceso de limpieza es de 25 minutos aproximadamente.

3.5 Cepillado

Hay piezas que se cepillan directamente, esto es, que no pasan por un proceso de limpieza anterior como el Blasting, por más de que hayan pasado por el Proceso de Lavado de Ultrasonido. Estas piezas son generalmente:

- Bulones especiales;
- Seeguers pequeños;
- Piezas que han quedado muy limpias después del lavado.

Hay también, otras piezas que se cepillan después de enarenar, como:

- Seeguers grandes que todavía tienen algo de suciedad;
- Placas Traseras;
- Protecciones Térmicas.

La mayoría de las piezas están enhebradas al alambre, por lo que para realizar un control visual de limpieza y cepillarlas, se requiere desarmarla, colocando sus elementos en la Caja nuevamente.

- 1- Si fuera el caso de que están atadas con alambre: Desenhebrar las piezas del alambre sacar los elementos y colocarlos de nuevo en la canasta. Los alambres se cuelgan en algún lugar accesible, para posteriormente ser reutilizados en el Enhebrado de Piezas al momento del Desarmado.
- 2- Cepillar los elementos de la Caja: Una vez encendida la cepilladora, colocar los elementos de modo de realizar una correcta limpieza manual de las piezas. Esto incluye el cepillado de las roscas para el caso de bulones especiales.
- 3- Luego volver a colocar en la caja correspondiente.



3.6 Baño de Protección Antioxidante

La mayoría de las veces, las piezas necesitan una limpieza final, la cual es posterior al Shotting o a un mecanizado (si fuese el caso). Las piezas que necesitan este tipo de limpieza son, generalmente, de fundición (Carcasas de Escape y Cuerpos Centrales), dado que es necesario protegerlas de la oxidación.

Existen 2 sustancias (no son las únicas) que permiten evitar o proteger las piezas de la oxidación de estas piezas:

- Aceite: Es un agente desplazante de humedad, y por lo tanto evita la oxidación. Es fundamental recubrir con una capa de aceite a las piezas que van a ser almacenadas.
- Querosene: Es un medio que, al no poseer agua, evita la oxidación (permitiendo el lavado final).

Por lo tanto, el proceso continúa de la siguiente forma:

- 1- Transportar y colocar la pieza en la tina con Querosene. Luego sumergirla en el líquido.
- 2- Dejar a pieza dentro de la tina por unos minutos para que el Querosene actúe.
- 3- Sacar la pieza de la tina y colocarla en una parrilla encima del recipiente.
- 4- Dejar escurrir unos minutos en la parrilla ubicada encima del recipiente
- 5- Si la pieza:
 - a. Será almacenada: Sumergir en la tina de Aceite, y dejar escurrir nuevamente en la parrilla ubicada encima de la tina de aceite.
 - b. Se utilizase para armar un turbo en las próximas horas: No hace falta sumergir de nuevo en aceite.
- 6- Sacar las piezas de la parrilla y secarlas con aire comprimido (2.3). *(Las piezas ya se encuentran listas para almacenar en stock, como posible pieza de recambio, o bien, usarse en el montaje de un turbo).*
- 7- Colocar las piezas en cajas, las cuáles serán transportadas a depósito o montaje (según sea el caso).

Nota:

La frecuencia de limpieza de las tinas y recambio del querosene y el aceite, tiene que ver con el uso que se le da. En general, se recambia cuando empiezan a adquirir un tono negro. Actualmente, dada la producción diaria que maneja la empresa y siendo una sola tina la que se posee, la limpieza suele ser cada una semana o semana y media.



4 Procesos de Limpieza menos Frecuentes

4.1 Decapado de Pintura

Según el material diferenciaremos dos procesos diferentes de remoción de pintura, pero que a su vez utilizan el mismo líquido: desengrasante-descarbonizante (Carboclean)

4.1.1 Decapado químico (Limpieza por inmersión en Líquido Descarbonizante)

Este proceso se realiza, en general, para **remover la pintura de piezas de aluminio**, que son Carcasas de Admisión en su mayoría. También se puede realizar en Cuerpos Centrales o Carcasas de Escape con pintura, si bien el líquido actúa mejor sobre superficies de aluminio, este no ataca químicamente a las piezas de fundición, y por lo tanto no hay inconvenientes.

- 1- Transportar las piezas a la tina con el líquido desengrasante-descarbonizante por inmersión.
- 2- Colocar las piezas en la tina. Para ello, es más conveniente colocar primero, los elementos en una canasta metálica o agarrarlos con un alambre.
- 3- Dejar estacionar los elementos el tiempo suficiente para que el líquido actúe sobre los residuos de la pieza.
- 4- Sacar las piezas de la tina, utilizando las protecciones necesarias, y realizar un Enjuague Manual con Agua ([3.2.](#)).

Si luego del Enjuague con Agua sigue con pintura, entonces será conveniente realizar un proceso de Shotting:

- a. Si la pieza es de aluminio (Carcasas de Admisión) se le realizará un Blasting con microesfera de vidrio ([2.4.1.](#)). Aquí se notará el desprendimiento de dicha pintura.
- b. Si la pieza es de fundición, entonces, puede optarse por realizar Blasting con microesfera de vidrio o Granallado con esfera de acero ([2.4.2.](#)).

Nota:

- La sustancia utilizada para realizar este proceso es Carboclean (sus características y cuidados pueden consultarse en [4.1.](#)).
- El tiempo estimado mínimo es entre 1 y 2 horas, dependiendo del grado de suciedad o pintura. No hay tiempo máximo dado que la sustancia no ataca al aluminio.
- Hay que tener cuidado con la manipulación de las piezas, y utilizar las protecciones adecuadas. Siempre usar un Guante de plástico largo (que aisle la piel del líquido), y en lo posible un delantal del mismo material.
- En general, el líquido no se renueva, sino que se adiciona a medida que se va gastando.
- No es conveniente que las piezas toquen el fondo de la tina, ya que es el lugar donde se encuentra la mayor concentración de suciedad por efecto de la gravedad, y por lo tanto el líquido no actuaría eficientemente.
- Para la limpieza de la tina se procede a raspar con una pala de metal en la base de la tina. Esta actividad se hace generalmente 1 vez por semana, dependiendo del uso.



4.1.2 Decapado Químico y Mecánico (Piezas de Fundición)

En general, se utiliza para **piezas de fundición** del turbo (Conjuntos Centrales, o Carcasas de Escape), al que, luego de un proceso de lavado con ultrasonido, no se les ha podido remover completamente la pintura de su superficie.

- 1- Aplicar sobre la pieza con un pincel, el líquido descarbonizante y removedor de pintura, dejando estacionar la pieza el tiempo suficiente para que el líquido actúe.
- 2- Golpear la pieza con una herramienta con punta, para intentar fisurar la capa de pintura adherida, de modo de crear grietas en ella.
- 3- Raspar con una espátula hasta conseguir sacar la mayor cantidad de pintura.

Luego, la pieza debería pasar por alguno de los Procesos de Shotting ([2.4.](#)).

4.2 Enjuague Manual con Agua

Se utiliza una máquina muy parecida a la de Blasting, dado que cuenta con una cabina con una ventana, y tiene unos guantes por donde se puede ingresar los brazos para manipular externamente las piezas que se encuentran dentro de esta. Adentro se encuentra una pistola de agua, que está conectada a una manguera que va directamente a un tanque, con el cuál es posible dirigir chorros de agua a presión.

El proceso consiste en manipular las piezas con una mano, y con la otra dirigir chorros de agua en diferentes direcciones para remover los líquidos no deseados.

4.3 Remoción de Elementos extraños empotrados en Carcasas

Probabilidad de Ocurrencia: 1 cada 200 reparaciones

Se usa cuando se encuentran empotrados elementos dentro de otras piezas del turbo. Generalmente son **elementos de aluminio dentro de la Carcasa de Escape**, (que provienen, la mayoría de las veces, de alguna pieza del motor o de las conexiones).

Para su extracción existen dos métodos, uno mecánico y otro químico. En una primera instancia debe verificarse si es posible extraerse por medios mecánicos. Si estos elementos se encuentran en una zona de difícil acceso para extraerlas por medios mecánicos, por ello se procede a realizar un ablandamiento del material empotrado por medios químicos.

4.3.1 Extracción de Elementos extraños por medios mecánicos

- 1- Golpear con un martillo y una punta o tobera, en el elemento extraño (aluminio), en caso de que la geometría y la zona donde este se aloja, lo permitan.
- 2- Si el elemento logra desprenderse agitar la pieza hasta lograr sacarla por uno de los agujeros.
- 3- Si no logra desprenderse, deberá recurrirse al método químico ([3.3.2.](#))

4.3.2 Decapado con Ácido Clorhídrico y Pasivador

Para este proceso, se usa ácido clorhídrico, en donde la pieza será sumergida. Este atacará químicamente a los elementos extraños de aluminio contenido en la Carcasa, permitiendo así un ablandamiento del mismo, y por lo tanto una pérdida de adherencia sobre el borde interno de la Carcasa donde había quedado empotrado.



- 1- Verter el Ácido Clorhídrico virgen dentro de un recipiente de plástico limpio, cuyo tamaño permita el ingreso de la pieza.
- 2- Colocar la pieza en el recipiente y adicionar agua, de modo de lograr la concentración adecuada. La cantidad de agua a agregar será en función de la cantidad de aluminio que haya empotrado, esto será para acelerar el proceso de ataque al material. Es necesario que el nivel de líquido cubra entre la mitad y el tope de altura de la Carcasa de Escape.
- 3- Dejar reposar la pieza en el recipiente durante no más de una hora.
- 4- Si, el líquido no cubre toda la altura de la Carcasa será conveniente darlo vuelta y dejar estacionar por el mismo tiempo.
- 5- Proceder a retirar la pieza, y realizarle un Enjuague Manual con Agua ([3.2.](#)).
- 6- Verificar que se haya desprendido el aluminio. Si todavía no se ha desprendido, será necesario recurrir a medios mecánicos, realizando el mismo método de remoción por medios mecánicos mencionado anteriormente. ([3.3.1.](#))

Es muy importante cuidar el tiempo de permanencia de la pieza en el líquido. Si pasa más de una hora (dependiendo del grado de concentración del ácido) el ácido empieza a afectar fuertemente al material de la Carcasa de Escape (fundición) atacándolo por corrosión.

Muchas veces será conveniente adicionar un Pasivador, para que el Ácido no ataque por corrosión a la pieza (Carcasa de Escape).

Nota:

El Ácido Clorhídrico es una sustancia peligrosa, es conveniente no guardarlo dentro de la fábrica, y mucho menos si este no se encuentra en un recipiente cerrado. Para su manipulación es necesario tomar todas las precauciones necesarias y usar todas las protecciones posibles. Es muy peligroso para la piel, los ojos y la mucosa.

El recipiente y los guantes deben ser de plástico, ya que el ácido no ataca a este material. Debe verificarse siempre que el Guante de Plástico no tenga orificios o fisuras.

Es por ello, que luego del uso de este, el ácido debe colocarse en un recipiente cerrado, mantenerse en un lugar al aire libre y cubierto del sol, hasta su disposición final.

Como es un proceso de baja frecuencia de realización, es conveniente realizar la compra del ácido solo en caso de necesidad, para evitar cualquier inconveniente.

Puede consultarse mayor información del Ácido Clorhídrico en [4.2.](#) teniendo en cuenta siempre **LA HOJA DE SEGURIDAD DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO.**

4.4 Limpieza en Horno

El horno se utiliza solo para piezas de fundición, las cuales son colocadas dentro por diferentes motivos:

- Limpieza;
- Soldadura por Capilaridad;
- Dilatación para Montaje de Piezas con Interferencia; entre otros

En esta sección detallaremos solo el Proceso de Limpieza:



Este proceso se usa para piezas de fundición con mucha grasa y que no han podido ser extraídos en los procesos previos de limpieza (ultrasonido). El objetivo es lograr que la grasa de las piezas de fundición (Cuerpo Central y Carcasa de Escape), se cristalice para luego ser removida con mayor facilidad.

Generalmente, las piezas que se colocan en el horno poseen mucha suciedad y grasa, por lo que es muy difícil poder sacarlas con otro método mecánico.

Para que la grasa se cristalice, el Horno debe alcanzar una temperatura de alrededor de 350°C. Las piezas deben permanecer adentro en esa condición durante 10 a 15 minutos.

- 1- Colocar las piezas en el horno, ajustar la temperatura y encenderlo.
- 2- Mantener las piezas durante 10-15 minutos.
- 3- Remoción de Grasa: Descascarar la grasa que se encuentra fisurada en la superficie por efecto de cristalización. Este proceso es muy parecido al descrito de Decapado de Pintura ([3.1.](#)), pero con la diferencia que no se coloca líquido descarbonizante y removedor de pintura, a menos que se observe que debajo de la grasa se encuentre pintura.

Luego, la pieza debería pasar por alguno de los Proceso de Shotting ([2.4.](#)).



5 Materiales e Insumos Especiales

5.1 Carboclean 376

Es un Descarbonizante de Metales Ferrosos y No Ferrosos.

5.1.1 Aplicaciones

Carboclean 376, permite la rápida eliminación en frío de residuos carbonosos y suciedades provenientes de la combustión del petróleo y sus derivados, depositados sobre metales ferrosos y no ferrosos. Su gran poder de penetración, le permite ablandar y disolver en parte el carbón adherido a pistones, válvulas, carburadores, otras piezas de motores y componentes utilizados en las industrias naval, aeronáutica y de automóvil, transformándolo en una esponja blanda, que se elimina con agua a presión.

5.1.2 Forma de Uso

Se usa puro por inmersión a temperatura ambiente. La cuba puede ser de hierro, y es conveniente que lleve una rejilla en su parte inferior con el objeto de que las piezas no estén en contacto con los sedimentos que se depositan durante el trabajo. Estos sedimentos deberán ser periódicamente eliminados por decantación, trasvasando el líquido a una cuba auxiliar.

Carboclean 376 aumentará notablemente su rendimiento si se realiza una limpieza previa de grasa y aceites con algún limpiador como Ferroclean o Dexoclean. De esta manera, se disminuye la contaminación de la cuba de Carboclean 376.

El tiempo de descarbonizado depende de las características y cantidad del depósito carbonoso a eliminar y puede variar en términos generales de 30 minutos a 3 horas.

5.1.3 Acción Sobre Materiales

En las condiciones indicadas Carboclean 376 no es corrosivo para el acero, cobre, aluminio, cadmio, zinc, magnesio y sus aleaciones. Carboclean 376 ataca a la mayoría de las gomas, pinturas, y algunos materiales de plástico.

5.1.4 Precauciones

Evitar el contacto con la piel, ojos, ropa y la inhalación de vapores. Abrir los envases con precaución, utilizando guantes, anteojos de seguridad y delantales de PVC para su manipuleo. Mantener la batea conteniendo Carboclean 376 tapada cuando no esté en uso. En caso de contacto con la piel, lavar la zona afectada con abundante agua y jabón. Emplear el producto en condiciones de adecuada ventilación.

5.1.5 Ecología

Los baños de Carboclean 376 deben ser tratados de acuerdo a las reglamentaciones locales antes de su disposición final.

5.1.6 Presentación

Carboclean 376 se comercializa en bidones de plástico de 20 lts.



5.2 Ácido Clorhídrico (HCl en disolución acuosa)

El ácido clorhídrico, ácido muriático, espíritu de sal, ácido marino, ácido de sal o todavía ocasionalmente llamado, ácido hidroclicó (por su extracción a partir de sal marina en América), agua fuerte o sulfumán (en España), es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa. Una disolución concentrada de ácido clorhídrico tiene un pH inferior a 1; una disolución de HCl 0,1 M da un pH de 1 (Con 40 mL es suficiente para matar a un ser humano, en un litro de agua. Al disminuir el pH provoca la muerte de toda la microbiota gastrointestinal, además de la destrucción de los tejidos gastrointestinales).

A temperatura ambiente, el cloruro de hidrógeno es un gas ligeramente amarillo, corrosivo, no inflamable, más pesado que el aire, de olor fuertemente irritante. Cuando se expone al aire, el cloruro de hidrógeno forma vapores corrosivos densos de color blanco.

El cloruro de hidrógeno tiene numerosos usos. Se usa, por ejemplo, para limpiar, tratar y galvanizar metales, curtir cueros, y en la refinación y manufactura de una amplia variedad de productos.

Tanto el cloruro de hidrógeno como el ácido clorhídrico son corrosivos.



ANEXO IV: Procesos Comunes de Reparación

1 Control, Limpieza y Recuperación de Roscas

- 1- Realizar una inspección visual, determinando si hay presencia de elementos extraños dentro. Caso afirmativo deberá sacarse el elemento con algún método de extracción y herramientas adecuadas.
- 2- Medir con un calibre, la rosca a controlar.
- 3- Buscar el macho con el diámetro y paso correspondiente a la medida de la rosca.
- 4- Colocar el macho en la rosca, enroscarlo haciéndolo girar lentamente y con muy poco torque. Es conveniente sacar el macho cada 2 o 3 vueltas, para verificar si existe mugre o viruta que se haya arrastrado.
 - a. Si el macho se traba al girarlo, y se estimó que el macho debería ingresar a mayor profundidad (pues se observó que la profundidad del agujero es mayor) o también si el agujero es pasante, entonces sacar el macho de la rosca y verificar si tiene alguno de estos tipos de suciedad:
 - Si es viruta: Es posible que el macho esté desgastando la rosca original, esto quiere decir que el paso no es el adecuado, y, por lo tanto, hay que cambiar la herramienta y volver al comienzo del Control de Rosca. Es muy importante identificar esto al principio, o podría dañarse la rosca interna.
 - Si es mugre, se vuelve a enroscar y retirar el macho para formar la rosca.
 - Si no sale nada, es muy probable que se haya llegado al tope (analizar la profundidad que se introdujo el macho).
 - b. Para el caso de roscas robadas es común que la herramienta pase de largo. (Ver [1.1](#)).
 - c. Para los casos especiales donde el agujero de la rosca está deformado. (Ver [1.2](#)).

1.1 Roscas Robadas: Inserto

Si la rosca solo está robada sin agrandamientos del diámetro del agujero entonces:

- 1- Limar y limpiar la rosca de modo que quede un agujero lo más uniforme posible y sin suciedad o elementos extraños dentro.
- 2- Introducir el inserto (de paso y diámetro adecuado de rosca) en el agujero.

1.2 Caso Especial: Tornillo

Esta técnica no se realiza en Placas Traseras.

- 1- Colocar un tornillo más grande a la rosca, esto es, que este ingrese con juego nulo, o con interferencia.
- 2- Perforar sobre el tornillo colocado, el diámetro de la rosca que se quiere formar con una medida de menor diámetro.
- 3- Generar la rosca con el macho para inserto.



2 Identificación de Elementos del Turbo

Se pueden **optar por alguna de estas dos técnicas** para identificación de los elementos de los turbos:

2.1 Identificación con Lápiz Eléctrico:

Marcar código de la pieza según Codificación Turbolar o Número de Orden de Trabajo, correspondiente al turbo, utilizando un lápiz eléctrico, solo para las siguientes piezas:

- a. Carcasa de Admisión
- b. Placa Trasera
- c. Rueda de Turbina
- d. Rueda Compresora
- e. Cuerpo Central
- f. Válvula

2.2 Identificación con Cuños de Números:

Como alternativa, se puede marcar el código de la pieza según Codificación Turbolar o Número de Orden de Trabajo, utilizando cuños de números y golpe de martillo, a las siguientes piezas:

- a. Carcasa de Escape
- b. Carcasa de Admisión. Precauciones:
 - No marcar las zonas débiles de la CA.
 - No marcar en Planos mecanizados.
- c. Placa Trasera
- d. Cuerpo Central

Nota:

Solamente se marcan con cuños de metal, las piezas que sean de fundición y la Carcasa de Admisión (que es la única pieza de aluminio que se marca).

2.3 Identificación con Liquid Paper:

Al igual que para la identificación con Lápiz Eléctrico, se podrán marcar las piezas con Liquid Paper.

La Rueda de Turbina, la Rueda Compresora y la Válvula, que generalmente no es conveniente identificarla con Lápiz Eléctrico, es preferente hacerlo con este método.

2.4 Otros métodos para identificar piezas son:

- Colocar las Piezas en Bolsas etiquetadas: Generalmente las más pequeñas
- Colocar un papel que atraviese la pieza: Es el caso para identificar piezas en una mesa de trabajo, donde las piezas serán usadas en el corto plazo.



3 Rectificación de Agujeros por Bruñido

Es necesario aclarar que el Procedimiento de Bruñido requiere de la Capacitación de muchas horas, experiencia, y trabajo previo, y además dependerá del tipo de máquina usada, las herramientas de desbaste disponibles, el material de la pieza y cantidad a desbastar.

En función de la Máquina que dispone la empresa (Rugo 300) detallaremos uno de los posibles procedimientos para la rectificación de agujeros.

- Colocar y ajustar la herramienta (barretas abrasivas) de diámetro apropiada para la Pieza (Placa Trasera o Cuerpo Central) en la Bruñidora.
- Colocar la pieza haciendo pasar la herramienta posicionada por el agujero de la misma a la altura de trabajo correspondiente.
- Pisar el pedal varias veces para expandir la herramienta, hasta conseguir que ésta roce con el agujero de la pieza. Una vez conseguido el tope, posicionar en 0 el comparador (es donde se empezará a medir).
- Encender la máquina y empezar a mover axialmente la pieza sobre la herramienta.
- Girar la perilla en función de la cantidad de la medida a rectificar. A medida que se va rectificando se puede ir aumentando dicha medida.
- Retirar la pieza y tomar las medidas del agujero necesarias con un calibre digital.
- Realizar procedimientos d, e y f hasta alcanzar el diámetro y tolerancias especificadas.

Nota:

La máquina es autocentrante. Las herramientas cuentan con un sistema de diamantado por lo que tienen mucha durabilidad.

La capacidad de revoluciones de la máquina es de entre 200 a 1600 vueltas por minuto. La capacidad de diámetro, de 3 a 120 mm.





4 Rectificación de Superficies Planas

No entraremos en mucho detalle. Es un proceso para asegurar que los planos de Entrada o Salida de gases o líquidos mantengan perfectas condiciones de sellado. Este se realiza en la Rectificadora de Planos.

Luego de la Rectificación debe controlarse que el plano esté bien logrado para asegurar un correcto sellado al momento del montaje.

5 Soldadura Fuerte por Capilaridad

Es un proceso que se realiza en el Horno para Piezas de Fundición. El objetivo es lograr una mayor temperatura en la pieza, para favorecer el proceso de soldadura, y disminuir así el choque térmico (tensiones) producido por la diferencia de temperatura que se origina en la Zona de la Pieza donde se realiza la soldadura, y el entorno inmediato (aire y resto de la pieza). Esto evita así que muchas piezas se fracturen. Dependiendo el material de aporte, la cantidad y la zona de soldadura, el calentamiento de la pieza puede hacerse antes o después de la Soldadura.



ANEXO V: Tiempos y Costos de Procesos

Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
Desarme y Limpieza	D	Desarme y Limpieza de Turbocompresores	100	6%	14,80	109,40	26,08%	38,39		\$ 58,88	\$ 1.073,58
	D1	Desarme del Turbocompresor	100	4%	10,00	95,00				\$ 62,50	\$ 989,58
	D2	Limpieza por Lavado de Ultrasonido	96	2%	5,00	15,00		320,00	11,52%	\$ 35,00	\$ 84,00
CT 1 - Válvulas	R1	Control y Recuperación de Válvulas	70	11%	21,77	161,41	25,86%	26,02		\$ 63,42	\$ 1.194,35
	R1-1	Control de Limpieza	70	0%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 29,17
	R1-2	Control de Válvulas	70	0%	5,00	41,50				\$ 62,50	\$ 302,60
	R1-21	Control Visual de Averías	70	0%	0,50	4,50				\$ 62,50	\$ 32,81
	R1-22	Control de Estanqueidad	70	0%	1,50	12,00				\$ 62,50	\$ 87,50
	R1-23	Control de Desplazamiento	70	0%	3,00	25,00				\$ 62,50	\$ 182,29
	R1-3A1	Limpieza Final	40	0%	4,00	35,00				\$ 66,71	\$ 155,67
	R1-3A11	Lavado de Ultrasonido	20	0%		10,00		480,00	1,55%	\$ 35,00	\$ 11,67
	R1-3A12	Blasting	40	0%	4,00	30,00		160,00	9,29%	\$ 72,00	\$ 144,00
	R1-3A2	Pintado de la Válvula	40	0%	3,00	27,00				\$ 75,00	\$ 135,00
	R1-3B	Proceso de Recuperación de Válvulas	30	25%	22,43	136,13				\$ 60,00	\$ 408,38
	R1-3B1	Desarmado de la Válvula	30	0%	2,00	18,00				\$ 67,00	\$ 60,30
	R1-3B2	Control de la constante K del Resorte	30	0%	3,00	26,00		184,62	6,04%	\$ 62,50	\$ 81,25
	R1-3B3	Selección de Componentes Sanos	30	25%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 12,50
	R1-3B4	Limpieza Final de Componentes	22	0%	14,00	40,00				\$ 35,00	\$ 51,33
	R1-3B5	Pintado de los Componentes de la Válvula	22	0%	5,00	42,00				\$ 75,00	\$ 115,50
	R1-3B6	Montaje de la Válvula	30	0%	3,00	28,00				\$ 62,50	\$ 87,50
R1-4	Control de Func. y Ajuste de Presión	62	0%	2,00	17,00		282,35	8,16%	\$ 62,50	\$ 109,79	
R1-5	Identificación de la Válvula	62	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 53,73	



Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
CT 2 - Elementos de Desgaste	R21	Control de Cojinete Axial	91	14%	3,50	29,00	17,14%	144,83		\$ 60,00	\$ 263,90
	R22	Control de Manguito	96	12%	5,00	46,00	8,00%	91,30		\$ 60,00	\$ 441,60
	R23	Control de Collar	97	13%	5,50	51,00	7,27%	82,35		\$ 60,00	\$ 494,70
	R24	Control de Arandela de Desg. de Coj. Radial	80	15%	3,50	25,00	28,57%	168,00		\$ 60,00	\$ 200,00
	R25	Control de Arandela de Desg. de Coj. Axial	95	10%	4,00	36,00	10,00%	116,67		\$ 60,00	\$ 342,00
	R26	Control del Separador	94	11%	5,50	52,00	5,45%	80,77		\$ 60,00	\$ 488,80
	R27	Control de Protección Térmica	90	16%	6,98	53,50	23,33%	78,50		\$ 59,24	\$ 475,42
	R27-1	Control de Limpieza	90	0%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 37,50
	R27-2	Control de Protección Térmica	90	16%	3,00	26,00				\$ 62,50	\$ 243,75
	R27-21	Control de Planos de Cierre	90	2%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 37,50
	R27-22	Control de Agujero	90	3%	0,70	6,00				\$ 62,50	\$ 56,25
	R27-23	Control de Plano de lado de Turbina	90	4%	0,80	7,00				\$ 62,50	\$ 65,63
	R27-24	Control de Fisuras	90	7%	1,00	9,00				\$ 62,50	\$ 84,38
	R27-3	Limpieza Final	76	0%	3,99	26,78				\$ 54,69	\$ 185,50
	R27-31	Lavado de Ultrasonido	60	0%	2,00	10,00		480,00	10,90%	\$ 35,00	\$ 35,00
	R27-32A	Blasting	45	0%	2,00	25,00		192,00	20,44%	\$ 72,00	\$ 135,00
	R27-32B	Granallado	31	0%	3,00	10,00		480,00	5,63%	\$ 30,00	\$ 15,50
	R27-4	Identificación de la Caja Contenedora	10	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 8,67
R28	Control de Chapa Deflectora	90	15%	4,00	32,00	20,00%	131,25		\$ 60,00	\$ 288,00	
R29	Control de Elementos de Fijación	80	10%	3,00	24,00	20,00%	175,00		\$ 60,00	\$ 192,00	
CT 3 - Placa Trasera	R3	Control y Recuperación de Placa Trasera	95	16,26%	17,57	143,34	18,41%	29,30		\$ 63,73	\$ 1.446,39
	R3-1	Control de Limpieza	95	0%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 39,58
	R3-2	Control de Placas Traseras	95	0%	6,00	51,00				\$ 62,50	\$ 504,69
	R3-21	Control Visual de Averías	95	0%	1,00	9,00				\$ 62,50	\$ 89,06
	R3-22	Control de Apoyo con Carcasa de Admisión	95	0%	3,00	25,00				\$ 62,50	\$ 247,40
	R3-23	Control Zona de Alojamiento de Anillos	95	0%	2,00	17,00				\$ 62,50	\$ 168,23



Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
CT 3 - Placa Trasera	R3-3	Evaluación Económica de la Reparación	95	15%	1,00	5,00				\$ 62,50	\$ 49,48
	R3-4	Procesos Eventuales de Recuperación	30	4%	13,00	106,67				\$ 91,09	\$ 485,83
	R3-41	Repaso de Diámetro a sobremedida	20	2%	12,00	95,00		50,53	12,21%	\$ 85,00	\$ 269,17
	R3-42	Encasquillado de Placa Trasera	10	2%	15,00	130,00		36,92	8,35%	\$ 100,00	\$ 216,67
	R3-5	Control, Limp. Y Recup. De Roscas	81	0%	2,00	16,00				\$ 62,50	\$ 134,58
	R3-6	Limpieza Final	81	0%	4,00	34,29		139,98	17,85%	\$ 35,00	\$ 162,02
	R3-7	Identificación de Placa Trasera	81	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 70,20
CT 4 - Rueda Comp.	R4	Control y Recuperación de Rueda Comp.	92	13%	22,09	186,36	15,65%	22,54		\$ 66,87	\$ 1.910,75
	R4-1	Control de Limpieza	92	0%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 38,33
	R4-2	Control de Ruedas Compresoras	92	0%	6,00	49,00				\$ 62,50	\$ 469,58
	R4-21	Control de Forma y Superficie	92	0%	3,00	25,00				\$ 62,50	\$ 239,58
	R4-22	Control de Fisuras	92	0%	1,00	8,00				\$ 62,50	\$ 76,67
	R4-23	Control Dimensional	92	0%	2,00	16,00				\$ 62,50	\$ 153,33
	R4-3	Evaluación Económica de la Reparación	92	12%	1,00	5,00				\$ 62,50	\$ 47,92
	R4-4	Procesos Eventuales de Recuperación	29	4%	8,03	69,66				\$ 87,00	\$ 292,92
	R4-41	Recuperación de Alabes	18	3%	5,00	45,00		106,67	4,13%	\$ 90,00	\$ 121,50
	R4-42	Adaptación a Modelo más pequeño (Rebaje de Diámetros)	11	5%	13,00	110,00		43,64	6,18%	\$ 85,00	\$ 171,42
	R4-5	Balanceado de Ruedas Compresoras	81	0%	10,00	95,00		50,53	39,25%	\$ 65,00	\$ 833,21
	R4-6	Limpieza Final (Ultrasonido)	48	0%	4,56	30,21				\$ 65,62	\$ 158,58
	R4-61	Lavado de Ultrasonido	25	0%	3,00	10,00		480,00	1,28%	\$ 35,00	\$ 14,58
	R4-62	Blasting	48	0%	3,00	25,00		192,00	6,12%	\$ 72,00	\$ 144,00
	R4-7	Identificación de la Rueda Compresora	81	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 70,20



Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
CT 5 - Rueda de Turbina	R5	Control y Recuperación de Rueda de Turb.	90	15%	32,43	275,36	15,09%	15,25		\$ 71,00	\$ 2.932,41
	R5-1	Control de Limpieza	90	0%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 37,50
	R5-2	Control de Rueda de Turbina	90	0%	11,00	89,00				\$ 62,50	\$ 834,38
	R5-21	Control Visual y Dimensional (Rodete)	90	0%	3,00	24,00		200,00	7,63%	\$ 62,50	\$ 225,00
	R5-22	Control de la Rosca	90	0%	2,00	15,00				\$ 62,50	\$ 140,63
	R5-23	Control del Eje y Pulido	90	0%	1,00	8,00				\$ 62,50	\$ 75,00
	R5-24	Control de Ranura de Aros	90	0%	3,00	26,00				\$ 62,50	\$ 243,75
	R5-25	Control de Alineación de Eje y Rodete	90	0%	2,00	16,00				\$ 62,50	\$ 150,00
	R5-3	Evaluación Económica de la Reparación	90	12%	1,00	5,00				\$ 62,50	\$ 46,88
	R5-4	Procesos de Recuperación de Rueda de Turbina	81	2%	4,70	41,22				\$ 63,83	\$ 355,20
	R5-41	Pulido del Eje	81	0%	1,00	9,00				\$ 65,00	\$ 78,98
	R5-42	Enderezado del Eje (Manual)	75	2%	2,00	18,00				\$ 63,50	\$ 142,88
	R5-43	Enderezado del Rodete en Prensa	60	0%	2,50	21,00		228,57	4,45%	\$ 63,50	\$ 133,35
	R5-5	Procesos Eventuales de Recuperación	40	2%	8,38	76,05				\$ 85,96	\$ 435,83
	R5-51	Recuperación de Zona de Aros	27	2%	10,00	91,00		52,75	8,68%	\$ 85,00	\$ 348,08
	R5-52	Recuperación de Alabes	13	2%	5,00	45,00		106,67	2,07%	\$ 90,00	\$ 87,75
	R5-6	Limpieza Final	79	0%	2,50	19,00				\$ 64,21	\$ 160,63
	R5-61	Lavado de Ultrasonido	79	0%	0,50	4,00		1200,00	1,12%	\$ 35,00	\$ 18,43
	R5-62	Blasting con Microesfera de Vidrio	79	0%	2,00	15,00		320,00	4,18%	\$ 72,00	\$ 142,20
	R5-7	Rectificación de Zona de Trabajo de Bujes	80	0%	6,00	56,00		85,71	15,82%	\$ 90,00	\$ 672,00
R5-8	Balanceado de Rueda de Turbina	80	0%	4,00	37,00		129,73	10,45%	\$ 65,00	\$ 320,67	
R5-9	Identificación de la Rueda de Turbina	80	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 69,33	
CT 6 - Carcasa de Admisión	R6	Control y Recuperación de Carc. de Admisión	93	14%	18,45	144,14	21,88%	29,14		\$ 72,02	\$ 1.609,15
	R6-1	Control de Limpieza	93	0%	1,00	8,00				\$ 62,50	\$ 77,50
	R6-2	Control de Carcasa de Admisión	93	0%	2,50	22,00				\$ 62,50	\$ 213,13
	R6-3	Evaluación Económica de la Reparación	93	12%	1,00	5,00				\$ 62,50	\$ 48,44
	R6-4	Procesos Eventuales de Recuperación	31	5%	12,77	113,35				\$ 99,24	\$ 581,23
	R6-41	Relleno de Carcasas Compresoras	13	4%	18,00	154,00		31,17	13,07%	\$ 110,00	\$ 367,03



Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
CT 6 - Carcasa de Admisión	R6-42	Adaptación de la Tobera	18	5%	9,00	84,00		57,14	9,87%	\$ 85,00	\$ 214,20
	R6-5	Control, Limp. Y Recup. De Roscas	82	1%	4,00	38,00				\$ 62,50	\$ 323,95
	R6-6	Limpieza Final	82	0%	6,00	35,00				\$ 61,43	\$ 293,83
	R6-61	Lavado de Ultrasonido	82	0%	3,00	10,00		480,00	5,35%	\$ 35,00	\$ 47,83
	R6-62	Blasting con Microesfera de Vidrio	82	0%	3,00	25,00		192,00	13,38%	\$ 72,00	\$ 246,00
	R6-7	Identificación de la Carcasa de Admisión	82	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 71,07
	R7	Control y Recuperación de Carc. de Escape	97	8%	57,19	257,96	54,89%	16,28		\$ 73,74	\$ 3.075,15
CT 7 - Carcasa de Escape	R7-01	Control de Limpieza	97	0%	4,77	35,58				\$ 67,18	\$ 386,42
	R7-011	Control de Limpieza	97	0%	1,00	8,00				\$ 62,50	\$ 80,83
	R7-012	Lavado de Ultrasonido	25	0%	3,00	10,00		480,00	0,87%	\$ 35,00	\$ 14,58
	R7-013	Shotting (Granallado o Blasting)	97	0%	3,00	25,00		192,00	8,48%	\$ 72,00	\$ 291,00
	R7-02	Control de Carcasas de Escape	97	0%	3,50	30,00				\$ 62,50	\$ 303,13
	R7-021	Control Visual del Estado de C.E.	97	0%	2,00	18,00				\$ 62,50	\$ 181,88
	R7-022	Control del Diámetro de Alojamiento de Turbina	97	0%	0,50	4,00				\$ 62,50	\$ 40,42
	R7-023	Control del Plano de Salida de Gases de Escape	97	0%	1,00	8,00				\$ 62,50	\$ 80,83
	R7-03	Evaluación Económica de la Reparación	97	5%	1,00	5,00				\$ 62,50	\$ 50,52
	R7-04	Limpieza Total	92	0%	8,78	46,67				\$ 77,03	\$ 551,28
	R7-041A1	Decapado con Ácido Clorhídrico y Pasivador	6	0%	60,00	60,00		80,00	1,26%	\$ 50,00	\$ 30,00
	R7-041A2	Enjuague Manual	6	0%	3,00	25,00		192,00	0,52%	\$ 67,00	\$ 16,75
	R7-042	Shotting (Granallado o Blasting)	86	0%	5,00	44,00		109,09	13,23%	\$ 80,00	\$ 504,53
	R7-05	Procesos Eventuales de Recuperación	20	4%	11,40	105,00				\$ 90,00	\$ 315,00
	R7-051	Relleno por Soldadura	4	1%	12,00	105,00		45,71	1,47%	\$ 110,00	\$ 77,00
	R7-052	Mecanizado en Torno en Zona de Alojamiento	20	4%	9,00	84,00		57,14	5,87%	\$ 85,00	\$ 238,00
R7-06	Extracción de Espárragos	86	0%	2,00	17,00				\$ 62,50	\$ 152,29	



Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
CT 7 - Carcasa de Escape	R7-07	Control, Limp. Y Recup. De Roscas	86	2%	4,00	38,00				\$ 62,50	\$ 340,42
	R7-08	Rectificación de Superficies Planas	86	0%	5,00	44,00		109,09	13,23%	\$ 85,00	\$ 536,07
	R7-09	Limpieza Final	86	0%	30,00	30,00				\$ 85,00	\$ 365,50
	R7-091	Limpieza con Kerosene	86	0%	15,00	15,00		320,00	4,51%	\$ 85,00	\$ 182,75
	R7-092	Baño de Protección Antioxidante	86	0%	15,00	15,00		320,00	4,51%	\$ 85,00	\$ 182,75
	R7-10	Identificación de la Carcasa de Escape	86	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 74,53
CT 8 - Cuerpo Central	R8	Control y Recuperación del Cuerpo Central	94	10%	40,68	294,52	27,60%	14,26		\$ 72,23	\$ 3.332,80
	R8-1	Control de Limpieza	94	0%	7,00	43,00				\$ 61,63	\$ 415,17
	R8-11	Control de Limpieza	94	0%	1,00	8,00				\$ 62,50	\$ 78,33
	R8-12	Lavado de Ultrasonido	94	0%	3,00	10,00		480,00	2,97%	\$ 35,00	\$ 54,83
	R8-13	Shotting (Granallado o Blasting)	94	0%	3,00	25,00		192,00	7,43%	\$ 72,00	\$ 282,00
	R8-2	Control de Cuerpos Centrales	94	0%	9,00	87,00				\$ 62,50	\$ 851,88
	R8-21	Control de Zona de Alojamiento de Bujes	94	0%	3,00	35,00				\$ 62,50	\$ 342,71
	R8-22	Control del Casquillo	94	0%	2,00	18,00				\$ 62,50	\$ 176,25
	R8-23	Control de Planos	94	0%	2,00	17,00				\$ 62,50	\$ 166,46
	R8-24	Control de Salida de Aceite y Conductos Internos de Lubricación	94	0%	2,00	17,00				\$ 62,50	\$ 166,46
	R8-3	Evaluación Económica de la Reparación	94	6%	1,00	5,00				\$ 62,50	\$ 48,96
	R8-4	Limpieza Total	89	0%	12,08	53,55				\$ 75,54	\$ 600,05
	R8-41	Decapado con Ácido Clorhídrico y Pasivador	10	0%	60,00	60,00		80,00	1,90%	\$ 50,00	\$ 50,00
	R8-42	Enjuague Manual	10	0%	3,00	25,00		192,00	0,79%	\$ 67,00	\$ 27,92
	R8-43	Shotting (Granallado o Blasting)	89	0%	5,00	44,00		109,09	12,38%	\$ 80,00	\$ 522,13



Sector o Célula de Trabajo	Nº Proc	Procesos	Piezas Proc. c/ 100 turbos a reparar	Scrap (% de piezas proc.)	Tiempo de Proc. Promedio (min)			Cap. Proc. Diaria (cant. Unid. por oper./maq.)	Utilización de Máq por Operario (%)	Costo de Proc. - HH o HM (\$/h)	Costo de Proc. cada 100 turbos a reparar (\$)
					de Reparación Convencional (por unidad)	de Turboalim. Reconstruido (por lote de 10 un)	Mejora de Productiv. (%)				
CT 8 - Cuerpo Central	R8-5	Procesos Eventuales de Recuperación	35	5%	10,77	98,14				\$ 97,44	\$ 557,83
	R8-5A	Repaso Zona de Alojamiento de Bujes (Bruñido)	25	3%	2,00	18,00		266,67	1,42%	\$ 75,00	\$ 56,25
	R8-5B	Recuperación a Medida Estándar (Embujado)	13	2%	7,00	64,00		75,00	2,63%	\$ 105,00	\$ 145,60
	R8-5C	Repaso Zona de Cierre de Aros (Torneado)	11	2%	3,00	24,00		200,00	0,83%	\$ 85,00	\$ 37,40
	R8-5D	Recuperación a Medida Estándar (Encasquillado)	11	3%	9,00	84,00		57,14	2,92%	\$ 105,00	\$ 161,70
	R8-5E1	Relleno con Fundición	4	1%	13,00	121,00		39,67	1,53%	\$ 110,00	\$ 88,73
	R8-5E2	Mecanizado de Pestañas	13	0%	4,00	37,00		129,73	1,52%	\$ 85,00	\$ 68,14
	R8-6	Control, Limp. Y Recup. De Roscas	86	2%	3,00	25,00				\$ 62,50	\$ 223,96
	R8-7	Rectificación de Superficies Planas	86	0%	3,00	26,00		184,62	7,07%	\$ 85,00	\$ 316,77
	R8-8	Limpieza Final	86	0%	2,00	20,00				\$ 85,00	\$ 243,67
	R8-81	Limpieza con Solvente	86	0%	1,00	10,00		480,00	2,72%	\$ 85,00	\$ 121,83
	R8-82	Baño de Protección Antioxidante	86	0%	1,00	10,00		480,00	2,72%	\$ 85,00	\$ 121,83
R8-9	Identificación del Cuerpo Central	86	0%	1,00	8,00				\$ 65,00	\$ 74,53	
Armado	A	Montaje de Turbocompresores	100	0%	33,50	320,00	4,48%	13,13		\$ 62,50	\$ 3.333,33
	A1	Montaje de Conjunto Central	100	0%	22,00	210,00	4,55%	20,00		\$ 62,50	\$ 2.187,50
	A2	Montaje Completo del Turbo	100	0%	11,50	110,00				\$ 62,50	\$ 1.145,83
Equilibrad	E	Equilibrado	100	0%	8,00	80,00	0,00%	52,50	100,00%	\$ 95,00	\$ 1.266,67
Packaging	P	Empaque de Turbos	100	0%	6,00	50,00	16,67%	84,00		\$ 90,00	\$ 750,00



ANEXO VI: Detalle de Inversiones del Sector Productivo

Tabla: Inversiones en Maquinaria y Mobiliario de Sector Productivo											
Tipo	Elemento	Marca	Modelo	Especificaciones / Capacidad	Dimensiones (Long x Ancho x Alto mm)	Lugar del Proveedor	Potencia Máxima (Watts)	Costo (\$)	Estado	Cantidad a Comprar	Subtotal
B.T.	Banco de Trabajo (1200x600mm)	*Construcción		-	1200x600x900 mm	-	-	\$ 1.500,00	Nuevo	30	\$ 45.000,00
B.T.	Banco de Trabajo (1500x600mm)	*Construcción		-	1500x600x900 mm	-	-	\$ 1.750,00	Nuevo	2	\$ 3.500,00
B.T.	Banco de Trabajo (1800x600mm)	*Construcción		-	1800x600x900 mm	-	-	\$ 2.000,00	Nuevo	1	\$ 2.000,00
B.T.	Banco pequeño para Fresa	*Construcción		-	600x600x900	-	-	\$ 700,00	Nuevo	1	\$ 700,00
B.T.	Tablero Porta-Herramientas	*Construcción		-	1200x800x50 mm	-	-	\$ 700,00	Nuevo	17	\$ 11.900,00
B.T.	Soportes para Suspensión de Válvulas	*Construcción		-	-	-	-	\$ 30,00	Nuevo	20	\$ 600,00
Hta.	Flejadora Manual para Embalaje	Embalsur	H21	-	-	Bs.As.	-	\$ 2.300,00	Nuevo	1	\$ 2.300,00
Hta.	Herramienta de Identificación (Lápiz Eléctrico)	Dremel	Engraver 290 JB	Lápiz Eléctrico a Golpes; Permite grabar metal, plástico, vidrio, cerámica, madera y cuero. Carreras por minuto: 6000	-	Bs.As.	35	\$ 929,00	Nuevo	5	\$ 4.645,00
Hta.	Herramientas p/ Banco de Rep.	-	-	Kit de Herramientas: Llaves Combinadas, Llaves S Hexagonales, Mangos Articulados, Crique, Barra de Extensión, Cardan, Destornilladores, Alicata Universal, Alicata Corte Lateral, Pinza MultiFix, Llave para Caño, Llave Ajustable, Pinza de Presión)	-	-	-	\$ 17.500,00	Nuevo	8	\$ 140.000,00
Hta.	Morsa de Banco	Barbero	L	Ancho de Boca = 153mm; Apertura de Boca = 128mm; Peso Fijo = 15Kg; Peso Base Giratoria = 1,8Kg	-	-	-	\$ 2.652,00	Nuevo	7	\$ 18.564,00
Hta.	Kit de Htas p/ Extracción de Espárragos	Eurotech	-	-	-	Bs.As.	-	\$ 1.365,00	Nuevo	0	\$ 0,00
Hta.	Kit de Htas p/ Control de Roscas	Eurotech	-	Machos de 6 - Paso = 1.00; 8, Paso = 1.25; 10, Paso = 1.50	-	Bs.As.	-	\$ 1.499,00	Nuevo	0	\$ 0,00
Hta.	Alesómetro y Puntas de diferente espesor	Wembley	-	Diámetro = 50-160mm; Graduación = 0,01mm	-	Bs.As.	-	\$ 2.100,00	Nuevo	0	\$ 0,00



Tabla: Inversiones en Maquinaria y Mobiliario de Sector Productivo

Tipo	Elemento	Marca	Modelo	Especificaciones / Capacidad	Dimensiones (Long x Ancho x Alto mm)	Lugar del Proveedor	Potencia Máxima (Watts)	Costo (\$)	Estado	Cantidad a Comprar	Subtotal
I.C.	Calibre	-	-	Electrónico Digital con Display; Rango de Medición = 0.150mm; Apreciación = 0,02mm; Convertor de mm a pulgada	-	Bs.As.	-	\$ 220,00	Nuevo	0	\$ 0,00
I.C.	Comparador	Ditoma	-	con Base Magnética; Base = 60x50x54 mm; Altura = 24cm; Brazo = 15cm; Comparador Centesimal de 0-10mm	60x50x54	Bs.As.	-	\$ 1.256,00	Nuevo	3	\$ 3.768,00
I.C.	Dispositivo de Control de Alineación	*Construcción		-	-	-	-	\$ 700,00	-	0	\$ 0,00
I.C.	Dispositivo de Control de Desplazamiento	*Construcción		-	-	-	-	\$ 1.200,00	-	0	\$ 0,00
I.C.	Elementos de Apoyo (Prisma, Bronce)	*Construcción		-	-	-	-	-	-	0	\$ 0,00
I.C.	Marmol - Plano de Comparación	-	-	-	60x40x8	Bs.As.	-	\$ 4.990,00	Usado	2	\$ 9.980,00
I.C.	Micrómetro	-	-	Rango de Medición = 0-25mm; Apreciación = 0,01mm	-	Bs.As.	-	\$ 315,00	Nuevo	0	\$ 0,00
I.C.	Pistola de Vacío - Vacuometro							\$ 300,00		0	\$ 0,00
I.C.	Probador de Resortes	Rimac	.	Dinamometro Digital para Resortes de Válvulas; Carga Max = 454Kg	-	Bs.As.	-	\$ 17.900,00	Nuevo	0	\$ 0,00
I.C.	Regulador de Presión	-	-	Presión de Manóm. = 180psi = 12 bar	-	Bs.As.	-	\$ 220,00	Nuevo	0	\$ 0,00
I.C.	Set de Anillos para Control	*Piezas Nuevas		-	-	-	-	-	Nuevo	0	\$ 0,00
I.C.	Set de Bujes Modelos para Control	*Piezas Nuevas		-	-	-	-	-	Nuevo	0	\$ 0,00
Inst	Horno para Tratamiento Térmico y Superficial	SIMCIC	Hm-3	Revestido de Ladrillo K28; con Programador; Piso con Resistencias con Placa Protectora; Capacidad = 16Lt.; Temp. Max = 1200/1300°C	510x450x600	Bs.As.	4500	\$ 25.400,00	Nuevo	2	\$ 50.800,00



Tabla: Inversiones en Maquinaria y Mobiliario de Sector Productivo

Tipo	Elemento	Marca	Modelo	Especificaciones / Capacidad	Dimensiones (Long x Ancho x Alto mm)	Lugar del Proveedor	Potencia Máxima (Watts)	Costo (\$)	Estado	Cantidad a Comprar	Subtotal
Máquina	Lavadoras de Ultrasonido	Cleanson	TP-3916D	Volumen = 180 lt	900x400x500	Bs.As.	6000	\$ 70.000,00	Nuevo	2	\$ 140.000,00
		Cleanson	CS-4030	Volumen = 72 lt	-	Bs.As.	2800	\$ 38.000,00	Usado	2	\$ 76.000,00
		Batea	UC27DEP	Volumen = 27 lt	530x325x400	Bs.As.	1350	\$ 44.000,00	Nuevo	2	\$ 88.000,00
		Batea	Electrónica Nave	Volumen = 6 lt	325x172x250	Bs.As.	240	\$ 14.500,00	Nuevo	2	\$ 29.000,00
Máquina	Granalladora (Shoteadora)	Air Blast	-	Cap. = 80 Kgs	1700x1700x2100	Bs.As.	5600	\$ 190.000,00	Nuevo	4	\$ 760.000,00
Máquina	Torno de Banco	Pompeya	-	Dist entre Puntas = 500mm; Vel = 175-1820rpm		Bs.As.	560	\$ 32.000,00	Nuevo	5	\$ 160.000,00
Máquina	Agujereadora/Perforadora de Pie o Taladro	Barbero	TMC 16	Vel de trabajo = 16 rpm Cono del husillo = MT2 Cono del mandril = DIN B16 Cap del mandril = 3 - 16 mm Max cap de perforado = 16 mm Max recorr. del husillo = 85 mm	460x272x1555	Bs.As.	450	\$ 8.400,00	Nuevo	0	\$ 0,00
Máquina	Amoladora de Banco	Dewalt	Dw752 Profesional	Velocidad Sin Carga = 3450 rpm Diámetro del Eje = ½" Diám de ruedas abrasivas = " Peso de la Hta = 13.8 kg		Bs.As.	375	\$ 1.905,00	Nuevo	2	\$ 3.810,00
Máquina	Blasting - Arenadora	S/N	S/N	con sistema de aspiracion y filtrado, y pistola para arenar y/o blastinar; Ventilador centrifugo con Caudal de 9 m3/Min a 38 mmCa de Presion.	900x600x1580	Bs.As.	3000	\$ 24.500,00	Nuevo	4	\$ 98.000,00
Máquina	Bruñidora	Fama	Rugo 300	-	800x900x1100	Bs.As.	1150	\$ 135.000,00	Usado	1	\$ 135.000,00
Máquina	Compresor	Zebra	-	Compresor a Pistón Vol. Tanque = 300L Presión de trabajo: 12bar Caudal = 1100 L/min	1750x600x1120	Bs.As.	11500	\$ 70.600,00	Nuevo	1	\$ 70.600,00



Tabla: Inversiones en Maquinaria y Mobiliario de Sector Productivo

Tipo	Elemento	Marca	Modelo	Especificaciones / Capacidad	Dimensiones (Long x Ancho x Alto mm)	Lugar del Proveedor	Potencia Máxima (Watts)	Costo (\$)	Estado	Cantidad a Comprar	Subtotal
Máquina	Equilibradora	ToB	RGA	Desbalanceo Residual <0,5g.mm/kg; Velocidad = 350-6300rpm; Posee motor con freno eléctrico para trabajo seriado	980x760x610	Córdoba	250	\$ 65.000,00	Nuevo	1	\$ 65.000,00
Máquina	Fresadora de Banco	Panther	ZX 7040B	Cap. De Perf = 40mm Cap de Fresado Vert = 22mm Husillo (cono) = MT4 Cabezal de Engr. Inclinable Columna Redonda Avance Autom. Del Husillo = 0,12-0,18-0,25 mm/R Carrera del Husillo = 110mm Vel del Husillo = 50-1250rpm	820x240x1600	Bs.As.	1120	\$ 60.200,00	Nuevo	0	\$ 0,00
Máquina	Prensa Hidráulica	Delfabro	42-020 (15Tn)	Capacidad = 15Tn	520x180x860	Rosario	-	\$ 5.000,00	Nuevo	0	\$ 0,00
Máquina	Rectificadora Universal	Bollati	RUH-600	Distancia entre puntas = 600mm Altura entre puntas = 160mm Inclinación max. de la mesa = 7° Inclinación max. del cabezal = 360° Dia. de la piedra = 355mm Vel. Cabeza = 1530-1930rpm	1550x1070x1300	Bs.As.	2300	\$ 110.000,00	Usado	0	\$ 0,00
Máquina	Rectificadora de Planos (Tangencial)	Franco	HHF 300	-	1250x850x1290	Bs.As.	5000	\$ 55.000,00	Usado	1	\$ 55.000,00
Máquina	Soldadora Autógena	OXIGAS	1/4MT	Garrafa de Gas Butano - Autonomía de Soldadura Continua = 15hs; Tubo de Oxigeno - Autonomía de Soldadura Continua = 40min; Largo de Manguera = 6mts; Peso = 15Kg	-	Bs.As.	-	\$ 4.550,00	Nuevo	0	\$ 0,00
Máquina	Soldadora TIG con Cilindro de Argón	Fligman	Dual Power 250	Regulación de Corriente = 10-250 Amp; Cap de Electrodo 1,6-4 mm; Modo TIG o Electrodo Revestido	-	Bs.As.	55000	\$ 5.900,00	Nuevo	1	\$ 5.900,00
TOTAL											\$ 1.980.067,00



Tabla: Inversiones en Mobiliario de Almacenamiento

Máquina / Mueble	Marca	Modelo	Especificaciones / Capacidad	Dimensiones (Long x Ancho x Alto mm)	Lugar del Proveedor	Potencia (Watts)	Costo (\$)	Estado	Cantidad a Comprar	Subtotal
Furyrack de Pared	Fury	RPA-30FB2	Capacidad = 30 Cajones	580x185x680	Bs.As.	-	\$ 2.155,00	Nuevo	57	\$ 122.835,00
Furyrack	Fury	RPS-64FB3	Capacidad = 64 Furybins N° 3 (305x103x104)	900x315x1600	Bs.As.	-	\$ 6.899,00	Nuevo	27	\$ 186.273,00
Cajón Plástico Chico			Capacidad de Carga Estática = 40Kg; Capacidad de Carga en Apilado = 400Kg	297x140x140	-	-	\$ 100,00	Nuevo	35	\$ 3.500,00
Cajón Plástico Mediano				297x210x210	-	-	\$ 120,00	Nuevo	30	\$ 3.600,00
Cajón Plástico Grande				420x297x297	-	-	\$ 150,00	Nuevo	15	\$ 2.250,00
TOTAL										\$ 318.458,00

Tabla: Inversiones en Transporte Interno y Externo

Elemento	Marca	Modelo	Especificaciones / Capacidad	Dimensiones (Long x Ancho x Alto mm)	Lugar del Proveedor	Potencia Máxima (Watts)	Costo (\$)	Estado	Cantidad a Comprar	Subtotal
Carro de Transporte - Zorra	*Construcción		Superficie de Carga = 907x431; Capacidad de Carga = 200Kg	100x525x874	-	-	\$ 3.000,00	Nuevo	4	\$ 12.000,00
Zorra Hidráulica	Lüsqtof		Criquet Hidráulico; Altura Mín = 85mm; Elev Máx = 20cm; Medida de Uñas = 1220 x 685 mm; Ruedas de Nylon; Radio de Giro = 114°; Peso = 90Kg; Carga Máxima = 3000Kg	-	Bs.As.	-	\$ 6.594,00	Nuevo	2	\$ 13.188,00
TOTAL										\$ 25.188,00