

**MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA INDUSTRIAS
BASICAS, ESTRATEGICAS Y SOCIALISTAS**
©2017 MOTORES VIVAS

**PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE
UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA
PARA AUTOMÓVILES**

Realizado por

**Ing. Msc. Gabriel Arcángel Vivas Chacón
C.I 16.539.051**

Caracas, Diciembre de 2017

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

CONTENIDO

1. Justificación del proyecto
2. Impacto social de la propuesta
3. Estudio de mercado
4. Estudio Técnico
5. Diseño y fabricación de prototipo de un motor de 4 cilindros a escala real
6. Estudio financiero
7. Conclusiones y recomendaciones

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

JUSTIFICACION

Para el año 2017 Venezuela enfrenta el reto de cambiar su modelo económico heredado por cerca de 100 años de tener una economía totalmente dependiente de la renta petrolera a una economía basada en el conocimiento y el trabajo para la producción de bienes y servicios con independencia y soberanía tecnológica.

Como país rentista (modelo económico heredado), la industria manufacturera fue relegada sin interés de desarrollo y sin ningún aporte tecnológico siendo ineficiente y direccionada a generar riqueza favoreciendo la cultura del rentismo petrolero sin generar tecnología ni desarrollo nacional.

La solución a esta difícil situación consiste en crear un sector manufacturero capaz de generar el mayor valor agregado nacional mediante tecnología propia que incentive la producción con el uso de nuestra moneda (el Bolívar) a fin de contribuir a eliminar la dependencia tecnológica y de las divisas provenientes de la renta.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

IMPACTO SOCIAL DE LA PROPUESTA

- Permitirá la generación de puestos de trabajo de alto nivel técnico que implicará una ventaja para la sociedad venezolana, ayudando a disminuir la fuga de personal altamente capacitado que existe en el país.
- Permitirá afianzar la soberanía tecnológica en el país con la fabricación de un producto de alto valor agregado con ingenio y producción 100% nacional.
- Servirá de referencia para la sociedad venezolana en la ejecución de proyectos similares a fin de lograr la independencia tecnológica en Venezuela.
- Incentivará la producción en el sector automotriz nacional que actualmente se encuentra deprimida.
- Contribuirá al cambio de cultura que por décadas se ha impuesto a la sociedad venezolana de ser una sociedad consumista de bienes y servicios a ser una sociedad productora de bienes y servicios.
- Permitirá al Estado venezolano ahorrar divisas que actualmente tiene que gastar en la adquisición de este bien en mercados internacionales.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

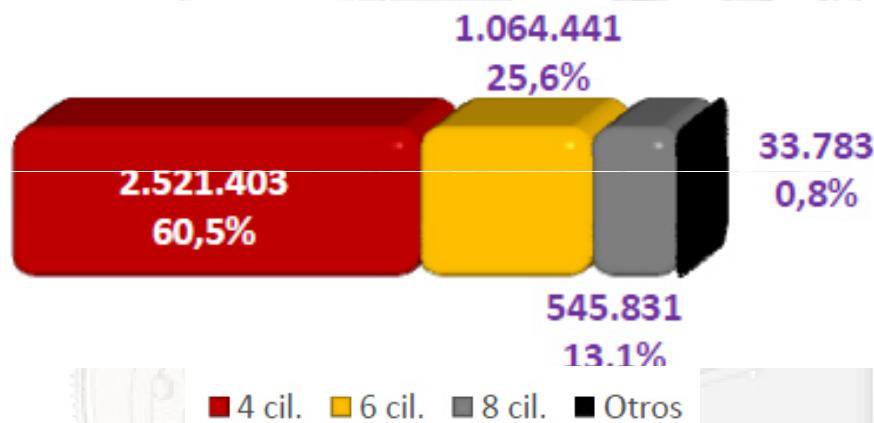
IMPACTO SOCIAL DE LA PROPUESTA

- Favorecerá el reemplazo oportuno del parque automotor venezolano evitando su envejecimiento e incrementando su confiabilidad de uso.
- Mejorará la calidad de vida de la población venezolana, contribuyendo a disminuir la escasez en el mercado del sector automotriz y brindando la oportunidad de obtención de un bien a un precio no especulativo.
- El conocimiento en el diseño y fabricación de un motor de combustión interna contribuirá al desarrollo de las industrias automotriz, agrícola y militar de Venezuela, en tal sentido, la fabricación de un prototipo de motor a escala real puede considerarse como un proyecto estructurante
- Aunque inicialmente el proyecto esta concebido para el sector automotriz, los motores de combustión interna son de amplia utilidad para la fabricación de tractores, maquinaria agrícola, plantas eléctricas, vehículos de carga, entre otros, que contribuirán al desarrollo industrial de Venezuela.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

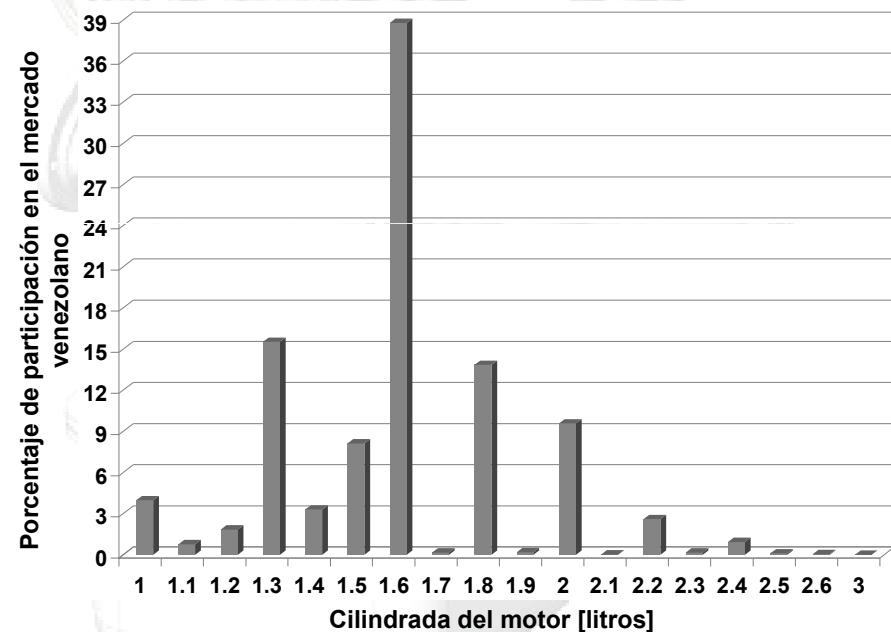
ESTUDIO DE MERCADO

Parque automotor compuesto por mas de 3.850.000 automóviles de los cuales un 24% (casi 1 millón de automóviles) corresponde a motores de 4 cilindros y 1.6 litros.



Fuente: Cámara de Fabricantes Venezolanos de Productores Automotores (FAVENPA, 2013)

FIG. 1. DISTRIBUCION DEL PARQUE AUTOMOTOR VENEZOLANO CONSIDERANDO EL NUMERO DE CILINDROS DEL MOTOR



Fuente: Cámara de Fabricantes Venezolanos de Productores Automotores (FAVENPA, 2013)

FIG. 2. PARTICIPACION DE MOTORES 4 CILINDROS POR CILINDRADA EN EL MERCADO AUTOMOTRIZ VENEZOLANO

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO DE MERCADO

Crecimiento de la cantidad de automóviles en función de la población.

TABLA 1. RELACION DE HABITANTES POR AUTOMOVILES POR ZONAS DE VENEZUELA

Zona	Habitantes/ Vehículo	Corrección	Habitantes/ automóvil
Metropolitana	3,5	0,909	3,9
Central	8,5	0,907	9,4
Occidental	8,6	0,907	9,5
Oriental	11,4	0,916	12,4

Fuente: Cámara de Fabricantes Venezolanos de Productores Automotores (FAVENPA, 2013)

TABLA 2. ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE AUTOMOVILES POR ZONAS EN FUNCION DE LA POBLACION

Zona	Año							
	2013		2015		2020		2025	
	Habitantes	Automóviles	Habitantes	Automóviles	Habitantes	Automóviles	Habitantes	Automóviles
Metropolitana	5519149	1433402	5607591	1456371	5795675	1505220	5953956	1546327
Central	7675111	818979	7905646	843579	8450968	901768	8952124	955244
Occidental	10468575	1104070	10777004	1136598	11499779	1212826	12173397	1283869
Oriental	6117024	491508	6327960	508457	6856676	550940	7364060	591709
TOTAL (Venezuela)	29779859	3847959	30618201	3945006	32603098	4170753	34443537	4377149

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) y cálculos propios (proyección de automóviles)

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO DE MERCADO

Demandó 449 mil automóviles por año considerada para el año 2013 y equivalente a la registrada en el año 2007.

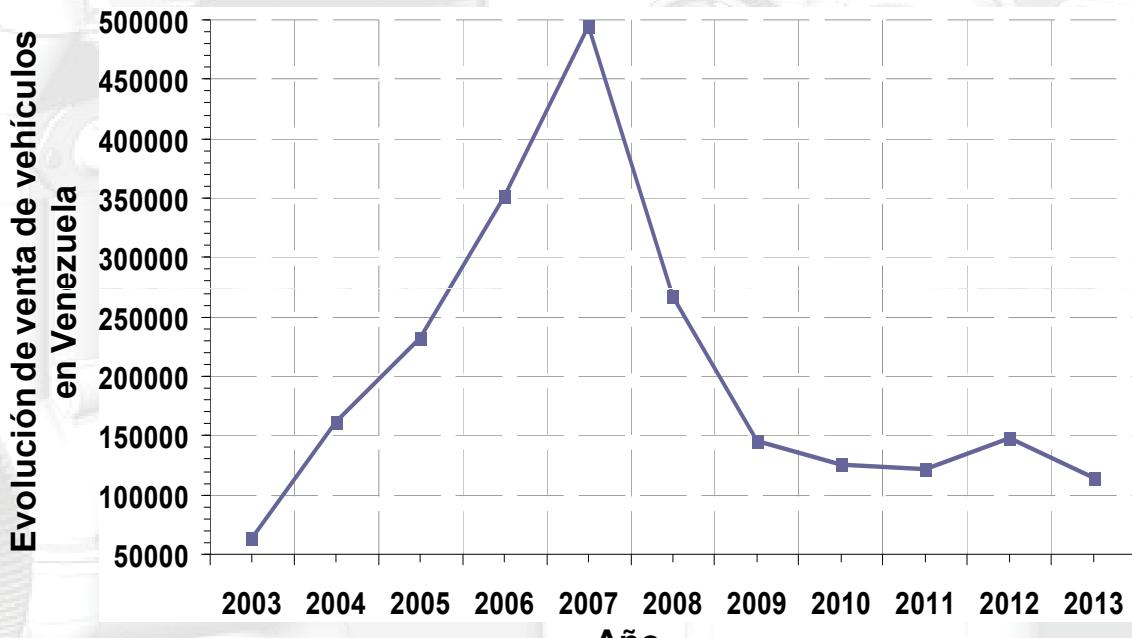


FIG. 3. EVOLUCIÓN DE VENTA DE VEHÍCULOS EN VENEZUELA DURANTE EL PERÍODO DE 2003 AL 2013

Del año 2007 al 2013 se asume una demanda constante de automóviles y una disminución de la oferta producto de políticas de sustitución de importaciones.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO DE MERCADO

La Tabla 3 y la Figura 4 muestran la demanda futura de motores estimada en unidades de automóviles, conociendo que por cada automóvil se tiene un motor de combustión interna.

TABLA 3. ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE AUTOMOVILES POR ZONAS EN FUNCION DE LA POBLACION

Año	Cantidad de automóviles	Diferencia (cantidad de automóviles en años consecutivos)	Demanda estimada en unidades de automóviles
2013	3847959	-	449959
2014	3896482	48523	498482
2015	3945006	48523	547005
2016	3990155	45150	592155
2017	4035305	45150	637304
2018	4080454	45150	682454
2019	4125604	45150	727603
2020	4170753	45150	772753
2021	4212032	41279	814032
2022	4253311	41279	855311
2023	4294591	41279	896590
2024	4335870	41279	937870
2025	4377149	41279	979149

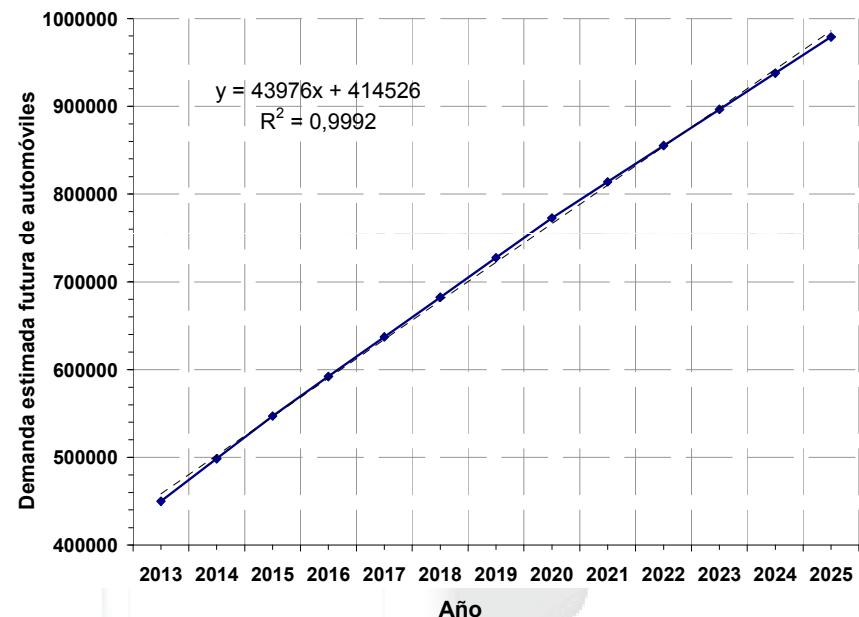


FIG. 4. DEMANDA ESTIMADA FUTURA DE AUTOMOVILES EN VENEZUELA

Dentro de 10 años la demanda de automóviles nuevos se duplicará hasta alcanzar el millón de automóviles por año que corresponde a una necesidad de 1 millón de motores por año.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO DE MERCADO

La Figura 5 muestra el parque automotor de Venezuela para el año 2013 haciendo énfasis en la edad de los vehículos.

Se observa que el parque de vehículos para el año 2013 está conformado por más de un 75% de unidades con una edad mayor a los 6 años de antigüedad entre los que se incluye casi un 30 % de vehículos con más de 15 años de antigüedad.



Esta situación (falta de oferta de vehículos nuevos) hace que los automóviles, incluidas todas sus piezas y autopartes envejezcan y ameriten mantenimiento y reemplazos incrementando la participación del sector de venta de repuestos (incluidos los motores) en el mercado automotriz.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Localización de la empresa

Considerando la ubicación estratégica de las adyacencias al Complejo Industrial José Antonio Anzoátegui (CIJJA) del Estado Anzoátegui con respecto a su localización frente al mar Caribe a fin de importar insumos (ferroaleaciones) y exportar motores, así como al inmenso potencial de aprovechamiento de energía eléctrica en base al coque de petróleo proveniente de los Mejoradores de crudo y de gas natural, hacen vital esta localización para el desarrollo del proyecto.



FIG. 6. UBICACIÓN DEL COMPLEJO INDUSTRIAL JOSÉ ANTONIO ANZOÁTEGUI



FIG. 7. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN EL LADO OESTE DEL CIJAA

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Capacidad utilizada de la empresa

La capacidad utilizada de la planta será alrededor del 77% con una producción anual de 260.000 motores distribuidos de la siguiente manera:

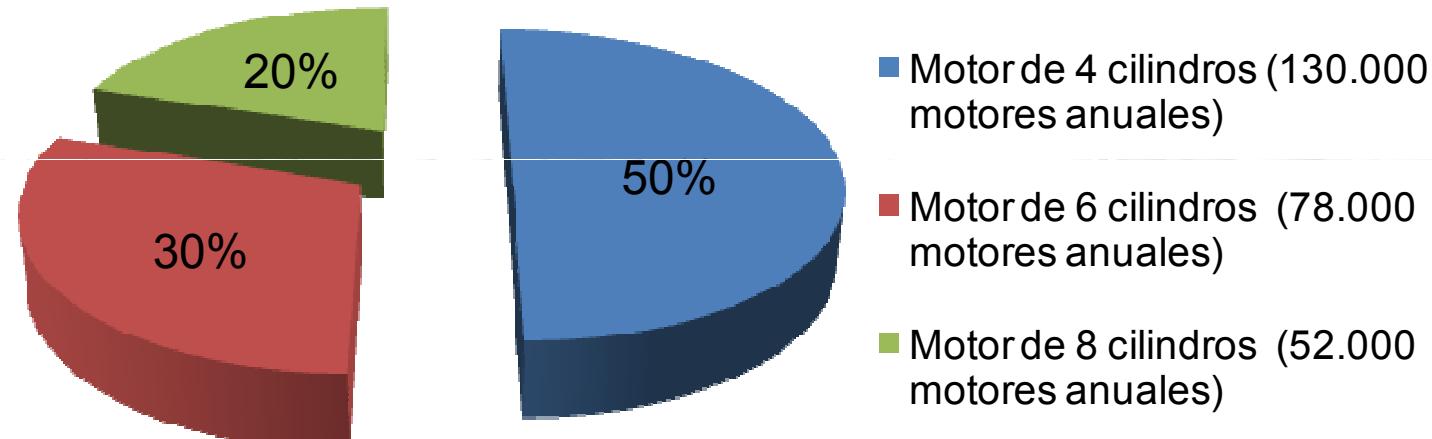


FIG. 8. CAPACIDAD UTILIZADA DE LA EMPRESA

Considerando 216 días laborables al año (de lunes a viernes), con tres turnos de 8 horas diarias cada uno, es decir, trabajando las 24 horas del día para un total de 5184 horas anuales. Considerando 55 días al año para el mantenimiento y reparación de los hornos y las instalaciones, sumando en total 365 días al año.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Programa de producción y ventas

La Tabla 4 y 5 muestra las características de producción y venta respectivamente del proyecto durante los primeros 5 años de operatividad.

TABLA 4. PROGRAMA DE VENTAS DEL PROYECTO DURANTE LOS PRIMEROS 5 AÑOS DE OPERATIVIDAD

Año	Cantidad total de motores al año	Cantidad de motores para venta en ensambladoras al año	Cantidad de motores para venta en casas de repuestos al año
1	26.000	16.000	10.000
2	78.000	48.000	30.000
3	130.000	80.000	50.000
4	208.000	130.000	78.000
5	260.000	160.000	100.000

Las ensambladoras en Venezuela tienen una capacidad instalada de 250.000 automóviles al año

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Descripción de las instalaciones necesarias

La Figura 9 muestra un esquema con la descripción de las instalaciones necesarias de la planta

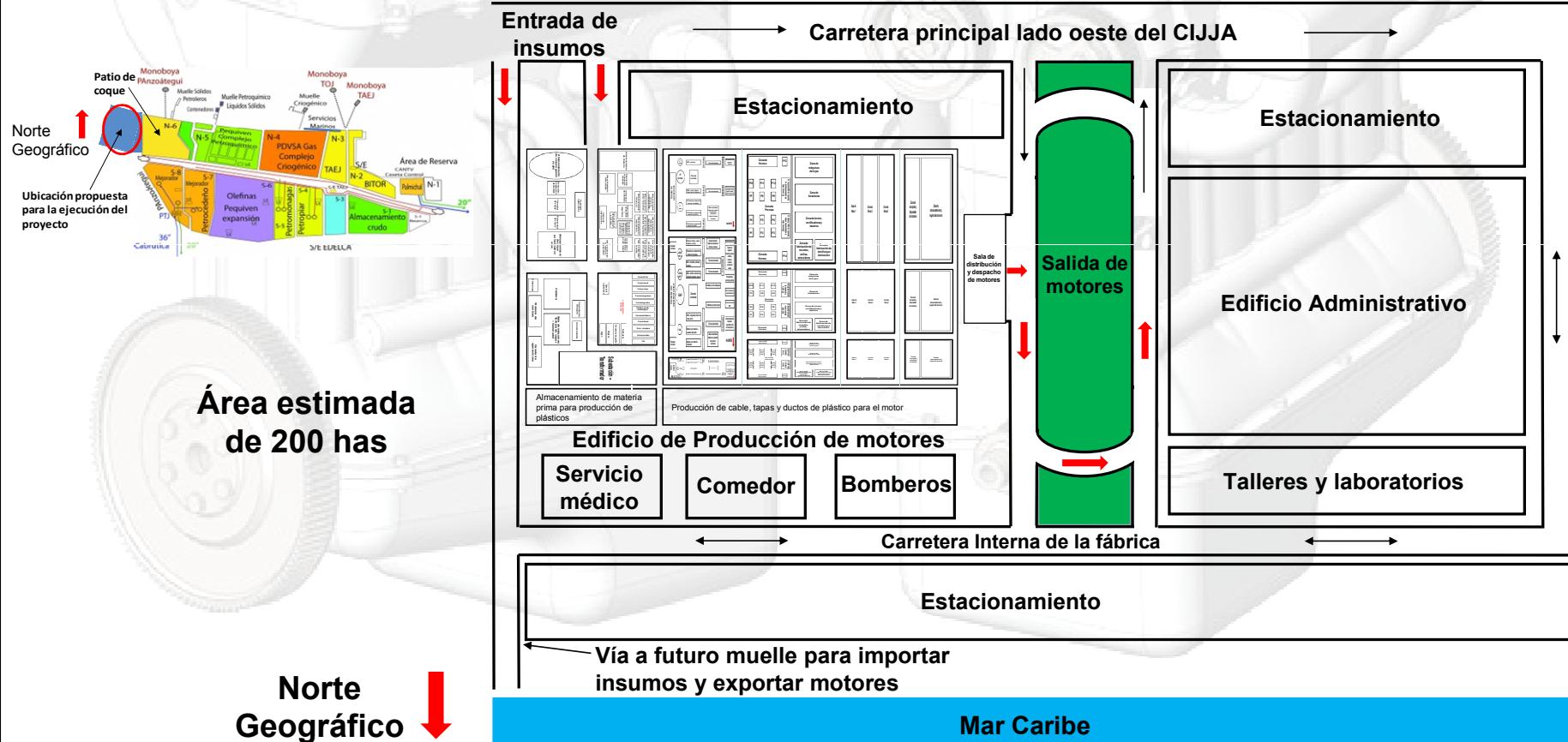


FIG. 9. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES NECESARIAS

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Distribución Física (cuadro de áreas)

La Figura 10 muestra un esquema de la distribución física de la fábrica

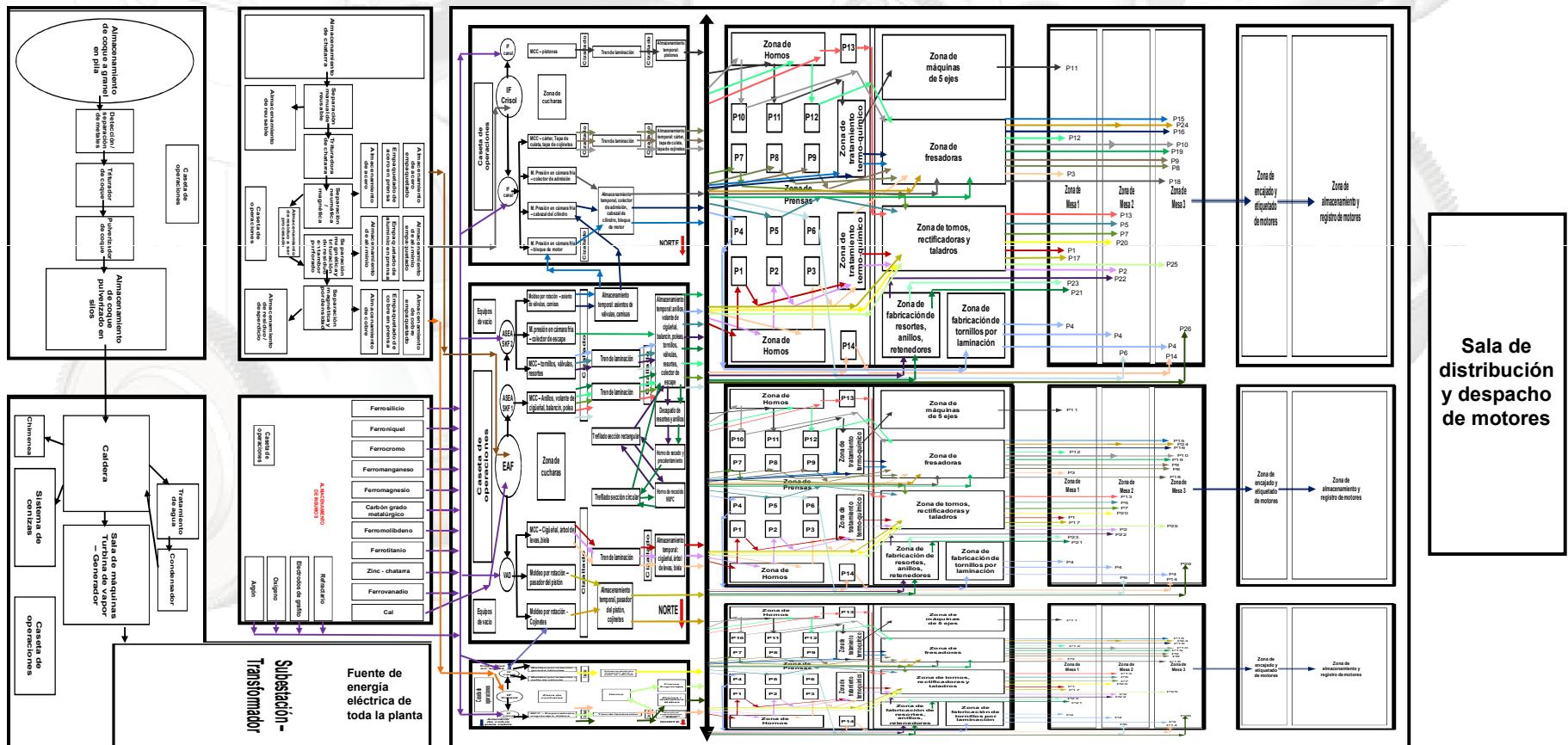


FIG. 10. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA FÁBRICA

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Procesos y tecnología / Flujograma de proceso

La Figura 11 y 12 muestra el flujograma de proceso y el flujograma operativo respectivamente para la fabricación del cigüeñal.

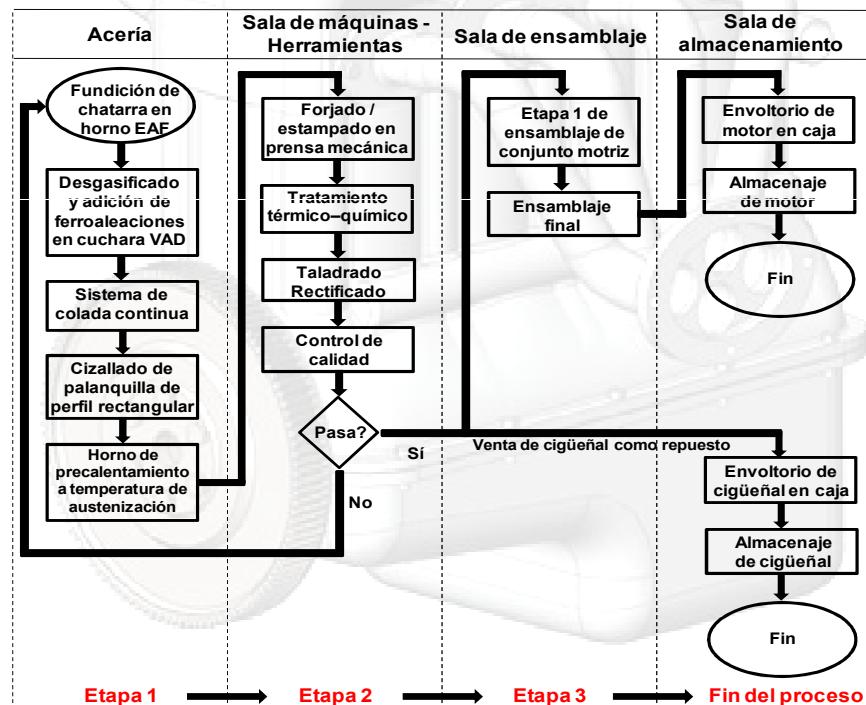


FIG. 11. FLUJOGRAMA DE PROCESO PARA LA FABRICACION DEL CIGÜEÑAL

Descripción del Proceso de Fabricación de cigüeñal en sala de máquinas y herramientas	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Dis. tardía en metros	Cantidad	Tiempo [minutos]
Traslado de semiproducto a horno de precalentamiento	○ □	○ 01	○ ▽					1
Espera por apertura de horno de precalentamiento	○ □	○ 01	○ ▽					0,2
Apertura de horno de precalentamiento	○ 01	○ □	○ ▽					0,2
Ingreso de semiproducto en horno y cierre de horno	○ 02	○ □	○ ▽					0,2
Precalentamiento de semiproducto en horno hasta temperatura de austenización	○ 03	○ □	○ ▽					10
Apertura de horno y extracción de pieza	○ 04	○ □	○ ▽					0,2
Traslado de semiproducto a prensa mecánica	○ □	○ 02	○ ▽					0,1
Accionamiento de prensa mecánica	○ 05	○ □	○ ▽					1
Traslado de cigüeñal a tratamiento térmico	○ □	○ 03	○ ▽					0,5
Tratamiento térmico – químico de cigüeñal	○ 06	○ □	○ ▽					25
Traslado de cigüeñal a torno de dos ejes y portaherramientas	○ □	○ 04	○ ▽					2
Taladrado de orificios	○ 07	○ □	○ ▽					2
Desbaste de muñones de cigüeñal	○ 08	○ □	○ ▽					2
Rectificado de muñones	○ 09	○ □	○ ▽					3
Control de calidad	○ 01	○ □	○ ▽					7
Traslado de cigüeñal a depósito temporal en sala de ensamblaje	○ □	○ 05	○ ▽					1
Almacenamiento temporal de cigüeñal	○ □	○ 07	○ ▽					

FIG. 12. FLUJOGRAMA OPERATIVO PARA LA FABRICACION DEL CIGÜEÑAL EN SALA DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Distribución Física (cuadro de áreas)

La Figura 13 muestra un esquema de la distribución física de la línea de fundición de cabezales de cilindros (culata) localizada en la sala de fundición de aluminio.

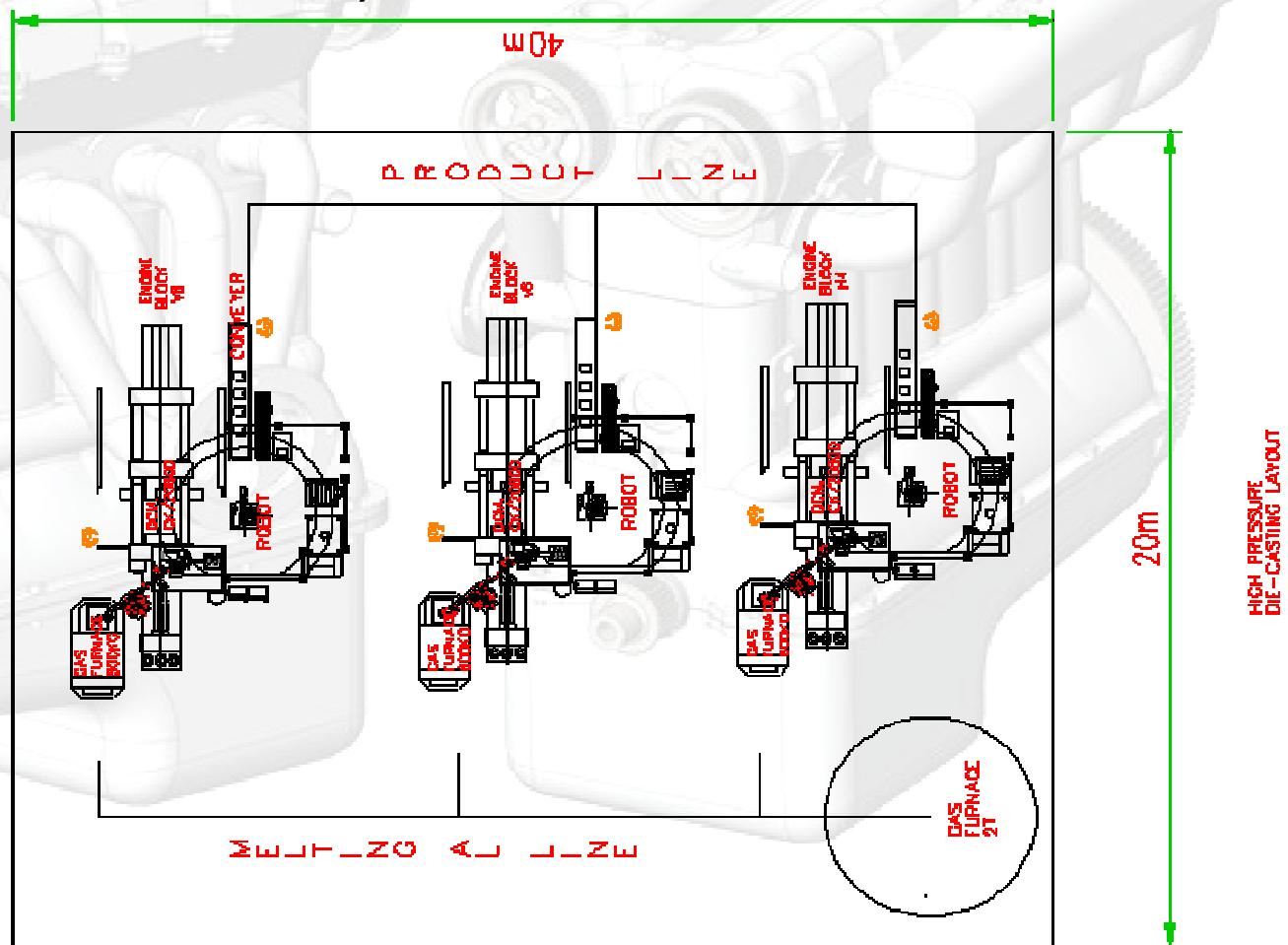


FIG. 13. LÍNEA DE FUNDICIÓN DE CABEZALES DE CILINDROS (CULATA)

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Distribución Física (cuadro de áreas)

La Figura 14 muestra un esquema de la distribución física de la línea de acabado del cigüeñal ubicada en la sala de máquinas - herramientas

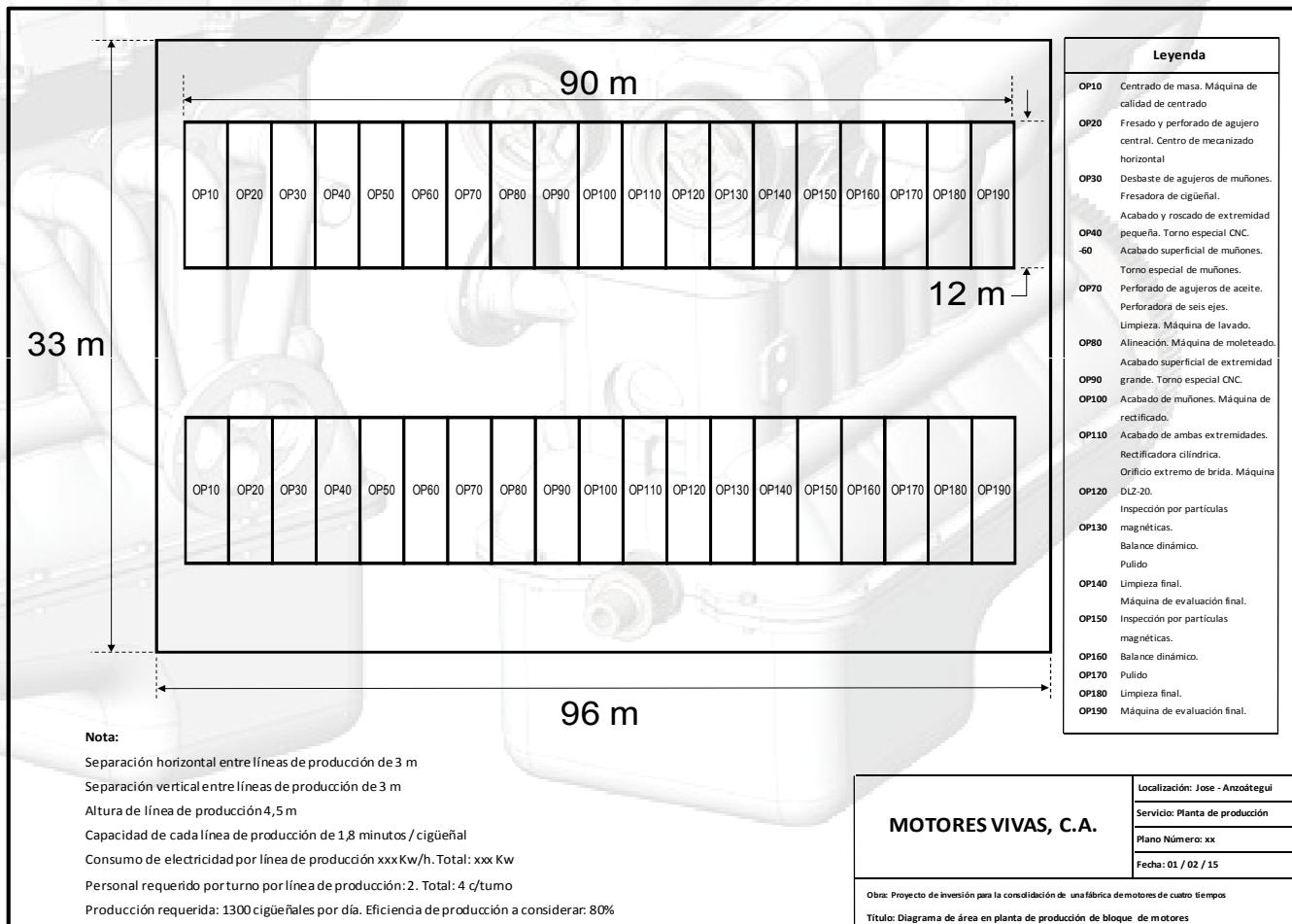


FIG. 14. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA DE ACABADO DEL CIGÜEÑAL

©2017 MOTORES VIVAS

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO TECNICO

Proporción de materia prima nacional con respecto a la importada

La Figura 15 muestra la proporción de la materia prima para la fabricación de motores considerando la obtención de los aceros especiales, así como de los aluminios aleados y bronces

La materia prima nacional incluye la chatarra de acero, chatarra de aluminio, el Silicio, el Níquel y chatarra de Cobre, entre otros.

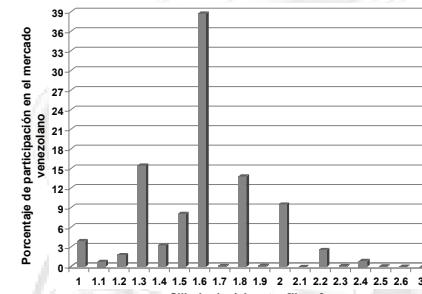
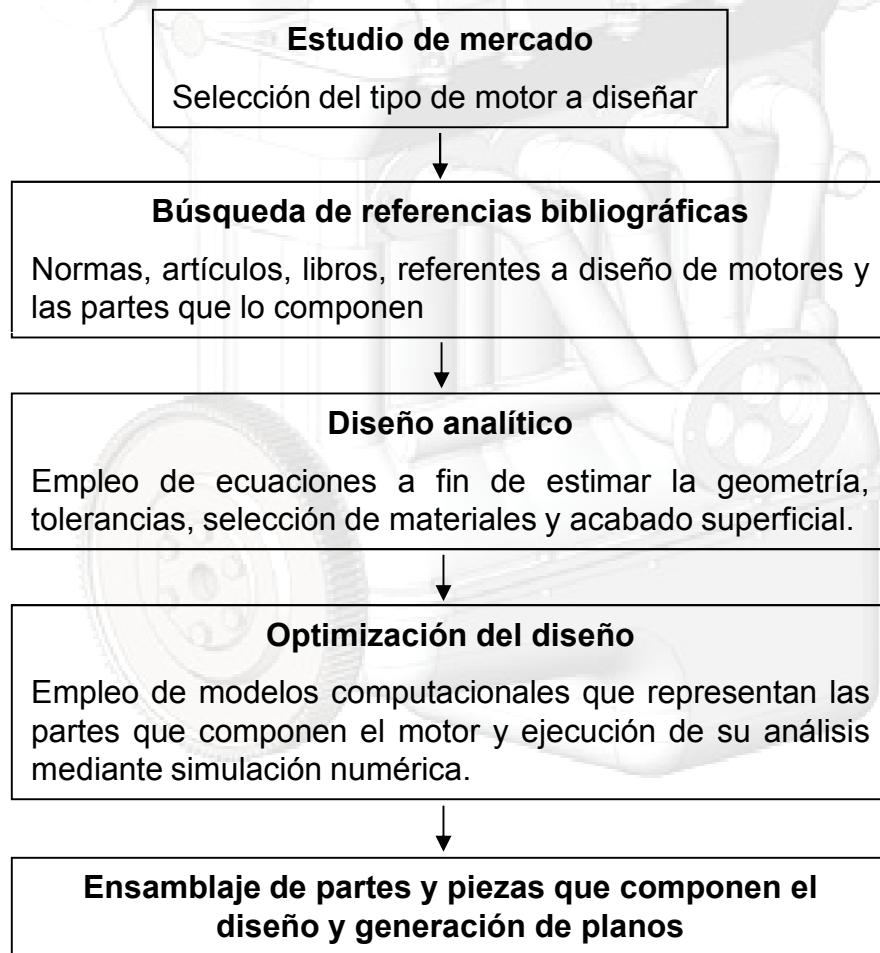
Mientras que la materia prima importada incluye las ferroaleaciones como ferromolibdeno, ferrotitanio, ferrovanadio, ferromanganese y ferrocromo



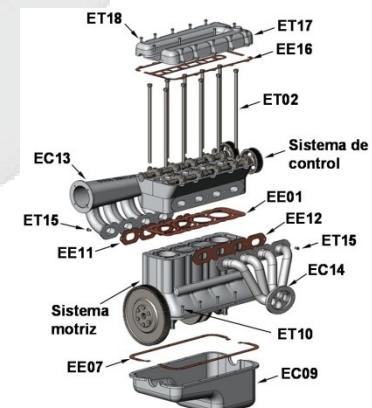
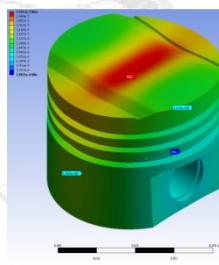
PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 4 CILINDROS Y 1600 CC

METODOLOGÍA



$$\sigma_{\alpha^{0.0}} = \frac{15P}{l_p d_p} \left[0,19 \frac{(2 + \alpha)(1 + \alpha)}{(1 - \alpha)^2} - \frac{1}{1 - \alpha} \right] \times [0,1 - (\alpha - 0,4)^3]$$



PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 4 CILINDROS Y 1600 CC

PATENTE DE INVENCIÓN NACIONAL (SAPI)

El motor de combustión interna caracterizado por tener una configuración en cuanto a dimensión y posición de las válvulas de admisión y escape en su cámara de combustión que disminuye el riesgo de intersección entre ambas válvulas durante una falla de la correa dentada de sincronización en funcionamiento del motor, incrementando de esta manera la confiabilidad operacional del motor.

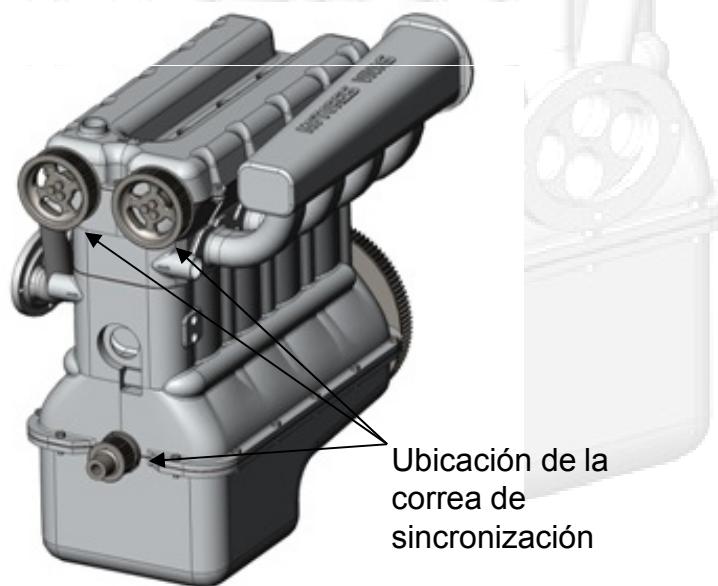


FIG. 16. MOTOR DISEÑADO

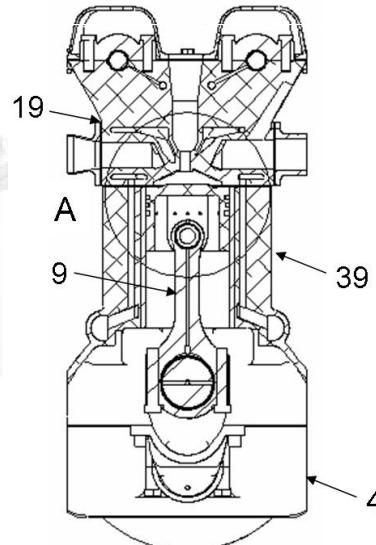
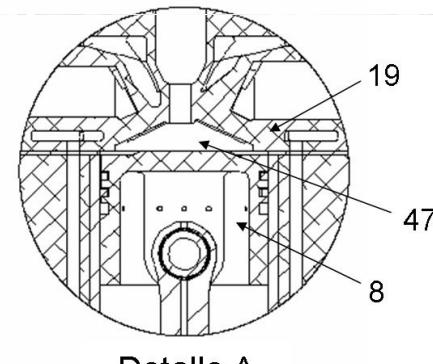


FIG. 17. DETALLE DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN EN EL MOTOR



PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 4 CILINDROS Y 1600 CC

PLANOS

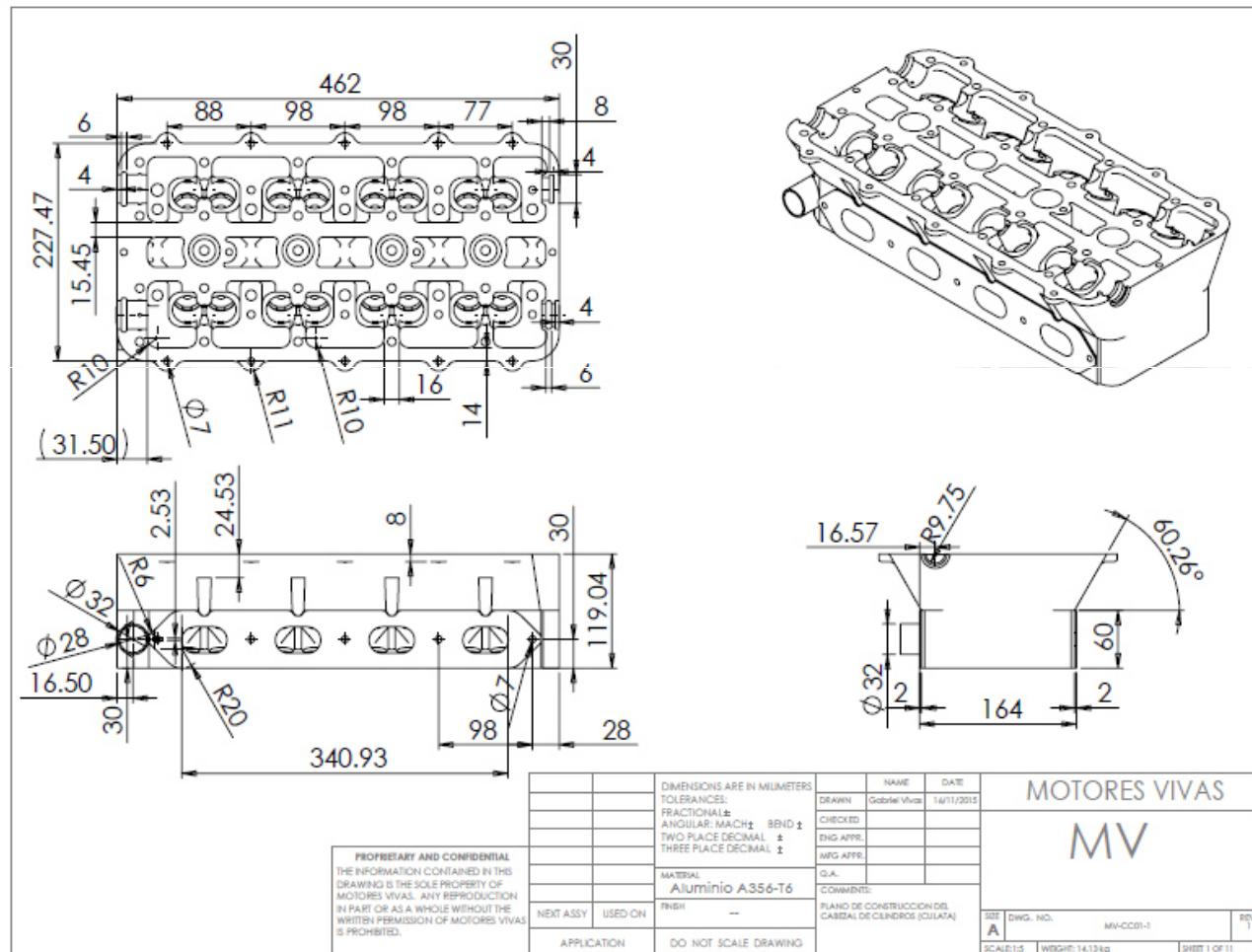


FIG. 18. PLANO DE CONSTRUCCIÓN DEL CABEZAL DE CILINDROS (CULATA)

©2017 MOTORES VIVAS

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 4 CILINDROS Y 1600 CC

PLANOS

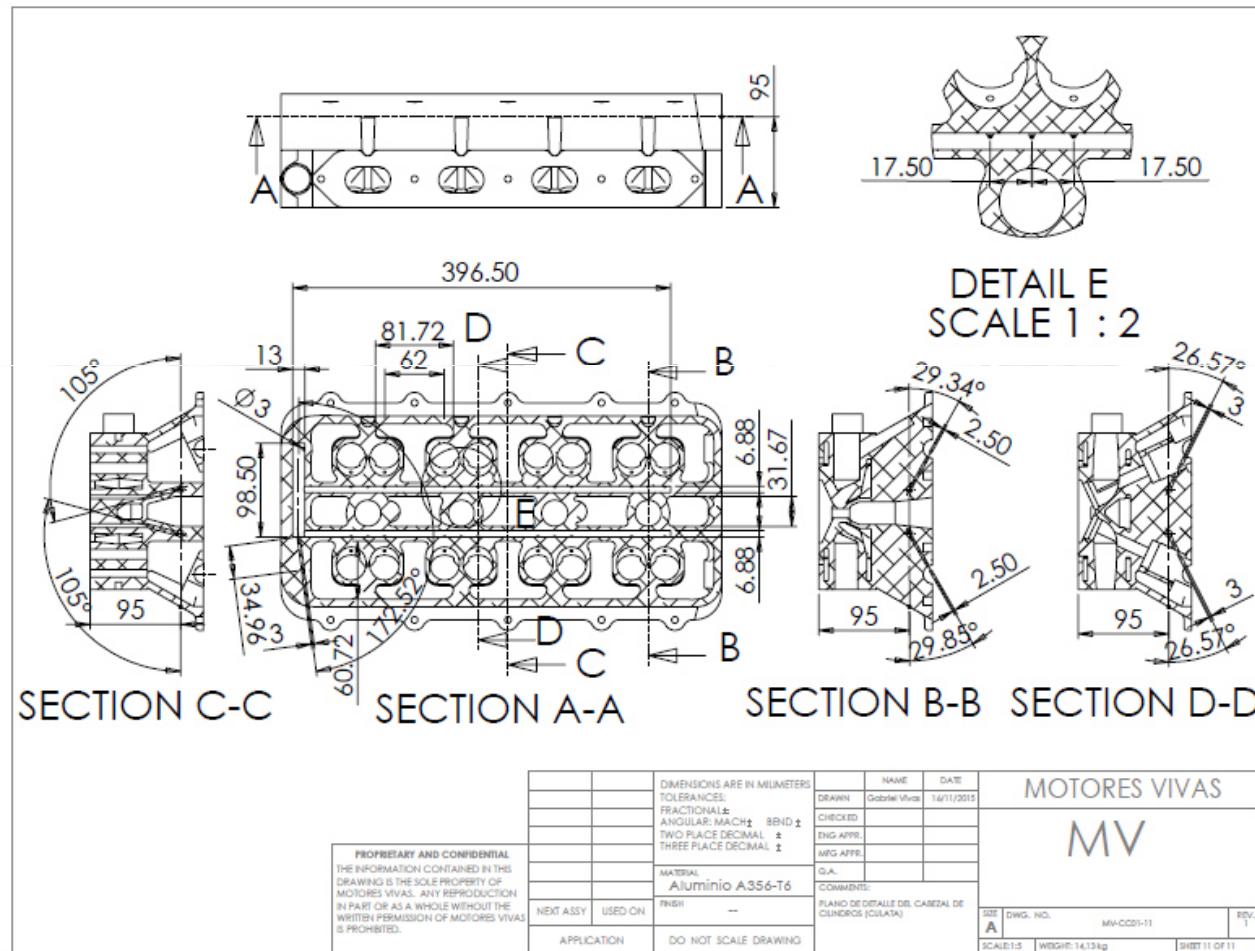
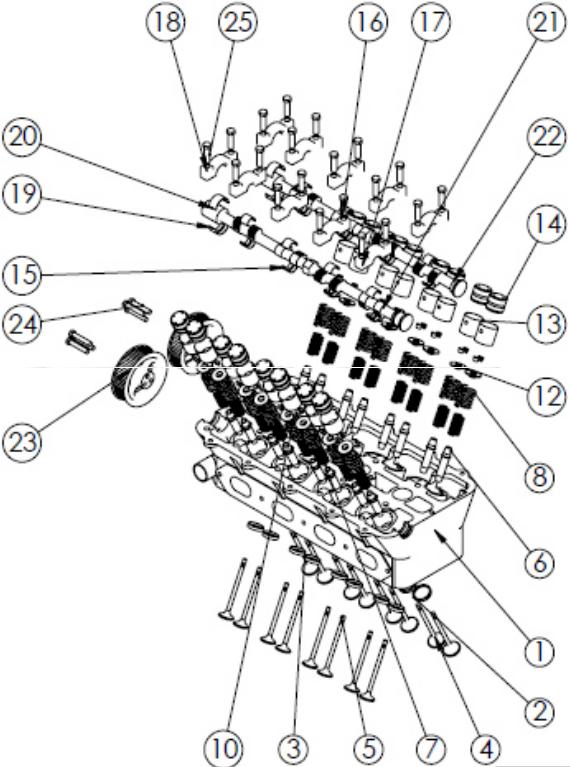


FIG. 19. PLANO DE DETALLE DEL CABEZAL DE CILINDROS (CULATA)

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 4 CILINDROS Y 1600 CC

PLANOS



PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL
THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF MOTORES VIVAS. ANY REPRODUCTION IN PART OR AS A WHOLE WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF MOTORES VIVAS IS PROHIBITED.

Número	Descripción	Cantidad en motor
1	Culata	1
2	Asiento - válvula de admisión	8
3	Asiento - válvula de escape	8
4	Válvula de admisión	8
5	Válvula de escape	8
6	Guía de válvula	16
7	Resorte menor	16
8	Resorte mayor	16
10	Retén superior de la válvula	16
12	Asiento superior de resortes	16
13	Cilindro de taquete	16
14	Taquete	16
15	Cojinete inferior de árbol	8
16	Tornillo - Tapa cojinete de árbol	16
17	Tapa cojinete de árbol	8
18	Tapa cojinete principal de árbol	2
19	Cojinete inferior principal de árbol	2
20	Cojinete superior principal de árbol	2
21	Árbol de levas de admisión	1
22	Árbol de levas de escape	1
23	Polea de sincronización de levas	2
24	Tornillo polea de sincronización	6
25	Tornillo tapa cojinete principal	4

	DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		NAME	DATE	MOTORES VIVAS
	TOLERANCES: FRAMES: ± ANGULAR: MACH \pm BND \pm TWO PLACE DECIMAL: \pm THREE PLACE DECIMAL: \pm				
DRAWN	Gobbel Vivas		16/11/2015		
CHECKED					
ENG APPR.					
ARO APPR.					
Q.A.					
COMMENTS:					
NEXT ASSY	MATERIAL	FINISH	ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE CONTROL		
USED ON	--	--			
APPLICATION	DO NOT SCALE DRAWING				
	SEE DWG. NO.	MV-E-03	REV.		
	A				
SCALE 1:8	INCHES: 22.59 kg		SHEET 3-OF-6		

FIG. 20. PLANO DE DESPIECE – ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE CONTROL

©2017 MOTORES VIVAS

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE 4 CILINDROS Y 1.6 L

PLANOS

La Figura 21 muestra el plano de despiece y del motor ensamblado

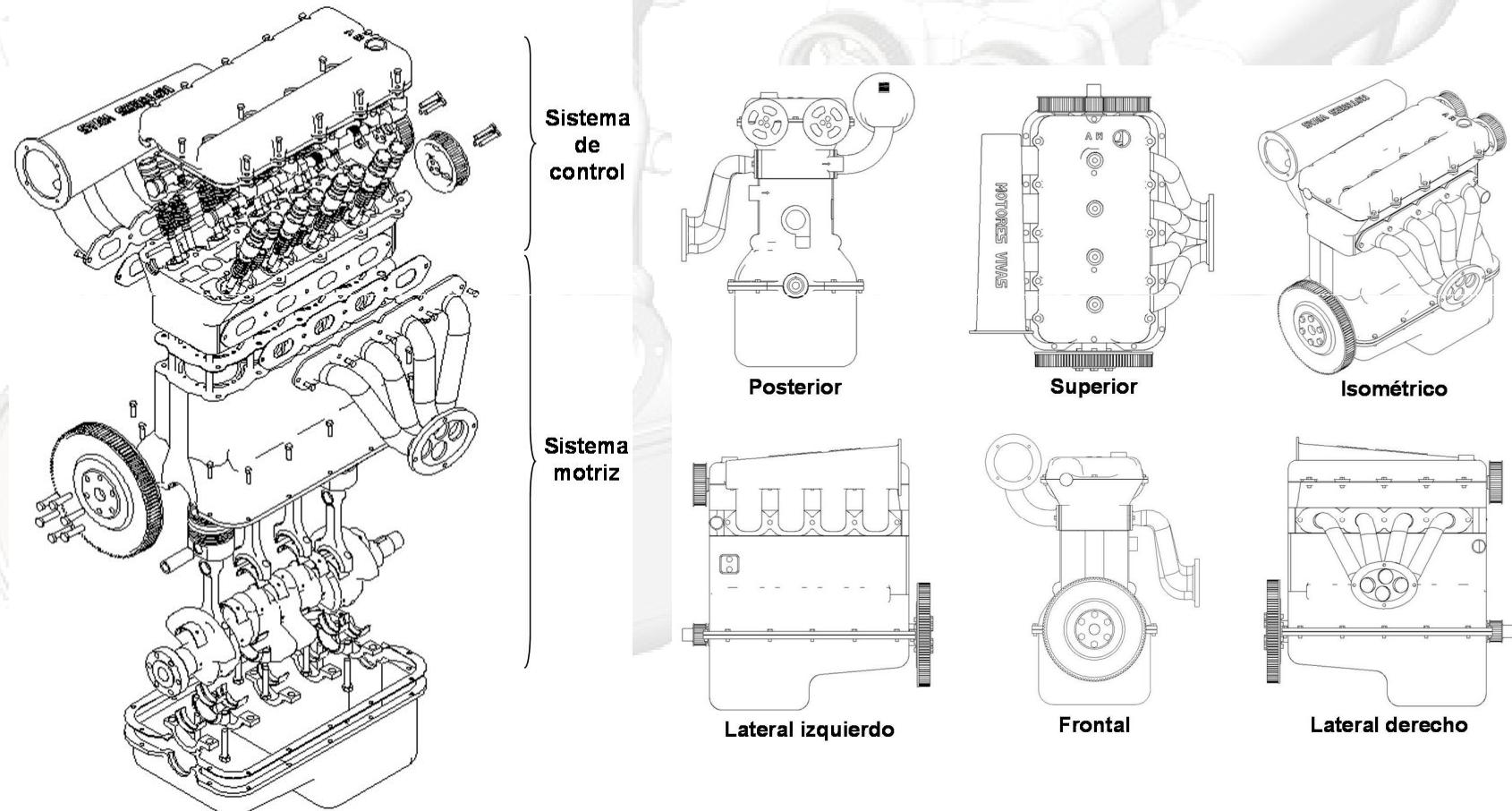


FIG. 21. PLANO DE DESPIECE Y DE MOTOR ENSAMBLADO

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

DISEÑO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 4 CILINDROS Y 1600 CC

VALOR AGREGADO NACIONAL DEL PROTOTIPO

Un total de 378 piezas componen el motor, de las cuales se tiene el diseño de 310 piezas lo que representa un 82% con una masa de 96,6 kg.

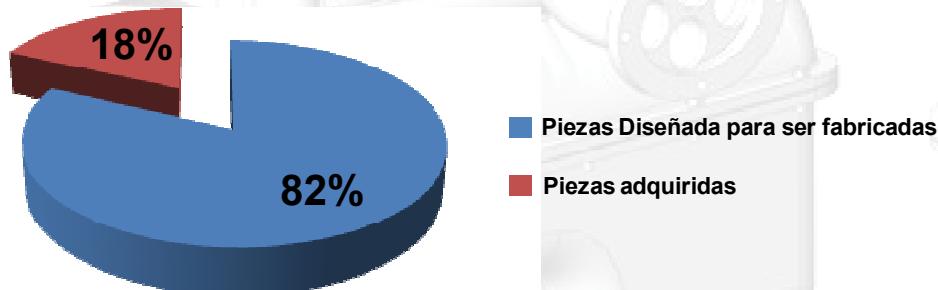
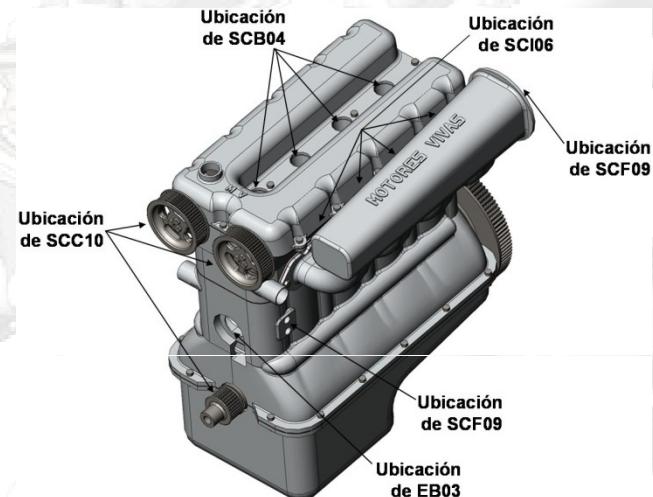
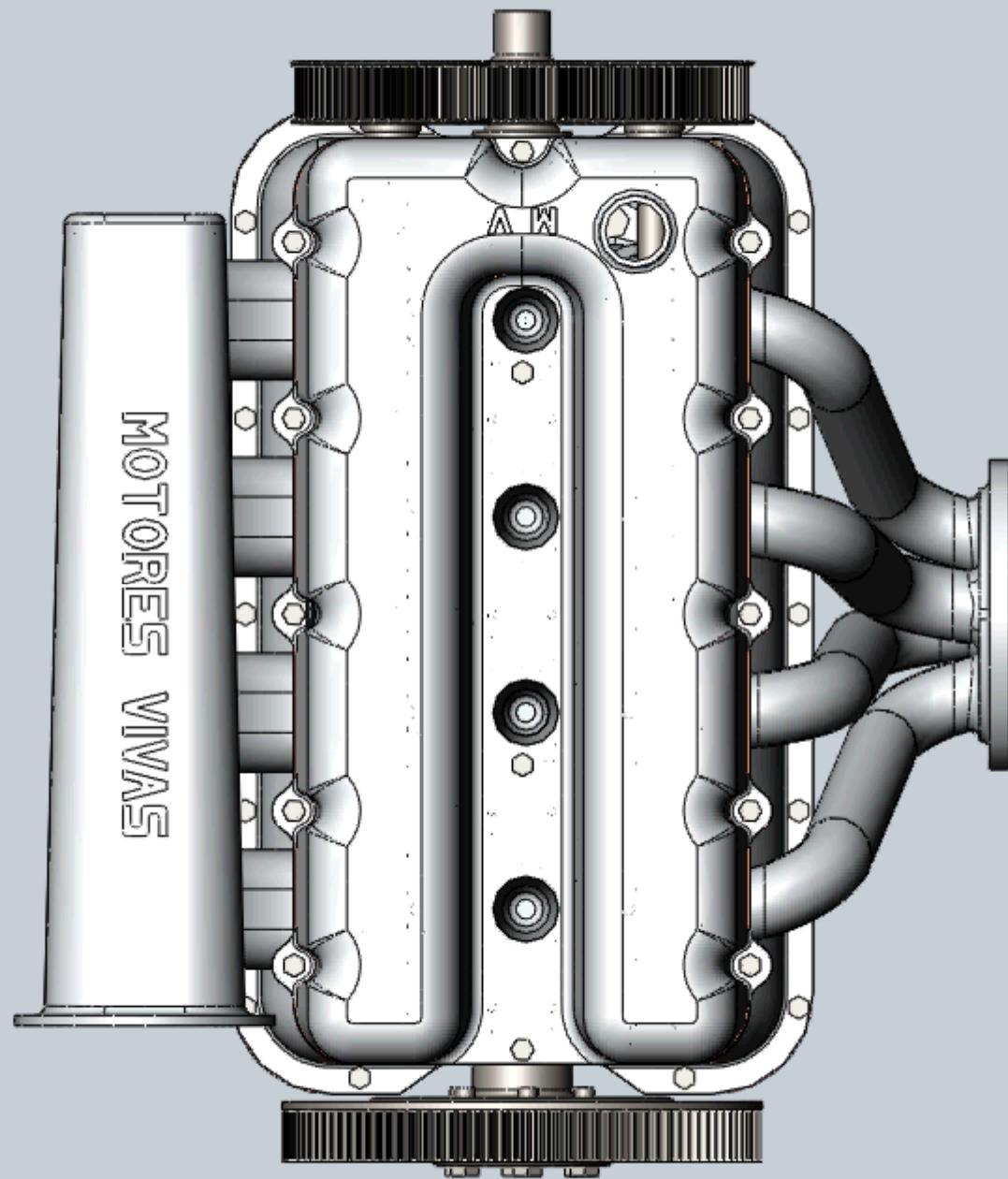


FIG. 22. RELACIÓN DE PIEZAS A SER FABRICADAS CON LAS PIEZAS A SER ADQUIRIDAS DEL MOTOR



Pieza	Código de ensamblaje	Cantidad
*Filtro principal de aceite	SCF01	1
*Filtro de gasolina	SCF02	1
*Distribuidor	SCD03	1
*Bujías	SCB04	4
*Cable de bujías	SCC05	4
*Inyector de gasolina	SCI06	4
*Arranque	SCA07	1
*Alternador	SCA08	1
*Filtro de aire	SCF09	1
*Correa	SCC10	1



MOTORES VVAs

MV

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

La Tabla 5 describe la forma de fabricación de cada pieza del prototipo

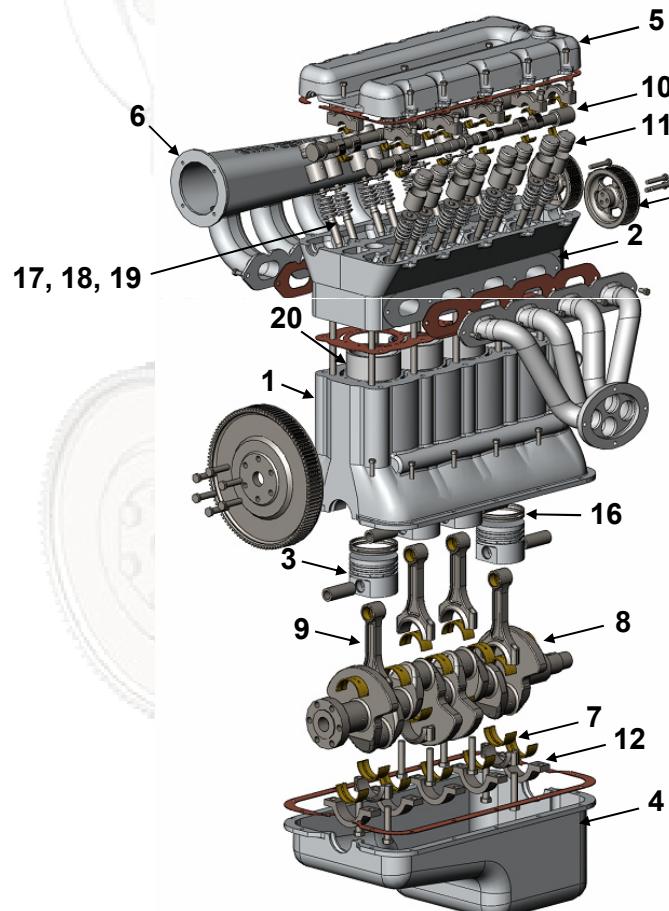


TABLA 5. FORMA DE FABRICACIÓN DE CADA PIEZA DEL PROTOTIPO

COMPONENTE	OBTENCIÓN DE FORMA BÁSICA	FORMA DE FABRICACIÓN
1 Bloque		
2 Cabezal de cilindros		
3 Pistón	Fundición	1. Impresión 3D de moldes de fundición 2. Ensamblaje de moldes 3. Fundición de aluminio / bronce 4. Rectificado en máquinas - herramientas
4 Cártier		
5 Cobertor de culata		
6 Colector de admisión		
7 Cojinetes		
8 Cigüenal		
9 Bielas		
10 Arbol de levas		
11 Taquetes		
12 Tapa cojinetes	Máquinas - herramientas	Debastado y rectificado mediante máquinas - herramientas
13 Poleas		
14 Volante de cigüenal		
15 Asiento de válvulas		
16 Anillos		
17 Válvulas		
18 Guía de válvulas	Adquisición sobre medida	1. Adquisición de piezas sobre medida 2. Rectificado en máquinas - herramientas
19 Resortes		
20 Camisa de pistón		

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION DE ALUMINIO

La Tabla 4 describe el método a emplear para la fundición de las piezas del motor en aleación de aluminio

TABLA 6. MÉTODO PROPUESTO DE MOLDEO A SER EMPLEADO PARA LA FUNDICIÓN DE PIEZAS

Piezas	Método de moldeo
Bloque (A-356)	Arena seca
Cabezal de cilindro (A-356)	Arena seca
Pistón (A-2618)	Arena verde
Cárter (A-356)	Arena verde
Cobertor de culata (A-356)	Arena verde
Colector de admisión (A-356)	Arena seca
Acople bloque – caja (A-356)	Arena verde
Adaptador del filtro de aceite (A-356)	Arena seca

La principal limitante en la fabricación del prototipo es localizar una planta de fundición que realice dicho trabajo especializado

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION DE ALUMINIO

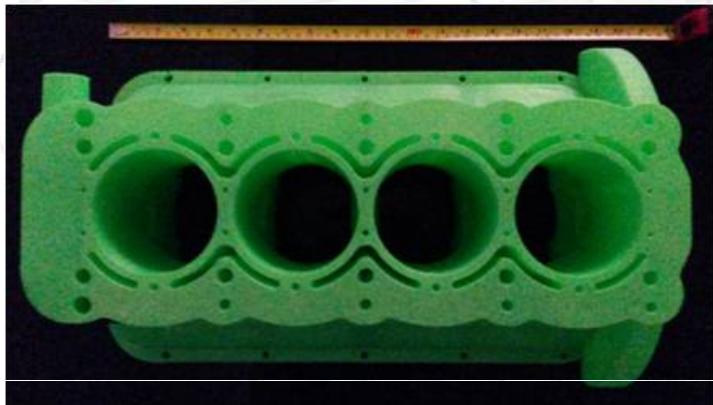


FIG. 23. MODELO EN PLÁSTICO DEL BLOQUE DEL MOTOR

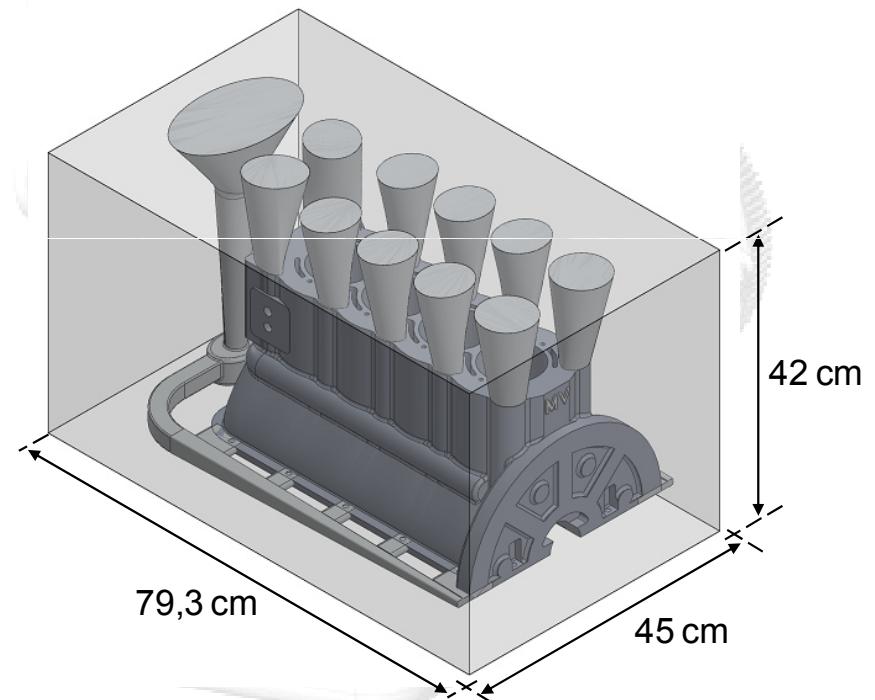


FIG. 24. DISEÑO METALÚRGICO DEL MOLDE EN ARENA SECA

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL FUNDICION DE ALUMINIO

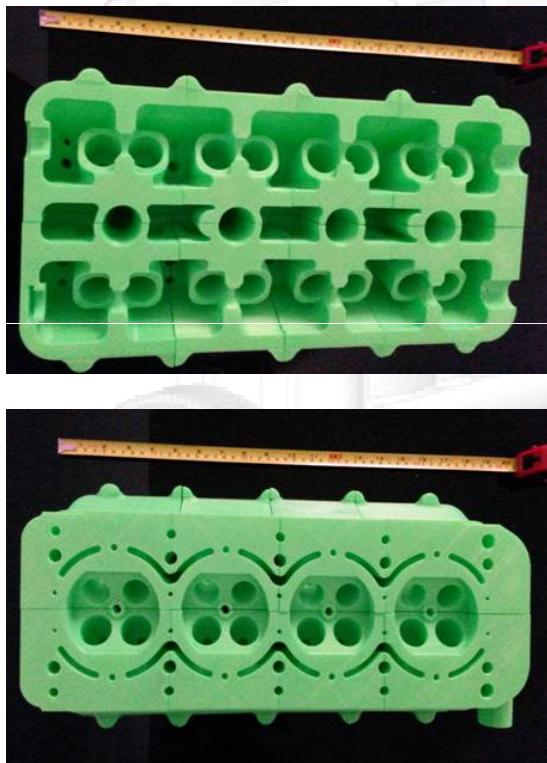


FIG. 25. MODELO EN PLÁSTICO DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

FIG. 26. LOW PRESSURE DIE CASTING MACHINE

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION (IMPRESIÓN 3D DE MODELOS PARA LA FUNDICION)

La Figura 27 muestra la vista frontal del cobertor de la culata ensamblado.

En la Figura 28 muestra las vistas de planta superior e inferior del cobertor de la culata ensamblado, se observa una longitud aproximada de 18 pulgadas (~ 460 mm)



FIG. 27. COBERTOR DE LA CULATA ENSAMBLADO
(VISTA FRONTAL)

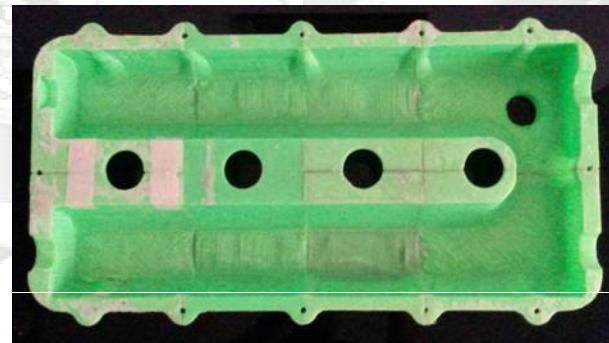


FIG. 28. COBERTOR DE LA CULATA ENSAMBLADO (VISTA DE PLANTA)

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION (IMPRESIÓN 3D DE MODELOS PARA LA FUNDICION)

La Figura 29 muestra la vista isométrico del pistón.

En la Figura 30 muestra las vistas de planta y lateral del pistón, se observa un diámetro aproximado de 80 mm y una longitud aproximada de 85 mm.



FIG 29. VISTA ISOMÉTRICO

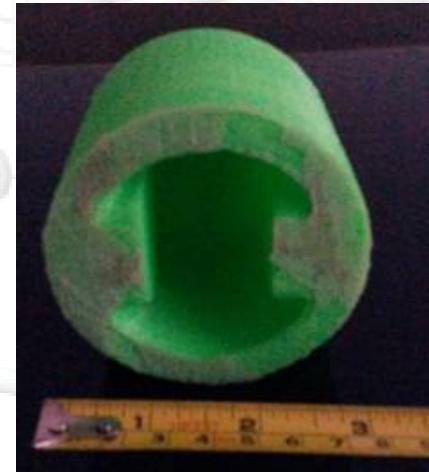
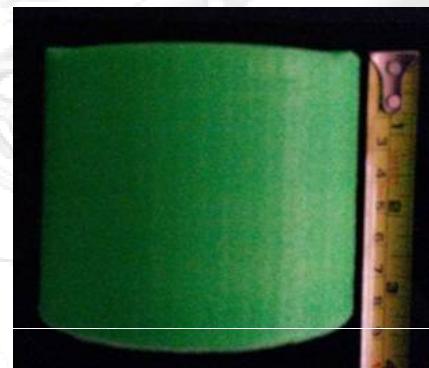


FIG 30. VISTAS DEL PISTON

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION (IMPRESIÓN 3D DE MODELOS PARA LA FUNDICION)

La Figura 31 muestra las vistas laterales del colector de admisión.

Se observa una longitud aproximada de 17 pulgadas (430 mm).



FIG. 31. VISTAS DEL COLECTOR DE ADMISIÓN ENSAMBLADO

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION (IMPRESIÓN 3D DE MODELOS PARA LA FUNDICION)

La Figura 32 muestra las vistas lateral inferior y superior del cárter ensamblado, se observa una longitud aproximada de 18,5 pulgadas (~ 470 mm)



FIG. 32. CÁRTER ENSAMBLADO (VISTA LATERAL)

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION (IMPRESIÓN 3D DE MODELOS PARA LA FUNDICION)

La Figura 33 muestra el ensamblaje de los moldes del motor en plástico, se observa la vista lateral del ensamblaje bloque - cárter - acople (Figura 23a), luego la adición de la culata en su vista lateral (Figura 23b),



FIG. 33.a



FIG. 33.b

FIG. 33. ENSAMBLAJE DE MOLDES DEL MOTOR

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

FUNDICION (IMPRESIÓN 3D DE MODELOS PARA LA FUNDICION)

La Figura 34 presenta la incorporación del cobertor de la culata (Figura 34a) donde se observa una altura del motor de aproximadamente 23 pulgadas (~ 590 mm). Por último la inserción del adaptador de filtro de aceite (Figura 34b).



FIG. 44.a



FIG. 34.b

FIG. 24. ENSAMBLAJE DE MOLDES DEL MOTOR

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

MAQUINAS HERRAMIENTAS

Con empleo de un taller mecánico se puede elaborar el 70% de las piezas del prototipo mediante uso de los planos de construcción y adquiriendo barras metálicas para su mecanizado

Piezas

[Cigüenal](#)

[Bielas](#)

[Arbol de levas](#)

[Taquetes](#)

[Tapa cojinetes](#)

[Poleas](#)

[Volante de cigüenal](#)

[Asiento de válvulas](#)

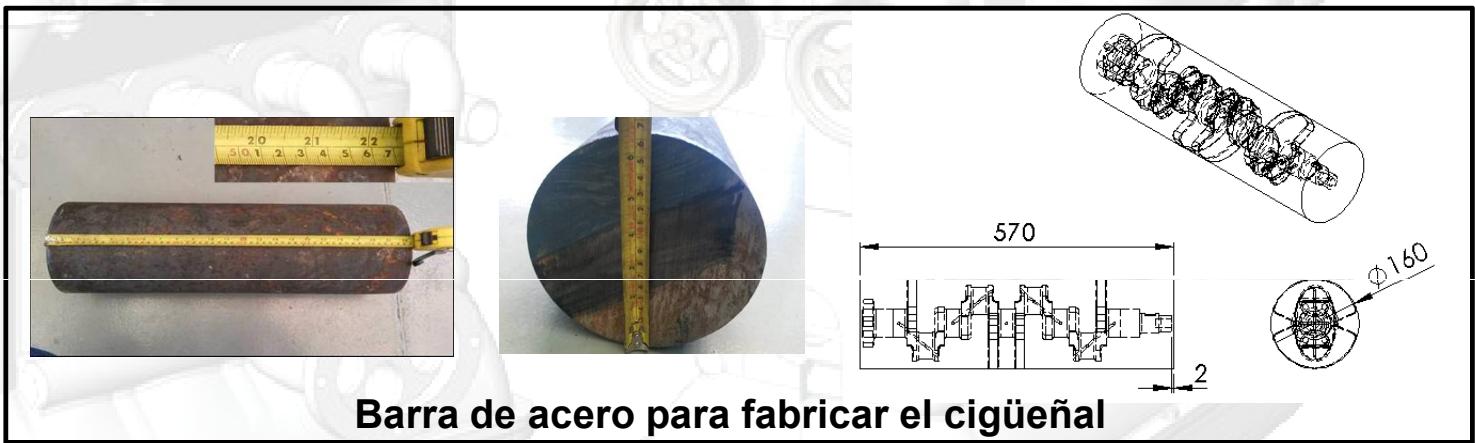
[Anillos](#)

[Válvulas](#)

[Guía de válvulas](#)

[Resortes](#)

[Camisa de pistón](#)



PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

FABRICACION DEL PROTOTIPO A ESCALA REAL

CRONOGRAMA DE TRABAJO

TABLA 7. CRONOGRAMA DE FABRICACION

Mètodo de fabricaciòn	Tiempo de fabricaciòn en meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mecanizado												
Diseño metalùrgico de los moldes												
Fundiciòn												
Mecanizado de piezas fundidas												
Ensamblaje												
Puesta a prueba												

La etapa de fundición que incluye diseño de moldes y fundición como tal consume un 75% del tiempo requerido debido a que se debe localizar un taller de fundición en el país que pueda elaborar las piezas y se debe terminar el diseño metalúrgico de los moldes que haga viable la operación de fundición.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

ESTUDIO FINANCIERO

Consideraciones

Empresa con mas de 1200 trabajadores con empleo directo con un salario anual equivalente a 50 mil \$

Tipo de costos: Clase IV

Gastos financieros alrededor de 350 MM\$

Costo unitario de fabricación de los motores

1 2*

$$\cdot 4 \text{ L} = 336 \$ + 566 \$ = 902 \$$$

$$\cdot 6 \text{ V} = 605 \$ + 650 \$ = 1255 \$$$

$$\cdot 8 \text{ V} = 786 \$ + 800 \$ = 1586 \$$$

Precio unitario de venta de los motores (30% de ganancia)

$$\cdot 4 \text{ L} = 1173 \$$$

$$\cdot 6 \text{ V} = 1632 \$$$

$$\cdot 8 \text{ V} = 2062 \$$$

Dos años de periodo de gracia y diez años de retorno de la inversión

Tasa interna de retorno = 28%

1 Costos de manufactura del motor

2* Costos de adquisición de elementos complementarios del motor

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

CONCLUSIONES

El estudio de mercado determinó una creciente necesidad de motores de combustión interna en el sector automotriz del país que puede alcanzar la cifra de 1 millón de motores por año para el año 2026 a fin de suplir la demanda de automóviles nuevos; adicionalmente, existe una creciente demanda de motores como repuestos producto del envejecimiento del parque automotor venezolano.

El estudio técnico determinó la factibilidad de ejecución del proyecto considerando la consolidación de una fábrica integral con una capacidad producción de 260 mil motores al año que contenga su propia planta eléctrica, una acería con sala de fundición de aluminio y cobre, una sala de máquinas – herramientas, una sala de ensamblaje y almacenamiento de motores, así como un edificio técnico – administrativo para la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías en el área de motores. Se propone la obtención de la tecnología (máquinas y herramientas) de países aliados de Venezuela como el caso de la República Popular de China y Rusia quienes tienen amplia experiencia en el sector automotriz.

El desarrollo del prototipo del motor de 4 cilindros permitirá validar el conocimiento tecnológico en el diseño y manufactura de motores a fin de proceder a su fabricación en serie. Adicionalmente, el conocimiento en el diseño y fabricación de un motor de combustión interna contribuirá al desarrollo de las industrias automotriz, agrícola y militar de Venezuela, en tal sentido, puede considerarse este proyecto como estructurante.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

CONCLUSIONES

El diseño del prototipo comprende más del 82% de los componentes del motor para ser fabricados en el país. Entre las características operacionales, el motor entrega una potencia teórica de 120 kW (160 caballos) a 5600 rpm como máxima velocidad rotacional, posee doble árbol de levas sobre cabeza (DOHC) con 16 válvulas. Se emplearon modelos matemáticos y simulación numérica para determinar las dimensiones y propiedades mecánicas requeridas por cada una de las partes que componen el motor, considerando una relación de compresión del motor de 8,5 y 10. Los materiales empleados en el diseño son: aleación de aluminio A 2618, aleación de aluminio A356, bronce al aluminio, aleación de acero inoxidable 21-2N y aleación de acero SAE 4340. Dichos materiales permiten brindarle a cada una de las piezas las propiedades mecánicas requeridas para soportar las cargas de operación del motor.

El estudio financiero con una estimación de costos clase IV, 1200 trabajadores con empleo directo y un gasto financiero inicial de alrededor a los 350 MM USD determinó una tasa interna de retorno de 28%.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

RECOMENDACIONES

Se recomienda la fabricación de un prototipo a escala real considerando las dimensiones y características descritas en los planos de fabricación a fin de determinar su funcionalidad y validar las estimaciones realizadas. Para ello se deberá:

Evaluar talleres de fundición en el ámbito nacional capaces de realizar la fabricación de las piezas que componen el motor bajo las características requeridas de diseño.

Propiciar la asesoría de un experto en fundición para la manufactura del bloque y cámara.

En caso de no localizar un taller de fundición en Venezuela capaz de realizar la cámara de combustión, evaluar la posibilidad de elaborarla en un taller en la Republica de China.

Evaluar talleres mecánicos adscritos al MINPPIBES para elaborar las piezas por mecanizado.

Evaluar el detalle de diseño para el ensamblaje de las posibles piezas que compondrán el sistema complementario del motor, entre ellas el alternador, el sistema de inyección, el distribuidor, sistema de ignición (bujías y cables), el arranque, la correa de sincronización (correa dentada), tensor de la correa dentada, filtro de aceite, filtro de aire, la bomba de agua y la bomba de aceite.

PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES

RECOMENDACIONES

Ensamblar el motor y poner a prueba a fin de realizar mejoras y optimizar el diseño.

Una vez optimizado, adecuar el diseño del motor para ser manufacturado mediante máquinas y herramientas especializadas para la fabricación en serie.

Finalizar el proyecto de inversión para la fabricación en serie del motor diseñado.

**PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FÁBRICA DE MOTORES DE
COMBUSTIÓN INTERNA PARA AUTOMÓVILES**

MUCHAS GRACIAS