

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE
FUNDICIÓN DE ESCULTURAS EN BRONCE Y ALUMINIO

FREDDY CÁCERES PARDO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENÍERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
BUCARAMANGA

2014

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE
FUNDICIÓN DE ESCULTURAS EN BRONCE Y ALUMINIO

FREDDY CÁCERES PARDO

Trabajo de grado para optar al título de:
INGENIERO METALÚRGICO

Director:

ARNALDO ALONSO BAQUERO

Ingeniero Metalúrgico UIS

Especialista en Fundición E.S.F. Francia

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES
BUCARAMANGA

2014

Dedicatoria

*A Dios nuestro Padre celestial y todopoderoso,
Gracias por ayudarme a perseverar y culminar mis estudios.
La honra y la gloria sean para ti siempre señor.*

*Carlina madrecita querida,
Gracias por tu amor y apoyo incondicional.
Especialmente en los momentos más difíciles.*

*Johana, esposa mía
Gracias por tu amor, paciencia y comprensión,
Y por estar siempre conmigo apoyándome.*

*Freddy Santiago y David Fernando hijitos míos
Gracias por ser el regalo más preciado que Dios me ha dado.
Los amo y anhelo lo mejor para ustedes.*

Agradecimientos

*A la Universidad Industrial de Santander
gracias por darme valiosos conocimientos
para el desarrollo de mi profesión.*

*Al profesor Arnaldo Alonso Baquero director del proyecto
Por su valioso tiempo e instrucción*

*A todos los profesores de mi carrera
por su gran aporte en mi formación profesional.*

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
2. METODOLOGIA GENERAL.....	16
3. MARCO REFERENCIAL	17
3.1 ESTADO DEL ARTE.....	17
3.2 MARCO TEORICO	18
3.2.1 Aleaciones de Cobre.....	19
3.2.2 Aleaciones de Aluminio.....	22
4. ESTUDIO TÉCNICO E INGENIERIA DEL PROCESO	24
4.1. PROCESO DE FUNDICIÓN	24
4.1.1 Modelos primarios.....	25
4.1.2 Moldes de silicona y contramoldes	26
4.1.3 Modelos de cera	29
4.1.4 Moldes refractarios	31
4.1.5 Descerado.....	34
4.1.6 Fundición, corte, cincelado y limpieza	34
4.1.7 Pátina.....	36
4.1.8 Análisis Metalográfico	39
4.2 PLANTA FÍSICA	40
4.3 RECURSOS FÍSICOS	41
5. ESTUDIO DE MERCADOS	43
5.1 OBJETIVOS.....	43
5.1.1 Objetivo general.....	43
5.1.2 Objetivos específicos	43
5.2 EL PRODUCTO	43
5.3 EL CLIENTE	44
5.4 LA OFERTA.....	44
5.5 LA DEMANDA.....	44

5.5.1 Ficha técnica de la investigación	44
5.5.2 Tabulación y resultados de las encuestas	46
5.5.3 Análisis de resultados de las encuestas	46
5.6 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN	47
5.7 PRECIO	47
5.8 PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN.....	47
6. ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	49
6.1 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA.....	49
6.2 CULTURA EMPRESARIAL.....	50
6.2.1 Misión.....	50
6.2.2 Visión	50
6.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	50
7. ESTUDIO FINANCIERO	51
7.1 INVERSIONES	51
7.1.1 Inversión Fija.....	51
7.1.2 Inversión diferida.....	52
7.1.3 Capital de trabajo	52
7.2 COSTOS.....	55
7.3 PRECIO DE VENTA	55
7.4 PROYECCIONES FINANCIERAS	56
7.4.1 Ingresos	56
7.4.2 Egresos.....	56
7.5 ESTADOS FINANCIEROS	57
8. EVALUACIÓN DEL PROYECTO	59
8.1 PUNTO DE EQUILIBRIO	59
8.2 EVALUACIÓN FINANCIERA	60
8.2.1 Valor presente neto (VPN)	60
8.2.2 Tasa interna de retorno (TIR).....	60
9. CONCLUSIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	64

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Clasificación genérica de las aleaciones base cobre para fundición	19
Tabla 2. Clasificación de las aleaciones de aluminio para fundición.....	23
Tabla 3. Peso de los materiales para cada uno de los modelos	29
Tabla 4. Ficha técnica del yeso utilizado	32
Tabla 5. Porcentaje y peso para cada metal utilizado.....	36
Tabla 6. Equipo, herramientas de trabajo e implementos de seguridad	41
Tabla 7. Materias primas e insumos	42
Tabla 8. Equipo de cómputo y oficina	42
Tabla 9. Ficha técnica para la investigación realizada.....	45
Tabla 10. Costos de inversión en publicidad	48
Tabla 11. Constitución de la empresa.....	49
Tabla 12. Activos fijos que requiere la empresa	51
Tabla 13. Inversión diferida.....	52
Tabla 14. Gastos administrativos y de ventas.....	52
Tabla 15. Mano de obra directa	52
Tabla 16. Mano de obra indirecta	52
Tabla 17. Materias primas por cada etapa del proceso	53
Tabla 18. Materias primas por unidad de producto.....	53
Tabla 19. Costo de materias primas por proyección de ventas mensual.....	54
Tabla 20. Total capital de trabajo.....	54
Tabla 21. Total de inversiones	54
Tabla 22. Costos y gastos	55
Tabla 23. Precio de venta de cada unidad de producto.....	55
Tabla 24. Proyección de ingresos para 5 años	56
Tabla 25. Proyección de egresos para 5 años.....	56
Tabla 26. Estado de resultados proyectado a 5 años	57
Tabla 27. Flujo de caja proyectado a 5 años	57
Tabla 28. Balance general	58
Tabla 29. Bases para calcular el punto de equilibrio.....	59
Tabla 30. Punto de equilibrio para cada uno de los productos	59
Tabla 31. Criterios de evaluación.....	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología general utilizada	16
Figura 2. Piezas realizadas por culturas precolombinas	18
Figura 3. Diagrama de fases para el cu-sn y micrografía del bronce 5%sn.....	20
Figura 4. Microestructura del bronce de cañón moldeado en coquilla, 200x	20
Figura 5. Microestructura de un bronce fosforoso moldeado en coquilla	21
Figura 6. Diagrama de fases para el cu-zn y microestructura del latón 65-35	22
Figura 7. Diagrama de fases para el al-si y micrografía para el al-7%si.....	23
Figura 8. Diagrama del proceso de fundición a la cera perdida	24
Figura 9. Modelos realizados en arcilla.....	25
Figura 10. Procedimiento utilizado para hacer los moldes de silicona.....	27
Figura 11. Procedimiento para hacer contramoldes de resina y fibra de vidrio	28
Figura 12. Modelos realizados en cera	30
Figura 13. Sistema de colada	31
Figura 14. Procedimiento realizado para los refractarios	33
Figura 15. Procedimiento de corte, cincelado y limpieza	35
Figura 16. Procedimiento de aplicación de la pátina.....	37
Figura 17. Esculturas metálicas realizadas.....	38
Figura 18. Micrografías de las probetas analizadas.....	40
Figura 19. Distribución de cada una de las áreas de la planta de producción	41
Figura 20. Diseño de la tarjeta de presentación.....	48
Figura 21. Diagrama organizacional de la empresa.....	50

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Encuestas realizadas	64
Anexo B. Resultados de la encuesta para artistas.....	65
Anexo C. Resultados de la encuesta para galerías	67
Anexo D. Descripción de perfil y cargos	69
Anexo E. Asignación salarial	71
Anexo F. Modelo de negocios canvas	72

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE FUNDICIÓN DE ESCULTURAS EN BRONCE Y ALUMINIO*

AUTOR: CACERES PARDO, Freddy**

PALABRAS CLAVES: Bronce, fundición, cera perdida, aleación.

DESCRIPCIÓN

El presente proyecto de grado está dirigido a determinar la factibilidad de crear una empresa, especializada en hacer esculturas por el proceso de fundición a la cera perdida.

Metodológicamente el proyecto fue dividido en cuatro partes: Estudio técnico e Ingeniería del Proceso, estudio de mercados, estudio administrativo y estudio financiero.

El estudio técnico se realizó con el análisis del proceso de producción y se determinaron los aspectos técnicos más importantes para hacer esculturas. Se hicieron modelos en arcilla, moldes de silicona, contramoldes, modelos en cera, refractarios y las figuras metálicas a las cuales se les aplicó pátinas de colores.

El estudio del Mercado, analizó los temas relacionados con el producto, el cliente, la oferta, demanda, comercialización y precios.

El estudio administrativo, definió la constitución y la estructura organizacional de la empresa.

El estudio financiero realizó el análisis económico, en función de la inversión, los costos, las fuentes de financiación, los ingresos y los egresos, para tener una visión clara de la posible viabilidad del negocio..

El modelo CANVAS, permitió hallar los fundamentos para crear una empresa, por medio de una visión global que permitió establecer el plan de negocios.

Finalizados cada uno de los estudios realizados se formularon las conclusiones del proyecto.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.
Director: Arnaldo Alonso Baquero.

ABSTRACT

TITLE: FEASIBILITY STUDY FOR THE CREATION OF A COMPANY OF FOUNDRY SCULPTURES IN BRONZE AND ALUMINUM.*

AUTHOR: CÁCERES PARDO, Freddy**

KEYWORD: Bronze, casting, lost wax, alloy

DESCRIPTION:

This graduation project is aimed at determining the feasibility of creating a company that specializes in making sculptures by the lost wax casting process.

Methodologically, the project was divided into four parts: technical study and process engineering, study of markets, financial analysis and administrative study.

The technical study was performed with the analysis of the production process and the most important technical aspects to make sculptures. Clay models, silicone molds, countermoulds, wax models, refractory, and metal figures to which we applied colored patinas.

The market Study, discussed issues related to the product, the customer, supply, demand, trade and prices.

The administrative study, defined the constitution and organizational structure of the company.

The financial study conducted economic analysis, based on investment, costs, funding sources, income and expenses, to have a clear vision of the potential viability of the business.

The CANVAS model allowed the identification of the basics of creating a company, through a global vision that could establish a business plan.

Completed each of the studies project findings were made.

* Degree project

** Faculty of Physicochemical Engineering. School of Metallurgical Engineering and Materials Science. Director: Arnaldo Alonso Baquero.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de factibilidad está dirigido a crear una empresa, especializada en el proceso de fundición a la cera perdida. Realizando esculturas de formatos grandes y pequeños en aleaciones metálicas, principalmente en bronce, al cual se le aplican pátinas que le dan un acabado lustroso y artístico.

Con esta empresa se busca realizar las obras a los escultores de Santander, así como también se proyecta llegar al mercado de esculturas de pequeña escala que se pueden comercializar en galerías de arte, diseño y decoración. Adicionalmente hacer contratos con alcaldías, gobernaciones y colegios, para realizar esculturas conmemorativas y prestar el servicio de restauración de monumentos con estándares de calidad ingenieril.

La empresa pretende ser una alternativa que genere una nueva actividad económica en Santander, en especial en la ciudad de Bucaramanga. Con la puesta en marcha de la empresa se busca alcanzar varios beneficios, entre los cuales se pueden destacar:

-Ambiental: Porque aumentando el reciclaje de chatarra de aluminio y bronce, se reducen los costos de recolección de residuos, ampliando el ciclo de vida de los rellenos sanitarios y reduciendo la contaminación. Según estudios realizados para producir aluminio a partir de la bauxita se utiliza más de 14.000 kw/hr, mientras que con aluminio reciclado baja el consumo de energía y se reduce la contaminación relacionada con el proceso de fabricación en un 95%[1] lo que implica menos riesgos atmosféricos como la lluvia ácida.

-Económico: Se convierte en una fuente importante de ingresos tanto para el empresario como para la región.

-Social: Contribuyendo a la generación de empleo, permite que más familias tengan la posibilidad de tener un mejor nivel socioeconómico.

-Cultural: Permite un mayor acercamiento de la sociedad con el arte despertando su sensibilidad artística.

-Industrial: Fortaleciendo el sector de la fundición mediante la fabricación de esculturas de gran calidad y a precios competitivos a nivel nacional e internacional.

Bajo un procedimiento sistemático y trabajando en la mejora continua y la búsqueda de soluciones a los problemas, permitirá que se obtengan mayores posibilidades de fortalecimiento empresarial y hará que se pueda ampliar el horizonte hacia nuevos mercados en los cuales se requieran piezas realizadas por fundición.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

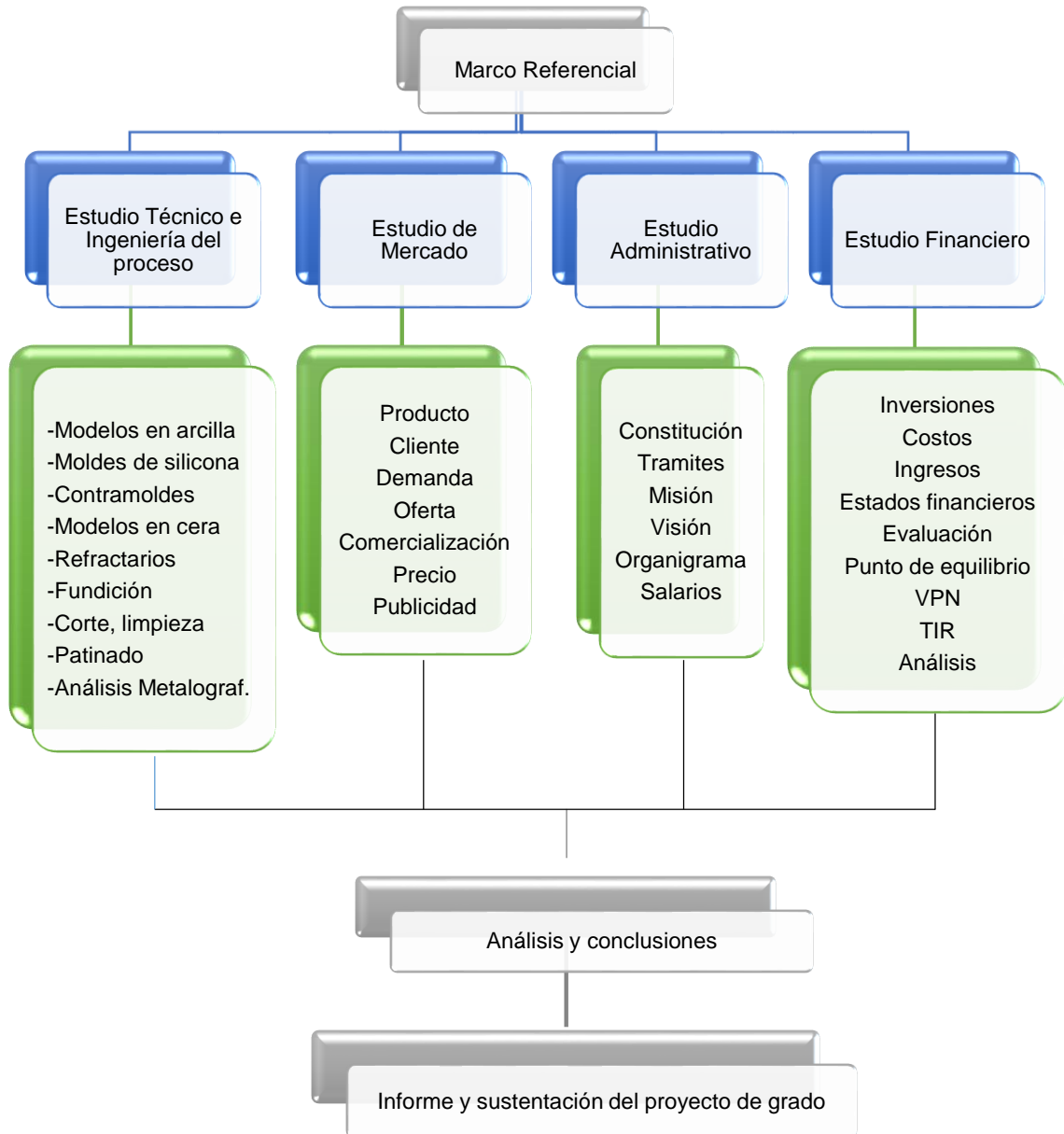
Realizar un plan de negocios que determine la factibilidad para la creación de una empresa de fundición dedicada a la fabricación y comercialización de esculturas en bronce y en aluminio, utilizando el proceso de fundición a la cera pérdida.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar moldes de silicona para realizar modelos en cera.
- Elaborar moldes refractarios en yeso monoblok.
- Realizar esculturas en bronce y aluminio
- Preparar y aplicar pátinas a las esculturas realizadas.
- Realizar un plan de negocios utilizando el método CANVAS de creación de empresas.
- Elaborar el proyecto bajo los lineamientos de inscripción del fondo Emprender para poder obtener el capital semilla que permita poner en funcionamiento la empresa.

2. METODOLOGIA GENERAL

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología general utilizada



3. MARCO REFERENCIAL

3.1 ESTADO DEL ARTE

En Ecuador, Norma Isabel Tirado realizó su tesis titulada Costos por órdenes de producción para la empresa FUNDI LASER y estableció que las empresas pequeñas o grandes deben tener un sistema contable debidamente organizado de modo que las transacciones se registren en el momento presente, para lograr una información rápida y oportuna, a esta conclusión llegó tras analizar que la empresa no contaba con un sistema contable y de costos que proporcionara resultados claros, precisos y que permitiera la fijación del precio de venta en el producto final. Otro punto importante es que la inexistencia de funciones definidas en el personal causa mala organización, esto fue visible en el área de producción en donde se pudo constatar el desperdicio de la materia prima debido a que no existe el personal capacitado para supervisar el proceso. También la existencia de gastos innecesarios por la falta de planificación, originó que los costos varíen constantemente, por lo tanto también el precio de venta. Se recomendó establecer un control de asistencia para el cumplimiento de las labores por parte del personal y realizar el control e inspección en cada una de las etapas de producción, para lograr un producto de óptima calidad así como diseñar un plan de control para el manejo de materiales, para que no hayan desperdicios o queden en bodega materiales no utilizados. (1)

Santos Junchaya, realizó en 2010 un proyecto de análisis sobre los sistemas de fundición de las pequeñas y medianas empresas en Perú, apoyándose en la observación de su infraestructura, la cual adolece de algunas imperfecciones que no les permite obtener productos confiables. Enfatizando en que deben de tener una infraestructura que les permita producir con estándares de calidad para ser competitivos tanto a nivel nacional como internacional, y así obtener la confianza y la atracción del mercado externo, también recomendó a las pequeñas y medianas empresas de fundición que conozcan su ubicación geográfica, el tipo de materiales que utilizan y los productos que hacen, con el fin de apoyarse entre sí en caso de tener un pedido voluminoso, para elaborar los productos requeridos en los plazos y calidad previstos. (2)

Nicolás Durand y Frederick Michel crearon en 1997, la empresa de fundición de los Cíclopes, en Lorena Italia. A fuerza de pruebas e Investigación, los dos fundadores redescubrieron las técnicas tradicionales, aprendieron a hacer moldes flexibles, desarrollaron sus recetas de pátina, e hicieron las primeras compras de equipos. Durante los tres primeros años, su trabajo ha sido reconocido por artistas locales y recompensados por instituciones, haciéndose conocida en la región por la calidad de su trabajo y su presencia en los eventos artísticos. Hoy, los dos fundadores

tienen las herramientas de producción, los procesos bajo control, una completa cartera de pedidos y de proyectos. (3)

3.2 MARCO TEORICO

No se sabe con exactitud el inicio de la fundición a la cera perdida, pero se conocen algunas piezas de la edad del bronce, las más antiguas provienen de Asia menor y tienen 4000 años, también en Egipto y en China unos 1500 años después se utilizó esta técnica para crear obras con formas complejas en cobre, bronce y oro. (4)

Figura 2. Piezas realizadas por culturas precolombinas



(a) Figuras de oro de la cultura Quimbaya
Fuente: <http://www.cronicadelquindio.com>



(b) Balsa de oro Muisca
Fuente: Museo del oro de Bogotá

El oro fue uno de los primeros metales trabajados por el hombre debido a su maleabilidad y a su belleza. En la figura 2a se pueden apreciar algunas de las obras realizadas por la cultura Quimbaya, tribu precolombina que realizó joyas preciosas fundidas en oro mucho antes del descubrimiento de América. Los Quimbaya obtenían figuras en tumbaga con la técnica de la cera perdida y posteriormente les practicaban el templado. Las figuras Quimbaya que se pueden ver en los museos brillan más y no han sufrido tanto el paso del tiempo porque estos orfebres fueron los que mejor practicaron el templado, pues martillaban y repetían el proceso varias veces. (5)

En la figura 2b se puede apreciar la balsa de oro, una pieza de orfebrería precolombina votiva elaborada por la cultura muisca en la región geográfica que actualmente corresponde al centro de Colombia. La pieza se encuentra exhibida en el Museo del Oro de Bogotá. Se estima que la figura fue elaborada en oro con una pequeña cantidad de cobre, entre los años 600 y 1600 d. C. utilizando el proceso de fundición a la cera perdida. (6)

3.2.1 Aleaciones de Cobre

Para designar las aleaciones base cobre para fundición se clasificaron de acuerdo a un sistema de designación que comprende los números UNS C80000 al C99900 los cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación genérica de las aleaciones base cobre para fundición

Nombre genérico	Numero UNS	Composición
Cobre	C80100-C81100	>99% Cu
Cobre diluido	C81300-C82800	>94% Cu
Bronces rojos al Pb y Bronces rojos	C83300-C84800	Cu-Zn-Sn-Pb (75 a 89%Cu)
Bronces amarillos al Pb y Bronces amarillos	C85200-C85800	Cu-Zn-Sn-Pb (57 a 74%Cu)
Bronces al Mn y Bronces al Mn con Pb	C86100-C86800	Cu-Zn-Mn-Fe- Pb
Bronces al Si y latones al Si	C87200-C91700	Cu-Zn-Si
Bronces al Sn y Bronces al Sn con Pb	C92200-C92900	Cu-Sn-Zn-Pb
Bronces al Sn con alto % de Pb	C93200-C94500	Cu-Ni-Sn-Zn- Pb
Bronces al Al	C95200- C96700	Cu-Al-Ni-Fe
Cu-Ni	C96200- C96800	Cu-Ni-Fe
Ni-Ag	C97300- C97800	Cu-Ni-Zn-Pb- Sn
Cu-Pb	C98200- C98800	Cu-Pb
Otras aleaciones	C99300-C99750	

Fuente: MAFFIA, Ernesto G. Estructura y Propiedades de las aleaciones. (7)

3.2.1.1 Bronces

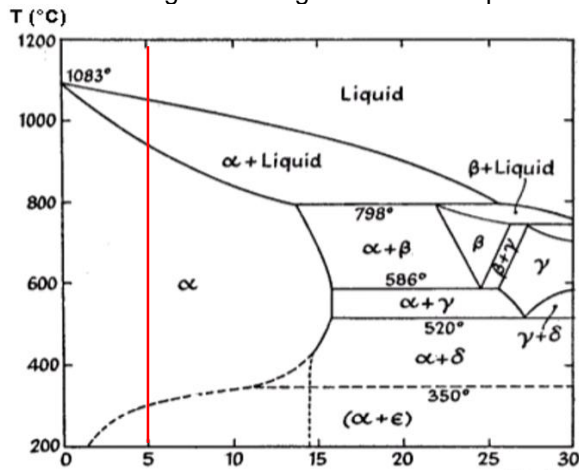
El bronce ha sido la aleación metálica más utilizada para la fundición de modelos escultóricos por su resistencia, por su fácil colabilidad en el llenado del molde y por qué adquiere una pátina protectora que le da una belleza especial. (8)

Los bronce comerciales más usuales son de estaño, aluminio, berilio o silicio.

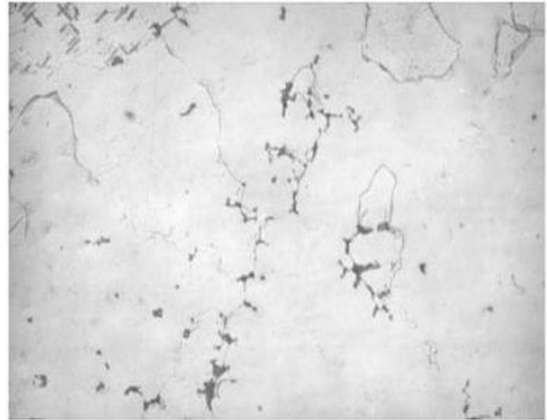
Bronce 5% Sn (95%Cu, 5%Sn)

En la figura 3 se puede observar el diagrama de fases y la microestructura de un bronce con 5% de Sn, moldeado en coquilla. En donde se observan dendritas de fase α con segregaciones en los espacios interdendríticos. (8)

Figura 3. Diagrama de fases para el Cu-Sn y micrografía del bronce 5%Sn



(a) Diagrama de fases para el sistema Cu-Sn
Fuente: CHUECA, Enrique. Metalografía microscópica práctica. (9)

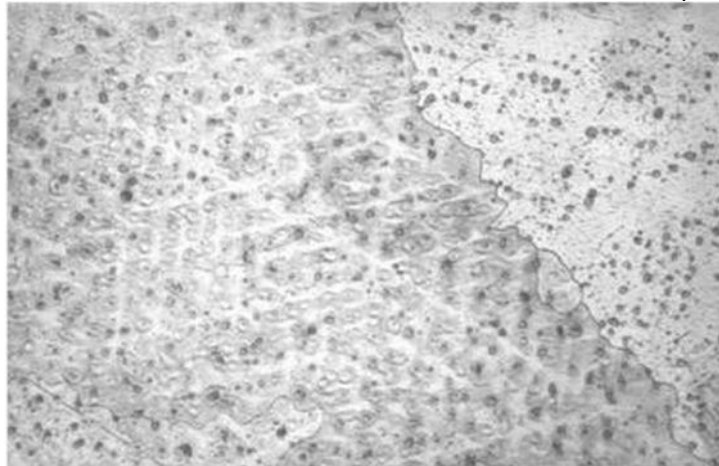


(b) Microestructura de un bronce 5%Sn, moldeado en coquilla, 200x.
Fuente: Gil, Francisco. MANERO, José. Metalografía. (8)

Bronce de cañón

Son aleaciones con un contenido de estaño entre 8 y 11%. Para evitar la absorción de oxígeno durante la colada se suele añadir cinc como agente desoxidante. Son aleaciones de gran resistencia mecánica y buena resistencia a la corrosión. Los bronce de cañón más conocidos son el Almirantazgo y el americano. Su principal aplicación se da en la industria naval y en la ornamentación. En la figura 4 se observa que la microestructura está formada por una solución sólida de fase α , con presencia de un eutectoide segregado. (8)

Figura 4. Microestructura del bronce de cañón moldeado en coquilla, 200x

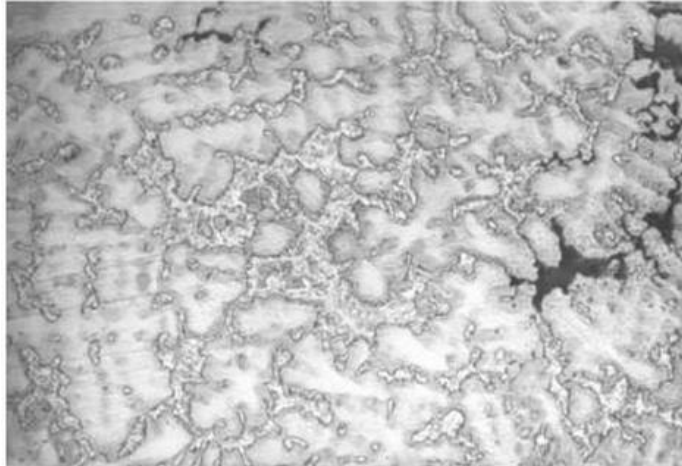


Fuente: Gil, Francisco. MANERO, José. Metalografía. (8)

Bronces especiales (0,5% fósforo)

Estas aleaciones se conocen como bronce fosforosos y se utilizan para la fabricación de cojinetes, y engranajes. En la microestructura de la figura 5 se tiene un bronce fosforoso con 0,5% de fósforo. Se observa la fase α con segregaciones del eutectoide segregado $\alpha+\delta$ y con presencia de intermetálicos CuP_3 . (8)

Figura 5. Microestructura de un bronce fosforoso moldeado en coquilla



Fuente: Gil, Francisco. MANERO, José. Metalografía. (8)

Bronce al silicio

La aleación comercial más importante contiene alrededor de 3.5% de silicio junto con pequeñas adiciones de cinc, hierro y manganeso. Los bronce complejos al silicio poseen propiedades similares a las del bronce de cañón. Algunas de estas aleaciones son susceptibles de tratamiento térmico. (9)

Trabajando en frío, la resistencia a la tracción puede aproximarse a los 900 MPa, mientras que en estado recocido es de 380 MPa, con un alargamiento del 65%. Estos bronce son comúnmente utilizados para calderas, hornos y tanques que requieren alta resistencia mecánica combinada con resistencia a la corrosión. (10)

3.2.1.2 Latones

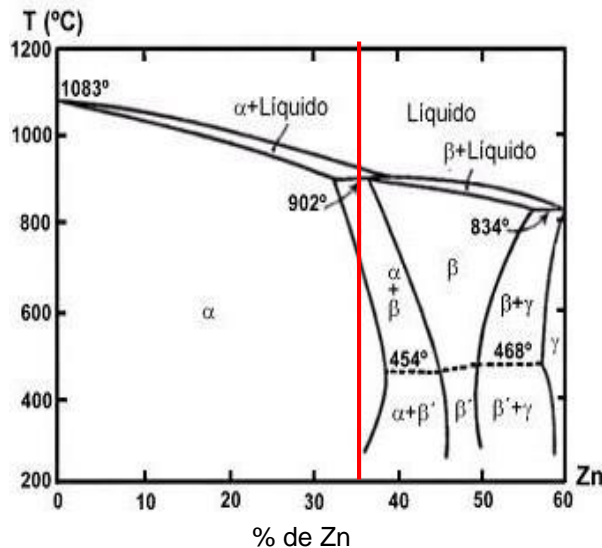
Son aleaciones de cobre con Cinc, pero pueden tener pequeñas cantidades de Pb, Sn o Al, elementos que tienen la finalidad de modificar alguna propiedad del material, como el color, la resistencia mecánica, la ductilidad, la maquinabilidad, la resistencia a la corrosión o una mezcla de dichas propiedades. (7)

Adicionando cinc al cobre se forman una serie de soluciones sólidas, que se denominan siguiendo el orden decreciente de sus contenidos de cobre, como componentes α , β , γ , etc. (9)

En los latones la elevada presión del vapor de cinc en estado de fusión ocasiona dificultades, apareciendo fácilmente fallas en la superficie de las piezas fundidas. Sin embargo adicionando aluminio o plomo es posible mejorar la colabilidad. (4)

Desde el punto de vista industrial, estas aleaciones son consideradas importantes si se encuentran en un rango de composición, entre 0 a 50% de cinc, como ejemplo se muestra un latón 65/35 en la figura 6a, b (9)

Figura 6. Diagrama de fases para el Cu-Zn y microestructura del latón 65-35



(a) Diagrama de fases para el sistema Cu-Zn.
Fuente: CHUECA, Enrique. Metalografía microscópica práctica. (9)

(b) Microestructura del latón 65/35, colado en coquilla. Ataque con dicromato, X100.
Fuente: FERRER G., Carlos. Curso de Ciencia de los materiales. UPV (11)

La resistencia a la corrosión del latón es adecuada para la mayoría de los ambientes atmosféricos. Sin embargo, estas aleaciones están sujetas a la descincificación en ambientes acuáticos estancados, ambientes ácidos, y pueden fallar en presencia de amoníaco húmedo, aminas, y compuestos de mercurio. (7)

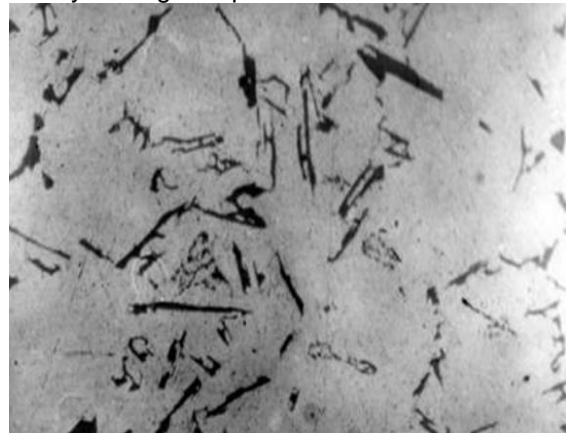
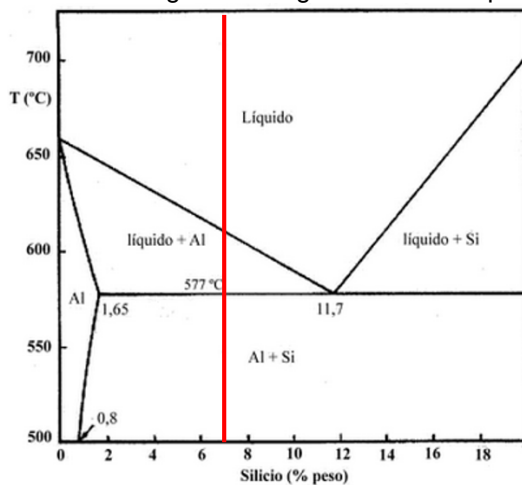
3.2.2 Aleaciones de Aluminio

La mayoría de las aleaciones de aluminio para fundición contienen silicio suficiente para producir una reacción eutéctica que le confiere a la aleación bajos puntos de fusión y la capacidad de fluir por el molde sin solidificarse rápidamente, reduciendo la formación de grietas y produciendo una notable mejora en la alimentación de las piezas conjuntamente con una disminución en la contracción. Agregando silicio con una composición entre el 4 y 12%, se pueden producir piezas con diseños muy complicados, con grandes variaciones del espesor de la sección y de gran superficie

y calidad interna. Estas características del silicio presente en la aleación hacen que la industria de la fundición de aluminio sea comercialmente viable. (12).

En el diagrama de fases y en la microestructura de la aleación Al-7%Si que se encuentra en la figura 7, se puede observar que esta, es una aleación hipoeutéctica con matriz de fase α y eutéctico (α +Si) en los espacios interdendríticos. En la tabla 2 se muestra la clasificación general de las aleaciones de aluminio para moldeo.

Figura 7. Diagrama de fases para el Al-Si y micrografía para el Al-7%Si



(a) Diagrama de fases para el sistema Al-Si

(b) Microestructura del Al-7%Si. Ataque con nitrato férrico 250x

Fuente: GIL MUR, Francisco. MANERO, José. Metalografía. UPV (8)

Tabla 2. Clasificación de las aleaciones de aluminio para fundición

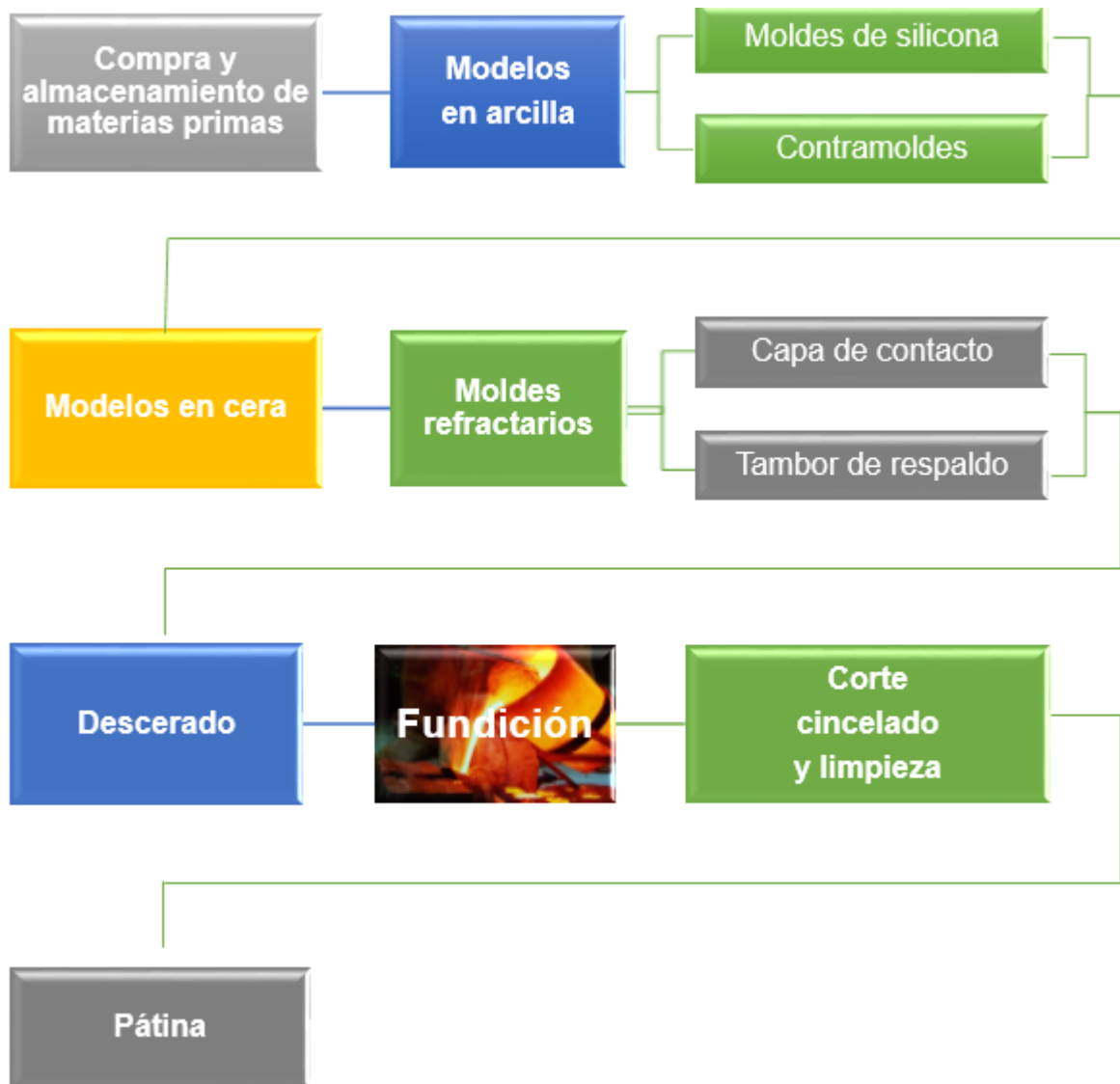
SERIE	DESIGNACIÓN	ALEANTE PRINCIPAL
Serie 1000	1XXX	99% al menos de aluminio
Serie 2000	2XXX	Cobre (Cu)
Serie 3000	3XXX	Si y Cu o Si y Mg
Serie 4000	4XXX	Silicio (Si)
Serie 5000	5XXX	Magnesio (Mg)
Serie 6000	6XXX	Serie sin usar
Serie 7000	7XXX	Zinc (Zn)
Serie 8000	8XXX	Estaño

Fuente: Materials Handbook. Mac Graw Hill

4. ESTUDIO TÉCNICO E INGENIERIA DEL PROCESO

4.1. PROCESO DE FUNDICIÓN

Figura 8. Diagrama del proceso de fundición a la cera perdida



4.1.1 Modelos primarios. Estos son los modelos originales, los cuales fueron realizados utilizando arcilla, sin embargo es posible utilizar otros materiales como: madera, plastilina, poliestireno expandido, etc.

4.1.1.1 Materiales

- Caolín ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)
- Agua
- Herramientas de modelado (Espátulas, punzones, espuma, pinceles, etc)
- Alambre (calibre 20)

4.1.1.2 Procedimiento

Se preparó la masa de arcilla utilizando caolín blanco y agua, mezclando constantemente con el fin de lograr una consistencia parecida a la de la plastilina. Con las manos y con ayuda de herramientas especiales se realizaron tres modelos originales: Don Quijote de la Mancha (modelo 1), El Nobel Colombiano (modelo 2) y Busto de Gabriel García Márquez (modelo3)

Figura 9. Modelos realizados en arcilla



Quijote



El Nobel colombiano



Gabriel García Márquez

4.1.2 Moldes de silicona y contramoldes

4.1.2.1 Materiales

- Pistola de silicona
- Gasa
- Espátulas
- Guantes
- Resina, estireno, catalizador MECK
- Yeso escayola

4.1.2.2 Procedimiento

4.1.2.2.1 Moldes de silicona

Se aplicó una primera capa de silicona sobre la cara frontal del modelo de arcilla dejando secar aproximadamente cinco minutos, luego se aplicó la segunda capa con gasa para dar mayor resistencia y por último dos capas más. Los moldes de silicona por ser flexibles requieren de unos contramoldes que le sirven de soporte, acoplándose a él y manteniendo la forma reflejada por el modelo original. Para el busto de Gabriel García Márquez se realizaron contramoldes de resina y fibra de vidrio y para los otros dos modelos se hicieron de escayola.

4.1.2.2.2 Contramoldes de resina

En un recipiente plástico, se mezcló resina, estireno y talco industrial. Después de revolver bien se agregó catalizador Meck (2ml y 5ml por cada kilo de resina) para que la reacción química iniciará el fraguado y secado. Sobre cada molde de silicona se aplicó una capa de la resina preparada y simultáneamente se fueron colocando pequeñas cantidades de fibra de vidrio este proceso se realizó hasta cubrir toda la superficie y se aplicó una segunda capa de resina para reforzar el contramolde.

4.1.2.2.3 Contramoldes en escayola

En un recipiente plástico con agua, se agregó escayola y se mezcló homogéneamente, luego se aplicó sobre el molde de silicona hasta cubrir toda su superficie (Don Quijote y el lector). Se repitió hasta tener una capa gruesa de aproximadamente 2 cm. Por último se repitió el procedimiento en la cara posterior del modelo.

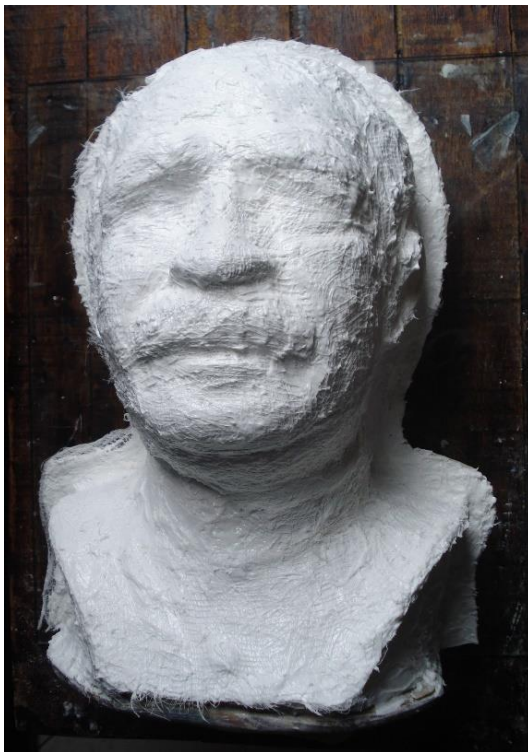
Figura 10. Procedimiento utilizado para hacer los moldes de silicona



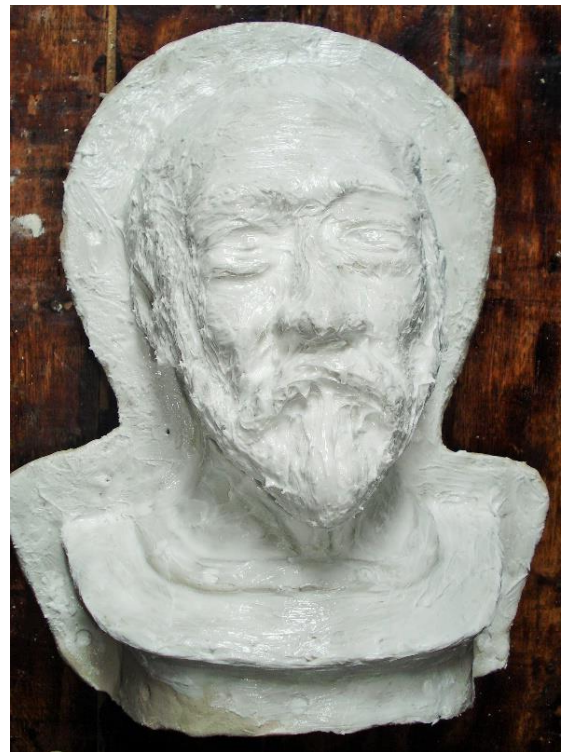
Primera capa de silicona



Segunda capa de silicona con gasa de refuerzo



Molde de silicona (Gabo)



Molde de silicona (Quijote)

Figura 11. Procedimiento para hacer contramoldes de resina y fibra de vidrio



(a) Pincelado de resina



(b) Capas de fibra de vidrio



(c) Contramolde de resina-fibra (Gabo)



(d) Contramolde de escayola (Quijote)

4.1.3 Modelos de cera

Se realizaron vertiendo cera líquida dentro de los moldes de silicona, la cual está compuesta por cera de abejas, parafina y colofonia.

4.1.3.1 Materiales

- Cera de abejas, parafina y colofonia
- Recipientes metálicos
- Cocina a gas

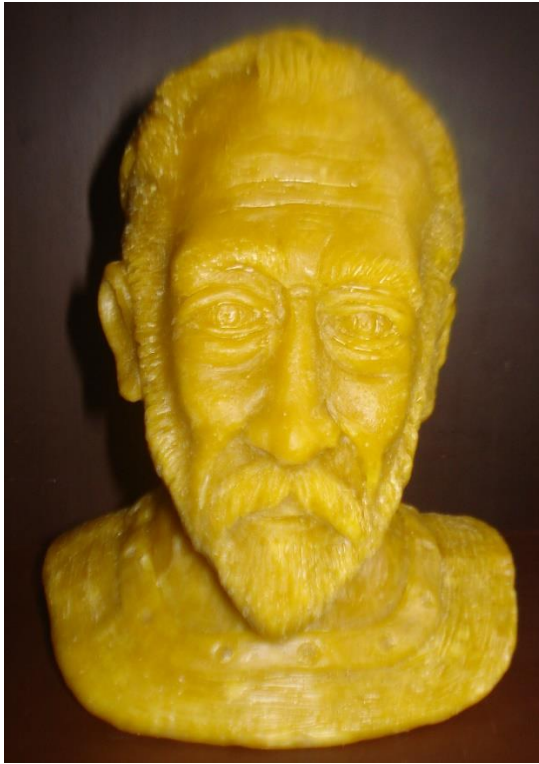
Tabla 3. Peso de los materiales para cada uno de los modelos

Materiales	Formula [%]	T.Fusión [°C]	Densidad [g/cm ³]	1 (g)	2 (g)	3 (g)
Cera	40	65.1	0,9433	208	96	800
Parafina	40	55.9	0,8908	208	96	800
Colofonia	20	37.5	1,0574	104	48	400

4.1.3.2 Procedimiento

Se halló el volumen aproximado de cada modelo de arcilla, se reemplazó este valor en la fórmula de densidad de la cera y se determinó el peso aproximado de la cera a utilizar para cada modelo. Se preparó la cera con la fórmula 40% de cera de abejas, 40% de parafina y 20% de colofonia (tabla 4) [8] y se halló el peso para cada uno de los componentes depositando, primero la cera de abejas, luego la parafina y por último la colofonia, fundiendo al baño maría a una temperatura entre 70-80 °C. Se vertió la cera líquida tibia dentro de cada molde de silicona, formando capas hasta lograr un grosor de pared aproximado de 5 mm. Se dejó enfriar en agua y se obtuvieron los modelos en cera. Utilizando la misma composición anterior se realizaron cada uno de los elementos del sistema de llenado, compuesto por bebedero, respiraderos y canales de colada, los cuales permitieron que el metal fundido corriera parejo dentro de los moldes refractarios, previo estudio de su mejor posición en cada modelo.

Figura 12. Modelos realizados en cera



(a) Quijote



(b) Gabriel García Márquez

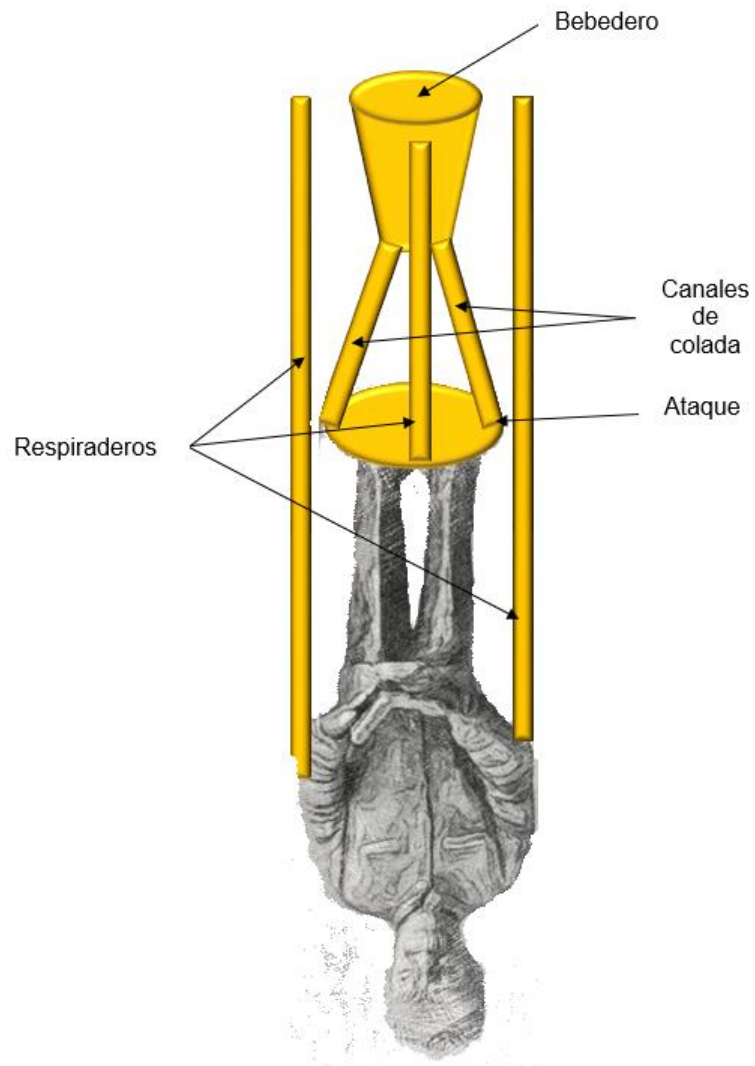


(a) Quijote con sistema de colada



(c) El Nobel colombiano con sistema de colada

Figura 13. Sistema de colada



4.1.4 Moldes refractarios

Estos moldes copian fielmente los detalles del modelo de cera y soportan la elevada temperatura del metal vertido durante la colada.

4.1.4.1 Materiales

- Yeso piedra

- Talco industrial
- Agua
- Arena sílice
- Silicato de sodio
- CO₂
- Cilindro metálico calibre 22
- Base de madera
- Pisones y punzón metálico

Tabla 4. Ficha técnica del yeso utilizado

Resistencia a la compresión	6.000psi (424 kg/cm ²)
Expansión de fraguado	0,10%
Expansión higroscópica	0,20%
Tiempo de fraguado	10 min.
Tiempo de trabajo	3-5 min.
Consistencia	28 ml, agua 100 mg polvo

Fuente: Dental Stone S.A.S

4.1.4.2 Procedimiento

4.1.4.2.1 Capa de contacto

Se lavaron todos los modelos de cera con jabón detergente, quitando la capa de aceite y permitiendo que el yeso se adhiriera correctamente. Se colocaron alfileres en las piezas, para que el núcleo o macho se mantuviera en su posición. Se mezcló 60% de yeso y 40% de talco (13) y se agregó agua hasta obtener una consistencia de colada, revolviendo bien y disolviendo los grumos formados. Con esta mezcla se pincelaron los modelos de cera hasta cubrir toda su superficie, se repitió esta operación hasta obtener un grosor de 1 cm aproximadamente para dar mayor resistencia.

4.1.4.2.2 Tambor de respaldo

Se preparó una mezcla con 23 kg de arena sílice seca y 1.61 kg de silicato de sodio para cada tambor. El modelo recubierto de yeso se colocó dentro del cilindro metálico, se fue depositando a su alrededor la arena preparada, apisonando muy bien y se repitió hasta llenar por completo el cilindro. Con una aguja metálica larga, se hicieron agujeros en diferentes partes, teniendo cuidado de no tocar la capa de yeso. En cada uno de estos agujeros se inyectó el CO₂, durante 15 segundos, logrando el endurecimiento casi inmediato de la arena.

Figura 14. Procedimiento realizado para los refractarios



(a) Pincelado de la capa de contacto



(b) Recubrimiento con capa de yeso-talco



(c) Apisonado de la arena



(d) Inyección del CO₂

4.1.5 Descerado

4.1.5.1 Materiales

- Ladrillos refractarios
- Quemador
- Gas propano

4.1.5.2 Procedimiento

Se ubicaron los tambores dentro del horno con el bebedero hacia abajo. Sin inyectar aire se puso a funcionar el quemador a gas, durante una hora y luego se agregó aire hasta que la llama se puso azul. Tres horas después se apagó el quemador y se dejaron los tambores hasta el día siguiente. Se observó que la entrada del bebedero estuviera blanca y con un tubo metálico se sopló por los orificios en el interior del molde para verificar que los tambores no tuvieran cera.

4.1.6 Fundición, corte, cincelado y limpieza

4.1.6.1. Materiales y equipo

- Materias primas (Cu, Fe, Si, Sn, Zn)
- Gas propano
- Quemador
- Horno crisol fijo que utiliza gas como combustible.
- Crisol de 50 kg de capacidad.
- Mezclador
- Pirómetro
- Equipos de seguridad (cascos pecheras, guantes, gafas caretas.)
- Pulidora
- Mototool
- Cinceles
- Limas
- Cepillo de alambre de bronce
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico
- Agua

4.1.6.2 Procedimiento

Se realizaron tres aleaciones: Un bronce al silicio, un latón 70/30 y un aluminio silicio. Se siguió el procedimiento siguiente para cada una de las aleaciones. Se ubicó el crisol dentro del horno y se encendió el quemador. Cuando el crisol adquirió color rojo, se procedió a cargarlo con el metal previamente calentado, iniciando por los metales de más alto punto de fusión y finalizando por el de menor punto de fusión. Se limpió la aleación con una espumadera y se sacó el crisol del horno para depositar el metal en cada molde refractario previamente calentado, teniendo especial cuidado en no dejar caer escoria en su interior. Cuando el metal enfrió, se procedió a romper los moldes, obteniendo las piezas en bruto. Se cortó todo el sistema de colada utilizando una pulidora y mototool. Se retocó la escultura con un cincel, para quitar rebabas y desperfectos, dejando la superficie de la pieza pulida. Se prepararon 500ml de solución ácida, con una composición de: 57% de agua, 28% de ácido nítrico (HNO_3) y 14% de ácido sulfúrico (H_2SO_4). (13) Se sumergieron las piezas de bronce y la de latón durante 5 segundos en el baño ácido y se lavó con abundante agua, a las figuras de aluminio no se les realizó este baño.

Figura 15. Procedimiento de corte, cincelado y limpieza



Cálculos para el bronce al Silicio

- Peso del modelo en cera: 240 g
- Peso del modelo en cera con sistema de colada: 350 g
- Peso teórico del Bronce: $350 \text{ g} \times 10 = 3500 \text{ g}$
- Peso de cada uno de los elementos de la aleación:

- $\text{Cu} \rightarrow 0,927 \times 3500 = 3244,50\text{g}$
- $\text{Si} \rightarrow 0,04 \times 3500 = 140\text{ g}$
- $\text{Fe} \rightarrow 0,018 \times 3500 = 63\text{ g}$
- $\text{Sn} \rightarrow 0,015 \times 3500 = 52,5\text{ g}$

Cálculos para el Latón

- Peso del modelo en cera: 420g
- Peso del modelo en cera con sistema de colada: 518 g
- Peso teórico del Latón: $518\text{ g} \times 10 = 5180\text{ g}$
- Peso de cada uno de los elementos de la aleación:
- $\text{Cu} \rightarrow 0,7 \times 5180\text{ g} = 3626\text{ g}$
- $\text{Zn} \rightarrow 0,3 \times 5180\text{ g} \times 0,97 = 1602,06$

Cálculos para el Aluminio

- Peso teórico del Aluminio: $\text{densidad del Al} \times \text{volumen} = 2,7 \times 641,05 = 1730\text{g}$

Tabla 5. Porcentaje y peso para cada metal utilizado

Aleación		Bronce al Silicio		Latón		Aluminio	
Metal	Tf [°C]	[%]	Peso [g]	[%]	Peso [g]	[%]	Peso [g]
Cu	1083	92,7	3244,5	70	3626	-	-
Si	1414	4,0	140,0	-	-	4	-
Fe	1539	1,8	63,0	-	-	-	-
Sn	419	1,5	52,5	-	-	-	-
Zn	420	-	-	30	1602	-	-
Al	660	-	-	-	-	96	1730

4.1.7 Pátina. Se aplicaron reactivos químicos con la técnica de flameado, para acelerar el proceso natural de oxidación del bronce y el latón, permitiendo que las piezas tomaran color y un aspecto más artístico.

4.1.7.1 Materiales y equipo

- Cloruro de amonio (NH_4Cl)
- Cloruro de sodio (NaCl)
- Ácido nítrico (HNO_3)
- Pedacitos de cobre rojo
- Agua

- Flameador

4.1.7.2 Procedimiento

4.1.7.2.1 Pátina café oscuro

- Se preparó una solución de 5 g de cloruro de sodio, 5 g de cloruro de amonio en un litro de agua y se dejó reposar 3 horas. (13)
- Se calentó las esculturas con flameador.
- Se aplicó la solución con pincel y se dejó enfriar.
- Se frotó con cera la superficie de cada pieza.

4.1.7.2.2 Pátina verde

- Se preparó una solución de 50% de ácido nítrico y 50% de agua.
- Se colocó el cobre en un recipiente plástico y se vertió la solución acida, hasta que se formó nitrato de cobre. (13)
- Se agregó cloruro de sodio para fijar el color.
- Se calentaron las esculturas con flameador
- Se aplicó la solución con pincel y se dejó enfriar.
- Se frotó con cera la superficie.

Figura 16. Procedimiento de aplicación de la pátina

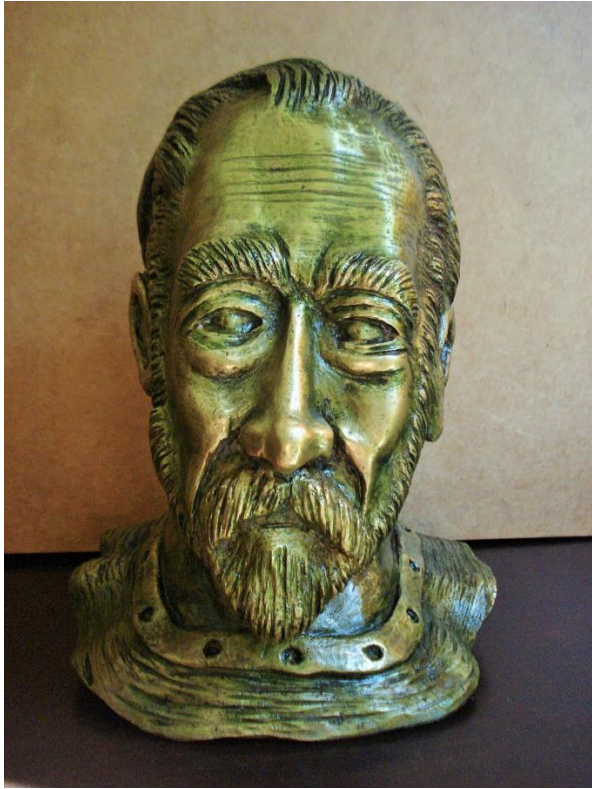


(a) Flameado



(b) Aplicación de solución ácida

Figura 17. Esculturas Metálicas realizadas



(a) Quijote en latón 70-30



(b) El Nobel colombiano, en bronce al silicio.



(c) El Quijote y Sancho Panza en aluminio

4.1.8 Análisis Metalográfico

4.1.8.1 Materiales y Equipo

- Microscopio Olympus (UIS) y objetivos de 5x, 10x, 20x, 50x, 100x
- Máquina cortadora de disco abrasivo BUEHLER
- Lijas 120-600
- Oxido de cerio
- Vidrio de reloj
- Alcohol
- Algodón
- Secador
- Vaselina
- Ácido fluorhídrico (200 ml de H₂O al 2% en volumen, Norma ASTM 407)

4.1.8.2 Procedimiento

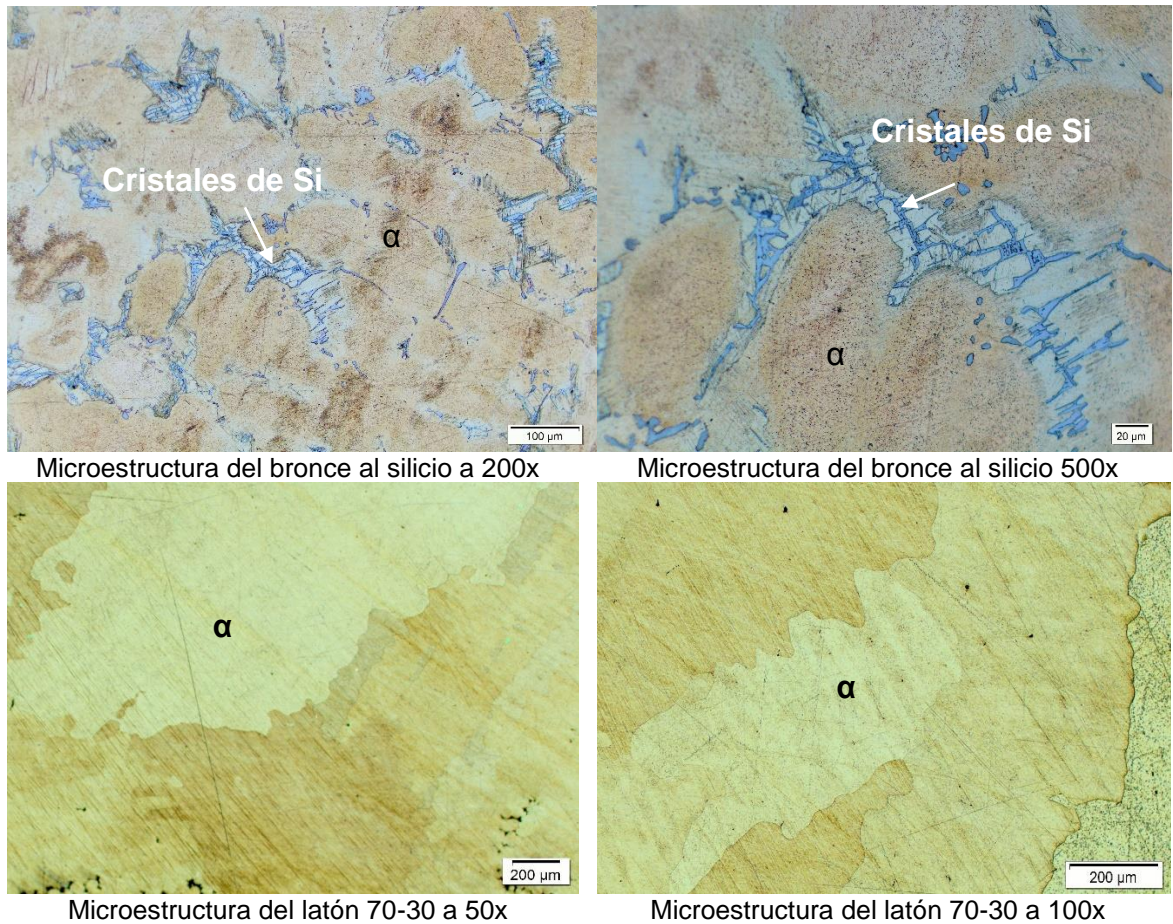
- Desbaste con lijas 120 a 600 y pulido con paño para materiales no ferrosos, utilizando oxido de Cerio, bajo Norma ASTM E3.
- Ataque químico con cloruro férrico (5g FeCl₃ - 50 mL HCl- 100 mL H₂O, por 30s), bajo Norma ASTM E-407.
- Con el microscopio óptico se tomaron micrografías, a las probetas a 50, 100, 200 y 500 aumentos.

4.1.8.3 Análisis de resultados

En la figura 18, se muestra la microestructura de la aleación Cu-Si, en la cual se observó la presencia de grandes cristales y agujas de silicio en una matriz rica en cobre. Se observó la presencia de dendritas orientadas aleatoriamente, indicando que fue hecha por colada. La adición de silicio a la aleación produjo una estructura más fina de las dendritas, aumentando la cantidad de límites de grano. Por su composición química, el bronce al silicio es una aleación hipoeutéctica.

Este bronce es una aleación que tiene gran resistencia a la corrosión y gran resistencia a la tracción gracias a las características que tiene el silicio. El hierro facilita la nucleación y la recristalización, por consiguiente tiene la propiedad de afinar el grano. El hierro aparentemente es insoluble en las fases α y β , pudiendo presentarse en forma de siliciuros. Algunas aleaciones de bronce al silicio se pueden encostar y templar hasta llegar a ser tan duras como el acero. El bronce al silicio es apropiado para realizar esculturas, relieves decorativos y aplicaciones industriales como cojinetes y engranajes.

Figura 18. Micrografías de las probetas analizadas



Para la micrografía del latón se observó fase monofásica α (solución sólida), la microestructura indica que fue obtenida por colada debido a la presencia de dendritas. Esta aleación es más dura y resistente que el cobre puro pero presenta baja conductividad.

4.2 PLANTA FÍSICA

Para el adecuado funcionamiento de la empresa es necesaria la adecuación del inmueble arrendado, realizando modificaciones en el diseño y distribución de las dependencias, las cuales deben identificarse con un color representativo para cada una de ellas, así como señalizaciones y delimitaciones de seguridad industrial.

Figura 19. Distribución de cada una de las áreas de la planta de producción



4.3 RECURSOS FÍSICOS

Tabla 6. Equipo, herramientas de trabajo e implementos de seguridad

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Horno crisol	1	3.000.000	3.000.000
Soplete	1	100.000	64.000
Pirómetro	1	1.600.000	1.600.000
Sierra eléctrica	1	350.000	350.000
Pulidora	1	200.000	200.000
Báscula industrial	1	960.000	960.000
Cucharas	2	500.000	1.000.000
Crisoles	3	350.000	1.050.000
Espátulas	5	3.000	15.000
Pecheros	2	50.000	100.000
Cascos	3	20.000	60.000
Polainas	2	30.000	60.000
Guantes	3	10.000	30.000
Caretas	3	30.000	90.000
Tapa oídos	20	1.000	20.000
Mascaras antigás	3	40.000	120.000

Tabla 7. Materias primas e insumos

Materia prima	Cantidad [Kg]	Valor por Kg	Valor total
Caolín	156,00	520	81.120
Silicona	15,60	30.000	468.000
Escayola	811,20	780	632.736
Cera (40%)	10,92	60.000	655.200
Parafina (40%)	10,92	8.000	87.360
Colofonia (20%)	5,00	4.000	20.000
Yeso	249,60	4.500	1.123.200
Talco	166,40	3.500	582.400
Arena sílice	1300,00	280	364.000
CO2	7800	5.600	43.680.000
Silicato de sodio	104,00	2.500	260.000
Bronce	140,00	8.500	1.190.000
Aluminio	90,00	3.000	270.000
Cobre	28,80	13.000	374.400
Silicio	0,60	60.000	36.000
Estaño	0,60	70.000	42.000

Tabla 8. Equipo de cómputo y oficina

Descripción	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Computador	1	1.500.000	1.500.000
Escritorio	1	100.000	100.000
Sillas	3	20.000	60.000
Ventilador	1	50.000	50.000

5. ESTUDIO DE MERCADOS

5.1 OBJETIVOS

5.1.1 Objetivo general. Realizar el estudio de mercados aplicando el método de observar, analizar y sintetizar las posibilidades de compra de los potenciales clientes y con la información recolectada realizar el análisis financiero.

5.1.2 Objetivos específicos

- Identificar las preferencias y características del cliente, analizando las fortalezas y debilidades de la oferta que existe en la región..
- Establecer los canales de distribución más adecuados para comercializar esculturas.
- Analizar los sistemas de fijación de precios, que permita determinar un precio competitivo.

5.2 EL PRODUCTO

La empresa busca especializarse en fundición de esculturas en aleaciones metálicas certificadas, especialmente bronce, aluminios y latones, aleaciones que le confieren unas características de calidad únicas a la obra realizada, entre las cuales se destacan su capacidad de soportar las pruebas ambientales y el paso del tiempo. Los productos que proyecta ofrecer la empresa se relacionan a continuación:

- Esculturas pequeñas de 1 a 5 Kg
- Esculturas 6 a 10 Kg
- Esculturas de 11 o más Kg
- Bustos
- Monumentos
- Placas, medallas y trofeos
- Moldes en silicona y contramoldes
- Esculturas en cera
- Restauraciones
- Pátinas

5.3 EL CLIENTE

Se realizó un listado de los posibles clientes a los cuales la empresa busca llevar sus productos, determinando que los clientes potenciales y objetivos que se destacan principalmente son:

- Escultores y estudiantes de escultura
- Galerías de arte, diseño y decoración
- Alcaldías y Gobernaciones
- Joyerías

5.4 LA OFERTA

Santander es una región que cuenta con pocas empresas de fundición y las existentes se dedican a producir partes industriales o de consumo para talleres de mecánica industrial.

La producción de esculturas en Santander es prácticamente nula, debido a que no existen empresas especializadas en esta área, específicamente por el desconocimiento del proceso de fundición a la cera perdida y también a los altos costos asociados a la producción, por esta razón los escultores se ven obligados a viajar a otras regiones para mandar a hacer sus esculturas. Por lo tanto se encuentra una gran oportunidad de negocios que será analizada para determinar su viabilidad y suplir las necesidades de los clientes potenciales.

5.5 LA DEMANDA

Se diseñaron dos encuestas, cuya finalidad era buscar información valiosa acerca de preferencias, frecuencia de compra, políticas de descuento y nivel de satisfacción de los clientes con el fin de analizar las variables de oferta y demanda.

5.5.1 Ficha técnica de la investigación

En la tabla 9 se encuentra la ficha técnica utilizada para las dos encuestas realizadas.

Tabla 9. Ficha técnica para la investigación realizada

Tipo de investigación	Estudio exploratorio y descriptivo, que permite conocer el grado de aceptación del producto.
Método de investigación	Observar, analizar y sintetizar los resultados, identificando características de consumo que permitirá llegar a los objetivos propuestos.
Fuentes de información	Primarias: Potenciales clientes. Secundarias: Estudios previos, documentos y textos de la cámara de comercio, DANE, tesis universitarias, internet, entre otras.
Técnicas de recolección de información	Encuesta aplicada a la población estudiada.
Instrumento	Cuestionario estructurado, que se aplicó a la población estudiada.
Modo de aplicación	Vía correo electrónico y llamadas
Definición de población	Escultores, estudiantes de escultura Galerías de arte, diseño y decoración
Determinación de la muestra	Muestreo probabilístico, aplicando la expresión matemática siguiente: $n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{(N - 1)e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$ Donde: N= Población=230 (artistas) y 31 galerías Z=Nivel de confiabilidad, 95%= 1,95 E= Error estimado, 5%=0,05 P=Probabilidad de éxito, 50%=0,5 Q=Probabilidad de no éxito, 50%=0,5 n= Número de muestras (encuestas) Reemplazando: n ₁ =144; n ₂ = 29
Alcance	Bucaramanga y su área metropolitana
Tiempo de aplicación	Mayo-Junio 2014

5.5.2 Tabulación y resultados de las encuestas

En el anexo A se muestra las encuestas y en el anexo B y C se encuentran los resultados de las encuestas realizadas.

5.5.3 Análisis de resultados de las encuestas

- El 57% de los artistas y el 86% de las galerías prefiere esculturas realizadas en bronce, esto puede ser debido a que tradicionalmente ha sido el material más utilizado para esculturas, sin embargo cabe la posibilidad de abrirle el camino a otros materiales como el aluminio, que es más liviano y menos costoso.
- El 76% de los escultores realiza en promedio 5 esculturas al año y las galerías comercializan mensualmente un promedio de 7 esculturas y piezas decorativas de bajo costo, esto permite ver que se debe ampliar la producción y la comercialización de estos objetos,
- El 48% de los artistas y el 59% de galerías trabajan y comercializan respectivamente con esculturas pequeñas, con un peso aproximado de entre 1 a 5 Kg. y un porcentaje muy cercano trabaja con un peso aproximado de entre 6-10 Kg., la encuesta muestra poca oferta y poca demanda de esculturas grandes, esto es debido a los altos costos y a la dificultad para realizarlas.
- Los artistas afirmaron que un factor determinante para no realizar más esculturas son los altos costos de producción y además que Bucaramanga no cuenta con empresas especializadas en fundición de esculturas.
- El 100% de los encuestados afirmaron que les gustaría que existiera una empresa especializada en fundición de esculturas, lo cual es un buen indicativo para la puesta en marcha de la empresa.
- Los encuestados manifestaron disconformidad con su proveedor actual, las causas más representativas fueron el incumplimiento en la entrega, los costos elevados y la deficiencia en la calidad del producto. Además calificaron a su proveedor en el rango regular.
- Hubo una respuesta entusiasta a las propuestas de valor puestas en consideración como asesorías técnicas, descuentos y la posibilidad de contar con una sala de exposición.
- La encuesta permite ver que hay mayor concentración de artistas en Bucaramanga con un 57%, frente a un 29% en Floridablanca y un 14% en Girón.

- Existen grandes posibilidades de éxito, para iniciar la empresa y que el mercado ofrece buenas expectativas de desarrollo en diferentes manifestaciones artísticas.

5.6 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

Los canales de comercialización que implementará la empresa, inicialmente serán los siguientes:

- **Canal Directo (Productor → Cliente final):** Este tipo de canal no tiene ningún nivel de intermediarios lo que permite que los precios sean más económicos y haya atención personalizada, logrando el contacto directo con el cliente. Por lo tanto el productor realiza las funciones de mercadotecnia tales como comercialización, transporte, almacenaje y aceptación de riesgos sin la ayuda de ningún intermediario.
- **Canal Detallista (Productor → Detallistas → Cliente final):** En este canal el productor cuenta generalmente con un agente de ventas que se encarga de hacer contacto con los detallistas (galerías, tiendas especializadas en decoración, almacenes, entre otros) y estos venden los productos al público, con un aumento del precio.

5.7 PRECIO

La empresa busca fijar sus precios en relación al cálculo de costos de producción y comercialización, teniendo en cuenta mano de obra, materiales, servicios, administración y ventas, buscando que la empresa genere utilidades y pueda crecer en el mercado, dichos cálculos se presentaran en el estudio financiero.

5.8 PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN

Para que una empresa sea visible comercialmente es necesario contar con estrategias publicitarias que atraigan la atención de los clientes. Entre las más importantes y básicas estrategias de publicidad tenemos las siguientes:

- **Tarjeta de presentación.** Son una herramienta muy útil, especialmente al intentar atraer nuevos clientes y permitir que las personas recuerden rápidamente la información.

Figura 20. Diseño de la tarjeta de presentación



- **Aviso publicitario en Páginas amarillas, redes sociales y correo electrónico.** Es un medio directo de venta, cuyo objetivo es llegar al sector comercial, residencial y empresarial de toda la región. También al estar en internet permite captar un mayor número de clientes potenciales de diversos lugares.
- **Página Web.** Es la tarjeta de presentación de todo el que se dedique a una actividad comercial o profesional y puede ser el mejor vendedor porque será vista por millones de usuarios en el mundo, las 24 horas, los 365 días del año a un costo muy bajo comparado con otros medios publicitarios, permitiendo a la empresa una imagen de calidad y constante progreso. Internet es el futuro y toda empresa debe adelantarse para obtener una ventaja, que le de igualdad de condiciones para competir con otras empresas y/o profesionales.

Tabla 10. Costos de inversión en publicidad

Medio	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Tarjetas	1000	50	50.000
Volantes	2000	50	100.000
Directorio	2	500.000	1.000.000

6. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

6.1 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa se constituirá como una sociedad por acciones simplificada (S.A.S.) la cual se constituye mediante documento privado ante Cámara de Comercio o Escritura Pública ante notario con el número de accionistas quienes responden hasta por el monto del capital que han suministrado a la sociedad.

Se debe definir en el documento privado de constitución el nombre, documento de identidad y domicilio de los accionistas, el domicilio principal de la sociedad y el de las distintas sucursales que se establezcan, así como el capital autorizado, suscrito y pagado, la clase, número y valor nominal de las acciones representativas del capital y la forma y términos en que éstas deberán pagarse.

Su razón social será la denominación que definan sus accionistas pero seguido de las siglas sociedad por acciones simplificada” o de las letras S.A.S.

Tabla 11. Constitución de la empresa

Razón social	ARFUND S.A.S
Número de socios	Uno (1)
Constitución	Escritura pública
Duración	Indefinida
Capital	\$110.000.000
Representante legal	Freddy Cáceres Pardo

Tramites

- Consulta del nombre comercial. (www.crearempresa.com.co)
- Consulta de clasificación por actividad económica (código CIIU).
- Consulta de uso de suelo en el departamento de planeación.
- Escritura pública autenticada en Notaría y copia.
- Registro Único Tributario (RUT) ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN.
- Registro mercantil de la sociedad y sus establecimientos de comercio.
- Estampillas de previsión social
- Formulario de registro de inicio de actividad
- Aceptación de planeación municipal y secretaria de gobierno
- Solicitud de autorización para numeración de facturación.
- Trámites de seguridad social y aportes parafiscales.
- Visto bueno de seguridad a establecimientos públicos y comerciales expedido por el cuerpo de bomberos.

6.2 CULTURA EMPRESARIAL

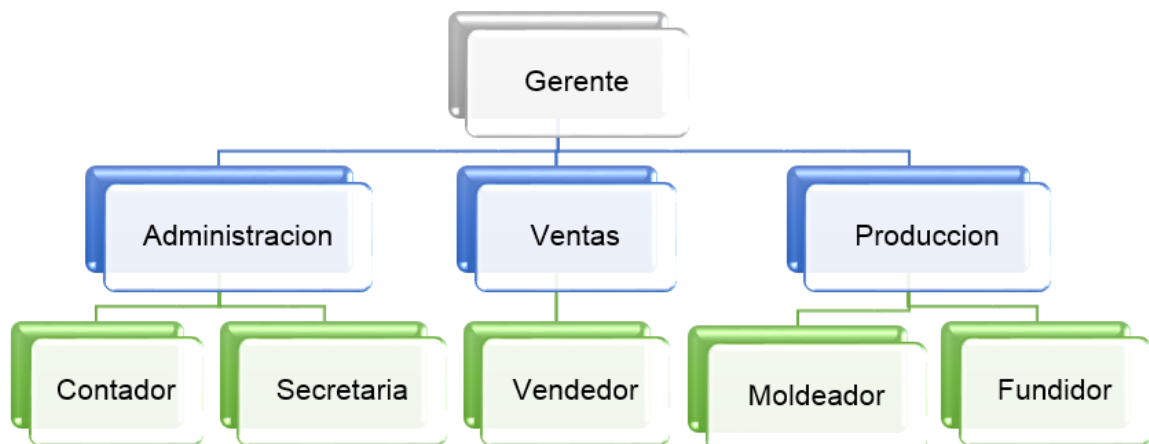
6.2.1 Misión. ARTFUND S.A.S es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de toda clase de esculturas, monumentos, trofeos, placas conmemorativas, bustos, etc. Hacemos énfasis en los detalles y acabados de las esculturas utilizando el proceso de fundición a la cera perdida, acompañada de pátinas especiales que aumentan la belleza artística de las obras.

6.2.2 Visión. En el año 2020 ARTFUND S.A.S, busca posicionarse como la mejor alternativa en fundición artística del país, innovando en las técnicas tradicionales e innovando en tecnología de modelado digital e impresión 3D realizando ampliaciones y prototipos rápidos.

6.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Para el funcionamiento de la empresa se crearán seis puestos de trabajo, los cuales se presentan en el organigrama de la figura 17 y en el anexo D se encuentra la descripción del perfil de cada uno de ellos y en el anexo E la asignación salarial.

Figura 21. Diagrama organizacional de la empresa



7. ESTUDIO FINANCIERO

7.1 INVERSIONES

Es la suma de la inversión fija, la inversión diferida y el capital de trabajo y permite determinar la inversión requerida para poner en funcionamiento la empresa.

7.1.1 Inversión Fija

Tabla 12. Activos fijos que requiere la empresa

Equipo, herramientas de trabajo e implementos de seguridad			
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Horno crisol	1	3.000.000	3.000.000
Soplete	1	100.000	100.000
Pirómetro	1	1.600.000	1.600.000
Sierra eléctrica	1	350.000	350.000
Pulidora	1	200.000	200.000
Báscula industrial	1	960.000	960.000
Cucharas	2	500.000	1.000.000
Crisoles	3	350.000	1.050.000
Espátulas	5	3.000	15.000
Pecheros	2	50.000	100.000
Cascos	3	20.000	60.000
Polainas	2	30.000	60.000
Guantes	3	10.000	30.000
Caretas	3	30.000	90.000
Tapaoídos	20	1.000	20.000
Máscaras antigás	3	40.000	120.000
Equipo de cómputo y comunicación			
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
computador	1	1.500.000	1.500.000
Muebles y enseres			
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Escritorio	1	100.000	100.000
Sillas	3	20.000	60.000
Ventilador	1	50.000	50.000
Total Inversión Fija			\$ 10.465.000

7.1.2 Inversión diferida

Tabla 13. Inversión diferida

Concepto	Costo	Anual (diferido a 5 años)
Registro Mercantil	1.200.000	240.000
Gastos legales	1.400.000	280.000
Total Inversión diferida	2.600.000	520.000

7.1.3 Capital de trabajo

Tabla 14. Gastos administrativos y de ventas

Concepto	Costo mensual	Costo anual
Arriendo	2.000.000	24.000.000
Servicios	1.000.000	12.000.000
Publicidad	1.050.000	1.050.000
Total	4.050.000	37.050.000

Tabla 15. Mano de obra directa

Cargo	Cantidad	Sueldo	Aux. Transporte	Factor prestacional	Total mes	Total año
Moldeador	1	616.000	72.000	366.635	1.054.635	12.655.622
Fundidor	1	616.000	72.000	366.635	1.054.635	12.655.622
Total	2	1.232.000	144.000	733.270	2.109.270	25.311.245

Tabla 16. Mano de obra indirecta

Cargo	Cantidad	Sueldo	Aux. Transporte	Factor prestacional	Total mes	Total año
Gerente	1	1.500.000	0	785.599	2.285.599	27.427.188
Vendedor	1	616.000	72.000	366.635	1.054.635	12.655.620
Contador	1	300.000	0	0	300.000	3.600.000
Secretaria	1	616.000	72.000	366.635	1.054.635	12.655.622
Total	4	3.032.000	144.000	1.518.869	4.694.869	56.338.430

Tabla 17. Materias primas por cada etapa del proceso

	Materias primas (unidad de producto)			
	Materia prima	Cantidad [Kg]	Valor por Kg	Valor total
Proceso 1	Caolín	3,00	\$ 520	\$ 1.560
	Silicona	1,00	\$ 30.000	\$ 30.000
	Escayola	1,50	\$ 780	\$ 1.170
	Total proceso 1			\$ 32.730
Proceso 2	Cera (40%)	0,21	\$ 60.000	\$ 12.480
	Parafina (40%)	0,21	\$ 8.000	\$ 1.664
	Colofonia (20%)	0,10	\$ 4.000	\$ 416
	Total proceso 1+2			\$ 47.290
Proceso 3	Yeso	4,80	\$ 4.500	\$ 21.600
	Talco	3,20	\$ 3.500	\$ 11.200
	Arena sílice	23,00	\$ 280	\$ 6.440
	CO ₂	6,00	\$ 5.600	\$ 33.600
	Silicato de sodio	2,00	\$ 2.500	\$ 5.000
	Total proceso 1+2+3			\$ 125.130,00
Proceso 4	Bronce	5	\$ 8.500	\$ 42.500
	Aluminio	2	\$ 3.000	\$ 6.000
	Cobre	4,635	\$ 13.000	\$ 60.255
	Silicio	0,2	\$ 60.000	\$ 12.000
	Estaño	0,075	\$ 70.000	\$ 5.250
	Latón	5	\$ 11.000	\$ 55.000
Proceso 5	Limpieza con acidos	1	\$ 12.000	\$ 12.000
	Pátina	2	\$ 25.000	\$ 50.000

Tabla 18. Materias primas por unidad de producto

Producto y/o servicio	Material	Pequeña (1-5 kg)	Mediana (6-10 kg)	Grande (11-15 Kg)	Bustos y monumentos
Esculturas	Bronce	229.630	459.260	688.890	45.926.000
	Aluminio	193.130	386.260	579.390	38.626.000
	Bronce al silicio	264.635	529.270	793.905	52.927.000
	Cera	125.130	250.260	375.390	25.026.000
	Escayola	33.510	67.020	100.530	6.702.000
Moldes y contramoldes	Silicona y escayola	32.730	65.460	98.190	6.546.000
Restauración	Metal	112.000	224.000	336.000	22.400.000
Pátina	Metal	62.000	124.000	186.000	12.400.000

Tabla 19. Costo de materias primas por proyección de ventas mensual.

Producto y/o servicio	Material	Pequeña (1-5 kg)	
		Cantidad	Costo
Esculturas	Bronce	67	15.385.210
	Aluminio	21	4.055.730
	Bronce al silicio	3	793.905
	Cera	6	750.780
	Escayola	11	385.770
Moldes y contramoldes	Silicona y escayola	0	0
Restauración	Metal	0	0
Pátina	Metal	0	0
Subtotal		108	21.371.395
Total	21.371.395		

Tabla 20. Total capital de trabajo

Gastos de administración y ventas	4.050.000
Mano de obra directa	2.109.270
Mano de obra indirecta	4.694.869
Materias primas	21.371.395
Total Capital de trabajo	\$ 32.225.535

Tabla 21. Total de inversiones

Inversión fija	Herramientas y equipo	\$ 8.755.000
	Equipo de Cómputo y comunicaciones	\$ 1.500.000
	Muebles y enseres	\$ 210.000
Inversión diferida	Registro Mercantil	\$ 1.200.000
	Gastos legales	\$ 1.400.000
Capital de trabajo	Gastos de administración y ventas	\$ 4.050.000
	Mano de obra directa	\$ 2.109.270
	Mano de obra indirecta	\$ 4.694.869
	Materias primas	\$ 21.371.395
Total de Inversiones		\$ 45.290.535

7.2 COSTOS

Tabla 22. Costos y gastos

Costos y gastos	Concepto	Mes	Año
Costos fijos	Mano de obra directa	2.109.270	25.311.245
Gastos fijos	Mano de obra indirecta	4.694.869	56.338.430
	Arriendo-servicios-publicidad	4.050.000	37.050.000
Costos variables	Materias primas	21.371.395	256.456.740
Total		32.225.535	375.156.415

7.3 PRECIO DE VENTA

Tomando en cuenta los resultados del estudio de mercado, los costos de producción y la competencia, se fijó 50% de ganancias del costo unitario y se utilizó la siguiente fórmula:

$$PV = \text{Costo unitario} / (1 - \text{Margen de ganancia})$$

Tabla 23. Precio de venta de cada unidad de producto

Producto y/o servicio	Material	Pequeña (1-5 kg)	Mediana (6-10 kg)	Grande (11-15 Kg)	Bustos y monumentos
Esculturas	Bronce	459.260	918.520	1.377.780	91.852.000
	Aluminio	386.260	772.520	1.158.780	77.252.000
	Bronce Si	529.270	1.058.540	1.587.810	105.854.000
	Cera	250.260	500.520	750.780	50.052.000
	Escayola	67.020	134.040	201.060	13.404.000
Moldes y contramoldes	Silicona y escayola	65.460	130.920	196.380	13.092.000
Restauración	Metal	224.000	448.000	672.000	44.800.000
Pátina	Metal	124.000	248.000	372.000	24.800.000

7.4 PROYECCIONES FINANCIERAS

7.4.1 Ingresos

Se proyectaron a 5 años manteniendo el mismo precio de venta para todos los periodos de vida útil de evaluación y estimando un 5% de crecimiento anual.

Tabla 24. Proyección de ingresos para 5 años

Unidades Vendidas por Producto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Esculturas de bronce	804	884	973	1.070	1.177
Esculturas de aluminio	252	277	305	335	369
Esculturas de bronce silicio	36	40	44	48	53
Esculturas de cera	72	79	87	96	105
Esculturas de escayola	132	145	160	176	193
Precio Promedio	395.766	395.766	395.766	395.766	395.766
Cantidad de ventas	1.296	1.426	1.568	1.725	1.897
Total Ventas	512.913.480	564.204.828	620.625.311	682.687.842	750.956.626

7.4.2 Egresos

Tabla 25. Proyección de egresos para 5 años

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materia Prima	256.456.740	291.975.998	332.414.674	378.454.107	430.870.000
Mano de Obra	88.020.000	72.237.000	87.345.060	104.960.797	127.613.884
Depreciación	1.417.500	1.417.500	1.417.500	917.500	917.500
Margen Bruto	32,56%	35,20%	32,14%	29,06%	25,51%
Gastos de Ventas	32.400.000	33.534.000	34.707.690	35.922.459	37.179.745
Gastos Administración	62.000.000	64.170.000	66.415.950	68.740.508	71.146.426
TOTAL	440.294.240	463.334.498	522.300.874	588.995.371	667.727.555

7.5 ESTADOS FINANCIEROS

Tabla 26. Estado de resultados proyectado a 5 años

ESTADO DE RESULTADOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	512.913.480	564.204.828	620.625.311	682.687.842	750.956.626
Materia Prima, Mano de Obra	344.476.740	364.212.998	419.759.734	483.414.903	558.483.885
Depreciación	1.417.500	1.417.500	1.417.500	917.500	917.500
Utilidad Bruta	167.019.240	198.574.330	199.448.077	198.355.439	191.555.241
Gasto de Ventas	32.400.000	33.534.000	34.707.690	35.922.459	37.179.745
Gastos de Administración	62.000.000	64.170.000	66.415.950	68.740.508	71.146.426
Utilidad Operativa	72.619.240	100.870.330	98.324.437	93.692.471	83.229.070
Utilidad antes de impuestos	72.619.240	100.870.330	98.324.437	93.692.471	83.229.070
Impuestos (35%)	23.964.349	33.287.209	32.447.064	30.918.515	27.465.593
Utilidad Neta Final	48.654.891	67.583.121	65.877.372	62.773.956	55.763.477

Tabla 27. Flujo de caja proyectado a 5 años

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Operacional	72.619.240	100.870.330	98.324.437	93.692.471	83.229.070
Depreciaciones	1.417.500	1.417.500	1.417.500	917.500	917.500
Impuestos	0	-23.964.349	-33.287.209	-32.447.064	-30.918.515
Neto Flujo de Caja Operativo	74.036.740	78.323.480	66.454.728	62.162.907	53.228.055

Tabla 28. Balance general

Activo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Efectivo	102.535.00 0	186.571.74 0	264.895.22 0	331.349.94 8	393.512.85 5	446.740.91 0
Total Activo Corriente:	102.535.00 0	186.571.74 0	264.895.22 0	331.349.94 8	393.512.85 5	446.740.91 0
Maquinaria y Equipo de Operación	8.755.000	7.879.500	7.004.000	6.128.500	5.253.000	4.377.500
Muebles y Enseres	210.000	168.000	126.000	84.000	42.000	0
Equipo de Oficina	1.500.000	1.000.000	500.000	0	0	0
Total Activos Fijos:	10.465.000	9.047.500	7.630.000	6.212.500	5.295.000	4.377.500
ACTIVO	113.000.00 0	195.619.24 0	272.525.22 0	337.562.44 8	398.807.85 5	451.118.41 0
Pasivo						
Impuestos X Pagar	0	23.964.349	33.287.209	32.447.064	30.918.515	27.465.593
Obligación Fondo Emprender (Contingente)	110.000.00 0	110.000.00 0	110.000.00 0	110.000.00 0	110.000.00 0	110.000.00 0
PASIVO	110.000.00 0	133.964.34 9	143.287.20 9	142.447.06 4	140.918.51 5	137.465.59 3
Patrimonio						
Capital Social	3.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000	13.000.000
Reserva Legal Acumulada	0	0	4.865.489	6.500.000	6.500.000	6.500.000
Utilidades Retenidas	0	0	43.789.402	109.738.01 2	175.615.38 4	238.389.34 0
Utilidades del Ejercicio	0	48.654.891	67.583.121	65.877.372	62.773.956	55.763.477
PATRIMONI O	3.000.000	61.654.891	129.238.01 2	195.115.38 4	257.889.34 0	313.652.81 7
PASIVO + PATRIMONI O	113.000.00 0	195.619.24 0	272.525.22 0	337.562.44 8	398.807.85 5	451.118.41 0

8. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

8.1 PUNTO DE EQUILIBRIO

Según el estudio de mercados, la escultura que promete ser la de mayor demanda es la de bronce, tamaño pequeño, con un peso entre 1-5 kg, sin embargo se determinó el punto de equilibrio para todas las esculturas que se proyectan vender.

Tabla 29. Bases para calcular el punto de equilibrio

Productos	% de participación	Margen de ganancia	Margen de contribución
Esculturas de bronce	62	14237060	229630
Esculturas de aluminio	19	3669470	193130
Esculturas de bronce silicio	3	793905	264635
Esculturas de cera	6	750780	125130
Esculturas de escayola	10	350700	35070
Total	100	19801915	

Costos fijos	118.699.675
Margen de ganancia	19.801.915
Total (Dividir CF entre Margen de Ganancia)	5

Tabla 30. Punto de equilibrio para cada uno de los productos

Productos	Punto de equilibrio
Esculturas de bronce	310
Esculturas de aluminio	95
Esculturas de bronce silicio	15
Esculturas de cera	30
Esculturas de escayola	50

El punto de equilibrio determinó que la empresa debe vender al año mínimo, los productos relacionados en la tabla 30, para no perder ni ganar y para cubrir sus costos y gastos totales.

8.2 EVALUACIÓN FINANCIERA

8.2.1 Valor presente neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos netos actualizados, descontados a la inversión inicial.

El valor presente neto o valor actual neto para el proyecto es de \$101.769.512, el cual es mayor que cero (0) y por lo tanto indica que es rentable y financieramente factible crear la empresa, porque se maximizaría la inversión.

8.2.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero. Para este proyecto la TIR es igual 56,27%, lo que resulta ser una tasa interna de retorno alta y muy atractiva para inversión, ratificando por lo tanto la viabilidad del negocio.

Tabla 31. Criterios de evaluación

Criterios de Decisión	
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	18%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	56.27%
VAN (Valor actual neto)	101.769.512
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	1,69
Duración de la etapa improductiva del negocio (fase de implementación).en meses	3 mes
Nivel de endeudamiento inicial del negocio, teniendo en cuenta los recursos del fondo emprender. (AFE/AT)	97,35%
Periodo en el cual se plantea la primera expansión del negocio	6 mes
Periodo en el cual se plantea la segunda expansión del negocio	12 mes

Fuente: Formato financiero Fonade (Excel)

9. CONCLUSIONES

- El análisis técnico indicó que el proceso de fundición a la cera perdida ofrece extraordinarias posibilidades con respecto a los tradicionales procedimientos de fundición, permitiendo mayor libertad en el diseño de las piezas y en la elección del material. Con el estudio y mejoramiento constante del proceso, e implementando materiales de mejores características, se conseguirá mayor fidelidad de formas, precisión de dimensiones y superficies limpias, lo que permitirá un mejor producto. Es aconsejable trabajar con moldes de cáscara porque son más livianos, y simplifican el proceso de moldeo permitiendo mayor automatización además de ahorrar tiempo, material, energía y espacio.
- El bronce al silicio puede ser una buena alternativa respecto al bronce fosforado o bronce de cañón, principalmente para esculturas expuestas al medio ambiente, como es el caso de monumentos y bustos conmemorativos debido a la resistencia de la aleación al ataque corrosivo, a su brillo dorado rojizo y a que acepta fácilmente una amplia gama de tratamientos, pátina y acabados alternativos. El aluminio es una buena alternativa respecto al bronce porque es más liviano y mucho más económico, lo que lograría mayor rentabilidad, pero existe un gran desconocimiento acerca de sus ventajas sobre todo en materia de esculturas y decoración, por lo tanto es necesario familiarizar los clientes con este material.
- Para realizar pátinas es aconsejable utilizar nuevas fórmulas, en las que no se utilice la combinación de flameado con ácidos, debido a que las utilizadas en el proyecto generaron gases tóxicos, que pueden resultar perjudiciales para la salud y el medio ambiente.
- El análisis de mercados mostró que actualmente en Santander existe una demanda insatisfecha por parte de artistas y galerías debido a que no hay empresas especializadas en hacer esculturas o piezas decorativas fundidas, por lo tanto es viable e innovador crear una empresa que satisfaga dicha demanda que existe en la región.
- En el análisis administrativo se determinó la forma como estará constituida la empresa y todo lo relacionado con los aspectos legales fundamentales para funcionar eficientemente, cumpliendo con los tramites que exige la ley y acogiendo a las exigencias de los entes gubernamentales. Con la creación de la empresa se generarán seis puestos de trabajo, abriendo las posibilidades de implementar más a medida que aumente la producción, aportando al desarrollo de la región mediante la generación de empleo.,
- El análisis financiero indicó que para la inversión realizada el proyecto es factible, mostrando que los márgenes de rentabilidad y las utilidades son positivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. TIRADO, Norma Isabel. Costos por ordenes de producción para la empresa Fundilaser. Ecuador : Universidad Tecnológica Equinoccial, 2007.
2. JUNCHAYA, Santos Carlin. Proyecto de Análisis de los sistemas de Fundición de las pequeñas y Medianas Empresas. Ciudad Universitaria : s.n., 2010.
3. DURAND, Nicolás. MICHEL, Frederick. FUNDICION DE CYCLOPES. 1997.
4. KREKELER, K.A. Microfusión, fundición con modelo perdido. Barcelona : Gustavo Gili S.A., 1971.
5. FRIEDE, Juan. Los Quimbayas bajo la dominación española, Segunda edición. Bogotá : Carlos Valencia Editores, 1973.
6. BOTERO CUERVO, Clara Isabel . Museo del Oro. Bogotá : Banco de la República. p. 210-212., 2008.
7. MAFFIA, Ernesto Gustavo. Estructura y Propiedades de las Aleaciones, Cobre y sus aleaciones. 2013.
www.ing.unlp.edu.ar/catedras/M0624/descargar.php?secc=0&id.
8. GIL MUR, Francisco. Manero, José. Metalografía. s.l. : Universidad politécnica de Cataluña. Pág.82.
9. CHUECA, Enrique. Metalografía microscópica práctica. España : Ediciones Urmo, 1966.
10. DE GARMO, Paul. BLACK, J. KOHSER, Ronald. Procesos de fabricación vol. 1. Barcelona : Reverté, S.A., 1994.
11. FERRER GIMENEZ, Carlos. Curso de Ciencia de los materiales. s.l. : UPV.
12. MAFFIA, Ernesto Gustavo. Aluminio y sus aleaciones. 2013.
13. ROZO RICO, Abraham. Fundición Artística en Bronce. Caldas Manizales : s.n., 1997.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Julio Alberto. Cobre y sus Aleaciones. pdf.

ALONSO BAQUERO, Arnaldo. Las propiedades de la fundición. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 1998.

ASKELAND, Donald R. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Universidad de Missouri. 3 Ed. Thomson Editores. 1998

ASM: Metal Handbook, 8 ed., vol1 Copper & its Alloys, Metals Park. Ohio. 1961

BRICK, R. M. y otros. Estructura y Propiedades de los Materiales para Ingeniería. Mc Graw Hill. Nueva York. 1977.

BUTTS, A. Copper. Reinhold Publishing Co. Nueva York. 1961

CALDERON, Carolina. FUENTES, Nataly. Diseñar un Taller de fundiciones de aleaciones de aluminio, partiendo de las estructuras existentes del taller artesanal ALUMCOR C.A. Barcelona: Universidad de Oriente núcleo de Anzoátegui, 2009.

CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Centro de documentación y servicio al usuario.

CANTALAPIEDRA, Paz Alonso. Efectos de la contaminación atmosférica en las esculturas de bronce. Madrid: Facultad de Bellas Artes, 2011.

FERRER GIMÉNEZ, Carlos. Curso de Ciencia de los materiales. s.l.: UPV.

HECHEME, Domingo R. Guía para fabricar moldes de caucho de silicona.

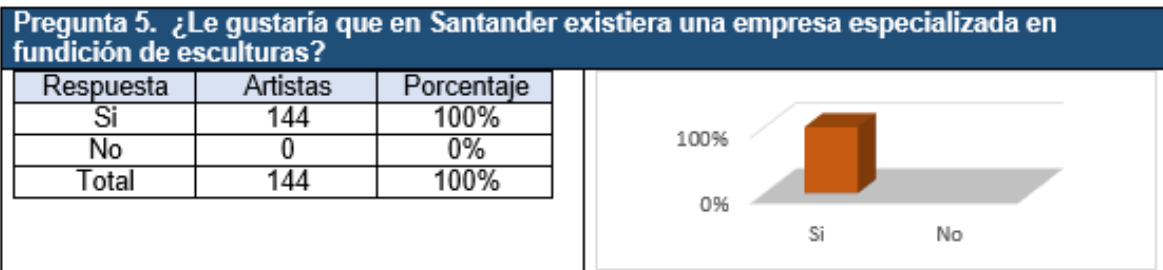
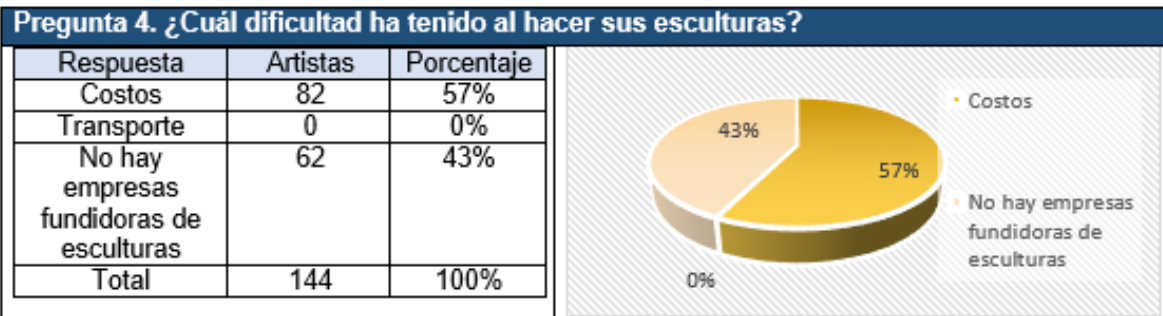
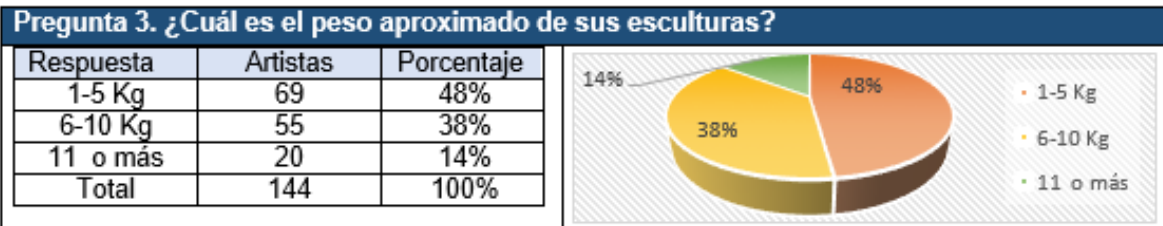
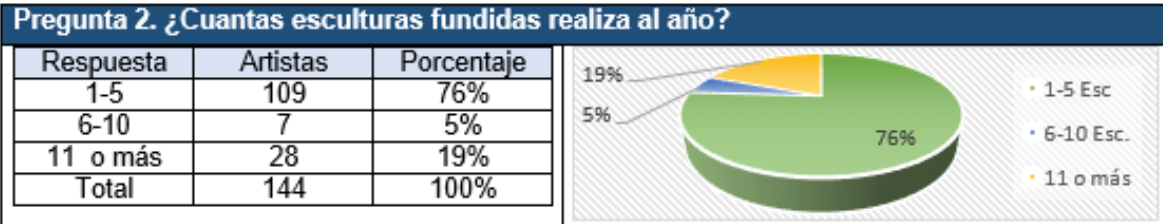
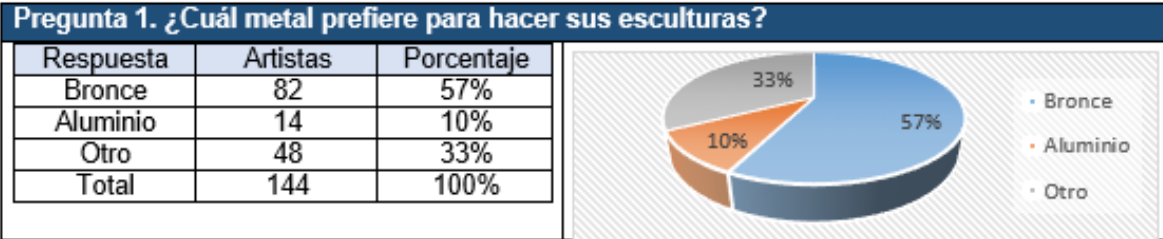
Video: Microfusión, Fundición a la cera perdida.

ANEXOS

Anexo A. Encuestas realizadas

<div style="text-align: center;">  <p>INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES ENCUESTA PARA PROYECTO DE GRADO</p> </div> <p>ENCUESTA PARA ARTISTAS</p> <p>Buenas tardes: La siguiente encuesta se ha diseñado con el fin de desarrollar un proyecto de grado en fundición artística, de la escuela de Ingeniería Metalúrgica (UIS), con el cual se busca recopilar información que permita determinar la factibilidad de crear una empresa de fundición de esculturas. Muy respetuosamente solicitamos su colaboración al contestar y reenviar las respuestas. Gracias por su atención prestada.</p> <p>¿Cuál metal prefiere para hacer sus esculturas?</p> <p><input type="radio"/> Bronce <input type="radio"/> Aluminio <input type="radio"/> Otro</p> <p>¿Cuántas esculturas fundidas realiza al año?</p> <p><input type="radio"/> 1-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o más</p> <p>¿Cuál es el peso aproximado de sus esculturas?</p> <p><input type="radio"/> 1-5 kg <input type="radio"/> 6-10 kg <input type="radio"/> 10 o más kg</p> <p>¿Cuál dificultad ha tenido al hacer sus esculturas?</p> <p><input type="radio"/> Costos <input type="radio"/> Transporte <input type="radio"/> No hay empresas especializadas en fundición de esculturas</p>	<p>¿Le gustaría que en Santander existiera una empresa especializada en fundición de esculturas?</p> <p><input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>¿Cuál de las siguientes opciones, le gustaría que le ofreciera la empresa?</p> <p><input type="radio"/> Sala de exposiciones <input type="radio"/> Descuentos <input type="radio"/> Asesorías técnicas <input type="radio"/> Todas las anteriores</p> <p>¿En dónde le gustaría que estuviera ubicada la empresa?</p> <p><input type="radio"/> Bucaramanga <input type="radio"/> Girón <input type="radio"/> Floridablanca</p> <p>¿Cual inconveniente ha tenido con su proveedor actual?</p> <p><input type="radio"/> Baja calidad <input type="radio"/> Altos precios <input type="radio"/> Incumplimiento en la entrega y ejecución <input type="radio"/> Todas las anteriores</p> <p>¿Como calificaría el servicio recibido por su proveedor?</p> <p><input type="radio"/> Excelente <input type="radio"/> Bueno <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Malo</p> <p>¿Cual es el medio que más utiliza para contactar un proveedor?</p> <p><input type="radio"/> Directorio <input type="radio"/> Página web <input type="radio"/> Facebook <input type="radio"/> Twitter</p>
<div style="text-align: center;">  <p>INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES ENCUESTA PARA PROYECTO DE GRADO</p> </div> <p>Encuesta para Galerías</p> <p>BUENOS DÍAS: La siguiente encuesta se ha diseñado con el fin de desarrollar un proyecto de grado en fundición artística, de la escuela de Ingeniería Metalúrgica (UIS), con el cual se busca recopilar información que permita determinar la factibilidad de crear una empresa de fundición de esculturas. Muy respetuosamente solicitamos su colaboración al contestar las respuestas. Gracias por su atención prestada.</p> <p>¿Usted comercializa esculturas?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>¿Cual criterio tiene para comprar esculturas?</p> <p><input type="radio"/> costos <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Tamaño de la obra</p> <p>¿Cual material prefiere para las esculturas?</p> <p><input type="radio"/> Bronce <input type="radio"/> Aluminio <input type="radio"/> Otro</p> <p>¿Cual estilo de escultura prefiere?</p> <p><input type="radio"/> Figurativo <input type="radio"/> Abstracto <input type="radio"/> Conceptual <input type="radio"/> Geométrico <input type="radio"/> Todos los anteriores</p>	<p>¿Cuántas esculturas comercializa mensualmente?</p> <p><input type="radio"/> 1-5 <input type="radio"/> 6-10 <input type="radio"/> 11 o más</p> <p>¿Cual es el peso aproximado de la escultura que comercializa?</p> <p><input type="radio"/> 1-5 kg <input type="radio"/> 6-10 kg <input type="radio"/> 11 o mas kg <input type="radio"/> Opción 4</p> <p>¿Cual inconveniente ha tenido con su proveedor actual?</p> <p><input type="radio"/> Baja calidad <input type="radio"/> Altos precios <input type="radio"/> Incumplimiento en la entrega <input type="radio"/> Todas las anteriores</p> <p>¿Como calificaría el servicio recibido por su proveedor?</p> <p><input type="radio"/> Excelente <input type="radio"/> Bueno <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Malo</p> <p>¿Cual es el medio que más utiliza para contactar un proveedor?</p> <p><input type="radio"/> Directorio <input type="radio"/> web <input type="radio"/> Redes sociales</p> <p>Le gustaría que en Santander halla una empresa especializada en hacer esculturas?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>

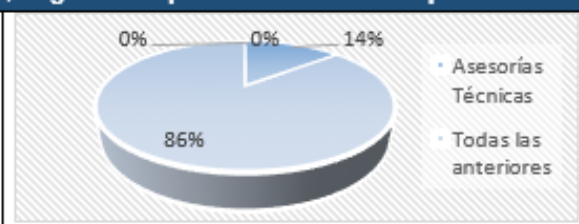
Anexo B. Resultados de la encuesta para artistas



Anexo B. Continuación

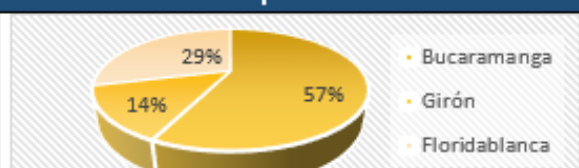
Pregunta 6. ¿Cuál de las siguientes opciones, le gustaría que le ofreciera la empresa?

Respuesta	Artistas	Porcentaje
Sala de exposición	0	0%
Descuentos	0	0%
Asesorías Técnicas	20	14%
Todas las anteriores	124	86%
Total	144	100%



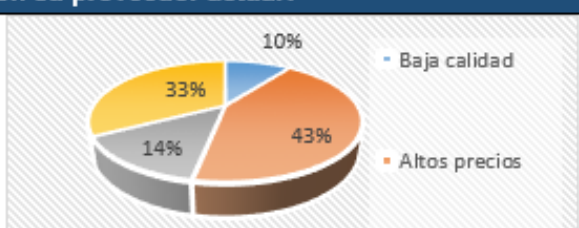
Pregunta 7. ¿En dónde le gustaría que estuviera ubicada la empresa?

Respuesta	Artistas	Porcentaje
Bucaramanga	82	57%
Girón	20	14%
Floridablanca	42	29%
Total	144	100%



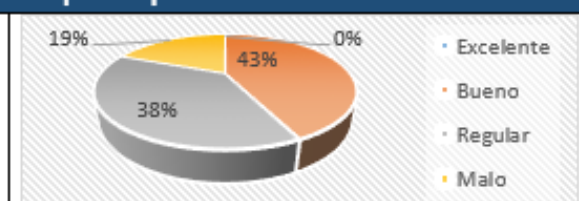
Pregunta 8. ¿Cuál inconveniente ha tenido con su proveedor actual?

Respuesta	Artistas	Porcentaje
Baja calidad	14	10%
Altos precios	62	43%
Incumplimiento	20	14%
Todas las anteriores	48	33%
Total	144	100%



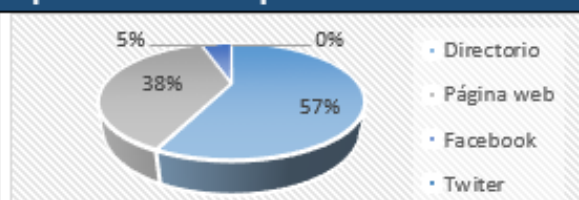
Pregunta 9. ¿Cómo calificaría el servicio recibido por su proveedor?

Respuesta	Artistas	Porcentaje
Excelente	0	0%
Bueno	62	43%
Regular	55	38%
Malo	27	19%
Total	144	100%

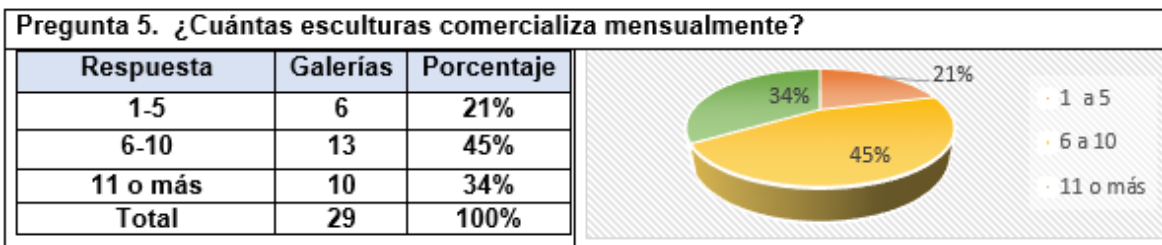
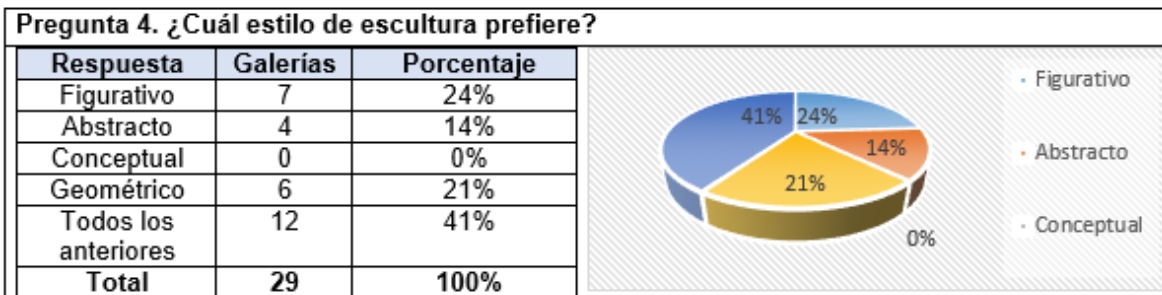
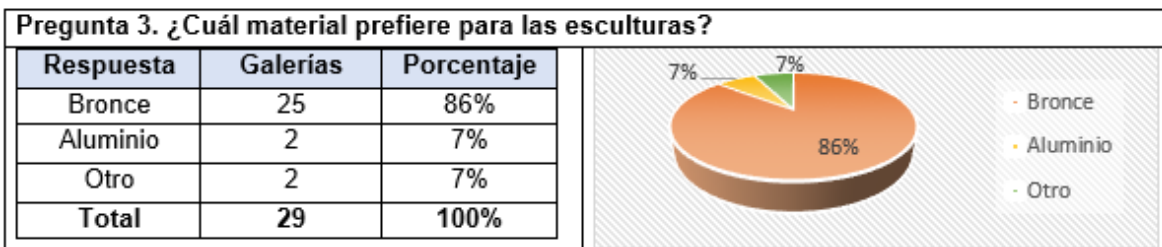
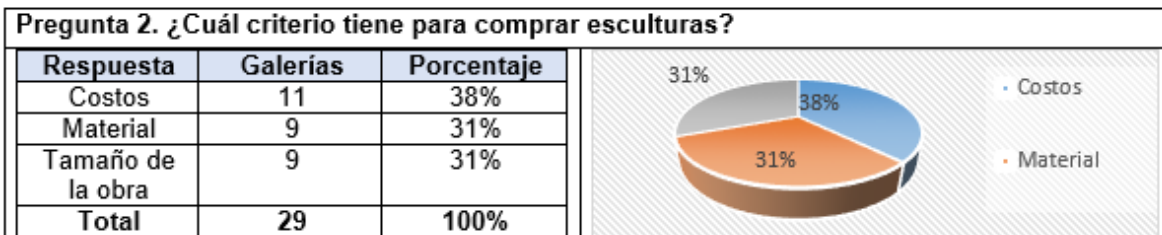
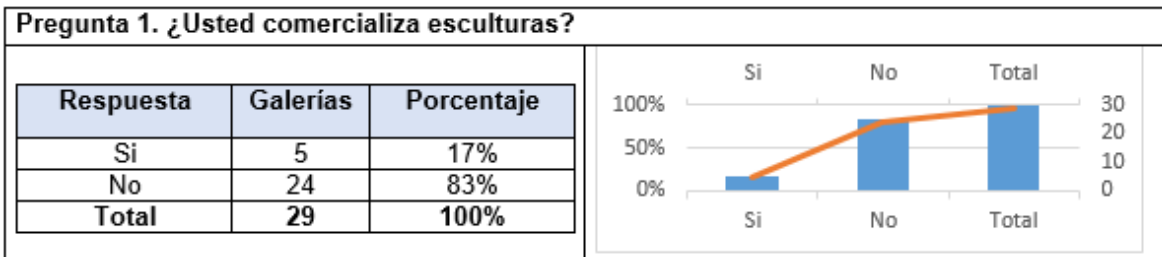


Pregunta 10. ¿Cuál es el medio que más utiliza para contactar un proveedor?

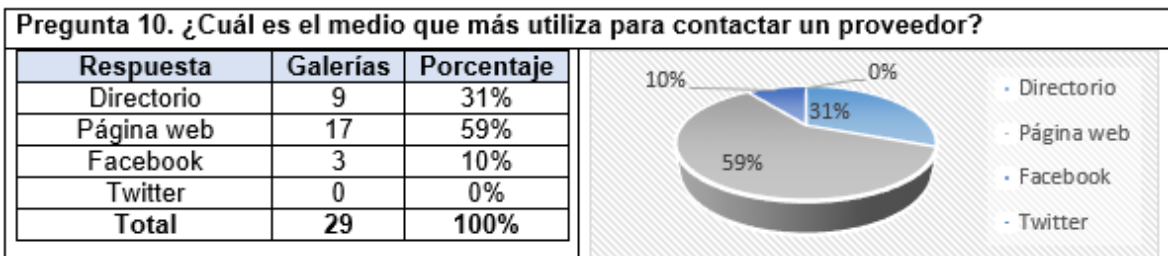
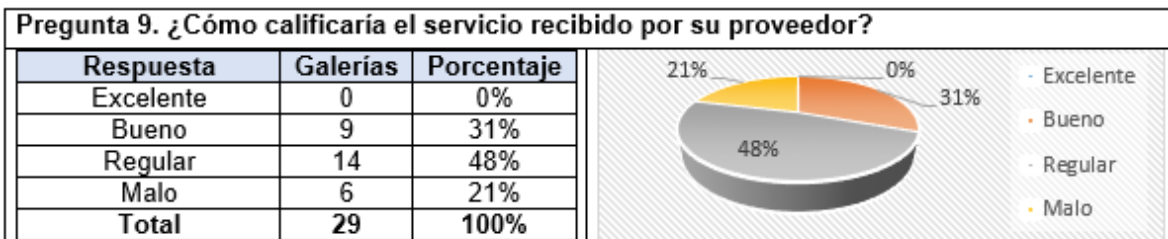
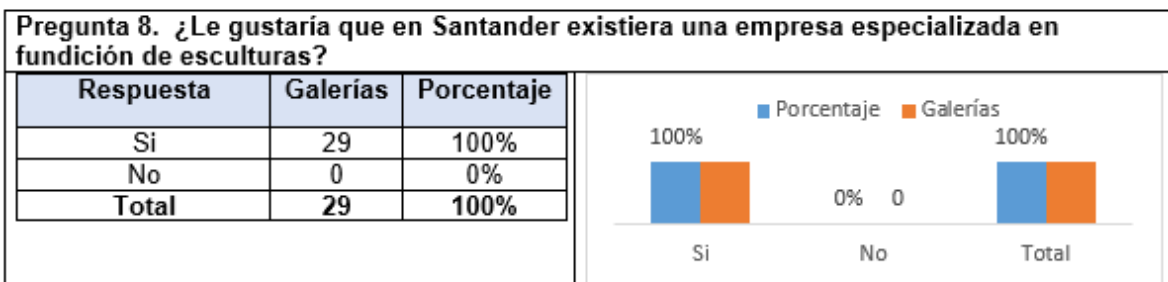
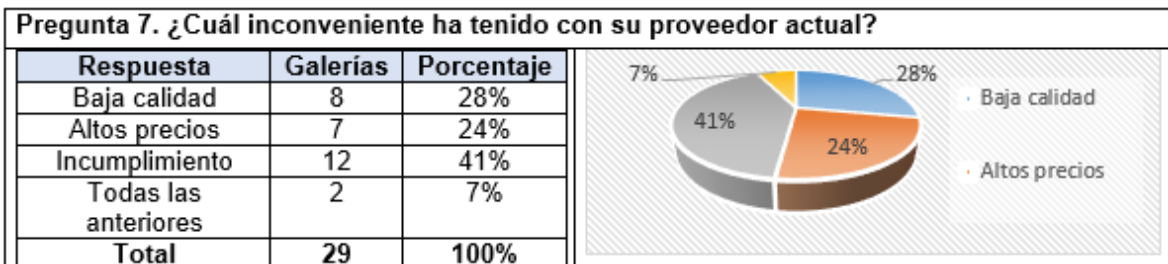
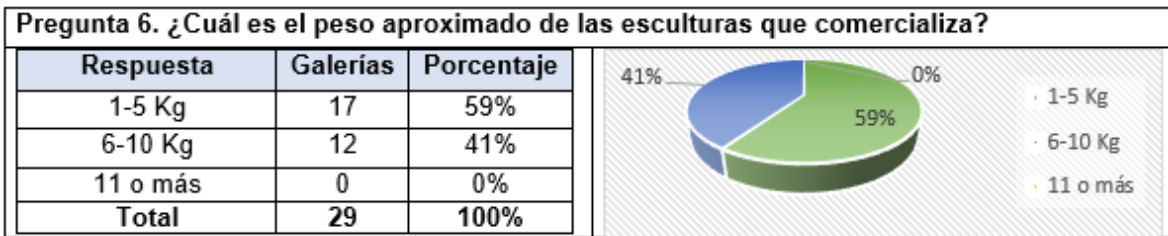
Respuesta	Artistas	Porcentaje
Directorio	82	57%
Página web	55	38%
Facebook	7	5%
Twitter	0	0%
Total	144	100%



Anexo C. Resultados de la encuesta para Galerías



Anexo C. Continuación



Anexo D. Descripción de perfil y cargos

GERENTE GENERAL	
AREA: Administrativa JEFE INMEDIATO: Junta de socios	Formación académica: Ingeniero Metalúrgico Experiencia laboral: 1 año en cargos similares
Objeto general del cargo	
<ul style="list-style-type: none"> • Representar legalmente a la empresa y realizar el control de calidad del producto. 	
Descripción de las funciones	
<ul style="list-style-type: none"> • Planear, organizar, dirigir, atender y controlar todas las actividades y dependencias de la empresa y lograr los objetivos propuestos. • Realizar el control de calidad del producto. 	
Responsabilidad	
Manejo de dinero en efectivo, contratos, presupuesto, personal e información confidencial.	
Esfuerzo y Condiciones de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Concentración, memoria, agudeza visual y resistencia física de estar sentado/parado. • Visuales, estrés, ergonómicos 	

Secretaria auxiliar contable	
AREA: Administrativa JEFE INMEDIATO: Gerente	Formación académica: Secretariado Auxiliar Contable SENA Experiencia laboral: 1 año en cargos similares
Objeto general del cargo	
Manejo de equipos de oficina, y programas informáticos que conllevan amplios conocimientos en protocolo institucional y empresarial.	
Descripción de las funciones	
Manejo de documentos, llamadas telefónicas, cálculos elementales, expedientes, agenda etc.	
Responsabilidad	
Actividades generales de administración, manejo de dinero de caja menor, información confidencial y recepción y atención al cliente.	
Esfuerzo y Condiciones de trabajo	
Concentración, memoria, agudeza visual y resistencia física de estar sentado/parado. Visuales, estrés, ergonómicos.	

Anexo D. Continuación

CONTADOR	
AREA: Administrativa JEFE INMEDIATO: Gerente	Formación académica: Contador Experiencia laboral: 3 años
Objeto general del cargo	
Revisar, asesorar y orientar el manejo contable y financiero de la empresa, en el cumplimiento de las normas legales.	
Descripción de las funciones	
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y verificar los estados y registros de la empresa • Elaborar informes de los estados financieros • Preparación de documentos legales y asesoramiento a la empresa. 	
Responsabilidad	
Confidencialidad con la información de la empresa	
Esfuerzo y Condiciones de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Concentración, memoria, agudeza visual y resistencia física de estar sentado/parado. • Visuales, estrés, ergonómicos 	

Vendedor	
AREA: Administrativa JEFE INMEDIATO: Gerente	Formación académica: Asesor de ventas SENA Experiencia laboral: 1 año en cargos similares
Objeto general del cargo	
Lograr ventas y generar utilidades a la empresa.	
Descripción de las funciones	
Captar clientes, mostrar el portafolio de productos y servicios, lograr ventas, acompañamiento y seguimiento de clientes, apoyar a la empresa en el mejoramiento de estrategias de mercadeo y ventas.	
Responsabilidad	
Ventas, postventas y manejo confidencial de información de la empresa.	
Esfuerzo y Condiciones de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Concentración, memoria, agudeza visual y resistencia física de estar sentado/parado • Visuales, estrés, ergonómicos. 	

Anexo D. Continuación

FUNDIDOR Y MOLDEADOR	
AREA: Administrativa JEFE INMEDIATO: Gerente	Formación académica: Fundidor y moldeador SENA Experiencia laboral: 3 años
Objeto general del cargo	
Realizar proceso de moldeo y fundición	
Descripción de las funciones	
Manejo adecuado de las materias primas, realizar moldes y fundir metales.	
Responsabilidad	
Utilizar todos los equipos y herramientas bajo normas de seguridad industrial.	
Esfuerzo y Condiciones de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> Mental, buen estado físico Metal a altas temperaturas, gases y partículas metálicas volátiles. 	

Anexo E. Asignación salarial

NOMINA	%	GERENTE	CONTADOR	SECRETARIA	VENDEDOR	MOLDEADOR	FUNDIDOR
Sueldo mes		\$ 1.500.000	\$ 300.000	\$ 616.000	\$ 616.000	\$ 616.000	\$ 616.000
Transporte		\$ -	\$ -	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000
Prima	8,33%	\$ 124.950	\$ -	\$ 51.313	\$ 57.310	\$ 57.310	\$ 57.310
Vacaciones	4,17%	\$ 62.550	\$ -	\$ 25.687	\$ 28.690	\$ 28.690	\$ 28.690
Cesantias	8,33%	\$ 124.950	\$ -	\$ 51.313	\$ 57.310	\$ 57.310	\$ 57.310
Intereses/cesantias	1%	\$ 1.250	\$ -	\$ 6.160	\$ 6.880	\$ 6.880	\$ 6.880
Caja compensación	4%	\$ 60.000	\$ -	\$ 24.640	\$ 27.520	\$ 27.520	\$ 27.520
Salud	8,50%	\$ 127.500	\$ -	\$ 52.360	\$ 58.480	\$ 58.480	\$ 58.480
Pensión	12%	\$ 180.000	\$ -	\$ 73.920	\$ 82.560	\$ 82.560	\$ 82.560
ARP	6,96%	\$ 104.400	\$ -	\$ 42.874	\$ 47.885	\$ 47.885	\$ 47.885
Total mes		\$ 2.285.600	\$ 300.000	\$ 1.016.266	\$ 1.054.635	\$ 1.054.635	\$ 1.054.635
Total año		\$ 27.427.194	\$ 3.600.000	\$ 12.195.197	\$12.655.622	\$ 12.655.622	\$ 12.655.622

Anexo F. Modelo de negocios CANVAS



Fuente: OSTERWALDER, Alex. Business Model Canvas. 2010 <http://emprenderesposible.org/modelo-canvas>