



UNIVERSIDAD DE CUENCA



**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL PROCESO DE DECORADO  
DOBLE COLOR SOBRE JARROS CERÁMICOS EN CERÁMICA ANDINA C.A.”**

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**AUTOR: RODRIGO ALEJANDRO VIDAL APOLO**

**DIRECTOR: ING. JAMES MARLON ARIAS CISNEROS**

**Cuenca – Ecuador**

**2014**



## RESUMEN

El presente trabajo de tesis surge de la necesidad que tienen las empresas de generar nuevos productos con mayor percepción de valor o innovación para los clientes, factibles de producirlos a escala industrial con una buena economía de costos.

El siguiente proyecto se ha desarrollado en CERÁMICA ANDINA S.A. donde surge la idea de crear una nueva línea de producción, una línea de jarros doble color que puedan ser diferenciados con gran percepción de valor para con ello poder competir en el tiempo y obtener ganancias ahora y en el futuro, la idea no es solo generar ganancias a la empresa sino también posicionarla a nivel competitivo, con esto la empresa podrá mantener su participación en el mercado, ya que si una empresa no está en la constante innovación corre el riesgo de perder participación en el mismo.

El proyecto describe la situación actual de la empresa, plantea ideas creativas e innovadoras para desarrollar el proceso, realiza un exhaustivo diseño factorial donde se desarrolla y se optimiza la propuesta, utiliza herramientas como Diagramas de flujo con el fin de poder interpretar más fácilmente los procesos y evalúa la propuesta a fin de saber si es factible o no realizar el proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Diseño factorial  $2^k$ , Decorado doble color, Industrialización



## ABSTRACT

This thesis arises from businesses' need to generate new products with higher perceived value and innovation for customers and that are feasible to produce on an industrial scale at a relatively low cost.

The following project has been developed in CERAMICA ANDINA S.A., where the idea of creating a new production line of two-toned mugs was implemented so that the product would be of high perceived value, economically competitive, and profitable in the present and future. The idea is not only to generate profits for the company, but also to keep innovation at a competitive level so that the company can maintain its market share.

This project describes the current situation of the company, develops creative and creative ideas regarding the innovative process, takes a comprehensive factorial design in which the proposal is developed and optimized, using tools such as flowcharts in order to interpret processes, more easily and evaluates the proposal in order to determine its feasibility.

**KEY WORDS:** 2<sup>k</sup> Factorial Design, decorated in two colors, industrialization



## ÍNDICE

CLAUSULA DE DERECHOS DE AUTOR.....	7
CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL .....	8
DEDICATORIA:.....	9
AGRADECIMIENTO:.....	10
OBJETIVO GENERAL .....	11
OBJETIVOS ESPÉCÍFICOS .....	11
CAPÍTULO I .....	12
LA EMPRESA “CERÁMICA ANDINA C.A.” .....	12
1.1. INTRODUCCIÓN .....	13
1.2. SITUACIÓN ACTUAL.....	14
1.2.1. ANÁLISIS SITUACIONAL.....	14
1.2.2. MERCADO CERÁMICA ANDINA.....	15
1.2.3. ANÁLISIS FODA .....	16
CAPÍTULO II .....	20
DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES PARA EL DECORADO DOBLE COLOR 20	
2.1. GENERACIÓN DE IDEAS PARA DETERMINAR EL PROCESO A ELEGIR PARA EL DECORADO .....	21
2.1.1 IDEAS DE LA FÁBRICA .....	21
2.1.1.1. PROPUESTA DE COLOREADO EXTERIOR POR INMERSIÓN EN FORMULACIÓN PARA DECORACIÓN MANUAL (DECORACIÓN MAYÓLICA) .....	22
Procedimiento .....	22
Gráfica del proceso .....	22
Resultados gráficos del proceso .....	24
Conclusiones de la propuesta.....	24
2.1.1.2 PROPUESTA DE COLOREADO EXTERIOR POR ASPERSIÓN MEDIANTE FORMULACIÓN PARA DECORACIÓN MANUAL .....	24
Procedimiento .....	24
Gráficas del proceso .....	25
Resultados gráficos del proceso .....	26
Conclusiones de la propuesta.....	26
2.1.1.3 PROPUESTA DE COLOREADO EXTERIOR POR INMERSIÓN EN ESMALTE DE PRODUCCIÓN .....	27
Procedimiento .....	27



Gráficas del proceso .....	28
Resultados gráficos del proceso .....	29
Conclusiones de la idea.....	30
2.1.2. ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.....	30
2.2. DISEÑO FACTORIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO .....	30
2.2.1. DISEÑO FACTORIAL $2^K$ .....	30
2.2.2. VARIABLES INDEPENDIENTES EN EL PROCESO DE DECORADO EXTERIOR ....	33
2.2.3. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES PARA LAS VARIABLES INDEPENDIENTES .	33
2.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ELEGIDA .....	34
2.3.1. ASIGNACIÓN DE UNA NOMENCLATURA A LAS VARIABLES Y NIVELES .....	34
2.3.2. FORMATO DE LAS HOJAS DE REGISTRO PARA EL EXPERIMENTO FACTORIAL $2^K$ .....	36
2.3.3. APRECIACIÓN CUANTITATIVA DE LOS RESULTADOS DEL EXPERIMENTO .....	36
2.3.4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS..	37
2.3.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS CUANTITATIVAMENTE .....	40
2.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS .....	42
2.3.8. DETERMINACIÓN DEL MEJOR PROCEDIMIENTO .....	46
2.3.9. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO.....	47
2.3.9.1. TOLERANCIAS.....	47
2.3.9.2. CONCLUSIONES DEL DISEÑO ROBUSTO .....	49
CAPÍTULO III .....	50
ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES .....	50
3.1. DESARROLLO DEL PROCESO .....	51
3.1.1. DISEÑO Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA .....	51
3.1.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	52
3.1.3. DISEÑO DEL PROCESO .....	53
3.2. DIAGRAMAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	54
3.2.1. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO .....	55
3.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO.....	57
3.2.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LOS MATERIALES .....	58
3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS .....	59



3.5. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN .....	60
3.6. UBICACIÓN EN PLANTA .....	61
CAPÍTULO IV .....	65
ESTUDIO ECONÓMICO .....	65
4.1. INTRODUCCIÓN .....	66
4.2. ANÁLISIS SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....	66
4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	67
4.3.1. COSTOS DE VENTAS .....	68
4.3.1.1. GASTOS DE OPERACIÓN .....	68
4.3.1.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	69
4.3.2. VENTAS .....	73
4.3.3. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN FIJA .....	75
4.3.4. DETERMINACIÓN DEL CAPITAL DE OPERACIÓN .....	75
4.3.5. FINANCIAMIENTO .....	76
4.3.6. CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO .....	76
4.3.7. FLUJO NETO DE EFECTIVO .....	79
4.3.8. DETERMINACIÓN DE LA TASA MÍNIMA DE RENDIMIENTO .....	80
4.3.9. DETERMINACIÓN DEL VALOR ACTUAL NETO .....	80
4.3.10. DETERMINACIÓN DE LA TASA INTERNA DE RETORNO .....	81
CAPÍTULO V .....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83
CONCLUSIONES .....	84
RECOMENDACIONES .....	85
BIBLIOGRAFÍA .....	86
ANEXOS .....	87
ANEXO 1 .....	88
DISTRIBUCIÓN F DE SNEDECOR .....	88
ANEXO 2 .....	90
EXPERIMENTACIÓN FACTORIAL .....	90



## CLAUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Rodrigo Alejandro Vidal Apolo autor de la tesis "Propuesta para la industrialización del proceso de decorado doble color sobre jarros cerámicos en Cerámica Andina C.A." reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Industrial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 24 de Septiembre de 2014

Rodrigo Alejandro Vidal Apolo

C.I: 0704608918



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Rodrigo Alejandro Vidal Apolo autor de la tesis "Propuesta para la industrialización del proceso de decorado doble color sobre jarros cerámicos en Cerámica Andina C.A." certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 24 de Septiembre del 2014

Rodrigo Alejandro Vidal Apolo

0704608918



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## **DEDICATORIA:**

A mi madre la persona que más amo, quién mediante su apoyo constante me dio la fortaleza para alcanzar mis objetivos.



## **AGRADECIMIENTO:**

Al Ing. James Arias que supo brindarme la ayuda y motivación necesaria para alcanzar mis logros en el desarrollo de este proyecto.



## OBJETIVO GENERAL

- Realizar una propuesta para industrializar el proceso de decorado doble color sobre piezas cerámicas en CERÁMICA ANDINA C.A.

## OBJETIVOS ESPÉCÍFICOS

- Determinar las condiciones de esmaltado para el proceso doble color sobre jarros cerámicos
- Determinar las condiciones de calibración de la máquina
- Determinar el procedimiento para el proceso de decorado de estas piezas cerámicas.
- Determinar los costos totales de la industrialización del proceso



UNIVERSIDAD DE CUENCA

# **CAPÍTULO I**

## **LA EMPRESA “CERÁMICA ANDINA C.A.”**



## 1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas necesitan estar en la búsqueda de generar nuevos productos con mayor percepción de valor e innovación para los clientes, factibles de producirlos a escala industrial y con una buena economía de costos. La actualización de productos no solo posiciona a la empresa a nivel competitivo si no también le permite mantener su participación en el mercado ya que si una empresa no está en la constante innovación corre el riesgo de perder la participación en el mismo.

Con estos antecedentes se decide elaborar una propuesta, que lleve al desarrollo de una nueva tecnología en la decoración de jarros cerámicos, con esto no solo estamos generando valor a nuestra empresa sino también estamos desarrollando nuevas alternativas que nos permitan industrializar procesos artesanales.

La idea general es que un producto con mayor percepción de valor, puede ser vendido en el mercado a un mejor precio, generando rentabilidad para la compañía, de ahí nace la idea de generar un jarro doble color a escala industrial.

Estos jarros en el mercado alcanzan un precio que dobla el jarro normal, por el tipo de decoración y diseño, es por ello que el cliente estaría dispuesto a pagar un valor agregado por la obtención de dicho producto, lo que generará mayores márgenes para la empresa.



## 1.2. SITUACIÓN ACTUAL

Cerámica Andina es una empresa con una larga trayectoria en la fabricación de vajillas de cerámica, fue fundada en 1966 como “Cerámica Modelo”, pero en 1970 cambió su denominación que mantiene hasta la actualidad Cerámica Andina C.A.

Los productos de Cerámica Andina se caracterizan por tener una gran variedad de diseños y composiciones en juegos de vajillas y piezas de excelente calidad, que son fabricadas a partir de la utilización del 97% de materia prima de origen nacional.

Cerámica Andina es una empresa que cuenta con Recursos Humanos, Técnicos y Operacionales con alta tecnología, equipos y maquinarias que permiten tener mayor producción y un estricto control de calidad de los productos que se ofrecen al mercado.

### 1.2.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

La empresa está ubicada en la AV. 24 de Mayo, sector Monay, Cuenca –Ecuador. Es una industria que genera centenares de empleos directos y miles de indirectos a lo largo y ancho del Ecuador, además del desarrollo de industrias colaterales y actividades como la prospección y explotación minera y de transporte entre otras.

La empresa está dedicada a la producción y comercialización de vajillas de cerámica y sus complementos los cuales son vendidos en el mercado del Ecuador y el exterior, sus productos están dirigidos a vajillas para el hogar, para hoteles y restaurantes además posee una línea de productos institucionales que se utilizan principalmente como material publicitario.

Está formando parte del Centro Cerámico, organización que agrupa a varias empresas del sector cerámico, que se dedican a la fabricación y comercialización de productos tales como cerámica plana, sanitarios y vajillas.



Los países donde exporta la empresa en la actualidad incluyen México, Finlandia, Italia, Francia, Colombia Perú, Venezuela, entre otros.

### 1.2.2. MERCADO CERÁMICA ANDINA

La producción de Cerámica Andina está orientada tanto al mercado nacional como al internacional, la línea de producción cerámica comprende platos, jarros y piezas especiales de colado, dentro de los cuales estas piezas se pueden vender individualmente o en juego de vajilla, para analizar el mercado de Cerámica Andina vamos a ilustrar la producción cerámica en sentido de piezas vendidas tanto al mercado nacional como al internacional.

**Tabla 1.** Exportaciones Cerámica Andina

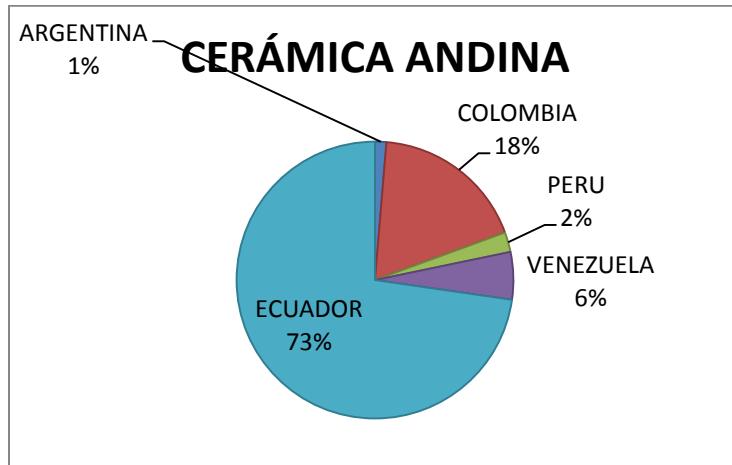
Producto 1 (Todas)		
Suma de Piezas 1		
Mer 1	Provincia	Total
EXP	ARGENTINA	93780
	COLOMBIA	1281780
	PERU	163458
	VENEZUELA	392784
<b>Total EXP</b>		<b>1931802</b>
<b>NAC</b>		<b>5149439</b>
<b>Total general</b>		<b>7081241</b>

**Fuente:** Cerámica Andina

Entre los países a los cuales exporta se encuentran Argentina, Colombia, Perú y Venezuela



Gráfica 1. Exportaciones



Fuente: Autor

La mayor parte de ventas se quedan en el mercado nacional constituyendo un 73 % de la totalidad de sus ventas, mientras que el mercado extranjero se lleva el 27 % restante.

### 1.2.3. ANÁLISIS FODA

FODA Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas; significa el análisis de todas estas variables que influyen en la organización, diferenciando aquí variables controlables como lo son las Fortalezas y debilidades, es decir que son internas dentro de la organización y por lo tanto se puede actuar sobre ellas con mayor facilidad, en cambio llamaremos variables no controlables a las oportunidades y amenazas, que por lo contrario estas variables las presenta el ambiente para lo cual debemos estar preparados es decir debemos preverlas o aprovecharlas a nuestra conveniencia.

Un análisis FODA exige una cuidadosa consideración a la hora de marcar el rumbo que la organización deberá asumir hacia el futuro deseable como en este caso el desarrollo de un nuevo producto.



### Fortalezas

- Compromiso, consagración al trabajo con gran responsabilidad y solidaridad
- Eficiencia al desarrollo de nuevas tecnologías
- Flexibilidad en el trabajo, de manera que una u otra persona pueda aportar a dicho proyecto
- Área disponible donde se pueda ejecutar el prototipo
- Iniciativa por parte de la organización

### Oportunidades:

- Novedoso para los clientes
- Amplio tamaño del mercado
- Más atractivo a la vista del consumidor
- No existe el desarrollo de esta tecnología en el mercado nacional

### Debilidades:

- Deficientes sistemas de transporte
- Alta rotación del personal

### Amenazas

- Ya existe esta tecnología en otros países



Gráfica 2. Matriz FODA

		OPORTUNIDADES				AMENAZAS
		O1	O2	O3	O4	
		Novedoso	Amplio tamaño del mercado	Atractivo al consumidor	No existe en el país	
FORTALEZAS	F1	Iniciativa desde la organización	FO zona en la cual la empresa debe explotar al máximo sus recursos para lograr máximos beneficios			
	F2	Compromiso al trabajo	FA zona en la cual la empresa debe tratar de neutralizar los efectos externos y transferir las fortalezas hacia áreas de oportunidades			
	F3	Eficiencia desarrollo tecnología				
	F4	Flexibilidad en el trabajo				
	F5	Volumen de producción				
DEBILIDADES	D1	Deficientes sistemas de transporte		DO zona en que la empresa debe invertir recursos, para superar sus debilidades		
	D2	Alta rotación del personal	DA zona en que la empresa ve amenazada su existencia			

Fuente: Autor

La matriz FODA nos ayuda a desarrollar estrategias que puedan ayudar a la factibilidad del proyecto.

### Estrategias FO

- Realizar una campaña de marketing y hacer conocer el producto rápidamente mediante la conducta auto iniciada de gerencia.
- Producir en volumen para acaparar el mercado
- Patentar esta tecnología debido a que es nueva en el mercado



### Estrategias DO

- Desarrollar un sistema de transporte fluido de manera que no haya pérdidas al transportar el jarro
- Motivación del personal para que no abandone su puesto de trabajo

### Estrategia FA

- Desarrollar tecnología que pueda aumentar la calidad del jarro



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## **CAPÍTULO II**

# **DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES PARA EL DECORADO DOBLE COLOR**



## 2.1. GENERACIÓN DE IDEAS PARA DETERMINAR EL PROCESO A ELEGIR PARA EL DECORADO

En este proceso, recogeremos toda la información ya que mientras más datos tengamos más posibilidades tenemos de generar combinaciones, luego con toda esta información debemos tratarla mentalmente y poder sacar algún tipo de significado para saber si puede resolver el problema, tratar de buscar percepciones que estimulen nuestra creatividad, consecuentemente trataremos de llevar las ideas a condiciones y prácticas reales donde deberá operar, así mismo cotejar la idea con otras personas, y así generar una idea que se convierta en la primera piedra de nuestro proyecto

### Producción jarros cerámicos doble color

Desarrollaremos una serie de ideas que puedan cubrir la necesidad de la empresa para producir este tipo de jarros, cada una de estas ideas será evaluada minuciosamente para llegar a la más óptima que pueda asegurarnos una producción en volumen para la empresa, nos hemos de valer de toda la información que pueda ayudarnos al desarrollo de la propuesta.

#### 2.1.1 IDEAS DE LA FÁBRICA

En esta etapa desarrollaremos tres ideas para conseguir nuestro objetivo, cada idea se planteará con su respectivo procedimiento, se mostrará gráficamente el proceso para luego analizar fotográficamente los resultados y poder determinar si la idea es factible para nuestra propuesta.



### 2.1.1.1. PROPUESTA DE COLOREADO EXTERIOR POR INMERSIÓN EN FORMULACIÓN PARA DECORACIÓN MANUAL (DECORACIÓN MAYÓLICA).

#### *Procedimiento*

En esta idea se utiliza para la decoración exterior del jarro la formulación que se tiene en la fábrica para decoración manual, o más conocida como decoración mayólica donde se aplica un acabado vítreo, con la formulación proporcionada sumergimos el jarro en está mediante vacío lo que nos dará el coloreado exterior del jarro, después de culminar este proceso el jarro pasa a la siguiente etapa donde después de secar por pocos segundos procedemos a una inmersión total del jarro en esmalte transparente de producción, para luego limpiar su base.

La idea de este proceso es utilizar como variables independientes la densidad viscosidad y humedad de la formulación exterior las cuales podamos ir variando para lograr los efectos deseados.

#### *Gráfica del proceso*

**Gráfica 3.** Coloreado exterior por inmersión (mayólica) fotografía 1



**Fuente:** Autor

**Gráfica 4.** Coloreado exterior por inmersión (mayólica) fotografía 2



**Fuente:** Autor

**Gráfica 5.** Coloreado exterior por inmersión (mayólica) fotografía 3



**Fuente:** Autor



### ***Resultados gráficos del proceso***

**Gráfica 6.** Resultados inmersión en esmalte de técnica mayólica



**Fuente:** Autor

### ***Conclusiones de la propuesta***

- ✚ Tenemos defectos de chorreado en el filo del jarro
- ✚ Tenemos defectos de piel de naranja
- ✚ La idea no es factible para realizar la propuesta

#### **2.1.1.2 PROPUESTA DE COLOREADO EXTERIOR POR ASPERSIÓN MEDIANTE FORMULACIÓN PARA DECORACIÓN MANUAL**

##### ***Procedimiento***

Se coloca el jarro (bizcocho) de manera inversa en una mesa giratoria, se procede a llenar la pistola de aspersión con el mismo compuesto desarrollado en la propuesta anterior, puesto que los defectos anteriores podrían haberse dado por el método empleado para la coloración, a continuación se hace girar la mesa donde está el jarro al mismo tiempo que se va coloreando la parte exterior del jarro, una vez



coloreado se deja secar por pocos segundos y se esmalta mediante inmersión en el esmalte transparente, se limpia la base y está listo para los siguientes procesos debidamente normalizados.

En este proceso la idea es alterar variables independientes, que intervienen en la formulación mayólica como densidad y viscosidad, así como también las variables en la aplicación del pigmento como la presión y distancia para la coloración.

### ***Gráficas del proceso***

**Gráfica 7.** Coloreado exterior por aspersión fotografía 1



**Fuente:** Autor

**Gráfica 8.** Coloreado exterior por aspersión fotografía 2



**Fuente:** Autor

#### **Resultados gráficos del proceso**

**Gráfica 9.** Resultados decorado por aspersión



**Fuente:** Autor

#### **Conclusiones de la propuesta**

- Tenemos un mejor acabado en el exterior del jarro
- Tenemos defectos de recogido en el aza del jarro



- Al modificar cada una de las variables que puedan afectar los defectos obtenidos en este jarro, no se logró un acabado óptimo, por lo que descartaremos el proceso dado.

### **2.1.1.3 PROPUESTA DE COLOREADO EXTERIOR POR INMERSIÓN EN ESMALTE DE PRODUCCIÓN**

Inmersión en esmalte de producción para el coloreado exterior y aspersión de esmalte transparente para el interior del jarro

#### ***Procedimiento***

El esmalte que utilizamos en este proceso es el normalizado por la fábrica para los jarros sólidos, una vez que tenemos este esmalte, procedemos agarrar el jarro por vacío para sumergirlo de manera vertical en este esmalte, una vez que haya llegado hasta el límite superior del jarro, esperamos unos segundos y retiramos de la misma manera que se lo introdujo, dejamos secar por unos segundos y lo llevamos a una mesa giratoria en la cual se esmaltara el interior del jarro por aspersión, este esmalte es el que está debidamente normalizado en la fábrica, enseguida limpiamos su base y está listo para los siguientes procesos que ya están debidamente normalizados.

La idea principal de este proceso es tomar como variables independientes las condiciones mecánicas de inmersión para poder optimizar el proceso.

**Gráficas del proceso**

**Gráfica 10.** Construcción Inmersión en esmalte de producción fotografía 1



Fuente: Autor

**Gráfica 11.** Inmersión en esmalte de producción fotografía 2



Fuente: Autor

**Gráfica 12.** Inmersión en esmalte de producción fotografía 3



**Fuente:** Autor

### **Resultados gráficos del proceso**

**Gráfica 13.** Resultados por inmersión en esmalte de producción



**Fuente:** Autor



### **Conclusiones de la idea**

- ⊕ El acabado del jarro es el deseado
- ⊕ La coloración del aza es óptima
- ⊕ Al variar las condiciones de inmersión podemos obtener el objetivo deseado.

#### **2.1.2. ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

Acorde con las datos precedentes, se definió como mejor alternativa para pasar a la fase de producción industrial, la alternativa 3 porque nos da mejores resultados en calidad, por lo cual el paso siguiente a desarrollar es la optimización del proceso a través de un diseño factorial con objeto de realizar una producción industrial.

#### **2.2. DISEÑO FACTORIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO**

Cuando buscamos medir como influyen nuestras variables independientes ( $k$  factores) en un proceso y descubrir si interaccionan entre ellos, el diseño factorial completo  $2^k$  es la estrategia experimental óptima. Utilizamos un diseño factorial  $2^k$  para descubrir como el cambio en la respuesta es producida por un cambio en el nivel del factor, y así poder optimizar nuestro proceso.

##### **2.2.1. DISEÑO FACTORIAL $2^k$**

Un experimento  $2^k$  proporciona el menor número de ensayos con los cuales se pueden estudiar  $k$  factores en un diseño factorial completo.

Existen varios casos especiales del diseño factorial, pero el más importante de todos ocurre cuando se tienen  $k$  factores, cada uno de ellos a dos niveles ( $2^2$  es el factorial más pequeño).



En estos diseños cada factor se estudia a sólo dos niveles y sus experimentos contemplan todas las combinaciones de cada nivel de un factor con todos los niveles de los otros factores. La tabla 1 muestra las matrices  $2^2$ ,  $2^3$  y  $2^4$  para el estudio de 2, 3 y 4 factores respectivamente.

En primer lugar tendremos que establecer las condiciones necesarias para la realización del experimento, cuando tengamos las condiciones, procedemos a realizar el procedimiento del diseño factorial con el debido manejo de las variables que se verán involucradas en este experimento.

En la experimentación factorial  $2^k$  contamos con tres variables y dos niveles para cada variable, de las que se obtienen 8 experimentos, que nos permitirán obtener 8 resultados y elegir los mejores para obtener el mayor valor agregado sobre la pieza cerámica.

Las variables a intervenir en el proceso serán las acordes a las condiciones mecánicas del experimento, por consiguiente podemos intervenir en el la velocidad en que se sumerge el jarro, podemos intervenir en el tiempo en que permanece inmerso el jarro dentro del esmalte y también podemos intervenir en la altura a la que va a ser sumergido el jarro.

Cabe recalcar que la absorción del bizcocho no es variable, de acuerdo a que se eligieron piezas con la misma absorción, debido a que en el proceso normalmente se realiza variaciones adicionales para calibrar el esmalte.

La viscosidad del esmalte no es variable, el proceso será establecido con las condiciones estandarizadas que se poseen en la fábrica lo cual es una idea muy importante ya que no se requerirán de nuevas formulaciones para la decoración



exterior del jarro, los esmaltes que se introducirán en este proceso son los que se trabajan diariamente en la producción de jarros sólidos.

El tamaño del jarro es constante, lo cual es importante de acuerdo a las condiciones de definición en el filo del jarro.

Las condiciones posteriores al esmaltado del jarro están establecidas y normalizadas en la empresa con lo que podemos constatar que estos procesos se mantienen como han sido establecidos y no afectan en desviaciones al jarro esmaltado.

**Tabla 2.** Matriz de experimentos para los diseños factoriales completos  $2^2$ ,  $2^3$  y  $2^4$ .

	$x_1$	$x_2$			$x_1$	$x_2$	$x_3$			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	
1	-	-			1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
2	+	-			2	+	-	-	-	2	+	-	-	-
3	-	+			3	-	+	-	-	3	-	+	-	-
4	+	+			4	+	+	-	-	4	+	+	-	-
					5	-	-	+	-	5	-	-	+	-
					6	+	-	+	-	6	+	-	+	-
					7	-	+	+	-	7	-	+	+	-
					8	+	+	+	-	8	+	+	+	-
										9	-	-	-	+
										10	+	-	-	+
										11	-	+	-	+
										12	+	+	-	+
										13	-	-	+	+
										14	+	-	+	+
										15	-	+	+	+
										16	+	+	+	+

Nivel máximo: +

Nivel mínimo: -

**Fuente:** [www.quimica.urv](http://www.quimica.urv.es)



## 2.2.2. VARIABLES INDEPENDIENTES EN EL PROCESO DE DECORADO EXTERIOR

Altura inmersión: Determina hasta que altura es sumergido el jarro

Tiempo de inmersión: Determina el tiempo que lleva la Esmaltación del jarro

Velocidad: Que velocidad es necesaria para sumergir el jarro en el esmalte.

## 2.2.3. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES PARA LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

- **Altura**

Es necesario controlar la altura de sumergido, porque es lo que nos devolverá definición en el filo del jarro los niveles establecidos son 9.3 cm mínimo y 9.7 cm máximo, con respecto a la altura de 9.5 cm que posee el jarro.

- **Tiempo**

Cuando sumergimos el jarro en el esmalte es necesario controlar el tiempo de inmersión, ya que esto nos puede generar diferentes grosores de capas en el jarro, teniendo un rango de 2 segundos como mínimo y 4 segundos como máximo.

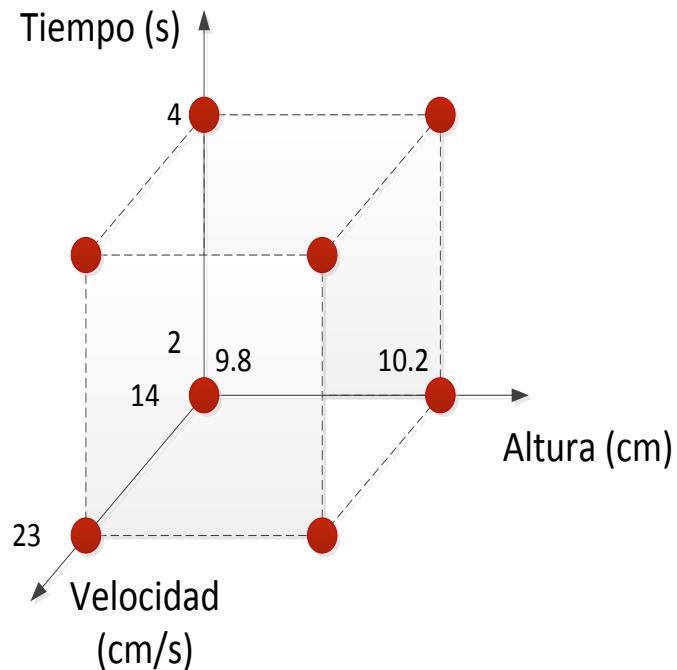
- **Velocidad**

Al mover esta variable podemos intervenir en la capa de Esmaltación del jarro, los niveles establecidos son 14 cm/s mínimo y 23 cm/s máximo.

**Tabla 3.** Niveles de variables independientes

variables niveles	altura ( <i>h</i> ) cm	tiempo ( <i>t</i> ) s	Velocidad ( <i>v</i> ) cm/s
mínimo	9.3	2	14
máximo	9.7	4	23

**Fuente:** Autor

**Gráfica 14.** Cubo de los experimentos**Fuente:** Autor

### 2.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ELEGIDA

#### 2.3.1. ASIGNACIÓN DE UNA NOMENCLATURA A LAS VARIABLES Y NIVELES

- A: Altura
- B: Tiempo
- C: Velocidad

Los niveles altos de los factores son denotados por las letras a, b, c mientras que los niveles bajos de cada factor con la notación (1). En presencia de otras letras es factible omitir el símbolo (1). Teniendo la codificación siguiente en la tabla 3.

**Tabla 4.** Codificación del experimento

CODIFICACIÓN DEL EXPERIMENTO	FACTORES O VARIABLES		
	ALTURA	TIEMPO	VELOCIDAD
(-1)	-	-	-
a	+	-	-
b	-	+	-
c	-	-	+
ab	+	+	-
a	+	-	+
bc	-	+	+
abc	+	+	+

**Fuente:** Autor**Tabla 5.** Plan de experimentación

CODIFICACIÓN DEL EXPERIMENTO	FACTORES O VARIABLES		
	ALTURA (cm)	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (cm/s)
(-1)	9.3	2	14
a	9.7	2	14
b	9.3	4	14
c	9.3	2	23
ab	9.7	4	14
ac	9.7	2	23
bc	9.3	4	23
abc	9.7	4	23

**Fuente:** Autor



### 2.3.2. FORMATO DE LAS HOJAS DE REGISTRO PARA EL EXPERIMENTO FACTORIAL $2^k$

**Tabla 6.** Hoja de registro

EXPERIMENTACIÓN FACTORIAL					
PRUEBAS PARA CONDICIONES DE ESMALTADO					
Realizado por:	Supervisado por:				
Fecha:					
Prueba No	Jarro	altura	tiempo	velocidad	Observaciones
	Modelo:				
	Color:				
	peso:				
	altura:				
Prueba No	Jarro	altura	tiempo	velocidad	Observaciones
	Modelo:				
	Color:				
	peso:				
	altura:				
Prueba No	Jarro	altura	tiempo	velocidad	Observaciones
	Modelo:				
	Color:				
	peso:				
	altura:				
Prueba No	Jarro	altura	tiempo	velocidad	Observaciones
	Modelo:				
	Color:				
	peso:				
	altura:				

**Fuente:** Autor

### 2.3.3. APRECIACIÓN CUANTITATIVA DE LOS RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

Ahora valoraremos los resultados en función de tres variables calificadas cuantitativamente.

**CAPA:** Indicará el manto de color puesto en el jarro se calificará en escala de 1 a 4.

- 1: La capa presenta grandes zonas translúcidas
- 2: La capa todavía presenta pequeñas zonas translúcidas
- 3: Existe una capa pero no la adecuada.
- 4: La capa del color está dentro de lo deseado.



**CHORREADO:** Indicará el nivel de goteado de la superficie del jarro, calificado en una escala de 1 a 4. Donde

- 1: Chorreado excesivo en superficie del jarro
- 2: Menor chorreado que en 1, se aprecia menos superficie goteada
- 3: No se observa chorreado a excepción de los filos del jarro
- 4: No existe chorreado superficie coloreada íntegramente

**DEFINICIÓN DEL FILO:** Indicará el nivel de adherencia del color al filo del jarro se calificará en una escala de 1 a 4.

- 1: Definición mala, excesivo acumulación de esmalte en el filo
- 2: Definición con pequeñas zonas del filo goteadas
- 3: Existe definición pero con ciertos fallas
- 4: Existe definición a la perfección

### **2.3.4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS**

Después de realizar los experimentos antes establecidos, procedemos al análisis estadístico de estos, para establecer interrelaciones, los cuales nos arrojarán la mejor condición de esmaltado que se requiere para la continuación de nuestro proceso de industrialización.



**Tabla 7.** Experimento 1

<b>Experimento</b>	1		<b>jarro</b>	recto	
<b>prueba</b>	1				
<b>Factores</b>			<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	Velocidad	capa	chorreado	definición del filo
-	-	-	3	3	4



buenas capas, casi no existe chorreado, la definición del filo es idónea

**Fuente:** Autor



**Tabla 8.** Experimento 2

<b>Experimento</b>	2		<b>jarro</b>	recto	
<b>prueba</b>	a				
<b>Factores</b>			<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
+	-	-	4	4	2



Se torna difícil la apreciación de un filo uniforme, se nota un poco cargado

**Fuente:** Autor

Para revisión de los demás experimentos del diseño factorial  $2^3$  se añade un anexo en este proyecto.



### 2.3.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS CUANTITATIVAMENTE

En la experimentación factorial se realizaron 3 réplicas para tener más datos y que sea más factible la experimentación.

**Tabla 9.** Resultados experimentación factorial experimento 1

Factores	Experimento 1			
	capa	chorreado	definición de filo	total
(1)	3	3	4	10
a	4	4	2	10
b	2	3	3	8
c	4	4	3	11
ab	2	3	3	8
ac	4	3	2	9
bd	3	3	4	10
abc	2	4	3	9

**Fuente:** Autor

**Tabla 10.** Resultados experimentación factorial réplica 2

Factores	Réplica 2			
	capa	chorreado	definición de filo	total
(1)	3	4	3	10
a	3	4	3	10
b	1	3	3	7
c	4	4	4	12
ab	1	3	2	6
ac	4	3	2	9
bd	3	3	3	9
abc	2	4	3	9

**Fuente:** Autor

**Tabla 11.** Resultados experimentación factorial réplica 3

Factores	Réplica 3			
	capa	chorreado	definición de filo	Total
(1)	3	3	4	10
a	4	3	2	9
b	2	2	3	7
c	4	3	4	11
ab	1	3	3	7
ac	4	4	2	10
bd	2	4	3	9
abc	2	4	3	9

**Fuente:** Autor

Procederemos a obtener los resultados finales de los factores, para analizarlos estadísticamente

**Tabla 12.** Matriz de resultados

Resultado final	
Factores	Total (y)
(1)	30
A	29
B	22
C	34
Ab	21
Ac	28
Bd	28
Abc	27

**Fuente:** Autor



### 2.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Las 8 respuestas se pueden combinar para obtener 8 informaciones (tantas como experimentos), el valor medio, tres efectos principales, tres efectos de interacción de dos factores y un efecto de interacción de tres factores

**Tabla 13.** Matriz de los efectos

Comb.Tratamientos	Promedio	A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
1	+	-	-	-	+	+	+	-
a	+	+	-	-	-	-	+	+
b	+	-	+	-	-	+	-	+
c	+	-	-	+	+	-	-	+
ab	+	+	+	-	+	-	-	-
ac	+	+	-	+	-	+	-	-
bc	+	-	+	+	-	-	+	-
abc	+	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: [www.quimica.urv](http://www.quimica.urv)

$$\text{Contraste}A = (-y_1 + y_2 - y_3 - y_4 + y_5 + y_6 - y_7 + y_8)$$

$$\text{Contraste}B = (-y_1 - y_2 + y_3 - y_4 + y_5 - y_6 + y_7 + y_8)$$

$$\text{Contraste}C = (-y_1 - y_2 - y_3 + y_4 - y_5 + y_6 + y_7 + y_8)$$

$$\text{Contraste}AB = (+y_1 - y_2 - y_3 + y_4 + y_5 - y_6 - y_7 + y_8)$$

$$\text{Contraste}AC = (+y_1 - y_2 + y_3 - y_4 - y_5 + y_6 - y_7 + y_8)$$

$$\text{Contraste}BC = (+y_1 + y_2 - y_3 - y_4 - y_5 - y_6 + y_7 + y_8)$$

$$\text{Contraste}ABC = (-y_1 + y_2 + y_3 + y_4 - y_5 - y_6 - y_7 + y_8)$$

Para cualquier diseño  $2^k$  con n réplicas, la estimación del efecto y de los cuadrados se realiza con la siguiente fórmula:



$n$  = número de réplicas

$k$  = factores

$$Efecto = \frac{\text{contraste}}{n2^{k-1}}$$

$$SS_x = \frac{\text{contraste}^2}{n2^k}$$

**Tabla 14. ANOVA**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F calculada
Tratamiento A	$SS_A$	$a-1$	$MS_A = SS_A/a-1$	$MS_A/MS_E$
Tratamiento B	$SS_B$	$b-1$	$MS_B = SS_B/b-1$	$MS_B/MS_E$
Tratamiento C	$SS_C$	$c-1$	$MS_C = SS_C/c-1$	$MS_C/MS_E$
Interacción AB	$SS_{AB}$	$(a-1)(b-1)$	$MS_{AB} = SS_{AB}/(a-1)(b-1)$	$MS_{AB}/MS_E$
Interacción AC	$SS_{AC}$	$(a-1)(c-1)$	$MS_{AC} = SS_{AC}/(a-1)(c-1)$	$MS_{AC}/MS_E$
Interacción BC	$SS_{BC}$	$(b-1)(c-1)$	$MS_{BC} = SS_{BC}/(b-1)(c-1)$	$MS_{BC}/MS_E$
Interacción ABC	$SS_{ABC}$	$(a-1)(b-1)(c-1)$	$MS_{ABC} = SS_{ABC}/(a-1)(b-1)(c-1)$	$MS_{ABC}/MS_E$
Error	$SS_E$	$abc(n-1)$	$MS_E = SS_E/abc(n-1)$	
Total	$SS_T$	$abcn-1$		

Fuente: Libro Probabilidad y Estadística Montgomery & Runger

Para la suma de los cuadrados totales utilizamos la siguiente fórmula

$$SST = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{\bar{y}^2}{8n}$$



$$SST = (10^2 + \dots + 9^2) - \frac{219^2}{24}$$

$$SST = 46.625$$

La suma de los cuadrados del error SSE la obtenemos por diferencia de la suma de los cuadrados totales SST.

Tabla 15. RESULTADOS ANOVA

clasificación efectos	Fuente	Contrast e	Efecto s	suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	f calculada
Efecto principal	A	-9	-0.750	3.375	1	3.375	10.125
	B	-23	-1.917	22.042	1	22.042	66.125
	C	15	1.250	9.375	1	9.375	28.125
interacción de 2 factores	AB	5	0.417	1.042	1	1.042	3.125
	AC	5	0.417	1.042	1	1.042	3.125
	BC	-5	-0.417	1.042	1	1.042	3.125
interacción de 3 factores	ABC	9	0.750	3.375	1	3.375	10.125
		5					
Error				5.333	16	0.333	
Total				46.625	23		

Fuente: Autor

A=altura

B=tiempo

C=velocidad



La técnica de análisis de la varianza se utilizará en los siguientes contrastes de hipótesis.

Estableceremos 2 hipótesis: Hipótesis nula  $H_0$  y una hipótesis alternativa  $H_1$

$H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_a = 0$  (el factor A no influye)

$H_1: \text{algun } \alpha_i \neq 0$  (el factor A influye) ,Entonces:

Rechazamos  $H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_a = 0$  al nivel  $\alpha$  cuando

$$F_A > F_{(a-1),abc(n-1),\alpha}$$

Como los grados de libertad son iguales para todos los tratamientos, F de Snedecor será el valor crítico para todos los tratamientos.

$$F_{(a-1),abc(n-1),\alpha} = F_{1,16,0.05} = 4.494$$

Como el valor de la F de Snedecor  $F_{1,16,0.05} = 4.494$ , entonces podemos decir que los valores marcados tienen significancia.

Las variables A, B y C tienen diferencia significativa, mas no existe interacción entre AB, AC Y BC, pero la interacción existe en las 3 variables, cada una varía significativamente con el resto.

Al analizar el efecto nos damos cuenta que la variable B tiene la mayor significancia pero como el efecto está con signo negativo, quiere decir que tiene una varianza no acorde a los resultados que queremos obtener, mas si analizamos la variable C que sería la velocidad podemos concluir que como su efecto es de valor positivo entonces esta se convierte en la principal variable de acuerdo a nuestros resultados.

El valor de F en ABC indica en qué grado el efecto de un factor depende del valor combinado de los otros dos factores. En nuestro proceso este valor es pequeño comparado con el efecto principal B y C.



### 2.3.8. DETERMINACIÓN DEL MEJOR PROCEDIMIENTO

Al analizar los resultados podemos concluir que el diseño correspondiente al experimento ( c ) es en el que obtenemos los mejores resultados para el proceso de decorado, ya que en este nivel donde manteniendo las variables de altura y tiempo en su mínimo señalado y maximizando la velocidad de inmersión obtenemos el resultado deseado.

**Tabla 16.** Mejor resultado obtenido

<b>Experimento</b>	4		<b>Jarro</b>	recto	
<b>prueba</b>	C				
<b>Factores</b>			<b>Apreciación</b>		
altura	Tiempo	velocidad	Capa	chorreado	definición del filo
-	-	+	4	4	3



Tenemos una buena capa así como un acabado idóneo

**Fuente:** Autor



Como podemos observar es un diseño acorde a las características que buscábamos en el proceso, ahora daremos paso a la optimización o diseño robusto del proceso para maximizar los objetivos planteados.

### 2.3.9. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO

En este desarrollo llevaremos los resultado s a su máximo análisis para lograr la mayor eficacia y eficiencia en este proceso, para esto haremos una corrida adicional de experimentaciones que proporcione los niveles en los cuales podamos intervenir y lograr el producto deseado en su máximo alcance.

#### 2.3.9.1. TOLERANCIAS

Estrecharemos más las tolerancias, de las variables que intervienen el proceso de decorado a fin de poder intervenir en el rango necesario y aceptable para su mejor funcionamiento.

**Tabla 17.** Tolerancias establecidas

variables niveles	Altura ( <i>h</i> ) cm	Tiempo ( <i>t</i> ) s	Velocidad ( <i>v</i> ) cm/s
<b>Condición aceptada</b>	9.3	2	23
<b>Condición óptima</b>	$\pm 0.2$	$\pm 1$	$\pm 4$

**Fuente:** Autor

Procederemos a aplicar la experimentación factorial tomando en consideración las tolerancias establecidas.

**Tabla 17.** Plan experimentación

CODIFICACIÓN DEL EXPERIMENTO	FACTORES O VARIABLES		
	ALTURA	TIEMPO	VELOCIDAD
(-1)	-	-	-
a	+	-	-
b	-	+	-
c	-	-	+
ab	+	+	-
ac	+	-	+
bc	-	+	+
abc	+	+	+

**Fuente:** Autor

Llevando a cabo la repetición del experimento en base a la tolerancia hemos obtenido los resultados siguientes:

**Tabla 18.** Resultados del diseño robusto

CODIFICACIÓN DEL EXPERIMENTO	APRECIACIÓN		
	CAPA	CHORREADO	DEFINICIÓN DEL FILO
(-1)	4	4	3
A	3	4	3
B	4	3	3
C	4	4	3
Ab	3	3	3
Ac	3	4	3
Bc	4	3	3
Abc	3	3	3

**Fuente:** Autor



### 2.3.9.2. CONCLUSIONES DEL DISEÑO ROBUSTO

Que al llevar a la mínima tolerancia las variables de la velocidad siguen siendo aceptables los resultados del experimento, en cuanto a la altura se debe trabajar en el experimento establecido ya que al disminuir la altura ya nos afecta la definición del filo, cabe resaltar que no debemos salirnos del rango de tolerancias ya que ello alteraría el acabado final del jarro, si analizamos el tiempo en que permanece sumergido el jarro diríamos que entre más tiempo que permanezca en el interior del esmalte más capa absorbería nuestro jarro, por consiguiente afectaría la calidad de nuestro producto final. En conclusión podemos decir que, es recomendable trabajar siempre sobre los niveles más bajos de las tolerancias sin salirnos del margen, pero manteniendo la altura en el nivel establecido previamente.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## **CAPÍTULO III**

## **ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES**



### **3.1. DESARROLLO DEL PROCESO**

El objeto de esto es formular la creación de nuestro jarro a escala industrial, cumpliendo con las especificaciones preestablecidas, de tal manera que tengamos una sucesión de tareas desarrolladas por personas que con la ayuda de insumos, herramientas y tecnología transformen nuestros materiales primos en el producto requerido.

Debido a las pruebas realizadas anteriormente con mucho éxito, ahora es necesario llevar el proceso a su propuesta de industrialización de tal manera de que podamos determinar si es posible tener un volumen alto de producción y sea rentable para la empresa, para esto se diseñará un proceso con base de una máquina diseñada para decorar nuestro jarro doble color.

#### **3.1.1. DISEÑO Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA**

En este proceso se adaptará y construirá una máquina que nos permita automatizar el proceso de tal manera que podamos obtener mayor volumen de producción, para esto es posible adaptar una máquina antigua existente en la empresa que funcione de la siguiente manera.

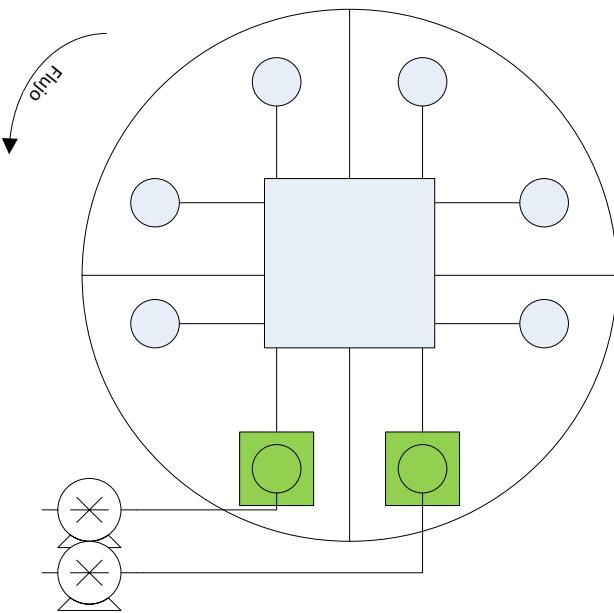
**Gráfica 15.** Máquina a ser adaptada



**Fuente:** Autor

### 3.1.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

**Gráfica 16.** Principio funcionamiento maquinaria



**Fuente:** Autor

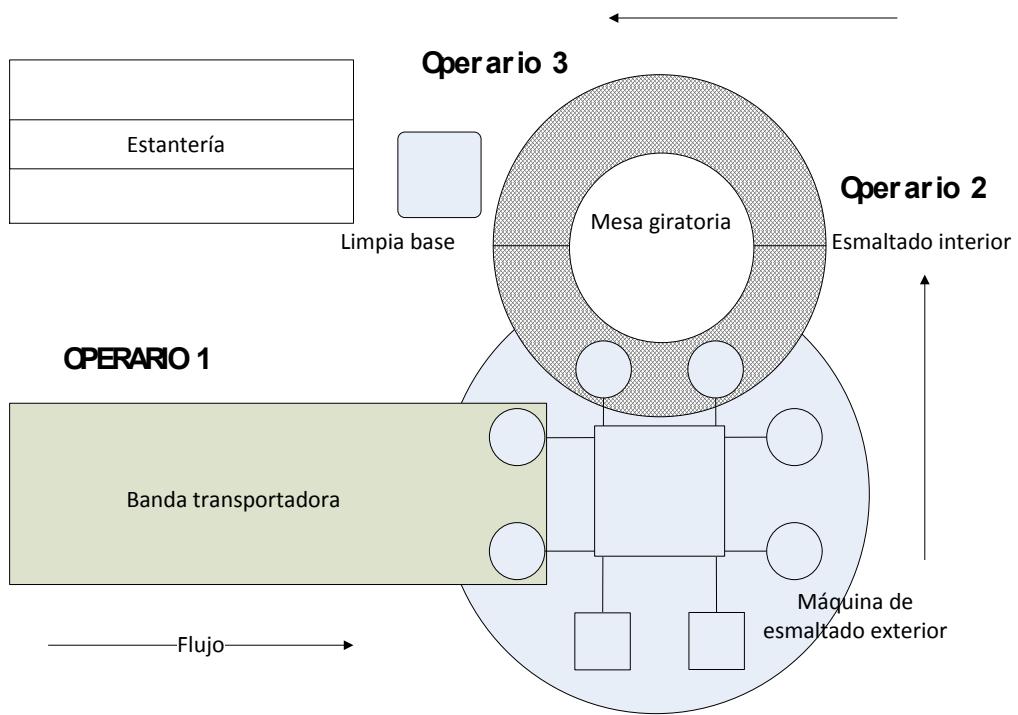


Es de forma redondeada, constará de 8 brazos mecánicos movilizados en forma circular por un motor eléctrico, a estos brazos mecánicos se incorporará un pistón para poder agarrar el jarro mediante vacío y trasladarlo a su posición deseada, cada brazo se movilizará con su par múltiple permitiendo agarra dos jarros a la vez y así poder esmaltar de la misma manera como se lo dijo anteriormente en el proceso optimizado

### 3.1.3. DISEÑO DEL PROCESO

Para este proceso estableceremos la modalidad del desarrollo de las actividades productivas en función del producto a elaborar y condicionado por las tecnologías seleccionadas para llevar a cabo dichas operaciones.

**Gráfica 17.** Proceso de decorado doble color



**Fuente:** Autor



### 3.2. DIAGRAMAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Una vez elegido el tipo de proceso, se pasa a su definición, enumerando las actividades que lo componen y a su análisis, intentando eliminar actividades que no añaden valor al producto.

Para este proceso se utilizan símbolos estándar:

Operación: Ocurre cuando se modifican las características físicas y/o química de un objeto (incluso un montaje o desmontaje)

Transporte: Ocurre cuando un objeto se mueve de un lugar a otro (intra o inter secciones productivas)

Almacenamiento: Ocurre cuando un objeto se guarda o protege contra su traslado no autorizado.

Inspección: Ocurre cuando un objeto se examina para su identificación o se verifica por calidad o cantidad en algunas de sus características.

Demora o espera: Ocurre cuando las condiciones que rodean a un objeto impiden la realización de la siguiente acción prevista a hacer con él

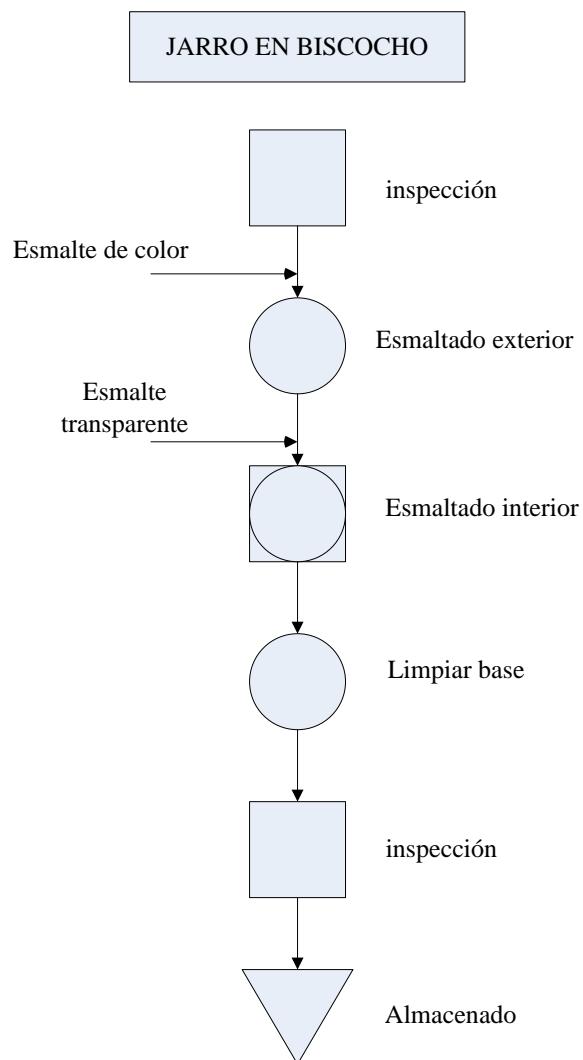


### 3.2.1. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de materia prima hasta la salida del producto en proceso, señalando la entrada de los componentes y subconjuntos al conjunto principal, de tal manera que este diagrama muestra todos los procesos de transformación que sufre un producto.

Trazaremos un diagrama de operación que nos permita evaluar de una modo general todos las actividades de crucial importancia a la cual será sometido nuestro jarro doble color.

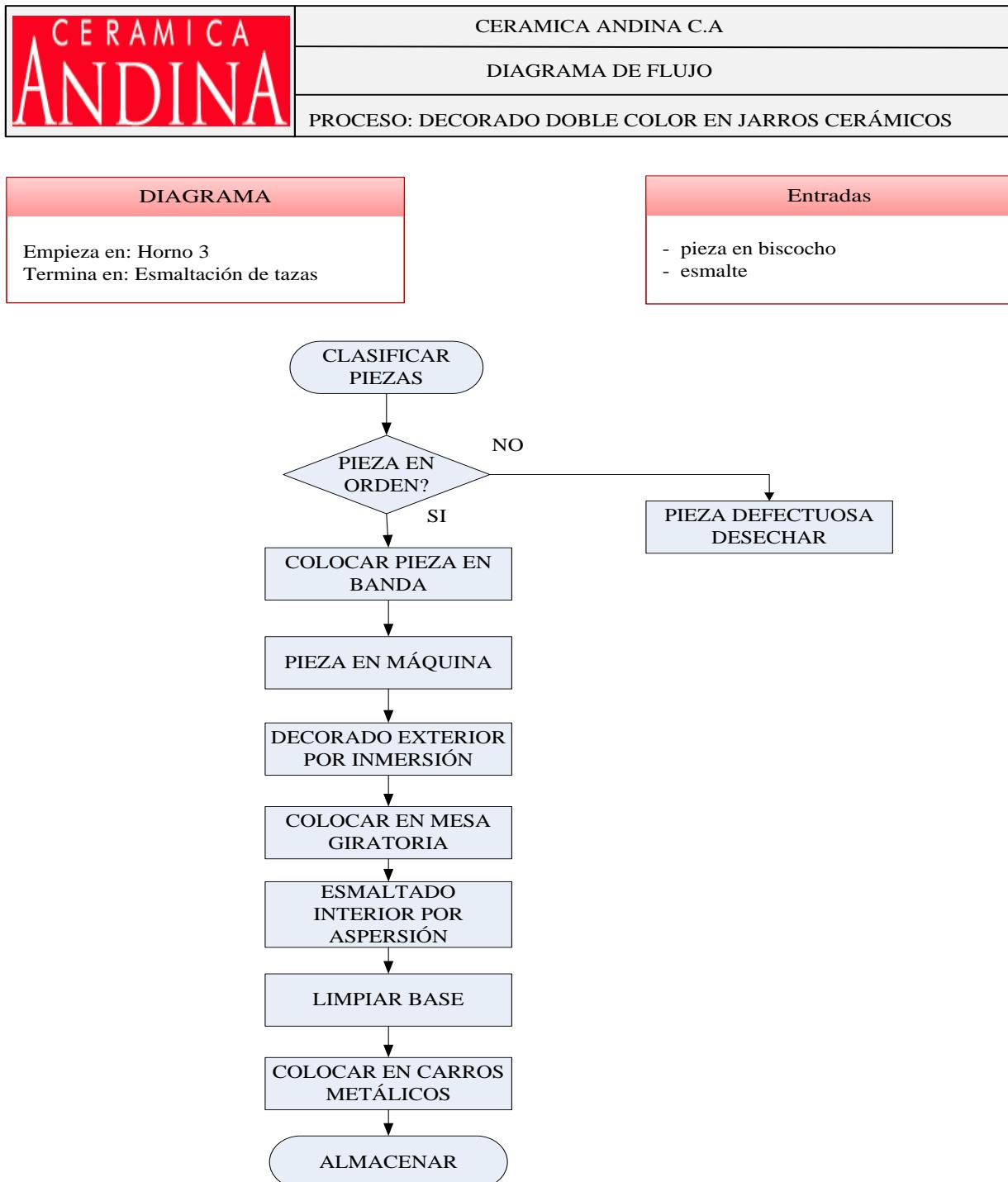
Gráfica 18. DPO del proceso



**Fuente:** Autor

### 3.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO

Gráfica 19. Diagrama de flujo del proceso



**Fuente:** Autor



### 3.2.3. DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LOS MATERIALES

Trayectoria del producto, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante símbolos, se registrarán las operaciones y/o actividades, como trata el material.

Gráfica 20. DPR del proceso

Tarea :

Decorado doble color en un jarro  
cerámico

El diagrama empieza en:

Horno 3

Hombre

El diagrama termina en:

Esmaltación tazas

Material

DETALLES DEL MÉTODO ACTUAL	OPERAcIÓN	INSEGURIDAD	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENAJE	DISTANCIA(s)	CANTIDAD	TIEMPO(s)	¿Por qué?				
									¿QUÉ?	¿DÓNDE?	¿CUANDO?	¿QUÉ?	¿Cuando?
1 Inspección	○	□	⇒	D	▽			3	•	•	•	•	•
2 Es colocado en banda	○	□	⇒	D	▽			1	✓	•	•	•	•
4 Es sujetado por la máquina	○	□	⇒	D	▽			2	•	•	•	•	•
5 Esmaltado exterior	○	□	⇒	D	▽			16	•	•	•	•	•
6 Es colocado en mesa giratoria	○	□	⇒	D	▽			16	•	•	•	•	•
7 inspección	○	□	⇒	D	▽			8	•	•	•	•	•
8 esmaltado interior	○	□	⇒	D	▽			8	•	•	•	•	•
9 Es llevado al limpiabase	○	□	⇒	D	▽			16	•	•	•	•	•
10 limpiado de base	○	□	⇒	D	▽			2	•	•	•	•	•
11 inspección	○	□	⇒	D	▽			4	•	•	•	•	•
12 Colocar en carros metálicos	○	□	⇒	D	▽			4	•	•	•	•	•
13 Almacenar	○	□	⇒	D	▽			4	•	•	•	•	•
14													



RESUMEN	PRESENTE	
	Nº	Tiempo (s)
Operación	7	49
Transporte	1	16
Inspección	3	15
Demoras	0	0
Almacenaje	1	4
Total	12	84

**Fuente:** Autor

### 3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

Un estudio de tiempos nos permite:

- Conocer el tiempo necesario para hacer cada unidad
- Planificar el plazo de entrega para un pedido
- Programación de producción
- Sondeo de costos
- Sistemas de incentivos

Es por esto que necesitamos saber los tiempos de producción en nuestro proyecto.

Se determinó los tiempos por el método de cronometraje, debido a que son operaciones de ciclo corto y repetitivo.

El tiempo de ciclo va a estar dado por el proceso de esmaltado exterior que es el que más tiempo consume de acuerdo a todos los demás elementos.



**Tabla 19.** Registro de tiempos

registros	Mediciones (s)
1	12
2	11
3	12
4	11
5	12
6	13
7	12
8	12
9	12
10	13

**Fuente:** Autor

Tenemos como media del tiempo de ciclo 12 s

Suplementos 20 %

Tiempo=14 s

El tiempo se reduce a la mitad debido a la optimización del proceso

Tiempo de ciclo= 7s

Tiempo inicio=92s

### 3.5. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Ahora determinaremos la medida de la producción manufacturera durante cierto periodo de tiempo, revisando la capacidad de la maquinaria para la línea de producción de los jarros doble color.



$$\text{capacidad por día} = \frac{(tiempo \text{ total} - tiempo \text{ configuración})}{tiempo \text{ de ciclo}}$$

$$\text{capacidad por día} = \frac{(28800 - 92)s}{7s}$$

$$\text{capacidad por día} = 4101 \text{ jarros}$$

$$\text{capacidad por hora} = 512 \text{ jarros}$$

Rendimiento maquinaria: Indica el número de unidades vendibles producidas por nuestra máquina, esto significa que si nuestra máquina tiene un rendimiento del 95%, de cada 100 unidades producidas por esa máquina, 5 de ellas contienen algún defecto que impide su venta.

Rendimiento maquinaria doble color 95%

Capacidad de producción por hora=tasa de jarros \* rendimiento

Capacidad de producción por hora=512 \* 0.95

Capacidad de producción por hora=487jarros

### 3.6. UBICACIÓN EN PLANTA

A continuación haremos la mejor distribución de las áreas de trabajo a fin de conseguir el mejor flujo de trabajo en satisfacción de los trabajadores, con esto será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más acorde a mínimas distancias recorridas y mejor flujo de los materiales

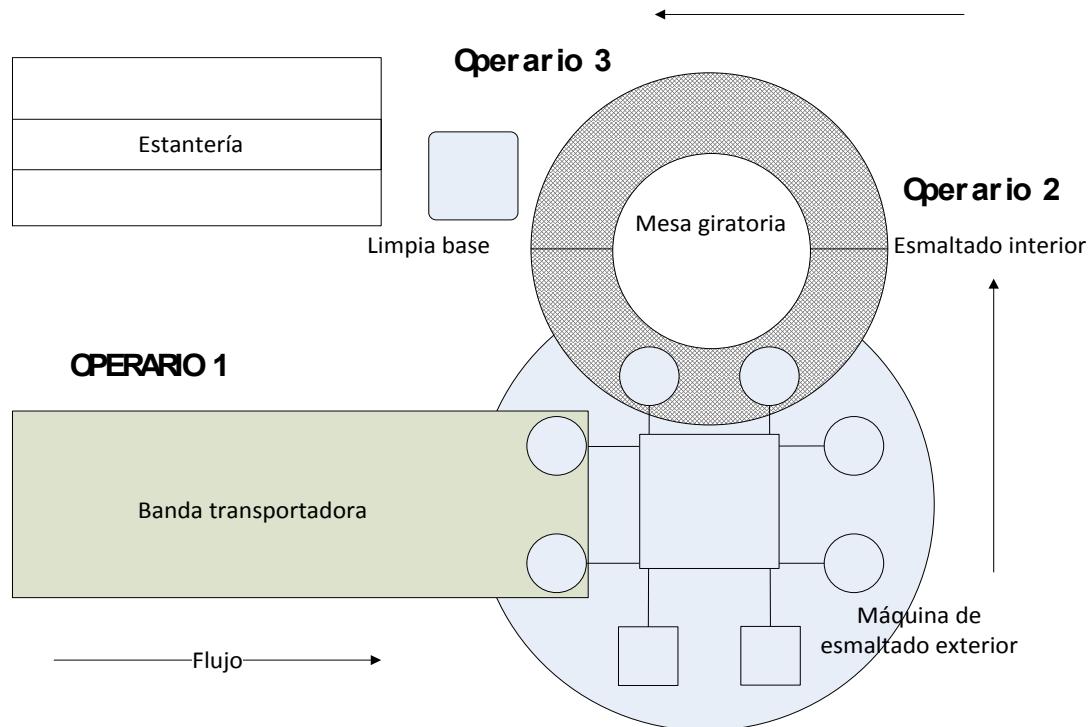
Los objetivos que se deben conseguir son:

1. Integración de todos los factores que afecten la distribución
2. Movimiento del material según las distancias mínimas
3. Circulación del trabajo a través de la planta



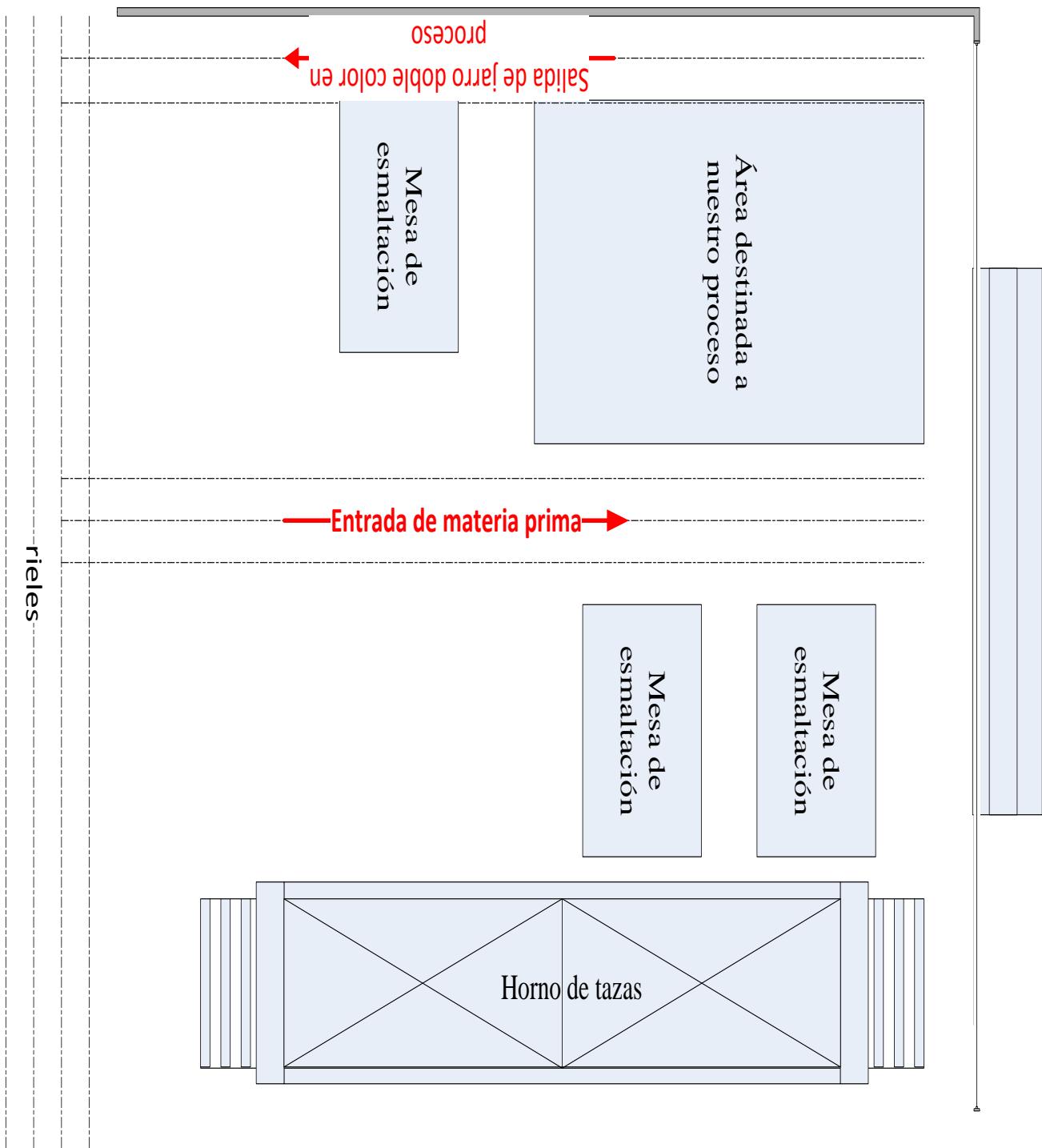
4. Utilización efectiva de todo el espacio
5. Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores
6. Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones

**Gráfica 21.** Área y flujo de nuestro proceso 5 x 4 metros



**Fuente:** Autor

Gráfica 22. Sección Esmaltación de tazas 30 x 15 metros



Fuente: Autor



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El área propuesta para la ubicación de nuestro proceso es establecida de tal manera que se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación, se destina mejor las entradas de materia prima y se obtiene un flujo adecuado al proceso.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## **CAPÍTULO IV**

## **ESTUDIO ECONÓMICO**



#### 4.1. INTRODUCCIÓN

Estas disciplinas se encargan de realizar las evaluaciones económicas de cualquier proyecto de inversión, para determinar la factibilidad o viabilidad económica de un proyecto. Este debe estar concebido desde el punto de vista técnico y debe cumplir con los objetivos planteados.

En otras palabras trata de estudiar si la inversión que queremos hacer va a ser rentable o no, si los resultados estiman que la inversión no se debe hacer, se debe tomar otra alternativa o evaluar la alternativa que más le convenga financieramente a la empresa de acuerdo a sus políticas.

El análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas), así como otras son indicadores que servirán de base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

Entonces al realizar este análisis vamos a poder estimar cual es el monto de los recursos necesarios para la realización del proyecto (jarros de decorado doble color), costo total de la operación de la empresa, así como también más indicadores que nos permitan la viabilidad económica del lanzamiento en el mercado.

#### 4.2. ANÁLISIS SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Cuando determinamos los costos integrados al proyecto es necesario identificar varios factores.

Materias primas (MPD): Los materiales que entran y forman parte del producto terminado.



Mano de Obra directa (MOD): La que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado.

Mano de obra indirecta (MOI): Es la necesaria en el departamento de producción pero no interviene directamente en la transformación de materias primas.

Materiales indirectos (MPI): Son los que forman parte auxiliar del producto terminado sin ser el producto en sí.

Costos de los insumos: Serie de insumos necesarios para el funcionamiento del proyecto, ejemplo: agua, energía eléctrica, etc.

Costo de mantenimiento: Son los que incurren al continuo funcionamiento de la maquinaria, puede ser preventivo y correctivo.

Cargos por depreciación y amortización: Son costos virtuales, es decir se tratan y tienen el efecto de un costo sin serlo.

#### 4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

$$RENTABILIDAD = \frac{UTILIDADES}{INVERSIÓN DEL PROYECTO}$$

De donde,

UTILIDADES=Ventas – Costos de ventas

INVERSIÓN DEL PROYECTO= Inversión fija + Capital de operación

En concordancia con los datos antes evaluados tenemos:

*Capacidad del proceso por hora=487 jarros*

*Horas trabajadas al mes= 150 h, debido a 30 diarios minutos para preparación*



*Capacidad mensual =73050 jarros*

*Capacidad anual=876600 jarros*

Lo que nos servirá para los cálculos siguientes de la evaluación económica.

#### **4.3.1. COSTOS DE VENTAS**

**COSTOS DE VENTAS= GASTOS DE OPERACIÓN + COSTOS DE PRODUCCIÓN**

De donde,

##### **4.3.1.1. GASTOS DE OPERACIÓN**

**Gastos de operación=Gastos de ventas + Gastos de administración + Gastos financieros**

- **Gastos de ventas:** Son los gastos para fomentar las ventas como muestrarios, gastos de viaje, exposiciones y otros por todo esto se estima gastos por \$500 mensuales.
- **Gastos de administración:** Por concepto de materiales de oficina, energía eléctrica, suministros y otros se estima gastos mensuales por \$150 mensuales, los detalles de este tipo de gastos no se aprecian tan minuciosamente ya que se encuentran dentro del precio de venta del jarro.
- **Gastos financieros:** No existen gastos financieros correspondientes al proceso de decorado doble color.

Por lo tanto los gastos de operación mensuales van a ser igual a:

**Gastos de operación=\$500 + \$150**

**Gastos de operación=\$650 mensuales**



$$Gastos de operación por jarro = \frac{Gastos de operación mensuales}{Capacidad mensual de jarros}$$

$$Gastos de operación por jarro = \frac{650}{73050}$$

$$Gastos de operación por jarro = \$0.009$$

#### 4.3.1.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción= Mano de obra directa + Materia prima directa + Carga fabril

- Mano de obra directa:** En nuestro proyecto tenemos cuatro operarios que intervienen directamente en la consecución de nuestro producto por lo que procederemos a determinar los costos asociados.

**Tabla 16.** Costo MOD

No	CÓDIGO	SALARIO	VACACIONES	XIII	XIV	FONDOS DE RESERVA	APORTE PATRONAL	TOTAL
1	Operador 1	340	14.167	28.333	28.333	28.333	37.910	477.077
2	Operador 2	340	14.167	28.333	28.333	28.333	37.910	477.077
3	Operador 3	340	14.167	28.333	28.333	28.333	37.910	477.077
								1431.230

**Fuente:** Autor

Horas trabajadas al mes= 160 h



$$\text{Costo MOD por hora} = \frac{\text{salario total operarios}}{\text{horas trabajadas al mes}}$$

$$\text{Costo MOD por hora} = \frac{\$1431.230}{160h}$$

$$\text{Costo MOD por hora} = \$8.945$$

*Capacidad del proceso por hora= 487 jarros*

$$\text{Costo MOD por jarro} = \frac{\text{costo MOD por hora}}{\text{capacidad del proceso por hora}}$$

$$\text{Costo MOD por jarro} = \frac{\$8.945}{487 \text{ jarros}}$$

$$\text{Costo MOD por jarro} = \$0.018$$

- **Materia prima directa:** Vamos a desglosar los materiales a intervenir en la transformación de nuestro jarro.

**Tabla 17.** Costo MPD

MATERIAL	COSTO/UNIDAD (\$)
Jarro	0.555
esmalte exterior color	0.051
esmalte interior transparente	0.024
<b>TOTAL</b>	<b>0.630</b>

**Fuente:** Autor

- **Carga Fabril:** La carga fabril engloba un conjunto de gastos indirectos de fabricación traducidos de la siguiente manera, materia prima directa, mano de obra indirecta, depreciaciones, gastos de mantenimiento, gastos de administración, energía eléctrica.



**Materia prima indirecta:**

Aquí examinaremos todos los materiales que no son de fácil identificación en la elaboración de nuestro producto y no amerita llevar un control particular sobre ellos, en nuestro proyecto no hay costos de materia prima directa.

**Mano de Obra indirecta:**

Debemos tener una persona quien supervise este proceso por lo que es necesario la contratación de un supervisor que constaría como mano de obra indirecta.

**Tabla 18.** Costo MOI

No	CÓDIGO	SALARIO	VACACIONES	XIII	XIV	FONDOS DE RESERVA	APORTE PATRONAL	TOTAL	
4	Supervisor	400	16.667	33.333	28.33	3	33.333	44.600	556.266

**Fuente:** Autor

**Gastos de mantenimiento:**

Se hará mantenimiento quincenal de la máquina con un costo de \$30, por lo tanto como gastos de mantenimiento mensual tendremos, \$60.

**Depreciaciones:**

Examinaremos como se va depreciando la maquinaria debido a el desgaste por uso, paso del tiempo y obsolescencia, la maquinaria tiene una depreciación del 10% cada año.

Costo fabricación máquina: \$ 5794.266

Depreciación anual= costo maquinaria/tiempo de depreciación



Depreciación anual=\$5794.266/10años

Depreciación anual=\$579.427

Depreciación mensual=\$48.285

**Costo servicios básicos:**

Aqua y energía eléctrica=\$100

Como resultado de la carga fabril tenemos la siguiente tabla,

*Carga fabril mensual=556.266+48.285+100+60*

*Carga fabril mensual=\$ 764.551*

$$\text{carga fabril por jarro} = \frac{\text{carga fabril mensual}}{\text{capacidad mensual de jarros}}$$
$$\text{carga fabril por jarro} = \frac{764.551}{73050}$$
$$\text{carga fabril por jarro} = \$ 0.010$$

En conclusión de los costos de producción tenemos

*costo de producción por jarro=mano de obra directa + materia prima directa + carga fabril*

*costo de producción por jarro=0.018+0.630+0.010*

*costo de producción por jarro=\$0.658*

Luego de obtener todos los costos correspondientes a los costos de producción procedemos a determinar los costos de ventas.

**COSTOS DE VENTAS=GASTOS DE OPERACIÓN + COSTOS DE PRODUCCIÓN**

**COSTOS DE VENTAS=0.009+0.658**

**COSTOS DE VENTAS= \$0.667**



Analizando los costos de la producción mensual tenemos,

### **Costo de producción mensual por 73050 jarros**

COSTO PRODUCCIÓN MENSUAL JARROS= COSTO POR UNIDAD\*PRODUCCIÓN MENSUAL

COSTO PRODUCCIÓN MENSUAL JARROS=0.667\*73050

COSTO PRODUCCIÓN MENSUAL JARROS=\$48724.350

#### **4.3.2. VENTAS**

Los ingresos debido a las ventas tienen cabida determinando la demanda esperada,

- Demanda esperada**

Los jarros una vez que terminan el proceso de esmaltado se someten a otros procesos que van a ir afectando su calidad hasta la obtención del producto final..

La empresa Cerámica Andina maneja las siguientes calidades en cuanto al clasificado del producto.

Primera: producto sin defectos (53.931%)

Segunda: producto con defectos leves (37.689%)

Tercera: productos malos, aquí se encuentran las roturas, requemas malas, o sea los productos que no podemos vender (8.380%)

Es decir de la producción mensual de jarros: 73050 jarros

Primera: 39397 jarros

Datos proporcionados por la empresa, Departamento de calidad



Segunda: 27532 jarros

Rotura: 6122 jarros

Demanda esperada mensual: 66928 jarros

- **Precio proyectado**

Precio para jarros de primera

Costo de decorado jarro doble color: \$ 0.667

Valor agregado por la empresa (40%): \$ 0.267

Precio final de un jarro de primera doble color: \$ 0.934

Precio para jarros de segunda

Costo de decorado jarro doble color: \$ 0.667

Valor agregado por la empresa (30%): \$ 0.200

Precio final de un jarro de segunda doble color: \$ 0.867

INGRESO MENSUAL POR VENTAS=PRODUCCIÓN MENSUAL\*PRECIO FINAL JARRO

INGRESO MENSUAL POR VENTAS DE PRIMERA=39397\*0.934

INGRESO MENSUAL POR VENTAS DE PRIMERA=\$ 36796.798

INGRESO MENSUAL POR VENTAS DE SEGUNDA=27532\*0.867

INGRESO MENSUAL POR VENTAS DE SEGUNDA=\$ 23870.244

VENTAS=VENTAS DE PRIMERA + VENTAS DE SEGUNDA

VENTAS= \$36796.798+\$23870.244

VENTAS=\$60667.042



#### 4.3.3. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN FIJA

Esto equivale a la inversión en el desarrollo de la maquinaria que tendrá lugar dentro de la propia empresa.

Costo desarrollo maquinaria: \$ 5794.266

Costo inversión fija: \$ 5794.266

#### 4.3.4. DETERMINACIÓN DEL CAPITAL DE OPERACIÓN

COSTO PRODUCCIÓN MENSUAL JARROS=\$48724.350

CAPITAL DE OPERACIÓN: \$48724.350

**Por lo tanto la rentabilidad del proyecto se puede calcular**

*Utilidades=Ventas – Costos de ventas*

*Utilidades=60667.042 – 48724.350*

*Utilidades=\$11942.692*

*Inversión del proyecto=inversión fija +capital de operación*

*Inversión del proyecto = \$5794.266+48724.350*

*Inversión del proyecto = \$54518.616*

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{UTILIDADES}}{\text{INVERSIÓN DEL PROYECTO}}$$

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{11942.692}{54518.616}$$

$$\text{RENTABILIDAD} = 0.219$$

$$\text{RENTABILIDAD} = 21.905\%$$



#### 4.3.5. FINANCIAMIENTO

El financiamiento de este proyecto será por parte de los propietarios de la empresa

#### 4.3.6. CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Es el punto en donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta de un producto.

IT=CT

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{V}}$$

IT= ingresos totales

CT=costos totales

V=ventas

CF=costos fijos

CV=costos variables

Vamos a usar el cálculo del punto de equilibrio para determinar la rentabilidad de vender nuestro producto y hallar la cantidad de productos que es necesario vender para igualar los ingresos a los gastos.

Si al calcular el punto de equilibrio, obtenemos cantidades en que nuestro producto pueda ser vendido en mayor proporción a este punto, quiere decir que obtendremos beneficios, caso contrario si vendemos en menor cantidad a la que arroja el punto de equilibrio obtendremos pérdidas sobre nuestro producto.

Costos fijos: Son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios, en nuestro caso sería la mano de obra directa más la carga fabril.



Costos variables: Es aquel que se modifica de acuerdo a variaciones de volumen de producción, en nuestro caso sería la materia prima directa.

*CF=MOD+CARGA FABRIL+GASTOS DE OPERACIÓN*

*CF=\$1431.230+764.551+650*

*CF=\$2845.781*

*CV=MPD SEGÚN VOLUMEN PRODUCCIÓN*

*CV=\$46021.500*

VENTAS=VENTAS DE PRIMERA + VENTAS DE SEGUNDA

VENTAS= \$36796.798+\$23870.244

VENTAS=\$60667.042

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{V}}$$

$$PE = \frac{2845.781}{1 - \frac{46021.500}{60667.042}}$$

$$PE = \$11808.220$$

Esto quiere decir que a partir de ingresos por \$11808.220 obtendremos ganancias para la empresa, caso contrario ingresos menores a esta cantidad serán pérdidas para la empresa.

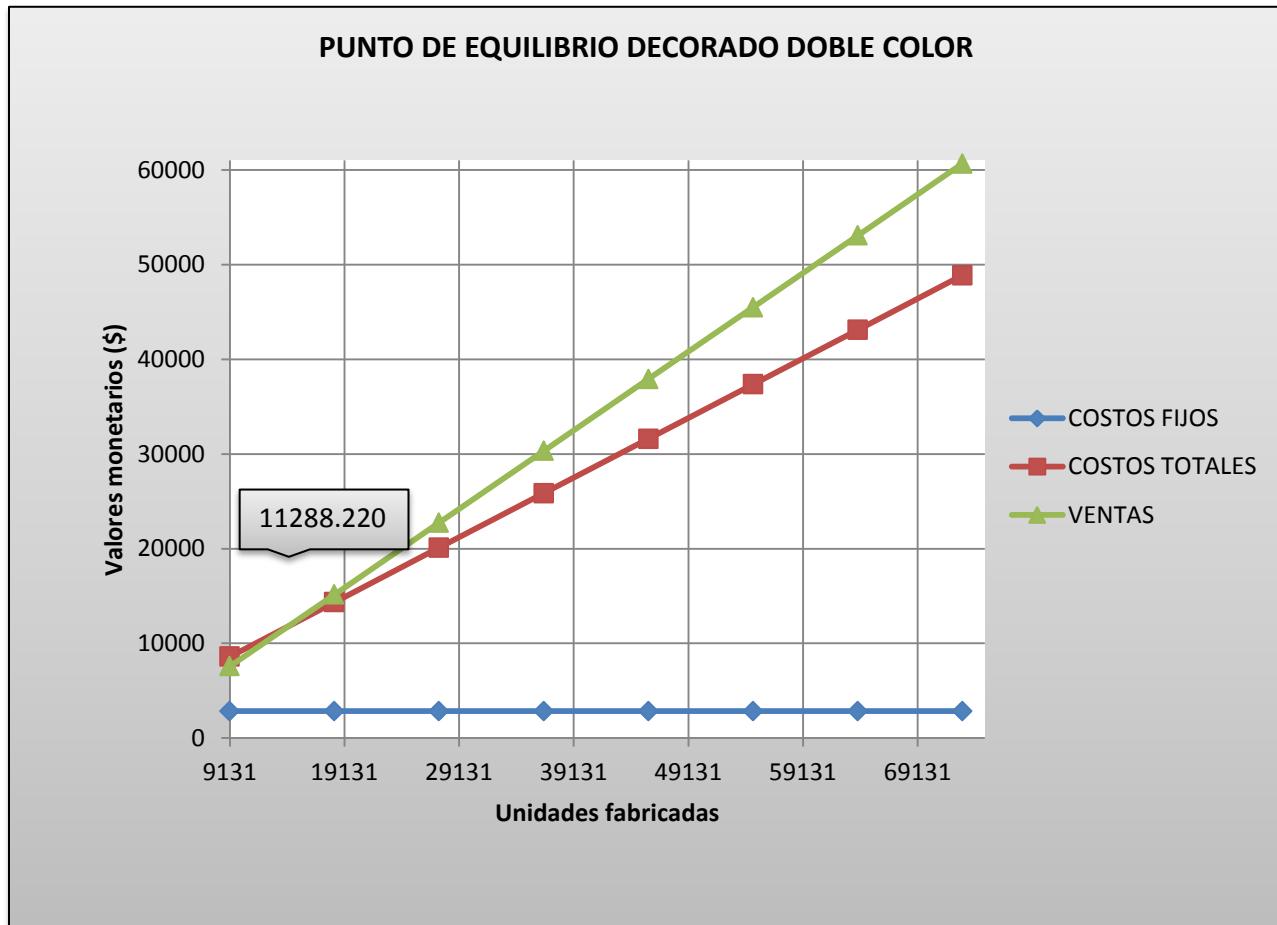
**Tabla 19.** Valores del punto de equilibrio

<b>COSTO SOLO MPD</b> \$	0.630	<b>PRECIO VENTA</b>		
		\$	primera	0.934
		segunda		0.867
<b>UNIDADES FABRICADAS</b>	<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>VENTAS</b>
9131	2845.781	5752.688	8598.469	7583.313
18263	2845.781	11505.375	14351.156	15166.626
27394	2845.781	17258.063	20103.844	22749.939
36525	2845.781	23010.750	25856.531	30333.252
45656	2845.781	28763.438	31609.219	37916.565
54788	2845.781	34516.125	37361.906	45499.878
63919	2845.781	40268.813	43114.594	53083.190
73050	2845.781	46021.500	48867.281	60667.042

**Fuente:** Autor



**Gráfica 23.** Punto de equilibrio



**Fuente:** Autor

#### 4.3.7. FLUJO NETO DE EFECTIVO

Vamos a elaborar un estado de resultados que nos muestre la utilidad o pérdida obtenidas en un periodo determinado de tiempo, que es una información muy importante que determinará la correspondencia entre ingresos, costos y gastos.

**Tabla 20.** Flujo de efectivo

<b>ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS</b>	
Ventas	60661.377
- Costos Ventas	48724.350
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>11937.027</b>
- Gastos Financieros	0.000
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>11937.027</b>
=	
- Impuesto sobre la renta (25%)	2984.257
- Reparto utilidades (15%)	1790.554
<b>UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS</b>	<b>7162.216</b>
=	
<i>Flujo neto de efectivo</i>	<i>7162.216 USD</i>

**Fuente:** Autor

#### 4.3.8. DETERMINACIÓN DE LA TASA MÍNIMA DE RENDIMIENTO

Se calcula en base a la tasa de inflación de un país y el premio al riesgo otorgado por la empresa, en Ecuador la tasa de inflación se ubica en un 3.23% (tasa anual de inflación según INEC).

$$TMAR = TASA DE INFLACIÓN + PREMIO AL RIESGO$$

$$TMAR = 3.23\% + 12\%$$

$$TMAR = 15.23 \%$$

#### 4.3.9. DETERMINACIÓN DEL VALOR ACTUAL NETO

El valor actual de futuras sumas de dinero, permite calcular el valor presente de determinados flujos de caja futuros del proyecto, a este valor se le resta la inversión inicial de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.



$I_o$  = Inversión inicial

$n$  = número de periodos considerado

$V_f t$  = flujos de caja en cada periodo

$k$  = la tasa de interés

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_f t}{(1+k)^t} - I_o$$

$$VAN = \frac{85947.596}{(1+0.15)^1} - 54518.616$$

$$VAN = 20217.554$$

Esto significa que el proyecto producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida, por lo que el proyecto puede aceptarse bajo este indicador.

#### 4.3.10. DETERMINACIÓN DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

Evaluaremos el proyecto de inversión en base a la tasa interna de retorno tomando en cuenta la tasa de descuento, si TIR es mayor que la TMAR el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo, por el contrario si la TIR es menor que la TMAR el proyecto no se debe aceptar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido. Se concentra en los flujos netos de efectivo del proyecto al considerarse la tasa interna de retorno como una tasa efectiva, así mismo se ajusta al valor del dinero en el tiempo, esta TIR no maximiza la inversión pero si maximiza la rentabilidad del proyecto.

$I_o$  = Inversión inicial

$n$  = número de periodos considerado

$V_f t$  = flujos de caja en cada periodo

$TIR$  = tasa interna de retorno



$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_f t}{(1 + TIR)^t} - I_o = 0$$

Despejando,

$$I_o = \frac{V_f t}{(1 + TIR)^t}$$

$$TIR = \frac{V_f t}{I_o} - 1$$

$$TIR = \frac{85946.596}{54518.616} - 1$$

$$TIR = 0.576$$

TMAR=0.15

TIR=0.576

Por lo tanto considerándolos criterios antes vistos para estos indicadores se considera factible la puesta en marcha del proyecto.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## CONCLUSIONES

- Con una idea innovadora se puede obtener más margen de producto industrializando el proceso, ya que artesanalmente la mano de obra es la que rige el costo del producto y de ahí se deriva su costo elevado en el mercado.
- A través de una evaluación económica hemos demostrado que es factible el proyecto de industrializar jarros doble color todos los indicadores nos rectifican la idea de poder llevar a la práctica nuestro proyecto.
- Se comprueba que el producto con mayor percepción de valor permite ampliar la rentabilidad a nivel de la fábrica y así poder tener mayores ingresos que permitan seguir desarrollando nuevos procesos.
- Los diseños factoriales son efectivos para estandarizar y optimizar los procesos dentro de las empresas ya que facilitan el coste que tiene todo el desarrollo de nuevos productos.
- El proyecto “Propuesta para la industrialización del proceso de decorado doble color sobre jarros cerámicos en Cerámica Andina C.A.” emprendido en esta tesis ha mostrado como es posible desarrollar tecnología dentro de una empresa, generar ideas, ser creativo, de tal manera que se pueda estar en continua innovación para el constante crecimiento y desarrollo de la empresa.



## RECOMENDACIONES

- Se recomendaría utilizar el diseño factorial para calibrar otros procesos dentro de la fábrica que permitan optimizar sus procedimientos y regir el correcto funcionamiento de los mismos.
- Se recomendaría ampliar esta técnica en platos doble color bajo la misma temática y probar sus resultados.
- Se recomendaría probar esmaltes reactivos para obtener otro tipo de acabados en los jarros para tener diseños diversos y más atractivos al consumidor.
- Se recomendaría probar en jarros con color sólido en el interior y así tener nuevos jarros de producción.



## BIBLIOGRAFÍA

- W. Grant, Iresom, Eugene L. Grant, (1982), “Biblioteca de Ingeniería Industrial”, México: Compañía Editorial Continental.
- Gonzales Garzón, Enrique. Diseños Experimentales, Maestría en producción animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca. 2000
- Molina, Mario. Apuntes de Formulación de proyectos. Febrero-Julio 2011.
- Álvarez, Ximena. Apuntes de Ingeniería de procesos. Febrero-Julio 2010.
- Gárate, Paquita. Apuntes de Contabilidad de Costos. Septiembre 2008- Febrero 2009
- “DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES”. Recuperado el 8 de Octubre del 2013, de  
<http://gent.uab.cat/dpo/sites/gent.uab.cat.dpo/files/Direcci%C3%B3n%20de%20Producci%C3%B3n%20y%20Operaciones%20I%20%20Jos%C3%A9%20Luis%20Mart%C3%ADnez.pdf>
- “DISEÑO DE EXPERIMENTOS”. Recuperado el 6 de Julio del 2013, de  
[http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diseno\\_de\\_experimentos.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diseno_de_experimentos.pdf)
- “DISEÑO FACTORIAL”. Recuperado el 20 de Agosto del 2013, de  
<http://www.quimica.urv.cat/quimio/general/doecast.pdf>



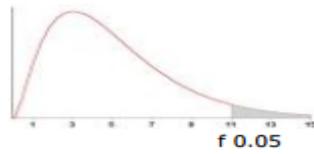
UNIVERSIDAD DE CUENCA

## ANEXOS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO 1.  
DISTRIBUCIÓN F DE SNEDECOR**

**Valores Críticos de la Distribución F (0.05)****área a la derecha del valor crítico 0.05**

grados de libertad del denominador

gdl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927

Fuente: [www.mat.uda.cl](http://www.mat.uda.cl)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

**ANEXO 2.  
EXPERIMENTACIÓN FACTORIAL**



Experimento	3
prueba	b

jarro recto

Factores			Apreciación		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
-	+	-	2	3	3



Al dejar mas tiempo el jarro dentro del esmalte la capa que recoge no es la adecuada

Experimento	4
prueba	c

jarro recto

Factores			Apreciación		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
-	-	+	4	4	3





Experimento	5
prueba	ab

jarro	recto
-------	-------

Factores			Apreciación		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
+	+	-	2	3	3



Pequeñas fallas en el filo, con una capa cargada

Experimento	6
prueba	ac

jarro	recto
-------	-------

Factores			Apreciación		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
+	-	+	4	3	2





Experimento	7
prueba	bc

jarro	recto
-------	-------

Factores			Apreciación		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
-	+	+	3	3	4



buenas texturas, una capa ligeramente cargada

Experimento	8
prueba	abc

jarro	recto
-------	-------

Factores			Apreciación		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo
+	+	+	2	4	3





<b>Experimento</b>	1	réplica		
<b>prueba</b>	1	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
-	-	-	3	4
				
Semejante al experimento 1 factorial				

<b>Experimento</b>	2	réplica		
<b>prueba</b>	a	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
+	-	-	3	4
				



<b>Experimento</b>	5	réplica		
<b>prueba</b>	ab	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
+	+	-	1	3
				
una capa inadecuada				

<b>Experimento</b>	6	réplica		
<b>prueba</b>	ac	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
+	-	+	4	3
				



<b>Experimento</b>	7	réplica		
<b>prueba</b>	bc	<b>jarro</b>		recto
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
-	+	+	3	3
				definición del filo



similar a 7 factorial con pequeñas fallas en los filos

<b>Experimento</b>	8	réplica		
<b>prueba</b>	abc	<b>jarro</b>		recto
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
+	+	+	2	4
				definición del filo





Experimento	1	réplica		
prueba	1	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
-	-	-	3	3
				4



El resultado es bueno pero no el adecuado

Experimento	2	réplica		
prueba	a	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
+	-	-	4	3
				2





<b>Experimento</b>	3	réplica	
<b>prueba</b>	b	jarro	
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>	
altura	tiempo	velocidad	
-	+	-	2
			2
			3

similar a 3b factorial

<b>Experimento</b>	4	réplica	
<b>prueba</b>	c	jarro	
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>	
altura	tiempo	velocidad	
-	-	+	4
			3
			4



Experimento	5	réplica				
prueba	ab	jarro	recto			
Factores			Apreciación			
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo	
+	+	-	1	3	3	

similar a 5 factorial

Experimento	6	réplica				
prueba	ac	jarro	recto			
Factores			Apreciación			
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado	definición del filo	
+	-	+	4	4	2	



<b>Experimento</b>	7	réplica		
<b>prueba</b>	bc	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
-	+	+	2	4
				3



buena textura, no hay chorreado pero capa cargada

<b>Experimento</b>	8	réplica		
<b>prueba</b>	abc	jarro		
<b>Factores</b>		<b>Apreciación</b>		
altura	tiempo	velocidad	capa	chorreado
+	+	+	2	4
				3





UNIVERSIDAD DE CUENCA