

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTEO PARA LA EMPRESA  
VISSO LTDA.

ANGELO GIOVANNY OSORIO PINZON

CODIGO 75066407

IVÁN GUILLERMO PEÑA ARENAS

CODIGO 18518969

JORGE HERNÁN RESTREPO CORREA

Director Del Proyecto

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AREA FINANCIERA Y PRODUCTIVA

PEREIRA

2007

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| LISTA DE CUADROS .....   | 4  |
| LISTA DE FIGURAS .....   | 5  |
| ABSTRACT .....   | 6  |
| RESUMEN .....  | 6  |
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 7  |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....             | 8  |
| 2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PROBLEMA .....                   | 8  |
| 2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....                               | 9  |
| 2.2.2 DEFINICIÓN .....   | 9  |
| 2.2.3 SISTEMATIZACIÓN .....                                      | 9  |
| 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....                           | 11 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL .....                                       | 11 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                  | 11 |
| 4. JUSTIFICACIÓN .....   | 12 |
| 5. MARCO TEÓRICO .....   | 13 |
| 5.1 MARCO CONCEPTUAL .....                                       | 13 |
| 5.1.1 INFERENCIA ESTADÍSTICA .....                               | 13 |
| 5.1.2 POBLACIÓN .....  | 13 |
| 5.1.3 MUESTRA .....  | 13 |
| 5.1.4 ESTADÍSTICO .....  | 13 |
| 5.1.5 TEOREMA DEL LÍMITE CENTRAL .....                           | 13 |
| 5.1.6 TAMAÑO DE LA MUESTRA .....                                 | 14 |
| 5.1.7 ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO Y VALORACIÓN .....       | 14 |
| 5.1.8 MATERIALES DIRECTOS .....                                  | 14 |
| 5.1.9 MANO DE OBRA DIRECTA .....                                 | 15 |
| 5.1.10 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN .....                    | 15 |
| 5.1.11 ATENUACIÓN EXPONENCIAL AJUSTADA A LA TENDENCIA .....      | 15 |
| 5.1.12 SISTEMA DE COSTEO ESTÁNDAR .....                          | 16 |
| 6. DISEÑO METODOLÓGICO Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....          | 17 |
| 6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                                  | 17 |
| 6.1.1 DESCRIPTIVA .....  | 17 |
| 6.1.2 CORRELACIONAL .....  | 17 |
| 6.2 METODO DE INVESTIGACIÓN .....                                | 18 |
| 6.2.1 MÉTODO LÓGICO DEDUCTIVO .....                              | 18 |
| 6.2.3 MÉTODO LÓGICO INDUCTIVO .....                              | 18 |
| 6.2.4 ANALÍTICO .....  | 19 |
| 6.3 DISEÑO METODOLÓGICO .....                                    | 19 |
| 7. MATERIAS PRIMAS .....   | 21 |
| 7.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO .....                                | 21 |
| 7.1.1 PROCESO DE OPALIZADO .....                                 | 22 |
| 7.1.2 PROCESO DE PINTURA .....                                   | 26 |
| 7.2 MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS .....            | 27 |
| 7.2.2 CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PINTURA ..... | 39 |
| 8. MANO DE OBRA DIRECTA .....                                    | 44 |
| 8.2 CÁLCULO DE MANO DE OBRA DIRECTA EN EL ÁREA DE PINTURA .....  | 47 |
| 8.2.1 ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA ACTIVIDAD .....                   | 48 |

|   |    |
|---|----|
| 9. COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.....                                    | 56 |
| 10. FÓRMULA DE COSTO .....  | 61 |
| 10.1 COSTO PRODUCTO OPALIZADO (CASO 1).....                                 | 64 |
| 10.2 COSTO PRODUCTO OPALIZADO (CASO 2).....                                 | 64 |
| 10.2.1 CASO 2A: .....   | 64 |
| 10.2.2 CASO 2B:.....  | 66 |
| 10.3 COSTO DEL PRODUCTO PINTADO EN UNA DECORACIÓN D-10, D-11 Y D-12.....    | 67 |
| 10.5 FORMULA COSTO DEL PRODUCTO PINTADO EN UNA DECORACIÓN D-10T y D13T..... | 68 |
| 11. OTROS.....  | 69 |
| 11.    CONCLUSIONES.....  | 70 |
| 12.    RECOMENDACIONES .....  | 71 |
| 13. BIBLIOGRAFÍA.....   | 72 |

## LISTA DE CUADROS

|                   |    |
|-------------------|----|
| CUADRO N° 1.....  | 23 |
| CUADRO N° 2.....  | 23 |
| CUADRO N° 3.....  | 24 |
| CUADRO N° 4.....  | 26 |
| CUADRO N° 5.....  | 27 |
| CUADRO N° 6.....  | 29 |
| CUADRO N° 7.....  | 28 |
| CUADRO N° 8.....  | 33 |
| CUADRO N° 9.....  | 34 |
| CUADRO N° 10..... | 36 |
| CUADRO N° 11..... | 39 |
| CUADRO N° 12..... | 40 |
| CUADRO N° 13..... | 40 |
| CUADRO N° 14..... | 41 |
| CUADRO N° 15..... | 43 |
| CUADRO N° 16..... | 44 |
| CUADRO N° 17..... | 49 |
| CUADRO N° 18..... | 50 |
| CUADRO N° 19..... | 51 |
| CUADRO N° 20..... | 51 |
| CUADRO N° 21..... | 52 |
| CUADRO N° 22..... | 54 |
| CUADRO N° 23..... | 55 |
| CUADRO N° 24..... | 56 |
| CUADRO N° 25..... | 58 |
| CUADRO N° 26..... | 59 |
| CUADRO N° 27..... | 59 |
| CUADRO N° 28..... | 60 |
| CUADRO N° 29..... | 60 |
| CUADRO N° 30..... | 60 |
| CUADRO N° 31..... | 60 |
| CUADRO N° 32..... | 62 |
| CUADRO N° 33..... | 62 |
| CUADRO N° 34..... | 63 |

## LISTA DE FIGURAS

|                  |    |
|------------------|----|
| FIGURA N° 1..... | 30 |
| FIGURA N° 2..... | 31 |
| FIGURA N° 3..... | 31 |
| FIGURA N° 4..... | 33 |
| FIGURA N° 5..... | 39 |
| FIGURA N° 6..... | 49 |
| FIGURA N° 7..... | 53 |
| FIGURA N° 8..... | 55 |

## **ABSTRACT**

In this project is designed a standardized cost system which is adapted to the productive system of the VISSO LTDA, who is dedicated to give an outsourcing service to Vidriera de Caldas LTDA "VICAL LTDA" which consist of two different process, one of them is called glass opalized and the other is glass painting. The objective of this project is to assign an adequate cost to these services presenting the three elements of cost: raw materials, workmanship and indirect manufacturing costs.

During the procedure of this work it was normalized the painting process, and were utilized different statistical techniques for measuring the different elements of cost.

## **RESUMEN**

El estudio de costos es uno de En este proyecto está diseñado un sistema de costeo estándar, el cual está adaptado al sistema productivo de VISSO LTDA, la cual está dedicada a brindar un servicio de outsourcing a la Vidriera de Caldas LTDA "VICAL LTDA", el cual consiste de dos diferentes procesos, uno de ellos denominado opalizado de vidrio y el otro pintado de vidrio. El objetivo de este proyecto es asignar un adecuado costeo de estos servicios teniendo en cuenta los tres elementos de costeo: materias primas, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

En el transcurso de este trabajo se normalizó el proceso de pintura utilizando diferentes técnicas estadísticas para la medición de los elementos de costeo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de costos es uno de los factores más importantes de toda empresa en formación o ya conformada; la documentación de procesos al interior de cualquier organización, especialmente de aquellas que se dedican a actividades comerciales como es el caso de la empresa VISSO LTDA; cuya función es la elaboración de productos decorativos para el hogar y la oficina así como la de prestar el servicio de outsourcing en el opalizado y decoración de vidrio a la empresa VICAL LTDA tienen la necesidad de asegurar este conocimiento para su posterior aplicación.

De igual manera este estudio de costeo será la base y prueba de su implementación en cuestión del mejoramiento de la productividad en la planta lo cual le representará a la empresa una mayor competitividad en el mercado de los implementos decorativos en vidrio

Este proyecto se llevará a cabo bajo una metodología descriptiva, valiéndose de observación directa, entrevistas a sus directivas, etc., para conocer más a fondo y en detalle sus falencias y la recolección de información secundaria, la cual se constituirá como un estudio de transferencia de conocimiento, cuyo objetivo principal será el establecimiento de la estructura documental necesaria para la implementación de un sistema adecuado de costos de producción.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PROBLEMA.**

En la actualidad la empresa VISSO LTDA. Se dedica a la elaboración de productos decorativos para el hogar y la oficina, y dentro de sus actividades comerciales también se encuentra la de prestar el servicio de outsourcing en el opalizado y decoración de vidrio a la empresa VICAL S.A. Hasta el momento la empresa compradora del servicio le ha dado a VISSO LTDA. Un listado de precios a los cuales paga el servicio, situación que hasta el momento ha sido satisfactoria para ambas partes. Pero un tiempo atrás la nueva gerencia de la Vidriera de Caldas ha pedido a VISSO LTDA. Presentar un listado de precios propio.

En la actualidad la empresa no realiza ningún tipo de medición de las materias primas utilizadas en ninguno de sus procesos, en parte debido a la dificultad de realizar las mediciones en procesos como el de opalizado<sup>1</sup>, dado que el consumo de éste ácido varía a causa del área superficial del producto y de su forma, exigiendo diferentes grados de concentración del ácido y niveles también diferentes de ácido en los tanques destinados para dicha finalidad, en el momento el proceso no se encuentra estandarizado y depende completamente del juicio del operario. De igual forma ocurre en la sección de pintura donde se tienen normalizadas las proporciones de la mezcla para pintar, pero no se encuentra determinado el nivel de consumo de la mezcla por producto.

De igual forma no se tienen estudios de métodos y tiempos que permitan conocer los consumos de mano de obra, dificultando establecer la asignación de éste al costo del producto, en particular este factor tiene cierto grado de

---

<sup>1</sup> proceso en el cual se introducen los productos de vidrio en una sustancia compuesta de bifluoruro de amonio, ácido fluorhídrico, ácido clorhídrico, sulfato de amonio y mezcla asentada, para lograr en el vidrio un acabado opaco y liso en la superficie.



dificultad debido a que se trabaja con alrededor de 779 referencias, lo cual vuelve compleja la situación, debido a que si se realiza un estudio de tiempos para cada referencia se volvería un proceso costoso y dispendioso, además que algunas referencias son de poca rotación y pueden pasar meses antes de tener pedidos en estas referencias.

Por último la empresa no posee una forma específica de cargar los costos generales de fabricación al producto. De acuerdo al anterior panorama, es claro que la rentabilidad de la empresa está siendo definida por su cliente principal VICAL LTDA. Y que en el momento la empresa no conoce a conformidad cual es su verdadera rentabilidad en la venta de sus productos y servicios, y además para la empresa es fundamental poseer estándares que permitan medir su desempeño, y aseguren su efectiva administración, volviéndose aún más importante esta herramienta en un mundo globalizado y cada día más competitivo.

## **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### 2.2.2 DEFINICIÓN

¿Cómo diseñar un sistema de costeo adecuado a las características y necesidades del proceso productivo de la empresa VISSO LTDA?

### 2.2.3 SISTEMATIZACIÓN

¿De qué forma se puede establecer un costo unitario por producto?

¿Cómo llevar el costo de la mano de obra directa utilizada en el proceso de pintura a cada producto sin realizar un estudio de tiempos individual por producto que así mismo permita realizar control efectivo de ésta?

¿Cómo calcular el costo de la mano de obra, mas improductivos e ineficiencias en el área de opalizado?

¿Cuál es el método más apropiado en el proceso de opalizado para asignar el consumo de ácido por producto?

¿Cómo determinar el consumo del ácido cuando este no tiene un desgaste físico sino químico?

¿Cómo determinar el consumo de materias primas por producto en el proceso de pintura?

¿De qué forma aplicar los CIF a cada referencia?

¿Cuál sería la función de costo basada en datos experimentales, acorde a variables como el área y forma del producto?

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de costeo estándar para la empresa VISSO LTDA.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ξ Establecer un costo unitario por producto.
  
- ξ Determinar el costo de la mano de obra directa en el proceso de pintura.
  
- ξ Determinar el costo asociado de mano de obra al proceso de opalizado.
  
- ξ Cuantificar el consumo de la mezcla para opalizar (bifluoruro de amonio, ácido fluorhídrico, ácido clorhídrico, sulfato de amonio y mezcla asentada) en el proceso de opalizado para cada producto.
  
- ξ Determinar el consumo de materias primas en el proceso de pintura.
  
- ξ Calcular tasa predeterminada.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Dadas las condiciones actuales de globalización y apertura económica en que se encuentran desarrollando sus actividades las empresas colombianas, obligan a que éstas sean mucho mas eficientes y competitivas, y una herramienta importante para dicha finalidad es el tener una estructura de costos que no solo permita determinar los precios y rentabilidad de los productos, sino que a su vez faciliten realizar una administración y control efectivo de los recursos de la empresa, además de un diseño efectivo de estrategias corporativas si estas están siendo enfocadas a una diferenciación por costos.

Como se puede apreciar la empresa VISSO LTDA no es ajena a esta situación, por ende para ella es de vital importancia poseer esta herramienta, la cual le permita adquirir esta ventaja competitiva ausente en este momento. Además de lo anterior su principal cliente le está exigiendo su propio sistema de costeo situación que acrecienta la importancia e inmediatez del proyecto.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 5.1.1 INFERENCIA ESTADÍSTICA

El campo de la inferencia estadística se compone de los métodos que se utilizan para tomar decisiones o sacar conclusiones acerca de una población. Estos métodos emplean la información contenida en una muestra de la población para sacar conclusiones.

#### 5.1.2 POBLACIÓN

Una población consiste en la totalidad de las observaciones que son motivo de interés.

#### 5.1.3 MUESTRA

Una muestra es un subconjunto de observaciones que se seleccionan de una población.

#### 5.1.4 ESTADÍSTICO

Un estadístico es cualquier función de las observaciones de una muestra aleatoria.

#### 5.1.5 TEOREMA DEL LÍMITE CENTRAL

Si  $X_1, X_2, \dots, X_n$  es una muestra aleatoria de tamaño  $n$  tomada de una población (se finita o infinita) con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  y si  $\bar{x}$  es la media muestral, entonces la forma límite de la distribución de

$$z = \frac{x - \mu}{\frac{\sigma^2}{n^{1/2}}}$$

Cuando  $n \rightarrow \infty$ , es la distribución normal estándar.

### 5.1.6 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Si se usa  $\bar{x}$  como estimación de  $\mu$ , puede tenerse una confianza del  $100(1 - \alpha)$  por ciento de que el error  $|\bar{x} - \mu|$  no excederá una cantidad especificada  $E$  cuando el tamaño de la muestra es

$$n = \left( \frac{z_{\alpha/2} * \sigma}{E} \right)^2$$

### 5.1.7 ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO Y VALORACIÓN

El estudio de tiempos con cronómetro es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en el área de manufactura. El estándar de tiempo es el elemento más importante de información de manufactura y a menudo el estudio de tiempos por cronómetro es el único método aceptable tanto para la gerencia como para los trabajadores.

### 5.1.8 MATERIALES DIRECTOS

Los materiales directos o materias primas son los que terminan transformados y formando parte integral del producto terminado, por lo tanto son costos directos que van a engrosar la inversión de los inventarios de producto terminado.

### 5.1.9 MANO DE OBRA DIRECTA

Es la que se involucra directamente en la fabricación de un producto, bien sea manualmente o empleando un equipo.

### 5.1.10 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Estos costos hacen referencia a los costos de producción indirectos que no se pueden asignar de una manera directa al producto o lote de producción, presentándose el problema de cómo acumular estos costos al producto.

### 5.1.11 ATENUACIÓN EXPONENCIAL AJUSTADA A LA TENDENCIA

La técnica del holt atenúa en forma directa la tendencia y la pendiente empleando diferentes constantes de atenuación para cada una de ellas. La tendencia de Holt proporciona mayor flexibilidad al seleccionar las proporciones a las que se rastrearán la tendencia y la pendiente:

ξ La serie exponencialmente atenuada:

$$A_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})$$

ξ La estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1}$$

ξ El pronóstico de P periodos en el futuro:

$$Y_{t-p} = A_t + P T_t$$

Se requieren dos valores estimados iniciales, el valor inicial estimado y el valor inicial de la tendencia. Por lo regular, el valor inicial atenuado se

estima promediando unas cuantas observaciones anteriores de la serie. El valor inicial de la tendencia se estima mediante el uso de la pendiente de la ecuación de la tendencia obtenida de datos anteriores. Si no hay disponibles datos anteriores se usa *cero* como estimación puntual.

#### 5.1.12 SISTEMA DE COSTEO ESTÁNDAR

Los costos estándar son una planeación basada en técnicas científicas, calculados previamente teniendo en cuenta las características productivas de los procesos y las condiciones del sector productivo.



## 6. DISEÑO METODOLÓGICO Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

### 6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

#### 6.1.1 DESCRIPTIVA

*“Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice”.*

En el Proyecto se hará uso de este tipo de investigación dado que se describirá el comportamiento del consumo de materias primas en los diferentes procesos productivos, así mismo como el de la mano de obra y de los costos indirectos de fabricación, y de acuerdo a este comportamiento darles su respectivo valor monetario, y de esta forma determinar el costo de cada referencia al integrar los valores hallados de dichas variables.

#### 6.1.2 CORRELACIONAL

*“Su propósito es el de evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular”*

Dada la variedad de productos que entran en el proceso productivo de la empresa es una tarea dispendiosa y costosa realizar un estudio de métodos y tiempos a cada una de ellas, de allí que a partir de un muestreo de tiempos realizado sobre ciertos productos, se pueda hacer la generalización al resto de referencias haciendo uso de la correlación entre las variables, área del producto y tiempo de mano de obra aplicado (esto en el proceso de pintura). Así mismo se hará uso de ella para determinar la tendencia de los consumos de materias primas (mezcla para pintar) en el proceso de pinturas asociando la variable independiente área del producto contra la variable dependiente milímetros de mezcla a utilizar.

## 6.2 METODO DE INVESTIGACIÓN

### 6.2.1 MÉTODO LÓGICO DEDUCTIVO

“Forma fundamental de razonamiento y de la investigación. Del latín “deduction”, conducir. Ya Aristóteles la consideraba como movimiento del conocimiento que va de lo general a lo particular”<sup>2</sup>

Puesto que en el inicio del estudio se parte de un portafolio general de referencias (800), se pretende realizar tres tipos de clasificaciones particulares a cada proceso, la primera para el consumo de ácido en el proceso de opalizado, la segunda para los consumos de mezcla para pintar, y la tercera en el estudio de métodos y tiempos. La razón de las diferentes clasificaciones es el que se presentan circunstancias particulares en cada uno de los procesos y que no permiten una asociación general y con ello una clasificación única de los productos. De igual forma se tomarán una serie de medidas a lo largo del proyecto y se deducirá de acuerdo a ellas, cual es el comportamiento de las variables objeto de estudio.

### 6.2.3 MÉTODO LÓGICO INDUCTIVO

“La inducción es un razonamiento mediante el cual pasamos de un conocimiento de determinado grado de generalidad, a un nuevo conocimiento de *mayor* grado de generalidad. Dicho de otra manera, la inducción es un razonamiento en virtud del cual pasamos de lo *particular* a lo *general*”<sup>3</sup>

Para lograr la clasificación no solamente se inicia de lo general que es el conjunto universo de los productos, a lo particular de una clasificación del producto, sino que también se parte de mediciones particulares de las

---

<sup>2</sup> CARVAJAL, Lizardo. Metodología de la Investigación. Colombia: FAID, 1996, Página 82.

<sup>3</sup> CARVAJAL, Lizardo. Metodología de la Investigación. Colombia: FAID, 1996, Página 84.

características del producto que permitirá llegar a realizar una clasificación general del conjunto universo de los productos. De igual forma se partirá de las mediciones particulares de tiempos, consumos de materias primas en los diferentes procesos y de la utilización de la mano de obra en el proceso de opalizado para determinar de forma general de acuerdo a las características de los productos la utilización de cada uno de estos recursos por parte del producto.

#### 6.2.4 ANALÍTICO

Al final cuando se obtengan todos los datos arrojados por el estudio de tiempos, las mediciones de la utilización de la mano de obra más improductivos en el proceso de opalizado, los consumos de materias primas y de los recursos indirectos a lo largo del proceso productivo, se tabularán todos ellos para realizar su análisis y de esta manera formar un paquete que nos permita estimar o determinar un costo estándar por producto, fin último del proyecto.

### 6.3 DISEÑO METODOLÓGICO

1. Creación de un listado del portafolio de productos de la empresa, el cual contenga las dimensiones de cada referencia.
2. Clasificación de los productos de acuerdo al proceso de opalizado, en donde se tienen en cuenta elementos como su área superficial (opalizado) y forma del producto.
3. Clasificación de los productos acorde al proceso de pintura, para el cual se tienen en cuenta área superficial (pintura) y tipo de decoración.
4. Elaboración del método óptimo de que permita realizar las mediciones de consumos de materias primas en los procesos de opalizado y pintura. Lo cual incluye elaboración de formularios

para la toma de datos, y acondicionamiento de las circunstancias de los procesos para una efectiva toma de datos.

5. Descripción de los elementos en la actividad de pintura, y elaboración del formulario para la toma de tiempos.
6. Elaboración del formulario para el cálculo de mano de obra directa más improductivos en el área de opalizado.
7. Toma de datos de los consumos de materias primas en el proceso de opalizado y pintura.
8. Toma de tiempos en el proceso de pintura, y toma de datos sobre uso de la mano de obra mas improductivos en el área de opalizado.
9. Tabulación de datos.
10. Análisis de datos.
11. Recolección de datos correspondientes al comportamiento de los CGF y su respectivo análisis, para la determinación de su forma de aplicación al producto.
12. Elaboración de la formula general de costo que describe el comportamiento de este de acuerdo a las características particulares del producto.

## 7. MATERIAS PRIMAS

### 7.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El proyecto esta orientado a costear el servicio que presta la empresa VISSO LTDA a la Vidriera de Caldas LTDA, este servicio comprende el opalizado y/o pintura de vidrio. La empresa VICAL LTDA tiene un portafolio muy amplio de referencias, y todas ellas son susceptibles de requerir el servicio de decoración, por ello la gerencia de VISSO LTDA planteó la necesidad de obtener un costo por centímetro cuadrado de pieza opalizada y/o pintada, para de forma general abarcar el total del portafolio de referencias de VICAL LTDA.

Se deben hacer consideraciones distintas para cada producto dependiendo del proceso (pintura u opalizado), por ejemplo el área que se utilizará para el costeo de un producto en el proceso de opalizado será diferente del área utilizada en el proceso de pintura, en el proceso de opalizado se hará uso de una clasificación según el grado de acidez necesario para opalizar un producto, mientras en el proceso de pintura se realiza un clasificación de acuerdo al tipo de decoraciones que maneja VICAL LTDA, por ello se abordan ambos proceso por separado.

En primer lugar se obtuvieron las medidas de la mayoría de referencias a partir de un listado de productos que tenía La Vidriera de Caldas, el listado obtenido no tenía todas las referencias y estaba desactualizado, y se procedió a la actualización del mismo tomando los datos de los artículos conforme éstos iban llegando a la empresa a recibir el servicio.

Para la labor de actualizar los datos encontrados en el portafolio de productos de VICAL LTDA, se utilizó como instrumento de medida la cinta métrica para los datos como la altura y el perímetro de los productos, y la información de la

remisión de mercancías para datos como nombre de la referencia, código y unidad de empaque. Después de obtener los datos de las medidas se procedió a hacer el cálculo de las respectivas áreas de cada referencia.

#### 7.1.1 PROCESO DE OPALIZADO

El proceso de opalizado es el proceso mediante el cual se le da un acabado opaco y liso a la superficie del vidrio, en general los productos se sumergen en la mezcla opalizante, se deja actuar durante unos minutos, luego se cambian de posición los productos dentro del tanque y se dejan en él, para después llevarlos a una mesa de enjuague donde se les quita el ácido y por último se secan y se empacan. Para el cálculo del costo en esta etapa se encuentran dos alternativas, la primera es la de considerar una sola característica que defina el costo siendo ésta el área de los artículos, la otra opción planteada por la gerencia, es el tener en cuenta otro factor, la forma del artículo, determinando un grado de acidez dependiendo de ésta, en donde el costo será más elevado si éste es alto y menor si lo contrario.

#### ξ AREA DE COSTEO EN EL PROCESO DE OPALIZADO

Consideraciones para el cálculo de áreas en el proceso de opalizado:

1. Los productos son sumergidos en el ácido el cual actúa sobre la superficie del artículo.
2. Dada la dificultad de poder describir el área superficial de los diferentes artículos se debe aproximar ésta, al área de un cilindro, el cual tendrá como medidas la altura y el radio mayor del artículo.
3. El área total del artículo es igual a dos superficies del cilindro (la interior y la exterior) y las respectivas áreas (interior y exterior) de la base del artículo.

4. Dado que el ácido realiza el desgaste sobre la superficie de los artículos a opalizar, por ello se hace uso de una fórmula que describa el área superficial de los artículos de forma general.

Sean,

$h$  = Altura

$r$  = Radio

$\pi$  = 3.1416

$$\text{Área\_ opalizado} = 2(2 \times \pi \times r \times h) + 2(\pi \times r^2)$$

El primer miembro del lado derecho de la fórmula es igual al área superficial de un cilindro multiplicada por dos, y el segundo es igual al área de una circunferencia multiplicada por dos.

Después de hallar los datos de las áreas como primer paso, se procedió realizar una clasificación de los productos para el proceso de opalizado, la cual surge como resultado de la experiencia del jefe de producción y del gerente, quienes han detectado que dependiendo de la forma de los productos había un consumo mayor de la mezcla opalizante.

Para la clasificación de los productos de acuerdo a su forma se hizo necesaria la experiencia como opalizador del jefe de producción, quién se dio a la tarea de ayudarnos con la clasificación de las referencias. En consenso se tomo la decisión de hacer una clasificación de tres categorías, como se muestra en el cuadro N° 1:

| CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE OPALIZADO |  |
|---|--|
| CATEGORÍA 1   | Grado de acidez alto. Este grado de acidez indica que para tener un buen opalizado sobre el producto, la mezcla debe estar en una concentración alta de solo reforzante. |
| CATEGORÍA 2   | Grado de acidez medio. La mezcla opalizante está en una proporción 7 a 1 entre ácido usado y reforzante.   |
| CATEGORÍA 3   | Grado de acidez bajo. Los productos se pueden opalizar en ácido usado y su acabado es bueno.   |

*Cuadro N° 1 clasificación de los productos según su acidez.*

Teniendo en cuenta que el consumo de mezcla opalizante en el proceso de opalizado depende del área superficial de la referencia y de su forma, se procedió a realizar una clasificación definitiva que tuviera en cuenta ambas características, como se puede ver en cuadro N° 2:

| CLASIFICACIÓN DEFINITIVA DE LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE OPALIZADO |         |         |        |
|--|---------|---------|--------|
|  | PEQUEÑO | MEDIANO | GRANDE |
| ACIDEZ 1   | P1      | M1      | G1     |
| ACIDEZ 2   | P2      | M2      | G2     |
| ACIDEZ 3   | P3      | M3      | G3     |

*Cuadro N° 2 clasificaciones de los productos de acuerdo a su acidez y tamaño.*

En donde, el tamaño se definió de la siguiente forma;

PEQUEÑO  $\Rightarrow$  ALTURA < 15 CM Y DIÁMETRO < 10 CM

MEDIANO  $\Rightarrow$  ALTURA < 30 CM Y DIÁMETRO < 36 CM

GRANDE  $\Rightarrow$  ALTURA > 30 CM Y DIÁMETRO > 36 CM

En el cuadro N° 2 podemos ver 9 categorías, las cuales surgen de la combinación de las características de acidez necesaria para el opalizado del producto y del tamaño del mismo, en donde por ejemplo un producto clasificado P1 significa que es un



producto pequeño el cual requiere para su opalizado una acidez alta, asimismo un producto M2 es un producto mediano que requiere para su opalizado una acidez media.

El listado de los productos se hizo en una hoja de cálculo de Excel donde se enumeran los diferentes datos de cada referencia, hoja que posteriormente se utilizará como listado de costos y precios del servicio por referencia.

En resumen la hoja de cálculo queda de la siguiente forma para los primeros 10 ítems, como se muestra en el cuadro N° 3. El portafolio total de productos se encuentra en el anexo 1.

| CÓDIGO   | PRODUCTO        | CANT X CAJA | H    | D     | ÁREA OPALIZADO | GRADO ACIDEZ | TAMAÑO  | CLASIFICACIÓN DEFINITIVA | ÁREA PINTURA |
|----------|-----------------|-------------|------|-------|----------------|--------------|---------|--------------------------|--------------|
| VA013000 | ACUARIO ACB     | 12          | 7,4  | 20,70 | 1635,53        | 2            | MEDIANO | M2                       | 481,23       |
| VA015000 | ACUARIO ACM     | 6           | 11,5 | 29,40 | 3482,09        | 3            | MEDIANO | M3                       | 1062,17      |
| VA000000 | ACUARIO B10AC   | 24          | 10,7 | 21,4  | 2158,09        | 3            | MEDIANO | M3                       | 719,36       |
| VA001000 | ACUARIO B11AC   | 24          | 9,6  | 17,5  | 1536,64        | 3            | MEDIANO | M3                       | 527,79       |
| VA002000 | ACUARIO B12AC   | 24          | 11,8 | 15,4  | 1514,31        | 3            | MEDIANO | M3                       | 570,89       |
| VA010000 | ACUARIO B13AC   | 12          | 12,5 | 23,3  | 2682,75        | 3            | MEDIANO | M3                       | 914,99       |
| VA011000 | ACUARIO B15AC   | 12          | 14,4 | 19,10 | 2301,17        | 3            | MEDIANO | M3                       | 864,07       |
| VA308000 | ACUARIO B16AC * | 24          | 10,6 | 23,80 | 2474,89        | 3            | MEDIANO | M3                       | 792,56       |

*Cuadro N° 3 listado de los primero 10 ítems del portafolio de productos con su respectiva clasificación*

### 7.1.2 PROCESO DE PINTURA

En este proceso a los artículos se les aplica mediante una pistola neumática una capa de color la cual consta de Laca mate o brillante, trementina, catalizador y tinte. En esta etapa se tomaron en cuenta dos factores para la determinación del consumo de materias primas y su respectivo costo, el primero de ellos es el área superficial del producto dado que entre mayor sea el área superficial del mismo así será el consumo de pintura, y la segunda es el tipo de decoración la cual determina la intensidad, la cantidad de área del producto que se va a pintar y el número de pases o manos de pintura de pintura que se le darán al artículo.

#### ξ AREA DE COSTEO EN EL PROCESO DE PINTURA

Consideraciones para el cálculo de áreas en el proceso de pintura:

1. La pintura se aplica en la superficie exterior del artículo, por ello no se tiene en cuenta la superficie interior ni tampoco la base del artículo, como si se hacía en el área de opalizado.
2. El área superficial de pintura será igual al área de un cilindro, cuyas medidas serán igual a la altura y el diámetro del artículo.

Sean,

$h$  = Altura

$r$  = Radio

$\pi = 3.1416$

$$\text{Área\_Pintura} = 2 \times \pi \times r \times h$$

Dado que el énfasis del diseño del sistema de costeo se realiza sobre el servicio que la empresa le presta a VICAL LTDA; en el área de pintura la clasificación se hizo de acuerdo a los tipos de decorado más requeridos por la Vidriera de Caldas, los cuales se presentan el cuadro N° 4:

| TIPO DE DECORACIÓN | DESCRIPCIÓN  |
|--------------------|--|
| D-10               | Barrido uniforme de pintura sobre toda la superficie del producto.   |
| D-11               | Se pinta toda la superficie del producto y se acentúa el color en la parte superior del producto.                                  |
| D-12               | Se pinta únicamente la parte superior del producto.  |
| D-13               | Se pinta toda la superficie en una D-10, y al final se pinta con color negro o café la parte superior como en una decoración D-12. |
| D-10T              | Idénticamente igual a una D-10, a diferencia que la pintura se aplica sobre una superficie traslúcida no opalizada.                |
| D-13T              | Sobre una superficie traslúcida se aplican dos capas de pintura en decoración D-10 y D-12, está última en café o negro.            |

*Cuadro N° 4 Tipo de decoraciones más representativas en el Servicio de pintura prestado a VICAL LTDA.*

## **7.2 MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS**

En ambos procesos lo que se pretende es encontrar una media de consumo de materias primas (pintura o mezcla opalizante) por centímetro cuadrado de pieza, haciéndose con ciertos cambios entre uno y otro proceso. Se hará uso de los inventarios inicial, final y cantidad de mezcla opalizante adicionada, para determinar la cantidad de mezcla opalizante utilizada en un periodo de tiempo, periodo durante el cual se calculará la cantidad de vidrio (en centímetros cuadrados) que se logró opalizar, y con estos dos datos averiguar el promedio de consumo de la mezcla por centímetro cuadrado. En el proceso de pintura el método funcionará de forma similar, se tomará una medida inicial de pintura, se empezará el conteo de área de todos los productos (en una decoración en particular) que se logren pintar, y al terminar se harán los cálculos de la cantidad de pintura utilizada y de la media de pintura utilizada por centímetro cuadrado.

Para la toma de datos sobre el consumo de materias primas en el proceso de producción, se hicieron ciertos cambios en éste, en especial en el proceso de opalizado, buscando con ello normalizar en cierta forma el proceso y como consecuencia obtener datos más consistentes.

### 7.2.1 CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE OPALIZADO.

En este proceso la materia prima es una mezcla opalizante, ésta puede encontrarse como reforzante o acidez 1(ver cuadro N° 5), en una mezcla de reforzante y ácido usado, o solamente ácido usado. En un inicio no existía la combinación entre ácido usado-reforzante a utilizar y como se ha dicho anteriormente los artículos dependiendo de su forma necesitan un mayor o menor grado de acidez y de allí que sea necesario conocerla.

| <b>MEZCLA OPALIZANTE<br/>RFEFORZANTE (ACIDEZ 1)</b> |                     |
|---|---------------------|
| <b>Componente</b>                                   | <b>Proporciones</b> |
| Bifluoruro de amonio                                | 50,0%               |
| Ácido fluorhídrico                                  | 8,3%                |
| Ácido clorhídrico                                   | 16,7%               |
| Sulfato de Amonio                                   | 12,5%               |
| Mezcla asentada                                     | 12,5%               |

*Cuadro N° 5 composición del reforzante.*

Lo primero a realizar antes de empezar las mediciones del consumo de estas mezclas, es conocer cual es la mezcla o la proporción entre ácido usado y reforzante para hacer una mezcla con acidez 2, la cual se puede observar en el cuadro N° 6, dado que en el caso de la mezcla de acidez 3 es simplemente el ácido que resulta después del desgaste o el uso del ácido 2 y la mezcla de acidez tipo 1 es la misma que la del reforzante. Esta proporción fue dada por el jefe de producción de la empresa quien tiene 5 años de experiencia como opalizador y según su experiencia, él sugiere una mezcla de 7: 1 entre ácido usado y reforzante<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Para un balde de 12 Lts, la cantidad de reforzante es de 1.5 Lts y la cantidad de ácido usado es de 10.5.

Después de conocer la proporción, ésta se debía mantener para que las condiciones de la mezcla no variaran entre una y otra medición. Para ello en el área de opalizado se implementó una tabla como la mostrada en el cuadro N° 6, y se le dieron instrucciones al opalizador para que éste siguiera opalizando utilizando estas proporciones en la elaboración de la mezcla, y para facilitar la labor de mezclado, se instalaron una especie de “reglas medidoras” en el interior de los tanques para indicar los niveles de los mismos y que de esta forma el opalizador conociera cuales son las proporciones de reforzante a agregar.

| <b>CATEGORÍA</b>                 | <b>CANTIDAD</b> |
|----------------------------------|-----------------|
| <i>G1</i>                        | <b>13</b>       |
| <i>G2</i>                        | <b>167</b>      |
| <i>G3</i>                        | <b>119</b>      |
| <i>M1</i>                        | <b>5</b>        |
| <i>M2</i>                        | <b>146</b>      |
| <i>M3</i>                        | <b>158</b>      |
| <i>P1</i>                        |                 |
| <i>P2</i>                        | <b>13</b>       |
| <i>P3</i>                        | <b>36</b>       |
| <i>POCO COMUNES</i> <sup>5</sup> | <b>356</b>      |
| <b>SUMATORIA</b>                 | <b>1013</b>     |

*Cuadro N° 7 cantidades de referencias por categorías en el  
Proceso de opalizado.*

---

<sup>5</sup> Significa que son productos que rotan muy poco, o que están descontinuados y el Jefe de Producción no se acuerdan de ellos y por esto no les puede clasificar, pero son susceptibles que en el momento que lleguen a la empresa a recibir los servicios estos sean clasificados.

| ÁCIDO 2                  | Un Cuarto          |                     | Medio               |                    | Tres Cuartos |             | Lleno              |                      |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------|-------------|--------------------|----------------------|
|                          | Reforzante         | Ácido Usado         | Reforzante          | Ácido Usado        | Reforzante   | Ácido Usado | Reforzante         | Ácido Usado          |
| <b>TANQUE 1 (baldes)</b> | 1 balde y 2 LITROS | 8 Y 1 LITRO         | 2 baldes Y 4 LITROS | 16                 | 3,5          | 24          | 4baldes Y 8 LITROS | 32                   |
|                          |                    |                     |                     |                    |              |             |                    |                      |
| <b>TANQUE 2 (baldes)</b> | 1                  | 7                   | 2                   | 14                 | 3            | 20          | 4                  | 27                   |
|                          |                    |                     |                     |                    |              |             |                    |                      |
| <b>TANQUE 3 (baldes)</b> | 0,5                | 3 baldes Y 8 LITROS | 1                   | 7baldes Y 4 LITROS | 1,5          | 11          | 2                  | 14 baldes Y 8 LITROS |

*Cuadro N° 6 Proporción en baldes entre reforzante y ácido usado, para crear ácido tipo 2*

El procedimiento más adecuado cuando se tienen en cuenta ambas características área y forma, es el de realizar mediciones de consumo de mezcla opalizante para cada tipo de acidez, pero surgieron inconvenientes como, *la demanda o rotación de los artículos*, dado que la cantidad de artículos en las diferentes categorías no son iguales o por lo menos parecidas, como se puede ver en el cuadro N°7, entonces el esperar para que ciertas categorías como las de acidez 1 (que representan tan solo el 1,7% del total de referencias) entraran al proceso para poder hacer la medición sobre éstas, demandaría mucho tiempo y dinero, *la capacidad productiva*, la empresa solo cuenta con tres tanques para opalizar y tan solo uno de ellos tiene una profundidad mayor a 40 cm. Y aproximadamente el 30% del total de las referencias son del tipo grandes, además que no utilizar o parar uno o dos de los tanques en espera que lleguen cierto tipo referencias, porque en dicho(s) tanque(s) se tiene un tipo de acidez en particular no es viable porque el opalizador se llenaría de tiempos improductivos y no se podría cumplir a satisfacción con los tiempos de entrega a los clientes.

Entonces se optó por tomar mediciones sobre los tipos de referencias más comunes o con mayor rotación, las referencias del tipo de acidez 2 y 3, y ampliar los resultados obtenidos para estas dos categorías a las del tipo 1, dicho de otra forma si por ejemplo el consumo de ácido tipo 2 por centímetro cuadrado es igual a  $0.007 \text{ mL} / \text{cm}^2$ , ésta media de consumo será la misma para las referencias que utilizan acidez tipo 1, sustentando esta decisión en las dificultades que se presentan en el proceso para la toma de éstas mediciones y en que la media obtenida para uno puede ser una buena aproximación para el otro.

Para la toma de las mediciones se debieron adoptar otros cambios en el proceso de opalizado, además de los ya hechos en la forma de realizar los refuerzos de los ácidos.

En la programación de referencias a opalizar, se le empezaría a indicar al opalizador el tanque en el cual debería opalizarse cada referencia, buscando que: cuando menos dos de los tanques *cuando las condiciones se dieran*, se trabajaran de forma constante con un mismo nivel de acidez, que el opalizado se hiciera desde un nivel bajo en el tanque hasta un nivel alto, para con ello hacer un mejor uso de la mezcla opalizante, mejorar el método de trabajo del opalizador, y que de igual forma la labor del opalizador no se volviera más difícil.

Lo primero que se hizo fue rotular los tanques para que el opalizador conociera en que tanque aplicaban las proporciones dadas en el cuadro N° 6, y después de ello se diseñó un algoritmo en una hoja de Excel, un diagrama que permite observar la forma en que opera el procedimiento montado en Excel es el que se puede ver en la figura N° 1. (Ver anexo 1) el cual programara las ordenes de producción de acuerdo a las condiciones planteadas anteriormente e implementándose un nuevo formulario como el mostrado en la figura 2.

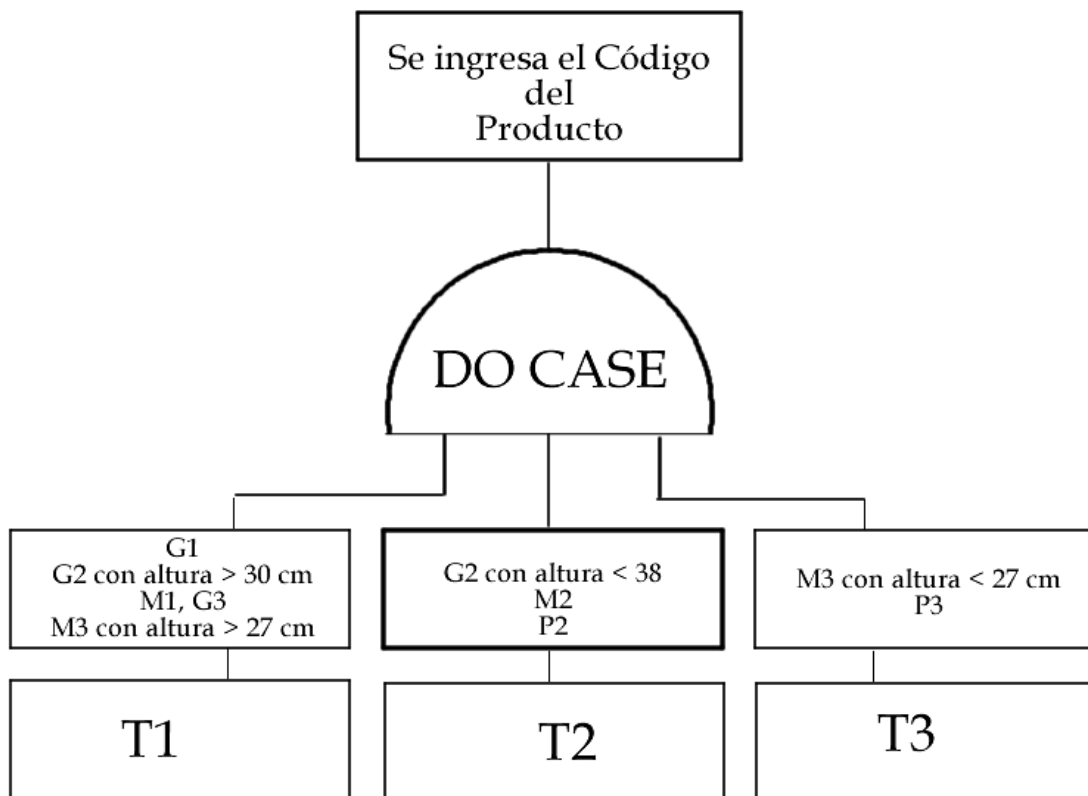


Figura N° 1 Diagrama del procedimiento montado en la hoja de cálculo de Excel.

A continuación se hará una descripción del funcionamiento del algoritmo diseñado en la hoja de cálculo de Excel:

Cuando se abre el icono “Anexo\_1\_Frm\_Programación”, en la primera hoja se muestra el listado de productos del portafolio, en la segunda hoja “Programación” se encuentra el formulario de programación de opalizado como se puede observar en la figura Nª 2,



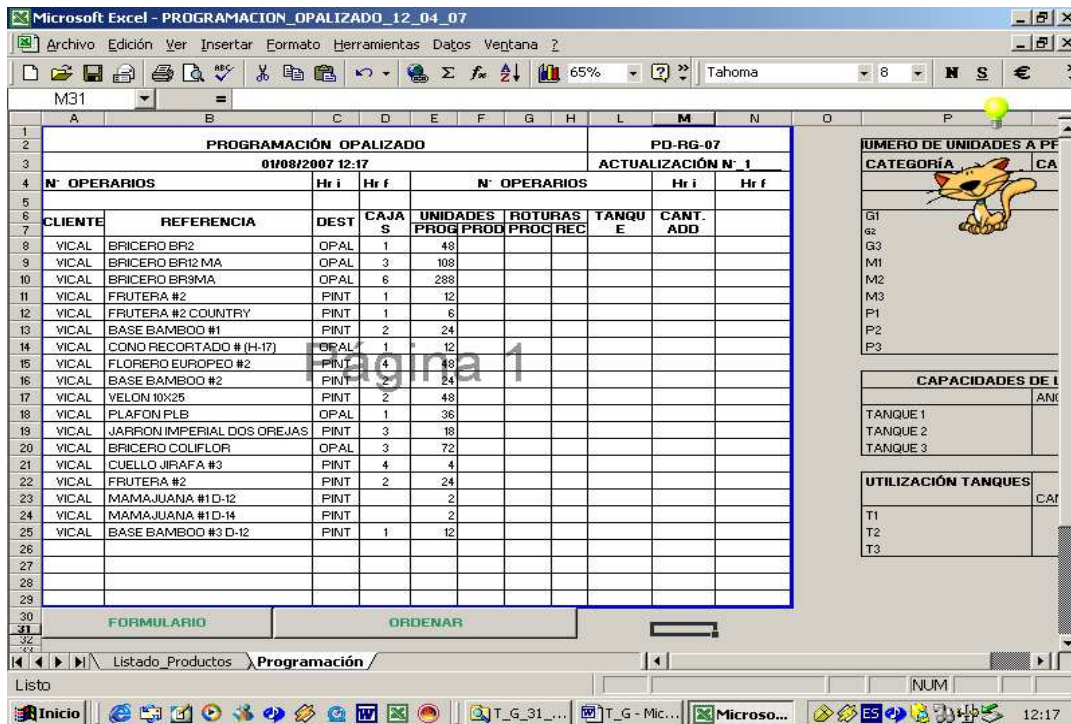


Figura Nª 2 Pantalla con el formulario de opalizado.

Para abrir la interfase que permite diligenciar el formulario, se hace clic sobre el botón “FORMULARIO”, el cual desplegará la ventana que se puede observar en la figura Nª 3.

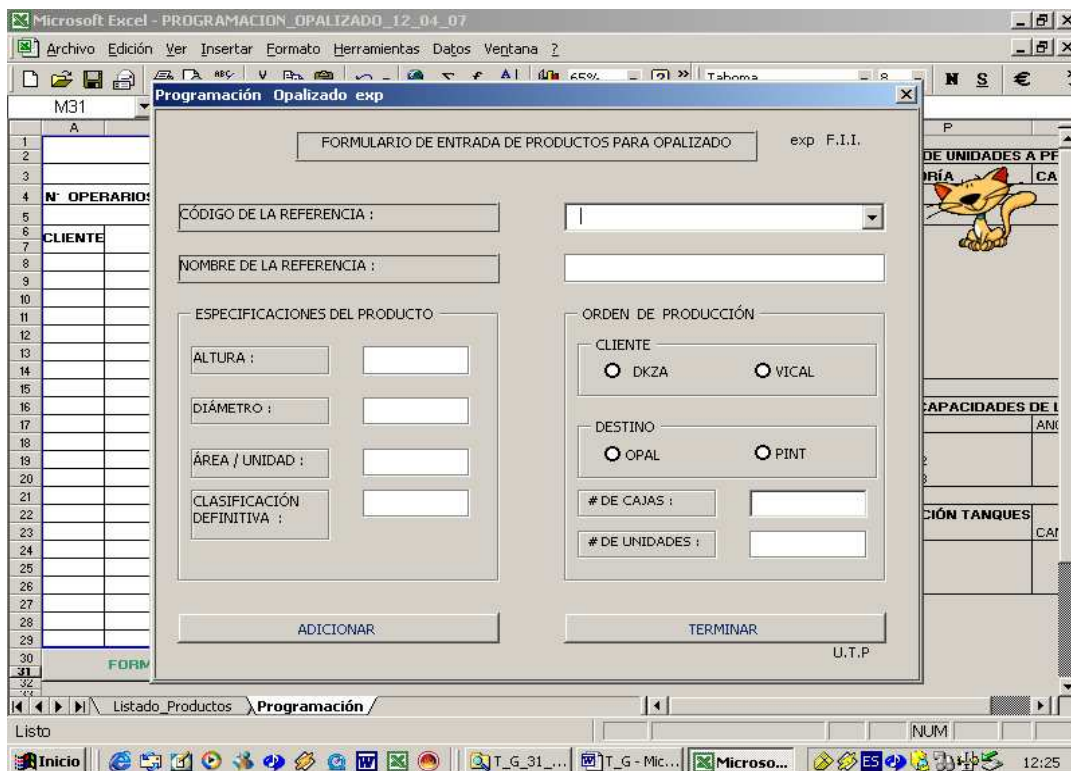


Figura Nª 3 Interfase para diligenciar el formulario de programación opalizado.

A continuación en el “combo box” (espacio en blanco) frente del título “código de la referencia” se tecléa el código del ítem deseado, el programa traerá la altura, el diámetro, el área y clasificación del producto colocándolos automáticamente en sus respectivas casillas, paso siguiente se selecciona el cliente y el servicio que se le hará, posteriormente se digita el número de cajas y el programa calcula la cantidad de unidades que entran al proceso seleccionado, por último se da clic en el botón “ADICIONAR”, y el programa adiciona los datos digitados en el formulario de programación de opalizado, se procede de igual forma con el resto de referencias que se deseen programar. Cuando se hayan ingresado el total de referencias se da clic sobre el botón “TERMINAR”, y el programa ejecutará el procedimiento de selección de tanques mostrado en la figura N° 1.

Los resultados obtenidos de los consumos de mezcla opalizante en el proceso de opalizado son los mostrados en el cuadro N° 8.

El opalizador durante el transcurso de la jornada se encargaba de colocar en la casilla “Cant\_Add.” Del formulario de programación de opalizado, la cantidad de ácido reforzante añadida en cada tanque, la cual corresponde a las proporciones dadas en el cuadro N° 6.

| PROGRAMACIÓN OPALIZADO |                      |      |       |              |      |         | PD-RG-07           |        |           |                  |
|------------------------|----------------------|------|-------|--------------|------|---------|--------------------|--------|-----------|------------------|
| 20/07/2007 18:53       |                      |      |       |              |      |         | ACTUALIZACIÓN N°_1 |        |           |                  |
| N° OPERARIOS           |                      | Hr i | Hr f  | N° OPERARIOS |      |         |                    | Hr i   | Hr f      |                  |
| CLIENTE                | REFERENCIA           | DEST | CAJAS | UNIDADES     |      | ROTURAS |                    | TANQUE | CANT. ADD | N° UNDS FALTANTE |
|                        |                      |      |       | PROG         | PROD | PROC    | REC                |        |           |                  |
| VICAL                  | FLORERO FLGMA        | PINT | 1     | 6            |      |         |                    | T1     |           |                  |
| VICAL                  | GOTERA #2            | PINT | 2     | 24           |      |         |                    | T1     |           |                  |
| VICAL                  | FLORERO TRES CUERPOS | PINT | 1     | 6            |      |         |                    | T1     |           |                  |
| VICAL                  | JARRON NAPOLITANO    | PINT | 10    | 10           |      |         |                    | T1     |           |                  |
| VICAL                  | CUELLO JIRAFÁ #3     | PINT | 1     | 4            |      |         |                    | T1     |           |                  |
| VICAL                  | COPON CP8            | PINT | 1     | 24           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | TERRARIO BR1T        | PINT | 1     | 24           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | BRICERO BR1          | OPAL | 1     | 48           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | SOLITARIO S1         | PINT | 1     | 24           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | BOMBA B15            | OPAL | 2     | 24           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | JARRON DOS OREJAS #2 | PINT | 1     | 12           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | SOLITARIO ARMONIA    | PINT | 1     | 24           |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | FRUTERA #1           | PINT | 1     | 4            |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | BASE REDONDA SPHERE  | PINT | 1     | 6            |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | BASE REDONDA SPHERE  | PINT | 1     | 6            |      |         |                    | T2     |           |                  |
| VICAL                  | JARRA CALABAZA #1    | PINT | 2     | 8            |      |         |                    | T2     |           |                  |

Figura N° 4. Formulario de programación en el proceso de opalizado

| <b>CANTIDAD ADICIONADA DE ACIDO(REFORZANTE):</b> |                       |                                |                          |
|--|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <b>MUESTRA</b>                                   | <b>CANTIDAD (Lts)</b> | <b>Área Opalizada (cm. ^2)</b> | <b>CONSUMO (mL/cm^2)</b> |
| 1  | 24                    | 1050084,935                    | 0,02286                  |
| 2  | 60                    | 3026777,882                    | 0,01982                  |
| 3  | 78                    | 3478641,287                    | 0,02242                  |
| 5  | 66                    | 2925117,795                    | 0,02256                  |
| 7  | 60                    | 3329019,468                    | 0,01802                  |

*Cuadro N° 8 resultados de las mediciones de los consumos de reforzante En el proceso de opalizado.*

Como se había dicho anteriormente el estudio del consumo de mezcla opalizante se realizaría de dos formas, la primera teniendo en cuenta solamente el área de los artículos, y la segunda teniendo en cuenta además de su área su acidez. En ambos procesos se hace uso de la información obtenida en el cuadro N° 8, se utiliza el muestreo estadístico y para el hallazgo del tamaño de muestra se utiliza la fórmula<sup>6</sup>, Con una confianza del 90%, y un error del 10%<sup>7</sup>.

$$n = \left( \frac{z_{\alpha/2} * \sigma}{E} \right)^2$$

A continuación se hará el análisis para ambos casos.

#### CASO 1: SOLAMENTE ÁREA SUPERFICIAL

<sup>6</sup> MONTGOMERY, RUNGER. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. México: Editorial LIMUSA, 2004, Página 323.

<sup>7</sup> La gerencia de la empresa y el equipo del proyecto determinaron que estos valores eran aceptables y se podía trabajar con ellos a lo largo del proyecto.

|                     |            |
|---------------------|------------|
| MEDIA               | 0,0233425  |
| DESVIACIÓN          | 0,0021266  |
| ERROR               | 0,00233425 |
| CONFIANZA<br>(90%)= | 1,65       |
| n                   | 2          |

*Cuadro N° 9 valores para el cálculo de tamaño de muestra en el Proceso de opalizado.*

En este caso como no importa la forma del producto, se sabe que todas las referencias tienen el mismo consumo de mezcla opalizante por centímetro cuadrado, y de igual forma el costo de la mezcla será igual para todas ellas. Conocido el valor de la cantidad de ácido utilizada, resta hallar la cantidad de área opalizada, la cual es igual al,

$$Total \_ \acute{A}rea \_ Opalizada = \sum_{i=1}^n Area \_ producto(i) * \acute{N}umero \_ Unidades \_ Producto(i)$$

n = al número total de productos en el formulario(s) de opalizado de ese día.

Los cálculos mostrados en el cuadro N° 10 nos dicen que la cantidad de datos que se habían recolectado eran suficientes para concluir que esta muestra se comportaba de forma normal y que la media muestral es una buena estimación de la media poblacional, de allí que podamos concluir que el consumo medio de mezcla opalizante por centímetro cuadrado sea de 0.0233 mL / cm<sup>2</sup>.

## CASO 2: ÁREA SUPERFICIAL Y GRADO DE ACIDEZ (FORMA)

Cuando se tienen en cuenta los dos factores área y forma (acidez), existen varias posibilidades de costear la mezcla opalizante, una de ellas es dar una valoración de acuerdo al grado de acidez que tenga cada mezcla opalizante (grado de acidez obtenido de una cinta medidora de Ph), en donde la mayor calificación la tengan los artículos que requieran una mezcla opalizante con un grado alto de acidez. Otra de las formas es darle un valor al ácido usado de acuerdo a su composición final, la cual es del 33% de ácido fluorhídrico y 66% de ácido

clorhídrico; aunque existen muchas posibilidades al establecer el costo de la mezcla opalizante en éste trabajo solamente se desarrollarán las anteriormente citadas.

Inicialmente se pretendía realizar mediciones de consumos de mezcla opalizante con acidez 2 y 3 (puesto que para la acidez 1, se había acordado que se asumiría su consumo igual al encontrado en las mezclas de acidez 2 y 3), realizando la diferencia y su calificación de acidez utilizando como instrumento la cinta medidora de pH universal, pero encontramos que esta aunque tiene un nivel de precisión aceptable, no permitía hallar diferencia entre los dos tipos de acidez, las opciones para poder distinguir ambos ácidos se reduce a dos un densímetro, pero estos tienen el problema que son de vidrio y al sumergirlos en la mezcla éste se opaliza y no permite realizar mediciones posteriores, y el ph-metro, pero la gerencia no quería incurrir en un costo como éste, y se decidió, unificar los consumos para los diferentes tipos de acidez, así como unificar costo para la acidez 3 y 2, y realizar una diferencia en el costo de la mezcla opalizante con tipo de acidez 1.

Para la medición de los consumos de mezcla opalizante acidez 2, se procedió a realizar inventarios diarios, en donde el inventario que se hace al inicio de la jornada será igual al inicial de ese día y a su vez el inventario final del día anterior. El ácido tipo 2 agregado será igual a la cantidad adicionada o “cant\_Add” diligenciada por el opalizador en el formulario, dado que el opalizador coloca la cantidad adicionada de reforzante en baldes se hace necesario acudir al cuadro N° 6, en donde para una cantidad de baldes de reforzante adicionada corresponde una cantidad de ácido 2 hecha. Todo esto es posible gracias a que se le ha dado la instrucción al opalizador de reforzar cuidando dichas proporciones.

La cantidad de ácido o mezcla tipo 2 utilizado durante la jornada es igual a,

**CANTIDAD DE ACIDO 2 UTILIZADA** = INVENTARIO INICIAL DE ACIDO + CANTIDAD DE ACIDO 2 ADICIONADA – INVENTARIO FINAL DE ACIDO

Y de igual forma que en el caso 1, se hace el conteo del total de área opalizada durante ese día, para posteriormente realizar la división entre cantidad de ácido 2 utilizada y el total de

área opalizada. Los resultados de los cálculos de área y de cantidad de ácido 2 utilizada se encuentran en el anexo 2.

Los resultados se pueden observar en el cuadro N° 9,

|                     |         |
|---------------------|---------|
| MEDIA               | 0,1849  |
| DESVIACIÓN          | 0,02204 |
| ERROR               | 0,01849 |
| CONFIANZA<br>(90%)= | 1,65    |
| n                   | 4       |

*Cuadro N° 9 valores de la media, desviación estándar y tamaño de muestra  
Para el consumo de ácido tipo 2 en el proceso de opalizado.*

La media del consumo de ácido 2 es igual a .01849 mL / cm<sup>2</sup>. Con una desviación estándar de 0.02204 mL / cm<sup>2</sup>.

#### 7.2.2 CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS EN EL PROCESO DE PINTURA

Al proceso de pintura pueden llegar los productos provenientes del proceso de opalizado o pueden llegar las referencias lisas (el vidrio en su forma original traído de la vidriera). Aunque la actividad es la misma, los tipos de pintura utilizados y los tiempos de la actividad son diferentes, por ello se les hará un tratamiento por separado.

Por recomendación del Gerente de la empresa se tomo la decisión de unir los resultados de las mediciones del consumo de materias primas sobre las decoraciones D-11, D-12 y D-10, que en general tienen un consumo similar entre sí; y en el caso de la decoración D-13 asignarle un consumo igual a una decoración D-10 más una decoración D-12.

El primer paso para realizar la toma de mediciones fue el cálculo de las áreas como se hizo en la sección 7.1.2, y se puede observar en la última columna del cuadro N° 3 y en el anexo 1. Después en el formulario de programación de

pintura se hizo la adición de cuatro filas, colocando al final del tipo de color dos encabezados en cada columna, "INIC" en donde se escriba la cantidad inicial de pintura medida con el vaso medidor de la pistola y "SOB" para escribir la cantidad sobrante de pintura al terminar de pintar el número de unidades programadas en un color y decoración específica, el formulario se puede observar en la Figura N° 5.



| PROGRAMACION PINTURA  |    |    |       |             |            |             |            |             |            |             |            | PD-RG-08              |            |             |            |       |
|-----------------------|----|----|-------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------------------|------------|-------------|------------|-------|
| 24/07/2007 18:02      |    |    |       |             |            |             |            |             |            |             |            | ACTUALIZACIÓN N° ____ |            |             |            |       |
| REFERENCIA            | DK | VC | DECOR | MOSTAZA     |            | DURAZNO     |            | VERDE ESM   |            | AZUL PROF   |            | ROSA                  |            | ROJO        |            | TOTAL |
|                       |    |    |       | PROG        | PROD       | PROG        | PROD       | PROG        | PROD       | PROG        | PROD       | PROG                  | PROD       | PROG        |            |       |
| BASE BAMBOO #1        |    | X  | D-10T | 2           |            | 2           |            | 2           |            | 2           |            | 2                     |            | 2           |            | 12    |
| BASE BAMBOO #2        |    | X  | D-10T | 2           |            | 2           |            | 2           |            | 2           |            | 2                     |            | 2           |            | 12    |
| BASE BAMBOO #3        |    | X  | D-10T | 2           |            | 2           |            | 2           |            | 2           |            | 2                     |            | 2           |            | 12    |
| COPA C48 PL (17CM)    |    | X  | D-10T | 8           |            | 8           |            | 8           |            | 8           |            | 8                     |            | 8           |            | 48    |
| FLOTERO M#3           |    | X  | D-10T |             |            | 12          |            |             |            |             |            |                       |            |             |            | 12    |
| FLOTERO M#3           |    | X  | D-10T |             |            |             |            |             |            |             |            |                       |            | 12          |            | 12    |
| MATERA EUROPEA #7     |    | X  | D-10T | 4           |            | 4           |            | 4           |            | 5           |            | 5                     |            | 5           |            | 27    |
| MATERA EUROPEA #8     |    | X  | D-10T | 4           |            | 5           |            | 5           |            | 5           |            | 5                     |            | 5           |            | 29    |
| ACUARIO B8AC          |    | X  | D-10T |             |            |             |            |             |            |             |            | 5                     |            |             |            | 5     |
| FLOTERO GOYA CON BASE |    | X  | D-13T | 3           |            | 3           |            |             |            |             |            | 3                     |            | 3           |            | 12    |
|                       |    |    |       |             |            |             |            |             |            |             |            |                       |            |             |            | 0     |
| <b>DECORACIÓN</b>     |    |    |       | <b>INIC</b> | <b>SOB</b> | <b>INIC</b> | <b>SOB</b> | <b>INIC</b> | <b>SOB</b> | <b>INIC</b> | <b>SOB</b> | <b>INIC</b>           | <b>SOB</b> | <b>INIC</b> | <b>SOB</b> |       |
| D-10T                 |    |    |       |             |            |             |            |             |            |             |            |                       |            |             |            |       |
|                       |    |    |       |             |            |             |            |             |            |             |            |                       |            |             |            |       |
|                       |    |    |       |             |            |             |            |             |            |             |            |                       |            |             |            |       |

Figura N° 5 Formulario de programación de Pintura

En el momento que se obtiene la cantidad utilizada de pintura, se procede a realizar el cálculo de la cantidad de área pintada, resultado de la sumatoria de las áreas individuales del total de unidades programadas en ese color y decoración. Después de ello se procede a realizar la división entre la cantidad de pintura utilizada en mL y el total de área pintada con dicha cantidad en cm<sup>2</sup>.

$$Total\_Área\_Pintada = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n Area\_producto(ij) * Número\_Unidades\_Producto(i)$$

n = Número total de productos en el formulario(s) de opalizado de ese día.

k = Número de colores en el formulario.

Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro N° 11, para conocer los cálculos de área y tabulación de los datos ver el anexo 3.

| <b>Mediciones de los Consumos De Pintura Decoraciones D-10, D-11 y D12</b> |               |                              |                    |                          |
|--|---------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>Fecha</b>   | <b>Número</b> | <b>Área (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>Pintura(ml)</b> | <b>mL/cm<sup>2</sup></b> |
| 27/03/2007   | 1             | 192813,6                     | 1230               | 0,00638                  |
| 31/03/2007   | 2             | 8176,3                       | 40                 | 0,00489                  |
| 02/04/2007   | 3             | 68139,5                      | 430                | 0,00631                  |
| 14/04/2007   | 4             | 27003,8                      | 210                | 0,00778                  |
| 09/04/2007   | 5             | 9351,8                       | 50                 | 0,00535                  |
| 02/04/2007   | 6             | 66184,8                      | 350                | 0,00529                  |
| 31/03/2007   | 7             | 6291,9                       | 35                 | 0,00556                  |

*Cuadro N° 11 Consumos de pintura en las decoraciones D-10, D-11 y D-12.*

Para las decoraciones traslúcidas se procedió de igual forma que con las decoraciones sobre opalizado, los resultados se listan en el cuadro N° 12.

| Mediciones de los Consumos De Pintura Decoraciones D-10T |        |                         |             |                    |
|--|--------|-------------------------|-------------|--------------------|
| Fecha  | Número | Área (cm <sup>2</sup> ) | Pintura(ml) | mL/cm <sup>2</sup> |
| 10/04/2007   | 1      | 60586,76                | 800         | 0,01320            |
| 10/04/2007   | 2      | 60586,76                | 720         | 0,01188            |
| 10/04/2007   | 3      | 53239,19                | 600         | 0,01127            |
| 23/03/2007   | 4      | 43614,83                | 300         | 0,00688            |
| 23/04/2007   | 5      | 22619,52                | 290         | 0,01282            |
| 23/04/2007   | 6      | 37623,80                | 410         | 0,01090            |
| 23/04/2007   | 7      | 23496,03                | 240         | 0,01021            |
| 27/04/2007   | 8      | 41469,12                | 415         | 0,01001            |
| 27/04/2007   | 9      | 28902,72                | 300         | 0,01038            |
| 27/04/2007   | 10     | 29531,04                | 400         | 0,01355            |
| 27/04/2007   | 11     | 10053,12                | 100         | 0,00995            |
| 27/04/2007   | 12     | 8168,16                 | 100         | 0,01224            |
| 27/04/2007   | 13     | 8796,48                 | 100         | 0,01137            |
| 27/03/2007   | 14     | 53844,64                | 320         | 0,00594            |

*Cuadro N° 12 Consumos de pintura en la decoración D-10T.*

Utilizando la misma forma para el cálculo de tamaño de muestra utilizada en la sección 1.2.1, se encontraron los resultados mostrados en los cuadros N° 13 y 14.

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| MEDIA           | 0,00594   |
| DESVIACION      | 0,00098   |
| ERROR           | 0,0005938 |
| CONFIANZA (90%) | 1,65      |
| n               | 7         |

*Cuadro N° 13 Tamaño de muestra de los consumos de pintura De las decoraciones D-10, D-11 y D-12.*

|                     |         |
|---------------------|---------|
| MEDIA               | 0,01075 |
| DESVIACION          | 0,00218 |
| ERROR               | 0,00105 |
| CONFIANZA<br>(90%)= | 1,65    |
| n                   | 11      |

*Cuadro N° 14 Tamaño de muestra de los consumos de pintura  
De la decoración D-10T.*

Podemos concluir de la información que se encuentra en los cuadros N° 14 y 15, que el consumo medio de pintura de las decoraciones D-10, D-11 y D12 es de 0.00594 mL / cm<sup>2</sup> con una desviación estándar de 0.00098 mL / cm<sup>2</sup> y que para una decoración D-13 es de el doble de ésta media, es decir 0.01188 mL / cm<sup>2</sup>. Y que el consumo medio de una decoración D-10T es de 0.01075 mL / cm<sup>2</sup> con una desviación estándar de 0.00218 mL / cm<sup>2</sup> y que para una decoración D-13T la media de consumo es de 0.0215 mL / cm<sup>2</sup>.

## **8. MANO DE OBRA DIRECTA**

### **8.1 MANO DE OBRA DIRECTA EN EL ÁREA DE OPALIZADO.**

Las actividades que se realizan en éste proceso son las de opalizado, enjuague de los artículos y empacado de los mismos. Los productos se empacan sin importar que pasen al proceso de pintura o se despachen como producto terminado.

La gran cantidad de referencias hace que no sea posible realizar un estudio de tiempos y métodos para cada una de ellas, pues llevaría mucho tiempo y sería muy costoso, por ello se plantea una forma alternativa, basándonos en la premisa que todos los operarios están especializados en su labor para llevar el costo de la mano de obra involucrada en este proceso a los productos. La idea general es la

misma que se utilizó para la medición de los consumos de las materias primas, hallar el costo de mano de obra por centímetro cuadrado.

En el formulario de programación de opalizado mostrado en la Figura N° 4, en su parte superior se dejan unas celdas para llenarlas con la información sobre la cantidad de personas que trabajaron durante la jornada casilla “N° Operarios”, la hora de inicio del proceso casilla “Hr i” y de finalización casilla “Hr f” de la misma.

Al restar la hora inicial de la hora final (descontando los tiempos de desayuno y almuerzo), se halla el tiempo por operario en el proceso, y al multiplicarse éste tiempo por la cantidad de operarios se encuentra el tiempo total utilizado durante dicha jornada, este tiempo incluye todos los tiempos improductivos y ociosos que hay durante la misma, por lo tanto no permitirán hacer un efectivo control sobre el proceso, pero para el hecho de llevar el costo de la mano de obra en el proceso opalizado al producto sirve a conformidad. Después de hallar este tiempo de mano de obra total utilizado, se divide entre el total de área de vidrio opalizada durante la jornada.

Sean,

$T\_T\_MO\_Op$  = Tiempo Total de Mano de Obra de Opalizado

$Hrf$  = hora de finalización de la Jornada.

$Hri$  = hora de inicialización de la jornada.

$T\_D\_A$  = Tiempo de desayuno y almuerzo.

$$T\_T\_MO\_Op = [(Hrf - Hri) - (T\_D\_A)] * N^\circ\_Operarios * 60 \text{ min}/1\_Hora$$

Luego,

$R\_T\_MO\_Op\_cm^2$  = Razón de tiempo mano de obra de Opalizado por centímetro cuadrado.

$$R_{T\_MO\_Op\_cm^2} = \frac{T_{T\_MO\_Op}}{\sum_{i=1}^n Area\_Producto(i) * Número\_Unidades\_Producto(i)}$$

Los cálculos de cantidad de área opalizada, mano de obra en el proceso de opalizado se encuentran en el anexo 4, y los resultados tabulados son los que se pueden observar en el cuadro N° 15.

| <b>N° Muestra</b> | <b>Total Área Opalizada en cm<sup>2</sup></b> | <b>Minutos Utilizados</b> | <b>minutos /cm. <sup>2</sup></b> | <b>Costo (\$/cm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|---|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1                 | 181535,3                                      | 2112                      | 0,01163                          | 0,593                            |
| 2                 | 556346,1                                      | 600                       | 0,00108                          | 0,055                            |
| 3                 | 2210454,8                                     | 1200                      | 0,00054                          | 0,028                            |
| 4                 | 896620,0                                      | 2139,96                   | 0,00239                          | 0,122                            |
| 5                 | 2064755,7                                     | 2100                      | 0,00102                          | 0,052                            |
| 6                 | 607616,7                                      | 1710                      | 0,00281                          | 0,143                            |
| 7                 | 1050084,9                                     | 920,04                    | 0,00088                          | 0,045                            |
| 8                 | 3026777,9                                     | 2618,4                    | 0,00087                          | 0,044                            |
| 9                 | 3058179,4                                     | 2498,4                    | 0,00082                          | 0,042                            |
| 10                | 420461,9                                      | 360                       | 0,00086                          | 0,044                            |
| 11                | 3029559,3                                     | 1800                      | 0,00059                          | 0,030                            |
| 12                | 2925117,8                                     | 2410,08                   | 0,00082                          | 0,042                            |
| 13                | 3865893,6                                     | 2640                      | 0,00068                          | 0,035                            |
| 14                | 3329019,5                                     | 2760                      | 0,00083                          | 0,042                            |

*Cuadro N° 15 Datos mano de obra por centímetro cuadrado en el proceso de opalizado*

Los datos que aparecen en color azul se sacaron de la muestra porque en esos días el opalizador que se desempeñaba en dicha labor no trabajó y en su reemplazo estuvo el operario encargado del área de empaque, por ello la diferencia tan elevada entre unas y otras mediciones.

Luego se realizó el cálculo de tamaño de muestra para los datos, encontrándose los resultados observados en el cuadro N° 16.

|                     |          |
|---------------------|----------|
| MEDIA               | 0.000817 |
| DESVIACION          | 0,000163 |
| ERROR               | 0,000081 |
| CONFIANZA<br>(90%)= | 1,65     |
| n                   | 11       |

*Cuadro N° 16 Tamaño de muestra datos de mano de Obra directa en el proceso de opalizado.*

La media del costo de mano de obra directa en el proceso de opalizado es 0.000817 min. / cm<sup>2</sup>, con una desviación estándar de 0.000163 min. / cm<sup>2</sup>.

## **8.2 CÁLCULO DE MANO DE OBRA DIRECTA EN EL ÁREA DE PINTURA**

De igual forma que se procedió en éste proceso para la medición de consumos de materias primas, se realiza el cálculo de la mano de obra, donde se agruparon los resultados de las decoraciones D-10, D-11 y D-12<sup>8</sup> como si fueran iguales, y en las decoraciones D-13 y D-13T duplicándose el tiempo estándar de una decoración D-10 o D-10T respectivamente.

Para la determinación del costo de mano de obra en el proceso de pintura se hace uso de la técnica de estudio de tiempos con cronómetro y valoración, por ello se procedió a determinar un tiempo promedio el cual permitiera hallar una medida para el costo a establecer por mano de obra directa y realizar un control sobre el desempeño del proceso.

---

<sup>8</sup> Debido a la experiencia del gerente, quien asegura que la mano de obra directa en éstas decoraciones es la misma.

## 8.2.1 ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA ACTIVIDAD

Para el estudio de tiempos utilizamos el procedimiento planteado en el capítulo 9 del libro *Estudios de Tiempos y Movimientos* de Meyer <sup>9</sup>

*PASO 1: Seleccionar el trabajo que se va a estudiar*

La actividad que va a ser objeto de estudio es la de pintar, buscando como objetivo determinar su estándar de tiempo como requisito para el desarrollo del sistema de costeo. Los operarios seleccionados tienen amplia experiencia en la actividad, ambos con más de un año desempeñando la actividad, lo cual los hace operadores calificados y bien capacitados.

*PASO 2: Recabar información sobre el trabajo*

En la actividad de pintura se tienen tres posibilidades al momento de tomar los artículos a pintar, la primera es que éstos sean muy pequeños y los tome desde una caja, la segunda que los artículos sean medianos y se tomen desde un pallet, y por último que los artículos sean demasiado grandes (más de 50 cm. De altura) y deban ser tomados desde el suelo o fuera de la cabina de pintura. Después estos son llevados hasta una mesa (cuando los artículos vienen del pallet, en caso contrario se colocan directamente sobre la base giratoria o eje), luego el operario toma los artículos y los coloca sobre una base giratoria, se toma la pistola neumática y se empieza a aplicar la mezcla de pintura sobre la superficie del artículo, haciéndose los pases o manos de pintura necesarios acordes a la decoración y se liberan de nuevo sobre la mesa contigua al eje, luego son llevados a pallet sobre el cual atraviesan un túnel de secado; en el caso que los artículos sean grandes no pueden entrar al túnel de secado, por lo cual se secan fuera de la cabina.

---

<sup>9</sup> MEYER, Fred E. *Estudios de Tiempos y Movimientos*. México: Editorial Pearson Education, 2000. Página 74.



### *PASO 3: Dividir el trabajo en sus elementos*

La actividad en general es la misma para todos los artículos que pasan por el proceso, pero dependiendo de su tamaño se presentan ciertos cambios, el primero de ellos es la forma de ser llevados hasta el eje para ser pintados, el segundo es si los artículos pasan o no por el túnel de secado.

Los elementos en que se dividió la actividad son los siguientes:

1. TOMAR PIEZA DEL PALLET Y LLEVARLA HASTA LA MESA, este elemento se cumple cuando los artículos son medianos y cuando son artículos pequeños se toman desde la caja en donde vienen empacados.
2. TOMAR PIEZA Y PONERLA EN EL EJE, Se toma la pieza de la mesa o la caja y se pone sobre el eje.
3. PINTAR, Se toma la pistola neumática y se empieza a aplicar la pintura sobre la superficie del artículo.
4. PONER PIEZA EN LA MESA, Se libera la pistola poniéndola en su soporte, se toma la pieza con ambas manos y se libera sobre la mesa.
5. LLEVAR PIEZA HASTA EL PALLET, Cuando la mesa queda llena de artículos, estos son llevados hasta el pallet en donde harán su paso por el túnel de secado.

Para los artículos grandes en lugar de llevar la pieza hasta la mesa, ésta se toma del piso y se pone sobre el eje y en vez de ser llevados hasta la mesa o pallet se trasladan fuera de la cabina de pintura.

### *PASO 4: Efectuar el estudio de tiempos*

En el desarrollo del estudio de tiempos se utilizó el formulario que se muestra en el cuadro N° 18<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> MEYER, Fred E. Estudios de Tiempos y Movimientos. México: Editorial Pearson Education, 2000. Página 147.

En el estudio de tiempos se utilizó a conveniencia la toma de las muestras, en algunas ocasiones de forma continua y en otras con reestablecimiento rápido. Con este estudio de tiempos lo que se pretende es hallar un valor medio estimado del tiempo de mano de obra directa que consume cualquier referencia que pasa por el proceso de pintura.

Para el hallazgo del tiempo estándar se trabajó con una tolerancia total del 20%, haciendo las siguientes consideraciones,

Complementos (10%)<sup>11</sup>:

Tiempos Improductivos.

- ξ Limpiar pistola cada vez que hay un cambio de pintura
- ξ Poner cartón, cintas u otros artículos para facilitar el pintado.
- ξ Entrar o sacar el pallet en la estación de pintura.
- ξ Preparar mezcla de tintes y lacas.
- ξ Llenar el vaso de pintura de la pistola, cuando la carga inicial se acaba.

Otros suplementos. (10%)<sup>12</sup>

- ξ Personales 5%.
- ξ Fatiga.

En los cuadros N° 17 y N° 18 se muestra la tabulación de los datos, horas por unidad tomados de los formularios de estudios de tiempos, los cuales tienen incluidos las tolerancias descritas anteriormente; para ver los formularios de toma de tiempos (ver anexo 7).

---

<sup>11</sup> El equipo ejecutor del proyecto y el gerente acordaron que este nivel porcentaje de improductivos es el adecuado.

<sup>12</sup> MEYER, Fred E. Estudios de Tiempos y Movimientos. México: Editorial Pearson Education, 2000. Páginas 171-172

| <b>VISSO LTDA.</b>                     |  |   |          |   |   |   | <b>HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIOS DE TIEMPOS</b> |   |                 |                 |        |                        |  |
|--|--|---|----------|---|---|---|---|---|-----------------|-----------------|--------|------------------------|--|
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN :          |  |   |          |   |   |   | <i>Reinicio</i>                               |   |                 |                 |        |                        |  |
| PROCESO OPERATIVO:                     |  |   |          |   |   |   | PINTURA                                       |   |                 |                 |        |                        |  |
| NOMBRE DEL OPERARIO:                   |  |   |          |   |   |   | Jhon _<br>Mónica                              |   | PRODUCTO :      |                 |        |                        |  |
| CLASIFICACIÓN DEFINITIVA DEL PRODUCTO: |  |   |          |   |   |   | TIPO DE DECORACIÓN                            |   |                 |                 |        |                        |  |
| CRISTALERÍA                            |  |   |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
| #                                      | DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                 |   | LECTURAS |   |   |   |   |   | TOTAL DE CICLOS | TIEMPO PROMEDIO | R %    | TIEMPO NORMAL UNITARIO |  |
|  |  |   | 1        | 2 | 3 | 4 | 5   | 6 |                 |                 |        |                        |  |
| 1                                      | Tomar pieza del pallet y llevarla a Mesa | R |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | E |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
| 2                                      | Poner Pieza en el eje.                   | R |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | E |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
| 3                                      | Pintar                                   | R |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | E |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
| 4                                      | Poner pieza en la mesa.                  | R |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | E |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
| 5                                      | Llevar pieza hasta el Pallet             | R |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | E |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | R |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  | E |          |   |   |   |   |   |                 |                 |        |                        |  |
| ELEMENTOS EXTRAÑOS:                    |  |   |          |   |   |   | MINUTOS TOTALES NORMALES:                     |   |                 |                 | 0,0000 |                        |  |
|  |  |   |          |   |   |   | TOLERANCIA % :                                |   |                 |                 |        |                        |  |
| INGENIERO:                             |  |   |          |   |   |   | MINUTOS ESTÁNDAR :                            |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  |   |          |   |   |   | HORAS POR UNIDAD:                             |   |                 |                 |        |                        |  |
| APROBADO POR:                          |  |   |          |   |   |   | UNIDADES POR HORA:                            |   |                 |                 |        |                        |  |
|  |  |   |          |   |   |   | FECHA:  |   |                 |                 |        |                        |  |

Figura N° 6 Formulario de estudio de tiempos.

| REFERENCIA                       | HORAS/UNIDAD<br>(hrs.) | ÁREA DE<br>PINTURA<br>(Cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|------------------------|--|
| Jarra Calabaza #2                | 0,00536                | 1438,73                                  |
| CILINDRO MILENIO<br>ORIGINAL # 4 | 0,00507                | 4818,19                                  |
| JARRÓN JS # 2                    | 0,00520                | 9496,58                                  |
| CILINDRO MILENIO<br>ORIGINAL # 4 | 0,00523                | 4818,19                                  |
| BASE BAMBOO # 1                  | 0,00500                | 6894,54                                  |
| BASE BAMBOO # 2                  | 0,00413                | 4861,08                                  |
| BASE BAMBOO # 2                  | 0,00460                | 4861,08                                  |
| VELON AROMA                      | 0,00373                | 977,16                                   |
| SOLITARIO S5                     | 0,00395                | 277,09                                   |
| Bomba B-12                       | 0,00373                | 3000,70                                  |
| SOLITARIO S5                     | 0,00381                | 277,09                                   |
| VELON AROMA                      | 0,00403                | 977,16                                   |
| Bomba B-12                       | 0,00382                | 3000,70                                  |
| FLOTERO REDONDO<br>PLANO         | 0,00337                | 2788,13                                  |
| FLOTERO REDONDO<br>PLANO         | 0,00347                | 2788,13                                  |
| CILINDRO MILENIO<br>ORIGINAL # 3 | 0,00425                | 989,60                                   |
| BASE BAMBOO # 1                  | 0,00443                | 6894,54                                  |
| FLOTERO REDONDO<br>PLANO         | 0,00360                | 552,10                                   |

*Cuadro N° 17 Resultados obtenidos del estudio de tiempos realizado  
Sobre las decoraciones D-10, D-11 y D-12.*

| REFERENCIA             | HORAS/UNIDAD | ÁREA DE PINTURA |
|------------------------|--------------|-----------------|
| CANDELABRO EUROPEO #5  | 0,00607      | 2991,43         |
| JARRON CAMPANA # 2     | 0,00582      | 4180,92         |
| CANDELABRO EUROPEO # 5 | 0,00607      | 2991,43         |
| CANDELABRO EUROPEO #5  | 0,00526      | 2991,43         |
| ACUARIO B-12AC         | 0,00455      | 2197,93         |
| ACUARIO B-12AC         | 0,00497      | 2197,93         |
| FLOREIRO M # 1         | 0,00605      | 1438,70         |
| ACUARIO B 8 AC         | 0,00487      | 350,60          |
| ACUARIO B 8 AC         | 0,00475      | 350,60          |
| JARRON CAMPANA # 2     | 0,00390      | 1177,72         |
| JARRON CAMPANA # 2     | 0,00387      | 1177,72         |

*Cuadro N° 18 Resultados obtenidos del estudio de tiempos realizado Sobre la decoración D-10T.*

Dentro de las cosas que se pueden observar en el conjunto de datos esta su constancia o lo parejos que son los tiempos sin importar las áreas superficiales, la razón de ello es que se encuentran ciertos improductivos que emparejan la situación entre una referencia grande y una pequeña, ejemplo de ellos (en los artículos pequeños) son el tener que colocar cartón sobre el eje giratorio y objetos sobre los artículos, buscando estabilidad en ellos para que al girarlos no se caigan, que se tenga que cerrar el abanico de pintura o la potencia de salida de pintura cuando los artículos tienen un diámetro angosto, etc. De lo anterior concluimos que aunque en el elemento pintar los artículos grandes se demoran más que un artículo pequeño, en los pequeños los elementos improductivos adicionales necesarios para la labor equiparan esta diferencia entre los dos.

Con los datos encontrados en los cuadros N° 17 y 18, se realizan los cálculos de los tamaños de muestra, media y desviación estándar, los resultados se pueden ver en los cuadros N° 19 y 20.

|                |             |
|----------------|-------------|
| Media          | 0,0042657   |
| Desv. Estándar | 0,000658267 |
| Z (90%)        | 1,64        |
| Error          | 0,00042657  |
| N              | 6           |

*Cuadro N° 19 Media y cálculo de tamaño de muestra para Los tiempos de mano de obra directa de las decoraciones D-10, D-11 y D-12.*

|                |            |
|----------------|------------|
| Media =        | 0,0051022  |
| Desv. Estándar | 0,00082077 |
| Z (90%)        | 1,65       |
| Error          | 0,00051022 |
| N              | 7          |

*Cuadro N° 20 Media y cálculo de tamaño de muestra para Los tiempos de mano de obra directa de la decoración D-10T.*

Como se había dicho con anterioridad los tiempos estándar de pintura de las decoraciones D-13 y D-13T, son iguales a dos veces el tiempo estándar de una decoración D-10 o D-10T respectivamente, de allí que el tiempo estándar para una decoración D-13 sea 0.00853 horas / unidad y el de una decoración D-13T sea de 0.010204 horas / unidad.

En un principio para el cálculo de la mano de obra en el proceso de pintura se pretendía encontrar una proporcionalidad entre área a pintar del producto y el tiempo promedio de pintura del mismo, pero los resultados hallados demostraron algo diferente, los tiempos sin importar el tamaño de las piezas eran constantes, para remarcar el hecho que no existe dependencia o proporcionalidad entre el área superficial de pintura de la referencia y su tiempo de pintura, en los cuadros N° 17 y N° 18 , en frente de los datos horas por unidad de las referencias que hicieron parte del muestreo, se colocó su área superficial respectiva y el resultado de la regresión lineal hecha sobre los datos es la siguiente,

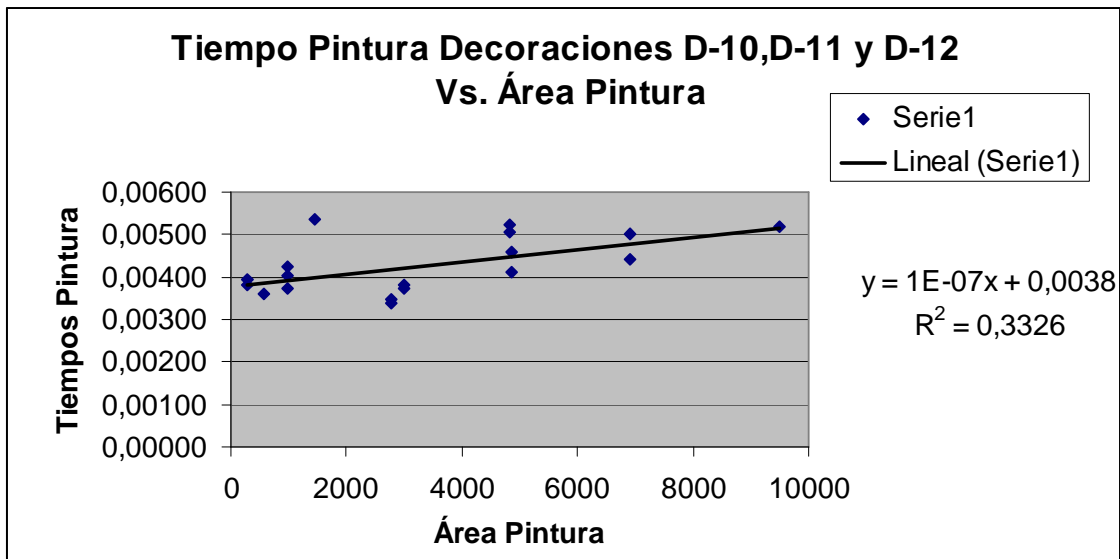


Figura N° 7 Regresión sobre los datos de tiempo pintura decoraciones D-10, D-11 y D-12 y su respectiva área de pintura.

| Figura-Curva | Coefficiente Correlación | Coefficiente de Determinación |
|--------------|--------------------------|-------------------------------|
| logarítmica  | 0,576                    | 0,331776                      |
| Exponencial  | 0,486                    | 0,236196                      |
| Potencia     | 0,479                    | 0,229441                      |

Cuadro N° 21 Coeficientes de correlación hallados para los datos de tiempo Pintura decoraciones D-10, D-11 y D-12 y su respectiva área.

Como se puede ver en la figura N° 7 y el cuadro N° 21, no se logró establecer una proporcionalidad entre el área pintada y el tiempo de pintura, pues como se puede ver los coeficientes de determinación ( $R^2 < 0.80$ ) indican que los datos hallados no se ajustan a ningún modelo de predicción; y se debió cambiar para este elemento del costo, la directriz del trabajo, la cual se centraba en hallar un costo por centímetro cuadrado de área, por una donde se calcula un valor estándar para cualquier referencia que pase por él.

## 9. COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

En la aplicación de este componente del costo se realiza el cálculo de una tasa predeterminada, dada por la siguiente fórmula<sup>13</sup>,

$$Tasa\_predeterminada = \frac{Costos\_indirectos\_de\_Fabricación\_Presupuestados}{Base\_o\_nivel\_de\_Producción\_Presupuestado}$$

Para el cálculo de los costos indirectos de fabricación se acudió al estado de resultados y se realizó la selección de las cuentas que los integraban, teniendo en cuenta que son: “todos aquellos que no se pueden asignar de manera directa al producto o lote de producción, presentándose el problema de como acumular estos costos al producto”<sup>14</sup>.

A continuación se hace listado de estos costos, ver cuadro N° 22.

| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN |   |
|----------------------------------|---|
| Código                           | Cuenta  |
| 7205                             | sueldo de los auxiliares de pintura           |
| 7301                             | suministros                                   |
| 731540                           | impuestos de vehículos                        |
| 732010                           | arrendamientos construcciones y edificaciones |
| 732015                           | alquiler de maquinaria y equipo               |
| 733040                           | seguro flota y equipo de transporte           |
| 733095                           | seguros de protección empresarial             |
| 733505                           | servicios aseo y vigilancia                   |
| 733525                           | acueducto y alcantarillado                    |
| 733530                           | energía eléctrica                             |

<sup>13</sup> VARGAS QUIÑONES, SALVADOR. Costos para la administración un enfoque gerencial; Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 1999. Pág. 75

<sup>14</sup> VARGAS QUIÑONES, SALVADOR. Costos para la administración un enfoque gerencial; Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 1999. Pág. 73



|          |   |
|----------|---|
| 73353003 | gas   |
| 733595   | otros servicios                             |
| 734520   | Mant. Y repar. Equipo de oficina            |
| 734515   | Mant. Y repar. Maquinaria y equipo          |
| 734540   | Mant. Y repar. Flota y equipo de transporte |
| 735015   | reparaciones locativas                      |
| 735005   | Mant y reparaciones eléctricas              |
| 736010   | Depreciación maquinaria y equipo            |
| 736035   | depreciación flota y equipo de transporte   |
| 739535   | combustible y lubricante                    |

Cuadro N° 22 Listado de cuentas que integran los CIF.

Después se hace el seguimiento del comportamiento de los CIF identificados, desde enero del 2006 hasta junio del 2007, ver anexo 5, los resultados encontrados se muestran en el en la Figura N° 8.

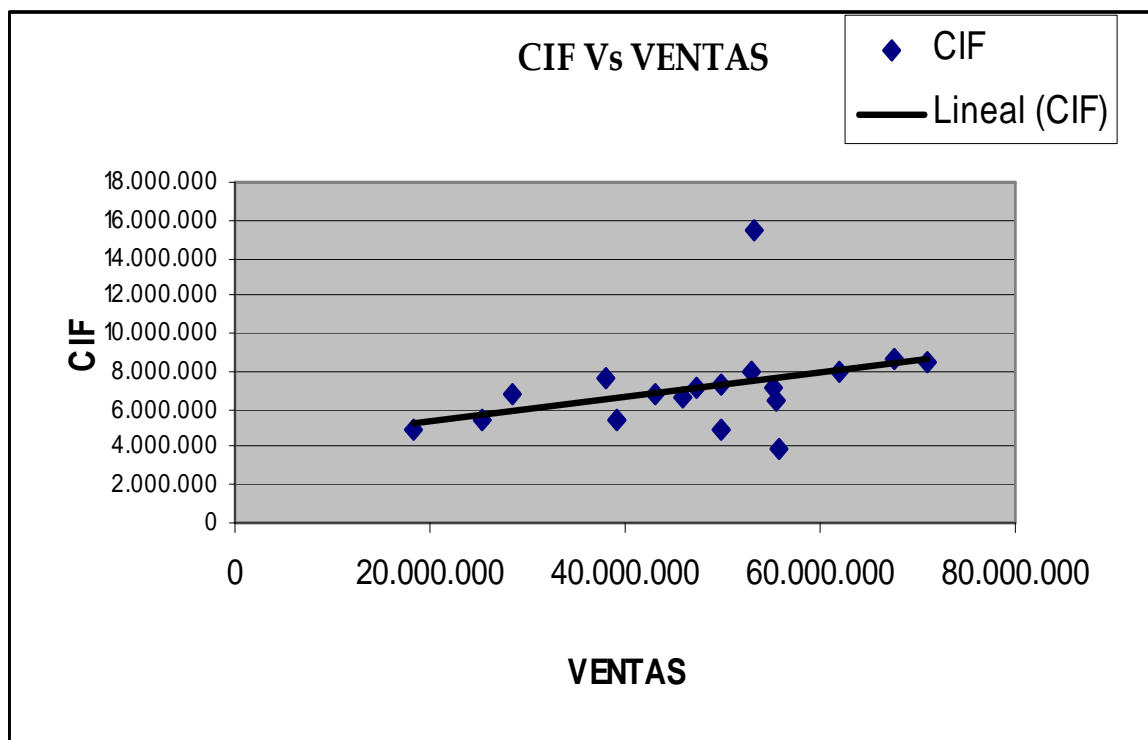


Figura N° 8 Tendencia de los CIF durante los últimos 18 meses.

Se procede a realizar el cálculo de la mejor curva para el conjunto de datos que describa el comportamiento de los CIF de acuerdo al comportamiento de las Ventas. Los resultados de la búsqueda se encuentran en el N° 23,

| <b>Curva-figura</b> | <b>Coefficiente de Correlación</b> | <b>Coefficiente de Determinación</b> |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Lineal              | 0,3700                             | 0,13696586                           |
| logarítmica         | 0,3702                             | 0,13704804                           |
| exponencial         | 0,4126                             | 0,17027501                           |
| potencia            | 0,4134                             | 0,17093263                           |

*Cuadro N° 23 Resultado de la búsqueda de la curva o figura que más se ajustara a los CIF.*

Dado que en ninguno de los modelos la característica del comportamiento de los CIF es explicada por las ventas en más de un 18 %, podemos afirmar que para este caso no existe una relación que permita explicar el comportamiento de los CIF de acuerdo al desempeño de las ventas. Por ello para poder presupuestar el movimiento de los CIF debemos hacer uso de otra técnica, para nuestro caso optamos por el método de atenuación exponencial ajustada a la tendencia. Se hicieron múltiples variaciones a Alfa y a Beta, hasta encontrar que los valores que arrojaban el menor error cuadrático medio son, Alfa igual a 0.22 y Beta igual a 0.44 con un ECM igual a 35024. Obteniendo los resultados mostrados en el cuadro N° 24. Para ver la versión Excel referirse al anexo 6.

| Periodo | CIF      | A <sub>t</sub> | T <sub>t</sub> | Y <sup>^</sup> <sub>t</sub> | Error        |
|---------|----------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Ene-06  | 5211047  | 5211047        | 0              | 5211047                     | 0,00         |
| Feb-06  | 8551272  | 5945896,5      | 323333,78      | 5211047,00                  | 8550618,00   |
| Mar-06  | 6076432  | 6226814,7      | 304670,91      | 6269230,28                  | -192798,28   |
| Abr-06  | 9184685  | 7115189,4      | 561500,61      | 6531485,56                  | 2653199,44   |
| May-06  | 8340146  | 7822650,4      | 625723,15      | 7676690,05                  | 663455,95    |
| Jul-06  | 7743630  | 8293329,9      | 557503,98      | 8448373,51                  | -704743,51   |
| Ago-06  | 8423411  | 8756800,9      | 516129,44      | 8850833,91                  | -427422,91   |
| Sep-06  | 9659625  | 9358003,1      | 553561,48      | 9272930,31                  | 386694,69    |
| Oct-06  | 7871972  | 9462854,2      | 356128,92      | 9911564,63                  | -2039592,63  |
| Nov-06  | 7952010  | 9408249,1      | 175405,92      | 9818983,17                  | -1866973,17  |
| Dic-06  | 6126170  | 8823008,3      | -159278,63     | 9583654,98                  | -3457484,98  |
| Ene-07  | 6659195  | 8222732,0      | -353317,59     | 8663729,66                  | -2004534,66  |
| Feb-07  | 6743458  | 7621704,0      | -462310,17     | 7869414,45                  | -1125956,45  |
| Mar-07  | 10037637 | 7792607,3      | -183696,23     | 7159393,86                  | 2878243,14   |
| Abr-07  | 9244740  | 7968793,5      | -25348,00      | 7608911,12                  | 1635828,88   |
| May-07  | 8935265  | 8161645,8      | 70660,13       | 7943445,47                  | 991819,5276  |
| Jun-07  | 8097768  | 8202707,6      | 57636,86       | 8232305,90                  | -134537,9009 |
| Jul-07  | 8260344  | 8260344,4      | 57636,86       | 8260344,43                  | 0            |
| Ago-07  | 8317981  | 8317981,3      | 57636,86       | 8317981,29                  | 0            |
| Sep-07  |          |                |                | 8375618,15                  |              |
| Oct-07  |          |                |                |                             |              |

*Cuadro N° 24 pronósticos de los CIF para el trimestre Julio, Agosto y Septiembre utilizando la técnica de la atenuación exponencial ajustada a la tendencia (método Holt).*

Después de hallar el numerador de la fórmula de tasa predeterminada, se procede a la escogencia y cálculo de la base, se escogió como base las horas de mano de obra directa en el proceso, sustentando su elección en que la producción es heterogénea. El presupuesto del nivel de producción se hará de acuerdo a la capacidad productiva práctica "Máxima producción obtenida teniendo en cuenta interrupciones planeadas o inevitables, pero no considera las bajas en la demanda de los productos"<sup>15</sup>, se escogió básicamente por la dificultad en conocer las proporciones en la que los diferentes productos o servicios se reparten las ventas o en otras palabras la demanda de los servicios, para de esta forma poder calcular los niveles de ventas en unidades presupuestados de cada servicio y multiplicarlo por su estándar de tiempo para por último hallar la cantidad de horas de mano de obra directa presupuestadas.

<sup>15</sup> VARGAS QUIÑONES, SALVADOR. Costos para la administración un enfoque gerencial; Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 1999. Pág.77

En el proceso se trabaja de lunes a viernes, desde las 6:00 a.m. hasta las 4:30 p.m., se suspende la labor durante 50 minutos a razón de los recesos para el desayuno y el almuerzo, lo cual nos da un total de 9.667 horas disponibles durante el día. Los mantenimientos se realizan después de la hora de salida o los sábados, además de ello si se presenta una interrupción inevitable el tiempo se puede reponer trabajando después de las 4:30 p.m. O incluso un sábado.

El total de horas de mano de obra directa en la cabina de pintura para el próximo para el trimestre (julio, agosto y septiembre del 2007) es igual a:

$$\text{Horas de Mano de Obra Directa} = (9.667 \text{ horas / día}) * (60 \text{ días}) * (4) = 2320 \text{ horas}$$

De allí que,

$$\text{Tasa Predeterminada} = (24.953.943 \text{ pesos}) / (2320 \text{ horas}) = 10.756 \text{ pesos / hora}$$

$$\text{Tasa Predeterminada} = (24.953.943 \text{ pesos}) / (139200) = 179.2 \text{ pesos / minuto.}$$

## 10. FÓRMULA DE COSTO

Se presentan varias fórmulas de costo dependiendo si se tiene solamente en cuenta el factor área o área más acidez y la forma en que se cobren los ácidos en cada caso. Se propone que las fórmulas de costo se trabajen con los estándares hallados más un amortiguamiento o de factor de seguridad, para lo cual trabajaremos con la media más dos desviaciones estándar de acuerdo al teorema de Chebyshev, para que de esta manera la probabilidad de que cualquier variable aleatoria difiera de la media en al menos dos desviaciones estándar no sea mayor a un cuarto. Dicho de otra forma significa que hay una probabilidad 75% de que una medición cualquiera no difiera de la media.<sup>16</sup> Pero de cualquier forma el costo se puede trabajar agregando una sola desviación o solamente con el estándar, todo depende de las políticas o de la decisión que tome al respecto la gerencia.

A continuación, desde el cuadro N° 25 a l N° 31, se presentan los precios actualizados al 2007 y la composición de cada una de las materias primas.

| <b>Concentraciones para la Mezcla de Ácido (Reforzante)</b> |                     |                          |                              |
|---|---------------------|--------------------------|------------------------------|
| <i>Componente</i>   | <i>Proporciones</i> | <i>Precio (\$ / Kg.)</i> | <i>Precio X Lt de Mezcla</i> |
| Bifluoruro de amonio  | 50,0%               | 6380                     | 3190                         |
| Ácido fluorhídrico  | 8,3%                | 6380                     | 529,54                       |
| Ácido clorhídrico   | 16,7%               | 1519,6                   | 253,16536                    |
| Sulfato de Amonio   | 12,5%               | 777,2                    | 97,15                        |
| Mezcla asentada   | 12,5%               | 3108,336                 | 388,542                      |
|   |                     |                          | <b>4458</b>                  |

*Cuadro N° 25 Precio por litro de mezcla de reforzante*

Densidad = 1 Kg. / Lt

<sup>16</sup> MONTGOMERY, Douglas. RUNGER, George. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería. México: EDITORIAL LIMUSA S.A., 2004, Página 255.

| <b>Mezcla Para Ácido Tipo 2</b> |                     |                      |                                    |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| <i>Componente</i>               | <i>Proporciones</i> | <i>Precio(\$/Lt)</i> | <i>Precio X<br/>Lt de<br/>Base</i> |
| Ácido Usado                     | 87,5%               | 3566                 | 3120,6                             |
| Reforzante                      | 12,5%               | 4458                 | 557,3                              |
|                                 |                     |                      | <b>\$ 3.678</b>                    |

*Cuadro N° 26 Precio por litro de mezcla de ácido tipo 2.*

Notas:

- ξ Uno de los factores que hace que se presenten diferentes propuestas en la fórmula de costo, es el precio al cual se liquide el ácido usado.
- ξ En general la pintura, es una mezcla de una **Base** del tipo mate (para artículos opalizados) o translúcida (para vidrio liso) con un **Tinte** que es el encargado de darle el color. A continuación se presentan los diferentes precios para cada base y el precio para la mezcla *Base-Tinte*.
- ξ A los artículos de cristalería se les aplica una mezcla de barniz para darle un acabado opaco y no se despinte con facilidad.

| <b>Mezcla Base (Referencias Opalizadas)</b> |                     |                      |                                    |
|---|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| <i>Componente</i>                           | <i>Proporciones</i> | <i>Precio(\$/Lt)</i> | <i>Precio X<br/>Lt de<br/>Base</i> |
| Laca Mate                                   | 87,0%               | 7206                 | 6269,2                             |
| Trementina                                  | 8,7%                | 4775                 | 415,4                              |
| Catalizador                                 | 4,3%                | 11734                | 504,6                              |
|   |                     |                      | <b>\$ 7.189</b>                    |

*Cuadro N° 27 Precio por litro de Base para referencias opalizadas*

| <b>Mezcla Base (Referencias Traslúcidas)</b> |                     |                      |                            |
|--|---------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Componente</i>                            | <i>Proporciones</i> | <i>Precio(\$/Lt)</i> | <i>Precio X Lt de Base</i> |
| Laca Brillante                               | 87,0%               | 6455                 | 5615,9                     |
| Trementina                                   | 8,7%                | 4775                 | 415,4                      |
| Catalizador                                  | 4,3%                | 11734                | 504,6                      |
|  |                     |                      | <b>\$ 6.536</b>            |

Cuadro N° 28 Precio por litro de Base para referencias traslúcidas.

| <b>Mezcla Barniz (Cristalería-Acabado opaco)</b> |                     |                      |                            |
|--|---------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Componente</i>                                | <i>Proporciones</i> | <i>Precio(\$/Lt)</i> | <i>Precio X Lt de Base</i> |
| Barniz   | 77,0%               | 27931                | 21506,9                    |
| Pasta Malteante                                  | 23,0%               | 31501                | 7245,2                     |
|  |                     |                      | <b>\$ 28.752</b>           |

Cuadro N° 29 Precio por litro de Base para acabado de cristalería.

| <b>Mezcla de pintura (Referencias Opalizadas)</b> |                     |                      |                            |
|---|---------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Componente</i>                                 | <i>Proporciones</i> | <i>Precio(\$/Lt)</i> | <i>Precio X Lt de Base</i> |
| Base  | 91,0%               | 7189                 | 6542,0                     |
| Tinte   | 9,0%                | 24313                | 2188,2                     |
|   |                     |                      | <b>\$ 8.730</b>            |

Cuadro N° 30 Precio por litro de Mezcla Base-Tinte para Referencias Opalizadas

| <b>Mezcla de pintura (Referencias Traslúcidas)</b> |                     |                      |                            |
|--|---------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Componente</i>                                  | <i>Proporciones</i> | <i>Precio(\$/Lt)</i> | <i>Precio X Lt de Base</i> |
| Base   | 91,0%               | 6536                 | 5947,8                     |
| Tinte  | 9,0%                | 24313                | 2188,2                     |
|  |                     |                      | <b>\$ 8.136</b>            |

Cuadro N° 31 Precio por litro de Mezcla Base-Tinte para referencias traslúcidas

## 10.1 COSTO PRODUCTO OPALIZADO (CASO 1)

El costo del producto depende solamente del área superficial del mismo, no se tiene en cuenta la forma o el tipo de acidez que requiere el artículo.

Sean,

ξ Consumo de mezcla opalizante por centímetro cuadrado =  
0,02754 mL/cm<sup>2</sup>.

ξ Precio mezcla opalizante = 4,450 \$/mL

ξ Costo mano de obra directa en el proceso de opalizado = 0,05812  
\$/cm<sup>2</sup>.

ξ Mano de obra directa en el proceso opalizado = 0,001143 min. / cm<sup>2</sup>.

ξ Tasa Predeterminada = 179,26 \$ / min.

$$\text{Costo\_Opalizado} = \text{Area\_Pdto} * [0.02754 * 4.450 + 0.05812 + 0.00114 * 179.26]$$

## 10.2 COSTO PRODUCTO OPALIZADO (CASO 2)

En este caso se tiene en cuenta la forma del producto, cargando un costo adicional a éste dependiendo del grado de acidez necesario para su opalizado, así mismo variando el precio de acuerdo al precio al cual se liquide el ácido 2. Es de recordar que para este caso el hallazgo del consumo de mezcla opalizante por centímetro cuadrado se hace en base a datos hallados en el ácido 2.

### 10.2.1 CASO 2A:

*El costo al que se liquida el ácido 2, se determina a partir de una valoración hecha sobre el grado de acidez detectado a través de una cinta medidora de pH.*



| MEZCLA ACIDO 2:    |      | Ph    | Valoración |
|--------------------|------|-------|------------|
| ACIDO USADO (Lts): | 10,5 | 2 ó 3 | 8 puntos   |
| REFORZANTE (Lts):  | 1,5  | 1     | 10 puntos  |

Cuadro N° 32 Valoración en una escala de 1-10 del ácido, de acuerdo a la acidez obtenida de un cinta medidora de pH.

| DIVIDENDO LA ESCALA DE VALORACIÓN ENTRE EL PRECIO CONOCIDO: |        |
|---|--------|
| Precio litro del ácido 1:                                   | 4458   |
| Valoración :  | 10     |
| Cada punto de la escala vale:                               | 445,8  |
| PRECIO DEL ÁCIDO USADO:                                     |        |
| Valoración :  | 8      |
| Precio del Ácido usado:                                     | 3566,4 |
|   |        |

Cuadro N° 33 Precio del ácido usado cuando a éste se le da una valoración de 8 puntos.

De acuerdo a las proporciones manejadas en el cuadro N° 26 y el precio del ácido usado dado en el cuadro N° 33, el precio del ácido 2 y 3 es de 3,678 \$ / mL.

Sean,

- ξ Consumo de mezcla opalizante por centímetro cuadrado = 0,06257 mL/cm<sup>2</sup>.
- ξ Precio mezcla opalizante acidez 1 = 4,450 \$/mL
- ξ Precio mezcla opalizante acidez 2= 3,678 \$ /mL
- ξ Costo mano de obra directa en el proceso de opalizado = 0,05812 \$/cm<sup>2</sup>.
- ξ Mano de obra directa en el proceso opalizado = 0,001143 min. / cm<sup>2</sup>.

ξ Tasa Predeterminada = 179,26 \$ / min.

TIPO DE ACIDEZ 1

$$\text{Costo\_Opalizado} = \text{Area\_Pdto} * [0.06257 * 4.450 + 0.05812 + 0.00114 * 179.26]$$

TIPO DE ACIDEZ 2 Y 3

$$\text{Costo\_Opalizado} = \text{Area\_Pdto} * [0.06257 * 3.678 + 0.05812 + 0.00114 * 179.26]$$

10.2.2 CASO 2B:

El precio del ácido 2 ésta dado por la composición final del ácido usado.

| <b>PRECIO DE ACIDO USADO</b> |                   |                      |                                   |
|------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
| <b>Componente</b>            | <b>Proporción</b> | <b>Precio(\$/Lt)</b> | <b>Precio X Lt de ácido usado</b> |
| Ácido Fluorhídrico           | 33%               | 6380                 | 2105,4                            |
| Ácido Clorhídrico            | 66%               | 1519,6               | 1002,9                            |
|                              |                   |                      | <b>\$ 3.108,3</b>                 |

Cuadro N° 34 Precio del ácido usado de acuerdo a su composición final.

De acuerdo a las proporciones manejadas en el cuadro N° 26 y el precio del ácido usado dado en el cuadro N° 34, el precio del ácido 2 y 3 es de 3,277 \$ / mL.

Sean,

ξ Consumo de mezcla opalizante por centímetro cuadrado =  
0,06257 mL/cm<sup>2</sup>.

ξ Precio mezcla opalizante acidez 1 = 4,450 \$/mL

- ξ Precio mezcla opalizante acidez 2= 3,277 \$ /mL
- ξ Costo mano de obra directa en el proceso de opalizado = 0,05812 \$/cm<sup>2</sup>.
- ξ Mano de obra directa en el proceso opalizado = 0,001143 min. / cm<sup>2</sup>.
- ξ Tasa Predeterminada = 179,26 \$ / min.

#### TIPO DE ACIDEZ 1

$$\text{Costo\_Opalizado} = \text{Area\_Pdto} * [0.06257 * 4.450 + 0.05812 + 0.00114 * 179.26]$$

#### TIPO DE ACIDEZ 2 Y 3

$$\text{Costo\_Opalizado} = \text{Area\_Pdto} * [0.06257 * 3.277 + 0.05812 + 0.00114 * 179.26]$$

### 10.3 COSTO DEL PRODUCTO PINTADO EN UNA DECORACIÓN D-10, D-11 Y D-12.

En el costo de éste servicio se suman los costos de mano de obra directa de opalizado, mano de obra directa de pintura, materia prima de opalizado y pintura y los CIF se calculan de acuerdo a la mano de obra total aplicada al servicio, es decir mano de obra directa pintura + mano de obra directa opalizado. Se utilizan los datos de opalizado hallados en el caso 1, sin embargo se podría hallar con los datos de cualquiera de las tres alternativas.

Sean,

- ξ Consumo de mezcla opalizante por centímetro cuadrado = 0,02754 mL/cm<sup>2</sup>.
- ξ Consumo pintura por centímetro cuadrado= 0.0079 mL/cm<sup>2</sup>.
- ξ Precio mezcla opalizante = 4,450 \$/mL
- ξ Precio Mezcla Base-Tinte para referencias Opalizadas= 8,730 \$/mL.

- ξ Costo mano de obra directa en el proceso de opalizado= 0,05812 \$/cm<sup>2</sup>.
- ξ Mano de obra directa en el proceso opalizado= 0,001143 min. / cm<sup>2</sup>.
- ξ Mano de obra directa en el proceso de pintura= 0.005576 horas/ unidad
- ξ Costo mano de obra directa en el proceso de pintura = 17 \$ / unidad<sup>17</sup>
- ξ Tasa predeterminada= 10755.6 \$/hora.
- ξ Tasa Predeterminada = 179,26 \$ / min.

Costo\_pintura=

$$[\text{Área\_Producto}*(4.45*0.02754 + 0.0079*8.73 + 0.05812 + 179.26*0.001143)] + [10755.6*0.005576] + 17$$

#### **10.4 COSTO DEL PRODUCTO PINTADO EN UNA DECORACIÓN D-13.**

Es igual al costo de una decoración D-10, D-11 ó D-12 si se multiplica por dos. Dado que los consumos de materias primas, mano de obra directa y CIF (ajustados a la mano de obra directa) para una decoración D-13 son iguales al doble de cada uno de ellos, en cualquiera de estas decoraciones.

#### **10.5 FORMULA COSTO DEL PRODUCTO PINTADO EN UNA DECORACIÓN D-10T y D13T.**

Solamente se incurre en los costos generados en el proceso de pintura.

Sean,

- ξ Consumo pintura por centímetro cuadrado= 0.001511 mL/cm<sup>2</sup>.
- ξ Precio Mezcla Base-Tinte para referencias Opalizadas= 8,133 \$/mL.
- ξ Mano de obra directa en el proceso de pintura= 0.00674 horas/ unidad

---

<sup>17</sup> Resultado de multiplicar el estándar de tiempo (0.005576 horas / unidad) por el valor de una hora en base al salario mínimo + prestaciones (3059.4\$ / hora)

ξ Costo mano de obra directa en el proceso de pintura = 20.6 \$ / unidad<sup>18</sup>

ξ Tasa predeterminada= 10755.6 \$/hora.

ξ Tasa Predeterminada = 179,26 \$ / min.

$$\text{Costo\_pintura} = [\text{Área\_Producto} * (0.001511 * 8.133)] + [10755.6 * 0.00674] + 20.6$$

Dado que cada uno de los componentes del costo de una decoración D-13 son el doble de una decoración D-10, entonces podemos decir que el costo de una decoración D-13 es igual al doble de una decoración D-10.

## 11. OTROS

Otra implementación que se realizó en la empresa fue la adecuación de un KANBAN DE ESPACIO, el cual sirve para la eliminación de tiempos improductivos como la búsqueda de las referencias por parte del opalizador y de los pintores alrededor de la planta, y permitiendo conocer con anterioridad el estado del proceso de las ordenes de producción, dando a conocer el momento en el que se deben colocar las referencias de la nueva orden de producción en frente de cada proceso opalizado o pintura.

---

<sup>18</sup> Resultado de multiplicar el estándar de tiempo (0.00674 horas / unidad) por el valor de una hora en base al salario mínimo + prestaciones (3059.4\$ / hora)

## 11. CONCLUSIONES

1. Los costos in directos de fabricación CIF son altos como se ve en la tasa aplicada por hora, los cuales ascienden a \$ 10.557 la hora o \$ 173 por minuto, lo cual es una gran desventaja para la empresa ya que su utilidad se ve castigada.
2. No se logró obtener un tiempo estándar por centímetro cuadrado en el proceso de pintura como se puede ver en el cuadro N° 21 y en la figura N° 7, ya que en cualquier tipo o referencia de producto, el tiempo de pintado de las diferentes piezas resultaba muy exacto, es decir no se llegaba a pasar de determinada fracción de tiempo.
3. El tiempo improductivo en la cabina de pintura es de aproximadamente dos (2) horas, debido a la limpieza de artículos como la pistola de pintura, cambio de cartones, tolerancia por fatiga, etc; pero aunque se nota alto es normal para la empresa en dicho proceso. Es de aclarar que estos tiempos son improductivos, no ociosos.
4. La fórmula de costos que se propone posee dos (2) desviaciones estándar; y queda como política o decisión de la empresa si utiliza esto como margen de negociación con la empresa Vidriera de Caldas.
5. Una implementación adicional que se realizó en la empresa fue la adecuación de un KANBAN DE ESPACIO, el cual sirve para la eliminación de tiempos improductivos como la búsqueda de las referencias por parte del opalizador y de los pintores alrededor de la planta, y permitiendo conocer con anterioridad el estado del proceso de las ordenes de producción, dando a conocer el momento en el que se deben colocar las referencias de la nueva orden de producción en frente de cada proceso opalizado o pintura.

## 12. RECOMENDACIONES

1. Se deja como propuesta para futuros trabajos de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial, hacer un estudio de métodos y tiempos en el proceso de opalizado, el cual tienda a optimizar y hacer control sobre este proceso.
2. La empresa debe continuar con el Kanban de espacio (estibas de almacenamiento provisional), como método para reducir la cantidad de improductivos en la sección de pintura y opalizado.
3. Se le recomienda a la empresa hacer un análisis de variación sobre los estándares propuestos y de esta forma completar toda la metodología del costeo estándar.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

VARGAS QUIÑONES, SALVADOR. Costos para la administración un enfoque gerencial; Pereira: universidad tecnológica de Pereira, 1999.

MONTGOMERY, RUNGER. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. México: Editorial LIMUSA, 2004.

SCHEAFFER, MENDENHALL, OTT; Elementos de muestreo. México: Ibero América, 1987.

MEYERS, FRED E. Estudio de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil. México: Pearson educación de México, 2000.

CASTANYER FIGUERAS, FRANCESC. Control de métodos y tiempos. Bogota: alfa omega grupo editor, s.a. de CV., 1999.

SCHEAFFER, RICHARD L. MENDENHALL, WILLIAM. OTT, LYMAN; elementos de muestreo. México: grupo editorial iberoamericana, 1987.

RAJ, DES; Teoría del muestreo. México: fondo de cultura económica, 1980.

HARGADON, BERNARD J. MUNERA CARDENAS, ARMANDO. Contabilidad de costos; Colombia: NORMA, 1974.