

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE  
MÁRMOL Y BLOQUES**

**ADA LUZ GOMEZ ARIZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES**

**2007**

**PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE  
MÁRMOLES Y BLOQUES**

**ADA LUZ GOMEZ ARIZA**

**Proyecto de grado para optar el título de  
Ingeniera Industrial**

**Directora**

**SIOMARA HERNANDEZ**

**Docente Escuela de Estudios Industriales y empresariales**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES**

**2007**

A Dios, nuestro Padre Celestial, |  
guiarme con su luz protectora y darme  
fortaleza en medio de tantas dificultades

A mi madre con todo mi amor, quien me  
dio la vida y me educó, por su apoyo y  
paciencia, hoy le dedico este triunfo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y sus DOCENTES, por la formación que me proporcionaron durante toda la carrera.

A la docente SIOMARA HERNANDEZ, por sus orientaciones

A mi Madre LEONOR ARIZA y mi hermana LAURA YESENIA por su ayuda incondicional y todos sus consejos.

A JAIME MONCADA CARVAJAL, Gerente de Mármoles & Bloques, por su confianza, su tiempo y colaboración, sus aportes fueron pieza fundamental para el desarrollo de este proyecto.

A todo el persona de Mármoles & Bloques por toda su colaboración y disposición.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron en la realización del presente trabajo.

## **CONTENIDO**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>27</b> |
| <b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b>                                  | <b>28</b> |
| <b>1.1 OBJETIVOS</b>  | <b>28</b> |
| 1.1.1    Objetivo general   | 28        |
| 1.1.2    Objetivos específicos  | 28        |
| <b>1.2 JUSTIFICACIÓN</b>  | <b>29</b> |
| <b>1.3 ALCANCE</b>  | <b>27</b> |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>   | <b>32</b> |
| <b>2.1 ESTUDIO DEL TRABAJO</b>  | <b>32</b> |
| 2.1.1    Estudio de métodos   | 33        |
| 2.1.2    Estudio de tiempos   | 33        |
| <b>2.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>                                     | <b>33</b> |
| 2.2.1    Elementos que se deben tener en cuenta para una distribución | 34        |
| 2.2.2    Pasos generales para realizar una distribución               | 34        |
| 2.2.3    Tipos básicos de distribución de planta                      | 35        |
| 2.2.4    Formas de líneas de producción                               | 36        |
| <b>2.3 SIMULACIÓN</b>   | <b>36</b> |
| 2.3.1    Etapas en un proyecto de simulación                          | 37        |
| 2.3.2    Aplicaciones de un modelo de simulación                      | 38        |
| 2.3.3    Ventajas y desventajas de la simulación                      | 39        |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.3.4   | Errores frecuentes en la simulación                                       | 40 |
| 2.3.5   | Promodel*   | 40 |
| 3.      | IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA  |    |
| 3.1     | RESEÑA HISTÓRICA  | 42 |
| 3.2     | MISIÓN  | 43 |
| 3.3     | VISIÓN  | 43 |
| 3.4     | PRODUCTOS OFRECIDOS   | 44 |
| 3.4.1   | Retal de mármol   | 44 |
| 3.4.2   | Granito de mármol   | 44 |
| 3.4.3   | Lavaderos prefabricados   | 44 |
| 3.5     | ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL   | 45 |
| 3.6     | CLIENTES  | 46 |
| 3.7     | PROVEEDORES   | 46 |
| 4.      | CONOCIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO                                       | 47 |
| 4.1     | MAQUINARIA UTILIZADA  | 47 |
| 4.2     | INSTALACIONES   | 48 |
| 4.3     | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN                                    | 48 |
| 4.3.1   | Retal de mármol   | 48 |
| 4.3.1.1 | Corte   | 49 |
| 4.3.1.2 | Diagrama de operaciones del proceso de elaboración del<br>retal de mármol | 51 |
| 4.3.2   | Granito de mármol   | 51 |
| 4.3.2.1 | Triturado   | 51 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 4.3.2.2 | Diagrama de operación para la fabricación de granito de mármol                        | 53 |
| 4.3.3   | Lavaderos prefabricados   | 53 |
| 4.3.3.1 | Mezclado  | 53 |
| 4.3.3.2 | Engrasado y armado del molde  | 55 |
| 4.3.3.3 | Llenado del molde   | 56 |
| 4.3.3.4 | Desprendimiento del molde   | 57 |
| 4.3.3.5 | Destroncada   | 58 |
| 4.3.3.6 | Retape  | 59 |
| 4.3.3.7 | Afinado   | 60 |
| 4.3.3.8 | Acabado final   | 61 |
| 4.3.3.9 | Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de lavadero prefabricado           | 63 |
| 4.3.4   | Tapas en granito  | 63 |
| 4.3.4.1 | Mezclado  | 63 |
| 4.3.4.2 | Engrasado de los marcos   | 63 |
| 4.3.4.3 | Llenado del marco   | 64 |
| 4.3.4.4 | Desprendimiento del marco   | 65 |
| 4.3.4.5 | Diagrama de operaciones para la elaboración de tapa prefabricada en granito de mármol | 66 |
| 4.4     | ANALISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA EMPRESA                                      | 66 |
| 4.4.1   | Resumen del tiempo total de producción  | 70 |
| 4.4.2   | Otros tiempos de producción   | 72 |
| 4.4.3   | Capacidad instalada   | 75 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.4.3.1 | Capacidad diaria de producción                       | 76  |
| 4.4.3.2 | Capacidad mensual                                    | 83  |
| 4.5     | <b>CAPACIDAD UTILIZADA</b>                           | 84  |
| 4.5.1   | <b>TASA DE UTILIZACIÓN DE CADA CENTRO DE TRABAJO</b> | 85  |
| 4.6     | <b>DIAGNÓSTICO</b>                                   | 86  |
| 4.6.1   | Condiciones de trabajo                               | 87  |
| 4.6.2   | Estado de las instalaciones                          | 88  |
| 4.6.3   | Manejo de materiales                                 | 88  |
| 4.6.4   | Proceso productivo                                   | 90  |
| 4.6.5   | Administración                                       | 92  |
| 4.6.6   | Distribución de la planta                            | 93  |
| 4.7     | <b>PROPUESTAS DE MEJORA</b>                          | 94  |
| 4.7.1   | <b>RESUMEN GLOBAL DE LAS MEJORAS</b>                 | 119 |
| 5.      | <b>CARACTERIZACIÓN DE LOS EQUIPOS</b>                | 123 |
| 6.      | <b>PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>           | 126 |
| 6.1     | <b>LAVADEROS PREFABRICADOS</b>                       | 127 |
| 6.1.1   | Espacio para almacenes y bodegas                     | 127 |
| 6.1.1.1 | Almacén de materia prima                             | 127 |
| 6.1.1.2 | Bodegas  | 131 |
| 6.1.2   | Requerimientos de espacio                            | 133 |
| 6.2     | <b>GRANITO DE MARMOL</b>                             | 137 |
| 6.2.1   | Espacio para almacenes y bodegas                     | 137 |
| 6.2.1.1 | Almacén de materia prima                             | 137 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 6.2.1.2 | Bodegas   | 138 |
| 6.2.2   | Requerimientos de espacio                           | 139 |
| 6.3     | RETAL DE MARMOL                                     | 140 |
| 6.3.1   | Espacio para almacenamientos y bodegas              | 140 |
| 6.3.1.1 | Almacén de materia prima                            | 140 |
| 6.3.1.2 | Bodega de producto terminado                        | 141 |
| 6.3.2   | Requerimientos de espacio                           | 141 |
| 6.4     | OFICINAS, AREA ADMINISTRATIVA Y SERVICIOS           | 142 |
| 6.4.1   | Requerimientos de espacio para oficinas y servicios | 142 |
| 6.5     | ANALISIS DE RELACION DE ACTIVIDADES                 | 143 |
| 6.5.1   | Tabla “De a”  | 143 |
| 6.5.2   | Tabla de relaciones y razones                       | 144 |
| 6.5.3   | Diagrama de hilos                                   | 147 |
| 6.5.4   | Conclusión del análisis de relación de actividades  | 150 |
| 6.6.    | ANALISIS DE RESTRICCIONES                           | 151 |
| 5.7     | ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA | 152 |
| 6.5.5   | Descripción de las alternativas planteadas          | 153 |
| 6.5.5.1 | ALTERNATIVA 1                                       | 153 |
| 6.5.5.2 | ALTERNATIVA 2                                       | 167 |
| 6.5.5.3 | ALTERNATIVA 3                                       | 172 |
| 7.      | MODELOS EN PROMODEL                                 | 175 |
| 7.1     | DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS       | 176 |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| <b>7.2</b>     | <b>SITUACIÓN ACTUAL</b>                            | <b>176</b> |
| <b>7.2.1</b>   | <b>Línea de granito de mármol</b>                  | <b>176</b> |
| <b>7.2.1.1</b> | <b>Listado de elementos</b>                        | <b>177</b> |
| <b>7.2.1.2</b> | <b>Límites del sistema</b>                         | <b>180</b> |
| <b>7.2.1.3</b> | <b>Tablas del modelo</b>                           | <b>180</b> |
| <b>7.2.2</b>   | <b>Línea de retal de mármol</b>                    | <b>183</b> |
| <b>7.2.2.1</b> | <b>Listado de elementos</b>                        | <b>183</b> |
| <b>7.2.2.2</b> | <b>Límites del sistema</b>                         | <b>185</b> |
| <b>7.2.2.3</b> | <b>Tablas del modelo</b>                           | <b>185</b> |
| <b>7.2.2.4</b> | <b>Verificación del modelo</b>                     | <b>189</b> |
| <b>7.2.2.5</b> | <b>Determinación del número de corridas</b>        | <b>189</b> |
| <b>7.2.2.6</b> | <b>Validación del modelo</b>                       | <b>192</b> |
| <b>7.2.2.7</b> | <b>Interpretación de los resultados del modelo</b> | <b>195</b> |
| <b>7.2.3</b>   | <b>Línea de lavaderos prefabricados</b>            | <b>195</b> |
| <b>7.2.3.1</b> | <b>Modelo 1</b>                                    | <b>196</b> |
| 7.2.3.1.1      | Listado de elementos – Modelo 1                    | 196        |
| 7.2.3.1.2      | Límites del sistema                                | 199        |
| 7.2.3.1.3      | Tablas del modelo                                  | 199        |
| 7.2.3.1.4      | Verificación del modelo                            | 204        |
| 7.2.3.1.5      | Determinación del número de corridas               | 204        |
| 7.2.3.1.6      | Validación del modelo                              | 207        |
| 7.2.3.1.7      | Interpretación de los resultados del modelo 1      | 209        |
| <b>7.2.3.2</b> | <b>Modelo 2</b>                                    | <b>210</b> |

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| 7.2.3.2.1      | Listado de elementos                        | 210        |
| 7.2.3.2.2      | Límites del sistema                         | 211        |
| 7.2.3.2.3      | Tablas del modelo – Modelo 2                | 211        |
| 7.2.3.2.4      | Verificación del modelo                     | 215        |
| 7.2.3.2.5      | Determinación del número de corridas        | 215        |
| 7.2.3.2.6      | Validación del modelo                       | 217        |
| 7.2.3.2.7      | Interpretación de los resultados del modelo | 220        |
| <b>7.3</b>     | <b>PROPUESTA 1</b>                          | <b>220</b> |
| <b>7.3.1</b>   | <b>Línea de retal de mármol</b>             | <b>220</b> |
| <b>7.3.2</b>   | <b>Línea de lavaderos prefabricados</b>     | <b>220</b> |
| <b>7.3.2.1</b> | <b>Modelo 1</b>                             | <b>221</b> |
| 7.3.2.1.1      | Listado de elementos                        | 221        |
| 7.3.2.1.2      | Límites del sistema                         | 222        |
| 7.3.2.1.3      | Tablas del modelo                           | 223        |
| <b>7.3.2.2</b> | <b>Modelo 2</b>                             | <b>227</b> |
| 7.3.2.2.1      | Listado de elementos                        | 227        |
| 7.3.2.2.2      | Límites del sistema modelo 2                | 229        |
| 7.3.2.2.3      | Tablas del modelo modelo 2                  | 229        |
| <b>7.4</b>     | <b>PROPUESTA 2</b>                          | <b>232</b> |
| <b>7.4.1</b>   | <b>Línea de retal de mármol</b>             | <b>232</b> |
| <b>7.4.2</b>   | <b>Línea de lavaderos prefabricados</b>     | <b>233</b> |
| <b>7.4.2.1</b> | <b>Modelo 1</b>                             | <b>233</b> |
| 7.4.2.1.1      | Listado de elementos                        | 233        |

|                |  |            |
|----------------|--|------------|
| 7.4.2.1.2      | Límites del sistema                                | 234        |
| 7.4.2.1.3      | Tablas del modelo                                  | 234        |
| <b>7.4.2.2</b> | <b>Modelo 2</b>                                    | <b>238</b> |
| 7.4.2.2.1      | Listado de elementos                               | 238        |
| 7.4.2.2.2      | Límites del sistema modelo 2                       | 240        |
| 7.4.2.2.3      | Tablas del modelo modelo 2                         | 240        |
| <b>7.5</b>     | <b>ALTERNATIVA 3</b>                               | <b>244</b> |
| <b>7.5.1</b>   | <b>Línea de retal de mármol</b>                    | <b>244</b> |
| <b>7.5.2</b>   | <b>Linea de lavaderos prefabricados</b>            | <b>244</b> |
| <b>7.5.2.1</b> | <b>Modelo 1</b>                                    | <b>244</b> |
| 7.5.2.1.1      | Listado de elementos                               | 244        |
| 7.5.2.1.2      | Límites del sistema                                | 244        |
| 7.5.2.1.3      | Tablas del modelo                                  | 245        |
| <b>7.5.2.2</b> | <b>Modelo 2</b>                                    | <b>249</b> |
| 7.5.2.2.1      | Listado de elementos                               | 249        |
| 7.5.2.2.2      | Límites del sistema modelo 2                       | 250        |
| 7.5.2.2.3      | Tablas del modelo                                  | 250        |
| 7.5.2.2.4      | Interpretación de los resultados de los modelos    | 253        |
| <b>8.</b>      | <b>SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA</b>                 | <b>255</b> |
| <b>8.1</b>     | <b>DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EVALUACIÓN</b> | <b>255</b> |
| <b>8.1.1</b>   | <b>Análisis de los resultados</b>                  | <b>257</b> |
| <b>8.2</b>     | <b>PONDERACIÓN DE LOS FACTORES</b>                 | <b>259</b> |
| <b>8.3</b>     | <b>METODO DE CALIFICACIÓN</b>                      | <b>260</b> |

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| <b>8.4</b>   | <b>EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS</b>                  | <b>262</b> |
| <b>8.4.1</b> | <b>Factor 1: Inversión requerida</b>                   | <b>262</b> |
| <b>8.4.2</b> | <b>Factor 2: Tiempo de implementación</b>              | <b>267</b> |
| <b>8.4.3</b> | <b>Factor 3: Aumento de la capacidad de producción</b> | <b>267</b> |
| <b>8.4.4</b> | <b>Factor 4: Disminución en el transporte interno</b>  | <b>268</b> |
| <b>8.4.5</b> | <b>Factor 5: Adaptación del personal y seguridad</b>   | <b>270</b> |
| <b>8.5</b>   | <b>SELECCIÓN</b>                                       | <b>271</b> |
| <b>8.5.1</b> | <b>Alternativa seleccionada</b>                        | <b>273</b> |
|              | <b>CONCLUSIONES</b>                                    | <b>273</b> |
|              | <b>RECOMENDACIONES</b>                                 | <b>275</b> |
|              | <b>BIBLIOGRAFIA</b>                                    | <b>277</b> |
|              | <b>ANEXOS</b>  | <b>278</b> |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Número de empleados de Mármoles & Bloques                         | 45 |
| Tabla 2: Funciones de los operarios en el en triturado                     | 53 |
| Tabla 3: Composición de la mezcla del 1 lavadero                           | 54 |
| Tabla 4 Recursos físicos de Mármoles & Bloques                             | 67 |
| Tabla 5: Equipo humano encargado de la planta de producción                | 67 |
| Tabla 6: Resultados de la premuestra para la operación mezclar             | 68 |
| Tabla 7: Resultados de la premuestra para la operación fundir              | 68 |
| Tabla 8: Resultados de la premuestra para la operación destroncar          | 68 |
| Tabla 9: Resultados de la premuestra para la operación retapar             | 69 |
| Tabla 10: Resultados de la premuestra para la operación afinar             | 69 |
| Tabla 11: Resultados de la premuestra para la operación acabado final      | 69 |
| Tabla 12: Resultados de la premuestra para el producto tapas en granito    | 70 |
| Tabla 13: Resultados de la premuestra para el producto retal de mármol     | 70 |
| Tabla 14: Resumen del tiempo total de producción de un lavadero            | 71 |
| Tabla 15: Resumen del tiempo total de producción de las tapas en granito   | 71 |
| Tabla 16: Resumen del tiempo total de producción de un lavadero con tapas  | 71 |
| Tabla 17: Resumen del tiempo total de producción del granito de mármol     | 72 |
| Tabla 18: Resumen del tiempo total de producción del retal de mármol       | 72 |
| Tabla 19: Registro de tiempos de transporte con carretilla                 | 73 |
| Tabla 20: Suplementos para el transporte                                   | 74 |
| Tabla 21: Registro de los tiempos para el transporte con polea diferencial | 74 |
| Tabla 22: descripción de transportes en el área de fundido                 | 76 |
| Tabla 23: Descripción de transportes en el área de pulido                  | 77 |
| Tabla 24: Descripción de transportes en el área de acabado final           | 78 |
| Tabla 25: Cantidad de Lavaderos/semana procesados por un pulidor           | 82 |
| Tabla 26: Resumen de la capacidad diaria de producción de lavaderos        | 83 |
| Tabla 27: Producción de los últimos 5 meses                                | 84 |
| Tabla 28: Tasa de utilización de cada centro de trabajo                    | 85 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 29: Registro de tiempos de mezclado con trompo  | 99  |
| Tabla 30: Resumen de mejoras  | 119 |
| Tabla 31: Identificación de los centros de trabajo  | 124 |
| Tabla 32: Listado de máquinas   | 124 |
| Tabla 33: Cálculos de nivel de producción de lavaderos futura   | 127 |
| Tabla 34: Cantidad de cemento requerido para la producción según tiempo de entrega entre pedidos      | 128 |
| Tabla 35: Resumen de granito amarillo o negro requerido según el tiempo entre pedidos                 | 129 |
| Tabla 36: Resumen de cantidad de granito blanco gris requerido según tiempo de entrega entre pedidos. | 130 |
| Tabla 37: Cantidad de lavaderos que se deben producir en un mes                                       | 133 |
| Tabla 38: Requerimiento de espacio para el centro de trabajo fundido                                  | 134 |
| Tabla 39: Requerimiento de espacio para el pulido   | 134 |
| Tabla 40: Cantidad de pulidores necesarios para la producción programada                              | 135 |
| Tabla 41: Requerimiento de espacio para el acabado final  | 135 |
| Tabla 42: Resumen de área total para la producción de lavaderos                                       | 136 |
| Tabla 44: Requerimientos de espacio para el área de triturado de granito                              | 139 |
| Tabla 45: Resumen de area de bodegas y almacenes de granito de mármol                                 | 140 |
| Tabla 46: Requerimiento de espacio para la sección de corte de retal                                  | 141 |
| Tabla 47: Resumen de áreas para almacenes y bodegas de retal de mármol y coralina                     | 142 |
| Tabla 48: Requerimientos de espacio para oficinas y servicios   | 142 |
| Tabla 49: Tabla de a  | 144 |
| Tabla 50: Relación de actividades   | 145 |
| Tabla 51: Razones para la relación de actividades   | 145 |
| Tabla 52: Tabla de relaciones   | 146 |
| Tabla 53: Tabla de relaciones y razones   | 147 |
| Tabla 54: Ponderación de relaciones   | 148 |
| Tabla 55: Tabla de valores  | 148 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 56: Recursos humanos para el funcionamiento de la línea de granito               | 156 |
| Tabla 57: Recursos físicos para el funcionamiento de la línea de granito               | 156 |
| Tabla 58: Recursos humanos para el funcionamiento de la línea de retal                 | 158 |
| Tabla 59: Recursos físicos para el funcionamiento de la línea de retal                 | 158 |
| Tabla 61: Recursos físicos para el funcionamiento del fundido de la línea de lavaderos | 163 |
| Tabla 62: Recursos humanos para el funcionamiento del pulido de lavaderos              | 164 |
| Tabla 63: Recursos físicos para el funcionamiento del pulido de lavaderos              | 164 |
| Tabla 64: Recursos humanos para el funcionamiento del acabado de lavaderos             | 165 |
| Tabla 65: Recursos físicos para el funcionamiento del acabado de lavaderos             | 165 |
| Tabla 66: Registro de estaciones para la línea de granito de mármol                    | 180 |
| Tabla 67: Registro de entidades para la línea de granito de mármol                     | 181 |
| Tabla 68: Registro de arribos para la línea de granito de mármol                       | 181 |
| Tabla 69: Registro de redes para la línea de granito de mármol                         | 181 |
| Tabla 70: Registro de recursos para la línea de granito de mármol                      | 181 |
| Tabla 71: Registro de variables para la línea de granito de mármol                     | 182 |
| Tabla 72: Registro del proceso para la línea de granito de mármol                      | 182 |
| Tabla 73: Registro de estaciones para la línea de retal de mármol                      | 186 |
| Tabla 74: Registro de entidades para la línea de retal de mármol                       | 186 |
| Tabla 75: Registro de arribos para la línea de retal de mármol                         | 186 |
| Tabla 76: Registro de redes para la línea de retal de mármol                           | 187 |
| Tabla 77: Registro de recursos para la línea de retal de mármol                        | 187 |
| Tabla 78: Registro de variables para la línea de retal de mármol                       | 187 |
| Tabla 79: Registro del proceso para la línea de retal de mármol                        | 188 |
| Tabla 80: Registro corrida inicial en Promodel línea de retal de mármol                | 190 |
| Tabla 81: Resultados de las corridas en promodel Línea de corte                        | 191 |
| Tabla 82: Registro de corridas de producción línea de corte de retal                   | 193 |
| Tabla 83: Registro de estaciones Línea lavaderos modelo fundido                        | 199 |
| Tabla 84: Registro de entidades Línea Lavaderos, Modelo fundido                        | 200 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 85: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido                       | 200 |
| Tabla 86: Registro de recursos Línea de lavaderos modelo fundido                   | 201 |
| Tabla 87: Registro de variables línea lavaderos modelo fundido                     | 201 |
| Tabla 88: Registro de proceso línea lavaderos Modelo fundido                       | 201 |
| Tabla 89: Resultados corrida inicial en promodel Línea de lavaderos Modelo fundido | 205 |
| Tabla 90: Corridas en promodel Línea lavaderos Modelo fundido                      | 206 |
| Tabla 91: Registros de producción línea lavaderos – fundido                        | 207 |
| Tabla 92: Registro de estaciones Línea lavaderos Modelo pulido                     | 212 |
| Tabla 93: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo pulido                      | 212 |
| Tabla 94: Registro de arribos Línea lavaderos Modelo pulido                        | 212 |
| Tabla 95: Registro de recursos Línea lavaderos Modelo pulido                       | 212 |
| Tabla 96: Registro de variables Línea lavaderos Modelo pulido                      | 213 |
| Tabla 97: Registro de proceso Línea lavaderos Modelo pulido                        | 213 |
| Tabla 98: Resultados corrida inicial promodel Línea Lavadero Modelo pulido         | 216 |
| Tabla 99: Corridas en promodel Línea lavaderos Modelo pulido                       | 217 |
| Tabla 100: Registros de producción Línea Lavaderos                                 | 218 |
| Tabla 101: Registro de estaciones Linea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1     | 223 |
| Tabla 102: Registro de entidades Linea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1      | 223 |
| Tabla 103: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1        | 224 |
| Tabla 104: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1       | 224 |
| Tabla 105: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1      | 224 |
| Tabla 106 : Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1       | 225 |
| Tabla 107: : Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1    | 229 |
| Tabla 108: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1       | 229 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 109: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1     | 230 |
| Tabla 110: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1    | 230 |
| Tabla 111: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1   | 230 |
| Tabla 112: Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1     | 231 |
| Tabla 113: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2 | 234 |
| Tabla 114: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2  | 235 |
| Tabla 115: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2    | 235 |
| Tabla 116: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2   | 236 |
| Tabla 117: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2  | 236 |
| Tabla 118: Registro de procesos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2   | 236 |
| Tabla 119: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2  | 240 |
| Tabla 120: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2   | 241 |
| Tabla 121: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2     | 241 |
| Tabla 122: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2    | 242 |
| Tabla 123: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2   | 242 |
| Tabla 124: Registro de procesos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2    | 242 |
| Tabla 125: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3 | 245 |
| Tabla 126: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3  | 245 |
| Tabla 127: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3    | 246 |
| Tabla 128: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3   | 246 |
| Tabla 129: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3  | 247 |
| Tabla 130: Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3    | 247 |
| Tabla 131: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3  | 250 |
| Tabla 132: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3   | 250 |
| Tabla 133: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3     | 251 |
| Tabla 134: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3    | 251 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 135: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3 | 251 |
| Tabla 136: Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3   | 252 |
| Tabla 137: Resultados factores de evaluación                                 | 256 |
| Tabla 138: Ponderación de factores de evaluación                             | 259 |
| Tabla 139: Ponderación de factores definitiva                                | 260 |
| Tabla 140: Inversión requerida, Alternativa 1                                | 263 |
| Tabla 141: Inversión requerida, Alternativa 2                                | 264 |
| Tabla 142: Inversión requerida, Alternativa 3                                | 265 |
| Tabla 143: Puntaje asignado factor 1   | 266 |
| Tabla 144: Puntaje asignado factor 2   | 267 |
| Tabla 145: Producción mensual, Resultados Promodel                           | 268 |
| Tabla 146: Puntaje asignado, Factor 3  | 268 |
| Tabla 147: Puntaje asignado Factor 4   | 269 |
| Tabla 148: Puntaje asignado factor 5   | 271 |
| Tabla 149: Puntaje total obtenido alternativa 1                              | 271 |
| Tabla 150: Puntaje total obtenido alternativa 2                              | 272 |
| Tabla 151 Puntaje total obtenido alternativa 3                               | 272 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Retal de mármol   | 44  |
| Figura 2: Granito de mármol   | 44  |
| Figura 3: Lavaderos prefabricados   | 44  |
| Figura 4: Estructura organización de Mármoles & Bloques                   | 45  |
| Figura 5: Diagrama detallado del fundido                                  | 80  |
| Figura 6: Tasa de utilización de cada centro de trabajo                   | 85  |
| Figura 7: Transporte con polea diferencia                                 | 87  |
| Figura 8: Mezcla manual   | 87  |
| Figura 9: Estado de las instalaciones                                     | 88  |
| Figura 10: Transporte manual de sacos                                     | 89  |
| Figura 11: Transporte de lavadero con carretilla                          | 89  |
| Figura 12: Estado de la bodega de granito                                 | 90  |
| Figura 13: Clasificador   | 90  |
| Figura 14: Almacén de materia prima                                       | 91  |
| Figura 15: Bodega secado de lavaderos                                     | 94  |
| Figura 16: Montacargas  | 95  |
| Figura 17: Puente grúa  | 95  |
| Figura 18: Elaboración de tapas   | 100 |
| Figura 19: Molde para fabricar bases de lavaderos                         | 102 |
| Figura 20: Situación actual de la mandíbula de la trituradora             | 107 |
| Figura 21: Situación futura de la mandíbula de la trituradora             | 107 |
| Figura 22: Formatos de registros de producción de lavaderos prefabricados | 112 |
| Figura 23: Formato de registro de pulidores                               | 113 |
| Figura 24: Formato de registro de ventas                                  | 115 |
| Figura 25: Formato de resumen de ventas                                   | 116 |
| Figura 26: formato de resumen de venas al año                             | 117 |
| Figura 27: Formato de resumen de ventas anuales                           | 118 |
| Figura 28: Diagrama de hilos  | 150 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 29: Plano general del lote adquirido  | 154 |
| Figura 31: Plano general de distribución de la línea de retal de mármol              | 157 |
| Figura 32: Plano general de distribución de la línea de lavaderos Alternativa 1      | 160 |
| Figura 33: Posible organización de bodega de materias primas Alternativa 1           | 161 |
| Figura 34: Elementos del área de fundido   | 162 |
| Figura 35: Distribución general del área de secado, Alternativa 1                    | 163 |
| Figura 36: distribución general del área de pulido, Alternativa 1                    | 164 |
| Figura 37: Distribución general de área de acabado final                             | 165 |
| Figura 38: Distribución general de la bodega de producto terminado                   | 166 |
| Figura 39: Distribución general del cuarto de insumos                                | 166 |
| Figura 41: Plano general de la línea de lavaderos, Alternativa 2                     | 168 |
| Figura 42: Distribución general de la bodega de materias primas, Alternativa 2       | 169 |
| Figura 44: Distribución general de área de pulido, Alternativa 2                     | 170 |
| Figura 45: distribución general e área de acabado final, Alternativa 2               | 170 |
| Figura 46: Distribución general de la bodega de producto terminado,<br>Alternativa 2 | 171 |
| Figura 47: Distribución general del cuarto de insumos, Alternativa 2                 | 171 |
| Figura 48: Distribución de pasillos, Alternativa 2                                   | 172 |
| Figura 51: Prueba de hipótesis para la línea de de retal de mármol                   | 194 |
| Figura 52: Prueba de hipótesis para la línea de lavaderos modelo 1                   | 208 |
| Figura 53: Prueba de hipótesis para la línea de lavaderos, modelo 2                  | 219 |
| Figura 54: Alternativa seleccionada  | 273 |

## LISTADO DE ANEXOS

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Anexo A: | Plano Actual de Mármoles & Bloques  | 276 |
| anexo B: | Diagrama de operaciones para la elaboración de retal de mármol                              | 280 |
| Anexo C  | Diagrama de operaciones para la elaboración de granito de mármol                            | 281 |
| Anexo D  | Diagrama de operaciones para la elaboración de lavaderos prefabricados en granito de mármol | 282 |
| Anexo E: | Diagrama de operaciones para la elaboración de tapas prefabricadas en granito de mármol     | 285 |
| Anexo F: | Estudio de tiempos de la planta de producción de Mármoles & bloques                         | 286 |
| Anexo G: | Diagrama de recorrido para la elaboración de un lavadero prefabricado en granito de mármol  | 341 |
| Anexo H  | Registro de distancia recorrida y tiempo empleado con nuevo mecanismo de polea diferencial  | 344 |
| Anexo I  | Registro de compra de cemento blanco tipo   | 345 |
| Anexo J  | Inventario de lavaderos terminados  | 347 |
| Anexo K  | Registro de compra de rajón blanco corriente  | 355 |
| Anexo L  | Registro de compra de sacos   | 358 |
| Anexo M  | Registro de compra de granito blanco Huila  | 359 |
| Anexo N  | Registro de compras de rajón Huila  | 360 |
| Anexo O  | Hojas de vida de las máquinas   | 361 |
| Anexo P  | Pruebas de bondad de ajuste   | 367 |
| Anexo Q  | Resultados de la simulación en promodel   | 406 |

TÍTULO\*: PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MÁRMOLES & BLOQUES

AUTOR: ADA LUZ GOMEZ ARIZA\*\*

PALABRAS CLAVES: DISTRIBUCIÓN, PLANTA, MEJORAMIENTO, PROMODEL.

#### DESCRIPCIÓN

El documento contiene la metodología para la elaboración de la propuesta de rediseño de la planta de producción de Mármoles & Bloques, con la cual se mejora la eficiencia de los procesos productivos, las condiciones de trabajo y las exigencias legales que obligan a la empresa a cambiar su sitio de operación. Las condiciones fundamentales para la realización del proyecto establecían que la alternativa planteada debía ser coherente con la realidad financiera de la empresa y además con el aumento de la capacidad de producción para permitir atender la demanda futura y que se adecuara a las restricciones físicas reales.

Se realizó el reconocimiento de la planta de producción en su estado actual: el proceso de fabricación de lavaderos, retal y granito de mármol, se elaboró un diagnóstico general de la planta y se presentaron mejoras al respecto. Además, se hizo un estudio previo que permitió el desarrollo de las propuestas. Cada una de las líneas actuales de producción y las alternativas planteadas fueron simuladas en Promodel, herramienta para la representación de modelos reales.

Para la selección de la mejor alternativa de distribución fue necesaria además, de la simulación, la evaluación de las ventajas y desventajas que cada posibilidad ofrecía con base en unos factores claves determinados por la gerencia. La alternativa seleccionada para la nueva planta de producción fue la mejor calificada de acuerdo a la evaluación realizada a cada uno de los factores (propuesta No. 2), la cual corresponde a un flujo de materiales más funcional y sencillo, además de tener los menores tiempos y costos de implementación.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías físico mecánicas  
Escuela de estudios industriales y empresariales  
Ing. Siomara Hernandez

TITLE<sup>\*</sup>: REDESIGN PROPOSAL OF MARMOLES & BLOQUES PRODUCTION PLANT LAYOUT

AUTHOR: ADA LUZ GOMEZ ARIZA<sup>\*\*</sup>

KEY WORDS: DISTRIBUTION, PLANT LAYOUT, IMPROVEMENT, PROMODEL

#### DESCRIPTION

The document contains the methodology for the Development of the Redesign proposal of Mármoles & Bloques production plant layout, which is to improve the efficiency of the productive process, working conditions and the legal requirements which demand the company to change its site of operation. The basic conditions to the Development of the project established that the suggested alternative had to be consistent with the current financial state of the company and in addition to this, with the rise of the productive capacity in order to be able to face the future demand which will be adapted to the real physical restrictions.

The reconnaissance of the plant layout in its current state was made: the manufacture of lavatories and marble granite, a general diagnosis of the plant layout was made and improvements to the aspect were showed, therefore there was a previous study was made which permitted the development of the proposals. Each one of production lines and suggested alternatives were simulated in Promodel, tool for the presentation of real models.

For the selection of the best alternative of distribution, it was necessary; simulation and the evaluation of advantages and disadvantages that each possibility offered, based in some important factors set by the management board. The alternative which was selected for the new plant layout was the best graded according to the evaluation done to each one of the factors (proposal No. 2), which concerns to a group of more functional and simple materials as well as having less time and expenses of execution.

---

\* Degree project

\*\*Mechanical physique Division, School of industrial and managerial studies, Eng. Siomara Hernandez

## INTRODUCCIÓN

Debido a la globalización y por supuesto a la competencia, las empresas cada vez están más preocupadas por optimizar sus recursos disponibles, físicos y humanos, ya que con esto logran aumentar su productividad, lo cual garantiza una mejora de su posición competitiva, además de mejorar la calidad de sus productos, y por lo tanto su nivel de ingresos.

Es así como el mejoramiento en forma continua se ha convertido en una labor esencial en toda empresa que quiera competir, en donde el área de producción es fundamental y se convierte en prioridad. Es a ella a la que se dedican grandes esfuerzos para incrementar la eficacia de sus procesos, en donde se realizan actividades como aumento de la calidad, establecimiento de tiempos estándar, nuevos métodos de trabajo, mejoras en la distribución, reducción de costos entre otras.

La gerencia de Mármoles & Bloques es consciente de las nuevas exigencias provenientes del entorno, es por eso que decide iniciar un proceso de reestructuración y aprovechando los inconvenientes generados por su ubicación geográfica resuelve cambiar el lugar en donde se encuentra ubicada su planta de producción y realizar un rediseño de la misma, con lo cual busca ser más eficaz, producir de la forma más organizada, mejorar los métodos de manufactura y hacer un uso racional de sus recursos, herramienta necesaria para la creación de ventajas competitivas que le permitan la permanencia en el mercado.

El desarrollo de este proyecto permite a la empresa visualizar posibles alternativas de solución al problema de distribución, a través de procesos de informáticos de

simulación, que facilitan conocer de antemano los resultados antes de ponerlos en práctica, eliminando los riesgos, costos y facilitando los procesos de toma de decisiones.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 Objetivo general**

Proponer alternativas de distribución de planta que optimicen la utilización del espacio, reduzcan el manejo de materiales y mejoren el desempeño del área productiva de Mármoles & Bloques.

#### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Realizar el levantamiento de los procedimientos que se desarrollan en el área de producción de Mármoles & Bloques
- Realizar el cálculo la capacidad de producción actual de Lavaderos prefabricados, Granito y Retal de mármol de Mármoles & Bloques
- Calcular el tiempo de ciclo para cada una de las líneas de producción
- Caracterizar los equipos involucrados en el proceso productivo que hagan parte de la planta actual y futura de la empresa
- Diseñar las alternativas de distribución posibles para la planta de producción de Mármoles & Bloques.

- Utilizar la herramienta de simulación PROMODEL para el modelamiento y análisis de las alternativas de distribución de planta planteadas.
- Identificar y ponderar los factores relevantes para la elaboración, evaluación y selección de alternativas posibles de distribución de planta.
- Evaluar las alternativas de distribución de planta desarrolladas tomando como base los factores de evaluación y los resultados obtenidos de la simulación.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La mayoría de los directivos de pequeñas empresas surgieron en un momento en que la visión a futuro de los negocios no se pensaba, ni se prevenía. No existían reglamentaciones de funcionamiento con las que si contamos en la actualidad que hace que antes de constituir una empresa se haga una serie de estudios y análisis para que no se afecte el futuro de la misma.

La planta de Mármoles & Bloques se ubicó en un lote de su propiedad en una zona retirada, en donde no afectara la tranquilidad de posibles vecinos, debido a las características de sus procesos. Dicha zona en la actualidad está siendo urbanizada lo cual exige una reubicación de sus instalaciones, en un lugar que no afecte el bienestar de los próximos residentes.

La empresa está abriéndose campo en otros mercados como constructoras y arquitectos, que demandan altos volúmenes de producto, razón por la cual Mármoles & Bloques se vea en la necesidad de optimizar sus procesos, que lo

lleve a aumentar su capacidad de producción para poder atender de forma oportuna a sus clientes y cumplir con los compromisos que se pacten.

La distribución actual contiene errores, debido al crecimiento desorganizado consecuencia entre otras cosas al aumento inesperado de la demanda de lavaderos prefabricados.

Es por ello, que la obligación de trasladar la fábrica, es una oportunidad para corregir los errores cometidos en la distribución anterior y así lograr una mejora significativa en la forma de operar.

Con la elaboración de este proyecto se brinda a Mármoles & Bloques una metodología que le permita conocer cómo se encuentra en la actualidad para poder determinar su expansión a futuro y los requerimientos necesarios para cumplir con sus metas. De una forma técnica se aborda el tema del traslado y la distribución, con lo cual se ofrecen mejores herramientas de juicio para el proceso de toma de decisiones.

### **1.3 ALCANCE**

La realización de este proyecto comprende una descripción general de la planta de producción y la recolección de la información necesaria como plano actual, diagramas de proceso, recorrido y se determinarán los tiempos de producción, la capacidad instalada y la utilizada como base para hacer las proyecciones que necesite la nueva planta en cuanto a producción, capacidad, entre otras.

Se analizarán los requerimientos de espacio, las restricciones, las relaciones, flujos y todo lo necesario para presentar a la dirección 3 propuestas de distribución de planta junto con su respectiva evaluación.

La recolección de la información se hará de forma paralela a la selección del terreno por parte de la empresa y el diseño de la nueva distribución estará sujeto a la alternativa que la empresa misma escoja

Dentro de la realización del proyecto no se contempla el proceso de Localización de la planta ya que es una decisión que tomarán los socios en forma independiente.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ESTUDIO DEL TRABAJO

Se entiende por estudio del trabajo, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de ejecutar mejoras<sup>1</sup>

El estudio del trabajo es empleado en función de la productividad, ya que se emplea para obtener una mayor producción partiendo de unos recursos, sin necesidad de invertir una gran cantidad de dinero. Es un proceso el cual requiere conocer muy específicamente el lugar en donde se trabaja, por este motivo es indispensable el tiempo y la dedicación con que se haga.

El estudio del trabajo presenta las siguientes ventajas

1. Mediante la reorganización del trabajo se puede aumentar la productividad
2. Se puede utilizar en todas cualquier proceso, ya sea de manufactura o de servicios
3. Es un método sistemático, el cual permite mediante el seguimiento de una serie de pasos obtener los resultados que se desean.

Como se mencionó anteriormente, el estudio del trabajo comprende dos tipos de análisis, el estudio de métodos y la medición del trabajo.

---

<sup>1</sup>Introducción al estudio del trabajo OIT, Ginebra Pág. 35

### **2.1.1 Estudio de métodos**

El estudio de métodos es básicamente el estudio de cómo se está ejecutando un trabajo de tal manera que se pueda proponer un método mejor y más sencillo que permita aumentar la productividad.

Generalmente se utilizan diagramas, como diagramas de operaciones, hombre – máquina o de recorrido, buscando conocer al detalle la operación, los cuales se realizan dependiendo del cada tipo de trabajo.

### **2.1.2 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos se enfoca en determinar el tiempo que se utiliza para ejecutar cierta tarea específica y definida con anterioridad.

Dentro de las técnicas más conocidas se encuentra:

- Cronometraje
- Tiempos predeterminados
- Muestreo de trabajo
- Tiempos estimados

## **2.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

La distribución de planta es la colocación física ordenada de las máquinas, y trabajadores, espacio requerido para los materiales, su movimiento y almacenamiento, además del espacio para servicios auxiliares y otros.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> GARCIA CRIOLLO, Roberto. Medición del Trabajo. Mc Graw Hill México 2000 Capitulo 8

El objetivo es organizar dichos elementos de tal manera que se pueda mantener un flujo de trabajo uniforme.

### **2.2.1 Elementos que se deben tener en cuenta para una distribución**

Algunos de los elementos que se deben tener en cuenta son:

- Cantidad de espacio requerido
- La demanda estimada
- Número de operaciones y la cantidad del flujo entre los elementos de la distribución
- Distancia que debe ser recorrida entre los elementos de la distribución
- Disponibilidad de espacio dentro de las instalaciones

### **2.2.2 Pasos generales para realizar una distribución**

En realidad no existe una metodología única pero los pasos generales que se deben seguir son:

- Recolección de la información necesaria

En esta etapa se hace el levantamiento de los procedimientos que se desarrollan en la empresa, se realiza el estudio de los tiempos de operación con lo cual se pretende establecer tiempos de ciclo de las líneas, capacidad instalada y utilizada. Además se recolecta información en cuanto a los productos que se van a fabricar, el ciclo de fabricación, el nivel de producción que se va a tener, la maquinaria necesaria, el personal encargado, como se realizará el manejo de materiales, que

servicios se deben incluir en el diseño de la planta y todos los elementos de incidencia en la elaboración de la propuesta.

- Análisis de los datos obtenidos

En esta etapa se cruza la información obtenida mediante la elaboración de diagramas como, diagrama “de a”, diagramas de relaciones y razones, diagrama de hilos, etc., útiles para descubrir la mejor distribución posible. Una vez estudiada y depurada la información recogida se comenzará a elaborar las distribuciones parciales o propuestas.

- Planteamiento de distribuciones parciales

Se elaboran las propuesta teniendo el cuenta el mayor nivel de detalle posible

- Evaluación de la distribución definitiva

Una vez elaboradas las propuestas de distribución, se realiza la evaluación correspondiente teniendo en cuenta los factores que se establezcan

### **2.2.3 Tipos básicos de distribución de planta**

Los tipos básicos de distribución de planta son:

**Por proceso:** Llamada también taller de empleados o distribución funcional. En esta distribución, los equipos o funciones similares se agrupan. Allí una parte ya procesada pasa de un área a otra en donde se encuentren las máquinas adecuadas para que se le realice cada operación.

**Por producto:** Llamada distribución del taller de flujos. Allí los equipos y los procesos se ordenan de acuerdo con los pasos para realizar un producto.

**Celular o tecnología de grupo:** Se agrupan máquinas diferentes en centros de trabajo o células para trabajar productos que tengan requisitos de procesamiento similares.

**Por posición fija:** El producto permanece en un sitio y el equipo de procesamiento se desplaza hasta el.

#### **2.2.4 Formas de líneas de producción**

La forma de una línea de producción depende de la estructura física, de los departamentos de recepción y despacho de las materias primas y los productos terminados.

Existen diversas formas de esquematizar el flujo, las más comunes son: en línea recta, en L, circular, en U, en S y en serpentina.

Un flujo en línea recta se facilita cuando la recepción está es un extremo y la salida en el otro. Un flujo en U permite las dos áreas en el mismo lado del edificio. Un flujo circular permite que el mismo personal reciba y despache.

### **2.3 SIMULACIÓN**

En forma sencilla simulación consiste en el uso de un computador digital para desarrollar experimentos sobre un modelo de un sistema real<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Chase Aquilano, Administración de producción y operaciones

Un beneficio palpable de utilizar esta tecnología es que se puede hacer sin necesidad de que el sistema real entre en operación, lo cual permite ver la forma como un sistema se comporta frente al cambio de cierto tipo de variables definidas con anticipación.

### **2.3.1 Etapas en un proyecto de simulación**

Las principales etapas de la simulación comprenden

1. Definición del problema: Se debe definir el problema de estudio como primer paso, además de delimitarlo y establecer los objetivos que se pretenden alcanzar
2. Construcción del modelo: Se crea un modelo lógico del sistema. Se debe considerar la estructura de los datos o restricciones, el tipo de análisis a llevar a cabo, el tipo de animación requerida y la comprensión del software.
3. Recolección de información: Una vez que se determinan en el paso anterior, los datos necesarios para el modelo, se procede a verificar con cuales datos se cuenta en los históricos o bases de datos de la compañía. Los datos que no se tengan se tienen que recolectar.
4. Desarrollo del modelo: Esta etapa consiste en construir el modelo en el software elegido. Si es el caso
5. Verificación: Es la tarea de asegurarse que el modelo se comporta como debería, se conoce como la depuración del modelo. Se debe crear una variedad de escenarios en los que el modelo lógico pueda fallar.

6. Validación: Se comparan estadísticamente los resultados del modelo con los resultados del sistema real.
7. Experimentación: Se hacen pruebas de diferentes alternativas.
8. Análisis y presentación de resultados: Se analizan los datos y se elabora un reporte con la documentación del desarrollo del modelo.

### **2.3.2 Aplicaciones de un modelo de simulación**

Existen innumerables campos en los que se puede aplicar la simulación a continuación se presentan algunas de ellas<sup>4</sup>

#### **1. En manufactura**

- Tiempo de proceso
- Movimiento de materiales
- Distribución de planta y planeación de capacidad
- Programación de centros de trabajo
- Evaluación de equipos y tecnología

#### **2. En la industria del servicio**

- Personal
- Mejora de los procedimientos

#### **3. En sistemas de salud**

- Programación de pacientes
- Flujos interdepartamentales

---

<sup>4</sup> [www.carpintero.uis.edu.co/eag/plantas](http://www.carpintero.uis.edu.co/eag/plantas)

- Recursos compartidos

#### **4. Logística**

- Almacenamiento y distribución
- Mantenimiento

### **2.3.3 Ventajas y desventajas de la simulación**

#### **Ventajas**

- Pueden describir sistemas que sean muy complejos
- Pueden ser usados para experimentar con sistemas que todavía no existan, o para experimentar con sistemas existentes sin que éstos se alteren.
- Hace posible estimar el comportamiento de un sistema existente si se modifican algunas de las condiciones de funcionamiento actuales
- Se pueden comparar distintas alternativas de diseño (o de formas de operar de un sistema), para ver cual se comporta mejor
- Permite estudiar en poco tiempo la evolución de un sistema en un periodo largo de tiempo y al revés
- Se puede utilizar para validar un modelo analítico

#### **Desventajas**

- Los modelos de simulación complejos pueden requerir mucho tiempo para construirlos y ejecutarlos.
- No produce resultados exactos, sino estimaciones. Esto hace necesario el uso de técnicas estadísticas
- Desarrollar un modelo de simulación suele ser caro y lleva tiempo

- Es difícil demostrar la validez del modelo. Si el modelo no es válido, los resultados son poco útiles
- Es difícil encontrar el óptimo: sólo se puede encontrar el mejor entre varias alternativas

#### **2.3.4 Errores frecuentes en la simulación**

- No tener bien definidos los objetivos al comienzo del estudio
- Elegir un nivel de detalle inapropiado

Tratar un estudio de simulación como si fuera principalmente un problema de programación

- Analizar los datos de salida a partir de una sola ejecución, tratándola como la solución verdadera
- Fallar en la comunicación con las personas que conocen realmente el sistema
- No modelizar correctamente las distintas fuentes de aleatoriedad del sistema real

#### **2.3.5 Promodel\***

ProModel es una herramienta de simulación que permite diseñar modelos dinámicos de procesos de manufactura involucrando los recursos utilizados y los eventos e interacciones que se presentan típicamente en este tipo de procesos

Se modela utilizando los paradigmas de Locaciones, entidades, recursos, procesamiento, llegadas<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> SIMULACIÓN CON PROMODEL, Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería

\* Marca registrada de Promodel Corporation

**Locaciones:** Representan el lugar donde la entidad realizará un proceso o algún otro tipo de actividad

**Entidades:** Es un producto o servicio que se va a procesar en una locación y que se puede transformar durante la simulación

**Recursos:** Puede ser una persona, un equipo o un vehículo que puede desempeñar o realizar diferentes operaciones a las entidades, como transportes y operaciones puntuales.

**Procesamiento:** Es donde se programa el proceso de la operación.

**Llegadas:** Es cuando una entidad nueva llega al sistema.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

#### 3.1 RESEÑA HISTÓRICA<sup>6</sup>

“Mármoles & Bloques” inicia su proyecto de fundación en Abril de 1.993, como respuesta al interés de crear una fuente de trabajo y consecuente al deseo de inversión de personas decididas al apoyo de la empresa.

La producción inicial se centró en el granito de mármol para pisos, guarda escobas y mesones. La fábrica se instaló en un lote ubicado en San Antonio del Carrizal en Girón, en una bodega ya existente, con una trituradora y un clasificador como maquinaria para el procesamiento del rajón de mármol. Posteriormente, como resultado de las expectativas de crecimiento y demanda, se invirtió en tres nuevas máquinas, una para la producción de retal de mármol, otra para el corte de lámina y zócalo y otra para la elaboración de bloque de cemento para muro.

En 1997 se legalizó la empresa con el nombre de “Mármoles y Bloques”, y se adquirió un lote con su edificación en el que se construyó una oficina, sala de exhibición y ventas, además de toda la planta física necesaria, lo que contribuyó a dar una mejor organización, además de una infraestructura más acorde para atender el mercado creciente. Ya estando establecidos en este terreno se empezó a prestar el servicio de instalación, pulida y brillada de retal y granito y se adicionaron nuevas líneas como mesones en granito y mármol, balustras y pasamanos para fachadas, espacatos y similares.

---

<sup>6</sup> Datos proporcionados por la gerencia

En el 2004 se implementó una nueva línea de producción de lavaderos prefabricados en granito de mármol. Con ella se pretende por medio de la manufactura de nuevos productos garantizar la sostenibilidad de la empresa en el mercado actual.

### **3.2 MISIÓN**

*“Mármoles & Bloques es una empresa eficaz, transformadora del mármol en productos que agregan belleza a los acabados y decoración en las construcciones de sus clientes en Bucaramanga, mediante pisos, fachadas y decoración en general, además de un servicio rápido y eficiente que satisface las necesidades, expectativas y bienestar de estos y que conducen a una retribución justa para los accionistas, empleados y sociedad en general, convirtiéndonos en líderes en cada uno de los productos en que competimos”*

### **3.3 VISIÓN**

*“Queremos convertir a Mármoles & Bloques en los próximos dos años en una empresa competitiva en el área metropolitana de Bucaramanga y reconocida en el Oriente Colombiano, por los productos manufacturados del mármol, además de los servicios que de este se deriven, siempre innovando y garantizando la más alta calidad, eficiencia y rentabilidad, mediante un extraordinario servicio al cliente con una respuesta pronta, precisa y acorde con la necesidades del mismo.*

### 3.4 PRODUCTOS OFRECIDOS

El mármol es un material duro, formado por un mosaico granular que contiene cristales de calcita y dolomita, su apariencia varía en cuanto a colores y diseños, de acuerdo a la ubicación del yacimiento, y se encuentra en todo el mundo.

#### 3.4.1 Retal de mármol

El mármol se presenta en metro cuadrado, en 8 colores, con un espesor entre 12 y 15 m.m.



Figura 1: Retal de mármol

#### 3.4.2 Granito de mármol

La densidad del granito varía entre 2.63 y 2.75 g/cm<sup>3</sup>. Su resistencia a la presión se sitúa entre 1000 y 14000 Kg. por cm<sup>2</sup>, es muy resistente a la acción de agentes atmosféricos. El granito de mármol se presenta en 10 colores empacados en sacos de fibra, con un peso de 38 Kilos y en grano de 5 tamaños: marmolina, No.1, No.2, No.2½, No.4.

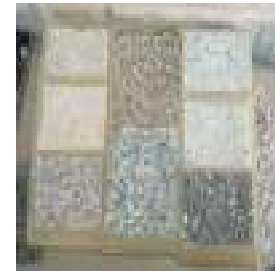


Figura 2: Granito de mármol

#### 3.4.3 Lavaderos prefabricados

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no causen daño a la estructura del pavimento. Viene en 5 tamaños estándar de ancho los cuales son: 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, y 1 m. Su profundidad de 60 cm, y su altura de 40 cm igual para todos los lavaderos.



Figura 3: Lavaderos prefabricados

### 3.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa cuenta con 13 empleados de planta entre los cuales se encuentran

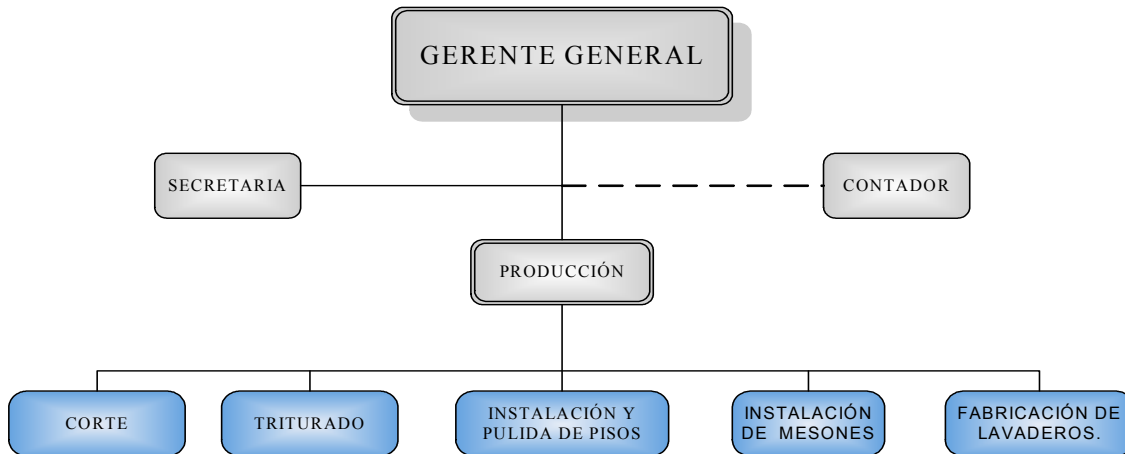


Figura 4: Estructura organización de Mármoles & Bloques

Tabla 1: Número de empleados de Mármoles & Bloques

|   |                 |   |
|---|-----------------|---|
| ❖ | Gerente         | 1 |
| ❖ | Supervisor      | 1 |
| ❖ | *Secretaria     | 1 |
| ❖ | Triturado       | 3 |
| ❖ | Pulido          | 3 |
| ❖ | Acabado         | 1 |
| ❖ | fundido y corte | 3 |

En la actualidad “Mármoles & Bloques” posee una estructura organizacional sencilla, que puede ser asimilada como funcional centralizada, donde la gerencia es la encargada de realizar todas las operaciones de ventas, finanzas, recursos humanos y producción, debido a las características propias de una empresa pequeña con poco personal.

### **3.6 CLIENTES**

Los clientes de Mármoles & Bloques en su mayoría son las ferreterías ubicadas a lo largo de la calle 61 de la ciudad de Bucaramanga y algunas en el municipio de Girón así como maestros constructores, instaladores, arquitectos e ingenieros.

También cuenta con clientes en ciudades tales como, Tame, Sarabena, Fortul en Arauca, Barrancabermeja, Cúcuta en Norte de Santander, San Pablo Sur de Bolívar, San Gil, Barranquilla y Fonseca en Guajira.

### **3.7 PROVEEDORES**

Como material directo se compra el rajón de mármol directamente a los dueños de las minas que se encuentran ubicadas Mutiscua y Silos en Norte de Santander; Berlín, Baraya, Mesa de los Santos, Zapatoca y San Gil en Santander, Cartagena en Bolívar y algunas minas en el Huila. Este material se descarga del vehículo en el sitio destinado cerca de la zona de corte del rajón.

Las ferreterías clientes son las mismas proveedores de materiales tales como, cemento blanco y de insumos como, válvulas, rejillas, tubos y zunchos.

## 4. CONOCIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO

### 4.1 MAQUINARIA UTILIZADA

Para la producción de granito, retal y lavaderos la empresa cuenta con las siguientes máquinas:

- **Máquina rajoneadora o cortadora.** Tiene un motor de 30 caballos a 1150 RPM que mueve un disco diamantado (importado) de 900 mm. (36 pulg.) de 64 dientes o segmentos diamantados que utiliza refrigeración con base en agua. Se utiliza para el corte de retal de mármol.
- **Máquina trituradora de mandíbulas:** con un motor de 11 caballos a 950 RPM, la cual parte del rajón que no sirve para cortar o el desperdicio de este y lo transforma en partículas de menor tamaño.
- **Clasificador (Saranda):** Consta de 5 bandejas con mallas de diferentes calibres para clasificar por tamaño el granito, con un motor de 3 H.P. y un eje excéntrico para hacer vibrar, y que por gravedad descienda a los canales de empaque.
- **Pulidora de mano:** Black&Deker Instrumento que funciona con movimiento de rotación. Puede ser utilizado en procesos de corte, pulido y brillado. 3000 revoluciones por minutos, acoples para usillo de disco corte o estopa de pulir.

- **Báscula:** Para el pesaje de los bultos de granito de mármol
- **Máquina vibro-compactadora:** Utilizada para el moldeo de los lavaderos en granito con motor de 1 caballo y 3600 rpm.

## **4.2 INSTALACIONES**

Mármoles & Bloques está ubicado en un terreno de aproximadamente 2000 mts<sup>2</sup>, de los cuales se encuentra construido un área de 36 mts<sup>2</sup> que corresponde a dos oficinas, un baño, una ducha y un cuarto pequeño de herramientas.

El resto del terreno está repartido entre 3 zonas, corte de retal de mármol y coralina, triturado de granito y producción de lavaderos. Estas zonas están techadas con teja de zinc la cual se usa únicamente como protección de la lluvia y sol. Estas áreas ocupan un espacio de 589 mts<sup>2</sup> aproximadamente. El terreno restante se encuentra en campo abierto y se utiliza para almacenamiento de retal de mármol, rajón de mármol y como zona de parqueadero. Para observar plano actual de la planta remítase al anexo A

## **4.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN**

### **4.3.1 Retal de mármol**

El proceso para la producción de retal de mármol inicia con la recepción de la materia prima (rajón de mármol) proveniente de la mina. En el momento en que el vehículo llega a la fábrica los operarios encargados descargan el material en el

sitio indicado para posteriormente pasar a corte o a triturado directamente según sea la necesidad o las condiciones del material. Esta diferencia radica en que existen piedras no aptas para el corte, debido a su tamaño (muy pequeñas), o por sus características físicas por las cuales no es posible realizarles esta operación por lo que pasan directamente a ser trituradas.

Los colores no apropiados para el corte son el rajón Amarillo, Perlatto y el Blanco corriente.

#### **4.3.1.1 Corte**

Se escogen las piedras grandes de rajón de mármol y se llevan una a una a la máquina de corte para la producción del retal de mármol. La operación de corte consiste en colocar la piedra y hacerle cortes sucesivos en forma longitudinal sacándole pedazos de un espesor entre 12 y 15 mm., los cuales se van encarrando por metros cuadrados y quedan listos para su despacho.

#### **Preparación de la operación**

Para realizar esta operación se debe encender una motobomba para el suministro de agua, la cual es utilizada como refrigeración.

#### **Entradas a la operación**

Para realizar el corte es necesario que la piedra sea de un peso superior a 25 kilos

#### **Salidas de la operación**

En esta operación se produce retal de mármol de un espesor entre 12 y 15 mm

Cuando el tamaño de la piedra ya no es el indicado ésta se desecha y pasa para la zona de triturado.

De este proceso se desprende un residuo de carbonato de calcio de aproximadamente el 20% por tonelada que es el que se utiliza para adicionar a la resina, después de ser deshidratado.

### **Suboperaciones realizadas**

Transporte del retal para su almacenamiento

Limpieza del puesto de trabajo

### **Inspecciones**

El operario debe verificar luego de hacer el corte que este corresponda con las especificaciones del producto, de lo contrario se descarta y este material se pasa también para el triturado.

### **Manejo de materiales**

La piedra es transportada manualmente por el operario

Luego de acumular aproximadamente el corte de 2 piedras, se transportar manualmente a la zona de almacenamiento.

### **Condiciones de trabajo**

En esta operación el operario está constantemente en contacto con el agua.

Además trabaja en presencia de un alto ruido que produce la máquina en el momento de hacer el corte.

El operario está expuesto a riesgos mecánicos debido a que debe sostener la piedra en el momento del corte la cual se encuentra cerca del disco en movimiento.

El operario trabaja siempre agachado debido a la posición del timón que se utiliza para dirigir la velocidad de la piedra que pasa por el disco.

### **Recursos**

**Humanos:** Para el corte de la piedra se requiere de un operario.

**Físicos:** Máquina cortadora con disco diamantado de 900 mm.

**Naturales:** La máquina consume energía eléctrica y agua para su refrigeración.

#### **4.3.1.2 Diagrama de operaciones del proceso de elaboración del retal de mármol**

Ver anexo B

### **4.3.2 Granito de mármol**

#### **4.3.2.1 Triturado**

Las piedras pequeñas y los residuos del corte se trasladan a la zona de triturado donde se pasan por la máquina y el producto va cayendo a unos clasificadores de diferentes calibres que vibran y por peso se van clasificando en diferentes tamaños.

#### **Preparación de la operación**

Para esta operación se debe alistar los sacos necesarios para el almacenamiento del granito producido y las cabuyas para amarrarlos, además de unas cubetas en las cuales se recoge la piedra que aún es muy grande y debe pasarse nuevamente por la máquina.

#### **Entradas a la operación**

A la operación ingresan las piedras pequeñas y los residuos de la operación de corte.

#### **Salidas de la operación**

De esta operación se produce granito de mármol # 2 ½ , # 2 y # 1.

De esta operación se desprende también un talco residual que es aproximadamente el 1% por tonelada (Marmolina) la cual se recoge en sacos al finalizar el proceso de triturado.

### **Suboperaciones realizadas**

Alimentación de la máquina con la piedra que no se tritura y requiere reproceso.

La bandeja encargada de clasificar el granito # 1 está muy abajo y no es posible poner un saco, el operario debe almacenar el grano en una cubeta y luego ir llenando poco a poco el saco correspondiente.

Limpieza del puesto de trabajo.

### **Inspecciones**

El operario debe revisar el saco donde se deposita el granito y cambiarlo cuando esté lleno.

### **Manejo de materiales**

Los sacos son transportados a la zona de almacenamiento en forma manual

### **Condiciones de trabajo**

Los operarios en el área de triturado están expuestos a una gran cantidad de polvo, partículas en suspensión y ruido.

### **Recursos**

**Humanos:** Como mínimo se requiere de 3 operarios repartidos así

Tabla 2: Funciones de los operarios en el en triturado

| <b>OPERARIO</b> | <b>FUNCIÓN</b>  |
|-----------------|---|
| 1               | Alimentar la máquina trituradora con piedra de mármol   |
| 2               | Recibir la piedra proveniente del clasificador superior la cual requiere ser repasada por la trituradora.                         |
| 3               | Vigilar el llenado de los sacos correspondientes a cada número y cambiarlos cuando sea necesario. Realizar el pesaje de los sacos |

**Físicos:** Se requiere de una máquina trituradora de mandíbulas y de un clasificador con 4 bandejas.

**Naturales:** Las máquinas requieren de energía eléctrica para su funcionamiento.

#### **4.3.2.2 Diagrama de operación para la fabricación de granito de mármol**

Ver anexo C

#### **4.3.3 Lavaderos prefabricados**

El proceso de fabricación de los lavaderos inicia con la recepción del granito proveniente de la zona de triturado.

##### **4.3.3.1 Mezclado**

El operario realiza una “batida” la cual consiste en mezclar con agua

Tabla 3: Composición de la mezcla del 1 lavadero

| <b>MATERIAL</b>         |
|-------------------------|
| Bultos de granito       |
| Bulto de marmolina      |
| Bulto de cemento blanco |

### **Preparación de la operación**

Para esta operación es necesario alistar el grano del color indicado y el cemento blanco.

### **Entradas a la operación**

Cemento blanco

Granito

### **Salidas de la operación**

De esta operación se obtiene una mezcla homogénea la cual es utilizada para la producción de lavaderos.

### **Suboperaciones realizadas**

Limpieza del sitio de trabajo

### **Inspecciones**

Verificar la consistencia de la mezcla

### **Manejo de materiales**

El transporte de los bultos se hace de forma manual

### **Condiciones de trabajo**

El operario está expuesto al polvo y a la humedad.

Agotamiento físico debido al transporte de los sacos

## **Recursos**

**Humanos:** Para el mezclado se requiere 1 operario que realice la respectiva mezcla

**Físicos:** Herramientas como palas y baldes

### **4.3.3.2 Engrasado y armado del molde**

En esta operación uno de los dos operarios prepara una mezcla de aceite y ACPM con la cual se engrasa el molde y entre los dos juntan todas sus piezas las cuales conforman el lavadero.

#### **Preparación de la operación**

El operario encargado debe hacer la limpieza manual del molde antes de engrasarlo

Los lavaderos se fabrican en las siguientes medidas: 1 metro, 90 cm., 80 cm., 70 cm., y 60 cm. El operario debe alistar la base según la medida que se vaya a procesar.

Alistar los ganchos con los cuales se ajustan las partes

#### **Entradas a la operación**

Laterales, tanque, machos, base, ganchos y mezcla de aceite y ACPM.

#### **Salidas de la operación**

Molde armado y engrasado listo para recibir la mezcla

#### **Suboperaciones realizadas**

Limpieza del molde

#### **Inspecciones**

Verificar que el molde quede bien ajustado y que cada una de sus partes quede correctamente.

### **Manejo de materiales**

Manualmente

### **Condiciones de trabajo**

Se trabaja en presencia de humedad y polvo.

### **Recursos**

**Humanos:** 2 operarios

**Físicos:** Es necesario el molde correspondiente a la medida que se vaya a fabricar

#### **4.3.3.3 Llenado del molde**

Esta operación es realizada por dos operarios los cuales en el momento de encender la máquina vibradora añaden la mezcla de forma constante hasta que el molde queda completamente lleno.

### **Preparación de la operación**

Alistamiento de recipiente para la mezcla

### **Entradas a la operación**

A esa operación ingresan mezcla de grano y cemento y el molde engrasado

### **Salidas de la operación**

Moldes llenos listos para pasar al secado

### **Suboperaciones realizadas**

Operación de la máquina

Transporte del molde lleno a la zona de secado

Quitar excesos de material

Limpiar puesto de trabajo

### **Inspecciones**

Verificar el llenado del molde

### **Manejo de materiales**

El molde lleno es transportado por un “burro” que es una estructura metálica con ruedas y con dos poleas (diferenciales) con las cuales se engancha el lavadero y permiten levantarlo sin mayor dificultad.

### **Condiciones de trabajo**

El operario está expuesto a un ruido leve que produce la máquina vibradora

Esfuerzo físico que genera mover el “burro” para transportar el lavadero

### **Recursos**

**Humanos:** 2 operarios que realicen el respectivo llenado y transporte

**Físicos:** Una máquina vibro – compactadora

**Naturales:** La máquina requiere energía eléctrica para su funcionamiento.

#### **4.3.3.4 Desprendimiento del molde**

En esta operación se van quitando cada una de las partes que conforman el molde. Luego de dos horas se desprende el fregadero, media hora después el tanque, cinco horas después el macho, luego de seis horas de fundido los laterales y al otro día se desprende la base.

### **Entradas a la operación**

A esta operación ingresa el molde lleno

**Salidas de la operación:**

Lavadero seco listo para destroncar

**Suboperaciones realizadas**

Retocar suavemente luego de quitar las partes, para eliminar la porosidad

Colocar unas varillas en el fregadero para hacer ranuras

Añadir granito a la superficie del fregadero y retocar

Transporte del lavadero a la zona de pulido

**Inspecciones**

Verificar la dureza del lavadero

**Manejo de materiales**

El transporte del lavadero se realiza mediante una carretilla manual

**Condiciones de trabajo**

Los riegos más significativos a los que están expuestos los operarios, pueden ser ocasionados por la caída de un lavadero en el momento del transporte y por el esfuerzo físico que amerita el transporte en forma manual

**Recursos**

**Humanos:** 1 operarios que realicen el desmolde

**4.3.3.5 Destroncada**

Esta operación se realiza con una pulidora manual y utilizando una copa de pulido, con la cual se retira la superficie rugosa y desigual que queda luego del secado del lavadero, esta operación es realizada en seco.

**Preparación de la operación**

Alistamiento de la pulidora con la copa

### **Entradas a la operación**

A esta operación ingresa el lavadero en forma desigual y rugosa

### **Salidas de la operación**

Lavadero con una superficie lisa

### **Suboperaciones realizadas**

Transporte del lavadero a la zona de retape

### **Inspecciones**

Verificar las condiciones del lavadero (grietas o boquetes)

### **Manejo de materiales**

El operario realiza el transporte del lavadero en una carretilla

### **Condiciones de trabajo**

El operario trabaja en medio de exceso de polvo proveniente de la operación y también bajo el ruido que produce la pulidora.

### **Recursos**

**Humanos:** 1 operario para destroncar

#### **4.3.3.6 Retape**

Esta operación consiste en hacer una mezcla de cemento y tapar los poros que pudieran quedar luego de destroncar el lavadero.

### **Preparación de la operación**

Preparación de la mezcla necesaria

**Entradas a la operación**

Mezcla de cemento y agua

Lavadero destroncado

**Salidas de la operación**

Lavadero listo para el afinar

**Suboperaciones realizadas**

Transporte del lavadero a la zona de pulido

**Inspecciones**

Verificar que el lavadero esté libre de poros e imperfecciones

**Manejo de materiales**

El transporte se hace utilizando una carretilla manual

**Condiciones de trabajo**

Los riesgos a los que está expuesto son de tipo físico, debido al esfuerzo físico que debe hacer para transportar el lavadero, además del exceso de polvo.

**Recursos**

**Humanos:** 1 operario para retapar

**4.3.3.7 Afinado**

El afinado consiste en pulir el lavadero, con lo cual se busca eliminar el exceso de cemento proveniente del retape y darle un bello acabado al lavadero.

**Preparación de la operación**

Colocar a la pulidora la respectiva piedra

### **Entradas a la operación**

Lavadero sin pulir

### **Salidas de la operación**

Lavadero pulido

### **Suboperaciones realizadas**

Transporte del lavadero a la zona de acabado final

Limpieza del sitio de trabajo

### **Inspecciones**

Verificar el acabado del lavadero

### **Manejo de materiales**

Como se ha mencionado con anterioridad, el transporte se realiza manualmente

### **Condiciones de trabajo**

El operario trabaja en contacto constante con el agua y polvo.

### **Recursos**

**Humanos:** 1 operario para afinar

#### **4.3.3.8 Acabado final**

Esta operación consiste en darle el último retoque al lavadero y pulir los lugares en donde no es posible hacerlo con la máquina pulidora. Además se abren los huecos para colocar la válvula y rejilla necesarias para el funcionamiento del lavadero, y finalmente se zuncha con cartón para proteger las esquinas y facilitar el transporte, esta operación se realiza en una mesa en donde es colocado el lavadero.

### **Preparación de la operación**

Alistamiento de la pulidora  
Preparar mezcla de cemento  
Cortar los tubos, cartón

### **Entradas a la operación**

Lavadero afinado  
Zunchos y ganchos  
Cartón

### **Salidas de la operación**

Lavadero listo para despacho

### **Suboperaciones realizadas**

Transporte del lavadero a la zona de almacenamiento  
Limpieza del sitio de trabajo

### **Inspecciones**

Inspección final de la calidad del lavadero

### **Manejo de materiales**

El transporte lo hacen 2 operarios, los cuales cargan el lavadero hasta la zona de almacenamiento.

### **Condiciones de trabajo**

Agotamiento físico debido al transporte manual y presencia de agua.

### **Recursos**

**Humanos:** 1 operario

#### **4.3.3.9 Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de lavadero prefabricado**

Ver anexo D

#### **4.3.4 Tapas en granito**

La fabricación de las tapas es similar a la fabricación de los lavaderos. Se explicarán la que tengan algunas variaciones.

##### **4.3.4.1 Mezclado**

El operario realiza una “batida” igual a la de los lavaderos

##### **4.3.4.2 Engrasado de los marcos**

En esta operación se prepara una mezcla con la cual se engrasa el marco y el piso en donde se colocan los marcos

#### **Preparación de la operación**

El operario encargado debe hacer la limpieza manual del marco antes de engrasarlo

#### **Entradas a la operación**

Marcos

#### **Salidas de la operación**

Marco y piso engrasado

#### **Suboperaciones realizadas**

Limpieza del piso

**Manejo de materiales**

Manualmente

**Condiciones de trabajo**

Se trabaja en presencia de humedad y polvo.

**Recursos**

**Humanos:** 1 operario

**Físicos:** marco

**4.3.4.3 Llenado del marco**

Esta operación es realizada por 2 operarios, uno vierte la mezcla, mientras el otro la esparce de forma uniforme sobre el piso.

**Preparación de la operación**

Alistamiento de recipiente para la mezcla

**Entradas a la operación**

A esa operación ingresan mezcla de grano y cemento y el marco engrasado

**Salidas de la operación**

tapas llenas

**Suboperaciones realizadas**

Quitar excesos de material

Emparejar la tapa

Limpiar puesto de trabajo

**Inspecciones**

Verificar la calidad de la tapa

### **Manejo de materiales**

manual

### **Condiciones de trabajo**

Esfuerzos causados por el movimiento manual

### **Recursos**

**Humanos:** 2 operarios que realicen el respectivo llenado y transporte

#### **4.3.4.4 Desprendimiento del marco**

Al otro día se quita el marco y se desprende la tapa del piso.

### **Entradas a la operación**

A esta operación ingresa la tapa seca

### **Salidas de la operación:**

Tapa seca listo para destroncar

### **Suboperaciones realizadas**

Retocar suavemente luego de quitar las partes, para eliminar la porosidad

### **Inspecciones**

Verificar la dureza de la tapa

### **Manejo de materiales**

El transporte se hace manual

### **Condiciones de trabajo**

Esfuerzos debido al manejo manual

## **Recursos**

**Humanos:** 1 operarios que realicen el desmolde

La operaciones **destroncar, retapar, afinar**, se realizan de la misma forma que los lavaderos.

### **4.3.4.5 Diagrama de operaciones para la elaboración de tapa prefabricada en granito de mármol**

Ver anexo E

## **4.4 ANALISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA EMPRESA**

La capacidad de una empresa se puede considerar como la cantidad de producción que el sistema es capaz de lograr durante un periodo específico de tiempo<sup>7</sup>

Es indispensable conocer la capacidad instalada de una empresa para realizar proyecciones de producción, demanda que puede atender y necesidades a futuro.

En este capítulo se definirá la capacidad de producción instalada en la empresa a partir de los tiempos de producción actuales

Actualmente la planta de producción de Mármoles & Bloques cuenta con un equipo físico (máquinas) y humano que hacen posible la transformación de materias primas en productos con un mayor valor agregado como retal de mármol, granito de mármol y lavaderos prefabricados.

---

<sup>7</sup> CHASE, Richard AQUILANO, Administración de Operaciones 2001 Pag 262 - 265

En las tablas 4 y 5 se presenta un resumen de los recursos físicos y humanos con los que cuenta la empres

Tabla 4 Recursos físicos de Mármoles & Bloques

| <b>EQUIPO</b>             | <b>CANTIDAD</b>       |
|---------------------------|-----------------------|
| Cortadora                 | 1                     |
| Trituradora               | 1                     |
| Clasificador (4 Bandejas) | 1                     |
| Vibradora                 | 1                     |
| Pulidora                  | 3                     |
| Moldes de metro           | 3 completos y 2 bases |
| Moldes de 90 cm           | 2 completos 1 base    |
| Moldes de 80 cm           | 2 completos y 2 bases |
| Moldes de 70 cm           | 2 completos y 1 base  |
| Moldes de 60 cm           | 2 completos y 2 bases |
| Moldes de tapas           | 24 = 12 pares         |

Tabla 5: Equipo humano encargado de la planta de producción

| <b>CENTRO DE TRABAJO</b>     | <b>NÚMERO DE OPERARIOS</b> |
|------------------------------|----------------------------|
| Fundido de lavaderos y corte | 3                          |
| Pulido de lavaderos          | 3                          |
| Acabado final                | 1                          |
| Triturado y despacho         | 3                          |
| Jefe de planta               | 1                          |

En la empresa no existen tiempos estandarizados en los procesos, las máquinas son antiguas y algunas ya no funcionan a la capacidad inicial, por lo que se realizó un estudio de tiempos de todas las operaciones del proceso de producción para

tener una estimación real del rendimiento de los recursos actuales con que cuenta la empresa.

Ver anexo F

De acuerdo a una premuestra realizada se calculó el tamaño de la muestra necesario para obtener resultados con un 95 % de confianza

### Resumen análisis premuestra

#### PRODUCTO: Lavadero prefabricado en granito

Tabla 6: Resultados de la premuestra para la operación mezclar

| Operación | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N  |
|-----------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|----|
| Mezclar   | 1 batida    | 10                | 17.394      | 1.147            | 0.50        | 2.262               | 27 |

#### Operación: Fundir

Tabla 7: Resultados de la premuestra para la operación fundir

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N  |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|----|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 29.945      | 1.339            | 0.5         | 2.262               | 37 |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 28.093      | 0.969            | 0.5         | 2.262               | 20 |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 26.044      | 0.999            | 0.5         | 2.262               | 21 |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 24.11       | 1.028            | 0.5         | 2.262               | 22 |
| 60 cm      | 1 lavad     | 10                | 22.25       | 0.850            | 0.5         | 2.262               | 15 |

#### Operación: Destroncar

Tabla 8: Resultados de la premuestra para la operación destroncar

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|---|
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|---|

|        |         |    |        |       |      |       |           |
|--------|---------|----|--------|-------|------|-------|-----------|
| 100 cm | 1 lavad | 10 | 28.792 | 1.064 | 0.50 | 2.262 | <b>24</b> |
| 90 cm  | 1 lavad | 10 | 26.667 | 1.102 | 0.50 | 2.262 | <b>25</b> |
| 80 cm  | 1 lavad | 10 | 27.081 | 1.732 | 0.50 | 2.262 | <b>37</b> |
| 70 cm  | 1 lavad | 10 | 25.673 | 1.077 | 0.50 | 2.262 | <b>24</b> |
| 60 cm  | 1 lavad | 10 | 22.229 | 1.295 | 0.50 | 2.262 | <b>35</b> |

### Operación: Retapar

Tabla 9: Resultados de la muestra para la operación retapar

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 24.942      | 1.305            | 0.50        | 2.262               | <b>35</b> |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 21.037      | 1.288            | 0.50        | 2.262               | <b>34</b> |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 19.573      | 1.260            | 0.50        | 2.262               | <b>33</b> |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 17.449      | 0.975            | 0.50        | 2.262               | <b>19</b> |
| 60 cm      | 1 lavad     | 10                | 17.244      | 1.055            | 0.50        | 2.262               | <b>23</b> |

### Operación: Afinar

Tabla 10: Resultados de la muestra para la operación afinar

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 29.995      | 1.282            | 0.50        | 2.262               | <b>34</b> |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 28.397      | 1.135            | 0.50        | 2.262               | <b>26</b> |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 26.750      | 1.124            | 0.50        | 2.262               | <b>26</b> |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 25.079      | 0.970            | 0.50        | 2.262               | <b>19</b> |
| 60 cm      | 1 lavad     | 10                | 23.235      | 0.810            | 0.50        | 2.262               | <b>18</b> |

Tabla 11: Resultados de la muestra para la operación acabado final

| Operación | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N |
|-----------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|---|
|-----------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|---|

|                      |         |    |        |       |     |       |           |
|----------------------|---------|----|--------|-------|-----|-------|-----------|
| <b>Acabado final</b> | 2 lavad | 10 | 58.859 | 2.871 | 1.0 | 2.262 | <b>42</b> |
|----------------------|---------|----|--------|-------|-----|-------|-----------|

### PRODUCTO: TAPAS

Tabla 12: Resultados de la premuestra para el producto tapas en granito

| Operación         | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|-------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| <b>Fundir</b>     | 1 tapa      | 10                | 4.88        | 0.521            | 0.160       | 2.262               | <b>55</b> |
| <b>Destroncar</b> | 6 tapas     | 10                | 8.496       | 0.285            | 0.160       | 2.262               | <b>17</b> |
| <b>Retapar</b>    | 1 tapa      | 10                | 1.090       | 0.182            | 0.160       | 2.262               | <b>21</b> |
| <b>afinar</b>     | 6 tapas     | 10                | 10.076      | 0.182            | 0.160       | 2.262               | <b>23</b> |

### PRODUCTO: RETAL DE MÁRMOL

Tabla 13: Resultados de la premuestra para el producto retal de mármol

| Operación       | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|-----------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| <b>Cortar</b>   | 6           | 10                | 67.5        | 1.09             | 0.5         | 2.262               | <b>25</b> |
| <b>Encarrar</b> | 1           | 10                | 1.17        | 0.1237           | 0.05        | 2.262               | <b>32</b> |

#### 4.4.1 Resumen del tiempo total de producción

Después de haber llegado al tiempo de producción de cada una de las operaciones del proceso de fabricación de cada una de las líneas, se tiene los siguientes cuadros de resumen

### Lavaderos prefabricados

Tabla 14: Resumen del tiempo total de producción de un lavadero

| Operación            | Tiempo tipo (min/lavadero) sin tapas |       |       |       |       |
|----------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 100 cm                               | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm |
| <b>Mezcla</b>        | 21.92/batida                         |       |       |       |       |
| <b>Fundido</b>       | 42.84                                | 39.02 | 36.74 | 33.77 | 31.27 |
| <b>Destroncado</b>   | 39.68                                | 39.04 | 39.34 | 38.76 | 33.44 |
| <b>Retape</b>        | 31.93                                | 30.70 | 28.37 | 26.54 | 25.12 |
| <b>Afinado</b>       | 41.5                                 | 42.35 | 39.90 | 37.77 | 34.98 |
| <b>Acabado final</b> | 39.06                                |       |       |       |       |

Para las tapas

Tabla 15: Resumen del tiempo total de producción de las tapas en granito

| Operación          | Tiempo tipo     |
|--------------------|-----------------|
| <b>Mezcla</b>      | 21.29/14 tapas. |
| <b>Fundido</b>     | 6.12 min.       |
| <b>Destroncado</b> | 2.08 min.       |
| <b>Retape</b>      | 2.80 min.       |
| <b>Afinado</b>     | 2.42 min.       |

### Tiempo total lavadero con 2 tapas

Tabla 16: Resumen del tiempo total de producción de un lavadero con tapas

| Operación            | Tiempo tipo (min/lavadero) con 2 tapas |        |        |        |        |
|----------------------|--|--------|--------|--------|--------|
|                      | 100 cm.                                | 90 cm. | 80 cm. | 70 cm. | 60 cm. |
| <b>Mezcla</b>        | 25.05 min.                             |        |        |        |        |
| <b>Fundido</b>       | 55.08                                  | 51.28  | 48.98  | 46.01  | 43.51  |
| <b>Destroncado</b>   | 43.84                                  | 43.20  | 43.50  | 42.92  | 37.60  |
| <b>Retape</b>        | 37.53                                  | 36.30  | 33.97  | 32.14  | 30.72  |
| <b>Afinado</b>       | 46.34                                  | 47.19  | 44.74  | 42.61  | 39.82  |
| <b>Acabado final</b> | 39.06                                  |        |        |        |        |

### Granito de mármol

Tabla 17: Resumen del tiempo total de producción del granito de mármol

|  |                       |
|--|-----------------------|
| t. tipo total de la operación de triturado | <b>102.77 min/ton</b> |
|--|-----------------------|

### Retal de mármol

Tabla 18: Resumen del tiempo total de producción del retal de mármol

|  |                        |
|--|------------------------|
| T. tipo total de la operación de corte | <b>16.50 min/metro</b> |
|--|------------------------|

#### 4.4.2 Otros tiempos de producción

Además de los tiempos tipo por operación, los cuales quedaron cubiertos en el estudio de tiempos, se incluyen otros tiempos que no abarcan un estudio tan profundo, porque a pesar de ser importantes para el proceso productivo, son de poca complejidad.


Se procede al cálculo de los tiempos de transporte entre puestos de trabajo, los cuales se muestran en las tablas 16 y 18

Para el transporte de los lavaderos se utilizan 2 tipos de herramientas:

1. Marco metálico con polea diferencial
2. Carretilla manual

Para cada uno de los mecanismos de transporte se tomaron 20 datos con diferentes distancias para tener un estimado de la velocidad de desplazamiento con cada herramienta.

Tabla 19: Registro de tiempos de transporte con carretilla

|  |                               | FORMATO DE OBSERVACIONES                |                                      |
|---|-------------------------------|---|--------------------------------------|
|   |                               | TRANSPORTES                             |                                      |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |                               | <b>Transporte con carretilla manual</b> | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006        |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                               |   | <b># observaciones:</b> 20           |
|   |                               |   | <b>Tiempo:</b> segundos              |
| Obs   | Distancia recorrida en metros | Tiempo empleado en segundos             | Velocidad de desplazamiento en m/seg |
| 1   | 1,9                           | 18,240                                  | 0,104                                |
| 2   | 1,9                           | 24,050                                  | 0,079                                |
| 3   | 5                             | 22,420                                  | 0,223                                |
| 4   | 5,5                           | 35,000                                  | 0,157                                |
| 5   | 5,5                           | 17,250                                  | 0,319                                |
| 6   | 5,65                          | 21,300                                  | 0,265                                |
| 7   | 5,7                           | 34,380                                  | 0,166                                |
| 8   | 5,7                           | 24,462                                  | 0,233                                |
| 9   | 7,8                           | 28,716                                  | 0,272                                |
| 10  | 8,2                           | 32,067                                  | 0,256                                |
| 11  | 8,25                          | 28,433                                  | 0,290                                |
| 12  | 8,3                           | 23,166                                  | 0,358                                |
| 13  | 8,3                           | 25,098                                  | 0,331                                |
| 14  | 8,35                          | 28,320                                  | 0,295                                |
| 15  | 8,6                           | 25,296                                  | 0,340                                |
| 16  | 8,6                           | 42,516                                  | 0,202                                |


|                     |      |        |              |
|---------------------|------|--------|--------------|
| 17                  | 8,75 | 42,060 | 0,208        |
| 18                  | 9    | 45,300 | 0,199        |
| 19                  | 9,2  | 27,500 | 0,335        |
| 20                  | 9,3  | 32,767 | 0,284        |
| <b>Promedio</b>     |      |        | <b>0.246</b> |
| <b>% Suplemento</b> |      |        | <b>32</b>    |

Debido a que el transporte es manual se asignó un porcentaje de suplementos así:

Tabla 20: Suplementos para el transporte

|                   | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>Transporte</b> | 5          | 4      | 1      | 0               | 22              | 0                        | 0             | 0     | 0      | 0         | 0     | <b>32</b> |

Tabla 21: Registro de los tiempos para el transporte con polea diferencial

|  |                               | FORMATO DE OBSERVACIONES                |                                      |
|---|-------------------------------|---|--------------------------------------|
|   |                               | TRANSPORTES                             |                                      |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |                               | <b>Transporte con polea diferencial</b> | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006        |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                               |   | <b># observaciones:</b> 20           |
|   |                               |   | <b>Tiempo:</b> segundos              |
| Obs   | Distancia recorrida en metros | Tiempo empleado en segundos             | Velocidad de desplazamiento en m/seg |
| 1   | 3                             | 60,40                                   | 0,050                                |
| 2   | 3                             | 68,90                                   | 0,044                                |
| 3   | 3,2                           | 72,70                                   | 0,044                                |
| 4   | 3,5                           | 78,61                                   | 0,045                                |

|                     |     |        |              |
|---------------------|-----|--------|--------------|
| 5                   | 3,5 | 80,60  | 0,043        |
| 6                   | 3,6 | 65,80  | 0,055        |
| 7                   | 3,6 | 71,40  | 0,050        |
| 8                   | 3,6 | 70,60  | 0,051        |
| 9                   | 3,8 | 85,9   | 0,044        |
| 10                  | 4,0 | 95,3   | 0,042        |
| 11                  | 4,0 | 92,3   | 0,043        |
| 12                  | 4   | 94,12  | 0,042        |
| 13                  | 4,1 | 92,11  | 0,045        |
| 14                  | 4,1 | 97,40  | 0,042        |
| 15                  | 4,3 | 97,60  | 0,044        |
| 16                  | 4,9 | 105    | 0,047        |
| 17                  | 5   | 112,00 | 0,045        |
| 18                  | 5   | 100,40 | 0,050        |
| 19                  | 5,2 | 110,00 | 0,047        |
| 20                  | 5,2 | 115,20 | 0,045        |
| <b>Promedio</b>     |     |        | <b>0.046</b> |
| <b>% Suplemento</b> |     |        | <b>32</b>    |

#### 4.4.3 Capacidad instalada

##### Jornada efectiva de trabajo

Para tener un estimado de lavaderos/día, se ha tomado una jornada efectiva de 8,25 horas porque:

El horario de trabajo es de 7:00 a.m. a 12 p.m. y de 1 a.m. a 5 p.m. Esta jornada supone 9 horas de trabajo

En la mañana se da un descanso de 15 minutos para el consumo de alimentos o bebidas, en donde paran operarios y máquinas.

15 minutos antes de la terminar la jornada, los operarios deben asear su puesto de trabajo.

Sumando los tiempos de descanso y aseo nos dan 30 minutos de tiempo no productivo.

Restando de la jornada efectiva de 9 horas nos da 8 horas y 30 minutos.

Durante un día normal pueden presentarse situaciones que obliguen a empezar tarde las labores. Estas situaciones alteran inevitablemente la jornada efectiva de trabajo, por lo que es mejor tener un pequeño margen a la hora de establecer este ítem. Por tal razón se establecerán en 8 horas 15 minutos la jornada diaria de trabajo.

#### **4.4.3.1 Capacidad diaria de producción**

Para obtener la capacidad diaria de producción no basta simplemente con tener en cuenta los tiempos tipo de operación de cada centro de trabajo, debido a que en este caso estamos tratando con un producto de gran volumen y peso considerable así que es necesario tener en cuenta el transporte el cual representa una porción importante en el tiempo.

Es por ello que se calculó una distancia promedio de recorrido y con la velocidad encontrada en la sección 3.4.2 se estimó un tiempo promedio.

A continuación se describen los transportes que existen en el área de fundido.

Tabla 22: descripción de transportes en el área de fundido

| <b>Actividad</b> | <b>Metros promedio</b> | <b>Velocidad promedio</b> | <b>Tiempo minutos</b> | <b>Suplementos</b> | <b>T. asignado (min)</b> |
|------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
|------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|

|  | recorridos | (m/s) |      |    |      |
|--|------------|-------|------|----|------|
| Transporte del lavaderos fundido hasta el sitio de desprendimiento de partes (1), realizado con la polea diferencial | 3.15       | 0.046 | 1.14 | 32 | 1.51 |
| Transporte del lavadero fundido hasta el área de secado (2), realizado con carretilla manual                         | 39         | 0.246 | 2.64 | 32 | 3.49 |

Los transportes en la operación de pulido se realizan todos con la carretilla manual y son los siguientes:

Tabla 23: Descripción de transportes en el área de pulido

| Actividad  | Metros promedio recorridos | Velocidad promedio (m/s) | Tiempo min | Suplem. | Tiempo asignado (min.) |
|--|----------------------------|--------------------------|------------|---------|------------------------|
| Transporte del área de secado al área de destroncado (1) | 26 m                       | 0.246                    | 1.76       | 32      | 2.32 min.              |
| Transporte del área de destroncado al área de retape (2) | 8 m                        | 0.246                    | 0.54       | 32      | 0.71 min.              |
| Transporte del área de retape al área de                 | 7 m                        | 0.246                    | 0.474      | 32      | 0.63 min.              |

|   |      |       |       |    |           |
|---|------|-------|-------|----|-----------|
| secado del retape (3)   |      |       |       |    |           |
| Transporte del área de secado del retape al área de afinado (4) | 5 m  | 0.246 | 0.338 | 32 | 0.45 min. |
| Transporte de las tapas al área de pulido                       | 29 m | 0.246 | 1.96  | 32 | 2.59 min. |

Los transportes en el área de acabado final son:

Tabla 24: Descripción de transportes en el área de acabado final

| <b>Actividad</b>   | <b>Metros promedio recorridos</b> | <b>Velocidad promedio (m/s)</b> | <b>Tiempo minutos</b> | <b>suplemento</b> | <b>Tiempo asignado (min.)</b> |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|
| Transporte del área de retape al área de acabado final(1)                  | 29 m                              | 0.246                           | 1.96                  | 32                | 2.59 min.                     |
| Transporte del área de acabado final a la bodega de producto terminado (2) | 4                                 | 0.246                           | 0.27                  | 32                | 0.36 min.                     |

Las operaciones de mezclado y fundido la realizan tres operarios en conjunto, en donde cada uno y de acuerdo a la experiencia se reparten las funciones. Para saber cuanto es posible producir, es necesario analizar la operación al detalle, por lo que se realizó un diagrama especificando cada una de las actividades que realizan los 3 operarios.

Como se ha mencionado, en la operación de fundido existe un tiempo promedio en el cual se deben desprender cada una de las partes que conforman el molde. En el caso del fregadero y del tanque, es muy importante ya que si se deja más tiempo del recomendado ocasionaría un endurecimiento excesivo que terminaría

con el quiebre del lavadero. Es decir, el último lavadero se debía fundir a las 2 o 2:30 de la tarde como máximo para que al final de la jornada se le pudieran realizar el desmolde respectivo de al menos el fregadero y del tanque.

El cuadro que se presenta a continuación describe cada una de las operaciones que se realizan en el área de fundido, cada franja de color representa la operación y el tiempo empleado, el cuál se tomó del estudio de tiempos que se realizó anteriormente.

## DIAGRAMA DETALLADO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS OPERARIOS EN EL FUNDIDO DE LAVADEROS

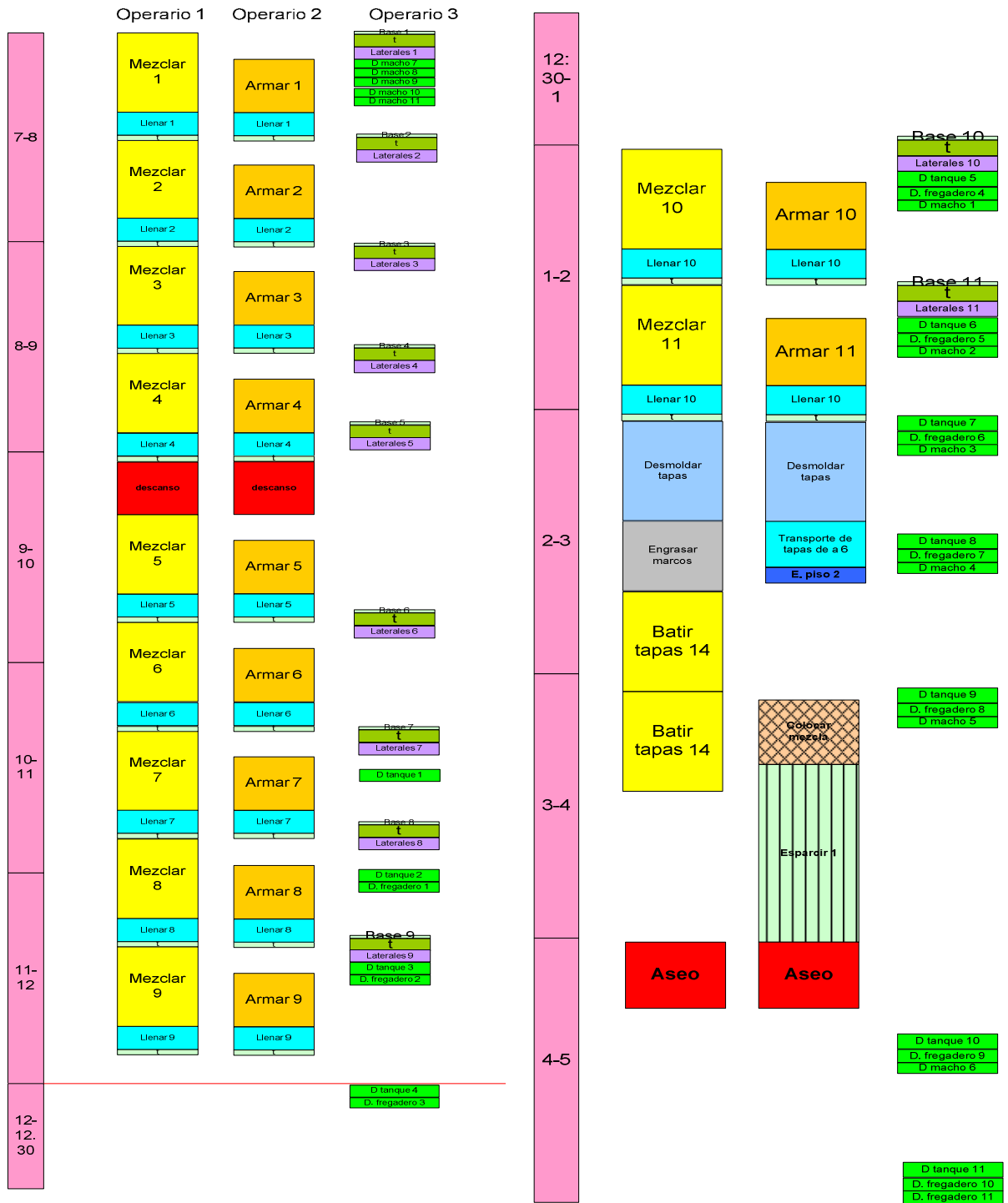


Figura 5: Diagrama detallado del fundido

Luego del análisis de cada una de las actividades se puede concluir que la operación de fundido está en capacidad de producir 11 lavaderos con sus respectivas tapas, en una jornada de 8 horas con 3 operarios. Es decir 240 lavaderos al mes. A pesar de que existe tiempo de sobrar, en estas condiciones no es posible fundir más lavaderos debido a los límites de desmolde antes mencionados.

### **Pulido**

Actualmente la empresa cuenta con 3 pulidores que son los encargados de realizar las operaciones de destroncado, retape y afinado de lavaderos y de sus respectivas tapas. Cada uno de ellos es el responsable del transporte del producto a cada centro de trabajo. Luego de la operación de retape el lavadero debe permanecer por lo menos hasta el otro día en secado, para posteriormente pasar a la sección de afinado y de igual forma para las tapas.

Teniendo en cuenta los tiempos necesarios para el transporte se puede calcular el número de lavaderos que puede producir un pulidor en una jornada de trabajo. Para ello se realizó una tabla donde se explica el número de lavaderos que se pulen por día, ya que no es posible siempre la misma cantidad diaria pues esto depende del número de lavaderos que se puedan destroncar y retapar.

Por ejemplo, un día como el lunes en donde no se puede afinar (no hay lavaderos destroncados), se destroncan la mayor cantidad posible (6 lavaderos), para afinar al día siguiente, y esto hace que el martes no se puedan destroncar sino 2 lavaderos y así sucesivamente durante toda la semana.

Tabla 25: Cantidad de Lavaderos/semana procesados por un pulidor

|                  | <b>destroncar</b> | <b>retapar</b> | <b>afinar</b> | <b>destroncar tapas</b> | <b>retapar tapas</b> | <b>afinar tapas</b> |
|------------------|-------------------|----------------|---------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| <b>lunes</b>     | 6                 | 6              |               | 8                       | 8                    |                     |
| <b>martes</b>    | 2                 | 2              | 6             | 10                      | 10                   | 12                  |
| <b>miércoles</b> | 4                 | 4              | 2             | 18                      | 18                   | 4                   |
| <b>jueves</b>    | 4                 | 4              | 4             |                         |                      | 8                   |
| <b>viernes</b>   | 4                 | 4              | 4             |                         |                      | 8                   |
| <b>sábado</b>    |                   |                | 4             | 10                      | 10                   | 14                  |
| <b>Total</b>     | <b>20</b>         | <b>20</b>      | <b>20</b>     | <b>46</b>               | <b>46</b>            | <b>46</b>           |

Según la anterior tabla se puede concluir que cada pulidor está en capacidad de producir 20 lavaderos semanales es decir 80 al mes multiplicado por 3 pulidores se realizan 240 lavaderos al mes.

### **Acabado final**

La operación de acabado final la hace un operario que generalmente monta a la mesa 2 lavaderos a la vez.

Según el tiempo empleado en los transportes el operario está en capacidad de arreglar 12 lavaderos por jornada de trabajo es decir 264 lavaderos al mes.

### **Triturado de granito**

De acuerdo con la toma de tiempos la empresa está en capacidad de producir 4.82 toneladas de granito de mármol por jornada de trabajo, con un porcentaje de salida de 16,53% bultos de granito # 2<sup>1/2</sup>, 53,24% de granito # 2, 12% de granito # 1 y 13.68% de marmolina, con una merma del 4.05% del total de kilogramos procesados.

### **Corte de retal de mármol**

Para el corte de retal de mármol la capacidad es de 28,30 metros por jornada de trabajo.

## Resumen de capacidad diaria de producción

Tabla 26: Resumen de la capacidad diaria de producción de lavaderos

| producto                       | Operación     | recursos    | Lote trabajo | Capacidad jornada trabajo |
|--------------------------------|---------------|-------------|--------------|---------------------------|
| Lavaderos en granito de mármol | Mezclado      | 3           | 1 lav        | 11 lavaderos              |
|                                | Fundido       | operarios   |              |                           |
|                                | Destroncado   | 3           | 1 lav        | 10.9 lavaderos            |
|                                | Retape        | Operarios   |              |                           |
|                                | Afinado       |             |              |                           |
|                                | Acabado final | 1 operario  | 2 lav        | 12 lavaderos              |
| Granito                        | Triturado     | 3 operarios | 1 ton        | 4,82 toneladas            |
| Retal                          | Corte         | 1 operario  | 6 metros     | 28,30 metros              |

Como resultado del estudio se encuentra que la restricción de capacidad está en el área de pulido y de fundido. La capacidad del pulido depende del número de operarios y la forma de aumentarlo sería con la contratación de más personal. En cuanto al área de fundido, en la sección 3.7 se proponen alternativas que permiten mejorar la eficiencia de este centro de trabajo.

### 4.4.3.2 Capacidad mensual

#### Lavaderos en granito

El número de lavaderos producidos en la empresa es de 10.9 al día y multiplicando este dato por 22 días nos da un total de 240 lavaderos al mes. Esta

es la capacidad máxima de la empresa aunque existan centros de trabajo que pudieran producir más.

### **Granito de mármol**

Las toneladas procesadas son 4.82 por jornada, multiplicándolas por 22 días se tiene un total de 106.04 toneladas es decir 106040 kg de granito, dividido por un promedio de 39 kg por bulto<sup>8</sup> se tiene un total del 2719 bultos de granito al mes en las proporciones ya mencionadas.

### **Retal de mármol**

De 28,30 metros por jornada multiplicado por 22 días se tienen 622,26 metros por mes.

## **4.5 CAPACIDAD UTILIZADA**

Gracias a los registros que se implementaron al iniciar este proyecto es posible conocer el nivel de producción de los últimos meses en la empresa, dato desconocido anteriormente. De acuerdo a la producción de los últimos 5 meses se tiene:

Tabla 27: Producción de los últimos 5 meses

| <b>MES</b> | <b>I.<br/>fundidos</b> | <b>I.<br/>destroncados</b> | <b>L.<br/>afinados</b> | <b>I.<br/>terminados</b> | <b>granito</b> | <b>retal</b> |
|------------|------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|----------------|--------------|
| Enero      | 179                    | 163                        | 159                    | 153                      | 1911.75        | 129.5        |
| Febrero    | 200                    | 204                        | 199                    | 214                      | 2020.9         | 244.9        |
| Marzo      | 239                    | 233                        | 227                    | 227                      | 1943.52        | 476          |
| Abril      | 195                    | 182                        | 204                    | 202                      | 2203.2         | 185          |

<sup>8</sup> Promedio del tamaño del granito, 2 bultos de 38 kg y 2 bultos de 40 kg.

|             |            |            |            |            |               |               |
|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|
| Mayo        | 222        | 209        | 213        | 211        | 2104.13       | 533           |
| <b>Prom</b> | <b>207</b> | <b>198</b> | <b>200</b> | <b>201</b> | <b>2036.7</b> | <b>313.68</b> |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.1 TASA DE UTILIZACIÓN DE CADA CENTRO DE TRABAJO

Tabla 28: Tasa de utilización de cada centro de trabajo

| Centro de trabajo    | Cap. Instalada | Cap. Utilizada | Tasa de utilización |
|----------------------|----------------|----------------|---------------------|
| <b>Fundido</b>       | 242 lavaderos  | 207 lavaderos  | 85.54%              |
| <b>Pulido</b>        | 240 lavaderos  | 200 lavaderos  | 83.33%              |
| <b>Acabado final</b> | 264 lavaderos  | 201 lavaderos  | 76.14%              |
| <b>Triturado</b>     | 2719 bultos    | 2036.7 bultos  | 74.90%              |
| <b>Corte</b>         | 622.6 metros   | 313.68 metros  | 50.38%              |

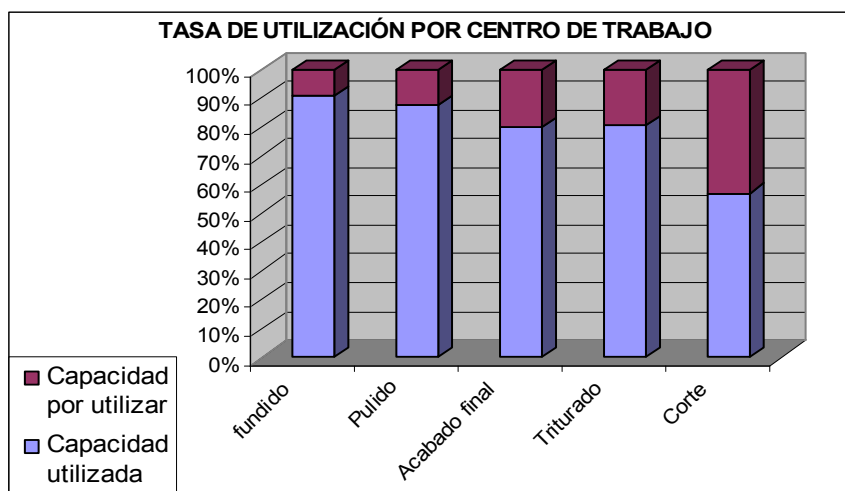


Figura 6: Tasa de utilización de cada centro de trabajo

## 4.6 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico se dividió en seis grandes temas que fueron:

**Condiciones de trabajo:** En este aspecto se observó el ambiente en el cual debe trabajar el operario, (humedad, polvo, equipo de protección)

**Estado de las instalaciones:** Se analizaron las condiciones en las que se encuentra la empresa, estado de las paredes, techos, pisos y los inconvenientes que se generan por el deterioro de los mismos.

**Manejo de materiales:** Se estudió la forma como se transportan cada uno de los productos fabricados, materia prima e insumos y la maquinaria que se utiliza para hacerlo.

**Proceso productivo:** Para este análisis se tuvo en cuenta cada una de las operaciones necesarias para la fabricación de los productos.

**Administración:** Se tuvo en cuenta los procesos administrativos más importantes que debe realizar la empresa, como control de existencias, controles en la producción, ventas, compras entre otros.

**Distribución de planta:** Aquí se observó la forma como están colocadas las máquinas, distribución de bodegas, áreas de producción, oficinas, etc.

#### 4.6.1 Condiciones de trabajo

- Los operarios encargados de las labores de triturado de granito y destroncado de lavaderos están expuestos al polvo excesivo, utilizando como única protección una mascarilla facial.
- La operación de afinado se trabaja en presencia de abundante agua.
- En el área de fundido, el mecanismo utilizado para el transporte tiene unas ruedas muy pequeñas lo que hace que no se pueda mover con facilidad haciendo que el operario tenga un desgaste físico excesivo. Ver figura 7.



Figura 7: Transporte con polea diferencia

- Con se observa en la figura 8, la mezcla para los lavadero es realizada en el piso manualmente, el operario debe trabajar agachado y cargando bultos todo el tiempo.



Figura 8: Mezcla manual

#### 4.6.2 Estado de las instalaciones

- El techo del almacén se encuentra en mal estado. Ver figura 9.



Figura 9: Estado de las instalaciones

- El suelo se encuentra con muchos desniveles que aumentan el esfuerzo al transportar.
- El almacén está sin paredes y puerta lo cual facilita el acceso de cualquier persona extraña.
- En la bodega existen basuras, desechos y otros elementos que entorpecen la labor de almacenamiento.

#### 4.6.3 Manejo de materiales

- La figura 10 muestra que el transporte de los sacos de granito y cemento se hace utilizando la fuerza bruta del operario



Figura 10: Transporte manual de sacos

- El transporte de los lavaderos recién fundidos se hace por medio de un marco de acero que tiene una polea diferencial que facilita levantar el molde lleno, dicho marco cuenta con unas ruedas para su movimiento. Las ruedas son muy pequeñas y además el piso además de que está desnivelado tiene residuos de mezcla provenientes del fundido lo cual dificulta aún más esta labor.
- Para el transporte de los lavaderos secos se utiliza una carretilla manual y debido a las condiciones del suelo mencionadas anteriormente se pueden ocasionar accidentes de afecten la calidad del lavaderos y la salud de los operarios Ver figura 11.



Figura 11: Transporte de lavadero con carretilla

- No se cuenta con equipos adecuados de movimiento de materiales.

#### 4.6.4 Proceso productivo

- La bodega de granito se encuentra desorganizada dificultando los despachos y provocando equivocaciones Ver figura 12



Figura 12: Estado de la bodega de granito

- La figura 13 muestra la malla encargada de clasificar el granito # 1 la cual se encuentra muy abajo y no es posible colocarle un saco por esta razón y el operario debe llenar primero un balde y posteriormente poco a poco el saco, generando una operación innecesaria.



Figura 13: Clasificador

- El área de almacenamiento de los sacos de granito y del cemento necesarios para la mezcla de los lavaderos se encuentran en desorden provocando demoras por parte del operario buscando el color adecuado y el tamaño. Situación que se observa en la figura 14.



Figura 14: Almacén de materia prima

- No se cuenta con un proceso de control y verificación de las existencias.
- No se tiene un control estricto de los procedimientos de la empresa.
- No se lleva registro de los insumos requeridos y en ocasiones se para la producción por falta de éstos, ya que se espera hasta que se agoten para comprar
- Debido a que no existe una programación de la producción en las operaciones correspondientes al pulido de los lavaderos, el operario tarda mucho tiempo escogiendo que lavadero pulir, además por el desorden de la bodega, el operario debe tocar los lavaderos para saber cuál se encuentra duro y cual no.

- En la empresa solo existe mantenimiento correctivo, lo que hace que en muchas ocasiones se pare la producción para el arreglo de la maquinaria.
- No se lleva registro histórico de fallas y averías de las máquinas.

#### **4.6.5 Administración**

- No se lleva el adecuado control de los documentos, índices y registros de las operaciones realizadas por la empresa.
- Falta personal en la parte administrativa, entre otros un Ingeniero Industrial que se ocupe del mejoramiento continuo en la empresa, ya que el gerente se ve muy ocupado con todas las labores que tiene que desempeñar y esto puede ocasionar que se cometan errores en los procesos de producción y administrativo de la empresa.
- La empresa no realiza control de los procesos de pedido, despacho ni gestión de inventarios
- No se hace registro de las devoluciones, fallas, reclamos y reparaciones que realice la empresa.
- Problemas en la negociación con los proveedores, no se cuenta con garantías en el despacho.
- No existe una programación adecuada de la producción, especialmente en el área de pulido, ya que ésta es la que determina la salida de lavaderos de la planta. Generalmente es el pulidor mismo el que decide qué pulir y cuánto pulir.

#### 4.6.6 Distribución de la planta

- La zona en donde se despachan los sacos de granito se encuentra por la parte de atrás de la planta, alejada de la zona de fundido lo cual genera un transporte excesivo de los sacos teniendo que utilizar la camioneta para realizarlo.
- El área en donde se fabrican los lavaderos se encuentra distribuida en línea recta así:  
Lavaderos terminados fundido, acabado final, destroncado y afinado, retape, secado de lavaderos,. ésta distribución genera recorrido innecesarios ya el operario debe ir y venir con el lavadero por toda la planta, lo cual se observan con mayor claridad en el diagrama de recorrido que se encuentra en el anexo G
- El área en donde se funden los lavaderos es muy estrecha, no existen sitios definidos para cada uno de los lavaderos, lo cual genera desorden y desperdicios de tiempo buscando un espacio para colocarlos.
- La forma y el tamaño del área de secado de lavaderos no permite un flujo adecuado del producto ya que los primeros lavaderos en fundirse son los últimos en salir. Es cierto que el lavadero debe tener un tiempo prudente de secado (20 a 28 días), pero existen lavaderos que llevan meses en secado ya que no se pueden sacar porque están atrás de los lavaderos más recientes, esto perjudica la labor de pulido ya que el cemento se endurece demasiado y es más trabajoso destroncarlos, además de que se gasta mayor tiempo y piedras de pulir. Ver figura 15.



Figura 15: Bodega secado de lavaderos

#### **4.7 PROPUESTAS DE MEJORA**

##### **1. Mejorar el transporte en el área de fundido**

En el área de fundido existen deficiencias sobre todo en el transporte, ya que es demorado, peligroso y agotador para el operario. Éste es realizado con una polea diferencial y un marco metálico. Éste mecanismo permite elevar grandes pesos sin menor dificultad, el problema que tiene es que por el mismo peso que levanta se complica su movilidad y ésta se vuelve en muchos casos una tortura para el trabajador. Además se puede sumar que el piso se encuentra lleno de mezcla y con un desnivel inadecuado que hace que el trabajo sea aún mayor.

##### ***Propuesta de mejora:***

Mejorar el sistema de transporte por uno más eficiente, seguro y rápido

##### ***Beneficios***

- Ahorro de fatiga por parte de los operarios
- Disminución en el tiempo de transporte que actualmente es de (1,51 seg/lavadero)
- Disminución de accidentes de trabajo



Figura 16: Montacargas

## Requerimientos

A continuación se presentan 2 alternativas que se podrían utilizar para mejorar este aspecto Figura 16 y figura 17.

### Montacargas

Marca Yale

Modelo ERC050ZGN48TE082 Serie No E108V11979W,

Voltaje 48, MAX A.H. 1.100,

Tres funciones hidráulicas, Mastuk triplez, Ruedas sólidas 21X7X15 delanteras Y 16X6X10.5 Traseras.

Costos

Nuevo: 60.000.000 Garantía de 1000 horas o 6 meses

Usado: 13.000.000

### Puente grúa

Angulo de giro: 270°

Cargas de 125 hasta 1000 kg

Tensión maniobra a 42V

Tensión estándar 380V / 50HZ

Interruptor general de red incorporado

2 Velocidades de elevación

Traslación y giro manual

Costo: 15.000.000



Figura 17: Puente grúa

## Evaluación de la mejora

Para esta mejora la empresa debe invertir gran cantidad de dinero y en estos momentos con las inversiones que se requieren para el nuevo lote no se encuentran en condiciones de hacerlo, por lo tanto se decidió hacer modificaciones al mecanismo actual de tal manera que sea más fácil de maniobrar y que disminuya la fatiga del operario.

Con estos arreglos la velocidad de desplazamiento mejoró en un 48,3% (ver anexo H)

| <b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO ANTES</b> | <b>DE</b> | <b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DESPUES</b> | <b>% AUMENTO VELOCIDAD</b> |
|--|-----------|--|----------------------------|
| 0.046m/s                                 |           | 0.089 m/s                                  | 48.31%                     |

### **Costos**

Los costos de esta mejora fueron

|              |           |
|--------------|-----------|
| Materiales   | 550.000   |
| Mano de obra | 400.000   |
| Otros        | 50.000    |
| Total        | 1.000.000 |

## **2. Organización de los materiales en el área de almacenamiento**

Actualmente el área para almacenar se encuentra muy desordenada, los bultos no se encuentran organizados ni por color, ni por tamaño, esto hace que el operario tarde más tiempo de lo normal buscando el granito adecuado y muchas veces debe hasta destapar un bulto para saber si es del color y/o tamaño adecuado.

### *Beneficios*

- Ahorro de tiempo en el alistamiento de los materiales
- Ahorro de fatiga por parte del operario
- Control visual de la cantidad de materiales
- Bienestar que se genera por trabajar en un ambiente ordenado y limpio

### *Requerimientos*

La limpieza y organización de las áreas y algunos elementos para delimitar las zonas de trabajo

### *Costos*

Uno o dos días de trabajo de 2 operarios para la organización del almacén. a ·\$15.000 c/u.

### *Evaluación de la mejora*

Debido a que es una propuesta sencilla y económica de implementar fue aceptada de inmediato. Se organizaron los bultos de granito y se marcaron las áreas de trabajo.

## **3. Mejorar la forma de hacer el mezclado de los lavaderos**

La mezcla para los lavaderos y las tapas se realiza en el piso, lo cual hace que el área de producción esté constantemente contaminada de mezcla, además nunca se puede obtener una mezcla homogénea, lo que afecta la apariencia y calidad del producto, sin agregar la fatiga que genera el trabajar todo el tiempo en posición incómoda.

### *Propuesta de mejora*

Adquisición de una mezcladora que mejore las condiciones de trabajo de los operarios, disminuya el tiempo de mezclado y además ayude a obtener una mezcla homogénea que se refleje en una mejor calidad del producto.

### *Beneficios*

- Mejora del tiempo de mezclado. De acuerdo con el diagrama detallado de la operación de fundido sección 4.2.1 Figura 5 se puede observar que cualquier disminución el tiempo de mezclado inmediatamente disminuye el tiempo de fundido del lavadero, es decir que se tendría un mayor tiempo para fundir más lavaderos en la misma jornada de trabajo, lo que permitirá aumentar también la capacidad de pulido.
- Disminución de fatiga para el trabajador
- Mayor limpieza en el área de fundido
- Mejora el transporte pues se mantiene un sitio más limpio

### *Requerimiento*

Compra de la máquina mezcladora de 2 bultos

### *Costos*

| Proveedor    | Costo máquina | Costo motor |
|--------------|---------------|-------------|
| Inserco      | 4.620.000     | 2.225.286   |
| Luna Jiménez | 4.890.000     | 1.750.000   |

### *Evaluación de la mejora*

Tabla 29: Registro de tiempos de mezclado con trompo

| <b>Observación</b> | <b>Tiempo minutos</b> |
|--------------------|-----------------------|
| 1                  | 9,55                  |
| 2                  | 9,49                  |
| 3                  | 9,67                  |
| 4                  | 9,42                  |
| 5                  | 8,42                  |
| 6                  | 8,76                  |
| 7                  | 9,41                  |
| 8                  | 10,09                 |
| 9                  | 9,33                  |
| 10                 | 9,23                  |
| 11                 | 8,54                  |
| 12                 | 8,39                  |
| 13                 | 9,23                  |
| 14                 | 9,58                  |
| 15                 | 8,92                  |
| 16                 | 9,35                  |
| 17                 | 9,58                  |
| 18                 | 9,95                  |
| 19                 | 10,20                 |
| 20                 | 8,26                  |
| 21                 | 11,33                 |
| 22                 | 9,58                  |
| 23                 | 8,39                  |
| 24                 | 9,28                  |
| 25                 | 8,38                  |
| <b>Promedio</b>    | <b>9,27</b>           |
| <b>Suplementos</b> | <b>24</b>             |

| Tiempo mezclado antes | Tiempo mezclado despues | % disminución |
|-----------------------|-------------------------|---------------|
| 21.9 minutos          | 11.5 minutos            | 47,48%        |

La empresa adquirió el trompo mezclador y actualmente el tiempo de mezclado se disminuyó en un 47% lo que ha permitido la fundida de 2 lavaderos más

#### 4. Mejorar las condiciones del fundido de tapas

La figura 18 muestra que las tapas son realizadas en un mesón o piso en donde se colocan uno a uno los moldes engrasados y el operario esparce la mezcla de forma manual con la ayuda de un palustre o espátula. Esto hace que muchas veces no quede con buena consistencia, dureza y que la mezcla visualmente no sea la misma que la del lavadero disminuyendo así su calidad, además de que es mucho más demorado.



Figura 18: Elaboración de tapas

#### *Propuesta de mejora*

Para contrarrestar este aspecto se propone que las tapas al igual que los lavaderos se realicen utilizando el vibrador que ayude a que se compacte mejor, mejora la uniformidad del llenado y agiliza ésta labor.

### *Beneficios*

- Ahorro del tiempo de fundido de las tapas que incluye; engrasar el marco, colocar la mezcla y esparcir la mezcla que equivale a 2.95 min/tapa multiplicado por 22 tapas son 64.88 minutos.

Se calcula para el armado y llenado de este molde un tiempo similar al armado y llenado de un lavadero que equivale a 21.77 min por todas las tapas. Es decir el ahorro es de 43.11 min

- Ahorro de espacio para fundir. Para la fabricación de las tapas se necesita de un área mínima al tamaño de la tapa ( $0.24\text{m}^2$ ) y teniendo en cuenta que se fabrican 11 lavaderos, se deben realizar 22 tapas, es decir un espacio de 5.28 metros cuadrados. El costo de compra de un metro cuadrado en promedio es de \$50.000/metro por lo tanto el ahorro es de 264.000
- Ahorro de fatiga por parte del operario, ya que no debe en ningún momento trabajar agachado ni en posición incómoda
- Mejora de la calidad y apariencia de la tapa, ya que al utilizar el mismo mecanismo para su fabricación el vibrado hace que obtenga una mejor compactación que se refleja en mayor resistencia.

### *Requerimientos*

Se ha diseñado un mecanismo que consiste en una base con compartimientos movibles del grosor de las tapas de tal manera que faciliten su desprendimiento y además que no sea necesario de ningún mesón para colocarlas. Este mecanismo es similar al armado de los lavaderos y utiliza el vibrador para su llenado.

### *Costos*

Los costos de esta propuesta se calculan aproximadamente en 1.200.000 los cuales comprenden

|            |         |
|------------|---------|
| Materiales | 700.000 |
|------------|---------|

|              |         |
|--------------|---------|
| Mano de obra | 250.000 |
| Otros costos | 150.000 |
| Imprevistos  | 100.000 |

### *Evaluación de la mejora*

La propuesta fue estudiada por la gerencia y se inició el proceso de fabricación del molde respectivo.

Ya se han fundido las primeras tapas y la mejora fue notoria y muy beneficiosa. Es necesario hacerle algunos ajustes al molde pero en general está funcionando como se presupuestó. Ver figura 19



Figura 19: Molde para fabricar bases de lavaderos

### **5. Organizar el almacenamiento de los lavaderos fundidos**

A medida que se funden, los lavaderos se van almacenando sin organización definida, y al momento de sacar un lavaderos para pulir no se sabe cuanto tiempo lleva dicho lavadero en secado, y muchas veces se pulen lavaderos más recientes de lo permitido técnicamente.

### *Propuesta de mejora*

Inicialmente se propone marcar los lavaderos fundidos para conocer la fecha de elaboración y posteriormente organizarlos de acuerdo a dichas fechas lo que ayude a mantener un sistema FIFO de rotación, es decir, primer lavadero en fundir, primer lavadero en pulir.

### *Beneficios*

- Disminución de fracturas en los lavaderos debido al poco tiempo en secado
- Mejora del tiempo de búsqueda de un lavadero adecuado para pulir gracias a la organización y a colocación de las fechas.

### *Requerimientos*

- Mecanismo para fechar
- Organización de los lavaderos en la bodega

### *Costos*

Fechador: \$6.000

Días trabajo 2 operarios 5 a 15.000 c/u : 150.000

### *Evaluación de la mejora*

Inicialmente se organizó de una forma parcial los lavaderos en filas, teniendo en cuenta las fechas y las referencias, ya que debido al espacio no se pueden organizar de una mejor manera, pero este punto especialmente será tenido en cuenta a la hora de realizar el diseño de la nueva planta.

## **6. Disminución de los transportes innecesarios en el área de pulido**

El pulidor es el encargado de realizar las operaciones de destroncado, retape y afinado. Como se explicó en el proceso productivo, luego de que el lavadero es

retapado se debe retener al menos hasta el otro día antes de ser afinado. Lo que el operario hace es destroncar el lavadero, transportarlo a un sitio para retaparlo, moverlo nuevamente para dejarlo en secado y al otro día trasladarlo de nuevo para afinarlo.

### *Propuesta de mejora*

Después de destroncar el lavadero no hay necesidad de moverlo ya que este se puede retapar en el mismo sitio y además dejarlo secar hasta el otro día, para ahí mismo afinarlo disminuyendo así la mayoría de los transportes en esta zona.

### *Beneficios*

- Eliminación de los transportes innecesarios
- Ahorro de tiempo 2,23 minutos/lavadero
- Ahorro de fatiga por parte del operario, sin olvidar que un lavadero puede llegar a pesar hasta 100 kg. Por lo que un transporte menos implica un alivio sustancial de las condiciones de trabajo.
- Eliminación de congestión en los pasillos, sitios utilizados muchas veces para retapar los lavaderos.

### *Requerimientos*

Aumento del espacio destinado para el área de pulido

### *Costos*

Costo de adecuación de las instalaciones

### *Evaluación de la mejora*

Debido a que la empresa se va a trasladar de planta no vale la pena invertir una gran cantidad de dinero en adecuaciones de espacio en el lote actual. Pero este aspecto se tendrá en cuenta en la nueva empresa, por lo que allí se destinará un espacio mayor por pulidor para realizar estas operaciones.

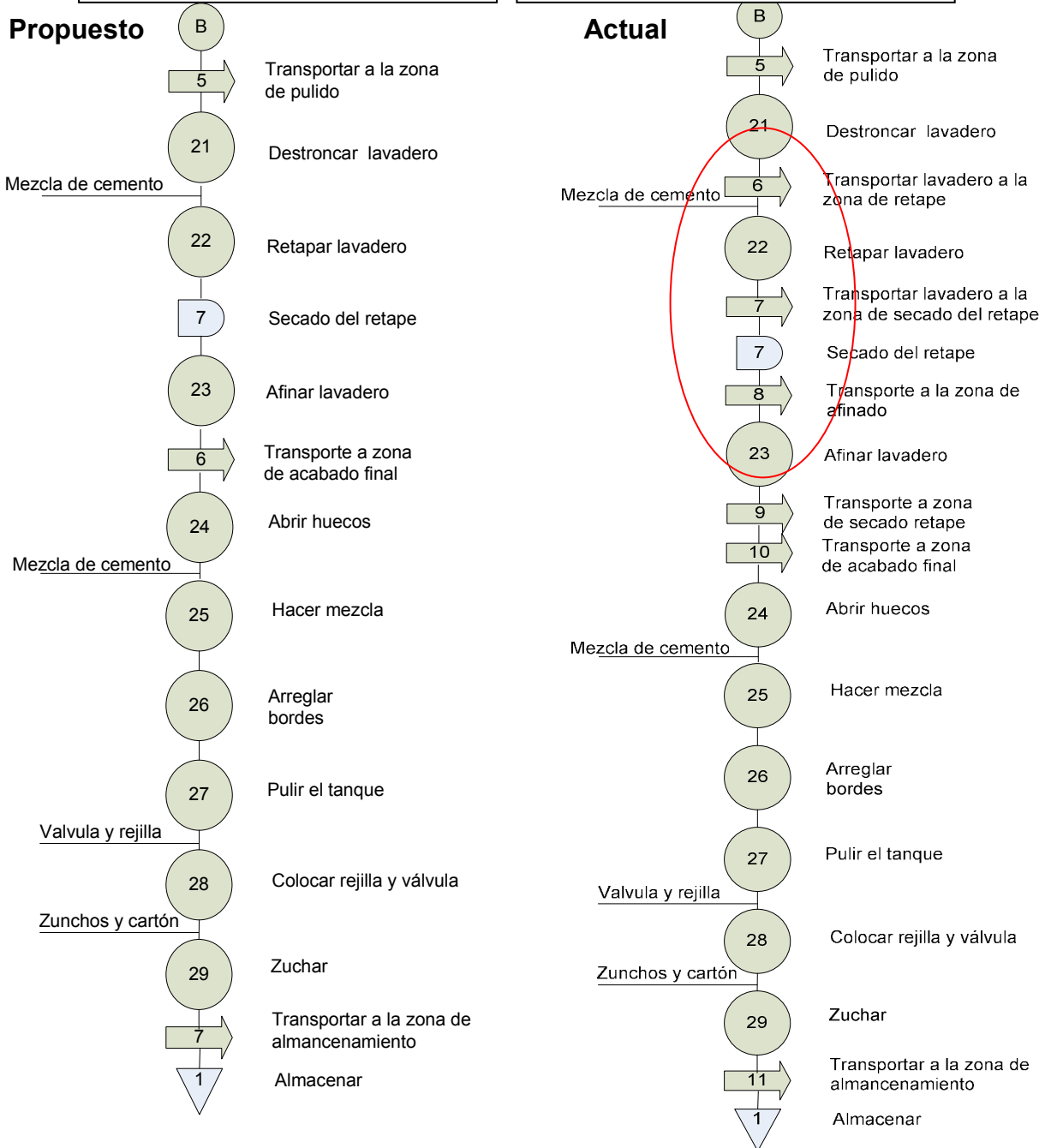
En la actualidad luego de destronado el lavadero se retapa inmediatamente y posteriormente se mueve a un área de secado del retape, lo que indica que se eliminó un transporte que equivale a 0.71 min/lavadero.

La porción del diagrama de operaciones actual y propuesto es:

## DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAVADEROS PREFABRICADOS EN GRANITO DE MÁRMOL

**Producto:** Lavadero en granito  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada  
**Método:** propuesto

**Comienza en:** Área de fundido  
**Termina en:** Bodega producto terminado  
**Resumen de actividades**  
 Total Operaciones: 29  
 Total Transportes: 7  
 Total esperas: 7



## 7. Mejorar la operación de repase en el triturado

La trituradora de mandíbulas tiene forma en V (Figura 20), al introducir la piedra por primera vez se tritura muy poco, lo cual hace que deba ser procesada varias veces hasta obtener el tamaño adecuado. Para esta operación de repase de piedra se requiere de un operario que todo el tiempo reciba el producto y lo lleve nuevamente hasta la trituradora.

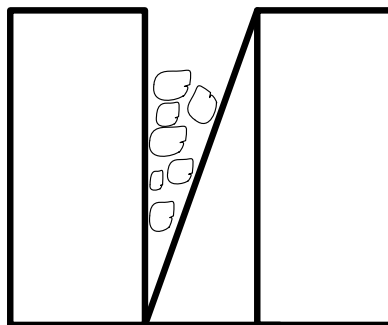


Figura 20: Situación actual de la mandíbula de la trituradora

### *Propuesta de mejora*

Se hicieron investigaciones a cerca de este tema y consultando con otras empresas similares, se descubrió que cuando la mandíbula es de forma ovalada (Figura 21) la piedra se tritura más y no produce residuos que deban ser reprocesados

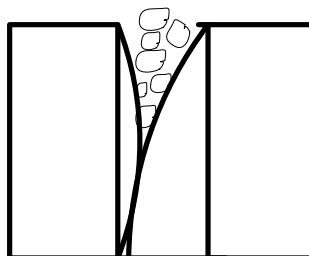


Figura 21: Situación futura de la mandíbula de la trituradora

### *Beneficios*

- Eliminar la operación de repase la cual es innecesaria y además tediosa
- Eliminación del operario que atiende esta labor (\$476.000/mes)
- La salida del grano se mejora en un 40% aproximadamente<sup>9</sup>

### *Costos*

La adecuación de la nueva mandíbula se calcula en \$2.750.000

Fundida de la nueva mandíbula: 2.000.000

Mano de Obra 200.000

Otros costos 300.000

Imprevistos 250.000

Tan pronto se produzca el traslado a la nueva planta se iniciarán las adecuaciones necesarias a la máquina.

## **8. Mejorar las condiciones del corte del retal**

El timón con el cual se dirige la piedra que pasa por el disco se encuentra muy abajo, lo que hace que tenga que trabajar agachado.

### *Propuesta de mejora*

Subir el timón de tal manera que el operario no tenga que trabajar en una posición incómoda.

### *Beneficios*

- Disminución de fatiga por parte del operario

---

<sup>9</sup> Fuente: Consulta de otras empresas similares (Baldosines y granitos Ltda)

- Aumento de la capacidad de corte ya que la posición incómoda hace que el operario se canse más rápido por lo que debe tener descansos más a menudo.

#### *Costos*

- Las modificaciones de esta máquina cuesta alrededor de 150.000 pesos. Esta propuesta fue aceptada por la empresa pero se esperará hasta la nueva planta para realizar su respectiva implementación.

### **9. Reducir el gasto de agua de la sección de pulido**

Uno de los procesos en el área de pulido requiere de agua para su funcionamiento, la cual puede ser reciclada y reprocesada para disminuir el gasto de éste líquido.

#### *Propuesta de mejora*

Adquirir una motobomba la cual permita impulsar el agua para que pueda ser reutilizada en el proceso de pulido

#### *Beneficios*

- Reducción del gasto de agua casi en un 100%

#### *Costos*

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Compra de motobomba:        | 1.000.000 |
| Mano de obra e instalación: | 400.000   |

Esta propuesta será tenida en cuenta en la nueva planta de producción

### **10. Implementar un mecanismo para el control de la producción**

En la empresa no se conoce con exactitud el nivel de producción de cada centro de trabajo, no se lleva un control de existencias de ningún tipo, solo un dato aproximado, no se sabe que hay en la bodega, ni que esta por salir, y en el

momento de atender a un cliente es muy ineficiente el servicio generalmente se debe ir hasta el sitio y preguntarle al operario.

*Propuesta de mejora*

Para el control de la producción se diseñaron unos formatos muy sencillos de entender y de diligenciar en donde cada operario encargado debe registrar el número de lavaderos que produce y su respectiva medida.

Ejemplo: Cada pulidor diligencia en formato de la siguiente manera

**LAVADEROS DESTRONCADOS**

| Fecha     | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | Lavatraperos | Total lavaderos |
|-----------|-----|----|----|----|----|--------------|-----------------|
| 1-may-06  | _   |    | _  |    |    |              | 5               |
| 2 -may-06 |     |    |    | _  |    |              | 3               |
| 3-may-06  | _   |    |    |    |    |              | 4               |

Las líneas en cada casilla representan cada uno de los lavaderos procesados. Por ejemplo, para este caso el primero de mayo se destroncaron 2 lavaderos de metro, 1 lavadero de 90, 2 lavaderos de 80 para un total de 5 lavaderos.

De igual manera se realizaron formatos para los lavaderos afinados, terminados y fundidos.

Al finalizar la jornada de trabajo se toman dichos datos y se registran en el computador para que se produzcan los saldos del día. Por ejemplo: el número de lavaderos destroncados será igual a : saldo lavaderos destroncados del día anterior + lavaderos destroncados del día – lavaderos afinados del día

En el computador se diseñó una hoja en Excel muy sencilla en donde se ingresan los datos provenientes de los operarios y de acuerdo a los saldos que arroje se realiza un conteo rápido de las existencias.

El libro en Excel consta de 6 hojas en donde cada una representa una operación Fundido, destroncado, afinado, terminado.

Cada hoja se divide básicamente en 2: Diario y Saldo Ver figura 22.

Diario: corresponde a los lavaderos procesados del día. Allí se registran por fecha cada uno de los lavaderos que se procesan en ese día con sus respectivas medidas, teniendo en cuenta el centro de trabajo por donde pasaron.

Saldo: Como su nombre lo indica se refiere al saldo de lavaderos de esa operación. Por medio de una fórmula sencilla se calcula el saldo de lavaderos según corresponda la operación.

Las hojas fundido, destroncado, afinado y terminado son iguales.

También se creó una hoja llamada pulidores. Figura 23. A estos empleados se les paga por tarea, y cada uno es independiente en su labor, así que se lleva un control por cada uno de los pulidores que existan.

Los datos se toman del formato diligenciado por ellos mismos, se transcribe a la hoja de cálculo y ella misma alimenta las hojas destroncado y afinado automáticamente.

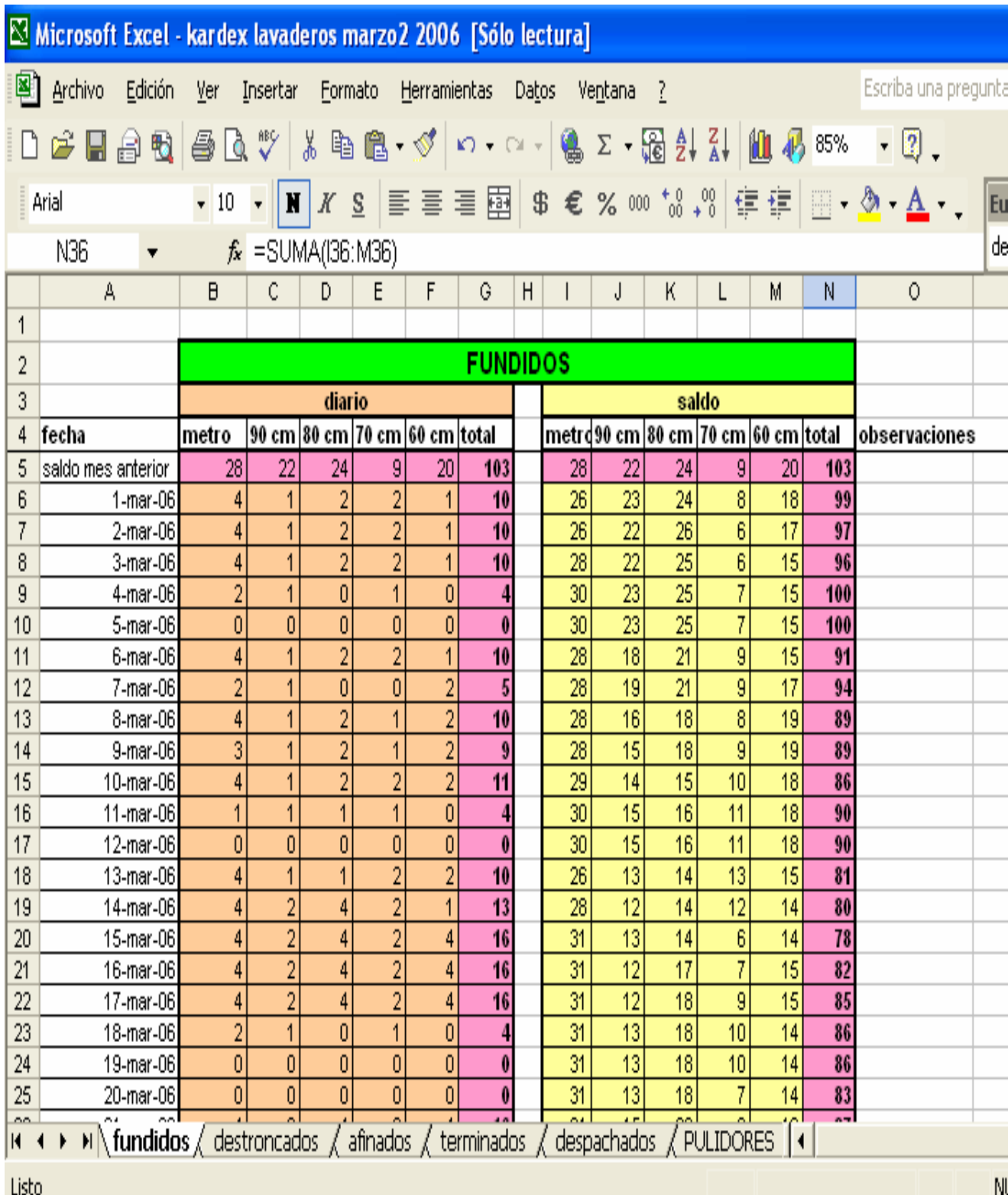


Figura 22: Formatos de registros de producción de lavaderos prefabricados

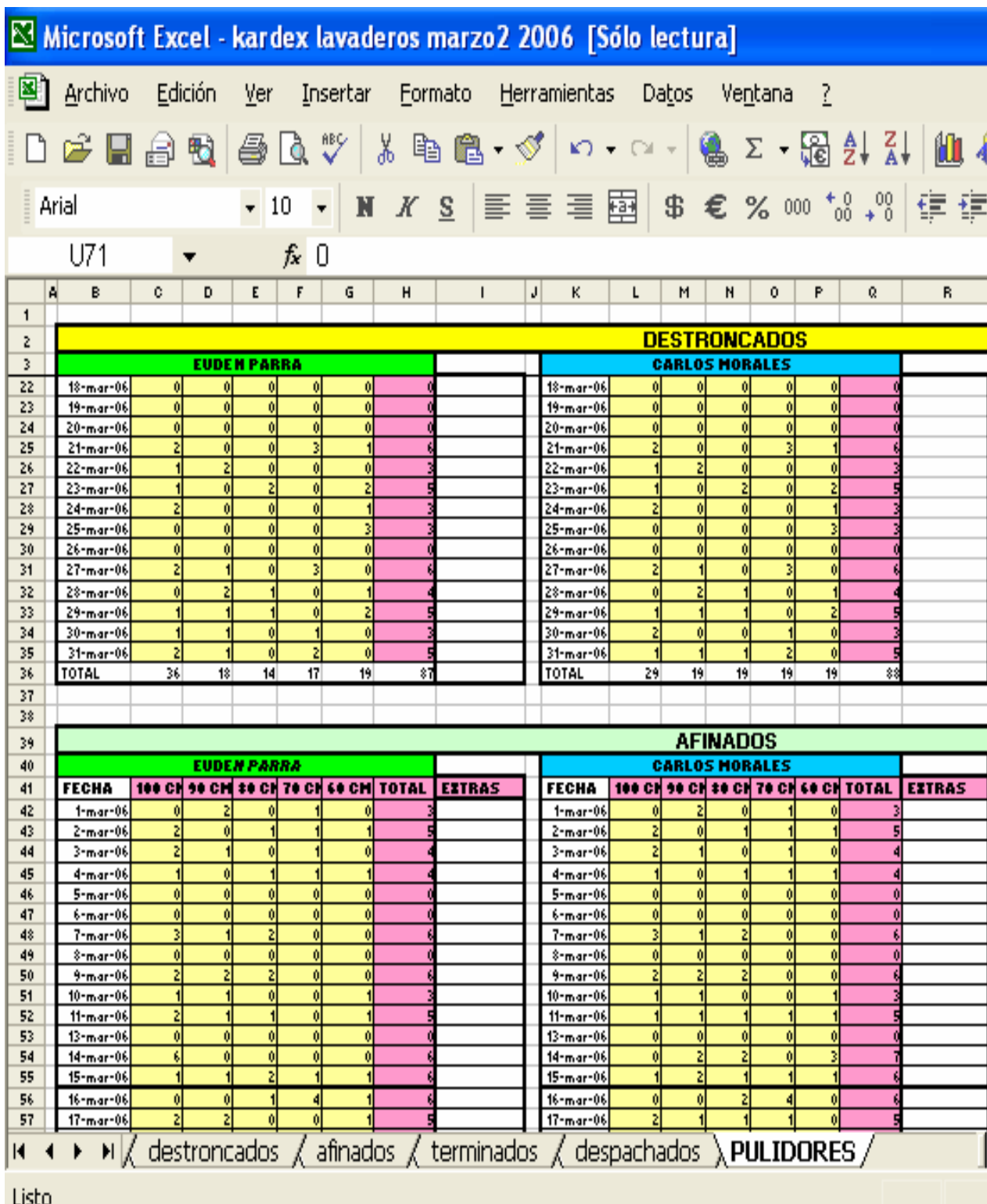


Figura 23: Formato de registro de pulidores

### *Beneficios*

- Mantener registros que permitan hacer análisis, estudios, proyecciones entre otros
- Controlar las existencias en bodega que disminuyan pérdidas o robos.
- Contar con información real para brindar un mejor servicio al cliente

### *Requerimientos*

Crear mecanismos de registro de la producción

### *Costos*

Costos de papelería utilizados para crear los formatos calculados en 5.000 pesos/mes

### *Evaluación de la mejora*

Este mecanismo aunque poco tecnificado ha sido de gran ayuda no solo para el control de las existencias y devoluciones, sino que a permitido agilizar el servicio, organizar y controlar la producción, y además ha servido también para aligerar los pagos de nómina ya que de acuerdo a como se van llenado los datos diariamente, la hoja calcula el total a pagar para los pulidores y para el operario de acabado final en cada quincena, operación que se hacía manual y que además de demorada era inexacta ya que el pulidor llevaba sus propias cuentas y nadie verificaba la validez de la información suministrada por él.

## **11. Crear un mecanismo de registro de las ventas**

La empresa únicamente conoce el total de las ventas mensuales en pesos, pero no cuenta con datos por unidades ni clasificados por productos, información necesaria para fijar estrategias, hacer pronósticos, entre otros.

### *Propuesta de mejora*

Se diseñó un libro en Excel que contabilice las ventas mensuales tanto en dinero como en unidades. Ver figura 24 y 25.

El libro consta de 6 hojas distribuidas por productos:

**Granito:** Registra las ventas de granito en sus diferentes colores y tamaños

**Retal y coralina:** Ventas de retal de mármol y retal de coralina

**Lavaderos:** Ventas de lavaderos en granito

**Otros:** Ventas de otros productos de menor rotación como balustras, dilataciones, cemento, etc.

**Ventas diarias:** Calcula el total de las ventas del día por productos

**Ventas total:** Acumula el total de las ventas del mes por productos, en unidades y en pesos.

| MÁRMOLES & BLOQUES UNIDADES VENDIDAS ENERO 2006 GRANITO DE MÁRMOL |           |           |     |         |         | MÁRMOLES & BLOQUES UNIDADES VENDIDAS ENERO 2006 GRANITO DE MÁRMOL |           |           |     |         |         |           |            |             |     |         |         |
|---|-----------|-----------|-----|---------|---------|---|-----------|-----------|-----|---------|---------|-----------|------------|-------------|-----|---------|---------|
| Rosado  |           |           |     |         |         | Blanco  |           |           |     |         |         | Gris      |            |             |     |         |         |
| FECHA   | Nu. Facts | TIPO      | \$  | Cantida | Valor   | FECHA   | Nu. Facts | TIPO      | \$  | Cantida | Valor   | FECHA     | Nu. Facts  | TIPO        | \$  | Cantida | Valor   |
| 7-ene-06  | 1709      | razada    | 2,5 | 10      | 150.000 | 2-ene-06  | 1639      | marmalina | 0   | 12      | 72.000  | 6-ene-06  | 1700       | blanca verd | 4   | 3       | 16.000  |
| 8-ene-06  | 1772      | hulla     | 2   | 20      | 270.000 | 3-ene-06  | 1680      | marmalina | 0   | 4       | 20.000  | 6-ene-06  | 1703       | gris        | 2   | 35      | 245.000 |
| 9-ene-06  | 1776      | hulla     | 2   | 20      | 270.000 | 4-ene-06  | 342       | blanca    | 2   | 50      | 324.974 | 6-ene-06  | 1706       | gris        | 2   | 5       | 30.000  |
| 10-ene-06   | 1784      | hulla     | 2   | 10      | 135.000 | 4-ene-06  | 1692      | blanca    | 2   | 3       | 45.000  | 6-ene-06  | 1746       | gris        | 2   | 10      | 65.006  |
| 11-ene-06   | 1787      | marmalina | 0   | 2       | 8.000   | 6-ene-06  | 1697      | marmalina | 0   | 2       | 10.000  | 7-ene-06  | 1709       | blanca gris | 2   | 4       | 34.000  |
| 12-ene-06   | 1792      | hulla     | 2   | 25      | 337.500 | 6-ene-06  | 1700      | carriente | 4   | 1,5     | 9.750   | 7-ene-06  | 1709       | blanca verd | 2,5 | 2       | 17.000  |
|   |           |           |     |         |         | 6-ene-06  | 1700      | carriente | 2,5 | 1       | 6.500   | 9-ene-06  | recibocaja | blanca gris | 2   | 2       | 13.000  |
|   |           |           |     |         |         | 6-ene-06  | 346       | carriente | 2   | 10      | 65.006  | 11-ene-06 | 348        | blanca gris | 2   | 30      | 194.825 |
|   |           |           |     |         |         | 6-ene-06  | 346       | marmalina | 0   | 10      | 34.997  | 11-ene-06 | 1713       | blanca gris | 2,5 | 4       | 26.000  |
|   |           |           |     |         |         | 7-ene-06  | 1708      | carriente | 2   | 3       | 56.000  | 11-ene-06 | 1713       | marmalina   | 0   | 1       | 4.000   |
|   |           |           |     |         |         | 11-ene-06   | 1710      | hulla     | 2   | 10      | 100.000 | 12-ene-06 | 1716       | marmalina   | 0   | 1       | 4.000   |
|   |           |           |     |         |         | 11-ene-06   | 1712      | carriente | 4   | 10      | 70.000  | 12-ene-06 | 1717       | marmalina   | 0   | 2       | 3.000   |
|   |           |           |     |         |         | 12-ene-06   | 1717      | marmalina | 0   | 1       | 5.500   | 12-ene-06 | 1718       | blanca gris | 2,5 | 4       | 26.000  |
|   |           |           |     |         |         | 14-ene-06   | 1723      | hulla     | 2   | 10      | 95.000  | 14-ene-06 | 1723       | blanca gris | 2   | 10      | 70.000  |
|   |           |           |     |         |         | 14-ene-06   | 1725      | carriente | 2   | 12      | 84.000  | 14-ene-06 | 1724       | blanca gris | 2   | 20      | 140.000 |
|   |           |           |     |         |         | 16-ene-06   | 351       | carriente | 2,0 | 50      | 350.000 | 14-ene-06 | 1724       | blanca gris | 2,5 | 5       | 35.000  |
|   |           |           |     |         |         | 16-ene-06   | 1733      | carriente | 2   | 70      | 455.000 | 14-ene-06 | 1724       | marmalina   | 0,0 | 5       | 20.000  |
|   |           |           |     |         |         | 17-ene-06   | 1735      | carriente | 2   | 5       | 35.000  | 17-ene-06 | 1738       | marmalina   | 0,0 | 5       | 20.000  |
|   |           |           |     |         |         | 17-ene-06   | 1738      | marmalina | 0   | 2       | 10.000  | 21-ene-06 | 1753       | blanca gris | 2,5 | 20      | 140.000 |
|   |           |           |     |         |         | 18-ene-06   | 453       | carriente | 1   | 6,5     | 414.700 | 24-ene-06 | 1766       | gris        | 2,5 | 20      | 140.000 |
|   |           |           |     |         |         | 18-ene-06   | 454       | carriente | 2   | 2       | 14.000  | 24-ene-06 | 361        | blanca gris | 2   | 20      | 139.829 |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 1740      | carriente | 2   | 4       | 28.000  | 27-ene-06 | 367        | blanca gris | 2   | 2       | 14.000  |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 1742      | marmalina | 0   | 50      | 175.000 | 20-ene-06 | 1781       | gris        | 1   | 0,5     | 3.000   |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 1742      | carriente | 2   | 50      | 325.000 | 20-ene-06 | 1782       | blanca gris | 2   | 15      | 105.000 |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 1742      | carriente | 2,5 | 50      | 325.000 | 20-ene-06 | 1783       | blanca gris | 2   | 5       | 35.000  |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 354       | carriente | 1   | 15      | 95.700  |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 355       | carriente | 1   | 35      | 223.300 |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 19-ene-06   | 1746      | marmalina | 0,0 | 0,5     | 2.750   |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 20-ene-06   | 1748      | carriente | 1   | 12      | 78.000  |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 20-ene-06   | 1749      | marmalina | 0   | 6       | 30.000  |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 20-ene-06   | 1751      | carriente | 1,0 | 2       | 12.000  |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 21-ene-06   | 1753      | carriente | 2,0 | 50      | 350.000 |           |            |             |     |         |         |
|   |           |           |     |         |         | 24-ene-06   | 350       | marmalina | 0   | 25      | 137.429 |           |            |             |     |         |         |

Figura 24: Formato de registro de ventas

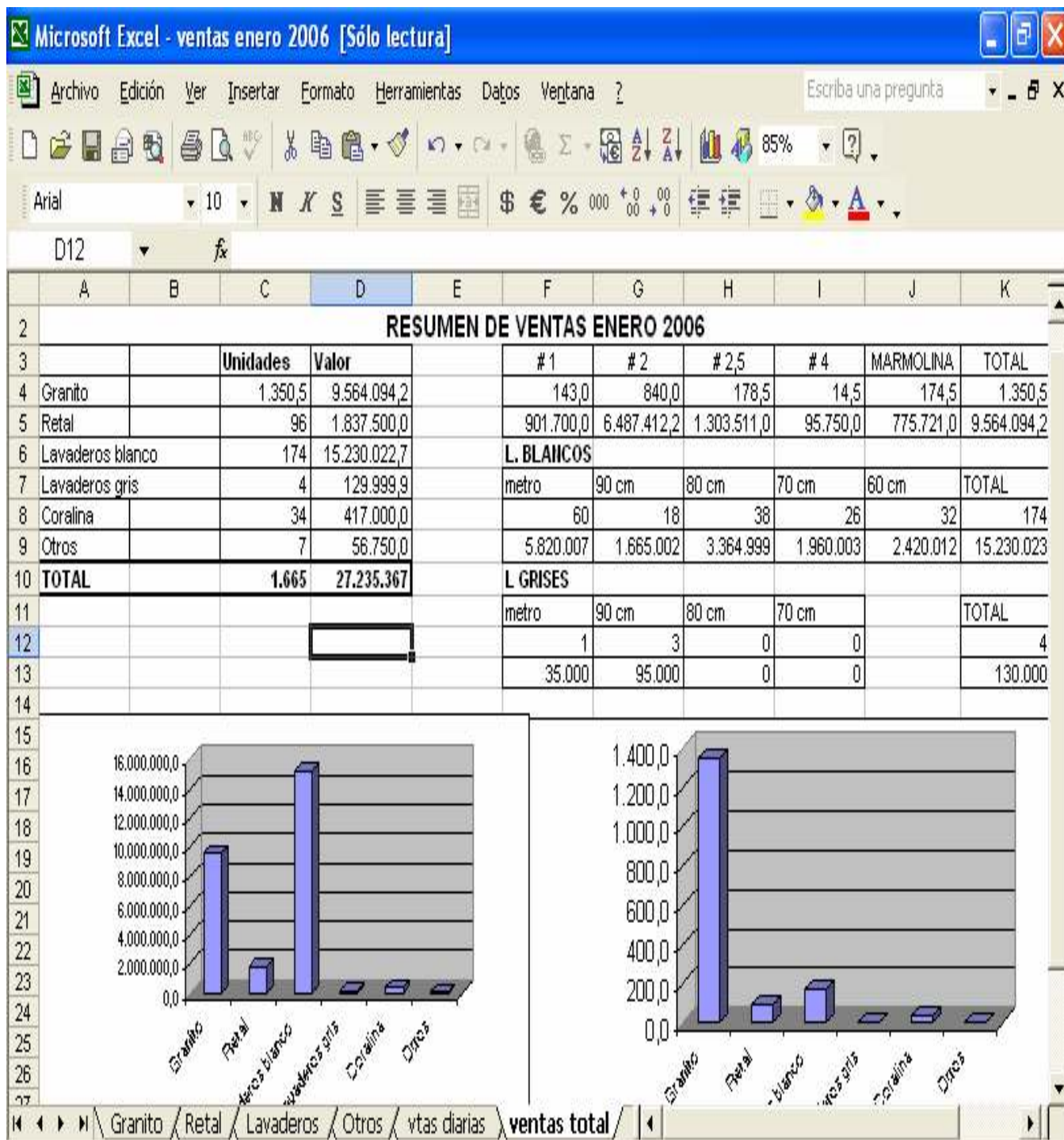


Figura 25: Formato de resumen de ventas

Adicionalmente se construyó un libro que almacena automáticamente las ventas del año para conocer de forma inmediata su comportamiento general Figura 26 y figura 27.

Microsoft Excel - Comportamiento ventas 2006 [Sólo lectura]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? Escriba una pregunta

115 fx

|    | A | B   | C                 | D                 | E                | F                 | G                | H                | I                  | J |
|----|---|---|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|---|
| 4  |   | ENERO   | 1.351             | 174               | 4                | 96                | 34               | 7                |                    |   |
| 5  |   | FEBRERO   | 1.392             | 212               | 4                | 139,9             | 105              | 73               |                    |   |
| 6  |   | MARZO   | 1.182             | 236               | 3                | 447               | 29               | 128              |                    |   |
| 7  |   | ABRIL   | 1.590             | 179               | 1                | 143               | 42               | 226              |                    |   |
| 8  |   | MAYO  | 166               | 28                | 2                | 2                 | 0                | 5                |                    |   |
| 9  |   | JUNIO   | 0,0               | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 10 |   | JULIO   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 11 |   | AGOSTO  | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 12 |   | SEPTIEMBRE  | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 13 |   | OCTUBRE   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 14 |   | NOVIEMBRE   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 15 |   | DICIEMBRE   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                |                    |   |
| 16 |   | TOTAL   | 5.679,7           | 829,0             | 14,0             | 827,4             | 210,0            | 438,5            |                    |   |
| 17 |   |   | 5.679,7           | 829               | 14               | 827,4             | 210              | 438,5            |                    |   |
| 18 |   |   | <b>CORRECTO</b>   | <b>CORRECTO</b>   | <b>CORRECTO</b>  | <b>CORRECTO</b>   | <b>CORRECTO</b>  | <b>CORRECTO</b>  |                    |   |
| 19 |   |   |                   |                   | PESOS            |                   |                  |                  |                    |   |
| 20 |   | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b>   |                   |                   |                  |                   |                  |                  |                    |   |
| 21 |   | <b>RESUMEN VENTAS TOTAL AÑO 2006</b>  |                   |                   |                  |                   |                  |                  |                    |   |
| 22 |   |   | <b>GRANITO</b>    | <b>LAVADEROS</b>  | <b>LAVADEROS</b> | <b>RETAL</b>      | <b>CORALINA</b>  | <b>OTROS</b>     | <b>TOTAL MES</b>   |   |
| 23 |   | ENERO   | 9.564.094         | 15.230.023        | 130.000          | 1.837.500         | 417.000          | 56.750           | 27.235.367         |   |
| 24 |   | FEBRERO   | 10.194.900        | 18.805.101        | 131.001          | 3.300.002         | 1.260.012        | 735.500          | 34.426.517         |   |
| 25 |   | MARZO   | 8.841.480         | 20.591.605        | 99.999           | 9.060.007         | 357.005          | 4.421.000        | 43.371.097         |   |
| 26 |   | ABRIL   | 11.451.500        | 16.260.000        | 35.000           | 2.857.000         | 504.000          | 1.971.000        | 33.078.500         |   |
| 27 |   | MAYO  | 1.406.500         | 2.605.000         | 70.000           | 30.000            | 0                | 95.000           | 4.206.500          |   |
| 28 |   | JUNIO   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 29 |   | JULIO   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 30 |   | AGOSTO  | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 31 |   | SEPTIEMBRE  | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 32 |   | OCTUBRE   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 33 |   | NOVIEMBRE   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 34 |   | DICIEMBRE   | 0                 | 0                 | 0                | 0                 | 0                | 0                | 0                  |   |
| 35 |   | <b>TOTAL VENT.</b>  | <b>41.458.475</b> | <b>73.491.730</b> | <b>466.000</b>   | <b>17.084.509</b> | <b>2.538.017</b> | <b>7.279.250</b> | <b>142.317.981</b> |   |
| 36 |   |   | 41.458.475        | 73.491.730        | 466.000          | 17.084.509        | 2.538.017        | 7.279.250        | 142.317.981        |   |
| 37 |   |   | <b>CORRECTO</b>   | <b>CORRECTO</b>   | <b>CORRECTO</b>  | <b>CORRECTO</b>   | <b>CORRECTO</b>  | <b>CORRECTO</b>  | <b>CORRECTO</b>    |   |
| 38 |   | LAVADEROS BLANCO / LAVADEROS GRIS / RETAL Y CORALINA / OTROS / VENTAS AÑO / G. VTAS A |                   |                   |                  |                   |                  |                  |                    |   |

Listo

Figura 26: formato de resumen de ventas al año

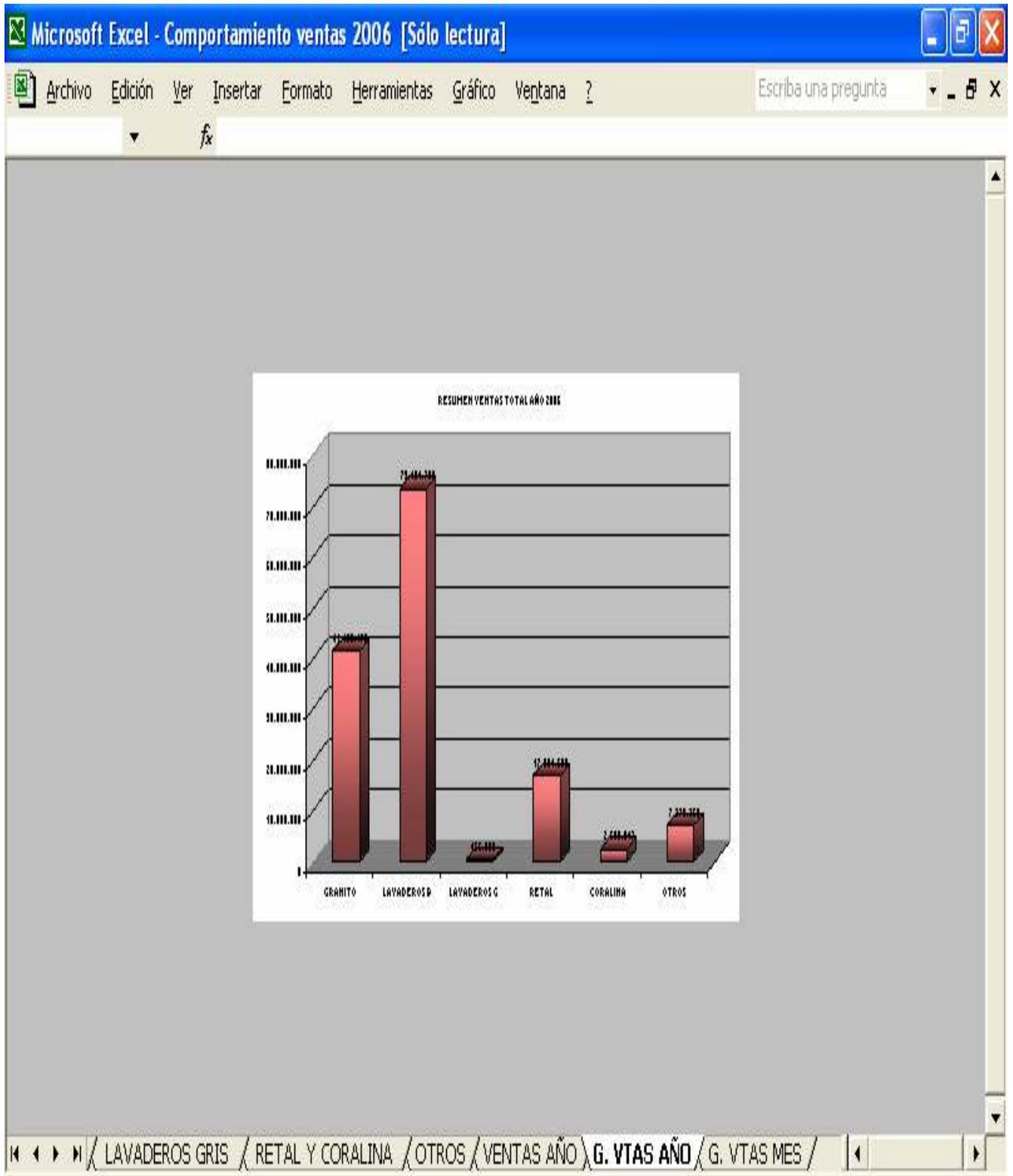


Figura 27: Formato de resumen de ventas anuales

### *Beneficios*

- Conocer el nivel de ventas mensuales por productos en unidades y en pesos
- Obtener de una forma ordenada y completa la información de las ventas mensuales y anuales
- Mantener datos históricos que ayuden a hacer proyecciones

### *Costos*

En realidad no se incurre en ningún costo ya que la información se almacena en el computador y no hay necesidad de contratar a nadie para realizar esta labor.

### *Evaluación de la mejora*

El mecanismo ha funcionado muy bien ya que se ajusta a las necesidades de la empresa, es sencillo, fácil de alimentar y presenta los datos organizados de una forma simple.

## **4.7.1 RESUMEN GLOBAL DE LAS MEJORAS**

Tabla 30: Resumen de mejoras

| <b>PROPUESTA</b>                            | <b>BENEFICIOS</b>   |  |
|---|---|--|
| <i>SECCIÓN FUNDIDO</i>                      |   |  |
| Mejorar el mecanismo de polea en el fundido | Aumento en la velocidad de desplazamiento en un 48%<br>Mejorar condiciones de fatiga del operario, lo que crea una mejor disposición a aumentar la capacidad de producción. | Las mejoras en el área de fundido en conjunto han permitido que se fundan 2 lavaderos diarios más con las mismas herramientas de trabajo, este aumento representa 44 lavaderos más |
| Organización de                             | Disminuir los tiempos de  |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| bultos y herramientas  | búsqueda de materiales  | <p>al mes, que a un precio de venta promedio de 90.000 equivale a 3.960.000 pesos adicionales de ventas mensuales.</p> <p>Se obtuvo un ahorro de espacio para fundir tapas de 5,28 metros cuadrados que equivalen a 264.000 pesos mensuales. Dicho espacio se utiliza actualmente para ubicar los lavaderos adicionales.</p> <p>Además se han mejorado las condiciones de trabajo, y se trabaja en un ambiente más agradable.</p> |
| Mejorar el mezclado de los lavaderos                             | <p>Mejora en la consistencia de la mezcla</p> <p>Disminución en el tiempo de mezclado</p>   |   |
| Cambio en la forma de hacer las tapas                            | <p>Disminución en el tiempo de fundido de las tapas en 43.11 min</p> <p>Disminución de espacio necesario para fundir</p> <p>Mejora en la calidad de la tapa</p> |   |
| <i>SECCIÓN PULIDO</i>  |   |   |
| Organizar los lavaderos fundidos                                 | <p>Disminución de fracturas de los lavaderos</p> <p>Disminución del tiempo de búsqueda de lavaderos para pulir</p>  | <p>Las mejoras en el área de pulido han contribuido a la organización de la empresa, los lavaderos se encuentran en su lugar, disminuyendo tiempos de búsqueda</p> <p>La disminución de transportes permite la pulida de un lavadero más a la semana lo cual justifica el</p>   |
| Disminución de los transportes innecesarios en el área de pulido | <p>Reducción del tiempo empleado en transportes en 2,23 min/lavadero que equivale a 44 minutos semanales, que representa</p>                                    |   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | un lavadero adicional.   | aumento de producción en el área de fundido.  |
| Reducción del gasto de agua en el área de pulido | Disminución de los costos de producción  | Actualmente se consumen 1500 litros diarios de agua en el área de pulido, a un costo de 100 pesos/m <sup>3</sup> equivalen a un ahorro de 150.000 pesos mensuales.  |
| <b>SECCIÓN TRITURADO</b>                         |  |   |
| Modificar la mandíbula de la trituradora         | Reducción de un operario<br>Aumento en la velocidad de salida del grano                  | La reducción de un operario trae consigo ahorros de 5.712.000 pesos anuales<br>La reducción en el tiempo de procesamiento es del 40%, es decir de 102,77 min/ton se disminuiría a 61.66min/ton, lo que permitirá triturar 2,4 toneladas/día más que representan 60 bultos de granito a un precio de venta promedio de 7.000 equivale a un aumento de 8.400.000 pesos mensuales más de ventas. |
| <b>ADMINISTRACION Y CONTROL</b>                  |  |   |
| Crear un mecanismo de control                    | Mantener registros que permitan hacer análisis, estudios y proyecciones<br>Controlar las |   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>producción de lavaderos</p>                  | <p>existencias en bodega que disminuyan pérdidas o robos.<br/>         Contar con información real para brindar un mejor servicio al cliente</p>   |  |
| <p>Crear un mecanismo de registro de ventas</p> | <p>Conocer el nivel de ventas mensuales por productos en unidades y en pesos.<br/>         Obtener de una forma ordenada y completa la información de las ventas mensuales y anuales.<br/>         Mantener datos históricos que permitan a hacer proyecciones y pronósticos</p> |  |

## 5. CARACTERIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

En este punto del proyecto es necesario realizar una identificación de los equipos que forman o formarán parte de las líneas de producción y los requerimiento de cada uno de ellos como servicios de electricidad, agua, etc, así como sus dimensiones, lo que permitirá disponer correctamente de los espacios, indispensable para diseñar las alternativas.

Además dicha información también servirá de base para iniciar con el proceso de creación de un programa de mantenimiento estructurado que ayude a la conservación de los equipos en la empresa.

Inicialmente se codificarán los equipos, se les hará un diagnóstico inicial y se realizarán las hojas de vida correspondiente incluyendo información general como ubicación, referencia, características del motor, corriente eléctrica, tipos de refrigeración y lubricación, aditamentos especiales, entre otras.

La codificación de los equipos se construirá de acuerdo con las siguientes reglas:

El código consta de 6 dígitos expresados así:

Los dos primeros corresponderán a la ubicación de la máquina, los dos siguientes al nombre de la misma y los 2 últimos al número de orden.

Para la ubicación se identificaron los siguientes centros de trabajo

Tabla 31: Identificación de los centros de trabajo

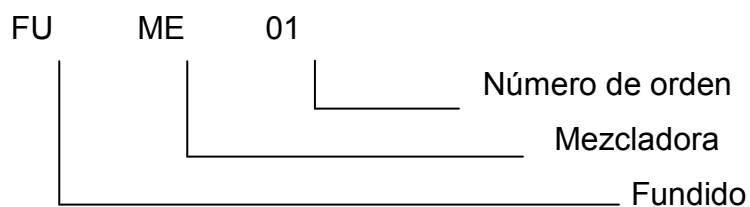
| UBICACIÓN           | NOMENCLATURA |
|---------------------|--------------|
| Fundido             | FU           |
| Pulido de lavaderos | PL           |
| Pulido de tapas     | PT           |
| Acabado final       | AF           |
| Triturado           | TR           |
| Corte               | CO           |
| Almacén             | AL           |

El listado de máquinas es el siguiente

Tabla 32: Listado de máquinas

| MÁQUINA              | NOMENCLATURA | ESTADO |
|----------------------|--------------|--------|
| Mezcladora de trompo | ME           | Bueno  |
| Vibro-compactadora   | VI           | Bueno  |
| Pulidora             | PU           | Bueno  |
| Mini – pulidora      | MP           | Bueno  |
| Trituradora          | TR           | Bueno  |
| Clasificador         | CL           | Bueno  |
| Cortadora            | CO           | Bueno  |

Por ejemplo, el código para el trompo mezclador es el siguiente



Se anexará además un espacio para que se inicie el proceso de seguimiento de actividades de mantenimiento.

La responsabilidad de completar los registros quedará en manos del futuro personal destinado al mantenimiento de la planta.

Las hojas de vida de cada una de las máquinas se muestran en el anexo O

## **6. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Luego de recopilar la información necesaria, es preciso iniciar el proceso de depuración de la misma que nos conduzca hacia la construcción de las alternativas de planta.

Actualmente la producción mensual de lavaderos en Mármoles & Bloques es en promedio de 200 lavaderos, cifra que se obtuvo del análisis de la capacidad utilizada en la empresa.

La visión de la dirección de la empresa al diseñar la planta es invertir capital en adecuaciones de espacio y equipos enfocada al aumento de la capacidad de ésta línea por lo menos al doble de la producción actual.

La línea de granito tendrá aumento solamente en la cantidad que se requiera para los lavaderos prefabricados y la línea de retal de mármol seguirá teniendo el mismo esquema actual de producción bajo pedido.

El estudio de tiempos realizado muestra que en la línea de lavaderos prefabricados cualquier aumento en la capacidad de alguno de sus centros de trabajo necesariamente implica aumento en los otros dos. En el numeral 3.7 se hicieron algunas propuestas que mejoran la eficiencia de los centros de trabajo, las cuales fueron evaluadas y aprobadas ya que son de fácil implementación. Sin embargo esto no es suficiente para el nivel de producción que se proyecta, y teniendo en cuenta que la adquisición de tecnología requeriría de una inversión muy elevada, la empresa ha decidido optar por la contratación de mayor personal en el área de pulido y acabado y comprar la mezcladora en el área de fundido.

De acuerdo con las proyecciones de la empresa, a continuación se realizarán los cálculos del nivel de producción de lavaderos que deberá tener la empresa y los requerimientos necesarios para cumplirla.

### Lavaderos prefabricados

Tabla 33: Cálculos de nivel de producción de lavaderos futura

| Producción mensual estimada | Producción diaria lavaderos | Requerimientos Triturado bultos |       |    | Fundido lavaderos | Pulido lavaderos | Acabado final lavaderos |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------|----|-------------------|------------------|-------------------------|
|                             |                             | #2                              | #21/2 | M  |                   |                  |                         |
| 400                         | 20                          | 35.67                           | 23.97 | 15 | 20                | 20               | 20                      |

Después de realizar la programación del nivel de producción que tendrá la empresa, es indispensable hacer la planeación de materias primas y demás insumos, como aditamentos, empaques y embalajes. Estos insumos demandan espacios de almacenamiento que deben ser tenidos en cuenta desde el principio de la planeación de instalaciones.

## 6.1 LAVADEROS PREFABRICADOS

### 6.1.1 Espacio para almacenes y bodegas

#### 6.1.1.1 Almacén de materia prima

- **Cemento:** Materia prima indispensable para la producción de lavaderos. Teniendo en cuenta el tamaño de pedidos, tiempos de entrega y la exactitud Ver anexo I se tiene:

Los pedidos son entre 10 y 50 bultos de cemento

Consultando la gerencia se estimó que el tiempo de entrega del pedido depende del proveedor, para unos es de 2 a 3 días, para otros es entrega inmediata o un día y para otros varía entre 3 días a una semana.

En época de invierno el suministro es irregular, no se tiene una garantía real en el despacho.

Las entregas parciales son entre 25 y 30 bultos.

De acuerdo con la capacidad proyectada en la empresa se requieren las siguientes cantidades de cemento, teniendo en cuenta que en promedio para fundir un lavadero se necesita 60% de un bulto.

Tabla 34: Cantidad de cemento requerido para la producción según tiempo de entrega entre pedidos

| Capacidad programada | Producción diaria | # bultos requeridos (un turno) | Tiempo de entrega de pedidos |          |          |          |
|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|
|                      |                   |                                | c/día                        | c/2 días | c/3 días | c/semana |
| 400 lavad.           | 20                | 14.15                          | 15                           | 29       | 43       | 78       |

Teniendo en cuenta la escasez debido a la temporada de invierno y otros imprevistos que puedan afectar el suministro se decidió dejar un espacio prudente para almacenar 156 bultos de cemento que equivale a 2 semanas de pedido de tal manera que se minimicen los faltantes.

Las dimensiones de los bultos de cementos son 40 cm X 60 cm y un arrume máximo de 10 bultos, es decir se necesitan 3,74 m<sup>2</sup> más una holgura del 5% se requiere 3.93 m<sup>2</sup> de espacio para el almacenamiento de cemento.

- **Granito:** El granito utilizado para la fabricación de lavaderos es de 3 colores: Amarillo, blanco gris y negro.

El granito es producido en la misma empresa por lo que el tiempo de pedido varía de 2 a 3 días teniendo en cuenta la programación de la trituradora

**Granito amarillo o negro**

Tabla 35: Resumen de granito amarillo o negro requerido según el tiempo entre pedidos

| Capacidad programada | Producción diaria | Bultos Necesarios (Un turno) | # bultos requeridos según el tiempo de entrega de pedidos |          |
|----------------------|-------------------|------------------------------|---|----------|
|                      |                   |                              | c/2 días  | c/3 días |
| 400 lavad.           | 20                | 14.1 #2                      | 28# 2   | 42 # 2   |
|                      |                   | 14.1 #2½                     | 28 # 2 ½  | 42 # 2 ½ |

El pedido mínimo es de 140 bultos de # 2 y 40 bultos de 2<sup>1/2</sup> lo que corresponde a al procesamiento de un viaje de aproximadamente 10.000 kg.

De acuerdo con los puntos anteriores se decidirá dejar un espacio para el almacenamiento de 156 bultos de granito # 2 y 156 bultos de granito # 2 ½ que corresponden a 2 semanas de trabajo.

Las dimensiones de los bultos son de 0.6 m<sup>2</sup> X 0.45 m<sup>2</sup> y un arrume máximo de 10 bultos, por lo tanto se necesitan 4.21 m<sup>2</sup> para el granito # 2 y 4.21 m<sup>2</sup> para el granito # 2 ½. Con una holgura del 5% se requieren 4.5m<sup>2</sup> para cada tipo de granito.

*Granito blanco gris:*

Este tipo de rajón escasea mucho en el mercado y su despacho es irregular y muy demorado.

El tiempo de entrega varía entre uno y dos meses desde que se realiza el pedido, y aún así no existe una garantía real para el despacho.

Las entregas son en promedio de 18.000 kg. (Un viaje)

Teniendo en cuenta que se requiere cantidades superiores a las que la empresa produce y que el despacho del rajón es muy variable, se ha decidido contactar un nuevo proveedor que abastezca el granito y marmolina suficiente que permita cumplir con la producción de lavaderos proyectada.

El pedido mínimo de dicho proveedor es de 12 toneladas entre granito y marmolina, con despachos semanales.

Tabla 36: Resumen de cantidad de granito blanco gris requerido según tiempo de entrega entre pedidos.

| Capacidad programada | Producción diaria | Bultos necesarios (un turno) | # bultos requeridos según el tiempo de entrega de pedidos |              |
|----------------------|-------------------|------------------------------|---|--------------|
|                      |                   |                              | c/semana  | c/ 2 semanas |
| 400 lavaderos        | 20                | 24#2                         | 132   | 264          |
|                      |                   | 12.1 #2½                     | 67  | 134          |
|                      |                   | 16 marmolina                 | 88  | 176          |

De acuerdo con el tiempo de entrega y los factores antes mencionados se decidirá dejar un espacio para almacenar 264 bultos de granito # 2, 134 bultos de granito # 2 ½ y 176 bultos de marmolina gris que es lo que se necesitaría para producir 2 semanas. Con las dimensiones de los sacos antes mencionadas y una holgura del 5% el espacio es el siguiente: 8 m<sup>2</sup> para # 2, 4.2 m<sup>2</sup> para # 2 ½ y 5.25 m<sup>2</sup> para la marmolina.

- **Otros insumos (zunchos, ganchos, tubo, sikaset, invercristal, ACPM, cartón, piedras, válvulas, rejillas)**

Estos insumos son de fácil adquisición.

Su entrega es inmediata.

No se requiere pedidos de tamaño específicos

Debido a su tamaño reducido y su alta disponibilidad se decidió dejar un espacio de 4m<sup>2</sup> para el almacenamiento de dichos insumos los cuales serán organizados en repisas de tal manera que se optimice el espacio.

#### **6.1.1.2 Bodegas**

- **Bodega de producto terminado**

Se analizaron los datos de los inventarios en la bodega desde el 1<sup>ero</sup> noviembre de 2005 hasta el 30 de junio de 2006\* ver anexo J (No se analizaron más datos debido a que no antiguamente no se contaban con datos relacionados con este aspecto)

También se tuvo en cuenta el criterio de jefe de planta y del gerente, quienes conocen el comportamiento de la demanda en todas las épocas de año, además del tamaño de los pedidos de los clientes, frecuencia, tiempos de entrega, etc.

Inventario máximo referencia: 15 de 60 cm

Inventario máximo total: 47 lavaderos

Inventario mínimo referencia: 0

Inventario mínimo total: 0

El producto terminado permanece muy poco en la bodega, y cuando existe una cantidad considerable se debe a que se está completando algún pedido.

El cliente en ocasiones debe esperar varias semanas por dicho pedido.

El incumplimiento en el despacho se ha acrecentado.

En muchas ocasiones se observa que no existe producto terminado en la bodega de ninguna referencia que permita satisfacer un pedido.

Con el incremento de la demanda y con la adquisición de otros clientes con una mayor capacidad de compra, se hizo difícil el cumplimiento sobre todo cuando el pedido es de varios lavaderos de una misma referencia.

Por tal motivo y de acuerdo con la gerencia se diseñará un espacio para el almacenamiento de 20 lavaderos de cada referencia que se produzca, es decir un espacio mínimo para 100 lavaderos que equivalen a 5 días de trabajo.

Los lavaderos se almacenarán por referencia y se dejará un pasillo de 1 m entre medida y medida.

Tomando como referencia el lavadero de metro cuyas dimensiones son 100 cm \* 40 cm el espacio a ocupar por lavadero es de 0.8 m<sup>2</sup>, es decir una bodega de 80 m<sup>2</sup>

- **Bodega de producto en proceso (Secado)**

La bodega de secado juega un papel muy importante en el proceso de producción de los lavaderos y representa un espacio considerable a tener en cuenta a la hora del diseño debido a que el lavadero debe permanecer 28 días secándose (tiempo de fraguado del cemento).

Con la intención de disminuir el tiempo de secado, durante el proceso de fundición se utiliza un acelerante para reducir dicho tiempo 10 días aproximadamente.

Una de las dificultades que existe en la bodega actual es la falta de espacio que impide una rotación adecuada del producto, se trata de que los lavaderos se

almacenen lo más pegados posible y es por ello que para la nueva bodega se planea dejar un espacio entre fila y fila que permita el ingreso del operario o de una máquina para poder retirar el lavadero fácilmente y llevarlo a pulido.

Para estimar el tamaño de la bodega se tuvo en cuenta el tiempo que debe permanecer un lavadero en secado.

Tabla 37: Cantidad de lavaderos que se deben producir en un mes

| <b>Capacidad programada</b> | <b>Producción diaria</b> | <b># lavaderos producidos en 18 días</b> |
|-----------------------------|--------------------------|--|
| 400 lavaderos               | 20                       | 360                                      |

Según la tabla anterior, como mínimo se debe asignar un espacio para 360 lavaderos y considerando una holgura del 10% en total serían 400 lavaderos.

Tomando con referencia el lavadero de metro y un pasillo de 1,20 metros entre fila y fila cada lavadero requeriría un espacio de 1,6 m<sup>2</sup> y multiplicado por 400 lavaderos se necesita un espacio mínimo de 640 m<sup>2</sup> para la bodega de producto en proceso.

### **6.1.2 Requerimientos de espacio**

En este paso es preciso determinar el área total que requiere cada centro de trabajo dentro de la planta de producción detallando cada uno de los objetos que deben ser incluidos. Para determinar dicha área se realizaron procesos de medición de cada uno de las máquinas a instalar en cada sección con sus

respectivos equipos auxiliares si así lo requiere. El resultado se muestra en las siguientes tablas

Tabla 38: Requerimiento de espacio para el centro de trabajo fundido

| Centro de Trabajo     | FUNDIDO |                 |                                  |                |   |                                     |             |
|-----------------------|---------|-----------------|----------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------------|
|                       | Cant    | Dimens<br>iones | Espacio<br>máquina<br>+ Pasillos | Holgura<br>10% | Equipo<br>auxiliar o<br>inventario<br>en<br>proceso | Espacio<br>auxiliar o<br>inventario | Total       |
| Maquinaria a utilizar |         |                 |                                  |                |   |                                     |             |
| Vibrocompactadora     | 2       | 1*1             | 15                               | 16.5           | Moldes desarmados                                   | 9                                   | 25.65       |
| Mezcladora            | 1       | 2*2.5           | 11.04                            | 12.5           | Recipiente para verter la mezcla                    | 1                                   | 13.05       |
| <b>TOTAL</b>          |         |                 |                                  |                |   |                                     | <b>37.8</b> |

Tabla 39: Requerimiento de espacio para el pulido

| Centro de Trabajo     | PULIDO |        |                                     |                |  |                                     |              |
|-----------------------|--------|--------|-------------------------------------|----------------|--|-------------------------------------|--------------|
|                       | Cant   | Dimens | Espacio<br>máquina<br>+<br>Pasillos | Holgura<br>10% | Equipo<br>auxiliar o<br>inventario<br>en proceso | Espacio<br>auxiliar o<br>inventario | Total        |
| Maquinaria a utilizar |        |        |                                     |                |  |                                     |              |
| Pulidora Manual       | 1      |        |                                     |                | Lavaderos destroncados y/o retapados             | 5.28                                | 31.68        |
| <b>TOTAL</b>          |        |        |                                     |                |  |                                     | <b>31.68</b> |

El espacio destinado para el área de pulido, depende del número de pulidores existentes, de acuerdo con la capacidad estimada se tiene:

Tabla 40: Cantidad de pulidores necesarios para la producción programada

| Capacidad programada | Producción diaria | # pulidores necesarios (puliendo a una razón de 3.6/día cada uno) |
|----------------------|-------------------|---|
| 400 lavaderos        | 20                | 6   |

Es decir que para el área de pulido se requieren de 6 pulidores y en total el área de pulido es de 189.96 m<sup>2</sup>.

Tabla 41: Requerimiento de espacio para el acabado final

| Centro de Trabajo | ACABADO FINAL |            |                           |        |   |                              |           |
|-------------------|---------------|------------|---------------------------|--------|---|------------------------------|-----------|
|                   | Can           | Dimensione | Espacio                   | Holgur | Equipo                                    | Espacio                      | Tota      |
| a a utilizar      | t             | s          | máquin<br>a +<br>Pasillos | a 10%  | auxiliar o<br>inventario<br>en<br>proceso | auxiliar o<br>inventari<br>o | l         |
| Mesa manual       | 2             | 1*0.7      | 8.64                      | 9.5    | Lavadero<br>s en<br>proceso               | 3                            | 12.5      |
| <b>TOTAL</b>      |               |            |                           |        |   |                              | <b>25</b> |

## AREA TOTAL PARA PRODUCCIÓN DE LAVADEROS

Tabla 42: Resumen de área total para la producción de lavaderos

| <b>Centro De trabajo</b> | <b>Área</b>  |
|--------------------------|--------------|
| Fundido                  | 37.8         |
| Pulido                   | 190          |
| Acabado final            | 25           |
| <b>total</b>             | <b>252.8</b> |

## AREA TOTAL PARA ALMACENES Y BODEGAS

Tabla 43: Resumen de área total para almacenes y bodegas de lavaderos

| <b>Bodega</b>                          | <b>Area m<sup>2</sup></b>   |
|--|-----------------------------|
| Cemento                                | 3.93                        |
| Granito amarillo # 2                   | 4.42                        |
| Granito amarillo # 2 <sup>1/2</sup>    | 4.42                        |
| Granito blanco gris # 2                | 8                           |
| Granito blanco gris # 2 <sup>1/2</sup> | 4.2                         |
| Marmolina gris                         | 5.25                        |
| Insumos                                | 4                           |
| Bodega producto terminado 1            | 80                          |
| Bodega secado                          | 640                         |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>754.22 m<sup>2</sup></b> |

## **6.2 GRANITO DE MARMOL**

### **6.2.1 Espacio para almacenes y bodegas**

#### **6.2.1.1 Almacén de materia prima**

- **Rajón:** Única materia prima para la producción de granito.

De acuerdo con la exactitud en la entrega y la cantidad de pedido ver anexo K se puede concluir

No existe un suministro exacto por parte del proveedor ya que éste depende de factores como el clima, el estado de las vías, disponibilidad de transporte, demanda del producto, entre otros.

No es fácil de estimar una fecha exacta para la recepción de cada viaje, existen momentos en los que llegan todos los viajes en la misma semana, por tal motivo se decidió destinar un espacio suficiente para cada color de rajón.

El espacio que ocupa aproximadamente una tonelada de piedra es de  $1\text{m}^2$  y teniendo en cuenta que se reciben en promedio 115 toneladas en el mes y considerando una holgura del 10% se requiere de un espacio de  $127\text{ m}^2$  para el almacenamiento de rajón.

- **Sacos para granito**

Se analizaron las compras de sacos ver anexo L de donde se analiza lo siguiente

Los sacos que se utilizan en la empresa son de segunda lo que se hace para bajar los costos, pero la dificultad que se encuentra es que no se sabe ni cuando ni cuantos sacos el proveedor pueda conseguir. En el caso de que el proveedor no

pueda cumplir con el pedido mínimo mensual se recurre a otros proveedores a un mayor costo.

De acuerdo con la producción promedio de 2900 bultos, se requieren 2900 sacos de granito al mes.

Las dimensiones de los sacos son de 0,4m X 0,8 m con un arrume máximo de 100 sacos amarrados, se requiere de un espacio de 10 m<sup>2</sup> para almacenar los sacos correspondientes para cumplir con la producción de granito promedio.

#### **6.2.1.2 Bodegas**

- **Bodega de producto terminado**

Según los datos de compra de granito procesado que se encuentran en el anexo M

Para el almacenamiento del granito se destinará un espacio en bultos equivalente a la cantidad de rajón que se recibe al mes, por las razones de suministro de los proveedores anteriormente expuestas (clima, vías, transporte), más la cantidad máxima de granito blanco proveniente del huila.

Es decir, 115 toneladas empacados en bultos de 39 kilogramos en promedio resulta un equivalente de 2948 bultos menos el 4.05% de merma encontrado en el estudio de tiempos más el granito huila, da un total de 3278 bultos entre granito y marmolina.

Las dimensiones de los bultos son 0.45m<sup>2</sup> por 0.6 m<sup>2</sup>, un arrume máximo de 10 bultos y considerando una holgura del 10% se requieren de 98 m<sup>2</sup> para el almacenamiento de granito de mármol

## 6.2.2 Requerimientos de espacio

Al igual que para la línea de lavaderos se detallaran cada una de las máquinas que serán incluidas en esta línea de producción

Tabla 44: Requerimientos de espacio para el área de triturado de granito

| Centro de Trabajo          | TRITURADO |             |                            |             |   |                               |           |
|----------------------------|-----------|-------------|----------------------------|-------------|---|-------------------------------|-----------|
|                            | Cant      | Dimensiones | Espacio máquina + Pasillos | Holgura 10% | Equipo auxiliar o inventario en proceso           | Espacio auxiliar o inventario | Total     |
| Trituradora de mandíbulas  | 1         | 2*2,5       | 10                         | 11          | Arrancador , partes eléctricas<br>Rajón de mármol | 1<br>3                        | 15        |
| Clasificador               | 1         | 3.5*1.5     | 15.75                      | 17.36       | Sacos Bultos en proceso                           | 2<br>5                        | 24.36     |
| Báscula                    | 1         | 1*0.5       | 3                          | 3.3         |   |                               | 3.3       |
| Cuarto herramientas        | 1         | 1.5*2       | 3                          | 3.3         |   |                               | 3.3       |
| <b>TOTAL m<sup>2</sup></b> |           |             |                            |             |   |                               | <b>46</b> |

## AREA PARA BODEGAS Y ALMACENES

Tabla 45: Resumen de area de bodegas y almacenes de granito de mármol

| <b>Bodega</b>      | <b>Area</b> |
|--------------------|-------------|
| Materia prima      | <b>127</b>  |
| Sacos              | <b>10</b>   |
| Producto terminado | <b>98</b>   |
| Total              | <b>235</b>  |

### 6.3 RETAL DE MARMOL

#### 6.3.1 Espacio para almacenamientos y bodegas

##### 6.3.1.1 Almacén de materia prima

Considerando las compras de rajón Huila y de coralina que se encuentran en el anexo N se tiene:

Debido a que el retal de mármol es un producto con una demanda variable, se maneja una producción bajo pedido y se tiene en promedio un viaje de 10 toneladas por color disponible para el momento que se requiera para el corte

Teniendo en cuenta que una tonelada ocupa aproximadamente  $1\text{m}^2$  y que se manejan 7 referencias es necesario  $77\text{ m}^2$  para el almacenamiento de rajón para cortar

### 6.3.1.2 Bodega de producto terminado

Como se ha mencionado en el retal de mármol se trabaja sobre pedido, por lo tanto se mantendrá un espacio correspondiente a 1m<sup>2</sup> para cada color de retal y 1m<sup>2</sup> para la coralina con una altura de 0,6 m para el almacenamiento del inventario de seguridad que corresponderá a 20 metros de cada referencia es decir 7,7 m<sup>2</sup> de bodega de retal de mármol

### 6.3.2 Requerimientos de espacio

De la misma manera que para la línea de lavaderos y granito se detallaran cada una de las máquinas que serán incluidas en esta línea de producción

Tabla 46: Requerimiento de espacio para la sección de corte de retal

| Centro de Trabajo          | CORTE |              |                            |             |  |                               |             |
|----------------------------|-------|--------------|----------------------------|-------------|--|-------------------------------|-------------|
|                            | Cant  | Dimensi ones | Espacio máquina + Pasillos | Holgura 10% | Equipo auxiliar o inventario en proceso  | Espacio auxiliar o inventario | Total       |
| Cortadora                  | 1     | 2*2,3        | 6,6                        | 7.25        | Arrancador, partes eléctricas<br>Rajón de mármol<br>Desague<br>Abastecimi ento de agua | 1<br>3<br>3<br>6              | 20          |
| Cuarto herramientas        | 1     | 1.5*2        | 3                          | 3.3         |  |                               | 3.3         |
| <b>TOTAL m<sup>2</sup></b> |       |              |                            |             |  |                               | <b>23.3</b> |

## AREA PARA BODEGAS Y ALMACENES

Tabla 47: Resumen de áreas para almacenes y bodegas de retal de mármol y coralina

| Bodega             | Area        |
|--------------------|-------------|
| Materia prima      | <b>77</b>   |
| Producto terminado | <b>7.7</b>  |
| Total              | <b>84.7</b> |

## 6.4 OFICINAS, AREA ADMINISTRATIVA Y SERVICIOS

### 6.4.1 Requerimientos de espacio para oficinas y servicios

Tabla 48: Requerimientos de espacio para oficinas y servicios

| Oficina                                       | Dimensiones      | Observaciones   | Total m <sup>2</sup>       |
|---|------------------|---|----------------------------|
| <b>Gerencia</b>                               | 5*4              | Con baño privado 4*3  | 32                         |
| <b>Recepción</b>                              | 4*2              | Funciona a la vez como un punto de venta                                  | 8                          |
| <b>Oficinas de contabilidad</b>               | 3 de 4*2         |   | 24                         |
| <b>Oficina de sistemas</b>                    | 4*4              |   | 16                         |
| <b>Baño damas</b>                             | 1.5*1.2          |   | 1.8                        |
| <b>Baño caballeros</b>                        | 1.5*1.2          |   | 1.8                        |
| <b>Salón de reuniones</b>                     | 5*4              |   | 20                         |
| <b>Cafetería</b>                              | 4*4              |   | 16                         |
| <b>Oficia Jefe planta</b>                     | 10m <sup>2</sup> | Ubicado en un lugar de control tanto de los materiales como los operarios | 10 m <sup>2</sup>          |
| <b>Oficina auxiliar planta</b>                | 8m <sup>2</sup>  | Cerca de la oficina de jefe de planta                                     | 8m <sup>2</sup>            |
| <b>Baño, ducha y vestier empleados planta</b> | 6m <sup>2</sup>  |   | 6m <sup>2</sup>            |
| <b>TOTAL</b>                                  |                  |   | <b>143.6 m<sup>2</sup></b> |

## **6.5 ANALISIS DE RELACION DE ACTIVIDADES**

Después de determinar el espacio necesario para cada centro de trabajo, bodegas y oficinas de la fábrica comienza el análisis de relaciones de actividades entre los diferentes centros de trabajo de la planta de producción.

Se elaboran las tablas de relaciones y razones, tabla de valores, diagrama de hilos, análisis de restricciones.

El análisis de relaciones se centrará en la planta de producción y sus requerimientos por ser la distribución de planta el objetivo del proyecto.

### **6.5.1 Tabla “De a”**

La tabla “de a” es un cuadro de doble entrada en donde se ubica el nombre de cada elemento de la planta en la cabecera de las filas y las columnas, y a partir de ello se comienza a especificar o el volumen de material que fluye de un sitio a otro por unidad de tiempo determinado, o los costos del manejo de dicho material por unidad de tiempo, haciendo notorias las primeras razones de cercanía de los equipos respondiendo a las cantidades o costos manejados.

En este caso el análisis se realizó teniendo en cuenta el flujo de material de un sitio a otro medido en lavaderos/turno para la línea de lavaderos, en bultos/turno para el granito y en metros/turno para el retal de mármol de acuerdo con la programación de la producción proyectada.

En la actualidad el manejo de material a parte de que se realiza en forma manual representa recorrer una distancia considerable de espacio, y recordemos que en este caso se trata con un producto de un peso y un volumen elevado, por tal motivo se busca ubicar lo más próximo posible los centros de trabajo entre los cuales se dan los flujos más altos de material.

En la tabla No. 48 se muestran los resultados

**Tabla de a**

Tabla 49: Tabla de a

|                      | Almacén MP | Fundido | Bodega Secado | Pulido | Acabado final | Bodega PT | Corte | Almacenamiento retal | Almacenamiento rajón | Triturado | Bodega Granito |
|----------------------|------------|---------|---------------|--------|---------------|-----------|-------|----------------------|----------------------|-----------|----------------|
| Almacén MP           | X          | 75      |               |        |               |           |       |                      |                      |           | 75             |
| Fundido              |            | X       | 20            |        |               |           |       |                      |                      |           |                |
| Bodega Secado        |            |         | X             | 20     |               |           |       |                      |                      |           |                |
| Pulido               |            |         |               | X      | 20            |           |       |                      |                      |           |                |
| Acabado final        |            |         |               |        | X             | 20        |       |                      |                      |           |                |
| Bodega PT            |            |         |               |        |               | X         |       |                      |                      |           |                |
| Corte                |            |         |               |        |               |           | X     | 30                   | 30                   |           |                |
| Almacenamiento retal |            |         |               |        |               |           |       | X                    |                      |           |                |
| Almacenamiento rajón |            |         |               |        |               |           |       |                      | X                    | 120       |                |
| Triturado            |            |         |               |        |               |           |       |                      |                      | X         | 120            |
| Bodega Granito       |            |         |               |        |               |           |       |                      |                      |           | X              |

**6.5.2 Tabla de relaciones y razones**

Esta tabla es igual que la tabla “De a”, pero en lugar de especificar el flujo de material en cantidades o costos de un elemento a otro, se especifica el grado de

necesidad de cercanía o aislamiento de los centros de trabajo de acuerdo a diversas razones que van más allá del volumen de manejo de material y los costos de su operación. Se tienen en cuenta razones como la necesidad de mantener una comunicación estrecha entre los centros de operación, compartir equipo de manejo de material, compartir el personal, en caso de distanciamiento de equipos por ruido, contaminación, entre otras.

En consecuencia muestra una medida cuantitativa de la cercanía necesaria. Para transformar la medida cuantitativa a una cualitativa, se debe transferir la información de la tabla “de a” a la tabla de relaciones indicando con una clave (A, E, I, U, X) el grado deseado de cercanía entre los departamentos, así mismo indagar acerca de las razones que llevan a tal decisión.

#### Relaciones

Tabla 50: Relación de actividades

| Clave | Prioridad                |
|-------|--------------------------|
| A     | Absolutamente importante |
| E     | Especialmente importante |
| I     | Importante               |
| O     | Ordinario                |
| U     | No importante            |
| X     | Indeseable               |

#### Razones

Tabla 51: Razones para la relación de actividades

|   |   |
|---|---|
| 1 | cantidad de flujo de material           |
| 2 | costo de manejo de material             |
| 3 | equipo usado para el manejo de material |
| 4 | Necesidad de comunicación estrecha      |
| 5 | comparten personal                      |

|   |   |
|---|---|
| 6 | comparten algún equipo                                  |
| 7 | separación por ruido                                    |
| 8 | separación por emisión de calor                         |
| 9 | las actividades de cada centro de trabajo no se afectan |

En las tablas 52 y 53 se muestra la relación de actividades y sus respectivas razones, lo cual proporciona herramientas a la justificación del diseño de planta que se propone en el presente documento.

### Tabla de relaciones

Tabla 52: Tabla de relaciones

|                       | Almacén MP | Fundido | Bodega Secado | Pulido | Acabado final | Bodega PT | Corte | Almacena miento retal | Almacena miento rajón | Triturado | Bodega Granito |
|-----------------------|------------|---------|---------------|--------|---------------|-----------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------------|
| Almacén MP            | X          | A       | U             | U      | U             | U         | U     | U                     | U                     | X         | I              |
| Fundido               |            | X       | A             | X      | X             | U         | X     | U                     | U                     | X         | U              |
| Bodega Secado         |            |         | X             | A      | U             | U         | U     | U                     | U                     | U         | U              |
| Pulido                |            |         |               | X      | A             | X         | X     | X                     | U                     | X         | X              |
| Acabado final         |            |         |               |        | X             | A         | X     | U                     | U                     | X         | U              |
| Bodega PT             |            |         |               |        |               | X         | X     | U                     | U                     | X         | U              |
| Corte                 |            |         |               |        |               |           | X     | A                     | A                     | X         | X              |
| Almacena miento retal |            |         |               |        |               |           |       | X                     | U                     | U         | U              |
| Almacena miento rajón |            |         |               |        |               |           |       |                       | X                     | A         | U              |
| Triturado             |            |         |               |        |               |           |       |                       |                       | X         | A              |
| Bodega Granito        |            |         |               |        |               |           |       |                       |                       |           | X              |

## Tabla de relaciones y razones

Tabla 53: Tabla de relaciones y razones

|                         |            |            |          |          |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------|------------|------------|----------|----------|----------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Almacén MP              |            |            |          |          |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fundido                 | A<br>1,2,4 |            |          |          |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bodega Secado           |            | U<br>10    |          |          |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pulido                  | A<br>1,2,4 |            | U<br>10  |          |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Acabado final           |            |            |          | X<br>8,7 |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bodega PT               | A<br>1,2,4 |            | U<br>10  |          | X<br>8,7 |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Corte                   |            | X<br>8,7   |          | U<br>10  |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Almacenamiento<br>retal |            |            | X<br>8,7 |          | U<br>10  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Almacenamiento<br>rajón |            |            |          | X<br>8,7 |          | U<br>10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Triturado               | A<br>1,2,4 |            |          |          | U<br>10  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bodega granito          |            | A<br>1,2,4 |          |          |          |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 6.5.3 Diagrama de hilos

Después de elaborar la tabla de relaciones y razones, es necesario pasar a una representación gráfica de la misma, esto se hace mediante un diagrama de hilos. Para ello en primer lugar se realiza una ponderación a cada una de las relaciones A; E, I, O, U, X asignando un valor positivo o negativo de acuerdo a cada una.

Se realiza primero la misma tabla de relaciones reemplazando la relación por el valor asignado lo que contribuye a la elaboración del diagrama de hilos, el cual arroja finalmente la forma de distribución y secuencia de cada centro de trabajo

Tabla 54: Ponderación de relaciones

| <b>Clave</b> | <b>Prioridad</b>         | <b>Valor</b> |
|--------------|--------------------------|--------------|
| A            | Absolutamente importante | 4            |
| E            | Especialmente importante | 3            |
| I            | Importante               | 2            |
| O            | Ordinario                | 1            |
| U            | No importante            | 0            |
| X            | Indeseable               | -1           |

### **Tabla de valores**

Tabla 55: Tabla de valores

|                      | Almacén MP | Fundido | Bodega Secado | Pulido | Acabado final | Bodega PT | Corte | Almacenamiento retal | Almacenamiento rajón | Triturado | Bodega Granito |
|----------------------|------------|---------|---------------|--------|---------------|-----------|-------|----------------------|----------------------|-----------|----------------|
| Almacén MP           | X          | 4       | 0             | 0      | 0             | 0         | 0     | 0                    | 0                    | -1        | 2              |
| Fundido              |            | X       | 4             | -1     | -1            | 0         | -1    | 0                    | 0                    | -1        | 0              |
| Bodega Secado        |            |         | X             | 4      | 0             | 0         | 0     | 0                    | 0                    | 0         | 0              |
| Pulido               |            |         |               | X      | 4             | -1        | -1    | -1                   | 0                    | -1        | -1             |
| Acabado final        |            |         |               |        | X             | 4         | -1    | 0                    | 0                    | -1        | 0              |
| Bodega PT            |            |         |               |        |               | X         | -1    | 0                    | 0                    | -1        | 0              |
| Corte                |            |         |               |        |               |           | X     | 4                    | 4                    | -1        | -1             |
| Almacenamiento retal |            |         |               |        |               |           |       | X                    | 0                    | 0         | 0              |
| Almacenamiento rajón |            |         |               |        |               |           |       |                      | X                    | 4         | 0              |
| Triturado            |            |         |               |        |               |           |       |                      |                      | X         | 4              |
| Bodega Granito       |            |         |               |        |               |           |       |                      |                      |           | X              |

Para decodificar la tabla de valores gráficamente, se dibujan los centros de trabajo como nodos y en cada fila se suman los valores de cada una hasta llegar a un total que sirve de base para ubicar los nodos en orden. En este caso en donde se trata de pocos centros de trabajo y relaciones sencillas, los nodos se ubicarán uno seguido del otro.

Luego de la ubicación de los nodos, éstos se unen mediante líneas entre ellos, teniendo en cuenta el valor de la relación entre cada par de centros de trabajo. La representación gráfica que se obtiene es de gran utilidad en la elaboración de las propuestas.

## Diagrama de hilos

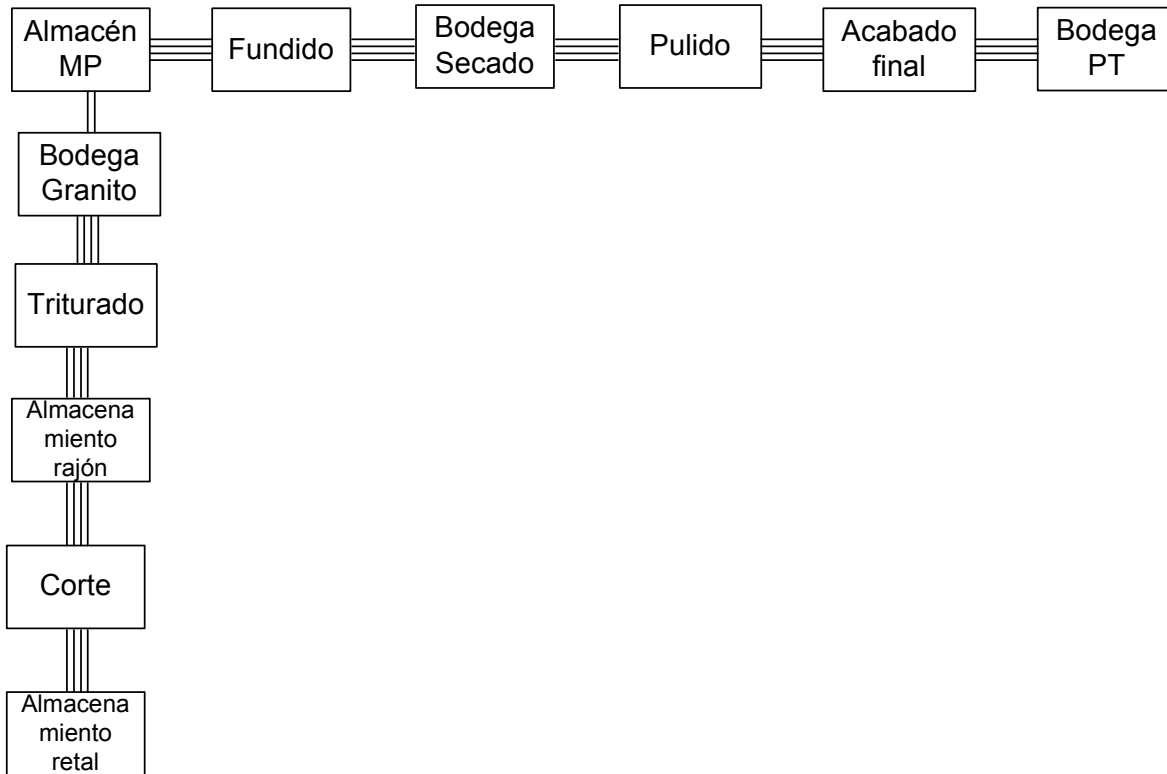


Figura 28: Diagrama de hilos

### 6.5.4 Conclusión del análisis de relación de actividades

Actualmente la planta de producción de mármoles y Bloques, presenta deficiencias en cuanto a su distribución, especialmente en la línea de lavaderos prefabricados en granito, las cuales han sido mencionadas a lo largo del proyecto. Luego de realizar el “diagrama de a” se evidencia la necesidad de tener una distribución de planta en forma lineal debido a que el proceso sigue un orden específico. Al tratarse de un único producto (lavaderos) el proceso va indicando por si solo que la distribución más apropiada es aquella en la cual las bodegas y

los centros de trabajo estén ubicados en forma consecutiva al orden del procedimiento que se da en la elaboración del producto.

También muestra que los centros de trabajo deben estar lo mas cerca posible, teniendo en cuenta que el transporte seguirá siendo de forma manual y se debe evitar la fatiga del operario y la demora en los transportes que al final se reflejan en el ritmo de producción.

El análisis también revela que conviene que los centros de trabajo pulido y acabado final permanezcan lo más alejados del fundido debido a que el polvo y el ruido que éstas generan entorpecen notablemente las tareas que se deben realizar.

La tabla de relaciones a su vez indica que el pulido y el acabado, deben estar cerca, pero que por el polvo de cada operación es necesario destinar tiempo y esfuerzo en mejorar este aspecto con algún dispositivo de absorción de partículas que además beneficie las condiciones en las que trabajan cada uno de los operarios.

Las áreas en donde se produce granito y retal de mármol deben estar alejadas debido a la emisión de polvo y a los altos niveles de ruido que se manejan pero a su vez estarán compartiendo el área de almacenamiento de rajón, única materia prima y común para las dos operaciones

## **6.6. ANALISIS DE RESTRICCIONES**

Además de las condiciones que se encontraron en el análisis anterior, existen otras limitantes que se deben tener en cuenta para el desarrollo de un diseño de

planta tales como, tamaño y forma del lote, normas legales, normas de seguridad, vías de acceso ente otras.

Las principales restricciones encontradas en el terreno adquirido por la empresa son:

El espacio horizontal máximo a ocupar por el área de fabricación de lavaderos será de 1100 m<sup>2</sup> con dimensiones de 10 \*110.

Por decisión de la gerencia la parte frontal de lote será utilizado para la construcción de locales comerciales.

Las oficinas estarán ubicadas en un segundo nivel junto con los baños y vestieres.

Tendrá una vía de acceso por el costado occidental

Se deben dejar 24 metros desde el eje vial hasta el lote como retroceso que utilizará el municipio para la construcción de la nueva vía para el Metro línea.

En la parte occidental el retroceso debe ser de 4 metros

Las bodegas de materia prima y producto terminado deben quedar próximas a la salida, para minimizar los desplazamientos.

## **6.7 ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Posterior al estudio anteriormente realizado que comprendió, estimación de espacios, estudio de relaciones entre centros de trabajo y conocimiento de

restricciones y limitantes para el diseño de la planta se continúa con la elaboración de las alternativas.

Las alternativas presentadas a continuación son el resultado de un proceso de continuo desarrollo y mejoramiento de ideas. Inicialmente se realizaron bosquejos que se fueron presentando a la gerencia de manera que pudieran confrontarlos, aprobarlos o rechazarlos antes de terminar las propuestas definitivas.

### **6.7.1 Descripción de las alternativas planteadas**

#### **6.7.1.1 ALTERNATIVA 1**

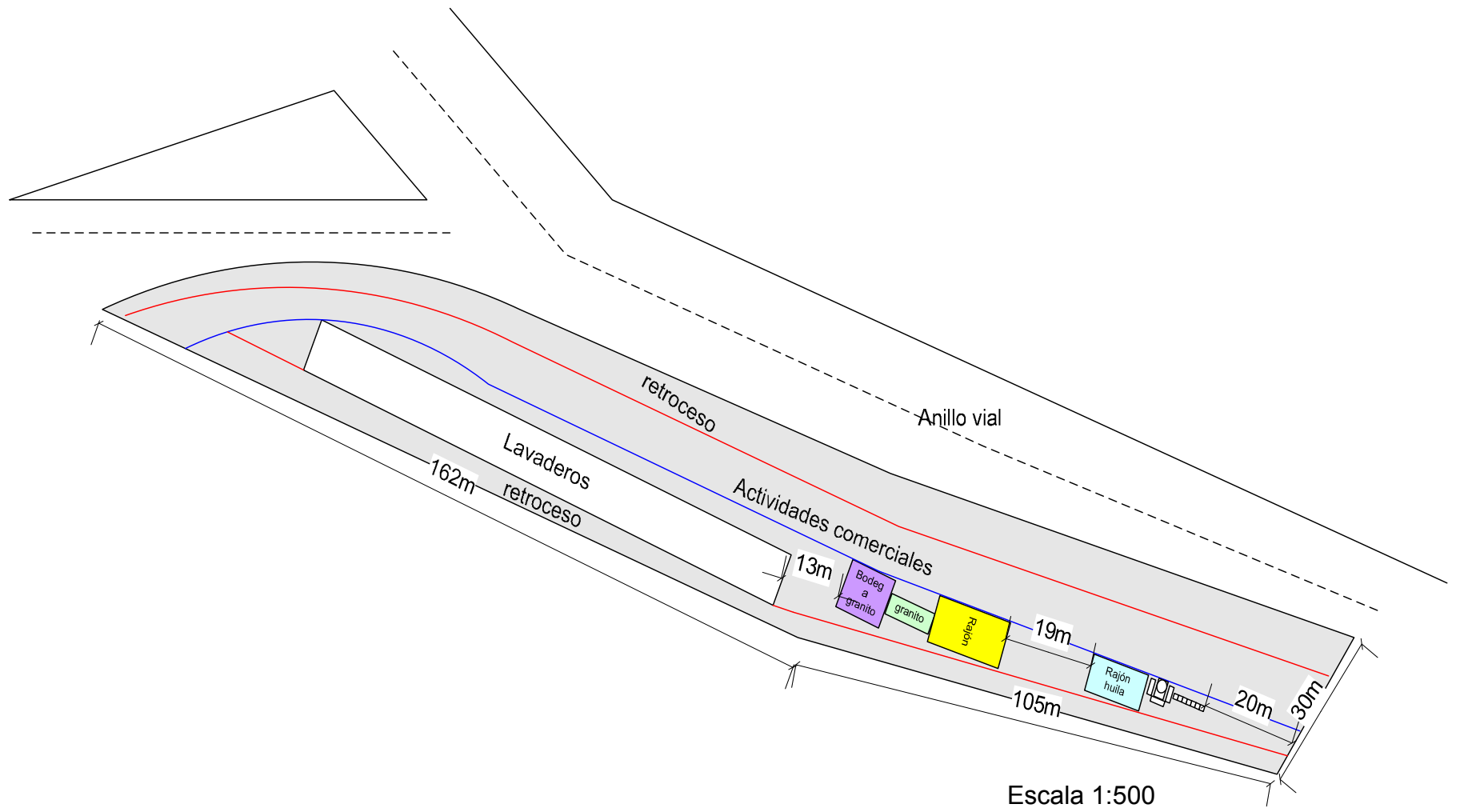
##### **Descripción general**

La planta de producción se dividió en 3 grandes áreas que corresponden a las tres líneas de producción, lavaderos, granito y retal.

Por disposición de la gerencia y debido a la forma del lote adquirido, el área de lavaderos será de 110 metros horizontales y 10 metros de profundidad, ya que éste es el largo máximo horizontal que da el terreno luego de disminuir los retrocesos que corresponden por ley. Ello facilita la construcción una bodega con placa que permitirá en adelante construir otros pisos para otras actividades comerciales planeadas por la empresa y sus socios.

El área para la producción de granito estará seguida de los lavaderos y al lado estará la de producción de retal.

Las tres alternativas que se proponen en general se encontrarán en el mismo lugar físico, lo que se cambia es la disposición interna de cada centro de trabajo en la línea de lavaderos prefabricados la cual representa mayor complejidad en su proceso.



**Figura 29: Plano general del lote adquirido**

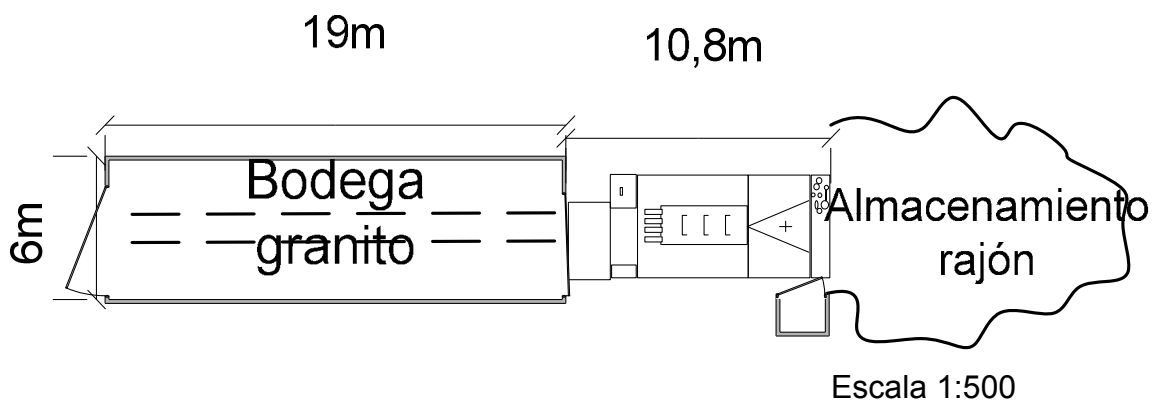
A continuación se explicarán al detalle cada una de las líneas

### Línea de granito de mármol

Esta línea permanecerá igual para las tres alternativas de planta pues como se explicó debido al tamaño del lote y a las disposiciones de la gerencia para su utilización no existe espacio suficiente para modificar las condiciones de ubicación.

Como se mostró en el diseño general la bodega de granito estará lo más cerca posible a la sección de lavaderos prefabricados, debido a la correlación que existe entre las dos líneas, pues parte del granito que se tritura es utilizado también para la fabricación de los lavaderos.

Esta disposición supone un flujo en línea recta de izquierda a derecha en donde se inicia el proceso con el almacén de rajón y termina con la bodega de granito.



**Figura 30: Plano general de la distribución de la línea de granito de mármol**

### Descripción de las áreas

**Almacenamiento de rajón:** Estará al aire libre y se destinará un espacio de 127 metros cuadrados para su almacenamiento

**Triturado:** Esta área comprende la ubicación de la trituradora, el clasificador, una zona para bultos y sacos en proceso sus dimensiones son 11m \* 4,1 m

**Bodega de granito:** Para el almacenamiento de los bultos procesados, con un pasillo interior de 1 metro.

## **Recursos**

Para el funcionamiento de esta línea se necesitan los siguientes recursos

### **Humanos**

Tabla 56: Recursos humanos para el funcionamiento de la línea de granito

| <b>Operario</b> | <b>Funciones</b>   |
|-----------------|--|
| 1               | Alistamiento de piedra y alimentación de la trituradora            |
| 2               | Alistamiento de piedra y recepción de grano y pesaje de los bultos |

### **Físicos**

Tabla 57: Recursos físicos para el funcionamiento de la línea de granito

| <b>Recurso</b>            | <b>Características</b>                                 |
|---------------------------|--|
| Trituradora de mandíbulas | Realizando modificaciones propuestas en el numeral 3.7 |
| Clasificador Saranda      | Con motor de 3 hp                                      |
| Báscula                   | Para el pesaje de los bultos                           |

## Línea retal de mármol

Al igual que el granito la línea de retal permanecerá constante durante los 3 diseños por las razones expuestas anteriormente.

Mantiene el flujo en línea recta de derecha a izquierda. Se compone de una zona para el almacenamiento del rajón, la cortadora con todos sus aditamentos, desague y abastecimiento de agua para su refrigeración y posteriormente el almacenamiento del retal.

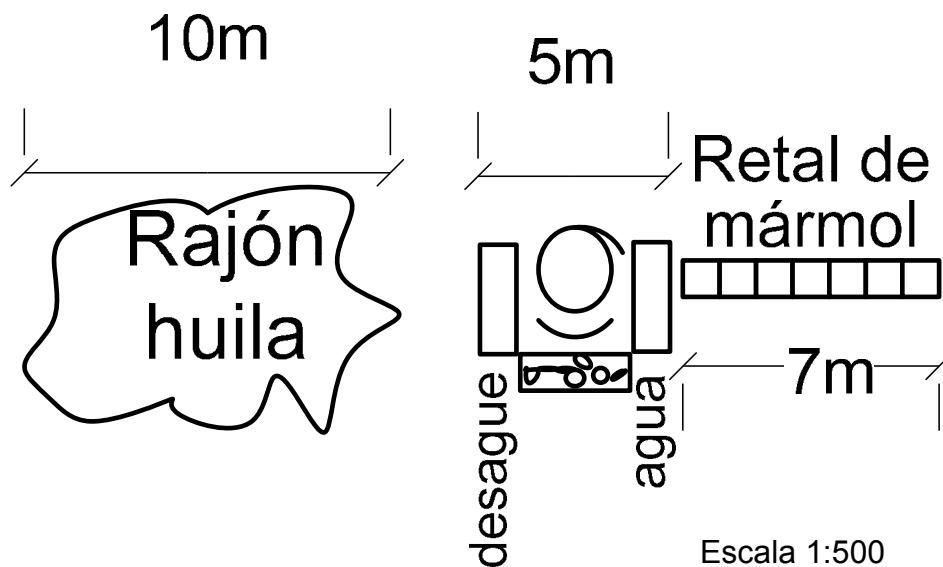


Figura 31: Plano general de distribución de la línea de retal de mármol

### Descripción de las áreas:

**Almacenamiento de rajón y coralina:** Se almacenará al aire libre y se dispondrá de un espacio de 77 metros cuadrados.

**Corte:** Comprende la cortadora de disco, una zona para el producto en proceso, una zona de desagüe y un área para el abastecimiento de agua en total 23,3m<sup>2</sup>

**Almacenamiento de retal:** 7,7 metros para el almacenamiento 20 metros para cada color de retal

## Recursos

Para el funcionamiento de la línea de corte se necesitan los siguientes recursos

### Humanos

Tabla 58: Recursos humanos para el funcionamiento de la línea de retal

| Operario | Funciones                                      |
|----------|--|
| 1        | Alistamiento de piedra, corte y almacenamiento |

### Físicos

Tabla 59: Recursos físicos para el funcionamiento de la línea de retal

| Máquina   | Características   |
|-----------|---|
| Cortadora | Disco diamantado de 900 mm y refrigeración a base de agua |

## Línea Lavaderos prefabricados

Las propuestas en general se rigen por el flujo en línea que debe seguir el proceso según el diagrama de operaciones descrito, es decir, un centro de trabajo seguido del otro iniciando por el almacén de materia prima y finalizando con la bodega de producto terminado.

Esta propuesta comprende una organización que forma dos U, en donde se inicia en el almacén, luego el fundido y de ahí en adelante se divide en 2 secciones de secado, 2 de pulido, 2 de acabado y finalmente 2 bodegas de producto terminado.

El plano civil para la nueva distribución se muestra en la figura 32

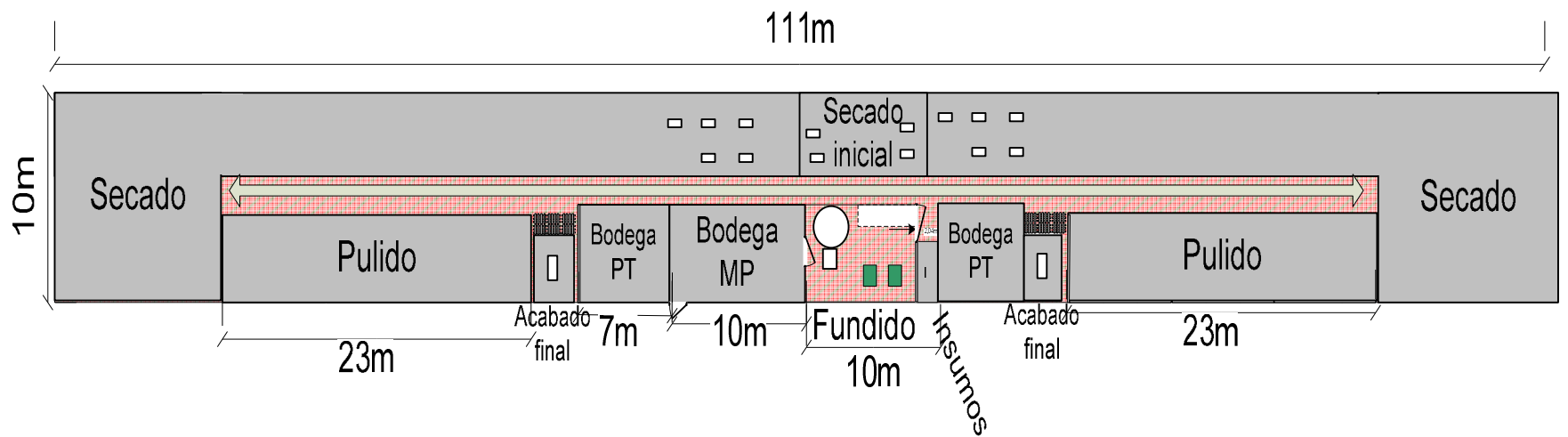


Figura 32: Plano general de distribución de la línea de lavaderos Alternativa 1

Escala 1:500

## Descripción de las áreas

**Almacenamiento de materias primas:** Como punto de partida se ubicará en la mitad del terreno. Estará organizado para el almacenamiento de Cemento, granito amarillo #2<sup>1/2</sup>, marmolina, granito amarillo # 2, granito gris #2 y gris <sup>21/2</sup> con unas dimensiones de 10 m \* 5 m. Tendrá entrada por el frente y salida por el costado que queda junto a la sección de fondo.

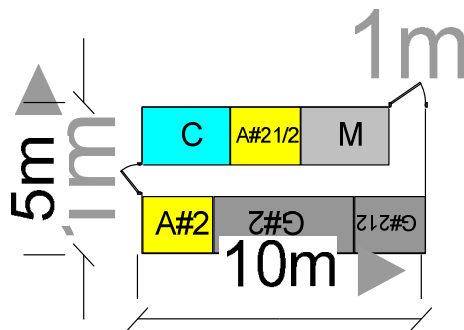





Figura 33: Posible organización de bodega de materias primas Alternativa 1

-  Arrume de cemento
-  Granito Amarillo # 2, y 2<sup>1/2</sup>
-  Granito gris # 2, 2<sup>1/2</sup> y marmolina gris

**Fundido:** Ubicado junto al almacén de materia prima, tendrá el espacio necesario para fundir los lavaderos, en donde se colocará la mezcladora, los dos vibradores y un área para almacenamiento de moldes en proceso y herramientas varias

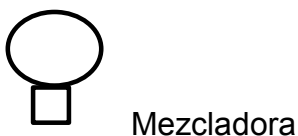




Figura 34: Elementos del área de fundido

**Recursos** Para el funcionamiento de este centro de trabajo se necesitarán los siguientes recursos

**Humanos:** 4 operarios que cumplan las siguientes funciones

Tabla 60: Recursos humanos para el funcionamiento del fundido en la línea de lavaderos

| <b>Operario</b> | <b>Funciones</b>   |
|-----------------|--|
| 1               | Alistamiento de materias primas, mezclado, apoyo al operario 4 |
| 2               | Armado y engrase del molde                                     |
| 3               | Armado y engrase del molde                                     |
| 4               | Desmolde de partes, transporte de lavaderos a secado           |

La empresa actualmente cuenta con 3 operarios, los cuales tiene una capacidad instalada de 9 lavaderos diarios. Según las proyecciones de capacidad descritas (400 lavaderos/mes) es necesario aumentar este número a 20 al día. Es por ello que se adquirió el trompo mezclador propuesto es la sección 3.7. lo que permitió aumentar dicha capacidad de 9 a 11 lavaderos. . Los análisis realizados antes y después de la compra de la máquina arrojaron que la reducción del mezclado está alrededor de un 47 % con lo cual se decidió realizar la contratación un operario adicional que arme otro molde, de tal manera que permita optimizar el uso del trompo adquirido y lograr fundir una mayor cantidad de lavaderos en la misma jornada de trabajo.

## Físicos

Tabla 61: Recursos físicos para el funcionamiento del fundido de la línea de lavaderos

| Recurso            | Características  |
|--------------------|--|
| Vibro-compactadora | Para el fundido de los lavaderos, con motor de 1 HP 3600 rpm             |
| Mezcladora         | Con un recipiente que permita verter la mezcla para facilitar el fundido |
| Moldes             | De diferentes medidas  |
| Polea diferencial  | Para el transporte de los lavaderos                                      |

**Secado:** El secado conforma dos L, dentro de la cual se distribuirán los lavaderos fundidos de acuerdo con cada referencia.

En esta alternativa los lavaderos se organizarán en 6 filas horizontales, 3 filas a lo largo de todo el espacio de 110 m y 3 de 13 m de tal forma que se completen los 400 lavaderos que deben permanecer en secado.

Entre cada una de las filas de lavaderos se dejará un espacio de 1,2 metros para que cualquier operario pueda tener acceso a los lavaderos. Es decir se formarán 3 pasillos internos de 110 metros cada uno y 3 de 13 metros.

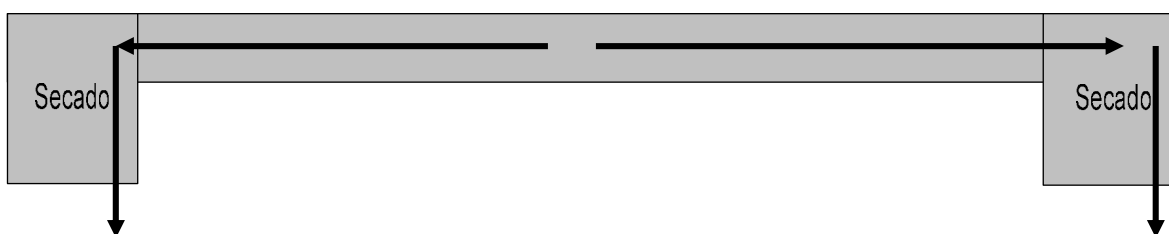


Figura 35: Distribución general del área de secado, Alternativa 1

**Pulido:** La sección de pulido tendrá capacidad para 6 pulidores cada una con espacio de almacenamiento de 6 lavaderos (capacidad máxima de destroncado) lo que permitirá ahorros en el transporte y descongestión en los pasillos mencionados. Los pulidores estarán uno seguido del otro, 3 en un extremo del área de secado y 3 en el otro.

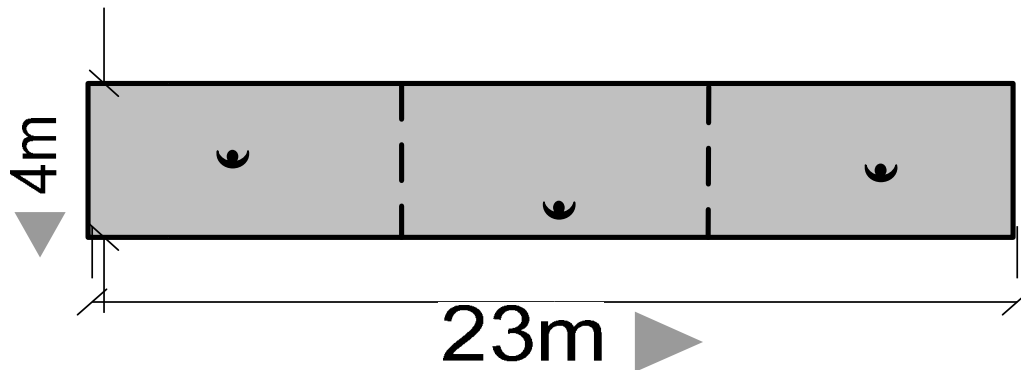


Figura 36: distribución general del área de pulido, Alternativa 1

Para el funcionamiento de este centro de trabajo se necesitan los siguientes recursos

#### Humanos

| Operario | Funciones                                  |
|----------|--|
| 6        | Destroncado, retape y afinado de lavaderos |

Tabla 62: Recursos humanos para el funcionamiento del pulido de lavaderos

#### Físicos

| Recurso                         | Características          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Pulidora manual<br>Black&Decker | Con un motor de 3600 rpm |

Tabla 63: Recursos físicos para el funcionamiento del pulido de lavaderos

**Acabado final:** El acabado final ubicado junto al último pulidor de cada lado tendrá 1 mesa para 2 lavaderos y un operario.

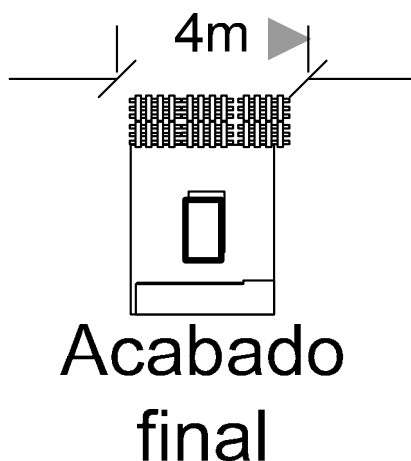


Figura 37: Distribución general de área de acabado final

Los recursos son:

Tabla 64: Recursos humanos para el funcionamiento del acabado de lavaderos

| Operario | Funciones   |
|----------|---|
| 2        | Retoque del lavadero y colocación de aditamentos para su correcto funcionamiento. |

### Físicos

Tabla 65: Recursos físicos para el funcionamiento del acabado de lavaderos

| Recurso                         | Características          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Pulidora manual<br>Black&Decker | Con un motor de 3000 rpm |

**Bodega de producto terminado:** Junto a cada uno de los operarios de acabado final, se encontrará una bodega en donde se almacenarán 50 lavaderos en cada una de ellas en arrumes de 2 lavaderos.

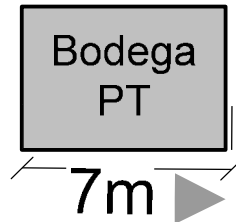


Figura 38: Distribución general de la bodega de producto terminado

**Cuarto de insumos:** Ubicado entre el área de fundido y la bodega de producto terminado, en donde se almacenarán válvulas, rejillas, zunchos, tubos, aceite, etc. Con dimensiones de 1,5 \* 3 m.

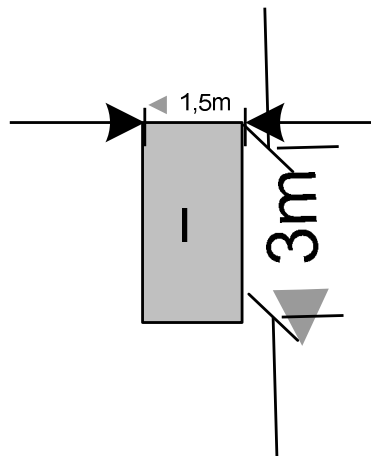
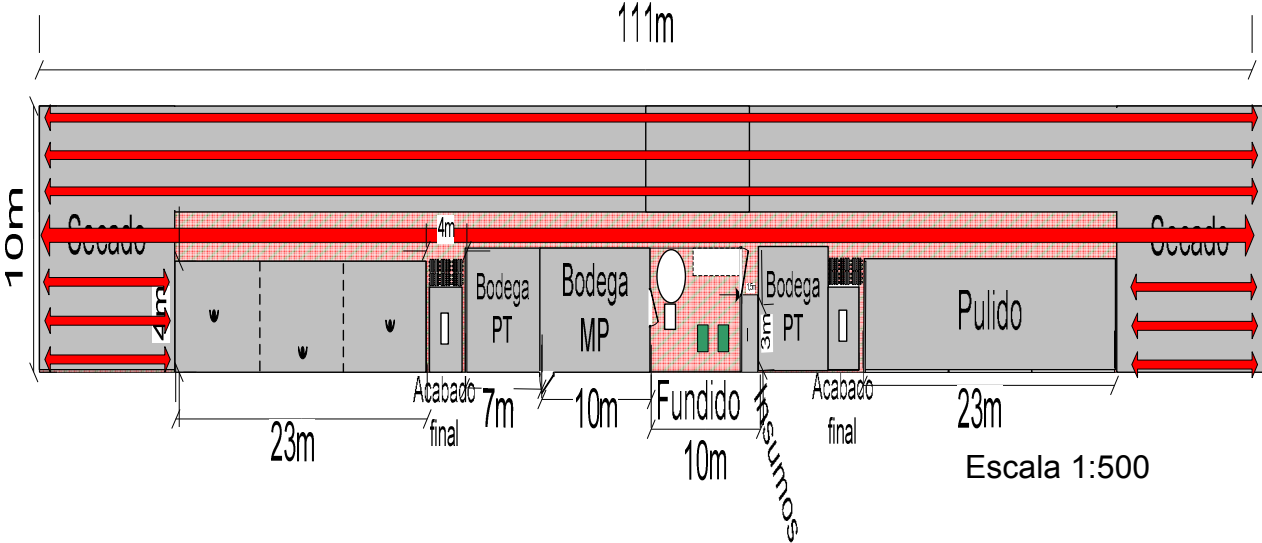


Figura 39: Distribución general del cuarto de insumos

**Pasillos** 

En esta alternativa existirá un pasillo principal de 1,5 metros de ancho en todo el centro de la planta que permitirá la movilidad de los operarios y lavaderos de todos los centros de trabajo. Además existirán los pasillos que se formarán en el área de secado debido a la organización de los lavaderos.



**Figura 40: Distribución de pasillos alternativa 1**

**6.7.1.2 ALTERNATIVA 2**

La alternativa 2 establece también que cada centro de trabajo esté uno seguido del otro, pero con la diferencia de que seguirán una distribución en línea recta. Tendrá una entrada al inicio del proceso (Almacenamiento de materia prima), y una salida independiente al final del mismo (Bodega de producto terminado). El plano civil es el siguiente:

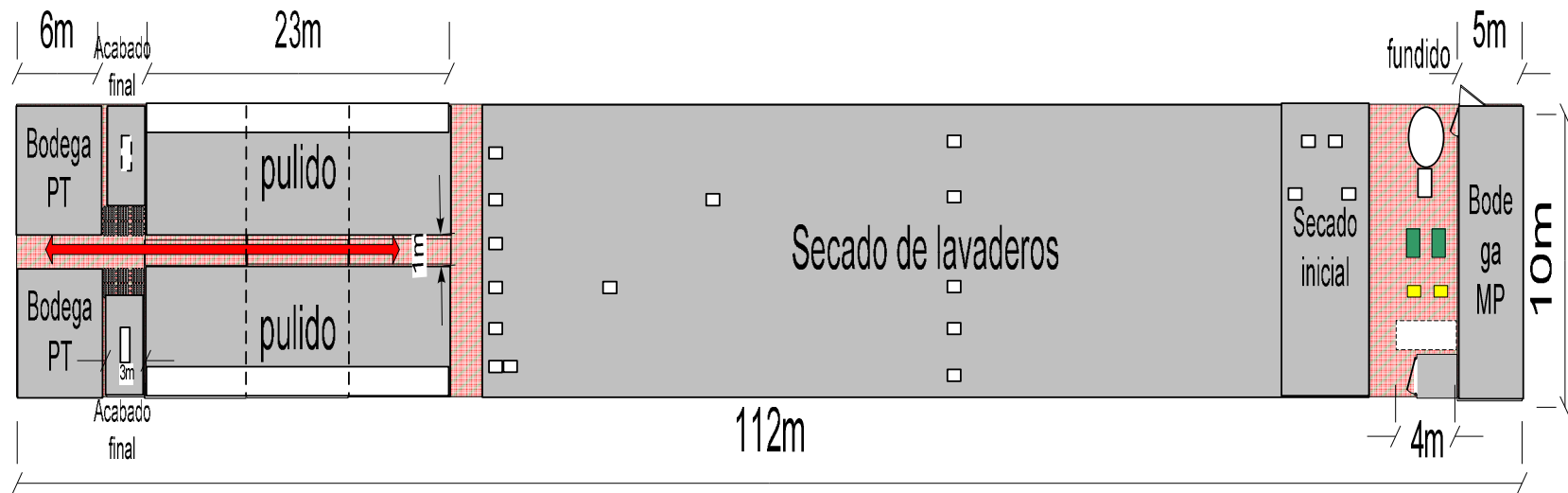


Figura 41: Plano general de la línea de lavaderos, Alternativa 2

Escala 1:500

## Descripción de las áreas

**Almacenamiento de materia prima:** De las mismas dimensiones que la alternativa anterior con la diferencia de que rotará 90° y se ubicará en el costado sur del terreno. Su posible organización es

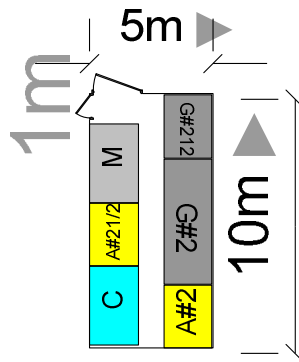


Figura 42: Distribución general de la bodega de materias primas, Alternativa 2

**Fundido:** El área de fundido tendrá una rotación de 90° hacia la izquierda y contará con los mismos recursos humanos y físicos mencionados en la alternativa 1.

**Secado:** El área de secado será en línea recta y los lavaderos se organizarán en 6 filas horizontales todas con longitud de 69 m.

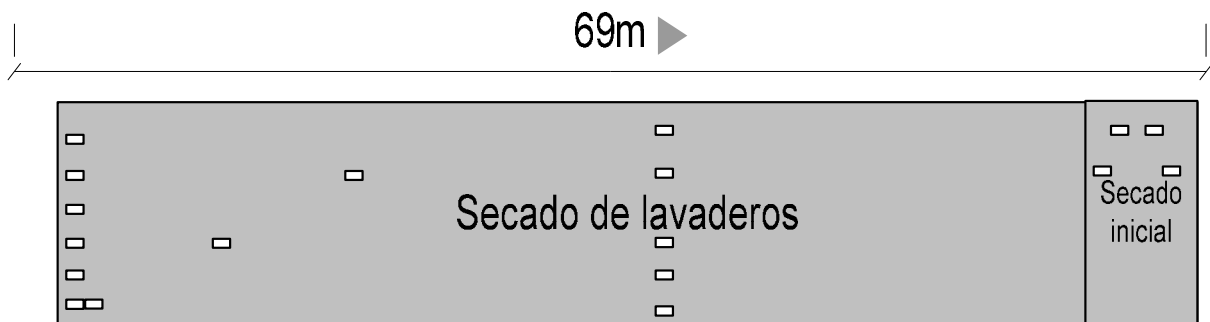


Figura 43: Distribución general de la bodega de secado, Alternativa 2

**Pulido:** La sección de pulido igualmente con capacidad para 6 pulidores ubicados uno en frente del otro, compartiendo el pasillo de 1,5 m y con los mismos recursos físicos y humanos de la alternativa anterior.

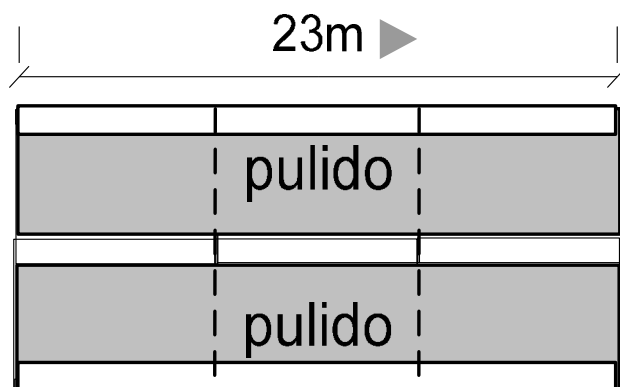


Figura 44: Distribución general de área de pulido, Alternativa 2

**Acabado final:** El acabado final continúa con las mismas características salvo que se ubicará una mesa en frente de la otra con iguales recursos.

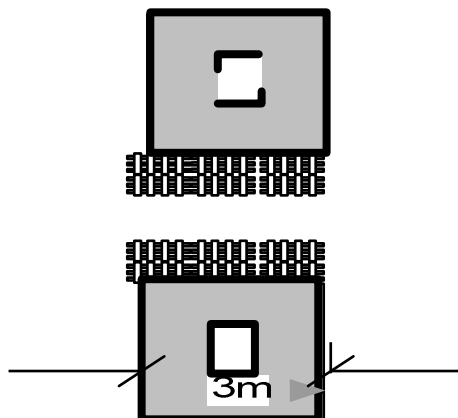


Figura 45: distribución general e área de acabado final, Alternativa 2

**Bodega de producto terminado:** Se ubicará junto al cada centro de acabado final una en frente de la otra.

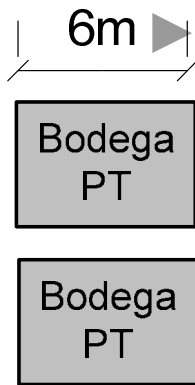


Figura 46: Distribución general de la bodega de producto terminado, Alternativa 2

**Cuarto de insumos:** Ubicado junto al fundido con las mismas dimensiones de la alternativa anterior.

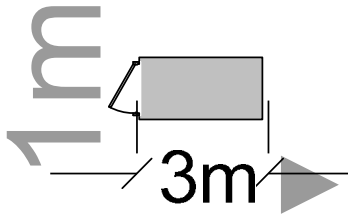
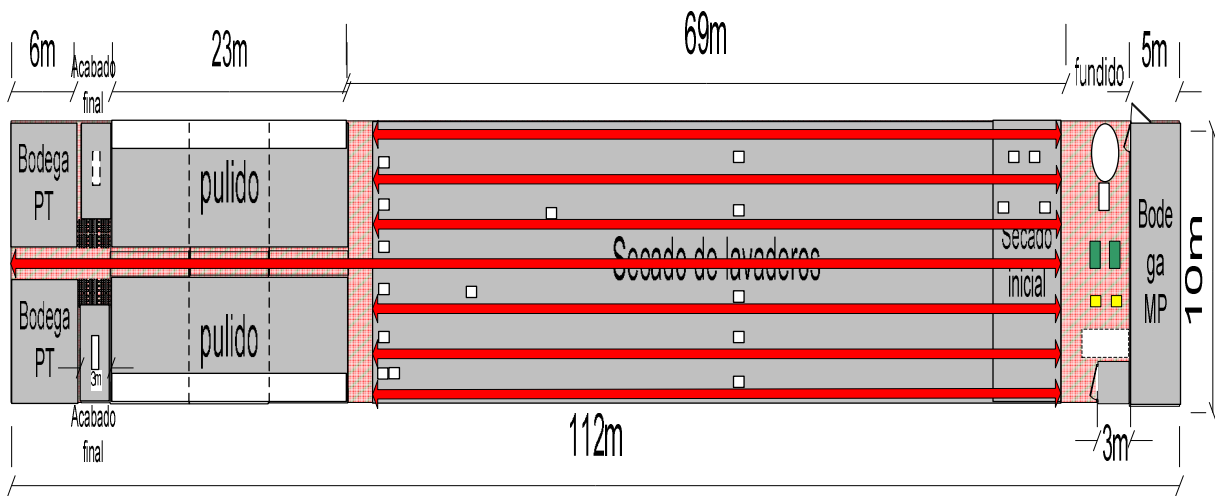


Figura 47: Distribución general del cuarto de insumos, Alternativa 2

### **Pasillos**

Igualmente tendrá un pasillo principal que atraviesa toda la planta desde el secado hasta la bodega de productor terminado, los demás pasillos son los de la sección de secado que ya se mencionaron en la alternativa anterior.



**Figura 48: Distribución de pasillos, Alternativa 2**

Escala 1:500

### 6.7.1.3 ALTERNATIVA 3

Las tercera alternativa se deriva de la alternativa 1 y 2, también conservará el flujo en línea recta de la alternativa anterior pero con la diferencia de que estará dividida en 2 zonas como en la propuesta 1.

El plano civil se muestra en la figura 50

#### Descripción de las áreas

**Almacén de materia prima:** Gira 180° respecto de la propuesta 1

**Fundido:** Igualmente con un giro de 180 con respecto a la alternativa 1 y los recursos permanecen constantes

**Secado:** En esta alternativa el área de secado se organizará igualmente por filas en 2 secciones cada una con 30 metros de largo.

**Pulido:** La sección de pulido tendrá 2 pulidores un al frente del otro y el tercero junto al pulidor 1.

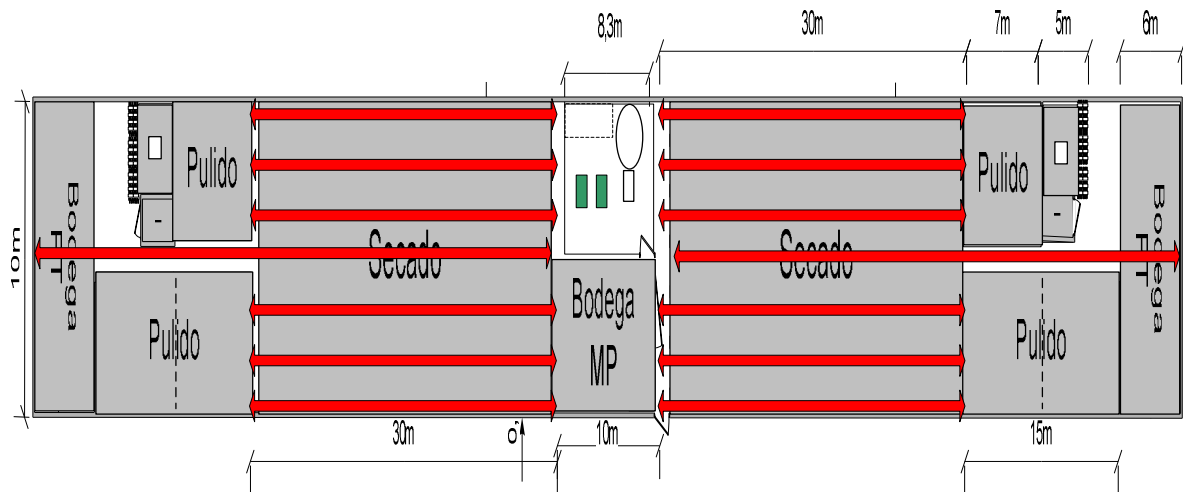
**Acabado final:** Junto al cuarto de insumos y con la misma longitud de las demás propuestas e iguales recursos.

**Bodega de producto terminado:** Gira 90° con respecto de la alternativa 1.

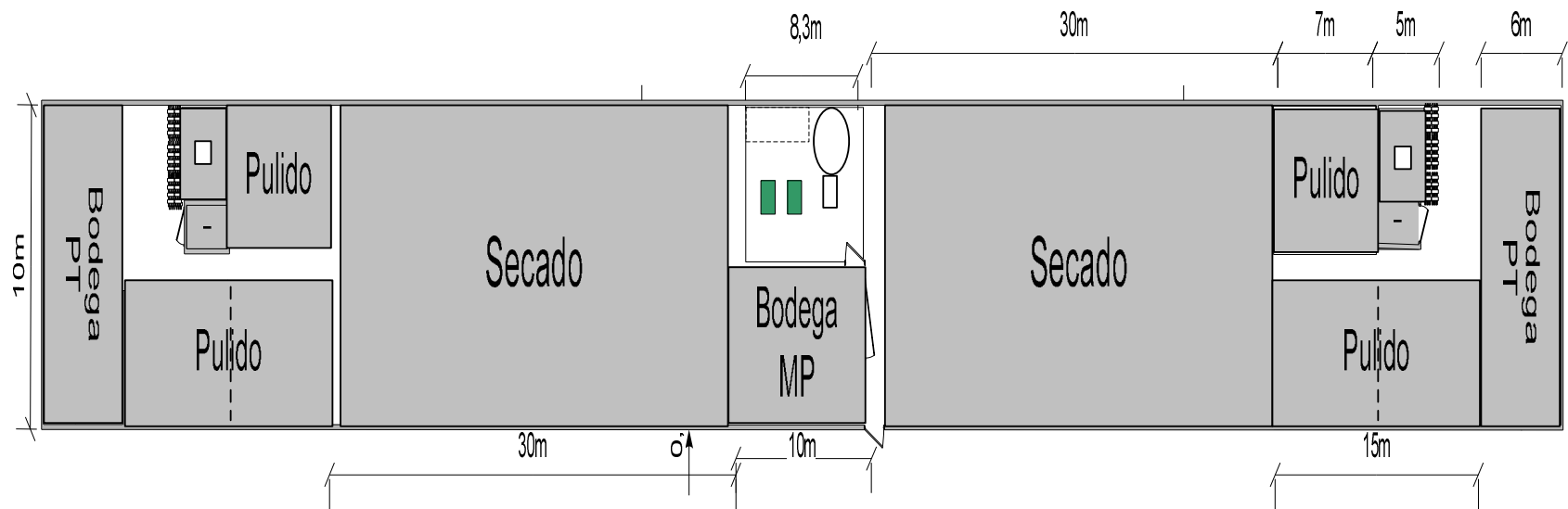
**Cuarto de insumos:** En este caso serán 2 cuartos, frente al pulidor 3, y junto a cada uno de los operarios de acabado final, con las mismas dimensiones de los dos diseños anteriores.

### **Pasillos**

Este diseño contempla los mismos pasillos entre filas de lavaderos de la alternativa 2, solamente que serán divididos en 2 secciones, cada uno de 30 metros y el pasillo principal será de 50 metros, en cada bodega de secado.



**Figura 49: Descripción general de pasillos, Alternativa 3. Escala 1:500**



**Figura 50. Plano general de la línea de lavaderos, Alternativa 3.**

Escala 1:500

## 7. MODELOS EN PROMODEL

En el capítulo 7 se simulan cada una de las líneas en la distribución actual, para así generar un modelo inicial que sirva como punto de comparación. Posteriormente, se simulan las 3 alternativas que permitan comparar resultados y sacar las respectivas conclusiones.

La realización de estos modelos se hace con los datos obtenidos en el estudio de tiempos realizado y se utilizará el Software de simulación PROMODEL

Es importante mencionar que los modelos que se van a construir se hicieron bajo la versión de Promodel que permite la utilización de 20 estaciones de trabajo, 5 entidades, 5 recursos, y 5 atributos.

Algunas líneas de producción de Mármoles & Bloques cuentan con un mayor número de elementos de los permitidos por el software, por lo que es necesario emplear los de mayor importancia de tal manera que represente en lo más posible la realidad de la situación.

Para mencionar un caso específico en la línea de lavaderos prefabricados, se requieren de 7 operarios para que ésta funcione, 3 en el fundido, 3 en el pulido y una en acabado final. Debido a que solo se pueden usar 5, se decidió dividir el modelo en 2, desde fundido hasta secado, y desde secado hasta acabado. Esta división es factible ya que como se sabe el lavadero debe permanecer 18 días secándose, si ningún tipo de proceso adicional, por lo que no se alteran las condiciones del modelo.

## **7.1 DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS**

Para la construcción del modelo se hace necesario conocer el comportamiento de los datos, debido a que el software a utilizar requiere la media, desviación y tipo de distribución de los datos.

Para conocer el tipo de distribución que presentan los datos tomados con anterioridad en el estudio de tiempos, se realizó la prueba chi cuadrada para la bondad del ajuste. Dicha prueba se basa en qué tan buen ajuste se tiene entre la frecuencia de ocurrencia de las observaciones en una muestra observada y las frecuencias esperadas que se obtienen a partir de una distribución hipotética. Con la ayuda del Software estadístico Statgraphics se realizaron los contrastes y se determinó el comportamiento de los datos de cada uno de los procesos,

Los resultados se muestran en el anexo P

Los únicos datos a los que no se les realizó la prueba fue a los del tiempo de triturado pues como se mencionó, no fue posible sino hacer tres tomas de tiempos y esto es muy poco para que el test de Bondad de ajuste se pueda realizar.

## **7.2 SITUACIÓN ACTUAL**

### **7.2.1 Línea de granito de mármol**

Para poder construir el modelo, fue necesario realizar las siguientes consideraciones:

Inicialmente al sistema llegan bultos, que debido a la limitantes del programa en este caso será  $2 \frac{1}{2}$ , éstos bultos se agruparán en una tonelada es decir 26,32 bultos. Posteriormente la entidad tonelada se agrupará en otra llamada carga que corresponderá a 18 toneladas que equivale a un viaje.

Lo anterior se realizó pues es necesario indicarle al programa que al sistema entran bultos y salen bultos, para conservar la equivalencia.

Además se tuvieron que definir algunas estaciones que permitieran hacer la agrupación y des-agrupación de entidades descritas en el párrafo anterior.

#### **7.2.1.1 Listado de elementos**

- Estaciones
  1. Descarga: Esta estación representa el lugar a donde llegan las piedras de mármol (rajón), que van a ser trituradas.
  2. Entrada triturado: Cuando las piedras están en la estación descarga, los tres operarios deben acercar el viaje hasta la trituradora, entrada triturado simboliza el sitio en donde dejan dichas piedras.
  3. Piso\_triturado: Para poder pasar el viaje en su totalidad, fue necesario agrupar ésta entidades, la estación piso\_triturado se utilizó como un área en donde se desagrupa nuevamente el viaje.
  4. Otro\_piso: En esta zona se desagrupa el viaje en tres entidades, bultos # 2, #  $2 \frac{1}{2}$  y # 1.
  5. n2ymedio: Esta entidad representa la bandeja azul del clasificador por donde se mueven el granito # $2 \frac{1}{2}$



6. n2: Es la bandeja amarilla del clasificador por donde sale en granito # 2



7. n1: Es el tamiz por donde se produce el granito #1



8. Salida\_clasificado: Cuando el grano se produce llega a este centro de trabajo para pasar posteriormente al pesaje.

9. Peso: En esta entidad se encuentra la báscula y cada bulto es debidamente pesado y amarrado.

10. Bodega: Sitio final en donde se almacenan todos los bultos procesados.

- Entidades

1. Tonelada: Se definió la entidad tonelada que se agrupará en 26,32 bultos de 38 kg.



2. Carga: Una tonelada se agrupará en 18 toneladas que equivale a carga, esto quiere decir que ésta entidad representa el viaje completo de rajón, que será acercado en su totalidad a la trituradora tiempo que demora 45 min por tonelada, para luego desagruparse y convertirse nuevamente en bultos pero de diferentes tamaños.



3. bulto\_n2ymedio: Esta entidad representa el granito # 2 ½

4. bulto\_n2: Esta entidad representa el granito # 2

5. bulto\_n1: Este es el granito #1



Debido a las limitantes del programa no fue posible definir la entidad marmolina, para efectos del modelo el porcentaje de salida del éste grano se incluyó en el del granito # 1.

- Recursos

En la realidad ésta línea funciona con 3 operarios que cumplen las funciones de

Operario 1: Alimenta la trituradora

Operario 2: Recibe el repase (piedras grandes que deben ser procesadas nuevamente)

Operario 3: Cambia los sacos llenos por sacos vacíos cuando corresponda y transporta los sacos hacia el pesaje.

Para efectos del modelo solo se tuvo en cuenta al operario 1 y al operario 3.



o1



o3

- Variables

Se definieron 3 variables que son

1. Nu2½: Representa el número de bultos # 2 ½ procesados
2. Nu2: Cuenta el número de bultos # 2

3. Nu1: Enumera la cantidad de bultos # 1

### 7.2.1.2 Límites del sistema

El modelo de simulación en promodel para la línea de granito de mármol comienza en la estación descarga, la cual tiene una capacidad infinita. A esta estación llegan 473,76 unidades (bultos de granito), una sola vez al sistema, lo que equivale a un viaje de rajón completo de 18 toneladas.

El sistema termina en la estación bodega a donde llegan los bultos de diferentes tamaños.

### 7.2.1.3 Tablas del modelo

#### *Registro de estaciones*

Tabla 66: Registro de estaciones para la línea de granito de mármol

| <b>Nombre</b>      | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b> |
|--------------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Descarga           | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Estrada_triturado  | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| N2ymedio           | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest, FIFO  |
| N2                 | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest, FIFO  |
| n1                 | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest, FIFO  |
| Peso               | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Bodega             | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Salida_clasificado | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Piso_triturado     | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Otro_piso          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |

### Registro de entidades

Tabla 67: Registro de entidades para la línea de granito de mármol

| Nombre         | Velocidad (fmp9) | Estadísticas |
|----------------|------------------|--------------|
| Tonelada       | 150              | Time series  |
| Bulto_n2ymedio | 150              | Time series  |
| Bulto_n2       | 150              | Time series  |
| Bulto_n1       | 150              | Time series  |
| Carga          | 150              | Time series  |

### Registro de arribos

Tabla 68: Registro de arribos para la línea de granito de mármol

| Entidad        | Locación | Cantidad | Primera vez | Ocurrencias |
|----------------|----------|----------|-------------|-------------|
| Bulto_n2ymedio | Descarga | 473.76   | 0           | 1           |

### Registro de redes

Tabla 69: Registro de redes para la línea de granito de mármol

| Nombre | Tipo    | T/S              | Rutas | Interfaces | Trazado | Nodos |
|--------|---------|------------------|-------|------------|---------|-------|
| Camino | Passing | Speed & Distance | 5     | 11         | 0       | 6     |

### Registro de recursos

Tabla 70: Registro de recursos para la línea de granito de mármol

| Nombre | Unidades | Paradas | Estadísticas | Specs..            | Buscador | Lógica | Puntos |
|--------|----------|---------|--------------|--------------------|----------|--------|--------|
| O1     | 1        | None    | By unit      | Camino,<br>N3, Rtn | None     | o      | 1      |
| O2     | 1        | None    | By unit      | Camino,<br>N4, Rtn | None     | o      | 1      |
| O3     | 1        | None    | By unit      | Camino,<br>N4, Rtn | None     | o      | 1      |

*Registro de variables*

Tabla 71: Registro de variables para la línea de granito de mármol

| Icono | Nombre | Tipo    | Valor inicial | Estadísticas |
|-------|--------|---------|---------------|--------------|
| Si    | Nu212  | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | Nu2    | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | Nu1    | Integer | 0             | Time series  |

*Registro de proceso*

Tabla 72: Registro del proceso para la línea de granito de mármol

| Entidad        | Locación           | Operación                  | Salida         | Destino            | Regla    | Movimiento lógico                  |
|----------------|--------------------|----------------------------|----------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| Bulto_n2ymedio | Descarga           | GROUP 26,32                | Tonelada       | Entrada_triturado  | FIRST 1  | Move for 810 min                   |
| Tonelada       | Entrada_triturado  | GROUP 18                   | Carga          | Piso_triturado     | FIRST 1  |                                    |
| Carga          | Piso_triturado     | UNGROUP                    |                |                    |          |                                    |
| Bulto_n2ymedio | Otro_piso          |                            | Bulto_n2ymedio | n2ymedio           | 0.1653 1 | Move with 01 then free             |
|                |                    |                            | Bulto_n2       | n2                 | 0.532400 | Move with 01 then free             |
|                |                    |                            | Bulto_n1       | n1                 | 0.302300 | Move with 01 then free             |
| Bulto_n2ymedio | n2ymedio           |                            | Bulto_n2ymedio | Salida_clasificado | First 1  | Move for 4.6 min                   |
| Bulto_n2       | n2                 |                            | Bulto_n2o      | Salida_clasificado | First 1  | Move for 1.85 min                  |
| Bulto_n1       | n1                 |                            | Bulto_n1       | Salida_clasificado | First 1  | Move for 8.32 min                  |
| Bulto_n2ymedio | Salida_clasificado |                            | Bulto_n2ymedio | peso               | First 1  | Move with 03 for 0.2 min then free |
| Bulto_n2ymedio | Peso               | Use o3 for 5,9 min free o3 | Bulto_n2ymedio | Bodega             | First 1  | Move with o3 for 0.1 then free     |

|                    |                        |                                   |                    |           |         |  |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------|---------|--|
| Bulto_n2ymedi<br>o | Bodega                 |                                   | Bulto_n2ymedi<br>o | EXIT      | First 1 | Nu212=Nu21<br>2+1                        |
| ALL                | Otro_piso              | UNGROUP                           |                    |           |         |  |
| Bulto_n2           | Salida_clasificad<br>o |                                   | Bulto_n2           | peso      | First 1 | Move with o3<br>for 0.1 min<br>then free |
| Bulto_n2           | Peso                   | Use o3 for<br>0.05 min free<br>o3 | Bulto_n2           | Bodega    | First 1 | Move with o3<br>for 0.1 then<br>free     |
| Bulto_n2           | Bodega                 |                                   | Bulto_n2           | EXIT      | First 1 | Nu2=Nu2+1                                |
| Bulto_n1           | Salida_clasificad<br>o |                                   | Bulto_n1           | peso      | First 1 | Move with o3<br>for 0.1 min<br>then free |
| Bulto_n1           | Peso                   | Use o3 for<br>5,9 min free<br>o3  | Bulto_n1           | Bodega    | First 1 | Move with o3<br>for 0.15 then<br>free    |
| Bulto_n1           | Bodega                 |                                   | Bulto_n1           | EXIT      | First 1 | Nu1=Nu1+1                                |
| ALL                | Piso_triturado         |                                   | ALL                | Otro_piso | First 1 |  |

El modelo de granito de mármol se deja planteado y en un futuro en el cual se puedan obtener una cantidad de datos suficiente se harán las corridas correspondientes.

## 7.2.2 Línea de retal de mármol

### 7.2.2.1 Listado de elementos

- Estaciones
  1. Rajón: Es la estación en donde se encuentran ubicadas las piedras de mármol (Que en este caso son metros)
  2. Cortadora: Representa la máquina cortadora de disco
  3. Bodega: El lugar en donde se almacena el retal ya cortado

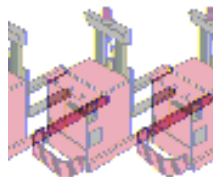
4. Puesto carretilla: Sitio en donde se ubica la carretilla para transportar los metros cortados
5. Piso\_cortadora: Se utilizó para agrupar cada uno de los metros cortados en 6, que es la capacidad de la carretilla, para así poder se transportados posteriormente a la bodega.
6. Piso\_bodega: Lugar en donde se desocupa la carretilla

- Entidades

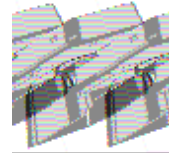
1. Metro: Cada uno de las unidades cortadas



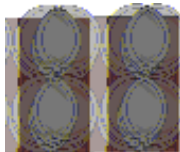
2. Carretilla: Representa la carretilla cuando está vacía, en espera de la llegada del retal de mármol



3. Carretilla\_llena: Es la carretilla cargada de metros de retal.



Metros: Conjunto de 6 metros de retal



- Recursos

Operario: El operario es el encargado tanto de cortar los metros, transportarlos en la carretilla y además encarrarlos en la bodega.



- Variables

Para este modelo se utilizaron 3 variables que son

1. Metros\_carretilla: Para contar cuantos metros existen en la carretilla
2. Metros\_bodega: Son los metros que existen inicialmente en la zona de almacenamiento de piedra
3. Metros\_bodega\_final: Número de metros encarrados.

#### **7.2.2.2 Límites del sistema**

El modelo de simulación en promodel para la línea de retal de mármol comienza en la estación rajón, la cual tiene una capacidad infinita. A esta estación llegan 1000 unidades (metros), una sola vez al sistema, lo que equivale a un viaje de rajón completo de 18 toneladas.

El sistema termina en la estación bodega en donde se encarran los metros procesados.

#### **7.2.2.3 Tablas del modelo**

*Registro de estaciones*

Tabla 73: Registro de estaciones para la línea de retal de mármol

| Nombre           | Cap | Unidades | Paradas | Estadísticas | Reglas |
|------------------|-----|----------|---------|--------------|--------|
| Rajón            | inf | 1        | None    | Time series  | Oldest |
| Cortadora        | 1   | 1        | None    | Time series  | Oldest |
| Bodega           | Inf | 1        | None    | Time series  | Oldest |
| Puestocarretilla | inf | 1        | None    | Time series  | Oldest |
| Piso_cortadora   | inf | 1        | None    | Time series  | Oldest |
| Piso_bodega      | Inf | 1        | None    | Time series  | Oldest |

*Registro de entidades*

Tabla 74: Registro de entidades para la línea de retal de mármol

| Nombre           | Velocidad (fmp) | Estadísticas |
|------------------|-----------------|--------------|
| Metro            | 150             | Time series  |
| Carretilla       | 150             | Time series  |
| Carretilla_llena | 150             | Time series  |
| Metros           | 150             | Time series  |

*Registro de arribos*

Tabla 75: Registro de arribos para la línea de retal de mármol

| Entidad    | Locación         | Cantidad | Primer<br>a vez | Ocurrencias | Logia              |
|------------|------------------|----------|-----------------|-------------|--------------------|
| Metro      | Rajón            | 1000     | 0               | 1           | Metros_bodega=1000 |
| carretilla | Puestocarretilla | 1        | 0               | 1           |                    |

*Registro de redes*

Tabla 76: Registro de redes para la línea de retal de mármol

| <b>Nombre</b> | <b>Tipo</b> | <b>T/S</b>       | <b>Rutas</b> | <b>Interfaces</b> | <b>Trazado</b> | <b>Nodos</b> |
|---------------|-------------|------------------|--------------|-------------------|----------------|--------------|
| Camino        | Passing     | Speed & Distance | 3            | 6                 | 0              | 4            |

*Registro de recursos*

Tabla 77: Registro de recursos para la línea de retal de mármol

| <b>Nombr<br/>e</b> | <b>Unidade<br/>s</b> | <b>Parada<br/>s</b> | <b>Estadístic<br/>as</b> | <b>Specs.<br/>.</b>    | <b>Buscad<br/>or</b> | <b>Lógic<br/>a</b> | <b>Punto<br/>s</b> |
|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Operari<br>o       | 1                    | None                | By Unit                  | Camin<br>o, N2,<br>Rtn |                      |                    | 1                  |

*Registro de variables*

Tabla 78: Registro de variables para la línea de retal de mármol

| <b>Icono</b> | <b>Nombre</b>       | <b>Tipo</b> | <b>Valor inicial</b> | <b>Estadísticas</b> |
|--------------|---------------------|-------------|----------------------|---------------------|
| Si           | Metros_carretilla   | Integer     | 0                    | Time series         |
| Si           | Metros_bodega       | Integer     | 0                    | Time series         |
| Si           | Metros_bodega_final | Integer     | 0                    | Time series         |

*Registro de proceso*

Tabla 79: Registro del proceso para la línea de retal de mármol

| Entidad          | Locación         | Operación  | Salida           | Destino          | Regla   | Movimiento lógico  |
|------------------|------------------|--|------------------|------------------|---------|--|
| Metro            | Rajon            |  | Metro            | Cortadora        | First 1 | Move with operario for 2.5 min Then free Metros_bodega =metros_bodega -1         |
| Metro            | Cortadora        | GET Operario<br>WAIT N(14.70;<br>2.044)<br>Free Operario | Metro            | Piso_cortadora   | First 1 | Move with Operario for 20 sec Then free Metros_carretilla = Metros_carretilla +1 |
| Carretilla       | Puestocarretilla | Load 1   | Carretilla_llena | Piso-bodega      | First 1 | Move with Operario for 2.7 min then free   |
| Carretilla_llena | Piso_bodega      | Unload 1<br>Wait 10 sec                                  | Carretilla       | Puestocarretilla | First 1 | Move with operario for 2.7 Then Free Metros_carretilla =0                        |
| All              | Bodega           | Ungroup  |                  |                  |         |  |
| All              | Piso_cortadora   | Group 6  | Metros           | Puestocarretilla | Load 1  |  |
| All              | Piso_bodega      | GET Operario<br>WAIT<br>N(1.17;0.178)<br>Free Operario   | Metro            | Bodega           | First 1 |  |
| Metro            | Bodega           |  | Metro            | Exit             | Fisrt 1 |  |

#### **7.2.2.4 Verificación del modelo**

Cuando el modelo trabaja según la secuencia de tareas lógicas encomendadas, siguiendo para ello una serie cronológica de instrucciones, se dice que el mismo “*verifica*”.

En el caso particular del modelo de retal de mármol, se utilizó la herramienta de la animación, la que permite seguir visualmente el desempeño de las entidades, para lo cual se puede variar la velocidad de simulación hasta un punto tal que permita una cómoda verificación visual, debido a que es un modelo pequeño y sencillo.

Asimismo, se verificaron los resultados producidos por el modelo, contrastándolos con valores existentes. Para esto último, asumió vital importancia la experiencia de la gerencia y de la creadora del modelo.

#### **7.2.2.5 Determinación del número de corridas**

Una vez terminado el modelo, éste es verificado y se observa que el modelo se comporte como se piensa que debería, se pasa al proceso de validación.

Para dicho proceso, es necesario determinar primero el número de corridas óptimas de acuerdo con el nivel de confianza que se desea obtener.

Para determinar éste número, primero se tomó una muestra inicial de 10 réplicas para después calcular el número de réplicas con un error dado. Cada réplica corresponde al tiempo que demora para cortar 20 metros.

Tabla 80: Registro corrida inicial en Promodel línea de retal de mármol

| Replica | Tiempo (horas) |
|---------|----------------|
| 1       | 5,32           |
| 2       | 5,02           |
| 3       | 5,19           |
| 4       | 5,31           |
| 5       | 5,32           |
| 6       | 5,43           |
| 7       | 5,22           |
| 8       | 5,19           |
| 9       | 5,11           |
| 10      | 5,35           |

La media y la desviación estándar de los resultados anteriores es:

Media: 5,24

Desviación estándar: 0,12

Se desea obtener un error un error de 3 min el cual es aproximadamente el 1% de la media, error aprobado por la gerencia.

Utilizando la siguiente fórmula:

$$N = \left( \frac{t_{(n-1, \alpha/2)} S}{e} \right)^2$$

Donde

N: número de réplicas

S: desviación estándar de la muestra

e: error

$\alpha$ : nivel de significancia

$$N = \left( \frac{2,26 * 0,12}{0,05} \right)^2 = 29,41 \approx 30$$

Los resultados de las 30 réplicas se muestran en la tabla 78

Tabla 81: Resultados de las corridas en promodel Línea de corte

| Replica | Tiempo (horas) | Replica | Tiempo (horas) |
|---------|----------------|---------|----------------|
| 1       | 5,40           | 16      | 5,22           |
| 2       | 5,61           | 17      | 5,40           |
| 3       | 5,16           | 18      | 5,56           |
| 4       | 5,35           | 19      | 5,23           |
| 5       | 5,41           | 20      | 5,39           |
| 6       | 5,32           | 21      | 5,24           |
| 7       | 5,44           | 22      | 5,39           |
| 8       | 5,14           | 23      | 5,25           |
| 9       | 5,21           | 24      | 5,33           |
| 10      | 5,25           | 25      | 5,44           |
| 11      | 5,50           | 26      | 5,53           |
| 12      | 5,19           | 27      | 5,43           |
| 13      | 5,15           | 28      | 5,30           |
| 14      | 5,17           | 29      | 5,34           |
| 15      | 5,04           | 30      | 5,30           |

Media: 5,32

Desviación estándar: 0,13

### 7.2.2.6 Validación del modelo

Para realizar la validación del modelo es necesario comparar estadísticamente los resultados del modelo con los resultados del sistema real. Para ello se realiza una prueba de hipótesis (de diferencia de medias) para validar si estadísticamente el modelo se comporta como el sistema real. La prueba de hipótesis es la siguiente:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t_v = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}$$

A continuación se presentan los datos de 15 observaciones reales realizadas.

Tabla 82: Registro de corridas de producción línea de corte de retal

| Observación | Tiempo<br>(horas) |
|-------------|-------------------|
| 1           | 5,421             |
| 2           | 5,514             |
| 3           | 5,618             |
| 4           | 5,549             |
| 5           | 4,985             |
| 6           | 5,298             |
| 7           | 5,205             |
| 8           | 5,536             |
| 9           | 5,384             |
| 10          | 5,514             |
| 11          | 5,149             |
| 12          | 5,406             |
| 13          | 5,111             |
| 14          | 5,424             |
| 15          | 5,536             |

Media: 5,337

Desviación estándar: 0,188

A simple vista las diferencias entre los dos grupos de datos son pequeñas pero sin embargo se realizó la prueba de hipótesis cuyos resultados son:

Media 1: 5,337

Desviación 1: 0,188

n<sub>1</sub>: 15

Media 2: 5,32

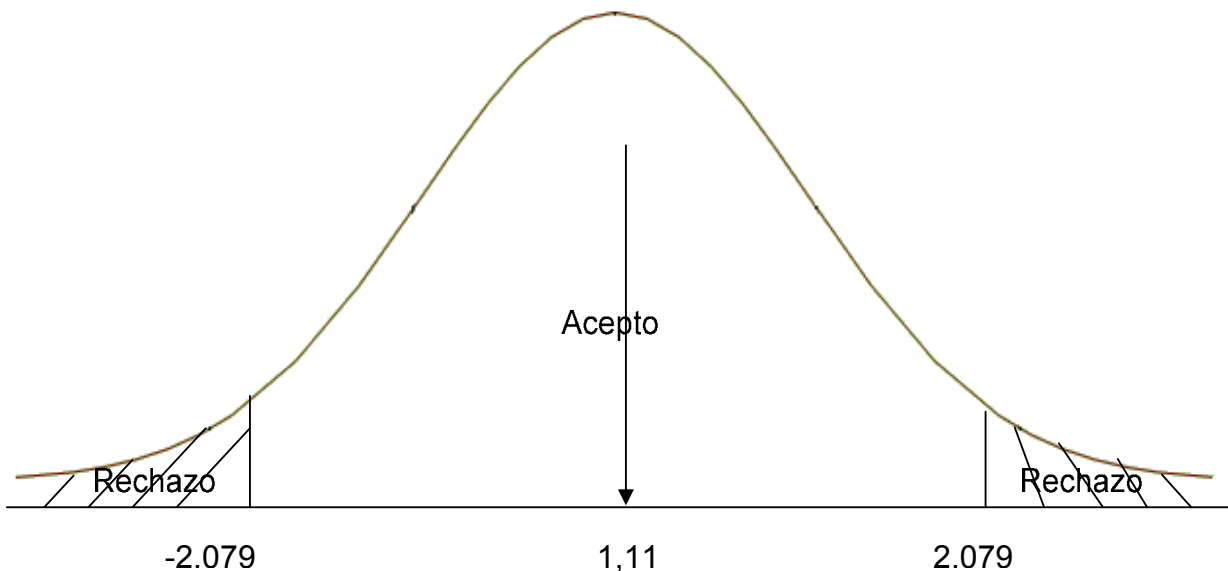
Desviación: 0,13

n<sub>2</sub>: 30

$$t_v = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{(5,33 - 5,32)}{\sqrt{\frac{0,18^2}{15} + \frac{0,13^2}{30}}} = 1,11$$

$$V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} = \frac{\left(\frac{0,19^2}{15} + \frac{0,13^2}{30}\right)}{\frac{\left(\frac{0,19^2}{15}\right)^2}{15 - 1} + \frac{\left(\frac{0,13^2}{30}\right)^2}{30 - 1}} = 20,67 \approx 21$$

Para 21 grados de libertad y un  $\alpha = 5\%$  el estadístico  $t_{\alpha/2} = 2,097$



**Figura 51: Prueba de hipótesis para la línea de de retal de mármol**

No se rechaza la hipótesis nula de que las medias entre los dos grupos son iguales, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el modelo se ajusta a la realidad.

#### **7.2.2.7 Interpretación de los resultados del modelo**

Se corrió el modelo para diferentes cantidades de producto, lo cual permitió observar que el modelo mantiene la lógica de la situación real.

El porcentaje del tiempo que la entidad metro se mantiene bloqueada corresponde al tiempo de espera en completar los 6 metros para el transporte en la carretilla.

Este es un modelo sencillo de fácil interpretación en donde se maneja un solo operario y una sola máquina.

#### **7.2.3 Línea de lavaderos prefabricados**

Debido a las limitantes de Promodel fue necesario dividir la línea en 2 modelos

Modelo 1: desde la bodega de materias primas hasta la bodega de secado

Modelo 2: Desde la bodega de secado a la bodega de producto terminado.

Esto con el fin de poder detallar mejor la situación e incluir más elementos y se refleje mejor la realidad.

También se definieron las jornadas de trabajo, es decir, las máquinas y los operarios comienzan a trabajar a las 7:00 am y terminan a las 12 m, reinician a la 1:p.m. y terminan a las 5 p.m, además se incluyeron 2 descansos de 15 minutos, uno a las 9 a.m y otro a las 3 p.m.

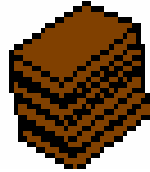
### 7.2.3.1 Modelo 1

#### 7.2.3.1.1 Listado de elementos – Modelo 1

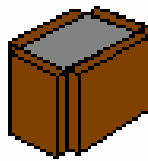
- Estaciones
  1. Mezclado: Es la entidad en donde se realiza la mezcla de los bultos para los lavaderos, mezcla que es realizada en forma manual.
  2. Vibrado: Representa el vibrocompactador utilizado para el fundido del lavadero
  3. Secado\_inicial: Es el espacio para dejar los lavaderos fundidos con molde y en donde se le desprenden poco a poco las partes que lo conforman.
  4. Secado\_final: Es la bodega en donde se dejan los lavaderos al final para el secado largo que dura 18 días.
  5. Materia\_prima: Lugar en donde se encuentran los bultos para realizar la mezcla.
  6. Secado\_molde\_base: Es el lugar en donde se secan los lavaderos que tiene puesta la base
  7. Vibrado\_molde\_base: El lugar en donde se une la base del lavadero con sus respectivas partes
  
- Entidades
  1. Lavadero: Es la entidad principal, recorre todo el proceso, y es a la que se le añaden cada una de las partes del molde, para al final quitarlas nuevamente y pasar al secado final.



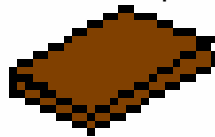
- partes: Representan las partes del molde que se arman para poder fundir el lavadero. (Los laterales, el fregadero, el tanque, los macho), no incluye la base.



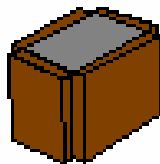
- Lavadero\_molde\_total: Es la entidad cuando se unen el lavadero y todas las partes del molde. Resulta de la unión de Lavadero\_molde\_base y partes.



- base: Es únicamente la base del molde, ésta es la última parte que se desprende del lavadero, y se hace al día siguiente de ser fundido, teniendo en cuenta que la base debe permanecer unida casi 24 horas al lavadero.



- Lavadero\_molde\_base: Resulta de la unión del lavadero con la entidad base



- Recursos

1. Operario\_mezcla: Es el operario de hacer la mezcla y ayudar a llenar el molde



2. Operario\_moldes: Es el encargado de armar el molde y llenarlo junto con el operario\_mezcla



3. Operario\_secado: Es el operario de retirar cada una de las partes que conforman el molde y transportar el lavadero a la zona de secado final



- Variables

1. n\_bases: El número de bases en el sistema
2. n\_lav\_seci: Número de lavaderos en secado inicial
3. n\_lav-sefinal: Número de lavaderos en secado final (bodega)
4. n\_lav\_sec\_molbase: Número de lavaderos que se están secando y tienen puesta la base
5. n\_moldes\_partes: Número de partes (las piezas que conformar el molde, sin tener en cuenta la base)

### 7.2.3.1.2 Límites del sistema

El modelo 1 para la línea de lavaderos prefabricados comienza en la estación Materia prima, a donde llegan los materiales para fundir el lavaderos, con capacidad infinita, y termina en la estación secado final a donde llegan los lavaderos fundidos a esperar un secado de 18 días aproximadamente.

### 7.2.3.1.3 Tablas del modelo

#### *Registro de estaciones*

Tabla 83: Registro de estaciones Línea lavaderos modelo fundido

| <b>Nombre</b>      | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b> |
|--------------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Mezclado           | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Vibrado            | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Secado_inicial     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Secado_final       | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Materia_prima      | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Secado_molde_base  | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Vibrado_molde_base | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |

*Registro de entidades*

Tabla 84: Registro de entidades Línea Lavaderos, Modelo fundido

| <b>Nombre</b>        | <b>Velocidad (fmp9</b> | <b>Estadísticas</b> |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| Lavadero             | 150                    | Time series         |
| Base                 | 150                    | Time series         |
| Lavadero_molde_total | 150                    | Time Series         |
| Partes               | 150                    | Time series         |
| Lavadero_molde_base  | 150                    | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 85: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b>    | <b>Cantidad</b> | <b>Primer a vez</b>                 | <b>Ocurrencias</b> | <b>Logica</b>     |
|----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Lavadero       | Materia_prima      | 200             | 0                                   | 1                  |                   |
| Base           | Vibrado            | 10              | 0                                   | 1                  | n_bases =10       |
| Partes         | Vibrado_molde_base | 6               | 0                                   | 1                  | n_moldes_partes=6 |
| Lavadero       | Materia_prima      | 1               | Mon,<br>Feb 12<br>2007<br>@ 7<br>am | Inf                |                   |

*Registro de recursos*

Tabla 86: Registro de recursos Línea de lavaderos modelo fundido

| Nombre         | Unidades | Paradas | Estadísticas | Specs..    | Buscador | Lógica | Puntos |
|----------------|----------|---------|--------------|------------|----------|--------|--------|
| Operariomezcla | 1        | None    | By unit      | No Network | None     | 0      | 0      |
| Operarios      | 1        | None    | By unit      | No Network | None     | 0      | 0      |
| Operariosecado | 1        | None    | By unit      | No Network | None     | 0      | 0      |

*Registro de variables*

Tabla 87: Registro de variables línea lavaderos modelo fundido

| Icono | Nombre            | Tipo    | Valor inicial | Estadísticas |
|-------|-------------------|---------|---------------|--------------|
| Si    | n_moldes_partes   | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_seci        | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_secfinal    | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_sec_molbase | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_bases           | Integer | 0             | Time series  |

*Registro de proceso*

Tabla 88: Registro de proceso línea lavaderos Modelo fundido

| Entidad  | Locación      | Operación | Salida   | Destino  | Regla   | Movimiento lógico                  |
|----------|---------------|-----------|----------|----------|---------|------------------------------------|
| Lavadero | Materia_prima | Graphic 1 | Lavadero | Mezclado | First 1 | Move with Operariomezcla Then Free |
| Lavadero | Mezclado      | Get       | Lavadero | Vibrado  | Load 1  | Move with                          |

|                          |                       |  |                          |                        |         |  |
|--------------------------|-----------------------|--|--------------------------|------------------------|---------|--|
|                          |                       | Operario<br>_mezcla<br>Wait<br>N(21.9,1.<br>37)<br>Free<br>Operario<br>_mezcla   |                          |                        |         | Operario_m<br>ezcla Then<br>free   |
| Base                     | Vibrado               | Load 1<br>Get<br>Operario<br>_moldes<br>Wait<br>N(15.24,<br>0.5)<br>Free<br>Operario<br>_moldes<br>Get<br>Operario<br>_mezcla<br>and<br>Operario<br>_moldes<br>Wait<br>N/9.21,0.<br>69)Free<br>All | Lavadero_mol<br>de_base  | Vibrado_m<br>olde_base | Load 1  | n_bases=n_<br>bases-1<br>move with<br>operario<br>moldes for 3<br>min then<br>free |
| Partes                   | Vibrado_molde<br>base | Load 1   | Lavadero_mol<br>de_total | Secado_in<br>icial     | First 1 | n_moldes_p<br>artes=n_mo<br>ldes_partes-<br>1                                      |
| Lavadero_mold<br>e_total | Secado_inicial        | n_lav_se<br>ci=n_lav_<br>seci+1  | partes                   | Vibrado_m<br>olde_base | First 1 | n_moldes_p<br>artes=n_mo<br>ldes-base+1  |

|                         |                       |  |          |                  |         |   |
|-------------------------|-----------------------|--|----------|------------------|---------|---|
|                         |                       | Wait 180<br>Get<br>Operario<br>_secado<br>Wait<br>N(4.11,0.<br>37)<br>UNLOAD<br>1<br>Free<br>Operario<br>_secado   |          |                  |         | move with<br>operario<br>moldes for 1<br>min then<br>free                         |
| Lavadero_mold<br>e_base | Secado_molde_b<br>ase | n_lav_se<br>c_molbas<br>e=n_lav_<br>sec_molb<br>ase+1<br>Wait<br>1000<br>Get<br>Operario<br>_secado<br>WAIT<br>N(0.85,0.<br>19)<br>Unload 1<br>Free<br>Operario<br>_secado | Base     | Vibrado          | First 1 | n_bases=nb<br>ases+1<br>move with<br>operario<br>moldes for 1<br>min then<br>free |
| Lavadero                | Secado_molde_b<br>ase |  | lavadero | Secado_fi<br>nal | First 1 | n_lav_sec_<br>molbase=<br>n_lav_sec_<br>molbase-1<br>move with<br>operario_se     |

|                         |                |   |                         |                       |         |                                  |
|-------------------------|----------------|---|-------------------------|-----------------------|---------|----------------------------------|
|                         |                |   |                         |                       |         | Secado for 3<br>min then<br>free |
| Lavadero                | Secado final   | n_lav_se<br>cfinal=n_l<br>av_secfin<br>al+1 | Lavadero                | Exit                  | First 1 | Graphic 6                        |
| Lavadero_mold<br>e_base | Secado inicial |   | Lavadero_mol<br>de_base | Secado_m<br>olde_base | First 1 |                                  |

#### 7.2.3.1.4 Verificación del modelo

La verificación del modelo se realizó de la misma forma que para la línea de retal de mármol.

#### 7.2.3.1.5 Determinación del número de corridas

Se tomó una muestra inicial de 10 réplicas cuyos resultados se muestran a continuación. Cada réplica corresponde al número de unidades que se pueden procesar en una semana de trabajo. Es decir 5 días de jornada completa y un día de media jornada. Se tomó el dato de la variable que muestra el número de lavaderos en secado final más el número de lavaderos que quedan sin partes pero con la base, que corresponden a los lavaderos que se sacarían el lunes siguiente.

Tabla 89: Resultados corrida inicial en promodel Línea de lavaderos Modelo fundido

| Replica | Unidades |
|---------|----------|
| 1       | 50       |
| 2       | 52       |
| 3       | 53       |
| 4       | 52       |
| 5       | 51       |
| 6       | 53       |
| 7       | 53       |
| 8       | 51       |
| 9       | 53       |
| 10      | 52       |

La media y la desviación estándar de los resultados anteriores es:

Media: 52

Desviación estándar: 1,054

Se desea obtener un error de 0,5 unidades el cual es admisible para la gerencia.

Utilizando la fórmula del modelo de corte se calcula el número de réplicas para el error determinado.

$$N = \left( \frac{2,26 * 1,054}{0,5} \right)^2 = 22,70 \approx 23$$

Los resultados de las 23 réplicas se muestran en la tabla 90

Tabla 90: Corridas en promodel Línea lavaderos Modelo fundido

| <b>Replica</b> | <b># Unidades</b> |
|----------------|-------------------|
| 1              | 52                |
| 2              | 52                |
| 3              | 53                |
| 4              | 53                |
| 5              | 53                |
| 6              | 52                |
| 7              | 53                |
| 8              | 53                |
| 9              | 51                |
| 10             | 53                |
| 11             | 52                |
| 12             | 53                |
| 13             | 52                |
| 14             | 51                |
| 15             | 52                |
| 16             | 51                |
| 17             | 51                |
| 18             | 53                |
| 19             | 52                |
| 20             | 51                |
| 21             | 51                |
| 22             | 48                |
| 23             | 52                |

Media: 51,94

Desviación estándar: 1,16

### 7.2.3.1.6 Validación del modelo

A continuación se presentan los datos de 12 semanas de producción

Tabla 91: Registros de producción línea lavaderos – fundido

| <b>Observación</b> | <b>Tiempo<br/>(horas)</b> |
|--------------------|---------------------------|
| 1                  | 50                        |
| 2                  | 50                        |
| 3                  | 49                        |
| 4                  | 51                        |
| 5                  | 51                        |
| 6                  | 55                        |
| 7                  | 56                        |
| 8                  | 51                        |
| 9                  | 49                        |
| 10                 | 47                        |
| 11                 | 50                        |
| 12                 | 46                        |

Media: 50,41

Desviación estándar: 2,84

Los datos para realizar la prueba de hipótesis de diferencia de medias son:

Media 1: 50,41

Media 2: 51,95

Desviación 1: 2,84

$n_1$ : 12

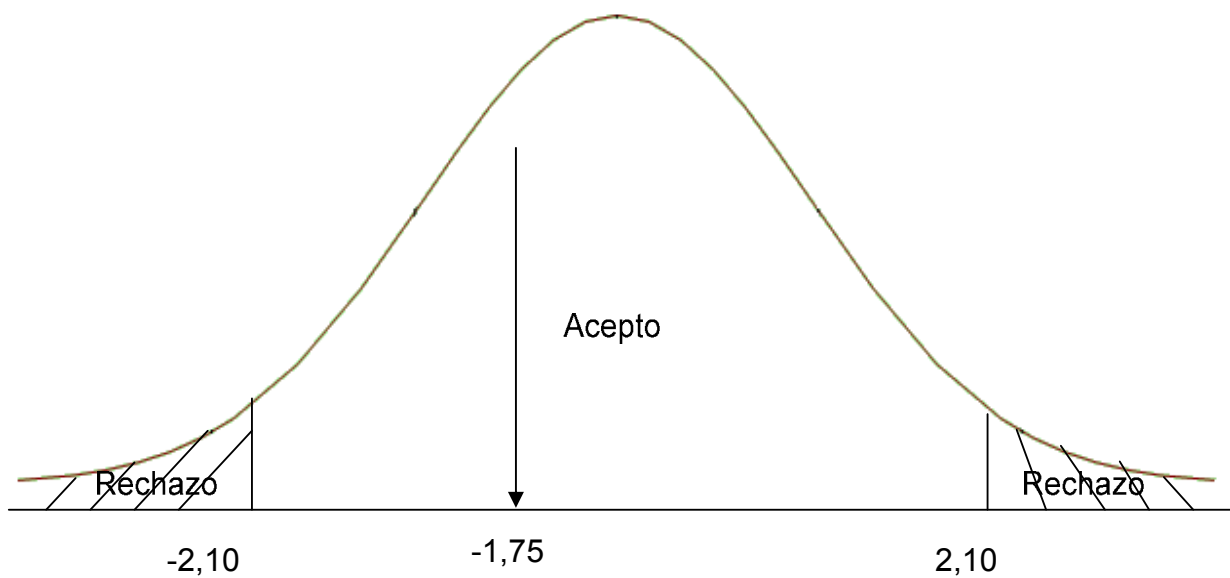
Desviación: 1,16

$n_2$ : 23

$$t_v = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{(50,41 - 51,95)}{\sqrt{\frac{2,84^2}{12} + \frac{1,16^2}{23}}} = -1,75$$

$$V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} = \frac{\left(\frac{2,84^2}{12} + \frac{1,16^2}{23}\right)}{\frac{\left(\frac{2,84^2}{12}\right)^2}{12 - 1} + \frac{\left(\frac{1,16^2}{23}\right)^2}{23 - 1}} = 18,2 \approx 18$$

Para 18 grados de libertad y un  $\alpha = 5\%$  el estadístico  $t_{\alpha/2} = 2,10$



**Figura 52: Prueba de hipótesis para la línea de lavaderos modelo 1**

No se rechaza la hipótesis nula de que las medias entre los dos grupos son iguales, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el modelo se ajusta a la realidad.

#### **7.2.3.1.7 Interpretación de los resultados del modelo 1**

Los resultados se muestran en el anexo Q.

El mezclado en el centro de trabajo con mayor importancia, teniendo un porcentaje de ocupación superior al 99%

El operario de secado presenta un porcentaje de utilización alrededor del 8%, esto se presenta debido a que en el modelo las partes del molde son una sola entidad, debido a las limitaciones del software, en el modelo el operario solo quita la base y luego transporta el lavadero, no se tuvo en cuenta el tiempo que utiliza quitando cada una de las partes.

Los operarios de mezclado y moldes, presentan un porcentaje de utilización entre el 60% y 65%. En el proceso de simulación se pudo observar que estos operarios trabajan hasta las 2 de la tarde en promedio, pues ya no tienen más bases para hacer lavaderos. Por este motivo, se corrió nuevamente el modelo añadiendo 2y 3 bases más para mirar el comportamiento de estos operarios de los cuales se observó que están en capacidad de hacer hasta 2 lavaderos más al día si tuvieran las bases necesarias, pues aunque con 3 y 4 también se fabrican los lavaderos en la realidad no es posible pues como se sabe el último lavadero debe ser fundido máximo 1,5 horas antes de terminar la jornada de trabajo, es decir hasta las 3:30.

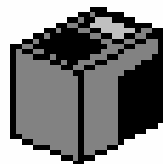
La entidad lavadero presenta un porcentaje de bloqueo, esto es debido a que debe esperar a que le lleguen las partes y la base y luego esperar a que las

quiten nuevamente. Este mismo fenómeno se presentará en todos los demás modelos.

### 7.2.3.2 Modelo 2

#### 7.2.3.2.1 Listado de elementos

- Estaciones
  1. Prod\_proceso: Representa la bodega en donde se encuentran los lavaderos por pulir
  2. Pulido: Son las estaciones en donde están cada uno de los pulidores
    - Pulido.1
    - Pulido.2
    - Pulido.3
  3. Secado\_retape: Es el sitio en donde se dejan los lavaderos destroncados y retapados
  4. Secado\_final: el sitio en donde se colocan los lavaderos afinados
  5. Acabado: El lugar en donde se le hace el acabado al lavadero
  6. Bodega: Sitio donde se almacena los lavaderos terminados
  
- Entidades
  1. Lavadero: Única entidad a la que se le hacen todos los procesos de pulido y acabado.



- Recursos

1. Prod\_terminado: Operario encargado de terminar el lavadero
2. Pulidor: Operario encargado de pulir el lavadero



- Variables

1. pp: Número de lavaderos en producto terminado
2. Destroncados: Número de lavaderos destroncados
3. afinados: número de lavaderos afinados
4. terminados: Número de lavaderos terminados
5. retapados: Número de lavaderos en espera para ser afinados

### 7.2.3.2.2 Límites del sistema

El modelo inicia en la entidad prod\_proceso a donde llegan los lavaderos para destroncar con capacidad infinita y termina en la bodega a donde llegan los lavaderos terminados.'

### 7.2.3.2.3 Tablas del modelo – Modelo 2

*Registro de estaciones*

Tabla 92: Registro de estaciones Línea lavaderos Modelo pulido

| <b>Nombre</b>  | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b> |
|----------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Prod_proceso   | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido         | 1          | 3               | None           | Time series         | Oldest, First |
| Pulido.1       | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.2       | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.3       | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Secado_inicial | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| final          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Acabado        | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Bodega         | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |

*Registro de entidades*

Tabla 93: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo pulido

| <b>Nombre</b> | <b>Velocidad (fmp)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|---------------|------------------------|---------------------|
| Lavadero      | 150                    | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 94: Registro de arribos Línea lavaderos Modelo pulido

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Primera vez</b> | <b>Ocurrencias</b> | <b>Logica</b> |
|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Lavadero       | Prod_proceso    | 100             | 0                  | 1                  | Pp = 100      |
| Lavadero       | final           | 15              | 0                  | 2                  | Afinados = 15 |

*Registro de recursos*

Tabla 95: Registro de recursos Línea lavaderos Modelo pulido

| <b>Nombre</b>  | <b>Unidad<br/>es</b> | <b>Parad<br/>as</b> | <b>Estadístic<br/>as</b> | <b>Specs<br/>..</b> | <b>Buscad<br/>or</b> | <b>Lógi<br/>ca</b> | <b>Punt<br/>os</b> |
|----------------|----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Prod_terminado | 1                    | None                | By unit                  | No<br>Netwo<br>rk   | None                 | 0                  | 0                  |
| Pulidor        | 3                    | None                | By unit                  | No<br>Netwo<br>rk   | None                 | 0                  | 0                  |

*Registro de variables*

Tabla 96: Registro de variables Línea lavaderos Modelo pulido

| <b>Icono</b> | <b>Nombre</b> | <b>Tipo</b> | <b>Valor inicial</b> | <b>Estadísticas</b> |
|--------------|---------------|-------------|----------------------|---------------------|
| Yes          | pp            | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Destroncados  | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Afinados      | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Retapados     | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | terminados    | Integer     | 0                    | Time series         |

*Registro de proceso*

Tabla 97: Registro de proceso Línea lavaderos Modelo pulido

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b> | <b>Operación</b>                  | <b>Salida</b> | <b>Destino</b> | <b>Regla</b> | <b>Movimiento<br/>lógico</b>                            |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|---------------|----------------|--------------|---|
| Lavadero       | Prod_proceso    |                                   | Lavadero      | Pulido         | IF pul=0,1   | Move with Pulidor<br>for 3 then free<br>pp=pp-1         |
| Lavadero       | Pulido          | Get pulidor<br>Wait<br>N(38.18,0. | Lavadero      | Secado_retape  | First 1      | Move with Pulidor<br>For 1 Then free<br>destroncados=de |

|          |               |  |          |          |         |  |
|----------|---------------|--|----------|----------|---------|--|
|          |               | 83)<br>Free all  |          |          |         | stroncados+1   |
| Lavadero | Secado_retape | Get pulidor<br>Wait<br>N(30.93,1.094)<br>Free All<br>Retapados<br>=<br>retapados<br>+1<br>Destroncados<br>=<br>destroncados -1<br>Wait 1000<br>Pul = 1 | Lavadero | Pulido,1 | First 1 | Move with pulidor<br>for 1 then free                                   |
| Lavadero | Pulido        | Get pulidor<br>Wait<br>N(40,0.92)<br>free all<br>Retapados<br>=<br>retapados<br>-1   | Lavadero | final    | First 1 | Move with Pulidor<br>for 2 Then free<br>Afinados=afinados+1            |
| Lavadero | final         |  | Lavadero | acabado  | First 1 | Move with<br>Prod_terminado<br>for 2 then free<br>Afinados=afinados -1 |
| Lavadero | acabado       | Get<br>Prod_terminado<br>Wait<br>N(39.01,2.  | Lavadero | Bodega   | First 1 | Move with<br>Prod_terminado<br>for 1.5 the free                        |

|          |        |                                       |          |       |         |  |
|----------|--------|---------------------------------------|----------|-------|---------|--|
|          |        | 65) Free<br>All                       |          |       |         |  |
| Lavadero | Bodega | Terminando<br>s =<br>terminando<br>+1 | lavadero | EXIST | FIRST 1 |  |

#### 7.2.3.2.4 Verificación del modelo

Se realizó de igual forma que los modelos anteriores

#### 7.2.3.2.5 Determinación del número de corridas

La muestra inicial de 10 réplicas se muestran en la tabla siguiente. Como el modelo anterior, cada réplica corresponde al número de unidades que se pueden procesar en una semana de trabajo, debido a que como se mencionó en la sección 4.4.3 tabla 25, en el caso del pulido, no es lo mismo un lunes que un martes y cada día se pulen cantidades diferentes por las características del proceso.

Los datos que se muestran a continuación corresponden al número de lavaderos que se pueden terminar en una semana de trabajo

Tabla 98: Resultados corrida inicial promodel Línea Lavadero Modelo pulido

| Replica | Unidades |
|---------|----------|
| 1       | 74       |
| 2       | 74       |
| 3       | 73       |
| 4       | 74       |
| 5       | 73       |
| 6       | 74       |
| 7       | 74       |
| 8       | 76       |
| 9       | 75       |
| 10      | 73       |

La media y la desviación estándar de los resultados anteriores es:

Media: 74

Desviación estándar: 0,94

El error a tolerar por parte de la gerente es de 0,5 unidades.

Utilizando la fórmula del modelo de corte se calcula el número de réplicas para el error determinado.

$$N = \left( \frac{2,26 * 0,94}{0,5} \right)^2 = 18,05 \approx 18$$

Los resultados de las 18 réplicas se muestran en la tabla 99

Tabla 99: Corridas en promodel Línea lavaderos Modelo pulido

| <b>Replica</b> | <b># Unidades</b> |
|----------------|-------------------|
| 1              | 74                |
| 2              | 76                |
| 3              | 74                |
| 4              | 76                |
| 5              | 73                |
| 6              | 74                |
| 7              | 73                |
| 8              | 75                |
| 9              | 75                |
| 10             | 73                |
| 11             | 75                |
| 12             | 75                |
| 13             | 75                |
| 14             | 75                |
| 15             | 74                |
| 16             | 75                |
| 17             | 74                |
| 18             | 74                |

Media: 74,28

Desviación estándar: 0,93

#### **7.2.3.2.6 Validación del modelo**

A continuación se presentan los datos de 15 semanas de producción

Tabla 100: Registros de producción Línea Lavaderos

| OBSERVACIÓN | TIEMPO<br>(HORAS) |
|-------------|-------------------|
| 1           | 65                |
| 2           | 74                |
| 3           | 68                |
| 4           | 75                |
| 5           | 72                |
| 6           | 78                |
| 7           | 66                |
| 8           | 72                |
| 9           | 79                |
| 10          | 71                |
| 11          | 76                |
| 12          | 67                |
| 13          | 80                |
| 14          | 72                |
| 15          | 73                |

Media: 72,53

Desviación estándar: 4,64

Los datos para realizar la prueba de hipótesis de diferencia de medias son:

Media 1: 72,53

Desviación 1: 4,64

n<sub>1</sub>: 15

Media 2: 74

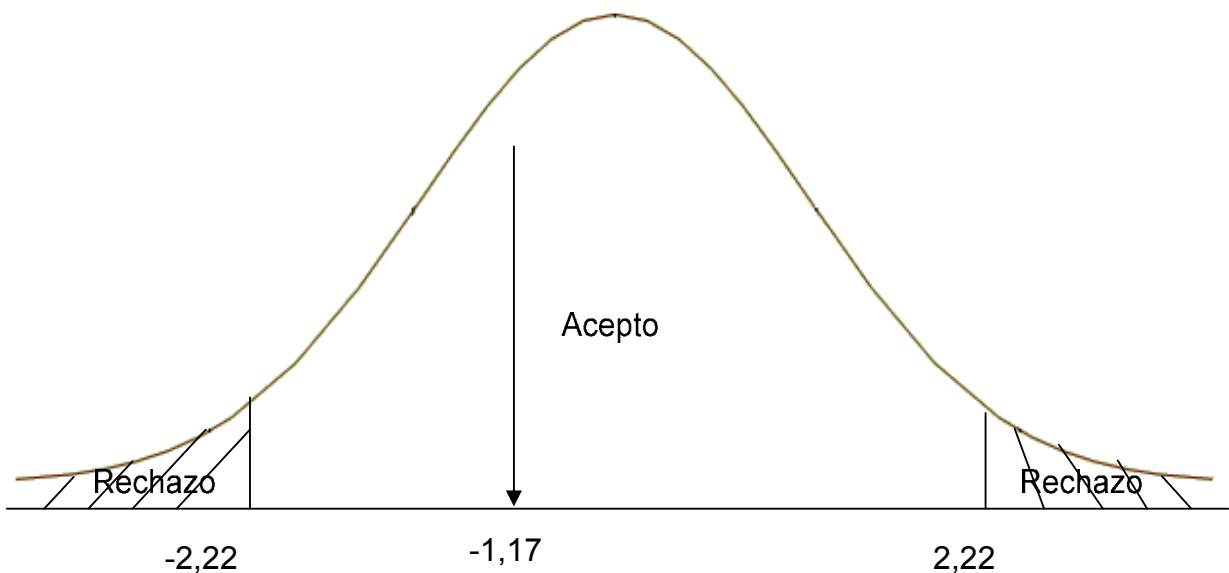
Desviación: 0,94

n<sub>2</sub>: 18

$$t_v = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{(72,53 - 74)}{\sqrt{\frac{4,64^2}{15} + \frac{0,94^2}{18}}} = -1,17$$

$$V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} = \frac{\left(\frac{4,64^2}{15} + \frac{0,94^2}{18}\right)}{\frac{\left(\frac{4,64^2}{15}\right)^2}{15 - 1} + \frac{\left(\frac{0,94^2}{18}\right)^2}{18 - 1}} = 10,05 \approx 10$$

Para 21 grados de libertad y un  $\alpha = 5\%$  el estadístico  $t_{\alpha/2} = 2,22$



**Figura 53: Prueba de hipótesis para la línea de lavaderos, modelo 2**

No se rechaza la hipótesis nula de que las medias entre los dos grupos son iguales, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el modelo se ajusta a la realidad.

#### **7.2.3.2.7 Interpretación de los resultados del modelo**

Debido a que todas las operaciones son manuales, cada centro de trabajo en cada modelo es de vital importancia, es por ello que el pulido y el acabado presentan porcentajes de utilización superiores al 90%. El 60% en promedio es esperando a que el lavadero esté apto para pulir.

En cuanto a los operarios, todos presentan porcentajes de utilización altos

El porcentaje de bloqueo se debe al tiempo que debe esperar un lavadero para ser pulido nuevamente. Aunque es alto no para el sistema en ningún momento.

### **7.3 PROPUESTA 1**

#### **7.3.1 Línea de retal de mármol**

La línea de retal de mármol queda exactamente como estaba, por lo que se toman los mismos datos de la situación actual, numeral 6.2.1

#### **7.3.2 Línea de lavaderos prefabricados**

Para esta línea se asumirán los mismos tiempos que en la situación inicial, con excepción del mezclado que se reduce de 21,9 a 11,7 min. como consecuencia de la inclusión del trompo mezclador que reduce el tiempo de esta actividad.

### 7.3.2.1 Modelo 1

#### 7.3.2.1.1 Listado de elementos

- Estaciones

Las estaciones serán las mismas, con la diferencia de que existirán 2 vibradores y dos bodegas de secado.

- Entidades

Se utilizarán las mismas entidades con los mismos gráficos que para el modelo de la situación actual

- Recursos

1. Operario\_mezcla: Es el operario de hacer la mezcla y ayudar a llenar el molde



2. Operario\_moldes: Son los encargados de armar los moldes y llenarlos (2 )



3. Operario\_secado: Es el operario de retirar cada una de las partes que conforman el molde y transportar el lavadero a la zona de secado final.



- Variables

1. n\_bases: El número de bases en el sistema
2. n\_lav\_seci: Número de lavaderos en secado inicial
3. n\_lav-sefinal: Número de lavaderos en secado final (bodega)
4. n\_lav\_sec\_molbase: Número de lavaderos que se están secando y tienen puesta la base
5. n\_moldes\_partes: Número de partes (las piezas que conformar el molde, sin tener en cuenta la base)
6. n\_laviz: número de lavaderos secado lado izquierdo
7. n\_lavder: número de lavaderos secado lado derecho

### 7.3.2.1.2 Límites del sistema

El modelo 1 para la línea de lavaderos prefabricados comienza en la estación Materia prima, a donde llegan los materiales para fundir el lavaderos, con capacidad infinita, y termina en la estación secado final a donde llegan los lavaderos fundidos a esperar un secado de 18 días aproximadamente.

### 7.3.2.1.3 Tablas del modelo

#### *Registro de estaciones*

Tabla 101: Registro de estaciones Linea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1

| <b>Nombre</b>      | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b>    |
|--------------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|------------------|
| Mezclado           | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado            | Inf        | 2               | None           | Time series         | Oldest,<br>First |
| Vibrado.1          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado.2          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_inicial     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_final 1     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Materia_prima      | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_molde_base  | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado_molde_base | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_final 2     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |

#### *Registro de entidades*

Tabla 102: Registro de entidades Linea Lavaderos Modelo fundido alternativa

1

| <b>Nombre</b>        | <b>Velocidad (fmp9)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| Lavadero             | 150                     | Time series         |
| Base                 | 150                     | Time series         |
| Lavadero_molde_total | 150                     | Time Series         |
| Partes               | 150                     | Time series         |
| Lavadero_molde_base  | 150                     | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 103: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b>    | <b>Cantidad</b> | <b>Primer<br/>a vez</b>             | <b>Ocurrencias</b> | <b>Logica</b>       |
|----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Lavadero       | Materia_prima      | 200             | 0                                   | 1                  |                     |
| Base           | Vibrado            | 20              | 0                                   | 1                  | n_bases =20         |
| Partes         | Vibrado_molde_base | 12              | 0                                   | 1                  | n_moldes_partes =12 |
| Lavadero       | Materia_prima      | 1               | Mon,<br>Feb 12<br>2007<br>@ 7<br>am | Inf                |                     |

*Registro de recursos*

Tabla 104: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1

| <b>Nombre</b>   | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Specs..</b> | <b>Buscador</b> | <b>Lógica</b> | <b>Puntos</b> |
|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Operario_mezcla | 1               | None           | By unit             | No<br>Network  | None            | 0             | 0             |
| Operario_moldes | 2               | None           | By unit             | No<br>Network  | None            | 0             | 0             |
| Operario_secado | 1               | None           | By unit             | No<br>Network  | None            | 0             | 0             |

*Registro de variables*

Tabla 105: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1

| Icono | Nombre            | Tipo    | Valor inicial | Estadísticas |
|-------|-------------------|---------|---------------|--------------|
| Si    | n_moldes_partes   | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_seci        | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_secfinal    | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_sec_molbase | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_bases           | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | nlaviz            | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | nlavder           | Integer | 0             | Time series  |

*Registro de proceso*

Tabla 106 : Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 1

| Entidad  | Locación          | Operación   | Salida                      | Destino                | Regla   | Movimiento lógico  |
|----------|-------------------|---|-----------------------------|------------------------|---------|--|
| Lavadero | Materia_pr<br>ima | Graphic 1   | Lavadero                    | Mezclado               | First 1 | Move with<br>Operario_mezcla<br>Then Free                                |
| Lavadero | Mezclado          | Get<br>Operario_mezcl<br>a<br>Wait<br>N(11.7,0.68)<br>Free<br>Operario_mezcl<br>a           | Lavadero                    | Vibrado                | Load 1  | Move with<br>Operario_mezcla<br>Then free                                |
| Base     | Vibrado           | Load 1<br>Get<br>Operario_molde<br>s<br>Wait<br>N(15.24,0.5)<br>Free<br>Operario_molde<br>s | Lavadero_<br>molde_bas<br>e | Vibrado_m<br>olde_base | Load 1  | n_bases=n_bases-1<br>move with operario<br>moldes for 1 min<br>then free |

|                              |                        |   |                              |                        |                    |  |
|------------------------------|------------------------|---|------------------------------|------------------------|--------------------|--|
|                              |                        | Get<br>Operario_molde<br>s<br>Wait N(9.21,<br>0.69)Free All   |                              |                        |                    |  |
| Partes                       | Vibrado_m<br>olde base | Load 1  | Lavadero_<br>molde_tot<br>al | Secado_in<br>icial     | First 1            | n_moldes_partes=n<br>_moldes_partes-1  |
| Lavadero_<br>molde_tot<br>al | Secado_in<br>icial     | n_lav_seci=n_la<br>v_seci+1<br>Wait 180<br>Get<br>Operario_secad<br>o<br>Wait<br>N(4.11,0.37)<br>UNLOAD 1<br>Free<br>Operario_secad<br>o                    | partes                       | Vibrado_m<br>olde_base | First 1            | n_moldes_partes=n<br>_moldes-base+1<br>move with<br>operario_moldes for<br>1 min then free |
| Lavadero_<br>molde_ba<br>se  | Secado_m<br>olde_base  | n_lav_sec_molb<br>ase=n_lav_sec_<br>molbase+1<br>Wait 1000<br>Get<br>Operario_secad<br>o<br>WAIT<br>N(0.85,0.19)<br>Unload 1<br>Free<br>Operario_secad<br>o | Base                         | Vibrado                | First 1            | n_bases=nbases+1   |
| Lavadero                     | Secado_m<br>olde_base  |   | lavadero                     | Secado_fi<br>nal       | 0.5000<br>1First 1 | n_lav_sec_molbase<br>=   |

|                             |                   |   |                             |                       |         |  |
|-----------------------------|-------------------|---|-----------------------------|-----------------------|---------|--|
|                             |                   |   |                             |                       |         | n_lav_sec_molbase<br>-1<br>move with<br>operario_secado for<br>5 min then free                           |
|                             |                   |   | Lavadero                    | Secado_fi<br>nal 2    | 0.5000  | n_lav_sec_molbase<br>=<br>n_lav_sec_molbase<br>-1<br>move with<br>operario_secado for<br>5 min then free |
| Lavadero                    | Secado<br>final   | n_lav_secfinal=<br>n_lav_secfinal+<br>1 | Lavadero                    | Exit                  | First 1 | Graphic 6  |
| Lavadero_<br>molde_ba<br>se | Secado<br>inicial |   | Lavadero_<br>molde_bas<br>e | Secado_m<br>olde_base | First 1 |  |

### 7.3.2.2 Modelo 2

Como es sabido, la alternativa 1 se divide en dos partes, y contiene 2 zonas de pulido, dos zonas de acabado y dos bodegas, se simuló solo teniendo en cuenta la mitad del modelo, y es de suponer que la otra mitad se comportará de la misma forma pues los recursos son los mismos, con los mismos tiempos y distancias.

#### 7.3.2.2.1 Listado de elementos

- Estaciones

1. Prod proceso 1: Representa la bodega en donde se encuentran los lavaderos por pulir
2. Pulido: Son las estaciones en donde están cada uno de los pulidores cada uno con capacidad de 6 lavaderos
  - Pulido.1
  - Pulido.2
  - Pulido.3
3. Final 1: el sitio en donde se colocan los lavaderos afinados
4. Acabado: El lugar en donde se le hace el acabado al lavadero
5. Bodega: Sito donde se almacena los lavaderos terminados

- Entidades

La misma entidad que se utilizó en el modelo de la situación actual

- Recursos

Como el modelo se dividió los recursos son los mismos que para el modelo situación actual.

- Variables

1. pptotal: Número de lavaderos en producto terminado
2. Destroncados total: Número de lavaderos destroncados
3. afinados total: número de lavaderos afinados
4. terminados total: Número de lavaderos terminados
5. enpultotal: Número de lavaderos que se encuentran en la sección de pulido
6. retapados total: Número de lavaderos en espera para ser afinados

### 7.3.2.2.2 Límites del sistema modelo 2

El modelo inicia en la entidad prod\_proceso 1 a donde llegan los lavaderos para destroncar con capacidad infinita y termina en la bodega a donde llegan los lavaderos terminados.

### 7.3.2.2.3 Tablas del modelo modelo 2

#### *Registro de estaciones*

Tabla 107: : Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1

| <b>Nombre</b>  | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b> |
|----------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Prod_proceso 1 | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido 123     | 6          | 3               | None           | Time series         | Oldest, First |
| Pulido.1       | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.2       | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.3       | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Final          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Acabado        | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Bodega         | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |

#### *Registro de entidades*

Tabla 108: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1

| <b>Nombre</b> | <b>Velocidad (fmp9)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|---------------|-------------------------|---------------------|
| Lavadero      | 150                     | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 109: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Primera vez</b> | <b>Ocurrencias</b> | <b>Lógica</b>       |
|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Lavadero       | Prod_proceso    | 100             | 0                  | 1                  | Pptotal = 100       |
| Lavadero       | Final 1         | 20              | 0                  | 1                  | Afinados total = 20 |

*Registro de recursos*

Tabla 110: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1

| <b>Nombre</b>  | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Specs</b> | <b>Buscador</b> | <b>Lógica</b> | <b>Puntos</b> |
|----------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|
| Prod_terminado | 1               | None           | By unit             | No Network   | None            | 0             | 0             |
| Pulidor 123    | 3               | None           | By unit             | No Network   | None            | 0             | 0             |

*Registro de variables*

Tabla 111: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1

| <b>Icono</b> | <b>Nombre</b> | <b>Tipo</b> | <b>Valor inicial</b> | <b>Estadísticas</b> |
|--------------|---------------|-------------|----------------------|---------------------|
| Yes          | Pptotal       | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Destroncados  | Integer     | 0                    | Time series         |

|     |                  |         |   |             |
|-----|------------------|---------|---|-------------|
|     | total            |         |   |             |
| Yes | Afinados total   | Integer | 0 | Time series |
| Yes | Terminados total | Integer | 0 | Time series |
| Yes | Enpultotal       | Integer | 0 | Time series |
| Yes | Retapados total  | Integer | 0 | Time series |

*Registro de proceso*

Tabla 112: Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo Pulido alternativa 1

| Entidad  | Locación     | Operación  | Salida   | Destino    | Regla   | Movimiento lógico   |
|----------|--------------|--|----------|------------|---------|---|
| Lavadero | Prod_proceso |  | Lavadero | Pulido 123 | First 1 | Move with Pulidor 123 for 1.5 then free<br>pptotal =pptotal-1<br>enpultotal = enpultotal +1                       |
| Lavadero | Pulido 123   | Get pulidor 123<br>Wait<br>N(38.18,0.83)<br>Free all<br>Destroncados total =<br>destroncados total +1<br>Get pulidor 123<br>Wait<br>N(30.93,1.094)<br>Free All<br>Destroncados total = | Lavadero | final      | First 1 | enpultotal =<br>enpultotal = -1<br>Move with Pulidor 123 For 1 Then free<br>Afinados total =<br>afinados total +1 |

|          |         |   |          |             |         |   |
|----------|---------|---|----------|-------------|---------|---|
|          |         | destroncados<br>total -1<br>Retapados total<br>=    retapados<br>total +1<br>Wait 1000<br>Get pulidor<br>Wait N(40,0.92)<br>free all<br>Retapados total<br>=    retapados<br>total -1 |          |             |         |   |
| Lavadero | Final 1 |   | Lavadero | acaba<br>do | First 1 | Move       with<br>Prod_terminado<br>for 1 then free<br>Afinados    total<br>=afinados total -1 |
| Lavadero | acabado | Get<br>Prod_terminado<br>Wait<br>N(39.01,2.65)<br>Free All  | Lavadero | Bodeg<br>a  | First 1 | Move       with<br>Prod_terminado<br>for 1 then free  |
| Lavadero | Bodega  | Terminados<br>total        =<br>terminados total<br>+1  | lavadero | exit        | First 1 |   |

## 7.4PROPUESTA 2

### 7.4.1 Línea de retal de mármol

La línea de retal de mármol queda exactamente como estaba, por lo que se toman los mismos datos de la situación actual, numeral 6.2.1

## **7.4.2 Línea de lavaderos prefabricados**

Al igual que la alternativa 1, se tomarán los mismos tiempos.

### **7.4.2.1 Modelo 1**

#### **7.4.2.1.1 Listado de elementos**

- Estaciones

Las mismas estaciones que para la alternativa 1

- Entidades

Se usaron las mismas entidades de la propuesta anterior con sus respectivas gráficas.

- Recursos

De igual forma para los recursos

- Variables

1. n\_bases: El número de bases en el sistema
2. n\_lav\_seci: Número de lavaderos en secado inicial
3. n\_lav-sefinal: Número de lavaderos en secado final (bodega)
4. n\_lav\_sec\_molbase: Número de lavaderos que se están secando y tienen puesta la base

5. n\_moldes\_partes: Número de partes (las piezas que conformar el molde, sin tener en cuenta la base)

#### 7.4.2.1.2 Límites del sistema

El modelo 1 para la línea de lavaderos prefabricados comienza en la estación Materia prima, a donde llegan los materiales para fundir el lavaderos, con capacidad infinita, y termina en la estación secado final a donde llegan los lavaderos fundidos a esperar un secado de 18 días aproximadamente.

#### 7.4.2.1.3 Tablas del modelo

##### *Registro de estaciones*

Tabla 113: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2

| <b>Nombre</b>      | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b>    |
|--------------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|------------------|
| Mezclado           | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado            | Inf        | 2               | None           | Time series         | Oldest,<br>First |
| Vibrado.1          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado.2          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_inicial     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_final       | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Materia_prima      | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_molde_base  | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado_molde_base | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |

*Registro de entidades*

Tabla 114: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2

| <b>Nombre</b>        | <b>Velocidad (fmp9)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| Lavadero             | 150                     | Time series         |
| Base                 | 150                     | Time series         |
| Lavadero_molde_total | 150                     | Time Series         |
| Partes               | 150                     | Time series         |
| Lavadero_molde_base  | 150                     | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 115: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b>    | <b>Cantidad</b> | <b>Primera vez</b>                  | <b>Ocurrencias</b> | <b>Logica</b>       |
|----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Lavadero       | Materia_prima      | 200             | 0                                   | 1                  |                     |
| Base           | Vibrado            | 30              | 0                                   | 1                  | n_bases =30         |
| Partes         | Vibrado_molde_base | 15              | 0                                   | 1                  | n_moldes_partes =15 |
| Lavadero       | Materia_prima      | 1               | Mon,<br>Feb 12<br>2007<br>@ 7<br>am | Inf                |                     |

*Registro de recursos*

Tabla 116: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2

| Nombre          | Unidades | Paradas | Estadísticas | Specs..    | Buscador | Lógica | Puntos |
|-----------------|----------|---------|--------------|------------|----------|--------|--------|
| Operario_mezcla | 1        | None    | By unit      | No Network | None     | 0      | 0      |
| Operario_moldes | 2        | None    | By unit      | No Network | None     | 0      | 0      |
| Operario_secado | 1        | None    | By unit      | No Network | None     | 0      | 0      |

*Registro de variables*

Tabla 117: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2

| Icono | Nombre            | Tipo    | Valor inicial | Estadísticas |
|-------|-------------------|---------|---------------|--------------|
| Si    | n_moldes_partes   | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_seci        | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_secfinal    | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_sec_molbase | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_bases           | Integer | 0             | Time series  |

*Registro de proceso*

Tabla 118. Registro de procesos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 2

| Entidad  | Locación      | Operación                | Salida   | Destino  | Regla   | Movimiento lógico                   |
|----------|---------------|--------------------------|----------|----------|---------|-------------------------------------|
| Lavadero | Materia prima | Graphic 1                | Lavadero | Mezclado | First 1 | Move with Operario_mezcla Then Free |
| Lavadero | Mezclado      | Get Operario_mezcla Wait | Lavadero | Vibrado  | Load 1  | Move with Operario_mezcla Then free |

|                      |                    |  |                      |                    |         |  |
|----------------------|--------------------|--|----------------------|--------------------|---------|--|
|                      |                    | N(11.7,0.68)<br>Free<br>Operario_mezcla  |                      |                    |         |  |
| Base                 | Vibrado            | Load 1<br>Get<br>Operario_moldes<br>Wait<br>N(15.24,0.5)<br>Free<br>Operario_moldes<br>Get<br>Operario_moldes<br>Wait N(9.21,<br>0.69)Free All | Lavadero_molde_base  | Vibrado_molde_base | Load 1  | n_bases=n_bases-1<br>move with operario<br>mezcla for 1 min<br>then free           |
| Partes               | Vibrado_molde base | Load 1   | Lavadero_molde_total | Secado_inicial     | First 1 | n_moldes_partes=n_moldes_partes-1  |
| Lavadero_molde_total | Secado_inicial     | n_lav_seci=n_lav_seci+1<br>Wait 180<br>Get<br>Operario_secado<br>Wait<br>N(4.11,0.37)<br>UNLOAD 1<br>Free<br>Operario_secado                   | partes               | Vibrado_molde_base | First 1 | n_moldes_partes=n_moldes-base+1<br>move with<br>operario_moldes for<br>1 then free |
| Lavadero_molde_base  | Secado_molde_base  | n_lav_sec_molbase=n_lav_sec_   | Base                 | Vibrado            | First 1 | n_bases=nbases+1   |

|                             |                       |   |                             |                       |         |  |
|-----------------------------|-----------------------|---|-----------------------------|-----------------------|---------|--|
| se                          |                       | molbase+1<br>Wait 1000<br>Get<br>Operario_secad<br>o<br>Unload 1<br>Free<br>Operario_secad<br>o |                             |                       |         |  |
| Lavadero                    | Secado_m<br>olde_base |   | lavadero                    | Secado_fi<br>nal      | First 1 | n_lav_sec_molbase<br>=<br>n_lav_sec_molbase<br>-1<br>move with<br>operario_secado for<br>7 min then free |
| Lavadero                    | Secado<br>final       | n_lav_secfinal=<br>n_lav_secfinal+<br>1   | Lavadero                    | Exit                  | First 1 | Graphic 6  |
| Lavadero_<br>molde_ba<br>se | Secado<br>inicial     |   | Lavadero_<br>molde_bas<br>e | Secado_m<br>olde_base | First 1 |  |

### 7.4.2.2 Modelo 2

#### 7.4.2.2.1 Listado de elementos

- Estaciones

- Prod proceso: Representa la bodega en donde se encuentran los lavaderos por pulir

b. Pulido: Son las estaciones en donde están cada uno de los pulidores cada uno con capacidad de 6 lavaderos

1. Pulido.1
2. Pulido.2
3. Pulido.3
4. Pulido.4
5. Pulido.5
6. Pulido.6

c. Final : el sitio en donde se colocan los lavaderos afinados

1. Final.1
2. Final.2

d. Acabado: El lugar en donde se le hace el acabado al lavadero

1. Acabado.1
2. Acabado.2

e. Bodega: Sitio donde se almacena los lavaderos terminados

- Entidades

Igual que para la alternativa anterior

- Recursos

2. Prod\_terminado: ( 2 )Operario encargado de terminar el lavadero

3. Pulidor: ( 6 )Operario encargado de pulir el lavadero



- Variables

1. pp: Número de lavaderos en producto terminado
2. Destroncados: Número de lavaderos destroncados
3. afinados: número de lavaderos afinados
4. terminados: Número de lavaderos terminados
5. lavpulido: Número de lavaderos que se encuentran en la sección de pulido
6. retapados: Número de lavaderos en espera para ser afinados

#### 7.4.2.2 Límites del sistema modelo 2

El modelo inicia en la entidad prod\_proceso 1 a donde llegan los lavaderos para destrancar con capacidad infinita y termina en la bodega a donde llegan los lavaderos terminados.

#### 7.4.2.3 Tablas del modelo modelo 2

##### *Registro de estaciones*

Tabla 119: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2

| <b>Nombre</b> | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b> |
|---------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Prod_proceso  | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido 123    | 6          | 6               | None           | Time series         | Oldest, First |
| Pulido.1      | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.2      | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.3      | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |

|           |     |   |      |             |               |
|-----------|-----|---|------|-------------|---------------|
| Pulido.4  | 6   | 1 | None | Time series | Oldest        |
| Pulido.5  | 6   | 1 | None | Time series | Oldest        |
| Pulido.6  | 6   | 1 | None | Time series | Oldest        |
| final     | inf | 2 | None | Time series | Oldest, first |
| Final.1   | inf | 1 | None | Time series | Oldest        |
| Final.2   | inf | 1 | None | Time series | Oldest        |
| Acabado   | 1   | 2 | None | Time series | Oldest        |
| Acabado.1 | 1   | 1 | None | Time series | Oldest first  |
| Acabado.2 | 1   | 1 | None | Time series | Oldest        |
| Bodega    | Inf | 1 | None | Time series | Oldest        |

*Registro de entidades*

Tabla 120: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2

| <b>Nombre</b> | <b>Velocidad (fmp9)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|---------------|-------------------------|---------------------|
| Lavadero      | 150                     | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 121: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Primera vez</b> | <b>Ocurrencias</b> | <b>Lógica</b> |
|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Lavadero       | Prod_proceso    | 100             | 0                  | 1                  | Pptotal = 100 |
| Lavadero       | Final           | 30              | 0                  | 1                  | Afinados = 30 |

*Registro de recursos*

Tabla 122: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2

| <b>Nombre</b>  | <b>Unidad<br/>es</b> | <b>Parad<br/>as</b> | <b>Estadístic<br/>as</b> | <b>Specs<br/>..</b> | <b>Buscad<br/>or</b> | <b>Lógi<br/>ca</b> | <b>Punt<br/>os</b> |
|----------------|----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Prod_terminado | 2                    | None                | By unit                  | No<br>Netwo<br>rk   | None                 | 0                  | 0                  |
| Pulidor        | 6                    | None                | By unit                  | No<br>Netwo<br>rk   | None                 | 0                  | 0                  |

*Registro de variables*

Tabla 123: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2

| <b>Icono</b> | <b>Nombre</b> | <b>Tipo</b> | <b>Valor inicial</b> | <b>Estadísticas</b> |
|--------------|---------------|-------------|----------------------|---------------------|
| Yes          | pp            | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Destroncados  | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Afinados      | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Terminados    | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Lavpulido     | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Retapados     | Integer     | 0                    | Time series         |
| No           | pul           | Integer     | 0                    | Time series         |

*Registro de proceso*

Tabla 124: Registro de procesos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 2

| Entidad  | Locación     | Operación | Salida   | Destino | Regla   | Movimiento lógico                   |
|----------|--------------|-----------|----------|---------|---------|-------------------------------------|
| Lavadero | Prod_proceso |           | Lavadero | Pulido  | First 1 | Move with Pulidor for 1.5 then free |

|          |         |  |          |             |         |  |
|----------|---------|--|----------|-------------|---------|--|
|          |         |  |          |             |         | pp =pp-1<br>lavpulido =<br>lavpulido +1  |
| Lavadero | Pulido  | Get pulidor<br>Wait<br>N(38.18,0.83)<br>Free all<br>Destroncados =<br>destroncados<br>+1<br>Get pulidor<br>Wait<br>N(30.93,1.094)<br>Free All<br>Destroncados =<br>destroncados -1<br>Retapados =<br>retapados +1<br>Wait 1000<br>Pul = 1<br>IF destroncados<br>= 0 then<br>Pul = 0<br>Get pulidor<br>Wait N(40,0.92)<br>free all<br>Retapados =<br>retapados -1 | Lavadero | final       | First 1 | Lavpulido 0<br>lavpulido -1<br>Move with Pulidor<br>For 1 Then free<br>Afinados I =<br>afinados total +1 |
| Lavadero | Final   | GRAPHIC 1  | Lavadero | acaba<br>do | First 1 | Move with<br>Prod_terminado<br>for 1 then free<br>Afinados total<br>=afinados total -1                   |
| Lavadero | acabado | Get<br>Prod_terminado  | Lavadero | Bodeg<br>a  | First 1 | Move with<br>Prod_terminado  |

|          |        |                                   |          |      |         |                 |
|----------|--------|-----------------------------------|----------|------|---------|-----------------|
|          |        | Wait<br>N(39.01,2.65)<br>Free All |          |      |         | for 1 then free |
| Lavadero | Bodega | Terminados =<br>terminados +1     | lavadero | exit | First 1 |                 |

## 7.5 ALTERNATIVA 3

### 7.5.1 Línea de retal de mármol

La línea de retal de mármol queda exactamente como estaba, por lo que se toman los mismos datos de la situación actual, numeral 6.2.1

### 7.5.2 Línea de lavaderos prefabricados

#### 7.5.2.1 Modelo 1

##### 7.5.2.1.1 Listado de elementos

Se utilizaron las mismas entidades, estaciones y recursos que las alternativas anteriores.

Las variables son las mismas que la alternativa 1.

##### 7.5.2.1.2 Límites del sistema

El modelo 1 para la línea de lavaderos prefabricados comienza en la estación Materia prima, a donde llegan los materiales para fundir el lavaderos, con capacidad infinita, y termina en la estación secado final a donde llegan los lavaderos fundidos a esperar un secado de 18 días aproximadamente.

### 7.5.2.1.3 Tablas del modelo

#### *Registro de estaciones*

Tabla 125: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3

| <b>Nombre</b>      | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b>    |
|--------------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|------------------|
| Mezclado           | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado            | Inf        | 2               | None           | Time series         | Oldest,<br>First |
| Vibrado.1          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado.2          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_inicial     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_final 1     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Materia_prima      | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_molde_base  | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Vibrado_molde_base | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |
| Secado_final 2     | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest           |

#### *Registro de entidades*

Tabla 126: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3

| <b>Nombre</b> | <b>Velocidad (fmp9)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|---------------|-------------------------|---------------------|
| Lavadero      | 150                     | Time series         |

|                      |     |             |
|----------------------|-----|-------------|
| Base                 | 150 | Time series |
| Lavadero_molde_total | 150 | Time Series |
| Partes               | 150 | Time series |
| Lavadero_molde_base  | 150 | Time series |

*Registro de arribos*

Tabla 127: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3

| Entidad  | Locación           | Cantidad | Primer<br>a vez                     | Ocurrencias | Logica              |
|----------|--------------------|----------|-------------------------------------|-------------|---------------------|
| Lavadero | Materia_prima      | 200      | 0                                   | 1           |                     |
| Base     | Vibrado            | 20       | 0                                   | 1           | n_bases =20         |
| Partes   | Vibrado_molde_base | 12       | 0                                   | 1           | n_moldes_partes =12 |
| Lavadero | Materia_prima      | 1        | Mon,<br>Feb 12<br>2007<br>@ 7<br>am | Inf         |                     |

*Registro de recursos*

Tabla 128: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3

| Nombre          | Unidades | Paradas | Estadísticas | Specs..       | Buscador | Lógica | Puntos |
|-----------------|----------|---------|--------------|---------------|----------|--------|--------|
| Operario_mezcla | 1        | None    | By unit      | No<br>Network | None     | 0      | 0      |
| Operario_molde  | 2        | None    | By unit      | No<br>Network | None     | 0      | 0      |
| Operario_secado | 1        | None    | By unit      | No<br>Network | None     | 0      | 0      |

*Registro de variables*

Tabla 129: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3

| Icono | Nombre            | Tipo    | Valor inicial | Estadísticas |
|-------|-------------------|---------|---------------|--------------|
| Si    | n_moldes_partes   | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_seci        | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_secfinal    | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_lav_sec_molbase | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | n_bases           | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | nlaviz            | Integer | 0             | Time series  |
| Si    | nlavder           | Integer | 0             | Time series  |

*Registro de proceso*

Tabla 130: Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo fundido alternativa 3

| Entidad  | Locación          | Operación   | Salida                      | Destino                | Regla   | Movimiento lógico  |
|----------|-------------------|---|-----------------------------|------------------------|---------|--|
| Lavadero | Materia_pr<br>ima | Graphic 1   | Lavadero                    | Mezclado               | First 1 | Move with<br>Operario_mezcla<br>Then Free                                |
| Lavadero | Mezclado          | Get<br>Operario_mezcl<br>a<br>Wait<br>N(11.7,0.68)<br>Free<br>Operario_mezcl<br>a | Lavadero                    | Vibrado                | Load 1  | Move with<br>Operario_mezcla<br>Then free                                |
| Base     | Vibrado           | Load 1<br>Get<br>Operario_molde<br>s<br>Wait                                      | Lavadero_<br>molde_bas<br>e | Vibrado_m<br>olde_base | Load 1  | n_bases=n_bases-1<br>move with operario<br>moldes for 1 min<br>then free |

|                      |                    |  |                      |                    |         |  |
|----------------------|--------------------|--|----------------------|--------------------|---------|--|
|                      |                    | N(15.24,0.5)<br>Free<br>Operario_molde<br>s<br>Get<br>Operario_molde<br>s<br>Wait N(9.21,<br>0.69)Free All                             |                      |                    |         |  |
| Partes               | Vibrado_molde base | Load 1   | Lavadero_molde_total | Secado_inicial     | First 1 | n_moldes_partes=n_moldes_partes-1  |
| Lavadero_molde_total | Secado_inicial     | n_lav_seci=n_lav_seci+1<br>Wait 180<br>Get<br>Operario_secado<br>o<br>Wait<br>N(4.11,0.37)<br>UNLOAD 1<br>Free<br>Operario_secado<br>o | partes               | Vibrado_molde_base | First 1 | n_moldes_partes=n_moldes-base+1<br>move with<br>operario_moldes for<br>1 min then free |
| Lavadero_molde_base  | Secado_molde_base  | n_lav_sec_molbase=n_lav_sec_molbase+1<br>Wait 1000<br>Get<br>Operario_secado<br>o<br>WAIT<br>N(0.85,0.19)<br>Unload 1<br>Free          | Base                 | Vibrado            | First 1 | n_bases=nbases+1<br>move with<br>operario_secado for<br>1 min then free                |

|                     |                   |                                     |                     |                   |                   |  |
|---------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--|
|                     |                   | Operario_secado                     |                     |                   |                   |  |
| Lavadero            | Secado_molde_base |                                     | lavadero            | Secado_final 1    | 0.5000<br>First 1 | n_lav_sec_molbase =<br>n_lav_sec_molbase -1<br>move with operario_secado for 3 min then free |
|                     |                   |                                     | Lavadero            | Secado_final 2    | 0.5000            | n_lav_sec_molbase =<br>n_lav_sec_molbase -1<br>move with operario_secado for 3 min then free |
| Lavadero            | Secado_final      | n_lav_secfinal=<br>n_lav_secfinal+1 | Lavadero            | Exit              | First 1           | Graphic 6  |
| Lavadero_molde_base | Secado_inicial    |                                     | Lavadero_molde_base | Secado_molde_base | First 1           |  |

### 7.5.2.2 Modelo 2

Al igual que la alternativa 1, se divide en 2 partes, por lo tanto se simuló solo la mitad de una de ellas.

#### 7.5.2.2.1 Listado de elementos

Se tomaron las mismas estaciones, entidades, recursos y variables que la alternativa 1.

### 7.5.2.2 Límites del sistema modelo 2

El modelo inicia en la entidad prod\_proceso 1 a donde llegan los lavaderos para destroncar con capacidad infinita y termina en la bodega a donde llegan los lavaderos terminados.

### 7.5.2.2.3 Tablas del modelo

#### *Registro de estaciones*

Tabla 131: Registro de estaciones Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3

| <b>Nombre</b>  | <b>Cap</b> | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Reglas</b> |
|----------------|------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Prod_proceso 1 | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido 123     | 6          | 3               | None           | Time series         | Oldest, First |
| Pulido.1       | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.2       | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Pulido.3       | 6          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| final          | inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Acabado        | 1          | 1               | None           | Time series         | Oldest        |
| Bodega         | Inf        | 1               | None           | Time series         | Oldest        |

#### *Registro de entidades*

Tabla 132: Registro de entidades Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3

| <b>Nombre</b> | <b>Velocidad (fmp9)</b> | <b>Estadísticas</b> |
|---------------|-------------------------|---------------------|
| Lavadero      | 150                     | Time series         |

*Registro de arribos*

Tabla 133: Registro de arribos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3

| <b>Entidad</b> | <b>Locación</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Primera vez</b> | <b>Ocurrencias</b> | <b>Lógica</b>       |
|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Lavadero       | Prod_proceso    | 100             | 0                  | 1                  | Pptotal = 100       |
| Lavadero       | Final 1         | 20              | 0                  | 1                  | Afinados total = 20 |

*Registro de recursos*

Tabla 134: Registro de recursos Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3

| <b>Nombre</b>  | <b>Unidades</b> | <b>Paradas</b> | <b>Estadísticas</b> | <b>Specs</b> | <b>Buscador</b> | <b>Lógica</b> | <b>Puntos</b> |
|----------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|
| Prod_terminado | 1               | None           | By unit             | No Network   | None            | 0             | 0             |
| Pulidor 123    | 3               | None           | By unit             | No Network   | None            | 0             | 0             |

*Registro de variables*

Tabla 135: Registro de variables Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3

| <b>Icono</b> | <b>Nombre</b> | <b>Tipo</b> | <b>Valor inicial</b> | <b>Estadísticas</b> |
|--------------|---------------|-------------|----------------------|---------------------|
| Yes          | Pptotal       | Integer     | 0                    | Time series         |
| Yes          | Destroncados  | Integer     | 0                    | Time series         |

|     |                  |         |   |             |
|-----|------------------|---------|---|-------------|
|     | total            |         |   |             |
| Yes | Afinados total   | Integer | 0 | Time series |
| Yes | Terminados total | Integer | 0 | Time series |
| Yes | Enpultotal       | Integer | 0 | Time series |
| Yes | Retapados total  | Integer | 0 | Time series |

*Registro de proceso*

Tabla 136: Registro de proceso Línea Lavaderos Modelo pulido alternativa 3

| Entidad  | Locación     | Operación  | Salida   | Destino    | Regla   | Movimiento lógico   |
|----------|--------------|--|----------|------------|---------|---|
| Lavadero | Prod_proceso |  | Lavadero | Pulido 123 | First 1 | Move with Pulidor 123 for 1.5 then free<br>pptotal =pptotal-1<br>enpultotal = enpultotal +1               |
| Lavadero | Pulido 123   | Get pulidor 123<br>Wait<br>N(38.18,0.83)<br>Free all<br>Destroncados total =<br>destroncados total +1<br>Get pulidor 123<br>Wait<br>N(30.93,1.094)<br>Free All<br>Destroncados | Lavadero | final      | First 1 | enpultotal = enpultotal -1<br>Move with Pulidor 123 For 1 Then free<br>Afinados total = afinados total +1 |

|          |         |  |          |         |         |  |
|----------|---------|--|----------|---------|---------|--|
|          |         | total =<br>destroncados<br>total -1<br>Retapados total<br>= retapados<br>total +1<br>Wait 1000<br>Get pulidor<br>Wait N(40,0.92)<br>free all<br>Retapados total<br>= retapados<br>total -1 |          |         |         |  |
| Lavadero | Final 1 |  | Lavadero | acabado | First 1 | Move with<br>Prod_terminado<br>for 1 then free<br>Afinados total<br>=afinados total -1 |
| Lavadero | acabado | Get<br>Prod_terminado<br>Wait<br>N(39.01,2.65)<br>Free All   | Lavadero | Bodega  | First 1 | Move with<br>Prod_terminado<br>for 1 then free   |
| Lavadero | Bodega  | Terminados<br>total =<br>terminados total<br>+1  | lavadero | exit    | First 1 |  |

#### 7.5.2.2.4 Interpretación de los resultados de los modelos

Fundido

En los tres modelos se presentaron los mismos fenómenos que para la situación actual en cuanto al uso de los operarios, y corriendo los modelos, se comprobó que se pueden fundir hasta 26 lavaderos más al día, por lo que se harán las bases correspondientes para que aumente aún más la capacidad de lavaderos/semana.

### **Pulido**

De igual forma para el pulido, en los tres modelos los operarios presentan porcentajes de utilización semejantes y superiores al 90%, debido a la característica del proceso manual. Se comportaron de forma similar que el modelo de situación actual

## **8. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA**

Los pasos que se seguirá para la selección de la alternativa son:

Determinación de los factores de evaluación

Ponderación de los factores

Determinación del método de evaluación

Evaluación de las alternativas y selección

### **8.1 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EVALUACIÓN**

Para establecer cuales podrían ser las variables relevantes a tener en cuenta para la evaluación del nuevo diseño de la planta de producción de Mármoles & Bloques se planteó inicialmente un listado sin orden de importancia de posibles factores contemplando los conocimientos y opiniones tanto del gerente como del supervisor de planta, los cuales se presentan a continuación:

- Tiempo de traslado de máquinas
- Dificultad en el traslado de las máquinas
- Costos de adecuación
- Adaptación del personal
- Tiempo de instalación
- Aumento de productividad
- Aumento de mano de obra adicional
- Inversión en equipo adicional
- Posibilidad de cambios futuros

- Facilidad de instalación de redes eléctricas y servicios de agua
- Fluidez en las entradas y salidas
- Impacto ambiental
- Impacto con otros procesos
- Facilidad en el transporte
- Seguridad industrial

Luego de tener el listado preliminar se les pidió escogieran los 5 factores que consideran más importantes y el resultado fue:

Tabla 137: Resultados factores de evaluación

|  | <b>Gerente</b> | <b>Supervisor</b> |
|--|----------------|-------------------|
| Tiempo de traslado de máquinas                                   |                |                   |
| Dificultad en el traslado de las máquinas                        |                |                   |
| Costos de adecuación   | X              | X                 |
| Adaptación del personal  | X              | X                 |
| Tiempo de instalación  | X              | X                 |
| Aumento de productividad   | X              | X                 |
| Aumento de mano de obra adicional                                |                |                   |
| Inversión en equipo adicional                                    |                |                   |
| Posibilidad de cambios futuros                                   |                |                   |
| Facilidad de instalación de redes eléctricas y servicios de agua |                |                   |
| Fluidez en las entradas y salidas                                |                |                   |
| Impacto ambiental  |                |                   |
| Impacto con otros procesos                                       |                |                   |
| Facilidad en el transporte                                       |                | X                 |
| Seguridad industrial   | X              |                   |

### **8.1.1 Análisis de los resultados**

Es de esperarse que los factores de costo y tiempo se escogieran como importantes ya que es sabido que en cualquier proyecto de inversión los recursos económicos son limitados y se debe tratar de aprovecharlos al máximo. En cuanto al tiempo es claro que entre menos se gaste en la construcción de la nueva planta mayor ahorro, pues es “el tiempo también es dinero”.

En cualquier proceso productivo el personal juega un papel fundamental pues nada funciona si éste no se siente a gusto.

Como se expuso en el capítulo concerniente al diseño de las alternativas, la intención de los socios es incrementar la capacidad de producción al doble de la actual ya que en estos momentos ésta es una limitante para el crecimiento de la empresa y la conquista de nuevos mercados, por lo que este factor es de gran relevancia para la evaluación.

A lo largo del proyecto se ha mencionado que uno de los productos que se maneja en Mármoles & Bloques es el lavadero prefabricado que representa un peso y volumen considerable, es por ello que el transporte que en este caso es manual integra una porción importante en el tiempo, con el aumento del tamaño de la planta, las distancias se incrementarán, por lo que este aspecto es significativo en la escogencia de una alternativa.

Por último cabe resaltar que la seguridad en cualquier empresa es fundamental ya que la buena determinación de espacios, pasillos y salidas favorecerá el ambiente laboral y la seguridad, mejorando a su vez el grado de comodidad o incomodidad de los operarios.

Por las anteriores razones y junto con la gerencia y el supervisor se escogieron finalmente los siguientes factores de evaluación, pensando en contemplar los aspectos más significativos de la planta de producción:

### **1. Inversión requerida**

Este factor evalúa el costo total de la construcción de la nueva planta. Contemplando el costo de la maquinaria adquirida, materiales, mano de obra, servicios eléctricos, de agua, etc. Se evaluará sobre el valor total.

### **2. Tiempo requerido para la implementación**

Incluye el tiempo total de la implementación de cualquier alternativa. Se medirá en el número de días que dure dicha implementación.

Cabe aclarar que entre mayores especificaciones tenga el diseño mayor tiempo gastará en la construcción

### **3. Aumento de la capacidad de producción**

El diseño debe aumentar la capacidad de producción frente a la capacidad actual y se medirá en el aumento esperado frente a la situación actual.

### **4. Adaptación del personal y seguridad industrial**

Con este factor se trata de estimar el impacto que puede tener en el personal el cambio en la forma de trabajar y el tiempo de adaptación que podrían tener. Además de los posibles riesgos a los que se podrían someter los operarios. Este factor es subjetivo pero se evaluará teniendo en cuenta los cambios a los que serán sometidos los operarios, entre mayores sean, es de suponer que mayor tiempo de adaptación tendrán.

### **5. Disminución en el transporte interno**

Se medirá la distancia y el tiempo que gasta un operario en transportar el producto de un centro de trabajo a otro.

## 8.2 PONDERACIÓN DE LOS FACTORES

Para realizar la ponderación se le pidió al gerente y al supervisor que ordenaran los factores de mayor a menor según el orden de importancia

Tabla 138: Ponderación de factores de evaluación

| <b>Factor</b>                        | <b>Gerente</b> | <b>Supervisor</b> | <b>TOTAL</b> | <b>%</b>    |
|--------------------------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------|
| Costos de adecuación                 | 5              | 5                 | 10           | 33.33       |
| Adaptación del personal y seguridad  | 1              | 1                 | 2            | 6.67%       |
| Tiempo de instalación                | 4              | 4                 | 8            | 26.67       |
| Aumento de capacidad de producción   | 3              | 2                 | 5            | 16.67       |
| Disminución en el transporte interno | 2              | 3                 | 5            | 16.67%      |
| <b>TOTAL</b>                         |                |                   | <b>30</b>    | <b>100%</b> |

Sin duda, el costo será un factor importante de evaluación junto con el tiempo, por las razones explicadas anteriormente. Al costo se decidió bajarle el peso al 30% y al tiempo al 25% que no representa un cambio significativo y conservarán el primero y segundo lugar de importancia entre los factores.

Lo anterior con el fin de darle un poco más de importancia al aumento de la capacidad de producción, pues esa es una de las metas definidas por la

empresa, que es aumentarla al doble, en la línea de lavaderos. Por lo tanto se aumentará al 20 %.

Finalmente la el transporte interno aumentará levemente al 18%, y la adaptación del personal conservará el 7%.

En definitiva el peso que se asignó para cada factor es el siguiente:

Tabla 139: Ponderación de factores definitiva

| <b>Factor</b>                        | <b>%</b>    |
|--------------------------------------|-------------|
| Costos de adecuación                 | 30          |
| Tiempo de implementación             | 25          |
| Aumento de capacidad de producción   | 20          |
| Adaptación del personal y seguridad  | 18          |
| Disminución en el transporte interno | 7           |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>100%</b> |

### **8.3 METODO DE CALIFICACIÓN**

En este punto, se trata de que la puntuación que obtengan las alternativas tengan una diferencia significativa, por lo tanto se escogió una calificación de 0 a 100 puntos, con 3 posibilidades de asignación. 0 como valor menor, 50 como valor intermedio y 100 como valor mayor.

A cada puntaje obtenido se le aplicará el peso del factor correspondiente, para obtener el puntaje total.

Para evitar confusiones, es indispensable que antes de realizar la calificación se defina el factor claramente y los posibles puntajes a obtener.

### **Factor 1: Inversión requerida**

La alternativa que menor costo total genere tendrá un puntaje de 100, la segunda menor 50 y la de mayor costo tendrá 0.

### **Factor 2: Tiempo de implementación**

La alternativa que dure menos días en su implementación tendrá un puntaje de 100, la segunda menor 50 y la de mayor tiempo tendrá 0.

### **Factor 3 Aumento de la capacidad de producción**

La propuesta que tenga un mayor aumento en la capacidad de producción tendrá 100, la segunda mayor 50 y la de menor aumento en la capacidad tendrá 0.

### **Factor 4: Disminución en el transporte interno**

La alternativa en la que el operario tenga que recorrer la menor distancia y por lo tanto tenga el menor tiempo tendrá una calificación de 100

La segunda con menores recorridos tendrá 50.

Y la propuesta que mayores distancias deba recorrer el trabajador se calificará con un puntaje de 0.

### **Factor 5 Adaptación del personal y seguridad**

Si la propuesta no ocasiona cambios significativos en la forma de operar, disposición de máquinas y centros de trabajo y además no detecta riesgos potenciales para los operarios tendrá un puntaje de 100

Si la propuesta genera cambios significativos pero no se detectan riesgos, tendrá 50.

Si no se generan cambios pero se detectan riesgos tendrá un puntaje de 0.

Si la alternativa genera cambios y se detectan riesgos potenciales tendrá un puntaje de 0

## **8.4 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS**

Se analizará cada factor por separado y se calificará de acuerdo con el método que se explicó en los párrafos anteriores.

Las líneas de granito y retal de mármol, como se explicó en el capítulo 5 Descripción de las alternativas, no variarán entre una alternativa y otra, estarán en el mismo lugar, con las mismas características, por lo tanto tendrán los mismos costos, tiempo de implementación, capacidad, etc, por lo que tenerlas en cuenta no generará un factor discriminante para la evaluación. Es por ello que se tendrá en cuenta únicamente la línea de lavaderos prefabricados.

### **8.4.1 Factor 1: Inversión requerida**

La inversión para cualquiera de las tres alternativas se divide en:  
Materiales de construcción, maquinaria o equipos y mano de obra.  
A continuación se describe cada uno de los rubros.

#### **Alternativa 1**

Tabla 140: Inversión requerida, Alternativa 1

| <b>MATERIALES</b>       |   |                   |                   |
|-------------------------|---|-------------------|-------------------|
| <b>cant</b>             | <b>Concepto</b>                                   | <b>V unitario</b> | <b>V total</b>    |
| 9960                    | Ladrillos   | 600               | 5,976,000         |
| 4332                    | Arena (carretas)                                  | 1500              | 6,498,000         |
| 1083                    | Cemento gris                                      | 16000             | 17,328,000        |
|                         | Exploraciones y adecuaciones de terreno           |                   | 5,000,000         |
|                         | Hojas de eternit, ganchos e instalación           |                   | 12,000,000        |
| 410                     | Sechas  | 15000             | 6,150,000         |
| 50                      | Puntos de luz y toma                              | 50000             | 2,500,000         |
|                         | Postes, cableado y transformador                  |                   | 12,000,000        |
| 2                       | Tanques aéreos de agua de 10 mil ml               | 250000            | 500,000           |
| 50                      | Metros de manguera gruesa                         | 3000              | 150,000           |
| 4                       | Tanque de reciclaje de agua                       | 150000            | 600,000           |
| 50                      | Metros de canal en concreto                       | 10000             | 500,000           |
| 50                      | Metros de instalación de desagüe tubo 4"          | 20000             | 1,000,000         |
|                         | Puntos de agua con llave de rosca para manguera   |                   | -                 |
| 11                      | y válvula de seguridad                            | 50000             | 550,000           |
| 80                      | Metros de red de agua en tubo presión 1/2 pulgada | 6250              | 500,000           |
| <b>TOTAL MATERIALES</b> |   |                   | <b>71,252,000</b> |

| <b>MANO DE OBRA SEGÚN COTIZACIÓN</b>              |                   |
|---|-------------------|
| Construcción de piso, techo, cerramientos y otros | 10,994,000        |
| Adecuaciones                                      | 3,500,000         |
| Instalaciones eléctricas                          | 1,500,000         |
| Instalación alcantarillado y agua                 | 2,500,000         |
| Otros   | 1,000,000         |
| <b>TOTAL MANO DE OBRA</b>                         | <b>19,494,000</b> |
| Imprevistos                                       | 2,500,000         |

| <b>EQUIPO</b> |                              |                   |                 |
|---------------|------------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Cant</b>   | <b>Concepto</b>              | <b>V unitario</b> | <b>v. total</b> |
| 1             | Vibrocompactador             | 1000000           | 1,000,000       |
| 1             | Mezcladora                   | 3500000           | 3,500,000       |
| 4             | Pulidora manual Black&Decker | 1000000           | 4,000,000       |
| 4             | Moldes de diferentes tamaños | 1500000           | 6,000,000       |

|                            |            |         |                    |
|----------------------------|------------|---------|--------------------|
| 2                          | Motobombas | 1000000 | 2,000,000          |
| <b>TOTAL EQUIPO</b>        |            |         | <b>16,500,000</b>  |
| <b>TOTAL ALTERNATIVA 1</b> |            |         | <b>109,746,000</b> |

## Alternativa 2

Tabla 141: Inversión requerida, Alternativa 2

| <b>MATERIALES</b>       |   |                   |                   |
|-------------------------|---|-------------------|-------------------|
| <b>cant</b>             | <b>Concepto</b>                                   | <b>V unitario</b> | <b>V total</b>    |
| 9540                    | Ladrillos   | 600               | 5,724,000         |
| 4316                    | Arena (carretas)                                  | 1500              | 6,474,000         |
| 1079                    | Cemento gris                                      | 16000             | 17,264,000        |
|                         | Exploraciones y adecuaciones de terreno           |                   | 5,000,000         |
|                         | Hojas de eternit, ganchos e instalación           |                   | 12,000,000        |
| 410                     | Sechas  | 15000             | 6,150,000         |
| 48                      | Puntos de luz y toma                              | 50000             | 2,400,000         |
|                         | Postes, cableado y transformador                  |                   | 12,000,000        |
| 1                       | Tanques aéreos de agua de 10 mil ml               | 250000            | 250,000           |
| 10                      | Metros de manguera gruesa                         | 3000              | 30,000            |
| 2                       | Tanque de reciclaje de agua                       | 150000            | 300,000           |
| 20                      | Metros de canal en concreto                       | 10000             | 200,000           |
| 25                      | Metros de instalación de desague tubo 4"          | 20000             | 500,000           |
|                         | Puntos de agua con llave de rosca para manguera   |                   | -                 |
| 10                      | y válvula de seguridad                            | 50000             | 500,000           |
| 60                      | Metros de red de agua en tubo presión 1/2 pulgada | 6250              | 375,000           |
| <b>TOTAL MATERIALES</b> |   |                   | <b>69,167,000</b> |

| <b>MANO DE OBRA SEGÚN COTIZACIÓN</b>              |                   |
|---|-------------------|
| Construcción de piso, techo, cerramientos y otros | 10,481,000        |
| Adecuaciones                                      | 3,500,000         |
| Instalaciones eléctricas                          | 1,500,000         |
| Instalación alcantarillado y agua                 | 2,500,000         |
| Otros   | 1,000,000         |
| <b>TOTAL MANO DE OBRA</b>                         | <b>18,981,000</b> |
| Imprevistos                                       | 2,500,000         |

| <b>EQUIPO</b>              |                              |                   |                    |
|----------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------|
| <b>Cant</b>                | <b>Concepto</b>              | <b>V unitario</b> | <b>v. total</b>    |
| 1                          | Vibrocompactador             | 1000000           | 1,000,000          |
| 1                          | Mezcladora                   | 3500000           | 3,500,000          |
| 4                          | Pulidora manual Black&Decker | 1000000           | 4,000,000          |
| 4                          | Moldes de diferentes tamaños | 1500000           | 6,000,000          |
| 1                          | Motobombas                   | 1000000           | 1,000,000          |
| <b>TOTAL EQUIPO</b>        |                              |                   | <b>15,500,000</b>  |
| <b>TOTAL ALTERNATIVA 2</b> |                              |                   | <b>106,148,000</b> |

### Alternativa 3

Tabla 142: Inversión requerida, Alternativa 3

| <b>MATERIALES</b>       |   |                   |                   |
|-------------------------|---|-------------------|-------------------|
| <b>cant</b>             | <b>Concepto</b>                                   | <b>V unitario</b> | <b>V total</b>    |
| 9720                    | Ladrillos   | 600               | 5,832,000         |
| 4324                    | Arena (carretas)                                  | 1500              | 6,486,000         |
| 1081                    | Cemento gris                                      | 16000             | 17,296,000        |
|                         | Exploraciones y adecuaciones de terreno           |                   | 5,000,000         |
|                         | Hojas de eternit, ganchos e instalación           |                   | 12,000,000        |
| 410                     | Sechas  | 15000             | 6,150,000         |
| 50                      | Puntos de luz y toma                              | 50000             | 2,500,000         |
|                         | Postes, cableado y transformador                  |                   | 12,000,000        |
| 2                       | Tanques aéreos de agua de 10 mil ml               | 250000            | 500,000           |
| 40                      | Metros de manguera gruesa                         | 3000              | 120,000           |
| 4                       | Tanque de reciclaje de agua                       | 150000            | 600,000           |
| 30                      | Metros de canal en concreto                       | 10000             | 300,000           |
| 50                      | Metros de instalación de desague tubo 4"          | 20000             | 1,000,000         |
|                         | Puntos de agua con llave de rosca para manguera   |                   | -                 |
| 11                      | y válvula de seguridad                            | 50000             | 550,000           |
| 80                      | Metros de red de agua en tubo presión 1/2 pulgada | 6250              | 500,000           |
| <b>TOTAL MATERIALES</b> |   |                   | <b>70,834,000</b> |

| <b>MANO DE OBRA SEGÚN COTIZACIÓN</b>              |            |
|---|------------|
| Construcción de piso, techo, cerramientos y otros | 10,994,000 |
| Adecuaciones                                      | 3,500,000  |

|                                   |                              |                   |                    |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------|
| Instalaciones eléctricas          |                              |                   | 1,500,000          |
| Instalación alcantarillado y agua |                              |                   | 2,500,000          |
| Otros                             |                              |                   | 1,000,000          |
| <b>TOTAL MANO DE OBRA</b>         |                              |                   | <b>19,494,000</b>  |
| Imprevistos                       |                              |                   | 2,500,000          |
| <b>EQUIPO</b>                     |                              |                   |                    |
| <b>Cant</b>                       | <b>Concepto</b>              | <b>V unitario</b> | <b>v. total</b>    |
| 1                                 | Vibrocompactador             | 1000000           | 1,000,000          |
| 1                                 | Mezcladora                   | 3500000           | 3,500,000          |
| 4                                 | Pulidora manual Black&Decker | 1000000           | 4,000,000          |
| 4                                 | Moldes de diferentes tamaños | 1500000           | 6,000,000          |
| 2                                 | Motobombas                   | 1000000           | 2,000,000          |
| <b>TOTAL EQUIPO</b>               |                              |                   | <b>16,500,000</b>  |
| <b>TOTAL ALTERNATIVA 3</b>        |                              |                   | <b>109,328,000</b> |

Las diferencias entre las 3 alternativas son poco significativas, por ejemplo entre la propuesta 1 y la 3 la diferencia es únicamente de \$418.000 que corresponde a un poco menos de materiales, pues se requieren algunos metros menos de manguera, canal de concreto, unos ladrillos menos y menos cantidad de cemento y arena.

Las diferencias de éstas alternativas respecto a la alternativa 2 no superan los \$3.500.000, y se relacionan con los materiales pues de igual manera es menor la cantidad de manguera, canal de concreto, ladrillos, arena y cemento, pero además se requiere de una sola motobomba y de un solo tanque de agua puesto que los pulidores están todos en un mismo lugar.

Tabla 143: Puntaje asignado factor 1

| <b>Alternativas</b> | <b>Puntajes asignados<br/>Factor 1</b> |
|---------------------|--|
| 1                   | 0                                      |
| 2                   | 100                                    |
| 3                   | 50                                     |

#### 8.4.2 Factor 2: Tiempo de implementación

El tiempo necesario para llevar a cabo la construcción de la nueva planta de producción es evidentemente menor en la alternativa 2 que en las demás puesto que se deben instalar menos máquinas, menos tramos de manguera, menor cantidad de muro. Y también es notorio que en la alternativa 1 el tiempo será mayor ya que todo es en mayor cantidad (manguera, muro y máquinas)

Tabla 144: Puntaje asignado factor 2

| <b>Alternativas</b> | <b>Puntajes asignados<br/>Factor 2</b> |
|---------------------|--|
| 1                   | 0                                      |
| 2                   | 100                                    |
| 3                   | 50                                     |

#### 8.4.3 Factor 3: Aumento de la capacidad de producción

Las tres alternativas, evidentemente generan aumento en la capacidad de producción por el simple hecho de aumentar la mano de obra. A parte se introduce la utilización del trompo mezclador que disminuye el tiempo de mezclado y hace que se puedan fundir una mayor cantidad de lavaderos al día.

Capacidad de producción actual: Lavaderos/mes: 200

Los resultados del modelo muestran que la producción de 1 mes sería:

Tabla 145: Producción mensual, Resultados Promodel

| <b>Alternativas</b> | <b>Modelo 1 (fundido)</b> | <b>Modelo 2 (Pulido)</b> |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>1</b>            | 472                       | 592                      |
| <b>2</b>            | 472                       | 592                      |
| <b>3</b>            | 472                       | 592                      |

El incremento teórico de las tres alternativas es el mismo ya en las tres se disponen de los mismos equipos para producir, es decir, 2 vibro-compactadores, 1 mezcladora y 8 pulidoras, además con los mismo operarios, 4 en fundido 6 pulidores y 2 en acabado final.

Tabla 146: Puntaje asignado, Factor 3

| <b>Alternativas</b> | <b>Puntajes asignados<br/>Factor 3</b> |
|---------------------|--|
| 1                   | 100                                    |
| 2                   | 100                                    |
| 3                   | 100                                    |

#### **8.4.4 Factor 4: Disminución en el transporte interno**

Indiscutiblemente el tamaño de cualquiera de las 3 alternativas es mucho mayor que el tamaño actual de la planta. Los recorridos entre algunos centros de trabajo se disminuyeron como en el caso del pulido y el acabado final, pero lo que tiene que ver con el secado por el contrario se aumentó. La bodega de secado tiene capacidad para almacenar el doble de lavaderos que la actual, además que en ella se contemplan pasillos y espacios que en este momento no existen. Por lo tanto es obvio que el operario deberá recorrer mayores

distancias que las actuales, para colocar un lavadero a secar y el pulidor a su vez para retirarlo hacia la sección de pulido.

De acuerdo con los diseños presentados en el capítulo anterior de este libro, se calculó para cada una de las alternativas

### **Alternativa 1**

Distancia máxima a recorrer: 51 metros ida y vuelta: 102 metros

### **Alternativa 2**

Distancia máxima a recorrer: 69 metros ida y vuelta: 138 metros

### **Alternativa 3**

Distancia máxima a recorrer: 28 metros ida y vuelta: 56 metros

La alternativa 2 es en la que se tienen que recorrer las mayores distancias debido a la disposición de las áreas, el secado tiene 69 metros de largo y tanto el operario de fundido como los de pulido debe recorrer dicha cantidad.

La primera vez 69 metros, la segunda 68, la tercera 67 y así sucesivamente hasta llegar a recorrer tan solo un metro. Es decir recorren en promedio al mes 35 metros

El promedio mensual de recorrido de la alternativa 1 es 26 metros y de la alternativa 3 es de 14,5 metros por lo tanto la puntuación es:

Tabla 147: Puntaje asignado Factor 4

| <b>Alternativas</b> | <b>Puntajes asignados<br/>Factor 4</b> |
|---------------------|--|
| 1                   | 50                                     |
| 2                   | 0                                      |

|   |     |
|---|-----|
| 3 | 100 |
|---|-----|

#### **8.4.5 Factor 5: Adaptación del personal y seguridad**

En la alternativa 2 no se generan grandes alteraciones que pudieran suponer dificultades en la adaptación del personal. El proceso sigue un flujo en línea recta, sin ningún elemento que pudiera crear algún conflicto o peligro.

En el área de fundido el operario debe ubicar los lavaderos en un solo lugar, lo que simplifica esta tarea.

Los operarios de acabado final se encuentran juntos por lo que pueden apoyarse el uno al otro en el momento de cargar algún lavadero.

Solo existe una bodega de producto terminado y esto hace que se facilite el control de existencias.

Por el contrario en la alternativa 3, a pesar de que el flujo es en línea recta, ésta se divide en 2, lo que hace un poco más complejo el manejo del producto, ya que se deben ubicar a un extremo y al otro lavaderos en secado, además existen 2 bodegas de producto terminado lo cual produce un poco más de trabajo en esa zona.

En la alternativa 2, el flujo forma una especie de U doble, de igual forma existen 2 zonas de secado en donde acomodar los lavaderos y 2 bodegas de producto terminado. En ésta alternativa habría que dedicar un poco más de tiempo, debido a la forma del flujo que sigue.

Por lo anterior la puntuación a asignar es la siguiente

Tabla 148: Puntaje asignado factor 5

| <b>Alternativas</b> | <b>Puntajes asignados<br/>Factor 5</b> |
|---------------------|--|
| 1                   | 0                                      |
| 2                   | 100                                    |
| 3                   | 50                                     |

## 8.5 SELECCIÓN

Teniendo en cuenta los puntajes que se asignación en el paso 2 (Ponderación de factores) se procede a realizar la respectiva multiplicación

### ALTERNATIVA 1

Tabla 149: Puntaje total obtenido alternativa 1

|  | <b>Factor1</b> | <b>Factor2</b> | <b>Factor3</b> | <b>Factor4</b> | <b>Factor5</b> | <b>TOTAL</b> |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| <b>Calificación</b>                            | 0              | 0              | 100            | 50             | 0              | 150          |
| <b>Ponderación<br/>Asignada por<br/>factor</b> | 30             | 25             | 20             | 18             | 7              | 100          |
| <b>Total<br/>ponderación</b>                   | 0              | 0              | 20             | 9              | 0              | <b>29</b>    |

## ALTERNATIVA 2

Tabla 150: Puntaje total obtenido alternativa 2

|  | <b>Factor1</b> | <b>Factor2</b> | <b>Factor3</b> | <b>Factor4</b> | <b>Factor5</b> | <b>TOTAL</b> |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| <b>Calificación</b>                            | 100            | 100            | 100            | 0              | 100            | 400          |
| <b>Ponderación<br/>Asignada por<br/>factor</b> | 30             | 25             | 20             | 18             | 7              | 100          |
| <b>Total<br/>ponderación</b>                   | 30             | 25             | 20             | 0              | 7              | <b>82</b>    |

## ALTERNATIVA 3

Tabla 151 Puntaje total obtenido alternativa 3

|  | <b>Factor1</b> | <b>Factor2</b> | <b>Factor3</b> | <b>Factor4</b> | <b>Factor5</b> | <b>TOTAL</b> |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| <b>Calificación</b>                            | 50             | 50             | 100            | 100            | 50             | 350          |
| <b>Ponderación<br/>Asignada por<br/>factor</b> | 30             | 25             | 20             | 18             | 7              | 100          |
| <b>Total<br/>ponderación</b>                   | 15             | 12.5           | 20             | 18             | 3.5            | <b>69</b>    |

Por lo tanto la alternativa ganadora es la alternativa # 2

### 8.5.1 Alternativa seleccionada

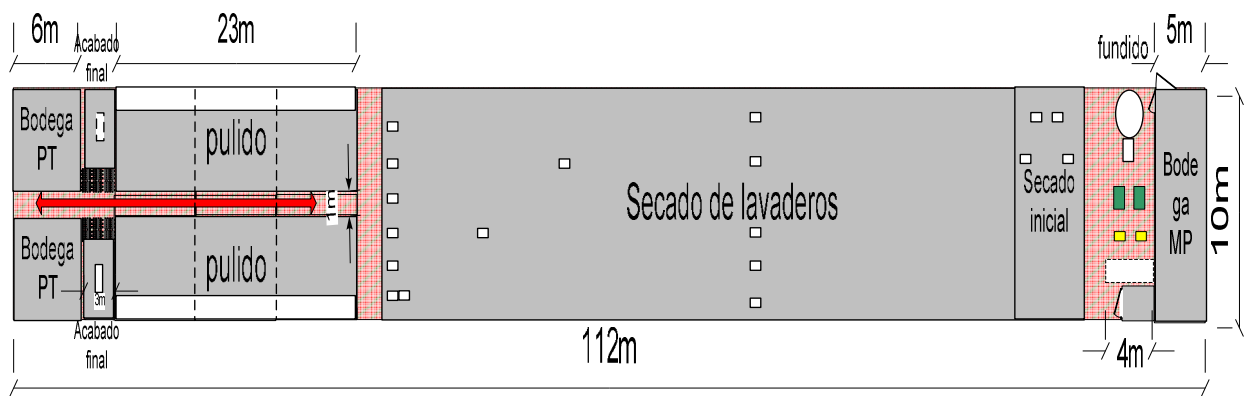


Figura 54: Alternativa seleccionada

## CONCLUSIONES

La realización de la propuesta de rediseño de la planta de producción de Mármoles & Bloques permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- Se presentó una propuesta de rediseño de la planta de producción que se ajustara a la realidad financiera de la empresa y a la estrategia de crecimiento y aumento de la producción de Mármoles & Bloques
- La documentación de los procedimientos del área de producción de Mármoles & Bloques permitió conocer la actividad productiva de la empresa y con esto detectar las falencias que condujeron hacia un proceso de mejora.
- El estudio y análisis de los procesos en la empresa Mármoles & Bloques permitieron evidenciar la importancia de la operación de mezclado en la hechura de los lavaderos, por lo que se propuso la compra de la máquina Mezcladora que trajo ahorros del 47% en tiempo de mezclado y permitió la fundida de 2 lavaderos adicionales que aumentan las ventas en 3.600.000 pesos mensuales, con una recuperación de la inversión en 20 días.
- El estudio de los tiempos de operación con lo cual se establecieron los tiempos de ciclo de las líneas, capacidad instalada y utilizada arrojó información fundamental para hacer proyecciones en cuanto a producción, demanda que se puede atender y necesidades a futuro.

- En la empresa Mármoles & Bloques no existía control de los materiales ni productos, se adecuó un sistema de manejos de los mismos, mediante la implementación del formato del Kardex, ejerciendo un mejor control en los inventarios.
- La caracterización de los equipos representó el comienzo de la creación de un programa de mantenimiento que ayudará a la conservación de los mismos equipos en la empresa.
- A pesar de las limitaciones de espacio y económicas, se logró diseñar una ubicación de equipos y operarios que se acoplan al área determinada y aumentan la capacidad de producción actual pasando de 200 lavaderos a 570 lavaderos al mes, lo cual representa un aumento del 185%.
- La herramienta de Simulación PROMODEL permitió el modelado y análisis de las alternativas planteadas, obteniendo resultados acerca de los datos teóricos tanto para las líneas actuales como para las propuestas.
- La identificación y selección de los factores de evaluación, permitió valorar las alternativas diseñadas concluyendo que la que más se ajusta a los requerimientos dados por los socios es la propuesta no. 2, la cual corresponde a un flujo de materiales más funcional y sencillo, además de tener los menores tiempos y costos de implementación.

## RECOMENDACIONES

La realización de este proyecto de grado permite recomendar:

- Es importante que el personal que hace parte de planta de producción de Mármoles & Bloques se involucre en el proceso debido a que ellos serán afectados por los cambios que se realicen, por lo tanto se recomienda responder a las inquietudes y sugerencias de los operarios.
- Implementar lo antes posible las mejoras propuestas en la sección de triturado con la adecuación de la mandíbula de la trituradora y la compra de la motobomba en el pulido ya que estas mejoras producirán ahorros anuales alrededor de 5.800.000 pesos
- Es importante que la empresa dedique tiempo y esfuerzos que conduzcan a mejorar el aspecto ambiental, ya que en la realización de los productos se emiten desechos tóxicos que no están siendo tratados, representando un perjuicio para la comunidad.
- La empresa debe iniciar un proceso de salud ocupacional en donde plantee y lleve a cabo un panorama de riesgos que asegure que el trabajador labore en las condiciones adecuadas, además de brindar capacitaciones permanentes en estos aspectos.
- Se recomienda continuar con el proceso de mejora en diferentes aspectos como son: mercados y ventas en la adquisición de nuevos clientes y la

búsqueda de nuevos productos; en el campo de calidad, en la estandarización de los procesos, entre otros.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BLANCO Rivero Luis Ernesto, PIEDRAHITA Ivan Dario, Simulación con Promodel, Casos de producción y logística, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería

CHASE Richard B. AQUILANO Administración de producción y operaciones. Mc Graw Hill

DILLEP R. Sule, Instalaciones de Manufactura, Ubicación, Planeación y Diseño, Editorial Thomson Learnig

GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo, Ingeniería de Métodos Editorial Mc Graw – Hill

HARRINGTON H. James, Mejoramiento de los procesos de la empresa

KONZ, Stephan. Diseño de sistemas de trabajo. Editorial LIMUSA

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO Introducción al estudio del trabajo Editorial LIMUSA

ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa UIS Bucaramanga

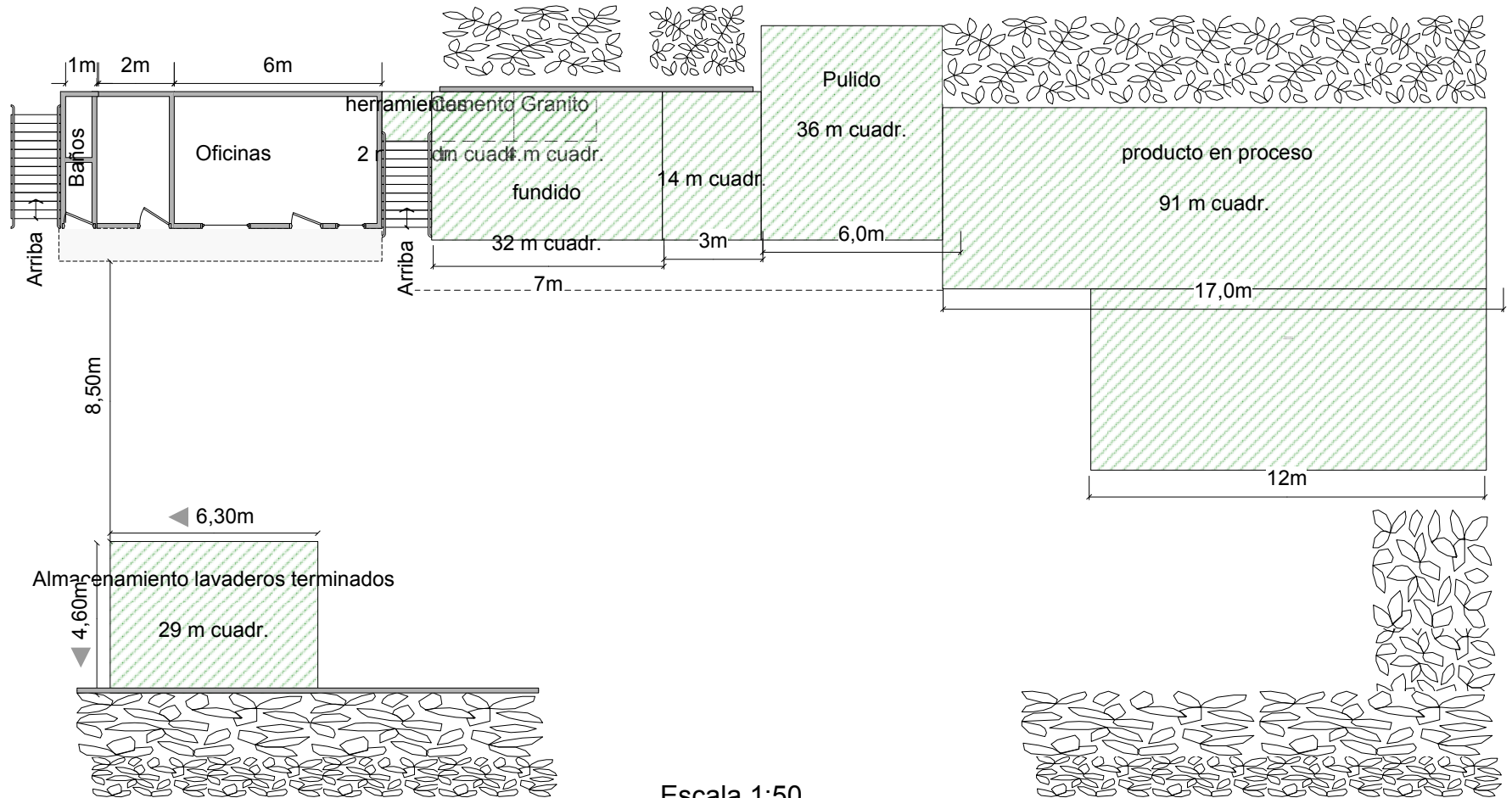
NIEBEL Benjamín, Ingeniería Industrial, Estudio de tiempos y movimientos

.

# **ANEXOS**

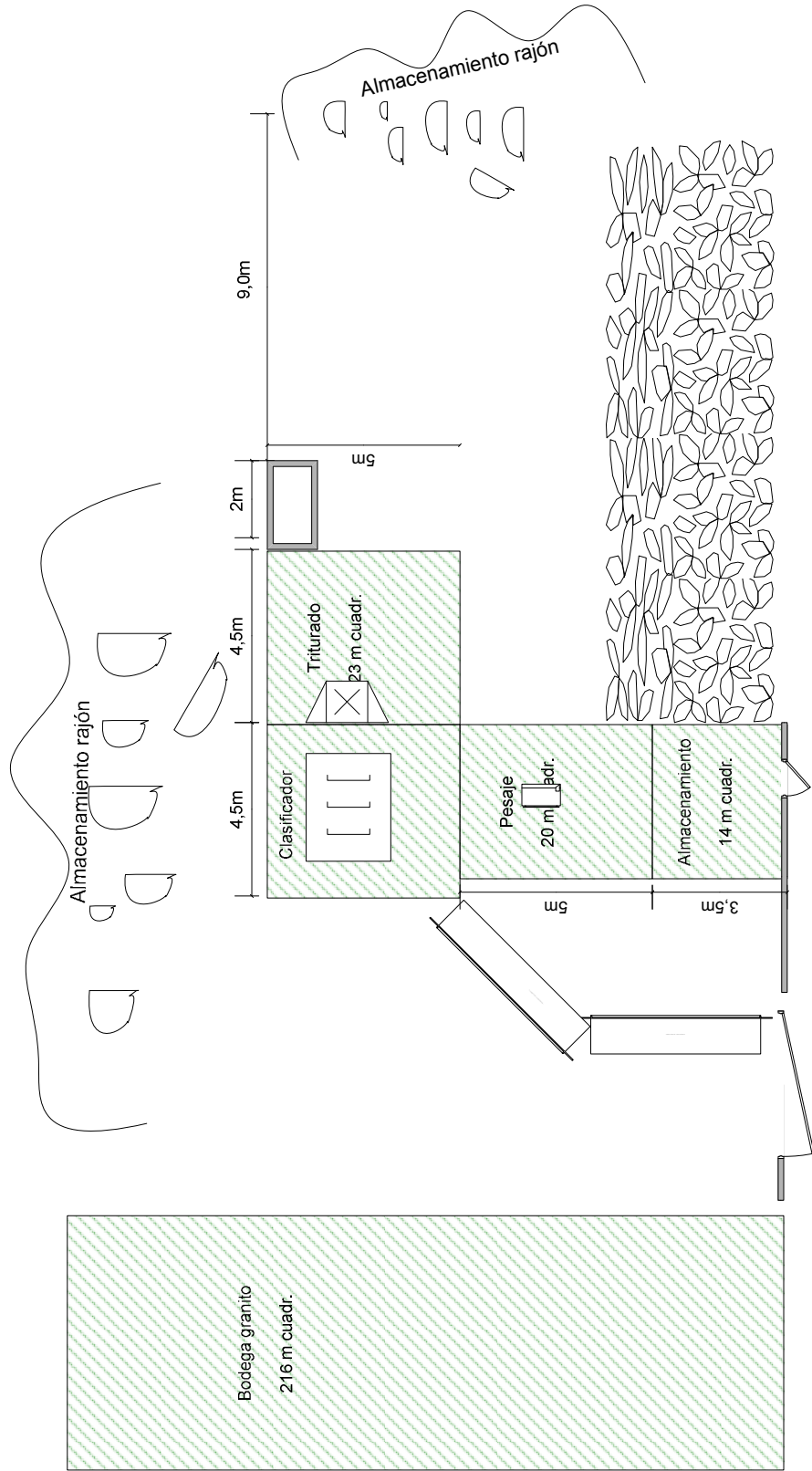
# ANEXO A PLANO ACTUAL DE MARMOLES Y BLOQUES

## LINEA LAVADEROS PREFABRICADOS

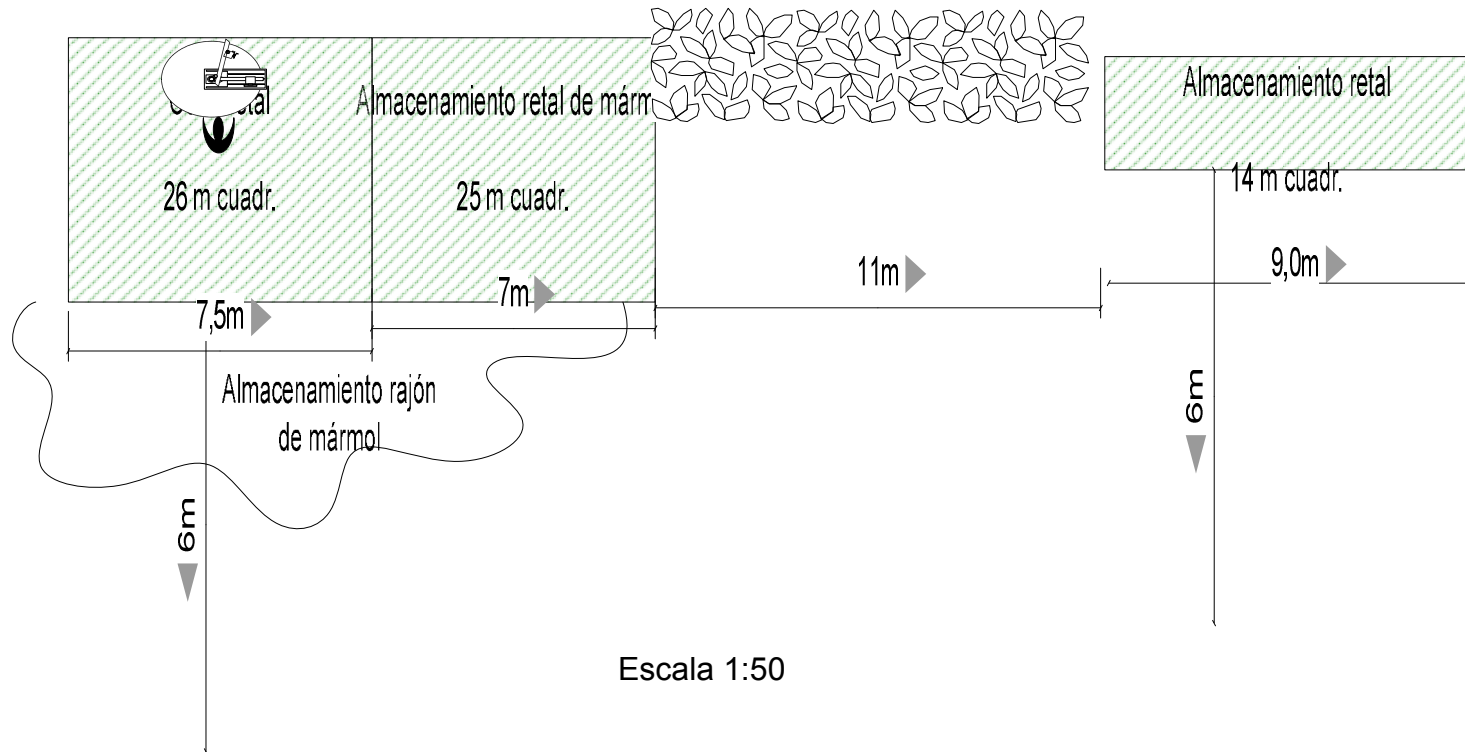


Escala 1:50

# LINEA DE GRANITO DE MARMOL

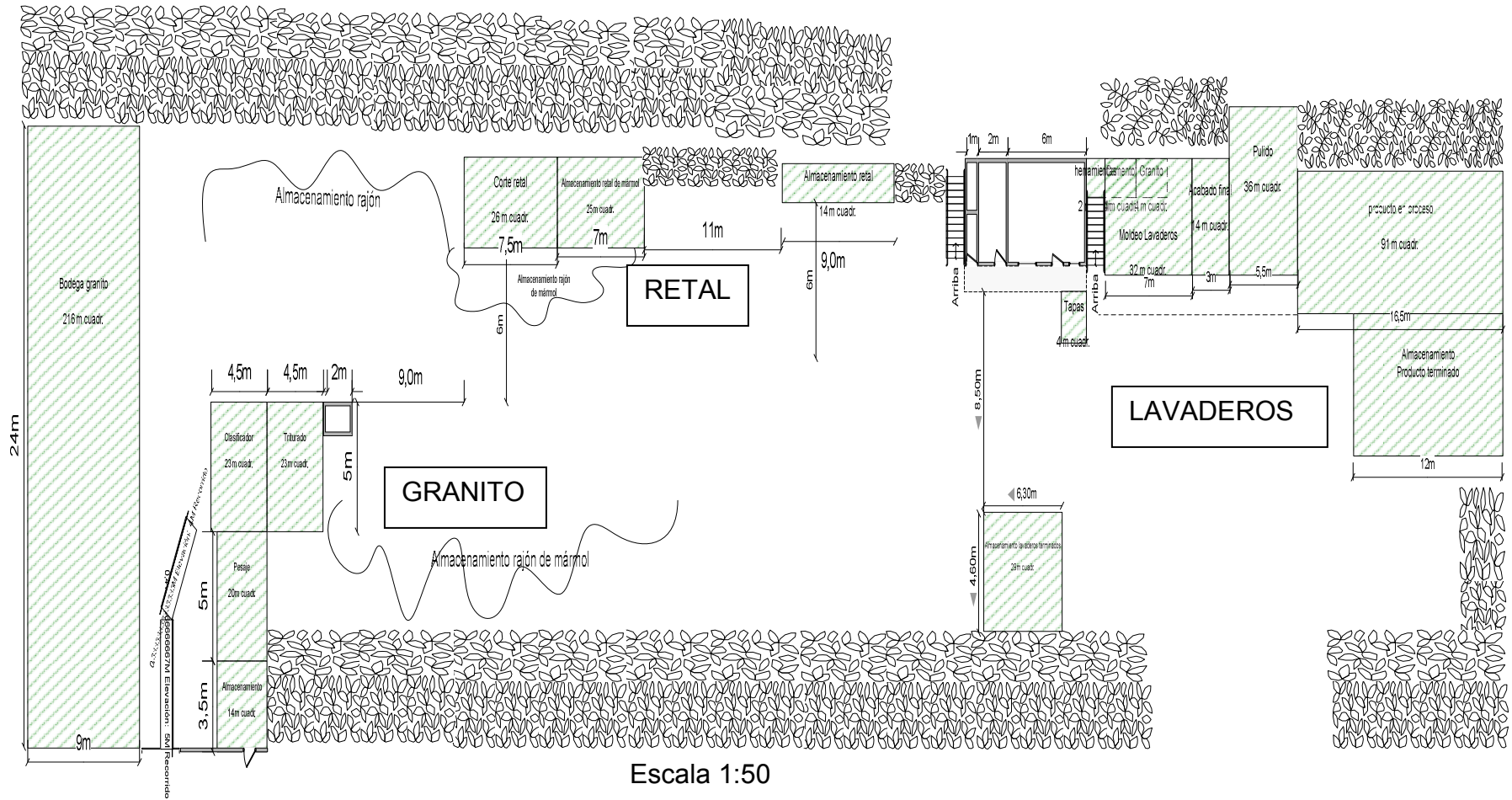


# LINEA DE RETAL DE MÁRMOL



Escala 1:50

# PLANTA TOTAL



## ANEXO B

### DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE RETAL DE MARMOL

**Producto:** Retal de mármol  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada

**Fecha:** Noviembre de 2005  
Tamaño lote: 6 metros

Hoja: 1 de 1

**Comienza en:** Centro de trabajo de corte

**Termina en:** Zona producto terminado

**Resumen de actividades**

Tamaño Lote: 6 metros

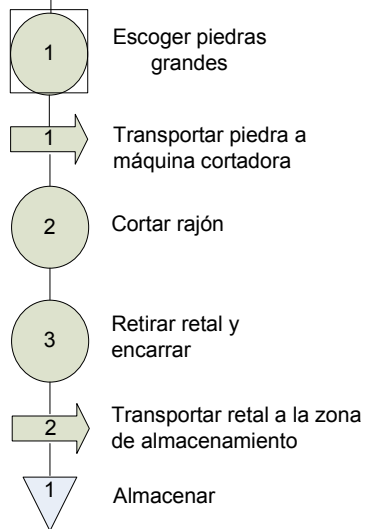
Total Operaciones: 3

Total Transportes: 2

Total inspecciones: 1

Total almacenamientos: 1

Rajón de mármol



## ANEXO C

### DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE GRANITO DE MÁRMOL

**Producto:** Granito de mármol  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada

**Fecha:** Noviembre de 2005  
Tamaño lote: 1 tonelada

Hoja: 1 de 1

**Comienza en:** Centro de trabajo de triturado

**Termina en:** Bodega producto terminado

**Tamaño lote:** 1 ton

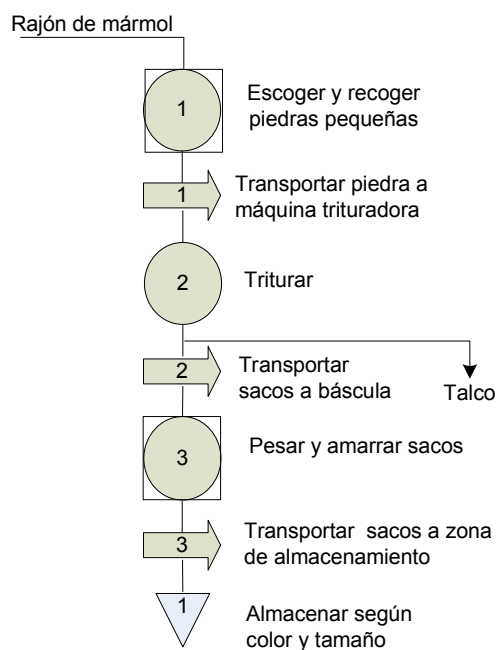
**Resumen de actividades**

Total Operaciones: 3

Total Transportes: 3

Total inspecciones: 2

Total almacenamientos: 1

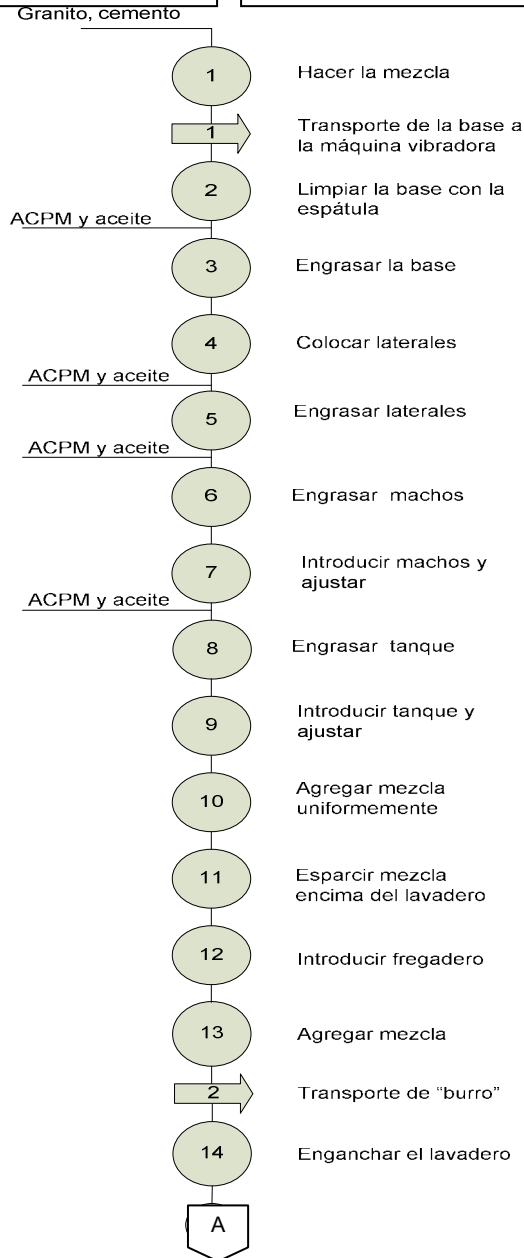


## ANEXO D

### DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAVADEROS PREFABRICADOS EN GRANITO DE MÁRMOL

**Producto:** Lavadero en granito  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada  
**Fecha:** Noviembre de 2005  
**Método:** Actual  
**Hoja:** 1 de 3

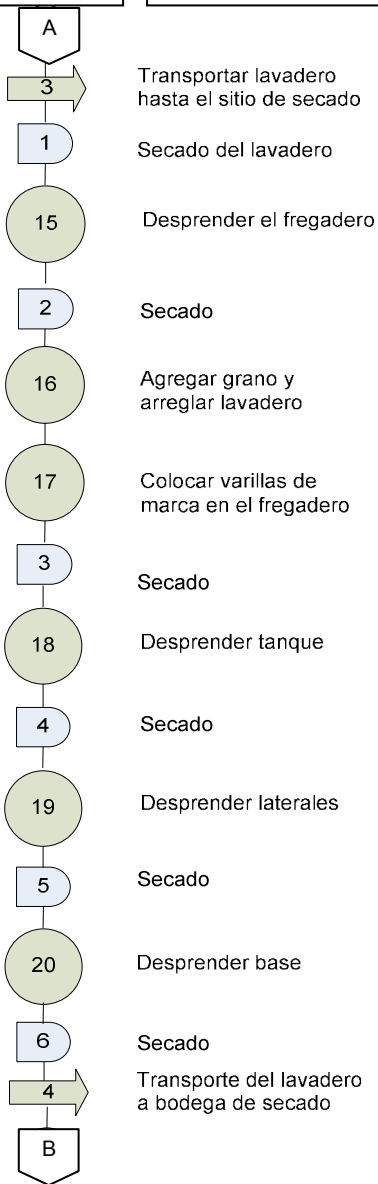
**Comienza en:** Área de fundido  
**Termina en:** Bodega producto terminado  
**Tamaño de lote:** 1 lavadero  
**Resumen de actividades**  
 Total Operaciones: 29  
 Total Transportes: 11  
 Total esperas: 7



## DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAVADEROS PREFABRICADOS EN GRANITO DE MÁRMOL

**Producto:** Lavadero en granito  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada  
**Fecha:** Noviembre de 2005  
**Método:** Actual  
 Hoja: 2 de 3

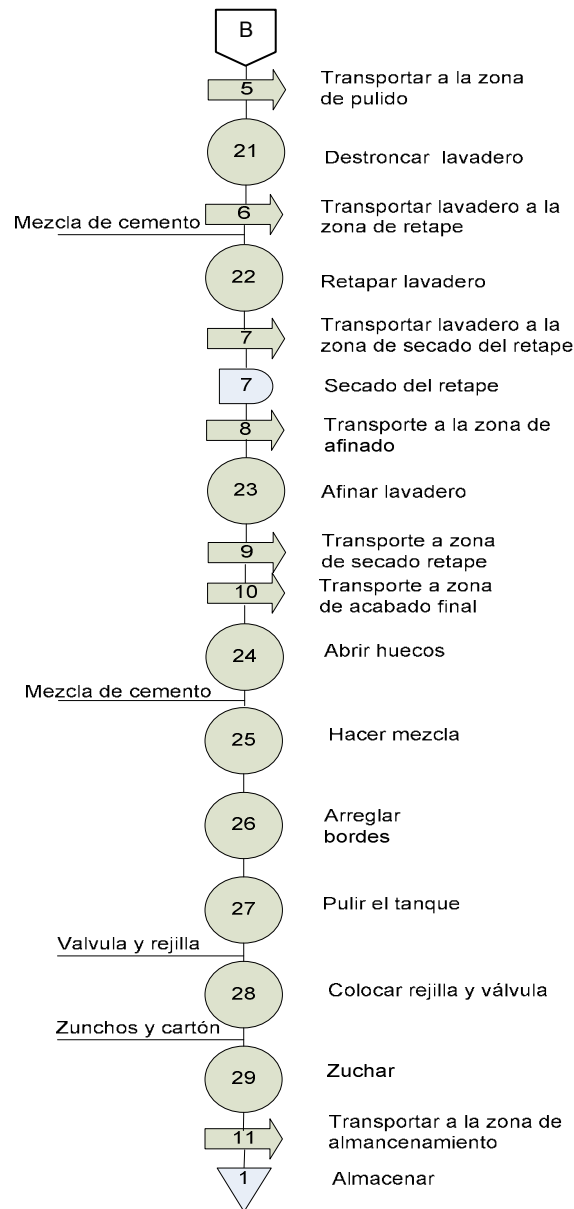
**Comienza en:** Área de fundido  
**Termina en:** Bodega producto terminado  
**Tamaño de lote:** 1 lavadero  
**Resumen de actividades**  
 Total Operaciones: 29  
 Total Transportes: 11  
 Total esperas: 7



## DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAVADEROS PREFABRICADOS EN GRANITO DE MÁRMOL

**Producto:** Lavadero en granito  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada  
**Fecha:** Noviembre de 2005  
**Método:** Actual  
 Hoja: 3 de 3

**Comienza en:** Área de fundido  
**Termina en:** Bodega producto terminado  
**Tamaño de lote:** 1 lavadero  
**Resumen de actividades**  
 Total Operaciones: 29  
 Total Transportes: 11  
 Total esperas: 7



## ANEXO E

### DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE TAPAS PREFABRICADAS EN GRANITO DE MÁRMOL

**Producto:** Lavadero en granito  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada

**Fecha:** Noviembre de 2005  
Tamaño lote: 1 lavadero

Hoja: 1 de 1

**Comienza en:** Área de fundido

**Termina en:** Bodega producto terminado

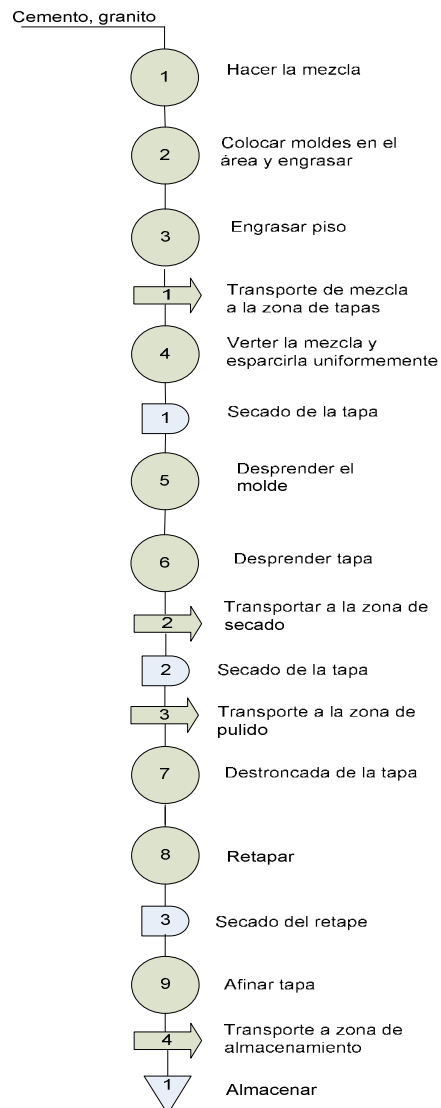
**Resumen de actividades**

Total Operaciones: 9

Total Transportes: 4

Total esperas: 3

Total almacenamientos: 1



## ANEXO F

### ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MARMOLES & BLOQUES

Con el objetivo de establecer el tiempo tipo de cada operación del proceso y estimar la capacidad de producción instalada en la empresa, se realizó un estudio de tiempos por cronómetro

Las operaciones a estudiar son:

Corte

Triturado

Mezclado

Fundido

Pulido

Retape

Afinado

Acabado final

El estudio se realizó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Se midieron los tiempos de proceso para establecer un tiempo tipo en cada uno de los procesos. Esto debido a que por la antigüedad de los equipos y el empirismo como se ha manejado la producción hasta el momento en la empresa, no existen datos específicos de duración de los procesos.

En el caso de las máquinas, la valoración del ritmo de trabajo será tomada como el 100% o 1, pues es de suponer que a condiciones estables de electricidad, combustible, temperatura, etc, las máquinas operan a un ritmo constante.

En el estudio se supone la aplicabilidad de la distribución de probabilidades Normal para calcular el tamaño de la muestra representativa en la inferencia de los datos poblacionales..

El margen de error a tolerar en la obtención del tiempo tipo de cada operación es relativa a la misma y se fijará con base en la experiencia del jefe de producción.

El cálculo del número de observaciones de la muestra en cada una de las operaciones se realizará de forma independiente y de acuerdo a la siguiente fórmula

$$N = \frac{S^2 * (t_{\alpha/2, a-1})^2}{e^2}$$

Donde,

N es el tamaño de la muestra requerido

S es el valor correspondiente a la desviación estándar de la premuestra

t es el valor obtenido en la tabla para la distribución t – student al nivel de confianza fijado

e representa el margen de error deseado expresado en unidades de tiempo (segundos o minutos)

El tiempo estándar o normalizado de la operación está dado por

$$Te = \frac{\sum_{i=1}^N (Vi * Ti)}{100 * N}$$

Donde,

Vi es la valoración del ritmo de trabajo de cada actuación i.

Ti es el tiempo de la observación

El tiempo tipo de cada operación estará dado por la suma de sus tiempos de preparación y tiempo normalizado promedio del proceso.

### **Definición de los ciclos de trabajo**

Antes de tomar tiempos debe definirse lo que corresponde a un ciclo de trabajo en cada una de las actividades

**Corte:** La operación inicia desde que se enciende la máquina cortadora hasta que se llena la carretilla.

**Triturado:** La operación inicia desde el encendido de la máquina hasta que se pesa el último bulto procesado.

**Mezclado:** Desde que se toma el saco de cemento hasta que se termina de hacer la mezcla

**Fundido:** Desde que se toma la base para armar el molde hasta que se desprende la misma para desarmarlo.

**Destrocado:** Desde que se enciende la máquina pulidora hasta que se lava el lavadero completamente

**Retape:** Desde que se toma la esponja hasta que el operario suelta la espátula

**Afinado:** Desde que se enciende la máquina pulidora hasta que el lavadero es lavado.

**Acabado final:** Desde el encendido de la máquina pulidora hasta que se zuncha el lavadero.

### **Calculo del tamaño de la muestra**

Para calcular el tamaño de la muestra representativa en cada proceso al nivel de confianza deseado, se realizó una premuestra con n número de observaciones de cada proceso. El N fue calculado según la formula antes mencionada

Para el análisis del proceso se realizó una premuestra de 10 observaciones para cada una de las operaciones definidas anteriormente.

A continuación se muestra los cuadros que resumen los resultados de la premuestra, y concluya en el número de observaciones mínimas a registrar en la muestra para obtener datos con la confiabilidad esperada.

## RESUMEN DE ANÁLISIS DE LA PREMUESTRA

**PRODUCTO:** Lavadero prefabricado en granito

| Operación | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N  |
|-----------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|----|
| Mezclar   | 1 batida    | 10                | 17.394      | 1.147            | 0.750       | 2.262               | 12 |

**Operación: Fundir**

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N  |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|----|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 29.839      | 0.998            | 0.5         | 2.262               | 20 |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 27.666      | 0.672            | 0.5         | 2.262               | 9  |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 25.774      | 0.774            | 0.5         | 2.262               | 12 |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 23.946      | 0.688            | 0.5         | 2.262               | 10 |
| 60 cm      | 1 lavad     | 10                | 22.195      | 0.559            | 0.5         | 2.262               | 6  |

**Operación: Destroncar**

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N  |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|----|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 28.792      | 1.064            | 0.50        | 2.262               | 24 |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 26.667      | 1.102            | 0.50        | 2.262               | 25 |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 27.610      | 1.732            | 0.50        | 2.262               | 37 |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 25.673      | 1.077            | 0.50        | 2.262               | 24 |
| 60 cm      | 1 lavad     | 10                | 22.229      | 1.295            | 0.50        | 2.262               | 36 |

**Operación: Retapar**

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N  |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|----|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 24.942      | 1.305            | 0.50        | 2.262               | 35 |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 21.037      | 1.288            | 0.50        | 2.262               | 34 |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 19.573      | 1.260            | 0.50        | 2.262               | 33 |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 17.449      | 0.975            | 0.50        | 2.262               | 19 |

|       |         |    |        |       |      |       |           |
|-------|---------|----|--------|-------|------|-------|-----------|
| 60 cm | 1 lavad | 10 | 17.244 | 1.055 | 0.50 | 2.262 | <b>23</b> |
|-------|---------|----|--------|-------|------|-------|-----------|

**Operación: Afinar**

| Referencia | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| 100 cm     | 1 lavad     | 10                | 30.061      | 0.899            | 0.5         | 2.262               | <b>34</b> |
| 90 cm      | 1 lavad     | 10                | 28.397      | 1.135            | 0.5         | 2.262               | <b>26</b> |
| 80 cm      | 1 lavad     | 10                | 26.750      | 1.124            | 0.5         | 2.262               | <b>26</b> |
| 70 cm      | 1 lavad     | 10                | 25.079      | 0.970            | 0.5         | 2.262               | <b>19</b> |
| 60 cm      | 1 lavad     | 10                | 23.235      | 0.810            | 0.5         | 2.262               | <b>18</b> |

| Operación            | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|----------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| <b>Acabado final</b> | 2 lavad     | 10                | 58.859      | 2.871            | 1           | 2.262               | <b>42</b> |

**PRODUCTO: TAPAS**

| Operación         | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|-------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| <b>Fundir</b>     | 1 tapa      | 10                | 4.86        | 0.263            | 0.16        | 2.262               | <b>55</b> |
| <b>Destroncar</b> | 6 tapas     | 10                | 8.496       | 0.285            | 0.16        | 2.262               | <b>17</b> |
| <b>Retapar</b>    | 1 tapa      | 10                | 1.090       | 0.182            | 0.160       | 2.262               | <b>21</b> |
| <b>afinar</b>     | 6 tapas     | 10                | 10.076      | 0.182            | 0.170       | 2.262               | <b>22</b> |

**PRODUCTO: RETAL DE MÁRMOL**

| Operación       | Tamaño lote | No. observaciones | Media (min) | Desviación (min) | Error (min) | $t_{\alpha/2, a-1}$ | N         |
|-----------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|---------------------|-----------|
| <b>Cortar</b>   | 6           | 10                | 67.5        | 1.09             | 0.5         | 2.262               | <b>25</b> |
| <b>Encarrar</b> | 1           | 10                | 1.17        | 0.1237           | 0.05        | 2.262               | <b>32</b> |

- Mezclar

El mezclado siempre se hace por “batida”. Esta batida alcanza para un lavadero y medio dependiendo del tamaño. Es realizado así ya que se toma como medida un bulto de cemento, y todos los demás materiales también están empacados en bultos, de otra forma se tendría que pesar cada uno de los componentes antes de mezclar lo cual haría se que aumentara el tiempo.

Esta operación se dividió en 3 elementos:

Alistamiento: Tomar cada uno de los bultos que se van a mezclar, y colocarlos seca de la zona de mezclado

Unión seco: Cada uno de los elementos se mezcla en seco

Mezcla agua: Se añade agua a la mezcla y se bate

Debido a que el cemento utilizado tiene un secado rápido el operario al momento de mezclar con agua aparta la cantidad necesaria para fundir solo un lavadero, por lo tanto el tiempo que se registró se tomará como el tiempo de mezcla de un lavadero.

### Registro de los datos de la muestra

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                         |            |      |         |       |
|---|------------|--------------------------|-------------------------|------------|------|---------|-------|
|   |            | MUESTRA                  |                         |            |      |         |       |
| Producto: Lavadero en granito   |            |                          | Fecha: Febrero de 2006  |            |      |         |       |
| Observado por: Ada Luz Gómez Ariza  |            |                          | Tamaño lote: 1 lavadero |            |      |         |       |
| Operación: Mezclar  |            |                          | Tiempo: minutos         |            |      |         |       |
| Obs   | Valoración | Alistamiento             |                         | Unión seco |      | mezclar |       |
|   |            | TO                       | TN                      | TO         | TN   | TO      | TN    |
| 1   | 100        | 4,55                     | 4,55                    | 3,29       | 3,29 | 9,85    | 9,85  |
| 2   | 100        | 4,49                     | 4,49                    | 3,75       | 3,75 | 10,24   | 10,24 |
| 3   | 100        | 4,67                     | 4,67                    | 3,72       | 3,72 | 10,14   | 10,14 |
| 4   | 100        | 4,42                     | 4,42                    | 3,76       | 3,76 | 10,17   | 10,17 |
| 5   | 105        | 3,42                     | 3,59                    | 2,00       | 2,10 | 9,54    | 10,01 |
| 6   | 100        | 3,76                     | 3,76                    | 2,98       | 2,98 | 10,09   | 10,09 |

|   |     |      |      |      |      |       |       |
|---|-----|------|------|------|------|-------|-------|
| 7   | 100 | 4,41 | 4,41 | 3,86 | 3,86 | 9,40  | 9,40  |
| 8   | 95  | 5,09 | 4,84 | 4,14 | 3,93 | 11,61 | 11,03 |
| 9   | 100 | 4,33 | 4,33 | 3,57 | 3,57 | 10,26 | 10,26 |
| 10  | 100 | 4,23 | 4,23 | 3,43 | 3,43 | 10,23 | 10,23 |
| 11  | 100 | 3,54 | 3,54 | 3,22 | 3,22 | 8,95  | 8,95  |
| 12  | 110 | 3,29 | 3,62 | 2,74 | 3,01 | 8,98  | 9,87  |
| 13  | 100 | 4,23 | 4,23 | 3,80 | 3,80 | 10,76 | 10,76 |
| 14  | 100 | 4,58 | 4,58 | 4,37 | 4,37 | 11,26 | 11,26 |
| 15  | 105 | 3,92 | 4,12 | 1,99 | 2,09 | 9,23  | 9,69  |
| 16  | 110 | 4,35 | 4,78 | 3,16 | 3,48 | 8,20  | 9,02  |
| 17  | 100 | 4,58 | 4,58 | 4,17 | 4,17 | 9,36  | 9,36  |
| 18  | 95  | 4,95 | 4,70 | 3,06 | 2,91 | 8,74  | 8,30  |
| 19  | 100 | 5,20 | 5,20 | 2,34 | 2,34 | 9,78  | 9,78  |
| 20  | 100 | 3,26 | 3,26 | 2,48 | 2,48 | 9,13  | 9,13  |
| 21  | 90  | 6,33 | 5,70 | 4,68 | 4,21 | 10,11 | 9,10  |
| 22  | 100 | 4,58 | 4,58 | 1,97 | 1,97 | 9,07  | 9,07  |
| 23  | 100 | 3,39 | 3,39 | 3,12 | 3,12 | 9,48  | 9,48  |
| 24  | 100 | 4,28 | 4,28 | 2,64 | 2,64 | 10,67 | 10,67 |
| 25  | 105 | 3,38 | 3,55 | 2,74 | 2,88 | 9,70  | 10,18 |
| 26  | 110 | 4,25 | 4,68 | 2,91 | 3,20 | 9,72  | 10,69 |
| 27  | 100 | 3,91 | 3,91 | 3,82 | 3,82 | 8,79  | 8,79  |
| <b>Promedios</b>                                |     | 4.3  |      | 3.26 |      | 9.83  |       |
| <b>% suplemento*</b>                            |     | 26   |      | 26   |      | 26    |       |
| <b>T. asignado</b>                              |     | 5.42 |      | 4.11 |      | 12.39 |       |
| <b>T. preparación</b>                           |     | -    |      | -    |      | -     |       |
| <b>T. tipo</b>                                  |     | 5.33 |      | 4.17 |      | 12.89 |       |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 21.92</b> |     |      |      |      |      |       |       |

\* Suplementos para la operación de mezclado

|         |            |        |        |                 |                 |                          |               |       |        |           |       |       |
|---------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-------|
|         | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total |
| Mezclar | 5          | 4      | 2      | 2               | 7               | 3                        | 0             | 2     | 0      | 1         | 0     | 26    |

- **Fundir**

Según la medida, el operario escoge el molde correspondiente para armar.

Esta operación se dividió por elementos.

1. **Armado del molde:** Desde que se toma la base hasta que se ajusta el tanque
2. **Llenado del molde:** desde que se verte la mezcla hasta que se apaga la máquina vibro-compactadora
3. **Desprendimiento y arreglo del fregadero:** Desde que se desajustan los ganchos hasta que el operario suelta la espátula
4. **Desprendimiento y arreglo del tanque:** Desde que se desajustan los ganchos hasta que el operario suelta la espátula
5. **Desprendimiento del macho:** Desde que se desajustan los ganchos hasta que el operario suelta la esponja
6. **Desprendimiento de los laterales:** Desde que toma el primer lateral hasta que el cuarto vuelve al sitio inicial de fundido
7. **Desprendimiento de la base:** Desde que el operario toma el lavadero hasta que la base vuelve al sitio inicial de fundido

Hay que tener en cuenta que se debe esperar un tiempo para desprender cada una de las partes que conforman el molde. Como ya se mencionó en la sección 3.3.3 descripción del proceso de fabricación de un lavadero prefabricado

Es importante mencionar que en una jornada de trabajo el último lavadero debe ser fundido 2 o 2 horas y media antes de terminar la jornada para poder desprender el fregadero y el tanque que son las partes que no se pueden dejar endurecer, de lo contrario se deben contratar horas extras para realizar éstas operaciones.



## FORMATO DE OBSERVACIONES

### MUESTRA

| <b>Producto:</b> Lavadero en granito      |              |       |       |               |      |      |           |      | <b>Operación:</b> Fundir |        |      |      |       | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |      |           |      |      |      |      |      |
|---|--------------|-------|-------|---------------|------|------|-----------|------|--------------------------|--------|------|------|-------|--------------------------------|------|-----------|------|------|------|------|------|
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez Ariza |              |       |       |               |      |      |           |      |                          |        |      |      |       | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |      |           |      |      |      |      |      |
| <b>Referencia:</b> 100*60                 |              |       |       |               |      |      |           |      |                          |        |      |      |       | <b>Tiempo:</b> minutos         |      |           |      |      |      |      |      |
| Obs                                       | Armado Molde |       |       | Llenado molde |      |      | fregadero |      |                          | tanque |      |      | macho |                                |      | laterales |      |      | base |      |      |
|   | Val          | TO    | TN    | Val           | TO   | TN   | Val       | TO   | TN                       | Val    | TO   | TN   | Val   | TO                             | TN   | Val       | TO   | TN   | Val  | TO   | TN   |
| 1   | 100          | 10,82 | 10,82 | 100           | 5,65 | 5,65 | 100       | 2,50 | 2,5                      | 100    | 3,09 | 3,09 | 100   | 2,55                           | 2,55 | 95        | 3,48 | 3,31 | 100  | 0,67 | 0,67 |
| 2   | 100          | 10,89 | 10,89 | 100           | 5,50 | 5,5  | 105       | 3,43 | 3,6                      | 105    | 3,13 | 3,29 | 100   | 2,60                           | 2,6  | 100       | 3,50 | 3,5  | 100  | 0,71 | 0,71 |
| 3   | 90           | 11,93 | 10,74 | 100           | 6,04 | 6,04 | 100       | 2,56 | 2,56                     | 95     | 3,27 | 3,11 | 105   | 2,42                           | 2,54 | 100       | 3,66 | 3,66 | 105  | 0,74 | 0,78 |
| 4   | 95           | 11,40 | 10,83 | 100           | 6,90 | 6,9  | 100       | 2,94 | 2,94                     | 90     | 3,21 | 2,89 | 110   | 2,24                           | 2,46 | 100       | 3,43 | 3,43 | 95   | 0,68 | 0,65 |
| 5   | 100          | 10,72 | 10,72 | 95            | 8,68 | 8,25 | 100       | 3,07 | 3,07                     | 100    | 3,66 | 3,66 | 95    | 2,45                           | 2,33 | 95        | 3,56 | 3,38 | 90   | 0,90 | 0,81 |
| 6   | 110          | 9,23  | 10,15 | 100           | 6,74 | 6,74 | 110       | 2,73 | 3                        | 100    | 3,57 | 3,57 | 100   | 2,66                           | 2,66 | 100       | 3,26 | 3,26 | 100  | 0,71 | 0,71 |
| 7   | 105          | 10,50 | 11,02 | 90            | 7,23 | 6,51 | 105       | 2,79 | 2,93                     | 100    | 3,27 | 3,27 | 100   | 2,44                           | 2,44 | 90        | 3,67 | 3,3  | 100  | 0,76 | 0,76 |
| 8   | 100          | 10,36 | 10,36 | 100           | 5,86 | 5,86 | 100       | 3,29 | 3,29                     | 100    | 3,56 | 3,56 | 90    | 2,47                           | 2,22 | 100       | 3,15 | 3,15 | 100  | 0,91 | 0,91 |
| 9   | 100          | 10,56 | 10,56 | 110           | 5,88 | 6,47 | 95        | 2,93 | 2,78                     | 100    | 3,41 | 3,41 | 100   | 2,40                           | 2,4  | 100       | 3,13 | 3,13 | 90   | 0,91 | 0,82 |
| 10  | 100          | 11,25 | 11,25 | 100           | 5,71 | 5,71 | 100       | 2,78 | 2,78                     | 95     | 4,61 | 4,38 | 100   | 2,35                           | 2,35 | 90        | 3,57 | 3,21 | 100  | 0,94 | 0,94 |
| 11  | 105          | 10,06 | 10,56 | 90            | 6,92 | 6,23 | 100       | 2,66 | 2,66                     | 100    | 3,86 | 3,86 | 90    | 2,60                           | 2,34 | 110       | 3,30 | 3,63 | 100  | 0,54 | 0,54 |
| 12  | 95           | 11,82 | 11,23 | 100           | 6,87 | 6,87 | 105       | 2,79 | 2,93                     | 100    | 3,67 | 3,67 | 95    | 2,57                           | 2,44 | 110       | 3,41 | 3,75 | 95   | 0,97 | 0,92 |
| 13  | 100          | 10,75 | 10,75 | 95            | 6,57 | 6,24 | 110       | 2,30 | 2,53                     | 100    | 4,11 | 4,11 | 100   | 2,73                           | 2,73 | 100       | 3,36 | 3,36 | 110  | 1,08 | 1,19 |

|    |     |       |       |     |      |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |
|----|-----|-------|-------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|
| 14 | 100 | 10,95 | 10,95 | 100 | 5,91 | 5,91 | 100 | 2,66 | 2,66 | 90  | 3,93 | 3,54 | 100 | 2,41 | 2,41 | 100 | 3,61 | 3,61 | 100 | 0,86 | 0,86 |
| 15 | 100 | 11,27 | 11,27 | 100 | 8,13 | 8,13 | 110 | 2,87 | 3,16 | 100 | 3,49 | 3,49 | 105 | 2,27 | 2,38 | 90  | 3,78 | 3,4  | 100 | 1,33 | 1,33 |
| 16 | 95  | 10,63 | 10,1  | 95  | 7,92 | 7,52 | 105 | 3,51 | 3,69 | 100 | 3,19 | 3,19 | 110 | 2,49 | 2,74 | 95  | 4,01 | 3,81 | 95  | 1,12 | 1,06 |
| 17 | 95  | 11,42 | 10,85 | 100 | 7,31 | 7,31 | 95  | 2,97 | 2,82 | 110 | 3,16 | 3,48 | 100 | 2,46 | 2,46 | 100 | 3,63 | 3,63 | 100 | 0,82 | 0,82 |
| 18 | 100 | 11,19 | 11,19 | 110 | 5,83 | 6,41 | 90  | 2,73 | 2,46 | 100 | 3,86 | 3,86 | 100 | 2,25 | 2,25 | 100 | 3,74 | 3,74 | 90  | 0,71 | 0,64 |
| 19 | 110 | 10,25 | 11,28 | 100 | 5,73 | 5,73 | 90  | 3,77 | 3,39 | 100 | 3,99 | 3,99 | 100 | 2,52 | 2,52 | 100 | 3,13 | 3,13 | 100 | 1,12 | 1,12 |
| 20 | 100 | 10,36 | 10,36 | 110 | 5,15 | 5,67 | 100 | 2,89 | 2,89 | 120 | 2,23 | 2,67 | 100 | 2,20 | 2,2  | 100 | 3,34 | 3,34 | 100 | 0,88 | 0,88 |
| 21 | 100 | 10,98 | 10,98 | 110 | 7,23 | 7,95 | 100 | 2,65 | 2,65 | 100 | 2,63 | 2,63 | 100 | 2,34 | 2,34 | 100 | 3,29 | 3,29 | 100 | 1,12 | 1,12 |
| 22 | 100 | 10,38 | 10,38 | 100 | 6,34 | 6,34 | 90  | 2,60 | 2,34 | 100 | 3,55 | 3,55 | 100 | 2,67 | 2,67 | 100 | 3,47 | 3,47 | 100 | 0,95 | 0,95 |
| 23 | 105 | 10,23 | 10,74 | 105 | 6,18 | 6,49 | 95  | 3,59 | 3,41 | 105 | 3,96 | 4,16 | 105 | 2,39 | 2,51 | 105 | 3,44 | 3,61 | 95  | 0,65 | 0,62 |
| 24 | 100 | 10,27 | 10,27 | 95  | 8,25 | 7,84 | 100 | 2,73 | 2,73 | 100 | 3,47 | 3,47 | 100 | 2,14 | 2,14 | 100 | 3,88 | 3,88 | 100 | 0,68 | 0,68 |
| 25 | 95  | 11,92 | 11,32 | 100 | 6,32 | 6,32 | 105 | 2,55 | 2,68 | 100 | 2,80 | 2,8  | 100 | 2,64 | 2,64 | 100 | 3,12 | 3,12 | 100 | 0,54 | 0,54 |
| 26 | 100 | 12,05 | 12,05 | 100 | 6,19 | 6,19 | 120 | 2,62 | 3,14 | 100 | 2,76 | 2,76 | 95  | 2,43 | 2,31 | 90  | 3,32 | 2,99 | 100 | 1,02 | 1,02 |
| 27 | 110 | 10,12 | 11,13 | 100 | 5,78 | 5,78 | 100 | 2,47 | 2,47 | 100 | 3,12 | 3,12 | 90  | 2,93 | 2,64 | 100 | 3,54 | 3,54 | 100 | 0,87 | 0,87 |
| 28 | 100 | 10,47 | 10,47 | 100 | 8,02 | 8,02 | 100 | 2,83 | 2,83 | 100 | 2,90 | 2,9  | 100 | 2,97 | 2,97 | 100 | 3,74 | 3,74 | 100 | 0,93 | 0,93 |
| 29 | 105 | 9,62  | 10,1  | 100 | 7,54 | 7,54 | 100 | 3,52 | 3,52 | 100 | 3,09 | 3,09 | 100 | 2,54 | 2,54 | 100 | 3,87 | 3,87 | 90  | 1,12 | 1,01 |
| 30 | 100 | 11,37 | 11,37 | 100 | 5,98 | 5,98 | 110 | 3,35 | 3,69 | 105 | 3,13 | 3,29 | 100 | 2,11 | 2,11 | 100 | 3,65 | 3,65 | 95  | 0,92 | 0,87 |
| 31 | 100 | 11,64 | 11,64 | 95  | 5,96 | 5,66 | 115 | 2,21 | 2,54 | 95  | 3,27 | 3,11 | 100 | 2,22 | 2,22 | 120 | 2,87 | 3,44 | 90  | 0,68 | 0,61 |
| 32 | 100 | 10,85 | 10,85 | 100 | 5,96 | 5,96 | 100 | 2,97 | 2,97 | 90  | 3,21 | 2,89 | 90  | 3,04 | 2,74 | 100 | 3,17 | 3,17 | 95  | 0,61 | 0,58 |
| 33 | 100 | 10,21 | 10,21 | 100 | 6,48 | 6,48 | 100 | 2,48 | 2,48 | 100 | 3,66 | 3,66 | 100 | 2,21 | 2,21 | 100 | 3,29 | 3,29 | 100 | 1,11 | 1,11 |

|  |              |             |       |     |      |      |             |      |      |             |      |      |             |      |      |             |      |      |             |      |      |
|--|--------------|-------------|-------|-----|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| <b>34</b>  | 105          | 9,50        | 9,97  | 110 | 5,52 | 6,07 | 100         | 3,25 | 3,25 | 100         | 3,57 | 3,57 | 90          | 2,32 | 2,09 | 95          | 3,94 | 3,74 | 100         | 1,00 | 1    |
| <b>35</b>  | 90           | 13,28       | 11,95 | 100 | 6,18 | 6,18 | 90          | 3,49 | 3,14 | 100         | 3,27 | 3,27 | 100         | 2,62 | 2,62 | 100         | 3,01 | 3,01 | 105         | 0,65 | 0,68 |
| <b>36</b>  | 100          | 10,36       | 10,36 | 100 | 7,23 | 7,23 | 100         | 2,67 | 2,67 | 100         | 3,56 | 3,56 | 110         | 2,42 | 2,66 | 100         | 3,33 | 3,33 | 110         | 0,76 | 0,84 |
| <b>37</b>  | 100          | 10,48       | 10,48 | 90  | 6,76 | 6,08 | 100         | 3,15 | 3,15 | 100         | 3,41 | 3,41 | 105         | 2,27 | 2,38 | 100         | 3,54 | 3,54 | 100         | 0,70 | 0,7  |
| <b>Promedios</b>   | <b>10,81</b> | <b>6,53</b> |       |     |      |      | <b>2,93</b> |      |      | <b>3,39</b> |      |      | <b>2,45</b> |      |      | <b>3,44</b> |      |      | <b>0,84</b> |      |      |
| <b>% suplemento</b>  | <b>41</b>    | <b>41</b>   |       |     |      |      | <b>41</b>   |      |      | <b>41</b>   |      |      | <b>41</b>   |      |      | <b>41</b>   |      |      | <b>41</b>   |      |      |
| <b>T. asignado</b>   | <b>15.24</b> | <b>9.21</b> |       |     |      |      | <b>4.13</b> |      |      | <b>4.78</b> |      |      | <b>3.45</b> |      |      | <b>4.85</b> |      |      | <b>1.18</b> |      |      |
| <b>T. preparación</b>  | -            | -           |       |     |      |      | -           |      |      | -           |      |      | -           |      |      | -           |      |      | -           |      |      |
| <b>Tiempo tipo</b>   | <b>15.24</b> | <b>9.21</b> |       |     |      |      | <b>4.13</b> |      |      | <b>4.78</b> |      |      | <b>3.45</b> |      |      | <b>4.85</b> |      |      | <b>1.18</b> |      |      |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 42.84 min/lavadero</b> |              |             |       |     |      |      |             |      |      |             |      |      |             |      |      |             |      |      |             |      |      |

| FORMATO DE OBSERVACIONES                  |              |      |      |               |      |      |           |      |      |                          |      |      |       |                                |      |           |      |      |      |      |      |
|---|--------------|------|------|---------------|------|------|-----------|------|------|--------------------------|------|------|-------|--------------------------------|------|-----------|------|------|------|------|------|
| MUESTRA                                   |              |      |      |               |      |      |           |      |      |                          |      |      |       |                                |      |           |      |      |      |      |      |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito      |              |      |      |               |      |      |           |      |      | <b>Operación:</b> Fundir |      |      |       | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |      |           |      |      |      |      |      |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez Ariza |              |      |      |               |      |      |           |      |      |                          |      |      |       | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |      |           |      |      |      |      |      |
| <b>Referencia:</b> 90*60                  |              |      |      |               |      |      |           |      |      |                          |      |      |       | <b>Tiempo:</b> minutos         |      |           |      |      |      |      |      |
| Obs                                       | Armado Molde |      |      | Llenado molde |      |      | fregadero |      |      | tanque                   |      |      | macho |                                |      | laterales |      |      | base |      |      |
|   | Val          | TO   | TN   | Val           | TO   | TN   | Val       | TO   | TN   | Val                      | TO   | TN   | Val   | TO                             | TN   | Val       | TO   | TN   | Val  | TO   | TN   |
| <b>1</b>                                  | 100          | 9,93 | 9,93 | 100           | 5,93 | 5,93 | 95        | 2,62 | 2,49 | 100                      | 2,89 | 2,89 | 105   | 2,29                           | 2,4  | 95        | 3,21 | 3,05 | 100  | 0,50 | 0,5  |
| <b>2</b>                                  | 100          | 9,70 | 9,7  | 100           | 6,9  | 6,9  | 90        | 3,66 | 3,29 | 100                      | 2,75 | 2,75 | 100   | 2,31                           | 2,31 | 100       | 3,09 | 3,09 | 105  | 0,52 | 0,55 |
| <b>3</b>                                  | 100          | 9,88 | 9,88 | 95            | 6,15 | 5,84 | 100       | 2,91 | 2,91 | 95                       | 2,93 | 2,78 | 100   | 2,26                           | 2,26 | 100       | 3,10 | 3,1  | 100  | 0,53 | 0,53 |
| <b>4</b>                                  | 100          | 9,88 | 9,88 | 100           | 5,72 | 5,72 | 110       | 2,30 | 2,53 | 90                       | 3,26 | 2,93 | 95    | 2,34                           | 2,22 | 90        | 3,37 | 3,03 | 95   | 0,72 | 0,68 |
| <b>5</b>                                  | 95           | 9,73 | 9,24 | 95            | 5,98 | 5,68 | 105       | 2,62 | 2,75 | 100                      | 2,85 | 2,85 | 100   | 2,45                           | 2,45 | 100       | 3,00 | 3    | 100  | 0,51 | 0,51 |

|  |     |              |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |
|--|-----|--------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|
| <b>6</b>   | 100 | 9,82         | 9,82 | 95  | 5,87        | 5,58 | 100 | 2,39        | 2,39 | 100 | 2,77        | 2,77 | 100 | 2,32        | 2,32 | 100 | 2,98        | 2,98 | 90  | 0,54        | 0,49 |
| <b>7</b>   | 110 | 8,44         | 9,28 | 100 | 6,42        | 6,42 | 100 | 2,58        | 2,58 | 100 | 3,21        | 3,21 | 90  | 2,51        | 2,26 | 100 | 3,12        | 3,12 | 100 | 0,57        | 0,57 |
| <b>8</b>   | 100 | 9,34         | 9,34 | 100 | 6,85        | 6,85 | 100 | 3,52        | 3,52 | 95  | 2,97        | 2,82 | 100 | 2,28        | 2,28 | 95  | 3,26        | 3,1  | 100 | 0,63        | 0,63 |
| <b>9</b>   | 100 | 9,35         | 9,35 | 100 | 6,36        | 6,36 | 100 | 3,45        | 3,45 | 100 | 3,05        | 3,05 | 100 | 2,48        | 2,48 | 90  | 3,37        | 3,03 | 100 | 0,52        | 0,52 |
| <b>10</b>  | 100 | 9,85         | 9,85 | 110 | 5,21        | 5,73 | 100 | 2,67        | 2,67 | 100 | 3,7         | 3,7  | 100 | 2,52        | 2,52 | 100 | 3,21        | 3,21 | 100 | 0,64        | 0,64 |
| <b>11</b>  | 100 | 9,6          | 9,64 | 100 | 6,25        | 6,25 | 100 | 2,39        | 2,39 | 90  | 2,82        | 2,54 | 95  | 2,37        | 2,26 | 100 | 3,19        | 3,19 | 100 | 0,59        | 0,59 |
| <b>12</b>  | 90  | 11           | 9,78 | 100 | 5,81        | 5,81 | 100 | 2,85        | 2,85 | 100 | 3,18        | 3,18 | 90  | 2,64        | 2,38 | 95  | 3,27        | 3,11 | 105 | 0,52        | 0,55 |
| <b>13</b>  | 100 | 9,1          | 9,13 | 100 | 5,39        | 5,39 | 100 | 2,94        | 2,94 | 105 | 2,82        | 2,97 | 100 | 2,47        | 2,47 | 100 | 3,09        | 3,09 | 100 | 0,48        | 0,48 |
| <b>14</b>  | 95  | 10           | 9,66 | 90  | 7,04        | 6,34 | 100 | 3,16        | 3,16 | 105 | 2,27        | 2,39 | 100 | 2,71        | 2,71 | 100 | 3,14        | 3,14 | 110 | 0,38        | 0,42 |
| <b>15</b>  | 100 | 9,9          | 9,91 | 100 | 6,39        | 6,39 | 95  | 3,27        | 3,11 | 100 | 3,21        | 3,21 | 105 | 2,27        | 2,39 | 110 | 2,95        | 3,24 | 100 | 0,69        | 0,69 |
| <b>16</b>  | 100 | 9,6          | 9,56 | 100 | 6,4         | 6,4  | 100 | 2,67        | 2,67 | 100 | 3,47        | 3,47 | 110 | 2,20        | 2,43 | 100 | 2,98        | 2,98 | 105 | 0,57        | 0,6  |
| <b>17</b>  | 120 | 7,9          | 9,53 | 100 | 5,61        | 5,61 | 90  | 3,93        | 3,54 | 100 | 2,66        | 2,66 | 100 | 2,64        | 2,64 | 110 | 2,59        | 2,85 | 110 | 0,47        | 0,52 |
| <b>18</b>  | 100 | 9            | 9    | 100 | 6,8         | 6,8  | 110 | 2,26        | 2,49 | 110 | 3,24        | 3,57 | 100 | 2,55        | 2,55 | 100 | 3,04        | 3,04 | 115 | 0,41        | 0,47 |
| <b>19</b>  | 100 | 9,8          | 9,76 | 90  | 6,58        | 5,92 | 105 | 3,79        | 3,98 | 100 | 3,62        | 3,62 | 105 | 2,46        | 2,59 | 105 | 3,02        | 3,17 | 100 | 0,64        | 0,64 |
| <b>20</b>  | 100 | 9,84         | 9,84 | 100 | 5,68        | 5,68 | 100 | 2,97        | 2,97 | 100 | 3,12        | 3,12 | 100 | 2,62        | 2,62 | 105 | 2,63        | 2,76 | 100 | 0,44        | 0,44 |
| <b>Promedios</b>   |     | <b>9,60</b>  |      |     | <b>6,08</b> |      |     | <b>2,93</b> |      |     | <b>3,02</b> |      |     | <b>2,43</b> |      |     | <b>3,06</b> |      |     | <b>0,55</b> |      |
| <b>% suplemento</b>  |     | <b>41</b>    |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |
| <b>T. asignado</b>   |     | <b>13.54</b> |      |     | <b>8.57</b> |      |     | <b>4.13</b> |      |     | <b>4.26</b> |      |     | <b>3.43</b> |      |     | <b>4.31</b> |      |     | <b>0.78</b> |      |
| <b>T. preparación</b>  |     | -            |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |
| <b>Tiempo tipo</b>   |     | <b>13.54</b> |      |     | <b>8.57</b> |      |     | <b>4.13</b> |      |     | <b>4.26</b> |      |     | <b>3.43</b> |      |     | <b>4.31</b> |      |     | <b>0.78</b> |      |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 39.02 min/lavadero</b> |     |              |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |



## FORMATO DE OBSERVACIONES

### MUESTRA

| <b>Producto:</b> Lavadero en granito      |              |       |       | <b>Operación:</b> Fundir |      |      |           | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |      |        |      |      |       |      |      |           |      |      |      |      |      |
|---|--------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-----------|--------------------------------|------|--------|------|------|-------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez Ariza |              |       |       |                          |      |      |           | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |      |        |      |      |       |      |      |           |      |      |      |      |      |
| <b>Referencia:</b> 80*60                  |              |       |       |                          |      |      |           | <b>Tiempo:</b> minutos         |      |        |      |      |       |      |      |           |      |      |      |      |      |
| Obs                                       | Armado Molde |       |       | Llenado molde            |      |      | fregadero |                                |      | tanque |      |      | macho |      |      | laterales |      |      | base |      |      |
|   | Val          | TO    | TN    | Val                      | TO   | TN   | Val       | TO                             | TN   | Val    | TO   | TN   | Val   | TO   | TN   | Val       | TO   | TN   | Val  | TO   | TN   |
| 1   | 100          | 8,96  | 8,96  | 100                      | 4,58 | 4,58 | 95        | 2,96                           | 2,81 | 100    | 2,48 | 2,48 | 95    | 2,56 | 2,43 | 100       | 3,03 | 3,03 | 100  | 0,60 | 0,6  |
| 2   | 95           | 10,80 | 10,26 | 100                      | 4,36 | 4,36 | 100       | 3,00                           | 3    | 105    | 2,48 | 2,6  | 100   | 2,22 | 2,22 | 100       | 3,03 | 3,03 | 105  | 0,60 | 0,63 |
| 3   | 100          | 10,02 | 10,02 | 95                       | 4,81 | 4,57 | 105       | 2,34                           | 2,46 | 95     | 2,78 | 2,64 | 100   | 2,36 | 2,36 | 90        | 3,38 | 3,04 | 100  | 0,64 | 0,64 |
| 4   | 105          | 9,38  | 9,85  | 100                      | 4,7  | 4,7  | 100       | 2,27                           | 2,27 | 100    | 2,90 | 2,9  | 100   | 2,44 | 2,44 | 95        | 3,19 | 3,03 | 95   | 0,62 | 0,59 |
| 5   | 110          | 8,91  | 9,8   | 110                      | 3,75 | 4,13 | 95        | 2,84                           | 2,7  | 100    | 2,81 | 2,81 | 100   | 2,25 | 2,25 | 100       | 3,00 | 3    | 90   | 0,61 | 0,55 |
| 6   | 100          | 10,00 | 10    | 100                      | 4,29 | 4,29 | 90        | 2,99                           | 2,69 | 100    | 2,95 | 2,95 | 100   | 2,44 | 2,44 | 100       | 2,98 | 2,98 | 100  | 0,53 | 0,53 |
| 7   | 100          | 10,60 | 10,6  | 105                      | 3,46 | 3,63 | 100       | 2,48                           | 2,48 | 95     | 2,51 | 2,38 | 100   | 2,34 | 2,34 | 90        | 3,28 | 2,95 | 100  | 0,54 | 0,54 |
| 8   | 95           | 10,53 | 10    | 100                      | 4,85 | 4,85 | 100       | 2,27                           | 2,27 | 110    | 2,34 | 2,57 | 90    | 2,46 | 2,21 | 100       | 3,09 | 3,09 | 105  | 0,64 | 0,67 |
| 9   | 105          | 9,43  | 9,9   | 105                      | 5,06 | 5,31 | 100       | 2,41                           | 2,41 | 100    | 2,48 | 2,48 | 100   | 2,20 | 2,2  | 100       | 3,00 | 3    | 110  | 0,55 | 0,61 |
| 10  | 110          | 9,23  | 10,15 | 100                      | 5,37 | 5,37 | 105       | 3,14                           | 3,3  | 95     | 2,95 | 2,8  | 100   | 2,41 | 2,41 | 95        | 3,17 | 3,01 | 110  | 0,54 | 0,59 |
| 11  | 105          | 9,74  | 10,23 | 95                       | 4,87 | 4,63 | 110       | 2,39                           | 2,63 | 100    | 3,04 | 3,04 | 105   | 2,20 | 2,31 | 90        | 3,50 | 3,15 | 100  | 1,25 | 1,25 |
| 12  | 100          | 10,31 | 10,31 | 100                      | 5,26 | 5,26 | 100       | 3,08                           | 3,08 | 100    | 2,89 | 2,89 | 100   | 2,29 | 2,29 | 100       | 3,06 | 3,06 | 100  | 0,67 | 0,67 |
| 13  | 100          | 10,12 | 10,12 | 100                      | 4,69 | 4,69 | 120       | 2,38                           | 2,85 | 100    | 3,07 | 3,07 | 100   | 2,45 | 2,45 | 100       | 3,12 | 3,12 | 120  | 0,54 | 0,65 |

|  |     |              |       |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |
|--|-----|--------------|-------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|-----|-------------|------|
| <b>14</b>  | 105 | 9,68         | 10,16 | 95  | 4,59        | 4,36 | 100 | 2,67        | 2,67 | 100 | 2,95        | 2,95 | 100 | 2,52        | 2,52 | 105 | 2,9         | 3,05 | 100 | 0,57        | 0,57 |
| <b>15</b>  | 110 | 9,22         | 10,14 | 100 | 4,78        | 4,78 | 105 | 2,79        | 2,93 | 120 | 2,35        | 2,83 | 100 | 2,31        | 2,31 | 105 | 2,94        | 3,09 | 105 | 0,58        | 0,61 |
| <b>16</b>  | 100 | 9,68         | 9,68  | 110 | 4,59        | 5,05 | 100 | 2,37        | 2,37 | 100 | 2,51        | 2,51 | 100 | 2,47        | 2,47 | 105 | 2,74        | 2,88 | 95  | 0,76        | 0,72 |
| <b>17</b>  | 100 | 10,1         | 10,09 | 120 | 3,31        | 3,97 | 95  | 2,68        | 2,55 | 105 | 2,97        | 3,12 | 105 | 2,21        | 2,33 | 100 | 2,75        | 2,75 | 90  | 0,73        | 0,66 |
| <b>18</b>  | 100 | 10,4         | 10,36 | 100 | 3,78        | 3,78 | 100 | 2,71        | 2,71 | 100 | 2,35        | 2,35 | 100 | 2,34        | 2,34 | 100 | 3,14        | 3,14 | 100 | 0,54        | 0,54 |
| <b>19</b>  | 100 | 9,8          | 9,8   | 100 | 5,27        | 5,27 | 100 | 2,49        | 2,49 | 95  | 2,62        | 2,49 | 100 | 2,4         | 2,4  | 100 | 3,16        | 3,16 | 100 | 0,78        | 0,78 |
| <b>20</b>  | 95  | 10,01        | 9,51  | 100 | 5,19        | 5,19 | 100 | 2,68        | 2,68 | 100 | 2,11        | 2,11 | 100 | 2,19        | 2,19 | 95  | 3,26        | 3,1  | 115 | 0,7         | 0,81 |
| <b>21</b>  | 90  | 11,49        | 10,34 | 120 | 3,98        | 4,77 | 100 | 2,92        | 2,92 | 100 | 2,95        | 2,95 | 100 | 2,04        | 2,04 | 100 | 2,99        | 2,99 | 100 | 0,59        | 0,59 |
| <b>Promedios</b>   |     | <b>10,01</b> |       |     | <b>4,64</b> |      |     | <b>2,68</b> |      |     | <b>2,71</b> |      |     | <b>2,33</b> |      |     | <b>3,03</b> |      |     | <b>0,66</b> |      |
| <b>% suplemento</b>  |     | <b>41</b>    |       |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |     | <b>41</b>   |      |
| <b>T. asignado</b>   |     | <b>14.11</b> |       |     | <b>6.54</b> |      |     | <b>3.78</b> |      |     | <b>3.82</b> |      |     | <b>3.29</b> |      |     | <b>4.27</b> |      |     | <b>0.93</b> |      |
| <b>T. preparación</b>  |     | -            |       |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |     | -           |      |
| <b>Tiempo tipo</b>   |     | <b>14.11</b> |       |     | <b>6.54</b> |      |     | <b>3.78</b> |      |     | <b>3.82</b> |      |     | <b>3.29</b> |      |     | <b>4.27</b> |      |     | <b>0.93</b> |      |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 36.74 min/lavadero</b> |     |              |       |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |     |             |      |



## FORMATO DE OBSERVACIONES

### MUESTRA


| <b>Producto:</b> Lavadero en granito      |              |      |      |               |      |      |           |      | <b>Operación:</b> Fundir |        |      |      |       |      | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |           |      |      |      |      |      |
|---|--------------|------|------|---------------|------|------|-----------|------|--------------------------|--------|------|------|-------|------|--------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez Ariza |              |      |      |               |      |      |           |      |                          |        |      |      |       |      | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |           |      |      |      |      |      |
| <b>Referencia:</b> 70*60                  |              |      |      |               |      |      |           |      |                          |        |      |      |       |      | <b>Tiempo:</b> minutos         |           |      |      |      |      |      |
| Obs                                       | Armado Molde |      |      | Llenado molde |      |      | fregadero |      |                          | tanque |      |      | macho |      |                                | laterales |      |      | base |      |      |
|   | Val          | TO   | TN   | Val           | TO   | TN   | Val       | TO   | TN                       | Val    | TO   | TN   | Val   | TO   | TN                             | Val       | TO   | TN   | Val  | TO   | TN   |
| 1   | 100          | 9,02 | 9,02 | 100           | 4,69 | 4,69 | 95        | 2,29 | 2,18                     | 100    | 2,35 | 2,35 | 105   | 2,03 | 2,13                           | 100       | 3,00 | 3    | 110  | 0,50 | 0,55 |
| 2   | 100          | 9,26 | 9,26 | 100           | 4,56 | 4,56 | 95        | 2,41 | 2,29                     | 95     | 2,59 | 2,46 | 100   | 2,11 | 2,11                           | 105       | 2,86 | 3    | 105  | 0,50 | 0,53 |
| 3   | 100          | 9,06 | 9,06 | 95            | 4,88 | 4,64 | 90        | 2,46 | 2,21                     | 100    | 2,27 | 2,27 | 100   | 2,20 | 2,2                            | 100       | 3,01 | 3,01 | 90   | 0,58 | 0,52 |
| 4   | 100          | 9,1  | 9,10 | 100           | 4,58 | 4,58 | 100       | 2,38 | 2,38                     | 100    | 2,38 | 2,38 | 100   | 2,21 | 2,21                           | 90        | 3,42 | 3,08 | 100  | 0,52 | 0,52 |
| 5   | 100          | 9,26 | 9,26 | 100           | 4,44 | 4,44 | 100       | 2,27 | 2,27                     | 100    | 2,41 | 2,41 | 110   | 2,05 | 2,26                           | 90        | 3,42 | 3,08 | 100  | 0,49 | 0,49 |
| 6   | 95           | 9,87 | 9,38 | 90            | 5,06 | 4,55 | 110       | 2,05 | 2,25                     | 95     | 2,22 | 2,11 | 100   | 2,28 | 2,28                           | 100       | 3,07 | 3,07 | 105  | 0,46 | 0,48 |
| 7   | 95           | 9,93 | 9,43 | 110           | 4,02 | 4,42 | 105       | 2,36 | 2,48                     | 100    | 2,48 | 2,48 | 95    | 2,43 | 2,31                           | 100       | 2,96 | 2,96 | 100  | 0,49 | 0,49 |
| 8   | 100          | 8,57 | 8,57 | 120           | 4,03 | 4,83 | 100       | 1,60 | 1,6                      | 105    | 2,16 | 2,27 | 90    | 2,63 | 2,37                           | 100       | 2,97 | 2,97 | 100  | 0,53 | 0,53 |
| 9   | 100          | 8,45 | 8,45 | 100           | 4,38 | 4,38 | 100       | 1,72 | 1,72                     | 110    | 2,05 | 2,25 | 100   | 2,15 | 2,15                           | 105       | 2,76 | 2,9  | 90   | 0,62 | 0,56 |
| 10  | 110          | 8,48 | 9,33 | 100           | 4,71 | 4,71 | 100       | 2,45 | 2,45                     | 100    | 2,46 | 2,46 | 100   | 2,18 | 2,18                           | 100       | 3,00 | 3    | 100  | 0,49 | 0,49 |
| 11  | 100          | 9,36 | 9,36 | 100           | 4,68 | 4,68 | 105       | 1,89 | 1,98                     | 110    | 2,15 | 2,36 | 100   | 2,36 | 2,36                           | 105       | 3,05 | 3,20 | 105  | 0,45 | 0,48 |
| 12  | 100          | 8,64 | 8,64 | 100           | 4,97 | 4,97 | 110       | 2,05 | 2,25                     | 100    | 2,17 | 2,17 | 110   | 2,04 | 2,25                           | 100       | 3,15 | 3,15 | 105  | 0,56 | 0,59 |
| 13  | 115          | 7,77 | 8,94 | 105           | 4,43 | 4,65 | 100       | 2,39 | 2,39                     | 105    | 2,51 | 2,64 | 100   | 2,41 | 2,41                           | 100       | 2,89 | 2,89 | 100  | 0,54 | 0,54 |

|  |     |              |             |     |      |             |     |      |             |     |      |             |     |      |             |     |      |             |     |      |      |
|--|-----|--------------|-------------|-----|------|-------------|-----|------|-------------|-----|------|-------------|-----|------|-------------|-----|------|-------------|-----|------|------|
| 14   | 120 | 7,84         | 9,41        | 95  | 4,62 | 4,39        | 100 | 2,15 | 2,15        | 100 | 2,25 | 2,25        | 100 | 2,13 | 2,13        | 105 | 2,94 | 3,09        | 100 | 0,58 | 0,58 |
| 15   | 100 | 9,68         | 9,68        | 90  | 5,31 | 4,78        | 95  | 2,46 | 2,34        | 95  | 2,6  | 2,47        | 100 | 2,26 | 2,26        | 100 | 3,21 | 3,21        | 100 | 0,54 | 0,54 |
| 16   | 100 | 9,52         | 9,52        | 100 | 4,16 | 4,16        | 100 | 1,85 | 1,85        | 100 | 2,31 | 2,31        | 100 | 2,24 | 2,24        | 100 | 2,85 | 2,85        | 100 | 0,49 | 0,49 |
| 17   | 95  | 9,41         | 8,94        | 90  | 5,14 | 4,63        | 90  | 2,09 | 1,88        | 100 | 2,1  | 2,1         | 105 | 1,91 | 2,01        | 100 | 3,1  | 3,1         | 95  | 0,42 | 0,4  |
| 18   | 100 | 8,36         | 8,36        | 100 | 4,72 | 4,72        | 100 | 2,49 | 2,49        | 100 | 2,29 | 2,29        | 100 | 2,47 | 2,47        | 95  | 2,78 | 2,64        | 90  | 0,71 | 0,64 |
| 19   | 100 | 9,12         | 9,12        | 100 | 4,25 | 4,25        | 100 | 2,18 | 2,18        | 95  | 2,24 | 2,13        | 100 | 2,22 | 2,22        | 100 | 3,1  | 3,10        | 100 | 0,68 | 0,68 |
| 20   | 100 | 9,10         | 9,10        | 95  | 4,82 | 4,58        | 100 | 2,15 | 2,15        | 100 | 2,47 | 2,47        | 95  | 2,27 | 2,16        | 90  | 3,33 | 3,00        | 120 | 0,37 | 0,45 |
| 21   | 100 | 9,07         | 9,07        | 100 | 4,68 | 4,68        | 100 | 2,29 | 2,29        | 105 | 2,42 | 2,55        | 100 | 2,11 | 2,11        | 90  | 3,29 | 2,96        | 100 | 0,66 | 0,66 |
| 22   | 100 | 9,01         | 9,01        | 100 | 4,57 | 4,57        | 115 | 1,85 | 2,11        | 100 | 2,34 | 2,34        | 100 | 2,09 | 2,09        | 95  | 3,22 | 3,06        | 100 | 0,48 | 0,48 |
| <b>Promedios</b>   |     | <b>9,09</b>  | <b>4,58</b> |     |      | <b>2,18</b> |     |      | <b>2,34</b> |     |      | <b>2,22</b> |     |      | <b>3,01</b> |     |      | <b>0,53</b> |     |      |      |
| <b>% suplemento</b>  |     | <b>41</b>    | <b>41</b>   |     |      | <b>41</b>   |     |      | <b>41</b>   |     |      | <b>41</b>   |     |      | <b>41</b>   |     |      | <b>41</b>   |     |      |      |
| <b>T. asignado</b>   |     | <b>12.82</b> | <b>6.46</b> |     |      | <b>3.07</b> |     |      | <b>3.30</b> |     |      | <b>3.13</b> |     |      | <b>4.24</b> |     |      | <b>0.75</b> |     |      |      |
| <b>T. preparación</b>  |     | -            | -           |     |      | -           |     |      | -           |     |      | -           |     |      | -           |     |      | -           |     |      |      |
| <b>Tiempo tipo</b>   |     | <b>12.82</b> | <b>6.46</b> |     |      | <b>3.07</b> |     |      | <b>3.30</b> |     |      | <b>3.13</b> |     |      | <b>4.24</b> |     |      | <b>0.75</b> |     |      |      |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 33.77 min/lavadero</b> |     |              |             |     |      |             |     |      |             |     |      |             |     |      |             |     |      |             |     |      |      |

| FORMATO DE OBSERVACIONES                  |              |    |    |               |    |    |           |    |    |                          |    |    |       |    |                                |           |    |    |      |    |    |
|---|--------------|----|----|---------------|----|----|-----------|----|----|--------------------------|----|----|-------|----|--------------------------------|-----------|----|----|------|----|----|
| MUESTRA                                   |              |    |    |               |    |    |           |    |    |                          |    |    |       |    |                                |           |    |    |      |    |    |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito      |              |    |    |               |    |    |           |    |    | <b>Operación:</b> Fundir |    |    |       |    | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |           |    |    |      |    |    |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez Ariza |              |    |    |               |    |    |           |    |    |                          |    |    |       |    | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |           |    |    |      |    |    |
| <b>Referencia:</b> 60*60                  |              |    |    |               |    |    |           |    |    |                          |    |    |       |    | <b>Tiempo:</b> minutos         |           |    |    |      |    |    |
| Obs                                       | Armado Molde |    |    | Llenado molde |    |    | fregadero |    |    | tanque                   |    |    | macho |    |                                | laterales |    |    | base |    |    |
|   | Val          | TO | TN | Val           | TO | TN | Val       | TO | TN | Val                      | TO | TN | Val   | TO | TN                             | Val       | TO | TN | Val  | TO | TN |

|  |     |              |      |     |             |      |     |      |             |     |      |      |             |      |      |     |             |      |     |      |             |  |             |  |
|--|-----|--------------|------|-----|-------------|------|-----|------|-------------|-----|------|------|-------------|------|------|-----|-------------|------|-----|------|-------------|--|-------------|--|
| 1  | 100 | 7,67         | 7,67 | 95  | 4,45        | 4,23 | 110 | 1,75 | 1,92        | 110 | 1,91 | 2,1  | 90          | 2,26 | 2,03 | 100 | 3,05        | 3,05 | 100 | 0,43 | 0,43        |  |             |  |
| 2  | 105 | 7,48         | 7,85 | 100 | 4,55        | 4,55 | 105 | 1,66 | 1,74        | 95  | 2,19 | 2,08 | 100         | 2,04 | 2,04 | 105 | 2,91        | 3,06 | 105 | 0,47 | 0,49        |  |             |  |
| 3  | 110 | 7,00         | 7,7  | 100 | 4,20        | 4,2  | 100 | 3,12 | 3,12        | 100 | 2,28 | 2,28 | 100         | 2,06 | 2,06 | 110 | 2,82        | 3,1  | 100 | 0,47 | 0,47        |  |             |  |
| 4  | 100 | 7,87         | 7,87 | 95  | 4,43        | 4,21 | 100 | 2,24 | 2,24        | 90  | 2,36 | 2,12 | 110         | 1,94 | 2,13 | 100 | 2,11        | 2,11 | 100 | 0,49 | 0,49        |  |             |  |
| 5  | 100 | 7,88         | 7,88 | 90  | 4,72        | 4,25 | 100 | 2,26 | 2,26        | 100 | 2,18 | 2,18 | 105         | 2,01 | 2,11 | 100 | 2,05        | 2,05 | 90  | 0,49 | 0,44        |  |             |  |
| 6  | 105 | 7,30         | 7,66 | 100 | 4,35        | 4,35 | 100 | 2,29 | 2,29        | 100 | 2,25 | 2,25 | 100         | 2,20 | 2,2  | 90  | 3,41        | 3,07 | 90  | 0,59 | 0,53        |  |             |  |
| 7  | 95  | 8,35         | 7,93 | 105 | 4,10        | 4,31 | 100 | 2,30 | 2,3         | 105 | 2,21 | 2,32 | 95          | 2,24 | 2,13 | 100 | 3,21        | 3,21 | 100 | 0,58 | 0,58        |  |             |  |
| 8  | 100 | 7,96         | 7,96 | 105 | 4,36        | 4,58 | 100 | 1,94 | 1,94        | 105 | 2,02 | 2,12 | 100         | 2,25 | 2,25 | 100 | 3,12        | 3,12 | 100 | 0,42 | 0,42        |  |             |  |
| 9  | 100 | 7,65         | 7,65 | 100 | 4,62        | 4,62 | 105 | 2,72 | 2,86        | 100 | 2,09 | 2,09 | 90          | 2,29 | 2,06 | 100 | 3,31        | 3,31 | 95  | 0,39 | 0,37        |  |             |  |
| 10   | 100 | 7,39         | 7,39 | 100 | 4,26        | 4,26 | 95  | 2,76 | 2,62        | 100 | 2,15 | 2,15 | 100         | 2,08 | 2,08 | 105 | 2,86        | 3    | 100 | 0,63 | 0,63        |  |             |  |
| 11   | 95  | 8,04         | 7,64 | 90  | 4,59        | 4,13 | 85  | 2,71 | 2,3         | 100 | 2,54 | 2,54 | 100         | 2,34 | 2,34 | 95  | 3,00        | 2,85 | 100 | 0,64 | 0,64        |  |             |  |
| 12   | 90  | 8,80         | 7,92 | 95  | 4,47        | 4,25 | 100 | 2,25 | 2,25        | 100 | 2,10 | 2,1  | 95          | 2,12 | 2,01 | 100 | 3,45        | 3,45 | 100 | 0,46 | 0,46        |  |             |  |
| 13   | 105 | 7,40         | 7,77 | 90  | 4,80        | 4,32 | 100 | 1,86 | 1,86        | 100 | 2,17 | 2,17 | 100         | 1,96 | 1,96 | 100 | 3,69        | 3,69 | 90  | 0,46 | 0,41        |  |             |  |
| 14   | 110 | 7,17         | 7,89 | 100 | 4,01        | 4,01 | 100 | 2,25 | 2,25        | 100 | 2,02 | 2,02 | 100         | 2,03 | 2,03 | 95  | 3,37        | 3,2  | 100 | 0,37 | 0,37        |  |             |  |
| 15   | 100 | 7,74         | 7,74 | 100 | 4,40        | 4,4  | 90  | 2,37 | 2,13        | 100 | 2,00 | 2    | 95          | 2,21 | 2,1  | 100 | 3,71        | 3,71 | 100 | 0,52 | 0,52        |  |             |  |
| <b>Promedios</b>   |     | <b>7,77</b>  |      |     | <b>4,31</b> |      |     |      | <b>2,27</b> |     |      |      | <b>2,17</b> |      |      |     | <b>2,10</b> |      |     |      | <b>3,07</b> |  | <b>0,48</b> |  |
| <b>% suplemento</b>  |     | <b>41</b>    |      |     | <b>41</b>   |      |     |      | <b>41</b>   |     |      |      | <b>41</b>   |      |      |     | <b>41</b>   |      |     |      | <b>41</b>   |  | <b>41</b>   |  |
| <b>T. asignado</b>   |     | <b>10.96</b> |      |     | <b>6.08</b> |      |     |      | <b>3.20</b> |     |      |      | <b>3.06</b> |      |      |     | <b>2.96</b> |      |     |      | <b>4.33</b> |  | <b>0.68</b> |  |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 31.27 min/lavadero</b> |     |              |      |     |             |      |     |      |             |     |      |      |             |      |      |     |             |      |     |      |             |  |             |  |


Resumen de la operación de fundido

|  |              | FORMATO DE OBSERVACIONES |           |                             |                                |           |      |              |
|---|--------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------|--------------|
|   |              | MUESTRA                  |           |                             |                                |           |      |              |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |              |                          |           | <b>Operación:</b><br>Fundir | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |           |      |              |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez Ariza   |              |                          |           |                             | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |           |      |              |
|   |              |                          |           |                             | <b>Tiempo:</b> minutos         |           |      |              |
| Obs   | Armado Molde | Llenado molde            | fregadero | tanque                      | macho                          | laterales | base | TOTAL<br>min |
| 100   | 15.24        | 9.21                     | 4.13      | 4.78                        | 3.45                           | 4.85      | 1.18 | 42.84        |
| 90  | 13.54        | 8.57                     | 4.13      | 4.26                        | 3.43                           | 4.31      | 0.78 | 39.02        |
| 80  | 14.11        | 6.54                     | 3.78      | 3.82                        | 3.29                           | 4.27      | 0.93 | 36.74        |
| 70  | 12.82        | 6.46                     | 3.07      | 3.30                        | 3.13                           | 4.24      | 0.75 | 33.77        |
| 60  | 10.96        | 6.08                     | 3.20      | 3.06                        | 2.96                           | 4.33      | 0.68 | 31.27        |


Los suplementos para la operación fundido fueron


|        |            |        |        |                 |                 |                          |               |       |        |           |       |       |
|--------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-------|
|        | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total |
| Fundir | 5          | 4      | 2      | 2               | 22              | 3                        | 0             | 2     | 0      | 1         | 0     | 41    |

- Destroncar

|   |                   |                                 |                                |
|---|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|  |                   | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b> |                                |
|   |                   | <b>MUESTRA</b>                  |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |                   | <b>Operación:</b><br>Destroncar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                   |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 100*60   |                   |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| <b>Observación</b>  | <b>Valoración</b> | <b>TO</b>                       | <b>TN</b>                      |
| 1   | 100               | 26,60                           | 26,6                           |
| 2   | 100               | 27,01                           | 27                             |
| 3   | 100               | 25,65                           | 25,7                           |
| 4   | 95                | 27,89                           | 26,5                           |
| 5   | 110               | 24,91                           | 27,4                           |
| 6   | 100               | 27,10                           | 27,1                           |
| 7   | 100               | 26,60                           | 26,6                           |
| 8   | 105               | 24,95                           | 26,2                           |
| 9   | 100               | 26,40                           | 26,4                           |
| 10  | 100               | 26,00                           | 26,00                          |
| 11  | 110               | 25,56                           | 28,12                          |
| 12  | 100               | 28,13                           | 28,13                          |
| 13  | 100               | 26,12                           | 26,12                          |
| 14  | 95                | 28,53                           | 27,10                          |
| 15  | 100               | 26,22                           | 26,22                          |
| 16  | 100               | 28,01                           | 28,01                          |
| 17  | 90                | 27,92                           | 25,13                          |
| 18  | 100               | 26,40                           | 26,40                          |
| 19  | 100               | 25,91                           | 25,91                          |
| 20  | 100               | 26,13                           | 26,13                          |

|  |     |       |              |
|--|-----|-------|--------------|
| <b>21</b>  | 100 | 25,20 | 25,20        |
| <b>22</b>  | 105 | 25,51 | 26,79        |
| <b>23</b>  | 95  | 27,58 | 26,20        |
| <b>24</b>  | 90  | 28,43 | 25,59        |
| <b>Promedio</b>                                      |     |       | <b>26.52</b> |
| <b>% Suplemento*</b>                                 |     |       | <b>44</b>    |
| <b>t. asignado</b>                                   |     |       | <b>38.18</b> |
| <b>t. preparación</b>                                |     |       | <b>1.5</b>   |
| <b>t. tipo</b>                                       |     |       | <b>39.68</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 39.68/lavadero</b> |     |       |              |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                         |
|---|------------|--------------------------|-------------------------|
|   |            | MUESTRA                  |                         |
| Producto: Lavadero en granito   |            | Operación:<br>Destroncar | Fecha: Febrero de 2006  |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                          | Tamaño lote: 1 lavadero |
| Referencia: 90*60   |            |                          | Tiempo: minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                       | TN                      |
| 1   | 100        | 26,04                    | 26,04                   |
| 2   | 105        | 25,16                    | 26,4                    |
| 3   | 110        | 24,34                    | 26,8                    |
| 4   | 95         | 26,13                    | 24,8                    |
| 5   | 100        | 26,36                    | 26,4                    |
| 6   | 100        | 25,12                    | 25,1                    |
| 7   | 100        | 27,01                    | 27,01                   |
| 8   | 110        | 23,75                    | 26,1                    |
| 9   | 100        | 26,51                    | 26,5                    |
| 10  | 100        | 26,43                    | 26,4                    |
| 11  | 100        | 25,03                    | 25,03                   |
| 12  | 105        | 25,73                    | 27,02                   |
| 13  | 95         | 27,52                    | 26,14                   |
| 14  | 100        | 26,54                    | 26,54                   |
| 15  | 95         | 27,76                    | 26,37                   |
| 16  | 90         | 28,74                    | 25,87                   |
| 17  | 100        | 26,05                    | 26,05                   |
| 18  | 100        | 26,41                    | 26,41                   |
| 19  | 100        | 26,34                    | 26,34                   |
| 20  | 110        | 22,77                    | 25,05                   |
| 21  | 100        | 26,12                    | 26,12                   |
| 22  | 100        | 26,90                    | 26,90                   |
| 23  | 105        | 24,05                    | 25,25                   |
| 24  | 100        | 25,87                    | 25,87                   |
| 25  | 95         | 26,45                    | 25,13                   |
| Promedio  |            |                          | 26,07                   |
| % Suplemento*   |            |                          | 44                      |
| t. asignado   |            |                          | 37.54                   |
| t. preparación  |            |                          | 1.5                     |
| t. tipo   |            |                          | 39.04                   |
| <b>t. tipo total de la operación: 39.04/lavadero</b>                              |            |                          |                         |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                         |
|---|------------|--------------------------|-------------------------|
|   |            | MUESTRA                  |                         |
| Producto: Lavadero en granito   |            | Operación:<br>Destroncar | Fecha: Febrero de 2006  |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                          | Tamaño lote: 1 lavadero |
| Referencia: 80*60   |            |                          | Tiempo: minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                       | TN                      |
| 1   | 100        | 25,51                    | 25,5                    |
| 2   | 100        | 26,69                    | 26,7                    |
| 3   | 100        | 25,39                    | 25,4                    |
| 4   | 105        | 24,10                    | 25,3                    |
| 5   | 110        | 25,57                    | 28,1                    |
| 6   | 95         | 30,76                    | 29,2                    |
| 7   | 100        | 25,79                    | 25,8                    |
| 8   | 100        | 28,81                    | 28,8                    |
| 9   | 90         | 29,60                    | 26,6                    |
| 10  | 100        | 28,26                    | 28,3                    |
| 11  | 100        | 28,17                    | 28,2                    |
| 12  | 100        | 26,80                    | 26,8                    |
| 13  | 100        | 26,52                    | 26,5                    |
| 14  | 105        | 23,75                    | 24,9                    |
| 15  | 110        | 24,02                    | 26,4                    |
| 16  | 120        | 21,10                    | 25,3                    |
| 17  | 100        | 24,54                    | 24,5                    |
| 18  | 100        | 25,86                    | 25,9                    |
| 19  | 100        | 25,61                    | 25,6                    |
| 20  | 105        | 24,11                    | 25,3                    |
| 21  | 110        | 23,95                    | 26,4                    |
| 22  | 100        | 25,45                    | 25,5                    |
| 23  | 95         | 27,06                    | 25,7                    |
| 24  | 90         | 27,63                    | 24,9                    |
| 25  | 100        | 26,64                    | 26,6                    |
| 26  | 100        | 26,01                    | 26                      |
| 27  | 100        | 25,37                    | 25,4                    |
| 28  | 105        | 25,12                    | 26,38                   |
| 29  | 100        | 25,13                    | 25,13                   |
| 30  | 120        | 22,92                    | 27,50                   |
| 31  | 100        | 25,36                    | 25,36                   |

|  |     |       |              |
|--|-----|-------|--------------|
| 32   | 85  | 31,41 | 26,70        |
| 33   | 100 | 27,31 | 27,31        |
| 34   | 90  | 30,46 | 27,41        |
| 35   | 100 | 25,20 | 25,20        |
| 36   | 100 | 25,19 | 25,19        |
| 37   | 100 | 26,40 | 26,40        |
| <b>Promedio</b>  |     |       | <b>26,28</b> |
| <b>% Suplemento*</b>                                     |     |       | <b>44</b>    |
| <b>t. asignado</b>                                       |     |       | <b>37.84</b> |
| <b>t. preparación</b>                                    |     |       | <b>1.5</b>   |
| <b>t. tipo</b>   |     |       | <b>39.34</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 39.34 min/lavadero</b> |     |       |              |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES        |                                |
|---|------------|---------------------------------|--------------------------------|
|   |            | MUESTRA                         |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Destroncar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 70*60  |            |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                              | TN                             |
| 1   | 100        | 24,92                           | 24,92                          |
| 2   | 100        | 26,13                           | 26,13                          |
| 3   | 100        | 27,95                           | 27,95                          |
| 4   | 95         | 26,24                           | 24,93                          |
| 5   | 100        | 24,29                           | 24,29                          |
| 6   | 100        | 24,44                           | 24,44                          |
| 7   | 90         | 29,00                           | 26,1                           |
| 8   | 110        | 23,58                           | 25,94                          |
| 9   | 100        | 26,09                           | 26,09                          |
| 10  | 100        | 25,94                           | 25,94                          |
| 11  | 100        | 26,15                           | 26,15                          |
| 12  | 100        | 26,34                           | 26,34                          |
| 13  | 100        | 26,13                           | 26,13                          |
| 14  | 95         | 26,18                           | 24,87                          |
| 15  | 100        | 25,39                           | 25,39                          |
| 16  | 100        | 25,34                           | 25,34                          |
| 17  | 100        | 25,18                           | 25,18                          |

|  |     |       |              |
|--|-----|-------|--------------|
| 18   | 95  | 27,99 | 26,59        |
| 19   | 100 | 26,85 | 26,85        |
| 20   | 90  | 29,04 | 26,14        |
| 21   | 100 | 27,03 | 27,03        |
| 22   | 100 | 26,99 | 26,99        |
| 23   | 100 | 24,68 | 24,68        |
| 24   | 100 | 26,81 | 26,81        |
| <b>Promedio</b>  |     |       | <b>25,88</b> |
| <b>% Suplemento*</b>                                     |     |       | <b>44</b>    |
| <b>t. asignado</b>                                       |     |       | <b>37.26</b> |
| <b>t. preparación</b>                                    |     |       | <b>1.5</b>   |
| <b>t. tipo</b>   |     |       | <b>38.76</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 38.76 min/lavadero</b> |     |       |              |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES        |                                |
|---|------------|---------------------------------|--------------------------------|
|   |            | MUESTRA                         |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Destroncar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 60*60  |            |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                              | TN                             |
| 1   | 110        | 21,02                           | 23,12                          |
| 2   | 100        | 22,31                           | 22,31                          |
| 3   | 100        | 22,41                           | 22,41                          |
| 4   | 120        | 20,06                           | 24,07                          |
| 5   | 100        | 21,13                           | 21,13                          |
| 6   | 100        | 24,72                           | 24,72                          |
| 7   | 95         | 22,86                           | 21,72                          |
| 8   | 95         | 22,86                           | 21,72                          |
| 9   | 100        | 21,10                           | 21,1                           |
| 10  | 100        | 23,72                           | 23,72                          |
| 11  | 100        | 20,28                           | 20,28                          |
| 12  | 100        | 22,14                           | 22,14                          |
| 13  | 95         | 23,43                           | 22,26                          |
| 14  | 100        | 21,57                           | 21,57                          |
| 15  | 100        | 23,05                           | 23,05                          |
| 16  | 100        | 23,14                           | 23,14                          |

|  |     |       |              |
|--|-----|-------|--------------|
| 17   | 105 | 19,17 | 20,13        |
| 18   | 100 | 24,36 | 24,36        |
| 19   | 105 | 20,33 | 21,35        |
| 20   | 105 | 20,83 | 21,87        |
| 21   | 105 | 23,43 | 24,60        |
| 22   | 95  | 24,75 | 23,51        |
| 23   | 100 | 22,46 | 22,46        |
| 24   | 100 | 20,19 | 20,19        |
| 25   | 100 | 20,54 | 20,54        |
| 26   | 100 | 23,09 | 23,09        |
| 27   | 100 | 21,35 | 21,35        |
| 28   | 100 | 22,04 | 22,04        |
| 29   | 100 | 20,36 | 20,36        |
| 30   | 100 | 20,70 | 20,70        |
| 31   | 95  | 25,58 | 24,30        |
| 32   | 90  | 25,71 | 23,14        |
| 33   | 100 | 21,73 | 21,73        |
| 34   | 100 | 20,59 | 20,59        |
| 35   | 100 | 21,40 | 21,40        |
| <b>Promedio</b>  |     |       | <b>22,18</b> |
| <b>% Suplemento*</b>                                     |     |       | <b>44</b>    |
| <b>t. asignado</b>                                       |     |       | <b>31.94</b> |
| <b>t. preparación</b>                                    |     |       | <b>1.5</b>   |
| <b>t. tipo</b>   |     |       | <b>33.44</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 33.44 min/lavadero</b> |     |       |              |

\*Los suplementos asignados para la operación de destroncados fueron

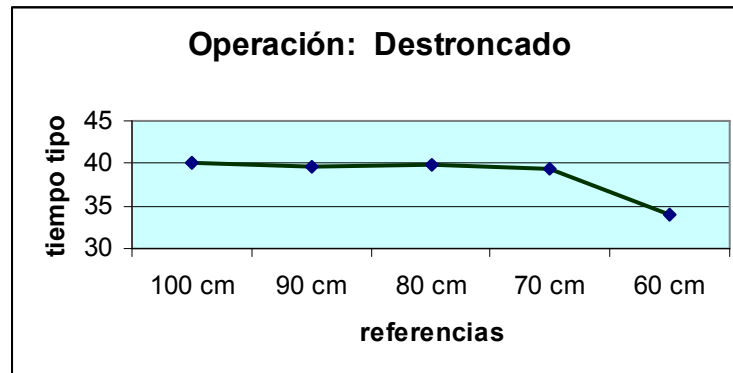
|                   | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>Destroncar</b> | 5          | 4      | 2      | 2               | 22              | 5                        | 0             | 2     | 0      | 0         | 2     | <b>44</b> |

Para la operación de destroncado, el operario debe alistar la pulidora con piedra gruesa y además colocarse todo el equipo de protección como tapa oídos, mascarillas, gorra, delantales, botas. El tiempo que el operario gasta en esta preparación es de 1.5 minutos.


El tiempo tipo de la operación de destroncado para cada referencia es:

### Resumen de la operación de destroncado

|             | 100 cm | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm |
|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Tiempo tipo | 39.68  | 39.04 | 39.34 | 38.76 | 33.44 |



- Retapar


|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                         |
|---|------------|--------------------------|-------------------------|
|   |            | MUESTRA                  |                         |
| Producto: Lavadero en granito   |            | Operación:<br>Retapar    | Fecha: Febrero de 2006  |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                          | Tamaño lote: 1 lavadero |
| Referencia: 100*60  |            |                          | Tiempo: minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                       | TN                      |
| 1   | 110        | 20,61                    | 22,67                   |
| 2   | 100        | 22,48                    | 22,48                   |
| 3   | 100        | 24,89                    | 24,89                   |
| 4   | 100        | 24,69                    | 24,69                   |
| 5   | 120        | 19,17                    | 23                      |
| 6   | 100        | 21,83                    | 21,83                   |
| 7   | 100        | 21,68                    | 21,68                   |
| 8   | 95         | 23,53                    | 22,35                   |
| 9   | 95         | 22,11                    | 21                      |
| 10  | 90         | 24,27                    | 21,84                   |
| 11  | 100        | 22,65                    | 22,65                   |

|  |     |       |              |
|--|-----|-------|--------------|
| 12   | 100 | 23,13 | 23,13        |
| 13   | 110 | 19,41 | 21,35        |
| 14   | 95  | 23,68 | 22,5         |
| 15   | 100 | 23,12 | 23,12        |
| 16   | 100 | 21,06 | 21,06        |
| 17   | 100 | 24,13 | 24,13        |
| 18   | 95  | 23,32 | 22,15        |
| 19   | 100 | 23,64 | 23,64        |
| 20   | 90  | 27,44 | 24,70        |
| 21   | 85  | 28,24 | 24,00        |
| 22   | 100 | 21,36 | 21,36        |
| 23   | 100 | 22,54 | 22,54        |
| 24   | 100 | 23,45 | 23,45        |
| 25   | 100 | 23,88 | 23,88        |
| 26   | 100 | 22,30 | 22,30        |
| 27   | 95  | 23,14 | 21,98        |
| 28   | 100 | 21,13 | 21,13        |
| 29   | 105 | 22,19 | 23,30        |
| 30   | 100 | 21,74 | 21,74        |
| 31   | 100 | 22,67 | 22,67        |
| 32   | 105 | 21,18 | 22,24        |
| 33   | 100 | 22,56 | 22,56        |
| 34   | 95  | 22,52 | 21,39        |
| 35   | 100 | 21,03 | 21,03        |
| <b>Promedio</b>  |     |       | <b>22.58</b> |
| <b>% Suplemento</b>                                      |     |       | <b>37</b>    |
| <b>t. asignado</b>                                       |     |       | <b>30.93</b> |
| <b>t. preparación</b>                                    |     |       | <b>1</b>     |
| <b>t. tipo</b>   |     |       | <b>31.93</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 31,93 min/lavadero</b> |     |       |              |

|   |                                 |                                |
|---|---------------------------------|--------------------------------|
|  | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b> |                                |
|   | <b>MUESTRA</b>                  |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  | <b>Operación:</b><br>Retapar    | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 90*60  |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos         |

| Observación           | Valoración | TO    | TN            |
|-----------------------|------------|-------|---------------|
| 1                     | 100        | 20,30 | 20,3          |
| 2                     | 100        | 22,21 | 22,21         |
| 3                     | 110        | 17,66 | 19,43         |
| 4                     | 120        | 17,97 | 21,56         |
| 5                     | 100        | 22,15 | 22,15         |
| 6                     | 95         | 23,37 | 22,2          |
| 7                     | 100        | 22,55 | 22,55         |
| 8                     | 90         | 24,79 | 22,31         |
| 9                     | 100        | 19,93 | 19,93         |
| 10                    | 110        | 17,67 | 19,44         |
| 11                    | 90         | 22,34 | 20,11         |
| 12                    | 100        | 23,20 | 23,2          |
| 13                    | 110        | 20,74 | 22,81         |
| 14                    | 95         | 22,32 | 21,2          |
| 15                    | 100        | 21,43 | 21,43         |
| 16                    | 105        | 20,53 | 21,56         |
| 17                    | 100        | 22,01 | 22,01         |
| 18                    | 100        | 22,32 | 22,32         |
| 19                    | 95         | 20,68 | 19,65         |
| 20                    | 100        | 20,34 | 20,34         |
| 21                    | 90         | 24,12 | 21,71         |
| 22                    | 100        | 23,28 | 23,28         |
| 23                    | 100        | 22,50 | 22,50         |
| 24                    | 100        | 21,08 | 21,08         |
| 25                    | 110        | 17,96 | 19,76         |
| 26                    | 120        | 16,89 | 20,27         |
| 27                    | 100        | 20,41 | 20,41         |
| 28                    | 100        | 22,30 | 22,30         |
| 29                    | 85         | 27,46 | 23,34         |
| 30                    | 100        | 23,73 | 23,73         |
| 31                    | 100        | 19,04 | 19,04         |
| 32                    | 100        | 19,11 | 19,11         |
| 33                    | 95         | 21,37 | 20,30         |
| 34                    | 100        | 21,19 | 21,19         |
| <b>Promedio</b>       |            |       | <b>21,316</b> |
| <b>% Suplemento</b>   |            |       | <b>37</b>     |
| <b>t. asignado</b>    |            |       | <b>29.20</b>  |
| <b>t. preparación</b> |            |       | <b>1</b>      |


|  |  |  |              |
|--|--|--|--------------|
| t. tipo  |  |  | <b>30.20</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 30.20 min/lavadero</b> |  |  |              |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES     |                                |
|---|------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |            | MUESTRA                      |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Retapar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                              | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 80*60  |            |                              | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                           | TN                             |
| 1   | 100        | 18,29                        | 18,29                          |
| 2   | 100        | 19,94                        | 19,94                          |
| 3   | 110        | 18,22                        | 20,04                          |
| 4   | 100        | 19,83                        | 19,83                          |
| 5   | 90         | 23,77                        | 21,39                          |
| 6   | 95         | 21,88                        | 20,79                          |
| 7   | 120        | 17,04                        | 20,45                          |
| 8   | 100        | 17,64                        | 17,64                          |
| 9   | 110        | 16,23                        | 17,85                          |
| 10  | 100        | 19,51                        | 19,51                          |
| 11  | 100        | 20,14                        | 20,14                          |
| 12  | 100        | 19,70                        | 19,7                           |
| 13  | 120        | 15,49                        | 18,59                          |
| 14  | 100        | 20,45                        | 20,45                          |
| 15  | 100        | 21,27                        | 21,27                          |
| 16  | 120        | 15,69                        | 18,83                          |
| 17  | 100        | 20,35                        | 20,35                          |
| 18  | 100        | 20,26                        | 20,26                          |
| 19  | 100        | 19,84                        | 19,84                          |
| 20  | 95         | 22,53                        | 21,4                           |
| 21  | 100        | 19,32                        | 19,32                          |
| 22  | 90         | 22,14                        | 19,93                          |
| 23  | 100        | 21,11                        | 21,11                          |
| 24  | 100        | 21,47                        | 21,47                          |
| 25  | 90         | 21,88                        | 19,69                          |
| 26  | 100        | 17,39                        | 17,39                          |
| 27  | 95         | 20,80                        | 19,76                          |
| 28  | 100        | 18,03                        | 18,03                          |
| 29  | 100        | 17,26                        | 17,26                          |

|  |     |       |               |
|--|-----|-------|---------------|
| 30   | 100 | 18,20 | 18,2          |
| 31   | 95  | 22,92 | 21,77         |
| 32   | 100 | 17,41 | 17,41         |
| 33   | 100 | 19,39 | 19,39         |
| <b>Promedio</b>  |     |       | <b>19,615</b> |
| <b>% Suplemento</b>                                      |     |       | <b>37</b>     |
| <b>t. asignado</b>                                       |     |       | <b>26.87</b>  |
| <b>t. preparación</b>                                    |     |       | <b>1</b>      |
| <b>t. tipo</b>   |     |       | <b>27.87</b>  |
| <b>t. tipo total de la operación: 27.87 min/lavadero</b> |     |       |               |

|   |                   |                                 |                                |
|---|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|  |                   | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b> |                                |
|   |                   | <b>MUESTRA</b>                  |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |                   | <b>Operación:</b><br>Retapar    | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                   |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 70*60  |                   |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| <b>Observación</b>  | <b>Valoración</b> | <b>TO</b>                       | <b>TN</b>                      |
| 1   | 90                | 20,91                           | 18,82                          |
| 2   | 100               | 17,53                           | 17,53                          |
| 3   | 110               | 14,93                           | 16,42                          |
| 4   | 100               | 16,15                           | 16,15                          |
| 5   | 95                | 17,60                           | 16,72                          |
| 6   | 100               | 18,58                           | 18,58                          |
| 7   | 110               | 16,00                           | 17,6                           |
| 8   | 100               | 18,59                           | 18,59                          |
| 9   | 100               | 17,53                           | 17,53                          |
| 10  | 100               | 18,90                           | 18,9                           |
| 11  | 100               | 17,42                           | 17,42                          |
| 12  | 105               | 16,44                           | 17,26                          |
| 13  | 95                | 16,94                           | 16,09                          |
| 14  | 100               | 16,85                           | 16,85                          |
| 15  | 100               | 17,68                           | 17,68                          |
| 16  | 95                | 18,05                           | 17,15                          |
| 17  | 90                | 21,00                           | 18,9                           |
| 18  | 100               | 18,59                           | 18,59                          |
| 19  | 90                | 18,48                           | 16,63                          |
| <b>Promedio</b>   |                   |                                 | <b>17,548</b>                  |
| <b>% Suplemento</b>   |                   |                                 | <b>37</b>                      |

|  |  |  |              |
|--|--|--|--------------|
| t. asignado  |  |  | <b>24.04</b> |
| t. preparación   |  |  | <b>1</b>     |
| t. tipo  |  |  | <b>24.04</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 24.04 min/lavadero</b> |  |  |              |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES     |                                |
|---|------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |            | MUESTRA                      |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Retapar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                              | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 60*60  |            |                              | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                           | TN                             |
| 1   | 110        | 15,91                        | 17,5                           |
| 2   | 100        | 18,68                        | 18,68                          |
| 3   | 100        | 17,66                        | 17,66                          |
| 4   | 120        | 15,84                        | 19,01                          |
| 5   | 95         | 16,52                        | 15,69                          |
| 6   | 90         | 18,52                        | 16,67                          |
| 7   | 90         | 17,76                        | 15,98                          |
| 8   | 100        | 17,20                        | 17,2                           |
| 9   | 100        | 16,72                        | 16,72                          |
| 10  | 100        | 17,34                        | 17,34                          |
| 11  | 100        | 15,98                        | 15,98                          |
| 12  | 105        | 18,57                        | 19,5                           |
| 13  | 100        | 16,02                        | 16,02                          |
| 14  | 105        | 18,16                        | 19,07                          |
| 15  | 95         | 17,24                        | 16,38                          |
| 16  | 90         | 17,02                        | 15,32                          |
| 17  | 100        | 16,94                        | 16,94                          |
| 18  | 100        | 17,58                        | 17,58                          |
| 19  | 90         | 20,44                        | 18,4                           |
| 20  | 110        | 15,91                        | 17,5                           |
| 21  | 100        | 18,68                        | 18,68                          |
| 22  | 100        | 17,66                        | 17,66                          |
| 23  | 120        | 15,84                        | 19,01                          |
| <b>Promedio</b>   |            |                              | <b>17,244</b>                  |
| <b>% Suplemento</b>   |            |                              | <b>37</b>                      |
| <b>t. asignado</b>  |            |                              | <b>23.62</b>                   |
| <b>t. preparación</b>   |            |                              | <b>1</b>                       |

|   |  |  |       |
|---|--|--|-------|
| t. tipo   |  |  | 24.62 |
| t. tipo total de la operación: 24.62 min/lavadero |  |  |       |

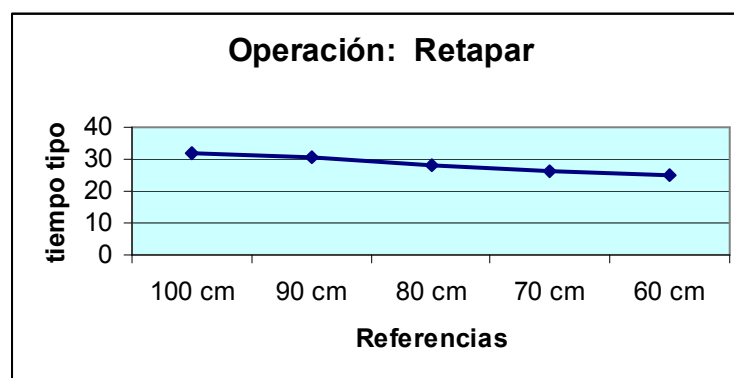
Los suplementos para la operación de retapado son

|                |            |        |        |                 |                 |                          |               |       |        |           |       |           |
|----------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
|                | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
| <b>Retapar</b> | 5          | 4      | 2      | 2               | 22              | 0                        | 0             | 2     | 0      | 0         | 0     | <b>37</b> |


El tiempo de preparación de esta operación consiste en hacer la mezcla con cemento y agua. Su realización tarda 1 minuto cada una

### Resumen de la operación de retapado

|                    |                  |                  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                    | 100 cm           | 90 cm            | 80 cm            | 70 cm            | 60 cm            |
| <b>Tiempo tipo</b> | <b>31,93 min</b> | <b>30.70 min</b> | <b>28.37 min</b> | <b>26.54 min</b> | <b>25.12 min</b> |




- **Afinar**


|   |                                 |
|---|---------------------------------|
|  | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b> |
|   | <b>MUESTRA</b>                  |

| <b>Producto:</b> Lavadero en granito |                   | <b>Operación:</b><br><b>Afinar</b> | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |  |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|--|
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez  |                   |                                    | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |  |
| <b>Referencia:</b> 100*60            |                   |                                    | <b>Tiempo:</b> minutos         |  |
| <b>Observación</b>                   | <b>Valoración</b> | <b>TO</b>                          | <b>TN</b>                      |  |
| 1                                    | 100               | 27,31                              | 27,31                          |  |
| 2                                    | 100               | 27,99                              | 27,99                          |  |
| 3                                    | 95                | 30,18                              | 28,67                          |  |
| 4                                    | 100               | 28,52                              | 28,52                          |  |
| 5                                    | 110               | 25,65                              | 28,21                          |  |
| 6                                    | 105               | 26,54                              | 27,87                          |  |
| 7                                    | 100               | 26,24                              | 26,24                          |  |
| 8                                    | 100               | 27,19                              | 27,19                          |  |
| 9                                    | 100               | 28,05                              | 28,05                          |  |
| 10                                   | 100               | 27,67                              | 27,67                          |  |
| 11                                   | 105               | 27,26                              | 28,62                          |  |
| 12                                   | 100               | 27,97                              | 27,97                          |  |
| 13                                   | 120               | 22,93                              | 27,51                          |  |
| 14                                   | 95                | 27,92                              | 26,52                          |  |
| 15                                   | 90                | 29,63                              | 26,67                          |  |
| 16                                   | 100               | 27,45                              | 27,45                          |  |
| 17                                   | 90                | 31,22                              | 28,1                           |  |
| 18                                   | 100               | 28,34                              | 28,34                          |  |
| 19                                   | 100               | 26,32                              | 26,32                          |  |
| 20                                   | 100               | 28,75                              | 28,75                          |  |
| 21                                   | 85                | 30,62                              | 26,03                          |  |
| 22                                   | 100               | 28,56                              | 28,56                          |  |
| 23                                   | 100               | 29,34                              | 29,34                          |  |
| 24                                   | 95                | 30,57                              | 29,04                          |  |
| 25                                   | 100               | 26,35                              | 26,35                          |  |
| 26                                   | 100               | 26,65                              | 26,65                          |  |
| 27                                   | 95                | 29,19                              | 27,73                          |  |
| 28                                   | 100               | 28,03                              | 28,03                          |  |
| 29                                   | 90                | 32,79                              | 29,51                          |  |
| 30                                   | 100               | 27,77                              | 27,77                          |  |
| 31                                   | 105               | 27,27                              | 28,63                          |  |
| 32                                   | 110               | 24,55                              | 27                             |  |
| 33                                   | 100               | 28,38                              | 28,38                          |  |
| 34                                   | 100               | 27,54                              | 27,54                          |  |
| <b>Promedio</b>                      |                   |                                    | <b>27.78</b>                   |  |


|   |  |  |             |
|---|--|--|-------------|
| <b>% Suplemento</b>                                     |  |  | <b>44</b>   |
| <b>t. asignado</b>                                      |  |  | <b>40</b>   |
| <b>t. preparación</b>                                   |  |  | <b>1.5</b>  |
| <b>t. tipo</b>  |  |  | <b>41.5</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 41.5 min/lavadero</b> |  |  |             |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES    |                                |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------------|
|   |            | MUESTRA                     |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Afinar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                             | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 90*60  |            |                             | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                          | TN                             |
| 1   | 100        | 29,51                       | 29,51                          |
| 2   | 100        | 28,44                       | 28,44                          |
| 3   | 100        | 30,40                       | 30,4                           |
| 4   | 100        | 27,33                       | 27,33                          |
| 5   | 95         | 28,87                       | 27,43                          |
| 6   | 110        | 24,99                       | 27,49                          |
| 7   | 100        | 28,41                       | 28,41                          |
| 8   | 100        | 27,04                       | 27,04                          |
| 9   | 105        | 28,25                       | 29,66                          |
| 10  | 105        | 26,92                       | 28,27                          |
| 11  | 90         | 31,26                       | 28,13                          |
| 12  | 95         | 29,33                       | 27,86                          |
| 13  | 100        | 28,31                       | 28,31                          |
| 14  | 100        | 30,01                       | 30,01                          |
| 15  | 90         | 30,38                       | 27,34                          |
| 16  | 100        | 28,01                       | 28,01                          |
| 17  | 95         | 31,38                       | 29,81                          |
| 18  | 100        | 27,03                       | 27,03                          |
| 19  | 100        | 27,22                       | 27,22                          |
| 20  | 95         | 27,49                       | 26,12                          |
| 21  | 100        | 30,47                       | 30,47                          |
| 22  | 105        | 28,02                       | 29,42                          |
| 23  | 105        | 27,77                       | 29,16                          |
| 24  | 100        | 30,40                       | 30,4                           |
| 25  | 100        | 27,98                       | 27,98                          |
| 26  | 100        | 26,74                       | 26,74                          |

|  |  |  |       |
|--|--|--|-------|
| Promedio   |  |  | 28,37 |
| % Suplemento   |  |  | 44    |
| t. asignado  |  |  | 40.85 |
| t. preparación   |  |  | 1.5   |
| t. tipo  |  |  | 42.35 |
| <b>t. tipo total de la operación: 42.35 min/lavadero</b> |  |  |       |

|  |            | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b> |                                |
|---|------------|---------------------------------|--------------------------------|
|   |            | <b>MUESTRA</b>                  |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Afinar     | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 80*60  |            |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                              | TN                             |
| 1   | 95         | 28,56                           | 27,13                          |
| 2   | 100        | 28,72                           | 28,72                          |
| 3   | 100        | 27,90                           | 27,9                           |
| 4   | 105        | 25,16                           | 26,42                          |
| 5   | 100        | 27,36                           | 27,36                          |
| 6   | 110        | 22,68                           | 24,95                          |
| 7   | 100        | 25,78                           | 25,78                          |
| 8   | 95         | 28,09                           | 26,69                          |
| 9   | 100        | 25,97                           | 25,97                          |
| 10  | 100        | 26,79                           | 26,79                          |
| 11  | 100        | 25,60                           | 25,6                           |
| 12  | 105        | 25,44                           | 26,71                          |
| 13  | 100        | 27,63                           | 27,63                          |
| 14  | 90         | 28,16                           | 25,34                          |
| 15  | 100        | 27,54                           | 27,54                          |
| 16  | 105        | 27,37                           | 28,74                          |
| 17  | 100        | 27,24                           | 27,24                          |
| 18  | 100        | 26,36                           | 26,36                          |
| 19  | 95         | 26,15                           | 24,84                          |
| 20  | 100        | 29,31                           | 29,31                          |
| 21  | 90         | 27,58                           | 24,82                          |
| 22  | 100        | 26,20                           | 26,2                           |
| 23  | 100        | 25,93                           | 25,93                          |
| 24  | 90         | 27,74                           | 24,97                          |
| 25  | 90         | 30,89                           | 27,8                           |

|  |     |       |               |
|--|-----|-------|---------------|
| 26   | 100 | 26,80 | 26,8          |
| <b>Promedio</b>  |     |       | <b>26,670</b> |
| <b>% Suplemento</b>                                      |     |       | <b>44</b>     |
| <b>t. asignado</b>                                       |     |       | <b>38.40</b>  |
| <b>t. preparación</b>                                    |     |       | <b>1.5</b>    |
| <b>t. tipo</b>   |     |       | <b>39.90</b>  |
| <b>t. tipo total de la operación: 39.90 min/lavadero</b> |     |       |               |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES    |                                |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------------|
|   |            | MUESTRA                     |                                |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |            | <b>Operación:</b><br>Afinar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                             | <b>Tamaño lote:</b> 1 lavadero |
| <b>Referencia:</b> 70*60  |            |                             | <b>Tiempo:</b> minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                          | TN                             |
| 1   | 100        | 25,23                       | 25,23                          |
| 2   | 110        | 21,55                       | 23,71                          |
| 3   | 115        | 21,32                       | 24,52                          |
| 4   | 100        | 26,03                       | 26,03                          |
| 5   | 100        | 25,00                       | 25                             |
| 6   | 95         | 25,26                       | 24                             |
| 7   | 100        | 25,42                       | 25,42                          |
| 8   | 100        | 25,01                       | 25,01                          |
| 9   | 95         | 24,59                       | 23,36                          |
| 10  | 110        | 24,55                       | 27,01                          |
| 11  | 100        | 26,54                       | 26,54                          |
| 12  | 105        | 21,93                       | 23,03                          |
| 13  | 105        | 24,22                       | 25,43                          |
| 14  | 95         | 28,29                       | 26,88                          |
| 15  | 90         | 29,41                       | 26,47                          |
| 16  | 100        | 23,12                       | 23,12                          |
| 17  | 100        | 25,29                       | 25,29                          |
| 18  | 100        | 27,12                       | 27,12                          |
| 19  | 85         | 28,46                       | 24,19                          |
| <b>Promedio</b>   |            |                             | <b>25,12</b>                   |
| <b>% Suplemento</b>   |            |                             | <b>44</b>                      |
| <b>t. asignado</b>  |            |                             | <b>36.17</b>                   |

|  |  |  |       |
|--|--|--|-------|
| t. preparación   |  |  | 1.5   |
| t. tipo  |  |  | 37.67 |
| <b>t. tipo total de la operación: 37.67 min/lavadero</b> |  |  |       |

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                         |
|---|------------|--------------------------|-------------------------|
|   |            | MUESTRA                  |                         |
| Producto: Lavadero en granito   |            | Operación:<br>Afinar     | Fecha: Febrero de 2006  |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                          | Tamaño lote: 1 lavadero |
| Referencia: 60*60   |            |                          | Tiempo: minutos         |
| Observación   | Valoración | TO                       | TN                      |
| 1   | 100        | 23,75                    | 23,75                   |
| 2   | 100        | 22,21                    | 22,21                   |
| 3   | 100        | 22,24                    | 22,24                   |
| 4   | 95         | 25,69                    | 24,41                   |
| 5   | 100        | 23,50                    | 23,5                    |
| 6   | 100        | 22,28                    | 22,28                   |
| 7   | 95         | 25,27                    | 24,01                   |
| 8   | 110        | 21,45                    | 23,6                    |
| 9   | 100        | 22,41                    | 22,41                   |
| 10  | 105        | 22,23                    | 23,34                   |
| 11  | 95         | 25,85                    | 24,56                   |
| 12  | 100        | 22,26                    | 22,26                   |
| 13  | 100        | 23,84                    | 23,84                   |
| 14  | 100        | 22,25                    | 22,25                   |
| 15  | 100        | 22,72                    | 22,72                   |
| 16  | 100        | 23,24                    | 23,24                   |
| 17  | 100        | 24,37                    | 24,37                   |
| 18  | 100        | 23,42                    | 23,42                   |
| <b>Promedio</b>   |            |                          | <b>23,25</b>            |
| <b>% Suplemento</b>   |            |                          | <b>44</b>               |
| <b>t. asignado</b>  |            |                          | <b>33.48</b>            |
| <b>t. preparación</b>   |            |                          | <b>1.5</b>              |
| <b>t. tipo</b>  |            |                          | <b>34.98</b>            |
| <b>t. tipo total de la operación: 34.98 min/lavadero</b>                          |            |                          |                         |

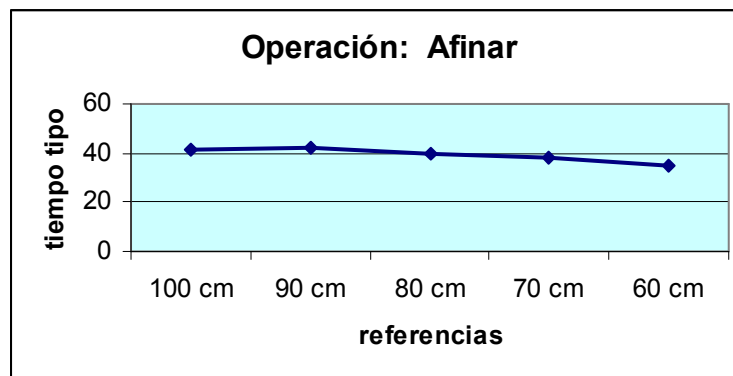
Los suplementos se asignaron así:

|               |            |        |        |                 |                 |                          |               |       |        |           |       |           |
|---------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
|               | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
| <b>Afinar</b> | 5          | 4      | 2      | 2               | 22              | 5                        | 0             | 2     | 0      | 0         | 2     | <b>44</b> |

Al igual que la operación de destroncado el operario debe alistar la pulidora con la piedra correspondiente, para este caso, piedra fina, a si mismo debe colocarse toda la indumentaria antes mencionada. Para ello también se tomó un tiempo de 1.5 minutos.


### Resumen de la operación de afinado

|             | 100 cm   | 90 cm     | 80 cm     | 70 cm     | 60 cm     |
|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tiempo tipo | 41.5 min | 42.35 min | 39.90 min | 37.77 min | 34.98 min |



- **Acabado final**

Para el acabado final, el operario toma 2 lavaderos afinados de distintas medidas, de acuerdo a lo que salga de la operación anterior. Como la combinación de lavaderos está variando, se cronometró el tiempo que tarda el operario en arreglar dos lavaderos, sin tener en cuenta la medida.

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES       |                          |             |     |
|---|------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|-----|
|   |            | MUESTRA                        |                          |             |     |
| Producto: Lavadero en granito   |            | Operación:<br>Acabado<br>final | Fecha: Febrero de 2006   |             |     |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                                | Tamaño lote: 2 lavaderos |             |     |
|   |            |                                | Tiempo: minutos          |             |     |
| Observación   | Valoración | TO                             | TN                       | Combinación |     |
| 1   | 100        | 61,456                         | 61,456                   | 100         | 80  |
| 2   | 100        | 56,9                           | 56,9                     | 60          | 60  |
| 3   | 95         | 56,949                         | 54,102                   | 80          | 80  |
| 4   | 100        | 61,434                         | 61,434                   | 100         | 90  |
| 5   | 110        | 55,694                         | 61,263                   | 100         | 90  |
| 6   | 100        | 58,05                          | 58,05                    | 100         | 70  |
| 7   | 100        | 62,578                         | 62,578                   | 100         | 100 |
| 8   | 105        | 60,121                         | 63,127                   | 60          | 70  |
| 9   | 100        | 62,578                         | 62,578                   | 70          | 70  |
| 10  | 110        | 61,32                          | 67,452                   | 90          | 80  |
| 11  | 95         | 60,665                         | 57,632                   | 90          | 60  |
| 12  | 90         | 63,161                         | 56,845                   | 70          | 70  |
| 13  | 100        | 57,328                         | 57,328                   | 70          | 80  |
| 14  | 100        | 62,034                         | 62,034                   | 80          | 100 |
| 15  | 100        | 59,321                         | 59,321                   | 70          | 60  |
| 16  | 110        | 52,123                         | 57,335                   | 70          | 70  |
| 17  | 120        | 48,676                         | 58,411                   | 70          | 70  |
| 18  | 100        | 60,417                         | 60,417                   | 100         | 60  |
| 19  | 95         | 65,418                         | 62,147                   | 90          | 70  |
| 20  | 100        | 56,61                          | 56,61                    | 90          | 100 |
| 21  | 105        | 52,2                           | 54,81                    | 70          | 60  |
| 22  | 95         | 60,863                         | 57,82                    | 60          | 70  |
| 23  | 100        | 60,68                          | 60,68                    | 80          | 80  |
| 24  | 100        | 56,68                          | 56,68                    | 60          | 70  |
| 25  | 95         | 61,863                         | 58,77                    | 60          | 60  |
| 26  | 100        | 56,13                          | 56,13                    | 80          | 100 |
| 27  | 100        | 60,18                          | 60,18                    | 70          | 100 |
| 28  | 120        | 51,242                         | 61,49                    | 80          | 70  |
| 29  | 100        | 57,88                          | 57,88                    | 60          | 70  |
| 30  | 100        | 61,03                          | 61,03                    | 100         | 60  |
| 31  | 110        | 55                             | 60,5                     | 80          | 70  |
| 32  | 110        | 52,273                         | 57,5                     | 70          | 90  |

|  |     |        |       |     |              |
|--|-----|--------|-------|-----|--------------|
| <b>33</b>  | 105 | 54,629 | 57,36 | 80  | 70           |
| <b>34</b>  | 95  | 59,768 | 56,78 | 60  | 80           |
| <b>35</b>  | 100 | 59,4   | 59,4  | 90  | 70           |
| <b>36</b>  | 120 | 48,892 | 58,67 | 100 | 60           |
| <b>37</b>  | 100 | 57,54  | 57,54 | 70  | 90           |
| <b>38</b>  | 100 | 61,22  | 61,22 | 80  | 100          |
| <b>39</b>  | 100 | 57,68  | 57,68 | 70  | 100          |
| <b>40</b>  | 115 | 53,026 | 60,98 | 80  | 100          |
| <b>41</b>  | 100 | 60,53  | 60,53 | 80  | 80           |
| <b>42</b>  | 110 | 50,1   | 55,11 | 60  | 60           |
| <b>Promedio</b>  |     |        |       |     | <b>59.18</b> |
| <b>% Suplemento</b>  |     |        |       |     | <b>32</b>    |
| <b>t. asignado</b>   |     |        |       |     | <b>78.12</b> |
| <b>t. preparación</b>  |     |        |       |     | <b>-</b>     |
| <b>t. tipo</b>   |     |        |       |     | <b>78.12</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 78.12 min/2 lavaderos.</b> |     |        |       |     |              |
| <b>t. tipo total de la operación: 39.06 min/lavadero.</b>    |     |        |       |     |              |

La asignación de suplementos se hizo de la siguiente manera


|                      | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | Total     |
|----------------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>Acabado final</b> | 5          | 4      | 2      | 0               | 17              | 3                        | 0             | 1     | 0      | 0         | 0     | <b>32</b> |

El tiempo de preparación de esta operación es el aprovisionamiento de los zunchos y cartones que se encuentran muy cerca, actividades que realiza en menos de 20 segundos.

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE TAPAS

- **Fundido tapas**

Esta operación es realizada por dos operarios

|  |                | FORMATO DE OBSERVACIONES |       |               |       |       |                |      |      |                       |      |                        |           |      |      |  |
|---|----------------|--------------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|------|------|-----------------------|------|------------------------|-----------|------|------|--|
|   |                | MUESTRA                  |       |               |       |       |                |      |      |                       |      |                        |           |      |      |  |
| Producto: Tapas en granito  |                |                          |       |               |       |       |                |      |      | Operación:<br>Fundido |      | Fecha: Febrero de 2006 |           |      |      |  |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |                |                          |       |               |       |       |                |      |      |                       |      | Tamaño lote: 1 tapa    |           |      |      |  |
|   |                |                          |       |               |       |       |                |      |      |                       |      | Tiempo: minutos        |           |      |      |  |
| Obs   | engrasar marco |                          |       | engrasar piso |       |       | Colocar mezcla |      |      | esparcir mezcla       |      |                        | Desmoldar |      |      |  |
|   | Val            | TO                       | TN    | Val           | TO    | TN    | Val            | TO   | TN   | val                   | TO   | TN                     |           | TO   | TN   |  |
| 1   | 100            | 0,955                    | 0,955 | 95            | 0,087 | 0,083 | 100            | 0,65 | 0,65 | 100                   | 1,38 | 1,38                   | 100       | 2,67 | 2,67 |  |
| 2   | 100            | 0,785                    | 0,785 | 100           | 0,071 | 0,071 | 100            | 0,53 | 0,53 | 100                   | 1,61 | 1,61                   | 100       | 2,41 | 2,41 |  |
| 3   | 100            | 0,512                    | 0,512 | 100           | 0,101 | 0,101 | 95             | 0,68 | 0,65 | 95                    | 1,75 | 1,66                   | 105       | 0,92 | 0,97 |  |
| 4   | 95             | 0,545                    | 0,518 | 100           | 0,150 | 0,15  | 100            | 0,52 | 0,52 | 100                   | 1,61 | 1,61                   | 100       | 1,47 | 1,47 |  |
| 5   | 100            | 0,670                    | 0,670 | 95            | 0,179 | 0,17  | 110            | 0,53 | 0,59 | 110                   | 1,53 | 1,68                   | 110       | 1,58 | 1,74 |  |
| 6   | 100            | 0,548                    | 0,548 | 100           | 0,072 | 0,072 | 100            | 0,55 | 0,55 | 105                   | 1,83 | 1,92                   | 95        | 1,27 | 1,21 |  |
| 7   | 95             | 0,572                    | 0,544 | 90            | 0,144 | 0,13  | 100            | 0,73 | 0,73 | 100                   | 1,96 | 1,96                   | 90        | 1,34 | 1,21 |  |
| 8   | 90             | 0,726                    | 0,653 | 100           | 0,160 | 0,16  | 105            | 0,60 | 0,63 | 100                   | 1,99 | 1,99                   | 100       | 1,67 | 1,67 |  |
| 9   | 100            | 0,725                    | 0,725 | 100           | 0,240 | 0,24  | 100            | 0,67 | 0,67 | 100                   | 1,74 | 1,74                   | 100       | 2,83 | 2,83 |  |
| 10  | 100            | 0,602                    | 0,602 | 90            | 0,147 | 0,132 | 110            | 0,59 | 0,65 | 100                   | 1,94 | 1,94                   | 105       | 1,70 | 1,79 |  |
| 11  | 90             | 0,766                    | 0,689 | 110           | 0,088 | 0,097 | 95             | 0,56 | 0,53 | 105                   | 1,78 | 1,87                   | 100       | 2,25 | 2,25 |  |

|    |     |       |       |     |       |       |     |      |      |     |      |      |     |      |      |
|----|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|
| 12 | 85  | 0,691 | 0,587 | 110 | 0,155 | 0,17  | 90  | 0,62 | 0,56 | 100 | 1,80 | 1,80 | 100 | 2,41 | 2,41 |
| 13 | 100 | 0,741 | 0,741 | 100 | 0,087 | 0,087 | 100 | 0,55 | 0,55 | 120 | 1,40 | 1,68 | 100 | 1,74 | 1,74 |
| 14 | 105 | 0,620 | 0,651 | 100 | 0,210 | 0,21  | 100 | 0,61 | 0,61 | 95  | 1,83 | 1,74 | 120 | 1,41 | 1,69 |
| 15 | 120 | 0,436 | 0,523 | 90  | 0,211 | 0,19  | 100 | 0,59 | 0,59 | 90  | 1,89 | 1,70 | 100 | 1,91 | 1,91 |
| 16 | 100 | 0,874 | 0,874 | 95  | 0,135 | 0,128 | 110 | 0,67 | 0,74 | 100 | 1,56 | 1,56 | 100 | 2,12 | 2,12 |
| 17 | 100 | 0,624 | 0,624 | 100 | 0,180 | 0,18  | 120 | 0,47 | 0,56 | 90  | 2,12 | 1,91 | 110 | 2,33 | 2,56 |
| 18 | 110 | 0,664 | 0,730 | 100 | 0,124 | 0,124 | 100 | 0,49 | 0,49 | 100 | 1,69 | 1,69 | 110 | 1,54 | 1,69 |
| 19 | 100 | 0,824 | 0,824 | 100 | 0,110 | 0,11  | 95  | 0,63 | 0,60 | 100 | 1,78 | 1,78 | 105 | 1,57 | 1,65 |
| 20 | 100 | 0,687 | 0,687 | 100 | 0,114 | 0,114 | 100 | 0,60 | 0,60 | 100 | 1,58 | 1,58 | 95  | 1,63 | 1,55 |
| 21 | 90  | 0,989 | 0,890 | 100 | 0,170 | 0,17  | 105 | 0,54 | 0,57 | 85  | 2,05 | 1,74 | 100 | 1,85 | 1,85 |
| 22 | 100 | 0,777 | 0,777 | 100 | 0,150 | 0,15  | 95  | 0,71 | 0,67 | 100 | 1,76 | 1,76 | 120 | 1,26 | 1,51 |
| 23 | 120 | 0,533 | 0,640 | 105 | 0,127 | 0,133 | 100 | 0,66 | 0,66 | 100 | 1,43 | 1,43 | 100 | 1,74 | 1,74 |
| 24 | 100 | 0,690 | 0,690 | 100 | 0,260 | 0,26  | 100 | 0,50 | 0,50 | 95  | 1,67 | 1,59 | 100 | 1,95 | 1,95 |
| 25 | 100 | 0,640 | 0,640 | 100 | 0,200 | 0,2   | 95  | 0,61 | 0,58 | 100 | 1,42 | 1,42 | 100 | 2,44 | 2,44 |
| 26 | 105 | 0,486 | 0,510 | 90  | 0,233 | 0,21  | 100 | 0,57 | 0,57 | 100 | 1,74 | 1,74 | 100 | 2,15 | 2,15 |
| 27 | 100 | 0,750 | 0,750 | 100 | 0,091 | 0,091 | 100 | 0,61 | 0,61 | 95  | 1,84 | 1,75 | 105 | 2,37 | 2,49 |
| 28 | 95  | 0,926 | 0,880 | 100 | 0,167 | 0,167 | 120 | 0,54 | 0,65 | 100 | 1,65 | 1,65 | 100 | 2,23 | 2,23 |
| 29 | 100 | 0,930 | 0,930 | 100 | 0,078 | 0,078 | 100 | 0,52 | 0,52 | 90  | 1,78 | 1,60 | 120 | 1,52 | 1,82 |
| 30 | 100 | 0,528 | 0,528 | 100 | 0,230 | 0,23  | 100 | 0,38 | 0,38 | 100 | 1,61 | 1,61 | 100 | 1,39 | 1,39 |
| 31 | 100 | 0,760 | 0,760 | 120 | 0,117 | 0,14  | 110 | 0,70 | 0,77 | 105 | 1,49 | 1,56 | 100 | 1,48 | 1,48 |
| 32 | 120 | 0,514 | 0,617 | 100 | 0,167 | 0,167 | 110 | 0,55 | 0,60 | 110 | 1,49 | 1,64 | 95  | 2,18 | 2,07 |
| 33 | 100 | 0,660 | 0,660 | 100 | 0,096 | 0,096 | 105 | 0,69 | 0,72 | 100 | 1,58 | 1,58 | 100 | 2,24 | 2,24 |
| 34 | 110 | 0,536 | 0,590 | 95  | 0,147 | 0,14  | 95  | 0,59 | 0,56 | 100 | 1,69 | 1,69 | 100 | 2,31 | 2,31 |
| 35 | 85  | 0,702 | 0,597 | 100 | 0,140 | 0,14  | 100 | 0,59 | 0,59 | 95  | 1,87 | 1,78 | 100 | 1,45 | 1,45 |
| 36 | 100 | 0,672 | 0,672 | 100 | 0,210 | 0,21  | 120 | 0,53 | 0,63 | 100 | 1,38 | 1,38 | 100 | 1,86 | 1,86 |
| 37 | 100 | 0,742 | 0,742 | 100 | 0,250 | 0,25  | 100 | 0,56 | 0,56 | 100 | 1,51 | 1,51 | 100 | 1,47 | 1,47 |

|  |     |       |              |     |       |              |     |      |              |     |      |              |     |      |              |
|--|-----|-------|--------------|-----|-------|--------------|-----|------|--------------|-----|------|--------------|-----|------|--------------|
| 38   | 100 | 0,590 | 0,590        | 105 | 0,190 | 0,2          | 100 | 0,58 | 0,58         | 100 | 1,77 | 1,77         | 105 | 1,61 | 1,69         |
| 39   | 100 | 0,760 | 0,760        | 100 | 0,220 | 0,22         | 100 | 0,50 | 0,50         | 120 | 1,13 | 1,36         | 100 | 2,13 | 2,13         |
| 40   | 100 | 0,541 | 0,541        | 95  | 0,067 | 0,064        | 115 | 0,64 | 0,74         | 100 | 1,88 | 1,88         | 100 | 1,63 | 1,63         |
| 41   | 100 | 0,530 | 0,530        | 90  | 0,300 | 0,27         | 100 | 0,69 | 0,69         | 110 | 1,58 | 1,74         | 100 | 1,98 | 1,98         |
| 42   | 95  | 0,821 | 0,780        | 100 | 0,100 | 0,1          | 110 | 0,61 | 0,67         | 85  | 1,67 | 1,42         | 105 | 1,78 | 1,87         |
| 43   | 100 | 0,670 | 0,670        | 100 | 0,153 | 0,153        | 100 | 0,66 | 0,66         | 100 | 1,77 | 1,77         | 100 | 1,97 | 1,97         |
| 44   | 100 | 0,418 | 0,418        | 120 | 0,125 | 0,15         | 100 | 0,65 | 0,65         | 100 | 1,67 | 1,67         | 100 | 1,94 | 1,94         |
| 45   | 90  | 0,742 | 0,668        | 100 | 0,066 | 0,066        | 105 | 0,74 | 0,78         | 115 | 1,44 | 1,66         | 100 | 1,75 | 1,75         |
| 46   | 100 | 0,652 | 0,652        | 85  | 0,215 | 0,183        | 100 | 0,59 | 0,59         | 100 | 1,61 | 1,61         | 100 | 1,75 | 1,75         |
| 47   | 100 | 0,548 | 0,548        | 100 | 0,170 | 0,17         | 95  | 0,59 | 0,56         | 110 | 1,65 | 1,82         | 95  | 2,18 | 2,07         |
| 48   | 100 | 0,669 | 0,669        | 100 | 0,129 | 0,129        | 100 | 0,67 | 0,67         | 100 | 1,68 | 1,68         | 100 | 1,64 | 1,64         |
| 49   | 105 | 0,516 | 0,542        | 100 | 0,067 | 0,067        | 85  | 0,78 | 0,66         | 100 | 1,48 | 1,48         | 100 | 2,25 | 2,25         |
| 50   | 105 | 0,562 | 0,590        | 105 | 0,165 | 0,173        | 100 | 0,69 | 0,69         | 105 | 1,81 | 1,90         | 100 | 1,56 | 1,56         |
| 51   | 95  | 0,682 | 0,648        | 100 | 0,170 | 0,17         | 100 | 0,52 | 0,52         | 100 | 1,72 | 1,72         | 100 | 1,49 | 1,49         |
| 52   | 100 | 0,518 | 0,518        | 100 | 0,138 | 0,138        | 100 | 0,70 | 0,70         | 95  | 1,81 | 1,72         | 100 | 2,08 | 2,08         |
| 53   | 100 | 0,559 | 0,559        | 100 | 0,077 | 0,077        | 80  | 0,70 | 0,56         | 100 | 1,76 | 1,76         | 105 | 2,13 | 2,24         |
| 54   | 105 | 0,610 | 0,640        | 100 | 0,121 | 0,121        | 100 | 0,70 | 0,70         | 85  | 1,98 | 1,68         | 100 | 1,41 | 1,41         |
| 55   | 90  | 0,789 | 0,710        | 100 | 0,060 | 0,06         | 100 | 0,46 | 0,46         | 100 | 1,77 | 1,77         | 95  | 2,31 | 2,19         |
| <b>Promedio</b>                                |     |       | 0,661        |     |       | 0,147        |     |      | 0,609        |     |      | 1,679        |     |      | 1,881        |
| <b>%<br/>Suplemento</b>                        |     |       | <b>23</b>    |     |       | <b>23</b>    |     |      | <b>23</b>    |     |      | <b>23</b>    |     |      | <b>23</b>    |
| <b>t. asignado</b>                             |     |       | <b>0.813</b> |     |       | <b>0.180</b> |     |      | <b>0.749</b> |     |      | <b>2.065</b> |     |      | <b>2.313</b> |
| <b>t. preparación</b>                          |     |       | -            |     |       | -            |     |      | -            |     |      | -            |     |      | -            |
| <b>t. tipo</b>                                 |     |       | <b>0.813</b> |     |       | <b>0.180</b> |     |      | <b>0.749</b> |     |      | <b>2.065</b> |     |      | <b>2.313</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 6.12 min</b> |     |       |              |     |       |              |     |      |              |     |      |              |     |      |              |

Tabla F39: Registro de tiempos de la operación fundir tapas

Los suplementos asignados para esta operación son:

|                     | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|---------------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>fundir tapas</b> | 5          | 4      | 0      | 2               | 7               | 3                        | 0             | 1     | 0      | 1         | 0     | <b>23</b> |

Tabla F39: Suplementos para la operación fundir tapas

- **Destroncar tapas**

La operación a veces la realiza 1 operario y a veces la realizan dos operarios, debido a que el espacio en donde trabajan es muy pequeño. El operario destronca 6, 5 o 4 tapas.

La muestra se tomó con los datos de un operario y 6 tapas, ya que para la nueva planta se ampliará el espacio de los pulidores para que cada uno pueda trabajar individualmente.

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES        |                               |  |
|---|------------|---------------------------------|-------------------------------|--|
|   |            | MUESTRA                         |                               |  |
| <b>Producto:</b> Tapas en granito   |            | <b>Operación:</b><br>Destroncar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006 |  |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 6 tapas   |  |
|   |            |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos        |  |
| Observación   | Valoración | TO                              | TN                            |  |
| 1   | 100        | 8,43                            | 8,43                          |  |
| 2   | 100        | 8,28                            | 8,28                          |  |
| 3   | 90         | 9,28                            | 8,35                          |  |
| 4   | 95         | 8,81                            | 8,37                          |  |

|   |     |       |                     |
|---|-----|-------|---------------------|
| 5   | 105 | 8,30  | 8,71                |
| 6   | 100 | 8,65  | 8,65                |
| 7   | 105 | 7,82  | 8,21                |
| 8   | 100 | 8,13  | 8,13                |
| 9   | 100 | 8,95  | 8,95                |
| 10  | 100 | 8,88  | 8,88                |
| 11  | 110 | 7,95  | 8,75                |
| 12  | 95  | 9,29  | 8,82                |
| 13  | 90  | 9,44  | 8,50                |
| 14  | 10  | 86,30 | 8,63                |
| 15  | 100 | 8,69  | 8,69                |
| 16  | 95  | 8,89  | 8,45                |
| 17  | 100 | 8,30  | 8,30                |
| <b>Promedio</b>                                     |     |       | <b>8.53</b>         |
| <b>% Suplemento</b>                                 |     |       | <b>29</b>           |
| <b>t. asignado</b>                                  |     |       | <b>11</b>           |
| <b>t. preparación</b>                               |     |       | <b>1.5</b>          |
| <b>t. tipo</b>                                      |     |       | <b>12.5/6 tapas</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 2.08 min/tapa</b> |     |       |                     |

Tabla F40: Registro de tiempos para la operación destroncar tapas


La asignación de suplementos se realizó de la siguiente manera

|                         | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|-------------------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>destroncar tapas</b> | 5          | 4      | 2      | 2               | 7               | 5                        | 0             | 2     | 0      | 0         | 2     | <b>29</b> |

Tabla F41: Suplementos para la operación destroncar tapas

Al igual que para destroncar lavaderos el operario debe alistar la pulidora con piedra gruesa y con la indumentaria respectiva. También se tomó un tiempo de preparación de 1.5 minutos

- Retapar tapas

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                        |
|---|------------|--------------------------|------------------------|
|   |            | MUESTRA                  |                        |
| Producto: Tapas en granito  |            | Operación:<br>Retapar    | Fecha: Febrero de 2006 |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                          | Tamaño lote: 1 tapa    |
|   |            |                          | Tiempo: minutos        |
| Observación   | Valoración | TO                       | TN                     |
| 1   | 100        | 0,94                     | 0,94                   |
| 2   | 100        | 1,27                     | 1,27                   |
| 3   | 95         | 1,05                     | 0,95                   |
| 4   | 100        | 0,88                     | 0,88                   |
| 5   | 105        | 1,09                     | 1,14                   |
| 6   | 100        | 1,40                     | 1,40                   |
| 7   | 100        | 1,03                     | 1,03                   |
| 8   | 100        | 1,48                     | 1,48                   |
| 9   | 100        | 0,93                     | 0,93                   |
| 10  | 105        | 0,96                     | 1,01                   |
| 11  | 100        | 0,98                     | 0,98                   |
| 12  | 100        | 1,20                     | 1,20                   |
| 13  | 100        | 1,29                     | 1,29                   |
| 14  | 100        | 0,82                     | 0,82                   |
| 15  | 100        | 1,09                     | 1,09                   |
| 16  | 105        | 1,19                     | 1,25                   |
| 17  | 100        | 0,89                     | 0,89                   |
| 18  | 100        | 1,07                     | 1,07                   |
| 19  | 100        | 0,85                     | 0,85                   |
| 20  | 100        | 0,84                     | 0,84                   |
| 21  | 105        | 1,02                     | 1,07                   |

|   |  |  |             |
|---|--|--|-------------|
| <b>Promedio</b>                                     |  |  | <b>1.07</b> |
| <b>% Suplemento</b>                                 |  |  | <b>22</b>   |
| <b>t. asignado</b>                                  |  |  | <b>1.30</b> |
| <b>t. preparación</b>                               |  |  | <b>1.5</b>  |
| <b>t. tipo</b>                                      |  |  | <b>2.80</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 2.80 min/tapa</b> |  |  |             |

Los suplementos son

|                      |                   |               |               |                        |                        |                                 |                      |              |               |                  |              |              |
|----------------------|-------------------|---------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------|---------------|------------------|--------------|--------------|
|                      | <b>constantes</b> | <b>Fatiga</b> | <b>De pie</b> | <b>Postura anormal</b> | <b>Fuerza muscular</b> | <b>Condiciones Atmosféricas</b> | <b>Concentración</b> | <b>Ruido</b> | <b>Estrés</b> | <b>Monotonía</b> | <b>Tedio</b> | <b>total</b> |
| <b>retapar tapas</b> | 5                 | 4             | 2             | 2                      | 7                      | 0                               | 0                    | 2            | 0             | 0                | 0            | <b>22</b>    |

Al igual que los lavaderos para retapar se debe preparar la mezcla que tarda 1,5 min

- **Afinar tapas**

|   |                   |                                 |                               |           |
|---|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------|
|  |                   | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b> |                               |           |
|   |                   | <b>MUESTRA</b>                  |                               |           |
| <b>Producto:</b> Tapas en granito   |                   | <b>Operación:</b><br>Afinar     | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006 |           |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                   |                                 | <b>Tamaño lote:</b> 6 tapas   |           |
|   |                   |                                 | <b>Tiempo:</b> minutos        |           |
| <b>Observación</b>  | <b>Valoración</b> | <b>TO</b>                       |                               | <b>TN</b> |
| <b>1</b>  | 95                | 95                              |                               | 95        |
| <b>2</b>  | 95                | 95                              |                               | 95        |
| <b>3</b>  | 100               | 100                             |                               | 100       |
| <b>4</b>  | 100               | 100                             |                               | 100       |
| <b>5</b>  | 100               | 100                             |                               | 100       |
| <b>6</b>  | 110               | 110                             |                               | 110       |

|   |  |     |     |                     |
|---|--|-----|-----|---------------------|
| 7   |  | 100 | 100 | 100                 |
| 8   |  | 100 | 100 | 100                 |
| 9   |  | 100 | 100 | 100                 |
| 10  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 11  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 12  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 13  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 14  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 15  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 16  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 17  |  | 105 | 105 | 105                 |
| 18  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 19  |  | 105 | 105 | 105                 |
| 20  |  | 105 | 105 | 105                 |
| 21  |  | 120 | 120 | 120                 |
| 22  |  | 100 | 100 | 100                 |
| 23  |  | 110 | 110 | 110                 |
| <b>Promedio</b>                                     |  |     |     | <b>10.10</b>        |
| <b>% Suplemento</b>                                 |  |     |     | <b>29</b>           |
| <b>t. asignado</b>                                  |  |     |     | <b>13.02</b>        |
| <b>t. preparación</b>                               |  |     |     | <b>1.5</b>          |
| <b>t. tipo</b>                                      |  |     |     | <b>14.5/6 tapas</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 2.42 min/tapa</b> |  |     |     |                     |

La asignación de suplementos se realizó así

|                     | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|---------------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>afinar tapas</b> | 5          | 4      | 2      | 2               | 7               | 5                        | 0             | 2     | 0      | 0         | 2     | <b>29</b> |

Al igual que para afinar lavaderos el operario debe alistar la pulidora con la piedra e indumentaria respectiva. También se tomó un tiempo de preparación de 1.5 minutos

## GRANITO DE MARMOL

La toma de tiempos del granito de mármol se dificultó ya que para determinar el tamaño de lote se deben pesar las piedras que se van a triturar. Este proceso además de ser tedioso, quita tiempo significativo para la producción de la empresa. Por lo tanto, se hicieron 3 tomas formales del tiempo de triturado, tratando de obtener un dato lo más confiable posible.

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES      |                               |        |              |
|--|------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------------|
|  |            | MUESTRA                       |                               |        |              |
| <b>Producto:</b> Granito de mármol   |            | <b>Operación:</b><br>Triturar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006 |        |              |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez  |            |                               | <b>Tamaño lote:</b> 1 ton     |        |              |
|  |            |                               | <b>Tiempo:</b> minutos        |        |              |
| Observación  | Valoración | Triturado                     |                               | Pesaje |              |
|  |            | TO                            | TN                            | TO     | TN           |
| 1  | 100        | 39.05                         | 39,05                         | 6.56   | 6,56         |
| 2  | 100        | 25.39                         | 25,39                         | 6.92   | 6,92         |
| 3  | 100        | 32.45                         | 32,45                         | 6.62   | 6,62         |
| <b>Promedio</b>  |            |                               | <b>32.30</b>                  |        | <b>6.7</b>   |
| <b>% Suplemento</b>  |            |                               | <b>43</b>                     |        | <b>43</b>    |
| <b>t. asignado</b>   |            |                               | <b>46.19</b>                  |        | <b>9.58</b>  |
| <b>t. preparación</b>  |            |                               | <b>45</b>                     |        | <b>2</b>     |
| <b>t. tipo</b>   |            |                               | <b>91.19</b>                  |        | <b>11.58</b> |
| <b>t. tipo total de la operación: 102.77 min/ton</b>                               |            |                               |                               |        |              |

La asignación de suplementos se realizó así

|                 | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|-----------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>Triturar</b> | 5          | 4      | 2      | 0               | 17              | 7                        | 0             | 5     | 0      | 1         | 2     | <b>43</b> |

La preparación para la operación de triturado consiste en el alistamiento de los sacos para empacar el granito procesado cuya duración es en promedio de 2 minutos y el acercamiento de la piedra a la trituradora y partirla de ser necesario operación que se calculó en promedio de 45 minutos por tonelada.

El producto final obtenido en las tres tomas de tiempos fue de

| Obser             | producto final (bultos) |               |               |             |               | total        |               | Merma kg.    |
|-------------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|                   | # 4                     | # 21/2        | # 2           | # 1         | Marmolina     | total bultos | total kilos   |              |
| 1                 | 0                       | 4             | 15            | 3           | 3             | 25,00        | 962           | 38           |
| 2                 | 0,197                   | 4,737         | 13,03         | 2,5         | 4,26          | 24,73        | 953,15        | 46,85        |
| 3                 | 0,2                     | 4,3           | 14            | 3,5         | 3             | 25,00        | 963           | 37           |
| <b>promedio</b>   | <b>0.132</b>            | <b>4.35</b>   | <b>14.01</b>  | <b>3</b>    | <b>3.42</b>   | <b>24.91</b> | <b>959.38</b> | <b>40.62</b> |
| <b>Porcentaje</b> | <b>0.5%</b>             | <b>16.53%</b> | <b>53.24%</b> | <b>12.%</b> | <b>13.68%</b> |              |               | <b>4.05%</b> |


## CORTE DE RETAL DE MÁRMOL

En la operación de corte las piedras que se utilizan son muy grandes y pesadas, además como se van sacado lajazos, no es posible saber que cantidad de producto sale sino hasta que se encarra y se cuenta, por esta razón, se decidió contar el número de metros que se cortan hasta que se llena la carretilla.

La operación se dividió en 2 elementos

1. Cortar retal

2. Encarrar retal

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES    |                               |     |          |
|---|------------|-----------------------------|-------------------------------|-----|----------|
|   |            | MUESTRA                     |                               |     |          |
| <b>Producto:</b> Retal de mármol  |            | <b>Operación:</b><br>Cortar | <b>Fecha:</b> Febrero de 2006 |     |          |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |            |                             | <b>Tamaño lote:</b> 6 metros  |     |          |
|   |            |                             | <b>Tiempo:</b> minutos        |     |          |
| Observación   | Valoración | Corte                       |                               |     | # metros |
|   |            | TO                          | TN                            |     |          |
| 1   | 100        | 64,63                       | 64,63                         | 6   |          |
| 2   | 100        | 67,03                       | 67,03                         | 6   |          |
| 3   | 100        | 65,38                       | 65,38                         | 6   |          |
| 4   | 100        | 65,13                       | 65,13                         | 6,5 |          |
| 5   | 100        | 66,52                       | 66,52                         | 6,3 |          |
| 6   | 100        | 67,35                       | 67,35                         | 6,2 |          |
| 7   | 105        | 65,24                       | 68,5                          | 6,1 |          |
| 8   | 100        | 69,70                       | 69,7                          | 6   |          |
| 9   | 120        | 56,52                       | 67,82                         | 6,4 |          |
| 10  | 110        | 57,48                       | 63,23                         | 6,3 |          |
| 11  | 100        | 66,89                       | 66,89                         | 6,2 |          |
| 12  | 110        | 58,00                       | 63,8                          | 6,4 |          |
| 13  | 110        | 61,55                       | 67,7                          | 6,1 |          |
| 14  | 110        | 61,73                       | 67,9                          | 6   |          |
| 15  | 120        | 56,08                       | 67,3                          | 6,2 |          |
| 16  | 105        | 60,38                       | 63,4                          | 5,9 |          |
| 17  | 100        | 67,30                       | 67,3                          | 6,5 |          |
| 18  | 100        | 63,00                       | 63                            | 5,8 |          |
| 19  | 100        | 67,50                       | 67,5                          | 6,3 |          |
| 20  | 100        | 69,80                       | 69,8                          | 6,1 |          |
| 21  | 120        | 54,58                       | 65,5                          | 6,2 |          |
| 22  | 120        | 53,67                       | 64,4                          | 6,2 |          |
| 23  | 120        | 53,33                       | 64                            | 6,3 |          |
| 24  | 120        | 54,75                       | 65,7                          | 6   |          |

|   |     |       |              |             |
|---|-----|-------|--------------|-------------|
| 25  | 100 | 69,40 | 69,4         | 6,1         |
| <b>Promedio</b>   |     |       | <b>66.36</b> | <b>6.16</b> |
| % Suplemento  |     |       | 33           |             |
| t. asignado   |     |       | 88.25        |             |
| t. preparación  |     |       | 5            |             |
| t. tipo   |     |       | 93.24/6.16 m |             |
| <b>Tiempo tipo total de la operación: 15.14 min/metro</b> |     |       |              |             |

Los suplementos se asignaron de la siguiente manera

|               | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|---------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>Cortar</b> | 5          | 4      | 2      | 2               | 7               | 7                        | 0             | 5     | 0      | 1         | 0     | <b>33</b> |

La preparación de esta operación consiste en subir la piedra a la máquina, cuya operación es necesaria que la hagan dos operarios debido al tamaño y peso de la misma. Se calculó un tiempo promedio de 5 minutos.

|  |            | FORMATO DE OBSERVACIONES |                        |
|---|------------|--------------------------|------------------------|
|   |            | MUESTRA                  |                        |
| Producto: Retal de mármol   |            | Operación:<br>Encarrar   | Fecha: Febrero de 2006 |
| Observado por: Ada Luz Gómez  |            |                          | Tamaño lote: 1 metros  |
|   |            |                          | Tiempo: minutos        |
| Observación   | Valoración | Encarrar                 |                        |
|   |            | TO                       | TN                     |
| 1   | 100        | 1,21                     | 1,21                   |

|                       |     |      |             |
|-----------------------|-----|------|-------------|
| 2                     | 90  | 1,14 | 1,03        |
| 3                     | 100 | 0,84 | 0,84        |
| 4                     | 100 | 1,38 | 1,38        |
| 5                     | 100 | 1,14 | 1,14        |
| 6                     | 100 | 1,19 | 1,19        |
| 7                     | 105 | 1,24 | 1,3         |
| 8                     | 110 | 1,17 | 1,29        |
| 9                     | 120 | 0,96 | 1,15        |
| 10                    | 100 | 1,17 | 1,17        |
| 11                    | 100 | 1,21 | 1,21        |
| 12                    | 100 | 1,39 | 1,39        |
| 13                    | 105 | 0,77 | 0,81        |
| 14                    | 110 | 0,84 | 0,92        |
| 15                    | 100 | 1,27 | 1,27        |
| 16                    | 95  | 1,45 | 1,38        |
| 17                    | 90  | 1,06 | 0,95        |
| 18                    | 100 | 1,40 | 1,4         |
| 19                    | 100 | 1,10 | 1,1         |
| 20                    | 100 | 1,37 | 1,37        |
| 21                    | 105 | 1,09 | 1,14        |
| 22                    | 100 | 1,34 | 1,34        |
| 23                    | 120 | 1,24 | 1,49        |
| 24                    | 100 | 1,15 | 1,15        |
| 25                    | 85  | 1,38 | 1,17        |
| 26                    | 100 | 1,34 | 1,34        |
| 27                    | 90  | 1,07 | 0,96        |
| 28                    | 100 | 1,08 | 1,08        |
| 29                    | 100 | 1,18 | 1,18        |
| 30                    | 100 | 0,95 | 0,95        |
| 31                    | 100 | 0,92 | 0,92        |
| 32                    | 120 | 0,88 | 1,06        |
| <b>Promedio</b>       |     |      | <b>1.17</b> |
| <b>% Suplemento</b>   |     |      | <b>16</b>   |
| <b>t. asignado</b>    |     |      | <b>1.36</b> |
| <b>t. preparación</b> |     |      | <b>-</b>    |
| <b>t. tipo</b>        |     |      | <b>1.36</b> |

**Tiempo tipo total de la operación 1.36/metro**

Los suplementos se asignaron de la siguiente manera

|                 | constantes | Fatiga | De pie | Postura anormal | Fuerza muscular | Condiciones Atmosféricas | Concentración | Ruido | Estrés | Monotonía | Tedio | total     |
|-----------------|------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|--------|-----------|-------|-----------|
| <b>Encarrar</b> | 5          | 4      | 0      | 2               | 2               | 2                        | 0             | 0     | 0      | 1         | 0     | <b>16</b> |



## DIAGRAMA DE RECORRIDO PARA LA ELABORACIÓN DE UN LAVADERO PREFABRICADO EN GRANITO DE MARMOL SECCIÓN PULIDO

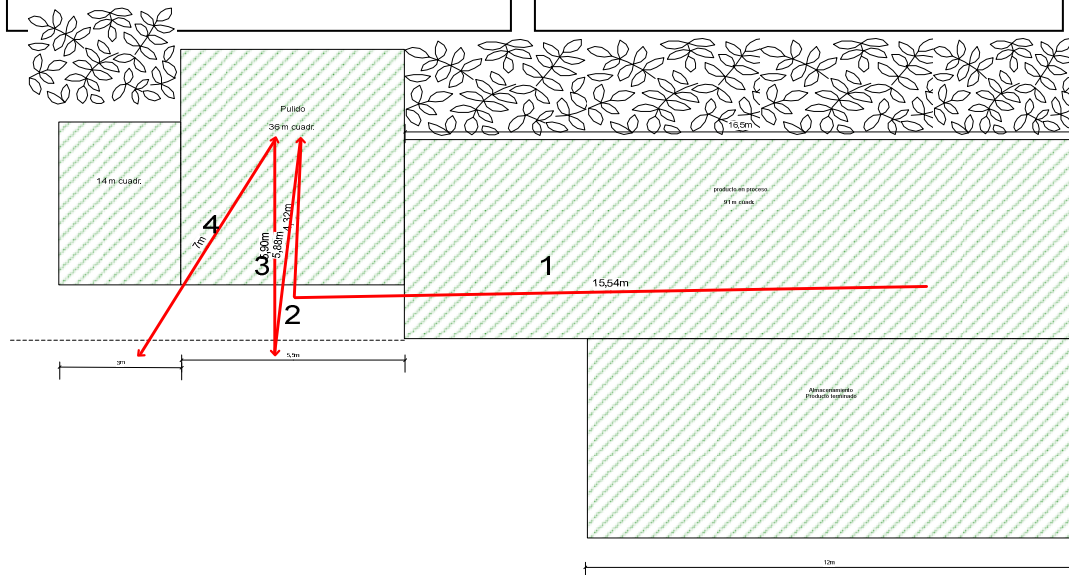
**Producto:** Lavadero prefabricado  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada

**Fecha:** Noviembre de 2005

Hoja: 2 de 3

**Comienza en:** Bodega secado  
**Termina en:** Pulido

**Total metros recorridos: 31,18 m**



1. Recoger el lavadero de la zona de secado y llevarlo a pulido 15,54m
2. Llevar el lavadero destroncado a la zona de retape: 4,32m
3. Mover el lavadero de la zona de retape a pulido: 4,32m
4. Llevar el lavadero afinado a la zona de espera para el acabado: 7m

## DIAGRAMA DE RECORRIDO PARA LA ELABORACIÓN DE UN LAVADERO PREFABRICADO EN GRANITO DE MARMOL SECCIÓN ACABADO FINAL

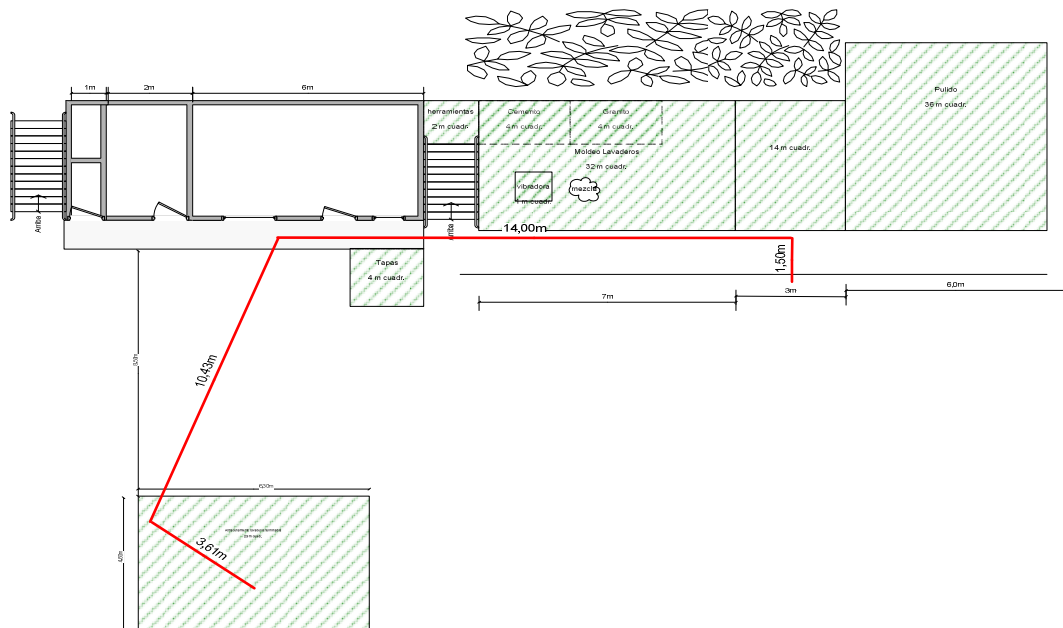
**Producto:** Lavadero prefabricado  
**Elaborado por:** Ada Luz Gómez Ariza  
**Revisado por:** Jaime Moncada

**Fecha:** Noviembre de 2005

Hoja: 3 de 3

**Comienza en:** Pulido  
**Termina en:** Bodega producto terminado

**Total metros recorridos: 59 m**



**1.** Transportar el lavadero de la sección de pulido a la de acabado y luego a la bodega y volver: 59 m

## ANEXO H

**Registro de distancia recorrida y tiempo empleado con nuevo mecanismo de polea diferencial**

|  |                               | <b>FORMATO DE OBSERVACIONES</b>         |                                      |
|---|-------------------------------|---|--------------------------------------|
|   |                               | <b>TRANSPORTES</b>                      |                                      |
| <b>Producto:</b> Lavadero en granito  |                               | <b>Transporte con polea diferencial</b> | <b>Fecha:</b> septiembre de 2006     |
| <b>Observado por:</b> Ada Luz Gómez   |                               |   | <b># observaciones:</b> 10           |
|   |                               |   | <b>Tiempo:</b> segundos              |
| Obs   | Distancia recorrida en metros | Tiempo empleado en segundos             | Velocidad de desplazamiento en m/seg |
| 1   | 3                             | 31                                      | 0,097                                |
| 2   | 3                             | 38                                      | 0,079                                |
| 3   | 3,2                           | 33                                      | 0,097                                |
| 4   | 3,5                           | 40,31                                   | 0,087                                |
| 5   | 3,5                           | 47                                      | 0,074                                |
| 6   | 3,6                           | 31,7                                    | 0,114                                |
| 7   | 4                             | 45,9                                    | 0,087                                |
| 8   | 4                             | 46,32                                   | 0,086                                |
| 9   | 4                             | 49,43                                   | 0,081                                |
| 10  | 4,1                           | 46                                      | 0,089                                |
| <b>Promedio</b>   |                               |   | <b>0.089</b>                         |
| <b>% Suplemento</b>   |                               |   | <b>32</b>                            |

## ANEXO I

### Registro de compra de cemento blanco tipo III

| FECHA     | FACTURA | CANTIDAD<br>(btos) | PROVEEDOR    |
|-----------|---------|--------------------|--------------|
| 05-Ene-06 | 4691    | 30                 | F. la casita |
| 16-Ene-06 | 32378   | 13                 | D. Silva     |
| 17-Ene-06 | 32272   | 20                 | D. Silva     |
| 23-Ene-06 | 5491    | 30                 | F. la casita |
| 26-Ene-06 | 33950   | 25                 | D. Silva     |
| 03-Feb-06 | 35626   | 25                 | D. Silva     |
| 09-Feb-06 | 36563   | 20                 | D. Silva     |
| 13-Feb-06 | 37035   | 25                 | D. Silva     |
| 17-Feb-06 | 37900   | 14                 | D. Silva     |
| 20-Feb-06 | 38225   | 20                 | D. Silva     |
| 25-Feb-06 | 39347   | 30                 | D. Silva     |
| 04-Mar-06 | 845     | 20                 | F. La Casita |
| 04-Mar-06 | 26989   | 40                 | CHP          |
| 08-Mar-06 | 49422   | 20                 | D. Silva     |
| 13-Mar-06 | 803     | 50                 | F. La Casita |
| 24-Mar-06 | 43354   | 20                 | D. Silva     |
| 24-Mar-06 | 27869   | 20                 | RLG          |
| 24-Mar-06 | 44420   | 20                 | D. Silva     |
| 28-Mar-06 | 45018   | 30                 | D. Silva     |
| 07-Abr-06 | 46861   | 30                 | D. Silva     |
| 11-Abr-06 | 47367   | 10                 | Silva        |
| 21-Abr-06 | 49180   | 25                 | D. Silva     |
| 25-Abr-06 | 896     | 70                 | F. La Casita |

|           |       |    |              |
|-----------|-------|----|--------------|
| 26-Abr-06 | 109   | 50 | Alicia Marín |
| 17-May-06 | 177   | 50 | Alicia Marín |
| 17-May-06 | 178   | 50 | Alicia Marín |
| 25-May-06 | 54534 | 10 | D. Silva     |
| 31-May-06 | 55299 | 10 | D. Silva     |
| 03-Jun-06 | 14128 | 50 | F. La Casita |
| 06-Jun-06 | 56862 | 30 | D. Silva     |
| 06-Jun-06 | 988   | 10 | F. La Casita |
| 07-Jun-06 | 999   | 10 | F. La Casita |
| 09-Jun-06 | 1009  | 10 | F. La Casita |
| 12-Jun-06 | 1012  | 20 | F. La Casita |
| 16-Jun-06 | 1033  | 10 | F. La Casita |
| 21-Jun-06 | 1045  | 10 | F. La Casita |
| 22-Jun-06 | 59807 | 20 | D. Silva     |
| 27-Jun-06 | 1063  | 20 | F. La Casita |
| 29-Jun-06 | 315   | 25 | Alicia Marín |

## ANEXO J

### INVENTARIO DE LAVADEROS TERMINADOS

| Fecha     | Referencia |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 100 cm.    | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | Total |
| 01-Nov-05 | -          | -     | -     | 2     | 3     | 5     |
| 02-Nov-05 | 3          | 2     | 2     | 2     | 2     | 11    |
| 03-Nov-05 | 7          | 4     | 3     | 1     | 2     | 17    |
| 04-Nov-05 | 5          | 2     | 2     | 1     | 2     | 12    |
| 05-Nov-05 | 3          | 2     | 2     | -     | 2     | 9     |
| 08-Nov-05 | -          | 2     | 2     | -     | 2     | 6     |
| 09-Nov-05 | -          | 2     | 2     | -     | 1     | 5     |
| 10-Nov-05 | -          | 2     | 2     | -     | -     | 4     |
| 11-Nov-05 | 8          | 8     | 2     | 2     | 11    | 28    |
| 12-Nov-05 | 9          | 9     | 6     | 5     | 11    | 39    |
| 14-Nov-05 | 9          | 8     | 6     | 5     | 11    | 38    |
| 15-Nov-05 | 7          | 4     | 6     | 7     | 13    | 37    |
| 16-Nov-05 | 6          | 2     | 8     | 9     | 11    | 36    |
| 17-Nov-05 | 6          | 4     | 1     | 3     | 10    | 24    |
| 18-Nov-05 | 8          | 3     | 1     | 4     | 13    | 29    |
| 19-Nov-05 | 10         | 5     | 2     | 4     | 12    | 33    |
| 21-Nov-05 | 8          | 3     | 2     | 2     | 12    | 27    |
| 22-Nov-05 | 8          | 5     | 5     | 3     | 10    | 31    |
| 23-Nov-05 | 11         | 1     | 4     | 4     | 10    | 30    |
| 24-Nov-05 | 11         | 2     | 8     | 7     | 12    | 40    |
| 25-Nov-05 | 14         | 2     | 7     | 9     | 13    | 45    |
| 26-Nov-05 | 6          | 4     | 7     | 10    | 10    | 37    |
| 28-Nov-05 | 7          | 4     | 5     | 7     | 11    | 34    |

|           |   |   |   |   |   |    |
|-----------|---|---|---|---|---|----|
| 29-Nov-05 | 7 | 1 | 3 | 6 | 9 | 26 |
| 30-Nov-05 | 7 | 5 | 3 | 6 | 8 | 29 |

| Fecha     | Referencia |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 100 cm     | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | Total |
| 01-Dic-05 | 8          | 6     | 1     | 6     | 10    | 31    |
| 02-Dic-05 | 1          | 7     | 6     | 8     | 12    | 34    |
| 03-Dic-05 | 0          | 10    | 8     | 14    | 2     | 34    |
| 05-Dic-05 | 8          | 10    | 7     | 14    | 1     | 40    |
| 06-Dic-05 | 8          | -     | 6     | 14    | 1     | 29    |
| 07-Dic-05 | 7          | -     | 6     | 13    | 1     | 27    |
| 09-Dic-05 | 8          | 2     | 5     | 9     | 15    | 39    |
| 10-Dic-05 | 4          | 2     | 5     | 13    | 15    | 39    |
| 12-Dic-05 | 14         | 2     | -     | 8     | 14    | 38    |
| 13-Dic-05 | 10         | 1     | -     | 7     | 12    | 30    |
| 14-Dic-05 | 5          | 4     | 5     | 7     | 10    | 31    |
| 15-Dic-05 | 7          | 5     | 5     | 7     | 10    | 34    |
| 16-Dic-05 | 4          | 3     | -     | 5     | 1     | 13    |
| 17-Dic-05 | 2          | 3     | -     | 5     | 1     | 11    |
| 19-Dic-05 | 2          | 5     | 1     | 8     | 1     | 17    |
| 20-Dic-05 | 8          | 6     | 7     | 4     | 4     | 29    |
| 21-Dic-05 | 12         | 7     | 10    | 8     | 5     | 42    |
| 22-Dic-05 | 13         | 7     | 11    | 11    | 5     | 47    |
| 23-Dic-05 | 12         | 7     | 11    | 11    | 5     | 46    |
| 26-Dic-05 | 11         | 7     | 13    | 7     | 6     | 43    |
| 27-Dic-05 | 7          | 7     | 13    | 7     | 6     | 40    |
| 28-Dic-05 | 5          | 6     | 11    | 7     | 5     | 34    |
| 29-Dic-05 | 5          | 6     | 11    | 6     | 4     | 32    |

| Fecha     | Referencia |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 100 cm.    | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | Total |
| 02-Ene-06 | 6          | 6     | 11    | 6     | 4     | 32    |
| 03-Ene-06 | 3          | 1     | 8     | 13    | 2     | 27    |
| 04-Ene-06 | 3          | -     | 6     | 13    | 2     | 24    |
| 05-Ene-06 | 11         | -     | 6     | 13    | -     | 30    |
| 06-Ene-06 | 10         | -     | 6     | 12    | 1     | 29    |
| 07-Ene-06 | 10         | -     | 6     | 12    | 1     | 29    |
| 10-Ene-06 | 12         | -     | 10    | 11    | -     | 33    |
| 11-Ene-06 | 14         | 2     | 12    | 7     | -     | 35    |
| 12-Ene-06 | 6          | 4     | 12    | 7     | 2     | 31    |
| 13-Ene-06 | 6          | 4     | 12    | 7     | 2     | 31    |
| 14-Ene-06 | 11         | 1     | 12    | 7     | 2     | 33    |
| 16-Ene-06 | 13         | 2     | 10    | 4     | 3     | 32    |
| 17-Ene-06 | 10         | 2     | 11    | 3     | 4     | 28    |
| 18-Ene-06 | 10         | 5     | 11    | 5     | 5     | 36    |
| 19-Ene-06 | 6          | 5     | 9     | 5     | 5     | 30    |
| 20-Ene-06 | 6          | 4     | 8     | 4     | 6     | 28    |
| 21-Ene-06 | 7          | 4     | 7     | 4     | -     | 22    |
| 23-Ene-06 | 2          | 5     | 2     | 13    | 1     | 23    |
| 24-Ene-06 | -          | 3     | 1     | 10    | 3     | 27    |
| 25-Ene-06 | -          | 2     | -     | 8     | 7     | 17    |
| 26-Ene-06 | 2          | 2     | 1     | 8     | -     | 13    |
| 27-Ene-06 | 6          | 3     | 2     | 2     | -     | 13    |
| 28-Ene-06 | 7          | 3     | 2     | 1     | -     | 13    |
| 30-Ene-06 | 3          | 3     | 1     | 7     | -     | 14    |
| 31-Ene-06 | 1          | 3     | -     | 2     | 2     | 8     |

| Fecha     | Referencia |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 100 cm.    | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | Total |
| 01-Feb-06 | -          | 3     | -     | 3     | 2     | 8     |
| 02-Feb-06 | 3          | 3     | 2     | 4     | 3     | 15    |
| 03-Feb-06 | 1          | 4     | -     | 3     | 6     | 14    |
| 04-Feb-06 | 2          | 3     | 1     | 2     | 6     | 14    |
| 06-Feb-06 | 3          | 2     | 5     | 3     | 6     | 19    |
| 07-Feb-06 | -          | -     | 3     | 1     | -     | 4     |
| 08-Feb-06 | 1          | 1     | 2     | -     | -     | 4     |
| 09-Feb-06 | 1          | 1     | 4     | 2     | -     | 8     |
| 10-Feb-06 | 2          | 2     | 4     | 2     | 1     | 11    |
| 11-Feb-06 | -          | -     | 4     | 2     | 1     | 7     |
| 13-Feb-06 | -          | -     | -     | -     | -     | -     |
| 14-Feb-06 |            | -     | 1     | -     | -     | 1     |
| 15-Feb-06 | 1          | -     | 1     | -     | 2     | 4     |
| 16-Feb-06 | -          | -     | -     | -     | 2     | 2     |
| 17-Feb-06 | -          | 1     | -     | 2     | -     | 3     |
| 18-Feb-06 | 1          | 3     | 1     | 4     | -     | 9     |
| 20-Feb-06 | -          | -     | 1     | -     | -     | 1     |
| 21-Feb-06 | 2          | -     | -     | 1     | -     | 3     |
| 22-Feb-06 | 5          | 1     | 4     | 3     | 2     | 15    |
| 23-Feb-06 | 6          | 4     | 5     | 4     | 1     | 20    |
| 24-Feb-06 | 1          | -     | 1     | 4     | 0     | 5     |
| 25-Feb-06 | 3          | 1     | 1     | 1     | 1     | 7     |
| 27-Feb-06 | -          | -     | 2     | 1     | 4     | 7     |
| 28-Feb-06 | 3          | 3     | 3     | -     | 1     | 10    |

| Fecha     | Referencia |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 100 cm     | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | total |
| 1-mar-06  | 0          | 6     | 1     | 3     | 0     | 10    |
| 2-mar-06  | 5          | 0     | 2     | 3     | 3     | 13    |
| 3-mar-06  | 5          | 2     | 0     | 3     | 2     | 12    |
| 4-mar-06  | 1          | 0     | 2     | 0     | 0     | 3     |
| 6-mar-06  | 1          | 3     | 2     | 2     | 4     | 12    |
| 7-mar-06  | 5          | 1     | 2     | 0     | 0     | 8     |
| 8-mar-06  | 2          | 3     | 3     | 0     | 0     | 8     |
| 9-mar-06  | 4          | 4     | 5     | 2     | 0     | 15    |
| 10-mar-06 | 3          | 2     | 2     | 1     | 0     | 8     |
| 11-mar-06 | 0          | 1     | 2     | 1     | 3     | 7     |
| 13-mar-06 | 3          | 1     | 3     | 0     | 2     | 9     |
| 14-mar-06 | 7          | 1     | 3     | 0     | 3     | 14    |
| 15-mar-06 | 1          | 3     | 2     | 2     | 2     | 10    |
| 16-mar-06 | 2          | 3     | 4     | 4     | 2     | 15    |
| 17-mar-06 | 2          | 2     | 2     | 6     | 0     | 12    |
| 18-mar-06 | 4          | 1     | 1     | 0     | 1     | 7     |
| 21-mar-06 | 3          | 2     | 2     | 3     | 4     | 14    |
| 22-mar-06 | 5          | 0     | 0     | 6     | 2     | 13    |
| 23-mar-06 | 3          | 5     | 2     | 0     | 4     | 14    |
| 24-mar-06 | 6          | 0     | 2     | 0     | 5     | 13    |
| 25-mar-06 | 3          | 0     | 1     | 0     | 2     | 6     |
| 27-mar-06 | 3          | 1     | 5     | 0     | 2     | 11    |
| 28-mar-06 | 0          | 2     | 1     | 9     | 0     | 12    |
| 29-mar-06 | 5          | 6     | 0     | 0     | 3     | 14    |
| 30-mar-06 | 1          | 3     | 3     | 0     | 5     | 12    |
| 31-mar-06 | 7          | 1     | 2     | 2     | 0     | 12    |

| Fecha     | Referencia |       |       |       |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 100 cm     | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | Total |
| 1-abr-06  | 11         | 0     | 2     | 0     | 3     | 16    |
| 3-abr-06  | 12         | 3     | 4     | 0     | 3     | 22    |
| 4-abr-06  | 11         | 3     | 3     | 0     | 3     | 20    |
| 5-abr-06  | 14         | 5     | 2     | 1     | 5     | 27    |
| 6-abr-06  | 13         | 7     | 3     | 2     | 3     | 28    |
| 7-abr-06  | 13         | 7     | 7     | 2     | 5     | 34    |
| 8-abr-06  | 12         | 7     | 7     | 4     | 4     | 34    |
| 10-abr-06 | 6          | 4     | 7     | 4     | 3     | 24    |
| 11-abr-06 | 8          | 4     | 5     | 2     | 3     | 22    |
| 12-abr-06 | 7          | 4     | 7     | 2     | 3     | 23    |
| 15-abr-06 | 10         | 4     | 7     | 2     | 3     | 26    |
| 17-abr-06 | 4          | 5     | 7     | 2     | 4     | 22    |
| 18-abr-06 | 8          | 1     | 8     | 4     | 3     | 24    |
| 19-abr-06 | 10         | 1     | 6     | 5     | 1     | 23    |
| 20-abr-06 | 8          | 7     | 8     | 2     | 1     | 26    |
| 21-abr-06 | 1          | 3     | 3     | 2     | 2     | 11    |
| 22-abr-06 | 2          | 4     | 2     | 2     | 3     | 13    |
| 24-abr-06 | 4          | 5     | 2     | 3     | 5     | 19    |
| 25-abr-06 | 4          | 2     | 5     | 4     | 4     | 19    |
| 26-abr-06 | 1          | 3     | 6     | 5     | 6     | 21    |
| 27-abr-06 | 1          | 4     | 7     | 5     | 5     | 22    |
| 28-abr-06 | 4          | 2     | 8     | 8     | 6     | 28    |
| 29-abr-06 | 4          | 4     | 11    | 10    | 6     | 35    |

| Fecha    | Referencias |       |       |       |       |       |
|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | 100 cm      | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | total |
| 2-may-06 | 0           | 0     | 4     | 1     | 7     | 12    |

|           |    |   |    |   |   |    |
|-----------|----|---|----|---|---|----|
| 3-may-06  | 1  | 0 | 3  | 1 | 6 | 11 |
| 4-may-06  | 3  | 1 | 4  | 1 | 6 | 15 |
| 5-may-06  | 3  | 2 | 6  | 4 | 2 | 17 |
| 6-may-06  | 3  | 0 | 8  | 2 | 2 | 15 |
| 8-may-06  | 0  | 0 | 8  | 0 | 1 | 9  |
| 9-may-06  | 1  | 0 | 8  | 1 | 4 | 14 |
| 10-may-06 | 3  | 0 | 7  | 4 | 6 | 20 |
| 11-may-06 | 6  | 0 | 6  | 4 | 5 | 21 |
| 12-may-06 | 6  | 0 | 4  | 5 | 3 | 18 |
| 13-may-06 | 6  | 2 | 6  | 2 | 3 | 19 |
| 15-may-06 | 8  | 2 | 6  | 0 | 3 | 19 |
| 16-may-06 | 1  | 0 | 4  | 2 | 0 | 7  |
| 17-may-06 | 1  | 2 | 5  | 4 | 0 | 12 |
| 18-may-06 | 1  | 1 | 7  | 3 | 0 | 12 |
| 19-may-06 | 3  | 1 | 6  | 4 | 2 | 16 |
| 20-may-06 | 3  | 1 | 7  | 4 | 2 | 17 |
| 22-may-06 | 1  | 0 | 8  | 2 | 2 | 13 |
| 23-may-06 | 4  | 1 | 7  | 6 | 4 | 22 |
| 24-may-06 | 2  | 7 | 3  | 9 | 5 | 26 |
| 25-may-06 | 4  | 4 | 7  | 9 | 4 | 28 |
| 26-may-06 | 7  | 4 | 11 | 9 | 2 | 33 |
| 27-may-06 | 4  | 4 | 11 | 9 | 0 | 28 |
| 30-may-06 | 3  | 2 | 12 | 9 | 1 | 27 |
| 31-may-06 | 10 | 3 | 10 | 2 | 1 | 26 |

| Fecha    | Referencia |       |       |       |       |       |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | 100 cm     | 90 cm | 80 cm | 70 cm | 60 cm | total |
| 1-jun-06 | 8          | 1     | 10    | 0     | 0     | 19    |
| 2-jun-06 | 0          | 0     | 2     | 6     | 2     | 10    |

|           |    |   |   |   |   |    |
|-----------|----|---|---|---|---|----|
| 3-jun-06  | 2  | 0 | 2 | 7 | 2 | 13 |
| 5-jun-06  | 8  | 0 | 2 | 7 | 2 | 19 |
| 6-jun-06  | 6  | 2 | 5 | 0 | 1 | 14 |
| 7-jun-06  | 3  | 3 | 5 | 0 | 1 | 12 |
| 8-jun-06  | 1  | 0 | 6 | 7 | 1 | 15 |
| 9-jun-06  | 2  | 1 | 2 | 7 | 1 | 13 |
| 10-jun-06 | 2  | 1 | 2 | 5 | 0 | 10 |
| 12-jun-06 | 1  | 0 | 2 | 8 | 3 | 14 |
| 13-jun-06 | 1  | 2 | 5 | 1 | 2 | 11 |
| 14-jun-06 | 2  | 2 | 2 | 0 | 1 | 7  |
| 15-jun-06 | 0  | 0 | 5 | 0 | 2 | 7  |
| 16-jun-06 | 1  | 6 | 5 | 0 | 1 | 13 |
| 17-jun-06 | 2  | 5 | 5 | 0 | 1 | 13 |
| 20-jun-06 | 2  | 4 | 4 | 0 | 1 | 11 |
| 21-jun-06 | 3  | 3 | 4 | 8 | 1 | 19 |
| 22-jun-06 | 6  | 4 | 6 | 1 | 1 | 18 |
| 23-jun-06 | 4  | 0 | 4 | 0 | 0 | 8  |
| 24-jun-06 | 5  | 0 | 4 | 1 | 0 | 10 |
| 27-jun-06 | 5  | 1 | 4 | 1 | 0 | 11 |
| 28-jun-06 | 3  | 3 | 2 | 1 | 2 | 11 |
| 29-jun-06 | 7  | 2 | 3 | 1 | 0 | 13 |
| 30-jun-06 | 11 | 1 | 5 | 1 | 2 | 20 |

## ANEXO K

### REGISTRO DE COMPRA DE RAJON

#### REGISTRO DE COMPRA DE RAJÓN BLANCO CORRIENTE

| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD</b><br><b>kg</b> | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|------------------------------|------------------|
| 25 mar 06    | 36.520                       | Oscar Prada      |
| 4 may 06     | 12.900                       | Luis Moreno      |
| 9 may 06     | 12.230                       | Luis Moreno      |
| 17 may 06    | 9.090                        | Luis Moreno      |
| 3 jun 06     | 35.100                       | Oscar Prada      |
| 20 jul 06    | 35.150                       | Oscar Prada      |
| 25 jul 06    | 45.340                       | Oscar Prada      |

Los pedidos son en promedio 35.000 kg por viaje y aproximadamente uno al mes

#### REGISTRO DE COMPRA DE RAJÓN PERLATTO

| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD</b><br><b>kg</b> | <b>PROVEEDOR</b>  |
|--------------|------------------------------|-------------------|
| 18 feb 06    | 10.000                       | Martín Jiménez    |
| 18 abr 06    | 12.910                       | Humberto Martínez |
| 20 jun 06    | 12.220                       | Martín Jiménez    |

Pedidos en promedio de 11.000 kg cada 2 meses

#### REGISTRO DE COMPRA DE RAJÓN ROSADO BARAYA

| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD</b><br><b>kg</b> | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|------------------------------|------------------|
|--------------|------------------------------|------------------|

|           |       |             |
|-----------|-------|-------------|
| 30 may 06 | 9300  | Luis Moreno |
| 5 jun 06  | 9370  | Luis Moreno |
| 21 jun 06 | 10100 | Luis Moreno |
| 24 jun 06 | 10400 | Luis Moreno |
| 30 jun 06 | 11200 | Luis Moreno |
| 10 jul 06 | 10230 | Luis Moreno |
| 21 jul 06 | 11520 | Luis Moreno |

Pedidos en promedio de 10.000 kg, 2 viajes al mes.

#### **REGISTRO DE COMPRAS DE RAJÓN AMARILLO**

| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD</b><br>kg | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|-----------------------|------------------|
| 06-Ene-06    | 11.530                | Carlos Torra     |
| 13-Ene-06    | 10.500                | Carlos Torra     |
| 19-Ene-06    | 11.740                | Carlos Torra     |
| 22-Feb-06    | 10.050                | Carlos Torra     |
| 30-Mar-06    | 10.420                | Carlos Torra     |
| 30-Mar-06    | 8.270                 | Luis Moreno      |
| 10-May-06    | 10.780                | Carlos Torra     |
| 06-Jun-06    | 11.290                | Carlos Torra     |
| 11-Jul-06    | 10.580                | Carlos Torra     |
| 14-Jul-06    | 12.620                | Carlos Torra     |

Pedidos entre 8000 y 12000 kg, en promedio 2 viajes al mes.

#### **REGISTRO DE COMPRAS DE RAJÓN NEGRO**

| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD</b><br>kg | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|-----------------------|------------------|
|--------------|-----------------------|------------------|

|           |        |             |
|-----------|--------|-------------|
| 15-Feb-06 | 11.360 | Luis Moreno |
| 16-Feb-06 | 12.220 | Luis Moreno |
| 18-May-06 | 12.300 | Luis Moreno |

Pedidos de 10000 a 12000 kg, cada 3 meses.

### REGISTRO DE COMPRAS DE RAJÓN BLANCO GRIS

| FECHA     | CANTIDAD | PROVEEDOR        |
|-----------|----------|------------------|
|           | kg       |                  |
| 08-Feb-06 | 18.360   | Alberto Arias    |
| 11-Feb-06 | 2000     | Alberto Arias    |
| 06-Mar-06 | 20.330   | Henry Florez     |
| 10-Mar-06 | 20.680   | Ramón Villamizar |
| 13-Mar-06 | 19.770   | Henry Florez     |
| 10-Abr-06 | 18.520   | Henry Florez     |
| 20-May-06 | 12.470   | Luis Moreno      |
| 01-Jun-06 | 18.620   | Henry Florez     |
| 29-Jun-06 | 20.320   | Ramón Villamizar |
| 30-Jun-06 | 17.670   | Henry Florez     |

## ANEXO L

### REGISTRO DE COMPRA DE SACOS

| FECHA     | CANTIDAD | PROVEEDOR      |
|-----------|----------|----------------|
| 4 ene 06  | 668      | Daniel Bueno   |
| 14 ene 06 | 770      | Daniel Bueno   |
| 23 ene 06 | 600      | Daniel Bueno   |
| 3 feb 06  | 450      | Jorge Buitrago |
| 10 feb 06 | 800      | Daniel Bueno   |
| 17 feb 06 | 800      | Daniel Bueno   |
| 8 mar 06  | 676      | Daniel Bueno   |
| 20 mar 06 | 1150     | Daniel Bueno   |
| 13 may 06 | 2600     | Daniel Bueno   |
| 7 jun 06  | 600      | Daniel Bueno   |
| 20 jun 06 | 1100     | Depósito 24    |
| 1 jul 06  | 600      | Daniel Bueno   |
| 7 jul 06  | 2000     | Juvenal Vargas |
| 10 jul 06 | 528      | Daniel Bueno   |

## ANEXO M

### REGISTRO DE COMPRA DE GRANITO BLANCO HUILA

| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD</b><br><b>bultos</b> | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|----------------------------------|------------------|
| 20 feb 06    | 270                              | Consuelo Tamayo  |
| 19 mar 06    | 50                               | Elsy Pastrana    |
| 27 abr 06    | 165                              | Elsy Pastrana    |
| 3 jun 06     | 200                              | Elsy Pastrana    |
| 16 jun 06    | 452                              | Elsy Pastrana    |
| 5 jul 06     | 455                              | Elsy Pastrana    |

Pedidos de entre 250 y 450 bultos por mes.

## ANEXO N

### REGISTRO DE COMPRAS DE RAJÓN HUILA Y CORALINA

| <b>FECHA</b> | <b>Color</b> | <b>CANTIDAD<br/>bultos</b> | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|--------------|----------------------------|------------------|
| 19 ene 06    | Rosado       | 11000                      | Elsy Pastrana    |
| 19 ene 06    | Rosado       | 10100                      | Elsy Pastrana    |
| 19 ene 06    | Beige        | 1000                       | Elsy Pastrana    |
| 19 mar 06    | Rosado       | 10560                      | Elsy Pastrana    |
| 19 mar 06    | Beige        | 7490                       | Elsy Pastrana    |
| 27 abr 06    | Blanco       | 10395                      | Elsy Pastrana    |
| 27 abr 06    | Beige        |                            | Elsy Pastrana    |
| 27 abr 06    | Rosado       | 12270                      | Elsy Pastrana    |
| 3 jun 06     | Mandarina    | 13340                      | Elsy Pastrana    |
| 20 jun 06    | Blanco       |                            | Elsy Pastrana    |
| 20 jun 06    | 7Rosado      |                            | Elsy Pastrana    |
| 20 jun 06    | Rosado       | 36220                      | Elsy Pastrana    |


Pedidos variables de 10.000 kg en promedio por color


### REGISTRO DE COMPRA DE CORALINA


| <b>FECHA</b> | <b>CANTIDAD<br/>bultos</b> | <b>PROVEEDOR</b> |
|--------------|----------------------------|------------------|
| 26 ene 06    | 14020                      | Jose Aguilar     |
| 30 mar 06    | 12140                      | Juan Jiménez     |
| 18 ago 06    | 10680                      | Martín Jimenez   |


Pedidos variables de 12.000 kg en promedio


**ANEXO O**  
**HOJAS DE VIDA DE LAS MÁQUINAS**


|  |  |  |  |                                   |                          |                   |
|--|--|--|--|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| <br><b>MÁRMOLES Y BLOQUES</b> |  | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |  |                                   | <b>No.</b><br><b>001</b> |                   |
| <b>Nombre del equipo</b>   |  |  |  | <b>Código</b>                     |                          |                   |
| Mezcladora de trompo   |  |  |  | FUME01                            |                          |                   |
| <b>Referencia</b>  |  | <b>Marca</b>   |  | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b>  |
|  |  |  |  |                                   |                          | Fundido lavaderos |
| <b>Fabricante</b>  |  |  |  | <b>Proveedor</b>                  |                          |                   |
| Luna Jimenez   |  |  |  |                                   |                          |                   |
| <b>Fecha de compra</b>   |  |  |  | <b>Valor</b>                      |                          |                   |
|  |  |  |  |                                   |                          |                   |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>   |  | <b>Tiempo de garantía</b>  |  | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                   |
|  |  |  |  |                                   |                          |                   |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>   |  |  |  |                                   |                          |                   |
| Agua, electricidad   |  |  |  |                                   |                          |                   |
| <b>Especificaciones del motor</b>  |  |  |  |                                   |                          |                   |
| <b>Marca</b>   |  | <b>No.</b>   |  | <b>Código</b>                     |                          | <b>Tipo</b>       |
| Simens   |  | 37B01  |  | 423                               |                          | Trifásico         |
| <b>V</b>   |  | <b>A</b>   |  | <b>Peso</b>                       |                          | <b>rpm</b>        |
| 230-480  |  | 60   |  | 1 ton                             |                          | 1725              |
| <b>Caraterísticas específicas</b>  |  |  |  |                                   |                          |                   |
| <b>Alto</b>  |  | 1,60 m   |  | <b>Largo</b>                      |                          | 2 m               |
|  |  |  |  | <b>Ancho</b>                      |                          | 1,20 m            |
| <b>Responsable del equipo</b>  |  |  |  | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                   |
|  |  |  |  |                                   |                          |                   |
|  |  |  |  |                                   |                          |                   |


|   |       |  |         |                                   |                          |                   |
|---|-------|--|---------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| <br>MÁRMOLES Y BLOQUES |       | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |         |                                   | <b>No.</b><br><b>002</b> |                   |
| <b>Nombre del equipo</b>  |       |  |         | <b>Código</b>                     |                          |                   |
| Vibro-compactador   |       |  |         | FUVI01                            |                          |                   |
| <b>Referencia</b>   |       | <b>Marca</b>   |         | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b>  |
|   |       |  |         |                                   |                          | Fundido lavaderos |
| <b>Fabricante</b>   |       |  |         | <b>Proveedor</b>                  |                          |                   |
| Taller Escobar Ltda   |       |  |         |                                   |                          |                   |
| <b>Fecha de compra</b>  |       |  |         | <b>Valor</b>                      |                          |                   |
|   |       |  |         |                                   |                          |                   |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>  |       | <b>Tiempo de garantía</b>  |         | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                   |
|   |       |  |         |                                   |                          |                   |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>                                    |       |  |         |                                   |                          |                   |
| Electricidad  |       |  |         |                                   |                          |                   |
| <b>Especificaciones del motor</b>   |       |  |         |                                   |                          |                   |
| <b>Marca</b>  |       | <b>No.</b>   |         | <b>Código</b>                     |                          | <b>Tipo</b>       |
| Simens  |       |  |         |                                   |                          | Monofásico        |
| <b>V</b>  |       | <b>A</b>   |         | <b>Peso</b>                       |                          | <b>rpm</b>        |
| 230   |       |  |         | 40 Kg                             |                          |                   |
| <b>Caraterísticas específicas</b>   |       |  |         |                                   |                          |                   |
| <b>Alto</b>   | 50 cm | <b>Largo</b>   | 1, 20 m |                                   | <b>Ancho</b>             | 70 cm             |
| <b>Responsable del equipo</b>   |       |  |         | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                   |
|   |       |  |         |                                   |                          |                   |
|   |       |  |         |                                   |                          |                   |

|   |            |  |               |                                   |                          |                  |
|---|------------|--|---------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| <br>MÁRMOLES Y BLOQUES |            | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |               |                                   | <b>No.</b><br><b>003</b> |                  |
|   |            |  |               |                                   |                          |                  |
| <b>Nombre del equipo</b>  |            |  |               | <b>Código</b>                     |                          |                  |
| Cortadora   |            |  |               | COCO01                            |                          |                  |
| <b>Referencia</b>   |            | <b>Marca</b>   |               | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b> |
|   |            |  |               |                                   |                          | Corte            |
| <b>Fabricante</b>   |            |  |               | <b>Proveedor</b>                  |                          |                  |
| Alberto Reyes   |            |  |               | Alberto Reyes                     |                          |                  |
| <b>Fecha de compra</b>  |            |  |               | <b>Valor</b>                      |                          |                  |
|   |            |  |               |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>  |            | <b>Tiempo de garantía</b>  |               | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                  |
|   |            |  |               |                                   |                          |                  |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>                                    |            |  |               |                                   |                          |                  |
| Agua, electricidad  |            |  |               |                                   |                          |                  |
| <b>Especificaciones del motor</b>   |            |  |               |                                   |                          |                  |
| <b>Marca</b>  | <b>No.</b> |  | <b>Código</b> |                                   | <b>Tipo</b>              | <b>Pot</b>       |
| General Electric  | NP83391    |  |               |                                   | Trifásico                | 30 hp            |
| <b>V</b>  | <b>A</b>   |  | <b>Peso</b>   |                                   | <b>rpm</b>               | <b>Fase</b>      |
| 230-480   |            |  | 250 kg        |                                   |                          |                  |
| <b>Caraterísticas específicas</b>   |            |  |               |                                   |                          |                  |
| <b>Alto</b>   | 1.70 m     |  | <b>Largo</b>  | 3 m                               |                          | <b>Ancho</b> 2 m |
| <b>Responsable del equipo</b>   |            |  |               | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                  |
| Jose Antonio Cadena   |            |  |               |                                   |                          |                  |
|   |            |  |               |                                   |                          |                  |
|   |            |  |               |                                   |                          |                  |

|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
|---|--|--|--|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
|  |  | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |  |                                   | <b>No.</b><br><b>004</b> |                  |
| <b>Nombre del equipo</b>  |  |  |  | <b>Código</b>                     |                          |                  |
| Trituradora de granito  |  |  |  | TRTR01                            |                          |                  |
| <b>Referencia</b>   |  | <b>Marca</b>   |  | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b> |
|   |  |  |  |                                   |                          | Triturado        |
| <b>Fabricante</b>   |  |  |  | <b>Proveedor</b>                  |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha de compra</b>  |  |  |  | <b>Valor</b>                      |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>  |  | <b>Tiempo de garantía</b>  |  | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>              |  |  |  |                                   |                          |                  |
| Electricidad  |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Especificaciones del motor</b>   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Marca</b>  |  | <b>No.</b>   |  | <b>Código</b>                     |                          | <b>Pot</b>       |
|   |  |  |  |                                   |                          | 11 hp            |
| <b>V</b>  |  | <b>A</b>   |  | <b>Peso</b>                       |                          | <b>rpm</b>       |
| 230 - 480   |  |  |  | 250 kg                            |                          | 95               |
| <b>Caraterísticas específicas</b>   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Alto</b>   |  | <b>Largo</b>   |  | <b>Ancho</b>                      |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Responsable del equipo</b>   |  |  |  | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |

|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
|---|--|--|--|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| <br>MÁRMOLES Y BLOQUES |  | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |  |                                   | <b>No.</b><br><b>005</b> |                  |
| <b>Nombre del equipo</b>  |  |  |  | <b>Código</b>                     |                          |                  |
| Clasificador  |  |  |  | TRCL01                            |                          |                  |
| <b>Referencia</b>   |  | <b>Marca</b>   |  | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b> |
|   |  |  |  |                                   |                          | Triturado        |
| <b>Fabricante</b>   |  |  |  | <b>Proveedor</b>                  |                          |                  |
| Alberto Reyes   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha de compra</b>  |  |  |  | <b>Valor</b>                      |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>  |  | <b>Tiempo de garantía</b>  |  | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>                                    |  |  |  |                                   |                          |                  |
| Electricidad  |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Especificaciones del motor</b>   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Marca</b>  |  | <b>No.</b>   |  | <b>Código</b>                     |                          | <b>Pot</b>       |
|   |  |  |  |                                   |                          | 3 hp             |
| <b>V</b>  |  | <b>A</b>   |  | <b>Peso</b>                       |                          | <b>rpm</b>       |
| 230 – 480   |  |  |  | 150 kg                            |                          |                  |
| <b>Caraterísticas específicas</b>   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Alto</b>   |  | <b>Largo</b>   |  | <b>Ancho</b>                      |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Responsable del equipo</b>   |  |  |  | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |

|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
|---|--|--|--|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
|  |  | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |  |                                   | <b>No.</b><br><b>006</b> |                  |
| <b>Nombre del equipo</b>  |  |  |  | <b>Código</b>                     |                          |                  |
| Pulidora  |  |  |  | PLPU01                            |                          |                  |
| <b>Referencia</b>   |  | <b>Marca</b>   |  | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b> |
|   |  |  |  | DW494                             |                          | Pulido lavaderos |
| <b>Fabricante</b>   |  |  |  | <b>Proveedor</b>                  |                          |                  |
| Dwalt   |  |  |  | Odin Ltda                         |                          |                  |
| <b>Fecha de compra</b>  |  |  |  | <b>Valor</b>                      |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>  |  | <b>Tiempo de garantía</b>  |  | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                  |
|   |  | 3 años   |  |                                   |                          |                  |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>              |  |  |  |                                   |                          |                  |
| Electricidad  |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Especificaciones del motor</b>   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Marca</b>  |  | <b>No.</b>   |  | <b>Código</b>                     |                          | <b>Pot</b>       |
|   |  |  |  |                                   |                          | 250 W            |
| <b>V</b>  |  | <b>A</b>   |  | <b>Peso</b>                       |                          | <b>rpm</b>       |
|   |  |  |  | 5 kg                              |                          | 3000             |
| <b>Caraterísticas específicas</b>   |  |  |  |                                   |                          |                  |
| <b>Alto</b>   |  | 10 cm  |  | <b>Largo</b>                      |                          | 40 cm            |
|   |  |  |  | <b>Ancho</b>                      |                          | 15 cm            |
| <b>Responsable del equipo</b>   |  |  |  | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |
|   |  |  |  |                                   |                          |                  |

|   |      |  |       |                                   |                          |                  |
|---|------|--|-------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
|  |      | <b>MARMOLES &amp; BLOQUES</b><br><b>FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS</b> |       |                                   | <b>No.</b><br><b>007</b> |                  |
| <b>Nombre del equipo</b>  |      |  |       | <b>Código</b>                     |                          |                  |
| Mini -Pulidora  |      |  |       | PLMP01                            |                          |                  |
| <b>Referencia</b>   |      | <b>Marca</b>   |       | <b>Modelo</b>                     |                          | <b>Ubicación</b> |
|   |      |  |       |                                   |                          | Pulido lavaderos |
| <b>Fabricante</b>   |      |  |       | <b>Proveedor</b>                  |                          |                  |
| Dwalt   |      |  |       | Odin Ltda                         |                          |                  |
| <b>Fecha de compra</b>  |      |  |       | <b>Valor</b>                      |                          |                  |
|   |      |  |       |                                   |                          |                  |
| <b>Fecha inicio Garantía</b>  |      | <b>Tiempo de garantía</b>  |       | <b>Fecha terminación garantía</b> |                          |                  |
|   |      | 3 años   |       |                                   |                          |                  |
| <b>Servicios requeridos (Agua, aceite, electricidad, gas, vapor)</b>              |      |  |       |                                   |                          |                  |
| Electricidad  |      |  |       |                                   |                          |                  |
| <b>Especificaciones del motor</b>   |      |  |       |                                   |                          |                  |
| <b>Marca</b>  |      | <b>No.</b>   |       | <b>Código</b>                     |                          | <b>Tipo</b>      |
|   |      |  |       |                                   |                          |                  |
| <b>V</b>  |      | <b>A</b>   |       | <b>Peso</b>                       |                          | <b>Fase</b>      |
|   |      |  |       | 2,5 kg                            |                          |                  |
| <b>Caraterísticas específicas</b>   |      |  |       |                                   |                          |                  |
| <b>Alto</b>   | 5 cm | <b>Largo</b>   | 20 cm | <b>Ancho</b>                      | 5 cm                     |                  |
| <b>Responsable del equipo</b>   |      |  |       | <b>Fecha de entrega de equipo</b> |                          |                  |
|   |      |  |       |                                   |                          |                  |
|   |      |  |       |                                   |                          |                  |

## ANEXO P

### PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

- **Mezclar**

Resumen del análisis

27 valores desde 14,87 a 20,21

Distribución normal ajustada:

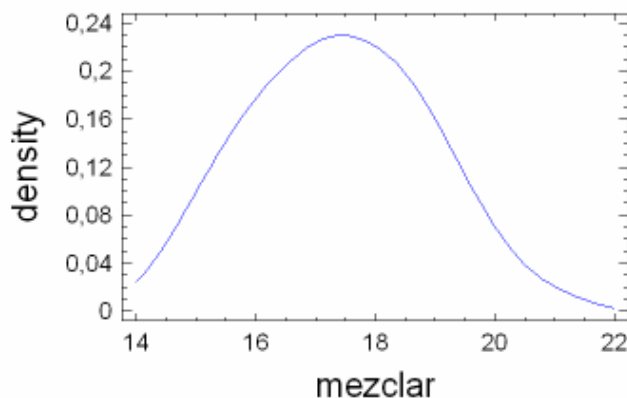
Media = 17,3929

Desviación estándar = 1,36757

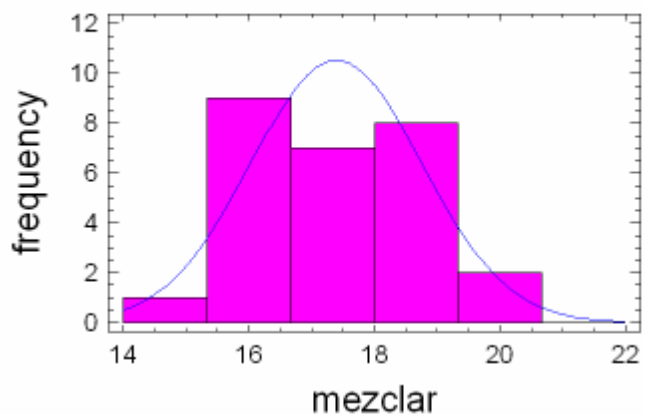
El StatAdvisor

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en **Mezclar**. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.

Density Trace for mezclar



Histogram for mezclar



## Test de bondad de ajuste para Mezclar

---

Chi-cuadrado = 3,0001 con 3 g.l. P-Valor = 0,391606

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,106766

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0758336

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,106766

P-valor aproximado = 0,917942

| Estadístico EDF                 | Valor    | Forma modificada | P-Valor       |
|---------------------------------|----------|------------------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,106766 | 0,571171         | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,294022 | 0,303097         | 0,5739*       |

---

\*Indica que el P-Valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

### El StatAdvisor

---

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **mezclar** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **mezclar** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima

entre la distribución acumulada de **mezclar** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,106766. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **mezclar** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Engrasar y armar molde**

Resumen del análisis

37 valores desde 9,97 a 12,05

Distribución normal ajustada

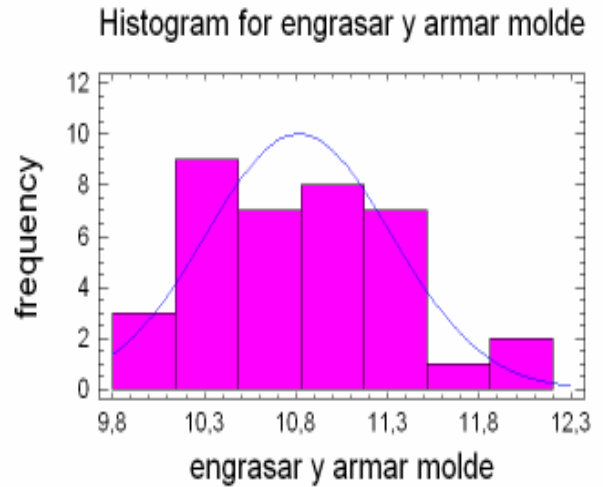
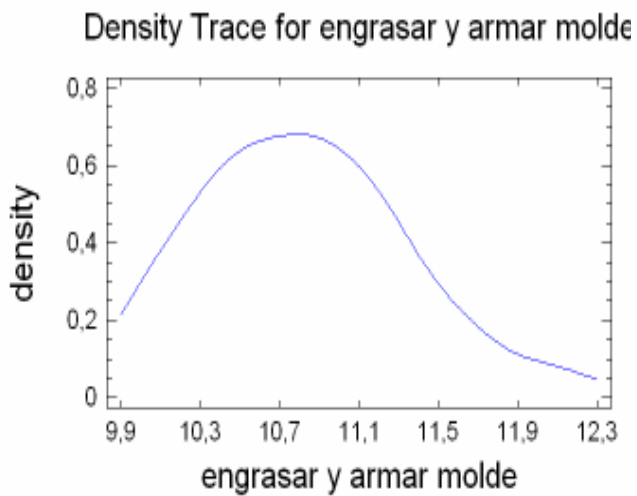
media = 10,8149

desviación estándar = 0,505946

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en **engrasar y armar molde**. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



### Test de bondad de ajuste para engrasar y armar molde

---

Chi-cuadrado = 4,43214 con 4 g.l. P-Valor = 0,35067

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0752412

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0518112

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,0752412

P-valor aproximado = 0,984842

| Estadístico EDF                 | Valor     | Forma modificada | P-Valor |
|---------------------------------|-----------|------------------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,0752412 | 0,467436         | >=0.10* |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,310524  | 0,317329         | 0,5385* |

---

\*Indica que el P-Valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

-----

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **engrasar y armar el molde** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango **de engrasar y armar molde** en intervalos no solapados y comprara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **engrasar y armar molde** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,0752412. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **engrasar y armar molde** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Llenar molde**

Resumen del análisis

37 valores desde 5,32 a 8,01

Distribución normal ajustada:

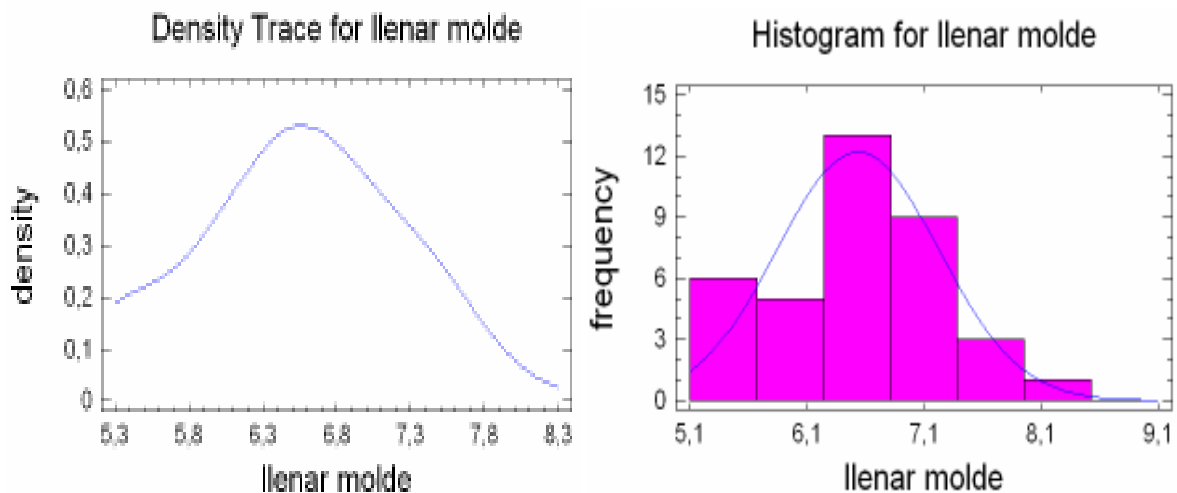
Media= 6,53459

Desviación estándar = 0,691619

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en **llenar molde**. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



### Test de bondad de ajuste para llenar molde

-----

Chi-cuadrado= 5,94591 con 4 g.l.. P-Valor = 0,203224

Estadístico DMAS Kolmogorov = 0,0869549

Estadístico DMENOS Kolmogorov = 0,087862

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,087862

P-valor aproximado = 0,937573

| Estadístico EDF                 | Valor    | Forma Modificada | P-Valor       |
|---------------------------------|----------|------------------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,087862 | 0,545843         | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,423817 | 0,433104         | 0,3029*       |

\*Indica que el P-Valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

#### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **llenar molde** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **llenar molde** en intervalos no solapados y comprara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **llenar molde** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,087862. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **llenar molde** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Fregadero**

#### Resumen del análisis

37 valores desde 2,34 a 3,69

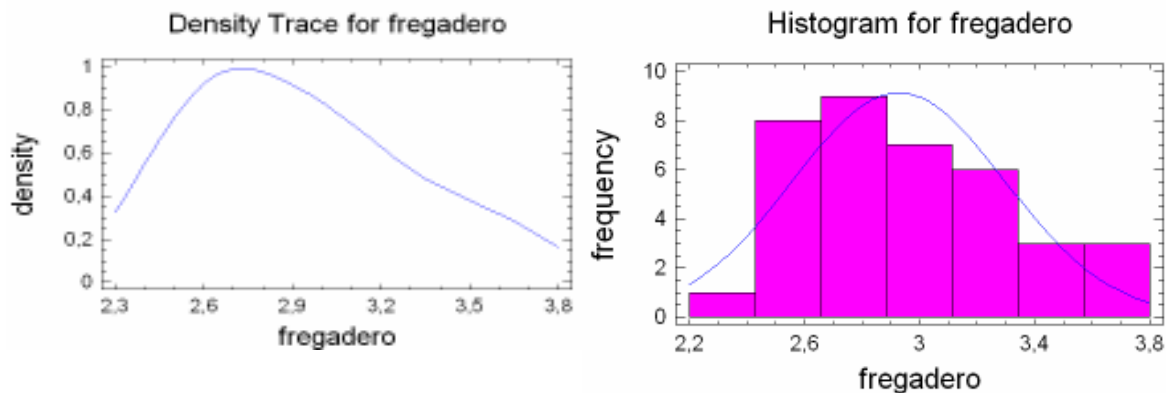
Distribución normal ajustada:

media = 2,92703

desviación estándar = 0,369744

El StatAdvisor

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en **fregadero**. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



### Test de Bondad de Ajuste para fregadero

---

Chi-cuadrado = 2,91897 con 4 g.l.. P-Valor = 0,571475

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0993189

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0762474

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,0993189

P-valor aproximado = 0,858763

| Estadístico EDF                 | Valor     | Forma modificada | P-Valor       |
|---------------------------------|-----------|------------------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,0993189 | 0,617019         | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,516515  | 0,527834         | 0,1781*       |

\*Indica que el P-Valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

#### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **fregadero** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **fregadero** en intervalos no solapados y comprara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **fregadero** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,0993189. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **fregadero** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Tanque**

Resumen del análisis

37 valores desde 2,63 a 4,38

Distribución normal ajustada:

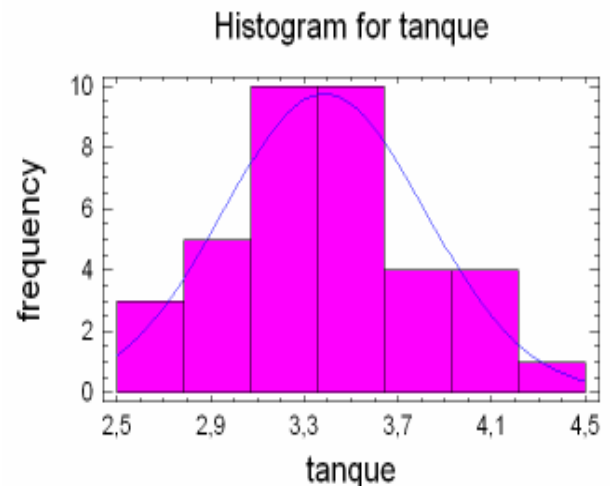
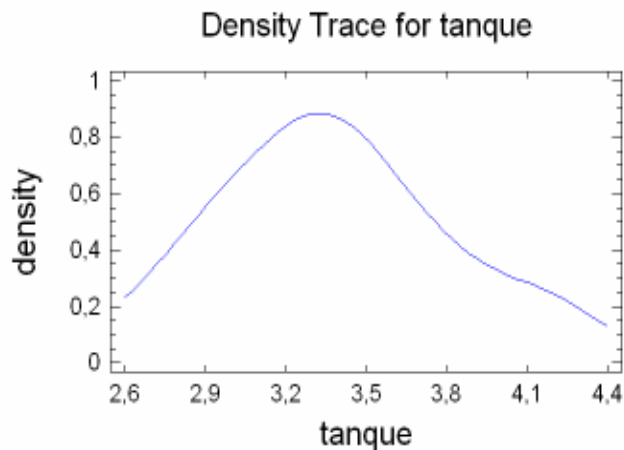
media = 3,38541

Desviación estándar = 0,432875

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en **tanque**. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



## Test de Bondad de ajuste para tanque

-----  
Chi-cuadrado = 3,67581 con 4 g.l. P-Valor = 0,451654

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0916493

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0610342

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,0916493

P-Valor aproximado = 0,915107

| Estadístico EDF                 | Valor     | Forma modificada | P-Valor       |
|---------------------------------|-----------|------------------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,0916493 | 0,569372         | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,262971  | 0,268734         | 0,6821*       |

-----  
\*Indica que el P-Valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

-----

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determina si **tanque** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **tanque** en intervalos no solapados y comprara el

número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **tanque** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,0916493. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **tanque** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Macho**

Resumen del análisis

37 valores desde 2,09 a 2,97

Distribución normal ajustada

media = 2,45432

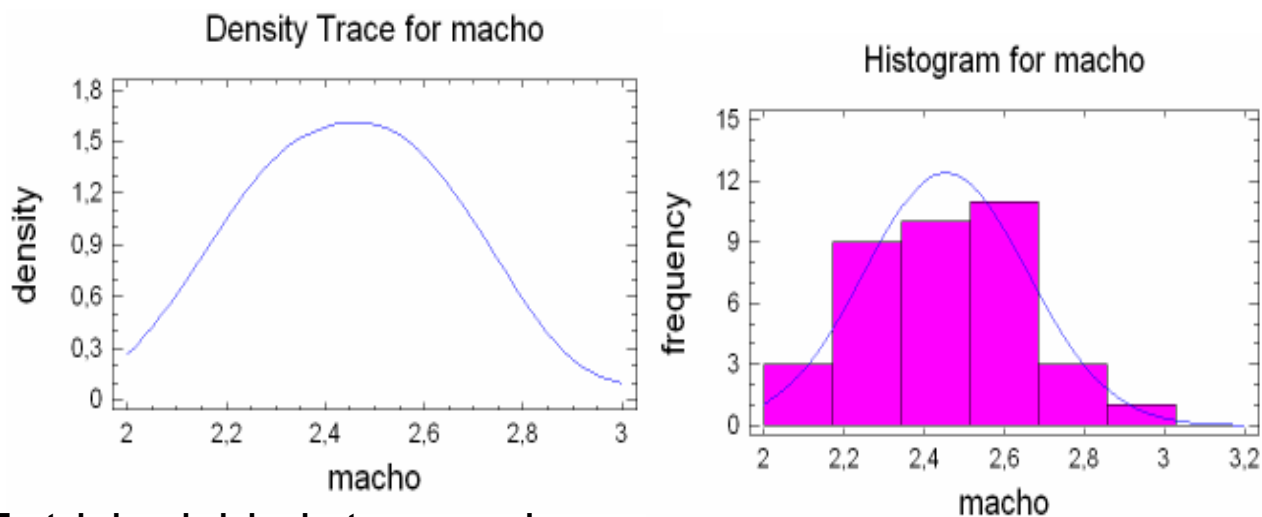
Desviación estándar = 0,204186

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en macho. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los

valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



### Test de bondad de ajuste para macho

Chi-cuadrado = 3,29743 con 4 g.l. P-Valor = 0,50934

EstadísticoDMAS Kolmogorov = 0,0636233

Estadístico DMENOS Kolmogorov = 0,0617022

Estimated DN global Kolmogorov = 0,0636233

P –valor aproximado = 0,998286

| Estadístico EDF                 | Valor     | Forma modificada | P-Valor |
|---------------------------------|-----------|------------------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,0636233 | 0,39526          | >=0.10* |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,216823  | 0,221574         | 0,8311* |

\*Indica que le P-valor ha sido comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

-----

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **macho** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **macho** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **macho** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,0636233. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **macho** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Laterales**

Resumen del análisis

37 valores desde 2,99 a 3,88

Distribución normal ajustada:

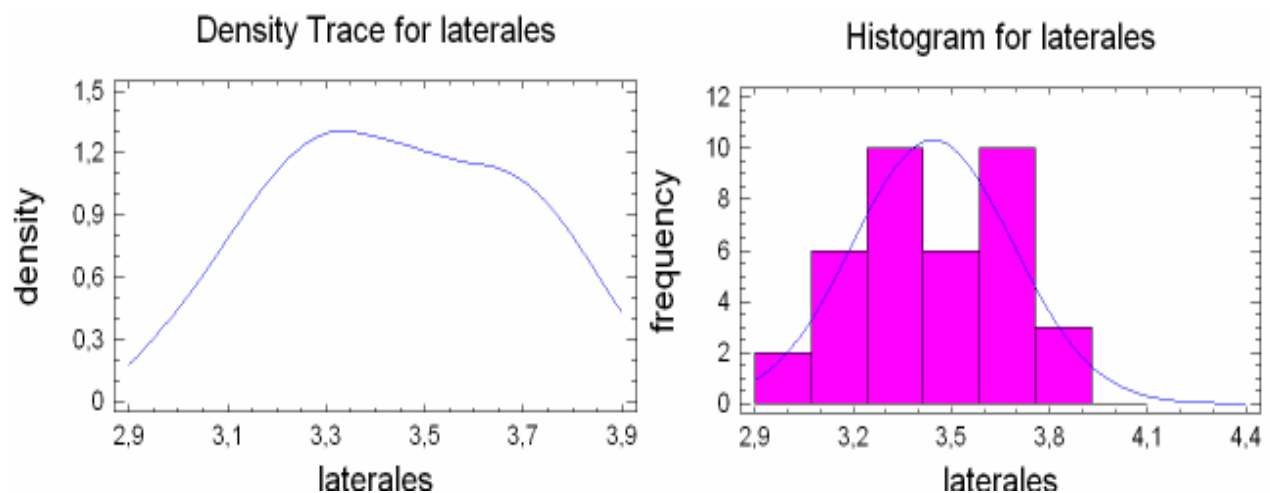
media = 3,44351

desviación estandar = 0,245382

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en laterales. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



**Test de Bondad de ajuste para laterales**

Chi-cuadrado = 2,54068 con 4 g.l. P-Valor = 0,637367

Estadístico DMAS Kolmogorov = 0,0688386

Estadístico DMENOS Kolmogorov = 0,102619

Estadístico DN global Kolmogorov = 0,102619

P-valor aproximado = 0,830705

| Estadístico EDF      | Valor    | Forma modificada | P-Valor |
|----------------------|----------|------------------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov D | 0,102619 | 0,637518         | >=0.10* |

Anderson-Darling A^2 0,330133 0,337367 0,5044\*

-----  
\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

The StatAdvisor

-----  
Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **laterales** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **laterales** en intervalos no solapados y comprara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **laterales** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,102619 Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **laterales** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Base**

Resumen del análisis

37 valores desde 0,54 a 1,33

Distribución normal ajustada:

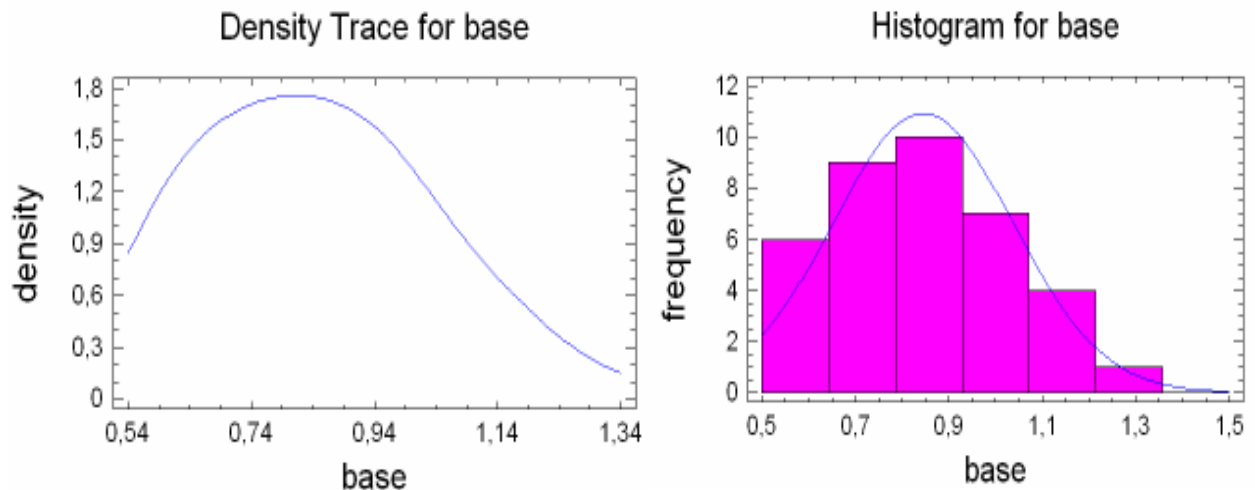
media = 0,844595

Desviación estándar = 0,193097

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en base. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



Test de bondad de ajuste para base

-----

Chi-cuadrado = 5,18903 con 4 g.l. P-Valor = 0,268445

Estadístico DMAS de Kolmogorov: 0,10846

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,05735

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,10846

P-valor aproximado = 0,776777

| Estadístico EDF                 | Valor    | Forma modificada | P-Valor       |
|---------------------------------|----------|------------------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,10846  | 0,67381          | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,274578 | 0,280595         | 0,6426*       |

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

#### The StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **base** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **base** en intervalos no solapados y comprara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **base** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,10846 Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **base** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Destroncar**

Resumen del análisis

24 valores desde 25,13 a 28,13

Distribución normal ajustada:

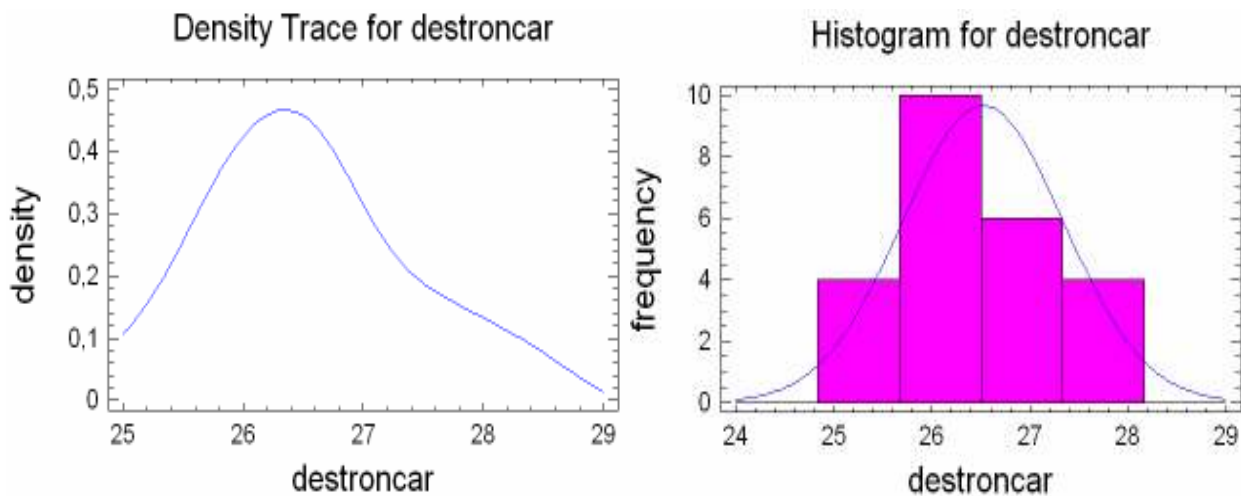
media = 26,5213

Desviación estándar = 0,826729

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en destroncar. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



**Test de bondad de ajuste para destroncar**

-----

Chi-cuadrado = 1,49994 con 3 g.l. P-Valor = 0,682281

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,12872

Estadístico DMENOS Kolmogorov = 0,0891307

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,12872

P-valor Aproximado = 0,821368

| Estadístico EDF      | Valor    | Forma modificada | P-Valor |
|----------------------|----------|------------------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov D | 0,12872  | 0,651644         | >=0.10* |
| Anderson-Darling A^2 | 0,405775 | 0,42004          | 0,3253* |

-----

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

-----

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **destroncar** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **destroncar** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **destroncar** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,12872. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **destroncar** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Retapar**

Resumen del análisis

35 valores desde 21,0 a 24,89

Distribución normal ajustada:

media = 22,5837

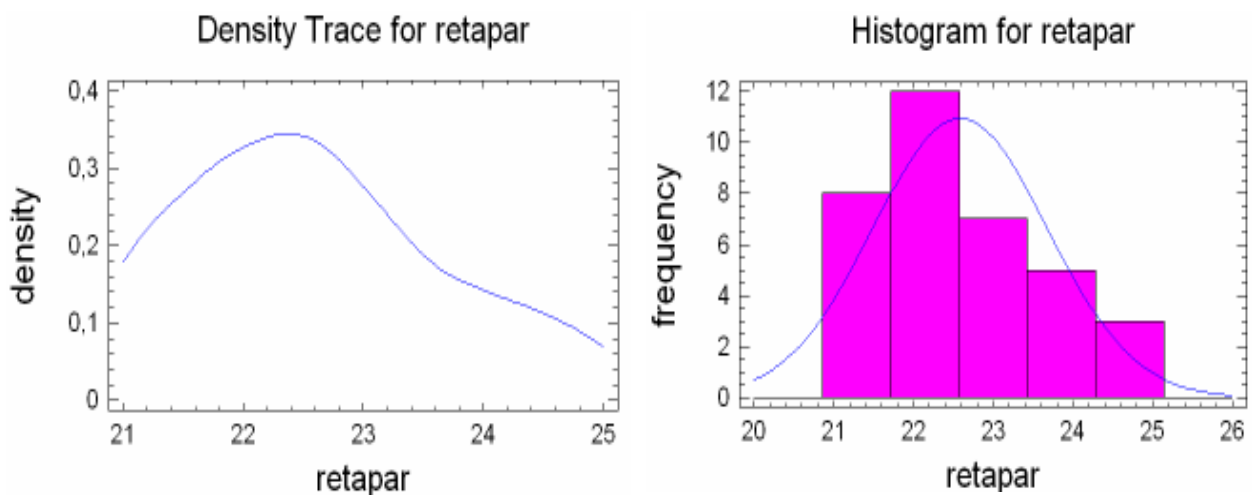
desviación estándar = 1,09473

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en retapar. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede

comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



### Test de Bondad de Ajuste para retapar

---

Chi-cuadrado = 3,5998 con 4 g.l. P-Valor = 0,462866

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,125728

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,073994

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,125728

P-valor aproximado = 0,637581

|                |       |                  |         |
|----------------|-------|------------------|---------|
| EstadísticoEDF | Valpr | Forma modificada | P-Valor |
|----------------|-------|------------------|---------|

|                                 |          |          |               |
|---------------------------------|----------|----------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,125728 | 0,760626 | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,408346 | 0,417847 | 0,3292*       |

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

#### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determina si **retapar** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **retapar** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **retapar** y el CDF de la distribución normal ajustada. este caso, la distancia máxima es 0,125728. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **retapar** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Afinar**

#### Resumen del análisis

34 valores desde 26,03 a 29,51

Distribución normal ajustada:

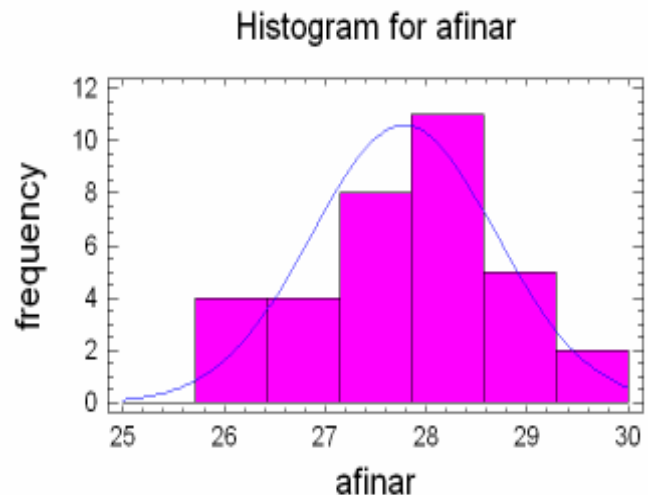
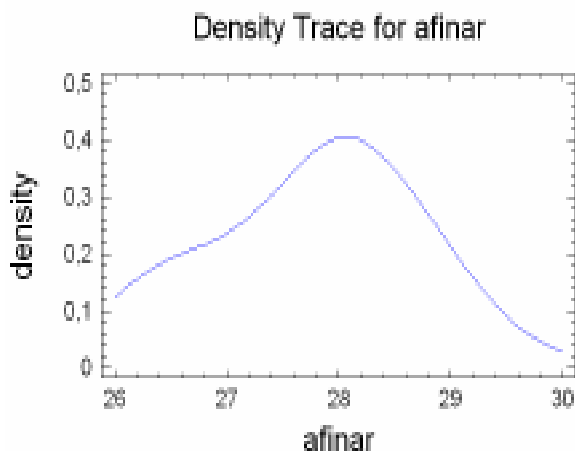
media = 27,7803

desviación estandar = 0,915432

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en afinar. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis.



**Test de Bondad de ajuste para afinar**

Chi-cuadrado = 5,9413 con 4 g.l. P-Valor = 0,203576

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0932918

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0820876

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,0932918

P-valor aproximado = 0,928734

| EDF Statistic        | Value     | Modified Form | P-Value |
|----------------------|-----------|---------------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov D | 0,0932918 | 0,556647      | >=0.10* |
| Anderson-Darling A^2 | 0,340996  | 0,349181      | 0,4749* |

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **afinar** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **afinar** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **afinar** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,0932918. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **afinar** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Terminar**

Resumen del análisis

### **terminar**

42 valores desde 54,102 a 67,452

Distribución normal ajustada:

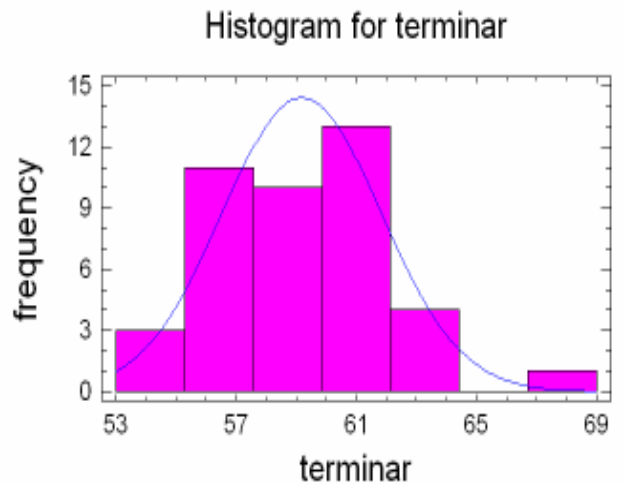
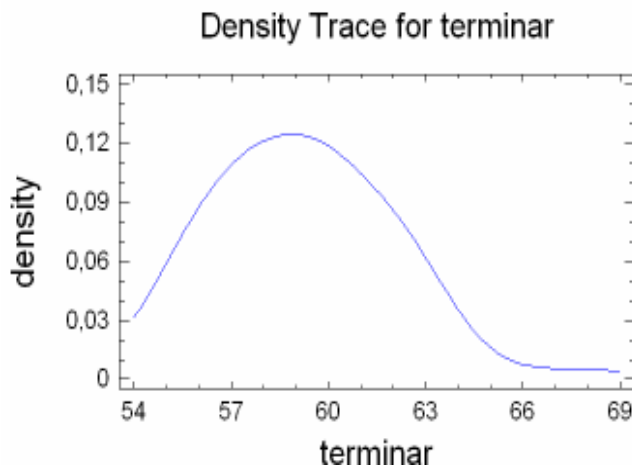
Media = 59,1848

Desviación estándar = 2,65667

El StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en terminar. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis



### Test de Bondad de ajuste para terminar

Chi-cuadrado = 8,66694 con 4 g.l. P-Valor = 0,0699853

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,117743

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0833777

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,117743

P-valor aproximado = 0,605233

| Estadístico EDF | Valor | forma modificada | P-valor |
|-----------------|-------|------------------|---------|
|-----------------|-------|------------------|---------|

|                      |          |          |         |
|----------------------|----------|----------|---------|
| Kolmogorov-Smirnov D | 0,117743 | 0,777324 | >=0.10* |
|----------------------|----------|----------|---------|

|                                 |          |          |         |
|---------------------------------|----------|----------|---------|
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,579833 | 0,590927 | 0,1233* |
|---------------------------------|----------|----------|---------|

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores

El StatAdvisor

-----

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si terminar puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de terminar en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de terminar y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,117743. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que terminar proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Cortar**

Resumen del análisis

25 valores desde 63,0 to 69,8

Distribución normal ajustada

Media = 66,3552

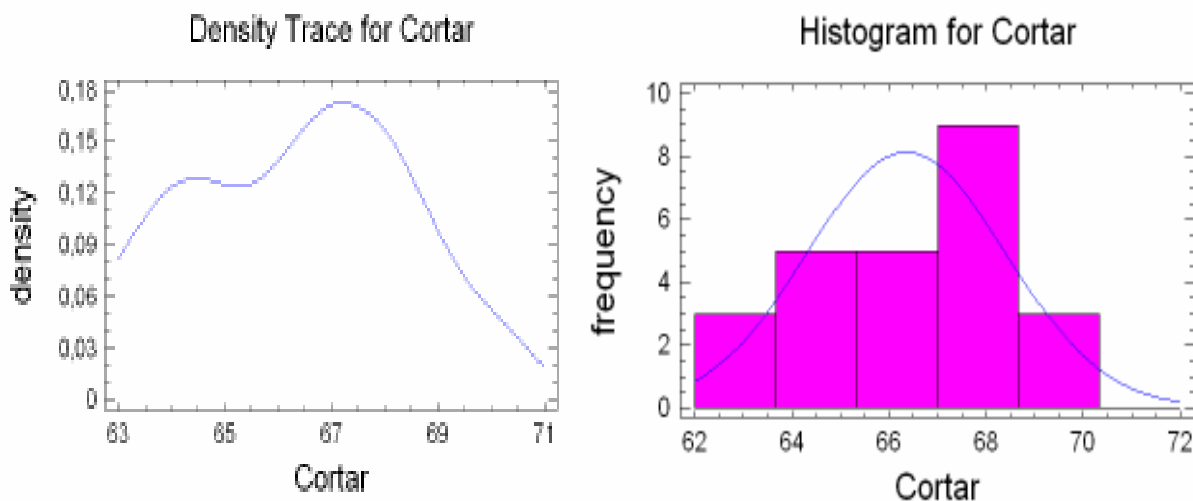
Desviación estándar = 2,04497

EL StatAdvisor

-----

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en Cortar. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede

comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis



### Test de Bondad de ajuste para Cortar

---

Chi-cuadrado = 3,56013 con 3 g.l. P-Valor = 0,313043

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0805636

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,123156

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,123156

P-valor aproximado = 0,842721

| Estadístico EDF | Valor | Forma Modificada | P-valor |
|-----------------|-------|------------------|---------|
|-----------------|-------|------------------|---------|

---

|                                 |          |          |               |
|---------------------------------|----------|----------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,123156 | 0,635487 | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,375586 | 0,388205 | 0,3862*       |

-----

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores

El StatAdvisor

-----

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determina si **Cortar** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **Cortar** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **Cortar** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,123156. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **Cortar** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.

- **Encerrar**

Resumen del análisis

32 valores desde 0,81 a 1,49

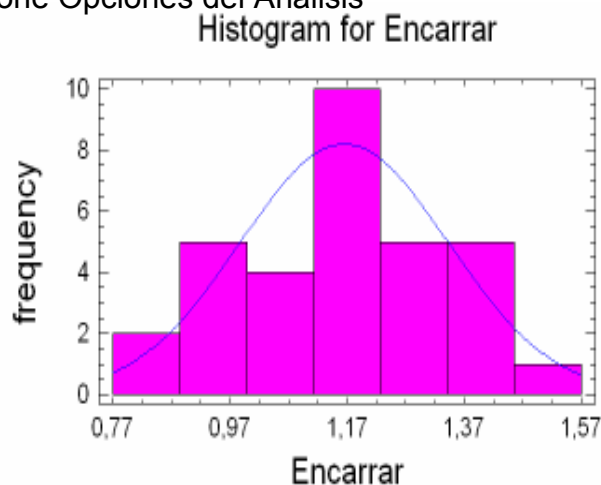
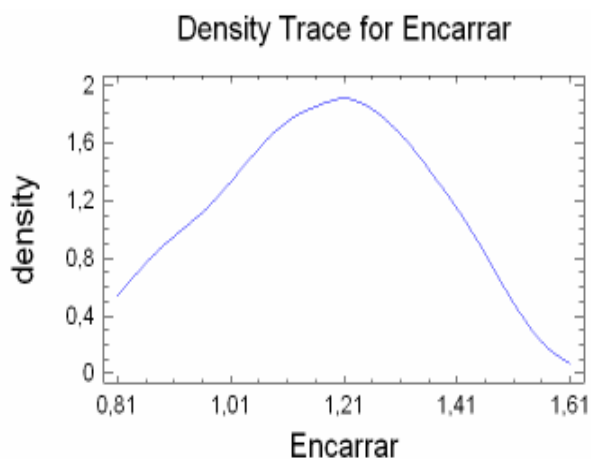
Distribución normal ajustada:

Media = 1,165

Desviación estándar = 0,178307

El StatAdvisor

Este análisis muestra los resultados del ajuste a distribución normal a los datos en **Encarrar**. Se muestran los parámetros estimados de la distribución ajustada. Puede comprobar si la distribución normal ajusta los datos adecuadamente seleccionando Test de bondad de ajuste de las listas de opciones tabulares. Puede evaluar visualmente como se ajusta distribución normal seleccionando Histograma de Frecuencias de la lista de Opciones Gráficas. Otras opciones dentro del procedimiento le permiten calcular y mostrar las áreas de cola y los valores críticos para la distribución. Para seleccionar una distribución diferente, pulse el botón derecho del ratón y seleccione Opciones del Análisis



### Test de Bondad de ajuste para Encarrar

---

Chi-cuadrado = 8,68712 con 4 g.l. P-Valor = 0,069414

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0936166

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,100496

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,100496

P-valor aproximado = 0,903061

| EDF Statistic                   | Value    | Modified Form | P-Value       |
|---------------------------------|----------|---------------|---------------|
| Kolmogorov-Smirnov D            | 0,100496 | 0,582585      | $\geq 0.10^*$ |
| Anderson-Darling A <sup>2</sup> | 0,358012 | 0,36719       | 0,4319*       |

\*Indica que el P-Valor ha sido comprado con las tablas de valores críticos especialmente construidas para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada

Otros P-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **Encarrar** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **Encarrar** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El test de Kolmogorov – smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **Encarrar** y el CDF de la distribución normal ajustada

En este caso, la distancia máxima es 0,100496. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que el P-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que **Encarrar** proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos 90%.



## ANEXO Q

### RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN PROMODEL

#### Lineas actuales

- Retal de Mármol

```

-----
Scenario       : Normal Run
Replication    : 1 of 1
Simulation Time : 5.32
-----
  
```

#### LOCATIONS

| Location Name    | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|------------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Rajon            | 5.32            | 999999   | 20            | 146.85                    | 9.19             | 20               | 0                | 0.00   |
| Cortadora        | 5.32            | 1        | 20            | 15.70                     | 0.98             | 1                | 0                | 98.31  |
| Bodega           | 5.32            | 999999   | 3             | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| puestocarretilla | 5.32            | 999999   | 4             | 64.24                     | 0.80             | 1                | 1                | 0.00   |
| piso cortadora   | 5.32            | 999999   | 20            | 35.79                     | 2.24             | 6                | 2                | 0.00   |
| piso bodega      | 5.32            | 999999   | 3             | 20.64                     | 0.19             | 1                | 0                | 0.00   |

#### LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name    | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Rajon            | 5.32            | 5.04    | 94.96                | 0.00   | 0.00   |
| Bodega           | 5.32            | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| puestocarretilla | 5.32            | 19.57   | 80.43                | 0.00   | 0.00   |
| piso cortadora   | 5.32            | 23.62   | 76.38                | 0.00   | 0.00   |
| piso bodega      | 5.32            | 80.61   | 19.39                | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Cortadora     | 5.32            | 92.51       | 0.00    | 1.69   | 5.80      | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | Average Minutes Travel To Use | Average Minutes Travel To Park | % Blocked In Travel | % Util |
|---------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------|
| Operario      | 1     | 5.32            | 69                   | 4.57                      | 0.05                          | 0.02                           | 0.00                | 99.99  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name | Scheduled Hours | % In Use | % Travel To Use | % Travel To Park | % Idle | % Down |
|---------------|-----------------|----------|-----------------|------------------|--------|--------|
| Operario      | 5.32            | 98.88    | 1.11            | 0.01             | 0.00   | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name | Location Name    | Total Failed |
|-------------|------------------|--------------|
| Metro       | Rajon            | 0            |
| Carretilla  | puestocarretilla | 0            |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name      | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Metro            | 21          | 2                          | 179.62                    | 1.17                          | 48.29                              | 18.35                        | 111.80                  |
| Carretilla       | 0           | 1                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
| Carretilla llena | 0           | 0                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
| metros           | 0           | 0                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name      | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|------------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Metro            | 0.66            | 26.89                | 10.22          | 62.24     |
| Carretilla       | -               | -                    | -              | -         |
| Carretilla llena | -               | -                    | -              | -         |

VARIABLES

| Variable Name       | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|---------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Metros carretilla   | 23            | 13.88                      | 0             | 6             | 2             | 3.43          |
| metros bodega       | 40            | 7.58                       | 0             | 20            | 0             | 9.20          |
| metros bodega final | 3             | 101.02                     | 0             | 18            | 18            | 6.38          |

-----  
Scenario : Normal Run  
Replication : 10 of 10  
Simulation Time : 3.44  
-----

LOCATIONS

| Location Name    | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|------------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Rajon            | 3.44            | 999999   | 12            | 90.18                     | 5.23             | 12               | 0                | 0.00   |
| Cortadora        | 3.44            | 1        | 12            | 16.44                     | 0.95             | 1                | 0                | 95.43  |
| Bodega           | 3.44            | 999999   | 2             | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| puestocarretilla | 3.44            | 999999   | 3             | 59.76                     | 0.86             | 1                | 1                | 0.00   |
| piso cortadora   | 3.44            | 999999   | 12            | 41.26                     | 2.39             | 6                | 0                | 0.00   |
| piso bodega      | 3.44            | 999999   | 2             | 13.53                     | 0.13             | 1                | 0                | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name    | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Rajon            | 3.44            | 10.66   | 89.34                | 0.00   | 0.00   |
| Bodega           | 3.44            | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| puestocarretilla | 3.44            | 13.27   | 86.73                | 0.00   | 0.00   |
| piso cortadora   | 3.44            | 20.78   | 79.22                | 0.00   | 0.00   |
| piso bodega      | 3.44            | 86.91   | 13.09                | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Cortadora     | 3.44            | 92.45       | 0.00    | 4.57   | 2.98      | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | Average Minutes Travel To Use | Average Minutes Travel To Park | % Blocked In Travel | % Util |
|---------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------|
| Operario      | 1     | 3.44            | 42                   | 4.87                      | 0.04                          | 0.02                           | 0.00                | 99.99  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name | Scheduled Hours | % In Use | % Travel To Use | % Travel To Park | % Idle | % Down |
|---------------|-----------------|----------|-----------------|------------------|--------|--------|
| Operario      | 3.44            | 99.08    | 0.91            | 0.01             | 0.00   | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name | Location Name    | Total Failed |
|-------------|------------------|--------------|
| Metro       | Rajon            | 0            |
| Carretilla  | puestocarretilla | 0            |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name      | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move In Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Metro            | 14          | 0                          | 140.64                    | 0.90                             | 43.06                              | 19.50                        | 77.17                   |
| Carretilla       | 0           | 1                          | -                         | -                                | -                                  | -                            | -                       |
| Carretilla llena | 0           | 0                          | -                         | -                                | -                                  | -                            | -                       |
| metros           | 0           | 0                          | -                         | -                                | -                                  | -                            | -                       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name      | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|------------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Metro            | 0.64            | 30.62                | 13.87          | 54.87     |
| Carretilla       | -               | -                    | -              | -         |
| Carretilla llena | -               | -                    | -              | -         |
| metros           | -               | -                    | -              | -         |

VARIABLES

| Variable Name       | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|---------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Metros carretilla   | 14            | 14.76                      | 0             | 6             | 0             | 3.19          |
| metros bodega       | 24            | 7.70                       | 0             | 12            | 0             | 5.24          |
| metros bodega final | 2             | 103.31                     | 0             | 12            | 12            | 2.60          |

- Línea lavaderos prefabricados Modelo 1



RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name   | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|-----------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Operario mezcla | 47.25           | 62.83    | 37.17  | 0.00   |
| Operario moldes | 47.25           | 64.07    | 35.93  | 0.00   |
| Operario secado | 47.25           | 8.81     | 91.19  | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name          | Location Name                            | Total Failed |
|----------------------|--|--------------|
| Lavadero base partes | Materia prima vibrado vibrado molde base | 0<br>0<br>0  |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name                 | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes In Blocked |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Lavadero base               | 48<br>0     | 7653<br>2                  | 4466.13<br>-              | 36.33<br>-                    | 137.00<br>-                        | 1231.02<br>-                 | 3061.77<br>-               |
| Lavadero molde total partes | 0<br>0      | 6<br>2                     | -<br>-                    | -<br>-                        | -<br>-                             | -<br>-                       | -<br>-                     |
| Lavadero molde base         | 0           | 8                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                          |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name                 | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked  |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|------------|
| Lavadero base               | 0.81<br>-       | 3.07<br>-            | 27.56<br>-     | 68.56<br>- |
| Lavadero molde total partes | -<br>-          | -<br>-               | -<br>-         | -<br>-     |
| Lavadero molde base         | -               | -                    | -              | -          |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 114           | 65.56                      | 0             | 8             | 2             | 6.35          |
| n lav segi        | 106           | 70.66                      | 0             | 7             | 6             | 1.52          |
| n lav secfinal    | 48            | 152.82                     | 0             | 48            | 48            | 19.41         |
| n lav sec molbase | 98            | 76.22                      | 0             | 10            | 2             | 6.97          |
| n bases           | 114           | 65.56                      | 0             | 10            | 2             | 1.34          |

□

-----  
Scenario : Normal Run  
Replication : 1 of 1  
Simulation Time : 125 hr  
-----

LOCATIONS

| Location Name      | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|--------------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Mezclado           | 125             | 1        | 61            | 122.80                    | 0.99             | 1                | 1                | 99.88  |
| Vibrado            | 125             | 999999   | 60            | 221.15                    | 1.76             | 12               | 0                | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 999999   | 60            | 331.54                    | 2.65             | 7                | 6                | 0.00   |
| Secado final       | 125             | 999999   | 48            | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 999999   | 7701          | 3816.31                   | 3918.59          | 7640             | 7640             | 0.39   |
| Secado molde base  | 125             | 999999   | 54            | 1040.56                   | 7.49             | 12               | 6                | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 999999   | 62            | 646.89                    | 5.34             | 8                | 2                | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name      | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|--------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Vibrado            | 125             | 68.86   | 31.14                | 0.00   | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 30.15   | 69.85                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final       | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado molde base  | 125             | 8.94    | 91.06                | 0.00   | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Mezclado      | 125             | 17.89       | 0.00    | 0.12   | 81.99     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name   | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|-----------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Operario mezcla | 1     | 47.25           | 242                  | 8.20                      | 70.01  |
| Operario moldes | 1     | 47.25           | 240                  | 8.33                      | 70.56  |
| Operario secado | 1     | 47.25           | 252                  | 1.05                      | 9.34   |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name   | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|-----------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Operario mezcla | 47.25           | 70.01    | 29.99  | 0.00   |
| Operario moldes | 47.25           | 70.56    | 29.44  | 0.00   |
| Operario secado | 47.25           | 9.34     | 90.66  | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name          | Location Name                            | Total Failed |
|----------------------|--|--------------|
| Lavadero base partes | Materia prima Vibrado vibrado molde base | 0<br>0<br>0  |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name                 | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero base               | 48          | 7653                       | 4337.45                   | 34.63                         | 293.83                             | 1231.11                      | 2777.86                 |
| Lavadero molde total partes | 0           | 6                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
| Lavadero molde base         | 0           | 2                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
| Lavadero molde base         | 0           | 12                         | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name                 | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero base               | 0.80            | 6.77                 | 28.38          | 64.04     |
| Lavadero molde total partes | -               | -                    | -              | -         |
| Lavadero molde base         | -               | -                    | -              | -         |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 122           | 61.43                      | 0             | 8             | 2             | 5.26          |
| n lav segi        | 114           | 65.74                      | 0             | 7             | 6             | 2.62          |
| n lav secfinal    | 48            | 150.76                     | 0             | 48            | 48            | 20.24         |
| n lav sec molbase | 102           | 73.41                      | 0             | 12            | 6             | 7.47          |
| n bases           | 120           | 62.45                      | 0             | 12            | 0             | 1.73          |

```

-----
Scenario      : Normal Run
Replication   : 1 of 1
Simulation Time : 125 hr
-----

```

LOCATIONS

| Location Name      | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average           | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|--------------------|-----------------|----------|---------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
|                    |                 |          |               | Minutes Per Entry |                  |                  |                  |        |
| Mezclado           | 125             | 1        | 66            | 113.35            | 0.99             | 1                | 1                | 99.75  |
| Vibrado            | 125             | 999999   | 65            | 231.15            | 2.00             | 13               | 0                | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 999999   | 65            | 340.74            | 2.95             | 6                | 6                | 0.00   |
| Secado final       | 125             | 999999   | 52            | 0.00              | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 999999   | 7701          | 3813.94           | 3916.16          | 7635             | 7635             | 0.39   |
| Secado molde base  | 125             | 999999   | 59            | 1026.35           | 8.07             | 13               | 7                | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 999999   | 67            | 564.95            | 5.04             | 8                | 2                | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name      | Scheduled Hours | % States |                      |        |        |
|--------------------|-----------------|----------|----------------------|--------|--------|
|                    |                 | % Empty  | % Partially Occupied | % Full | % Down |
| Vibrado            | 125             | 66.20    | 33.80                | 0.00   | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 28.56    | 71.44                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final       | 125             | 100.00   | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 0.00     | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado molde base  | 125             | 7.37     | 92.63                | 0.00   | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 0.00     | 100.00               | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Mezclado      | 125             | 19.22       | 0.00    | 0.25   | 80.53     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name   | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average           | % Util |
|-----------------|-------|-----------------|----------------------|-------------------|--------|
|                 |       |                 |                      | Minutes Per Usage |        |
| Operario mezcla | 1     | 47.25           | 262                  | 8.18              | 75.66  |
| Operario moldes | 1     | 47.25           | 260                  | 8.23              | 75.49  |
| Operario secado | 1     | 47.26           | 274                  | 1.03              | 10.00  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name   | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|-----------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Operario mezcla | 47.25           | 75.66    | 24.34  | 0.00   |
| Operario moldes | 47.25           | 75.49    | 24.51  | 0.00   |
| Operario secado | 47.26           | 10.00    | 90.00  | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name          | Location Name                    | Total Failed |
|----------------------|----------------------------------|--------------|
| Lavadero base partes | Materia prima vibrado molde base | 0            |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name  | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|--|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero base partes Lavadero molde total partes Lavadero molde base | 52 0 0 0 0  | 7649 0 2 6 13              | 4348.13 - - - -           | 36.56 - - - -                 | 269.63 - - - -                     | 1231.00 - - - -              | 2810.93 - - - -         |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name  | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked     |
|--|-----------------|----------------------|----------------|---------------|
| Lavadero base partes Lavadero molde total partes Lavadero molde base | 0.84 - - - -    | 6.20 - - - -         | 28.31 - - - -  | 64.65 - - - - |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 132           | 56.77                      | 0             | 8             | 2             | 5.07          |
| n lav segi        | 124           | 60.43                      | 0             | 6             | 6             | 2.80          |
| n lav secfinal    | 52            | 139.18                     | 0             | 52            | 52            | 21.85         |
| n lav sec molbase | 111           | 67.48                      | 0             | 13            | 7             | 8.05          |
| n bases           | 130           | 57.64                      | 0             | 13            | 0             | 1.95          |

- Línea de lavaderos prefabricados Modelo 2

```

-----
Scenario       : Normal Run
Replication    : 1 of 1
Simulation Time : 125 hr
-----

```

LOCATIONS

| Location Name | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|---------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Prod proceso  | 125             | 999999   | 100           | 4085.27                   | 54.47            | 97               | 21               | 0.01   |
| Pulido.1      | 103.44          | 1        | 52            | 115.13                    | 0.96             | 1                | 1                | 96.46  |
| Pulido.2      | 117.25          | 1        | 50            | 120.60                    | 0.85             | 1                | 1                | 85.72  |
| Pulido.3      | 117.25          | 1        | 50            | 137.54                    | 0.97             | 1                | 1                | 97.76  |
| Pulido        | 337.94          | 3        | 152           | 124.30                    | 0.93             | 3                | 3                | 93.18  |
| Secado retape | 125             | 999999   | 76            | 1220.40                   | 12.36            | 22               | 3                | 0.00   |
| Secado final  | 125             | 999999   | 88            | 560.17                    | 6.57             | 14               | 13               | 0.00   |
| Acabado       | 125             | 1        | 75            | 99.45                     | 0.99             | 1                | 1                | 99.45  |
| Bodega        | 125             | 999999   | 74            | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|---------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Prod proceso  | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado retape | 125             | 0.49    | 99.51                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final  | 125             | 1.04    | 98.96                | 0.00   | 0.00   |
| Bodega        | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Pulido.1      | 103.44          | 32.75       | 0.00    | 3.54   | 63.71     | 0.00      | 0.00   |
| Pulido.2      | 117.25          | 27.17       | 0.00    | 14.28  | 58.55     | 0.00      | 0.00   |
| Pulido.3      | 117.25          | 27.74       | 0.00    | 2.24   | 70.02     | 0.00      | 0.00   |
| Pulido        | 337.94          | 29.08       | 0.00    | 6.82   | 64.10     | 0.00      | 0.00   |
| Acabado       | 125             | 38.43       | 0.00    | 0.55   | 61.02     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name  | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|----------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Prod terminado | 1     | 48.71           | 224                  | 12.86                     | 98.60  |
| Pulidor.1      | 1     | 48.72           | 196                  | 13.96                     | 93.65  |
| Pulidor.2      | 1     | 48.83           | 162                  | 16.74                     | 92.57  |
| Pulidor.3      | 1     | 49.04           | 170                  | 16.33                     | 94.37  |
| Pulidor        | 3     | 146.60          | 528                  | 15.58                     | 93.53  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name  | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|----------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Prod terminado | 48.71           | 98.60    | 1.40   | 0.00   |
| Pulidor.1      | 48.72           | 93.65    | 6.35   | 0.00   |
| Pulidor.2      | 48.83           | 92.57    | 7.43   | 0.00   |
| Pulidor.3      | 49.04           | 94.37    | 5.63   | 0.00   |
| Pulidor        | 146.60          | 93.53    | 6.47   | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name | Location Name | Total Failed |
|-------------|---------------|--------------|
| Lavadero    | Prod proceso  | 0            |
| Lavadero    | Secado final  | 0            |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero    | 74          | 41                         | 3640.90                   | 159.20                        | 60.20                              | 923.16                       | 2498.33                 |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero    | 4.37            | 1.65                 | 25.36          | 68.62     |

VARIABLES

| Variable Name | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| pp            | 179           | 41.87                      | 0             | 100           | 21            | 54.47         |
| destroncados  | 151           | 49.64                      | 0             | 3             | 1             | 0.48          |
| afinados      | 163           | 45.98                      | 0             | 15            | 13            | 6.57          |
| terminados    | 74            | 101.28                     | 0             | 74            | 74            | 38.07         |
| pul           | 122           | 60.84                      | 0             | 1             | 0             | 0.36          |
| retapados     | 148           | 50.42                      | 0             | 23            | 2             | 12.32         |

- Línea de lavaderos prefabricados. Modelo 1 Alternativa 1

Scenario : Normal Run  
 Replication : 1 of 1  
 Simulation Time : 125 hr

-----  
 LOCATIONS

| Location Name      | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|--------------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Mezclado           | 125             | 1        | 121           | 61.98                     | 1                | 1                | 1                | 100.00 |
| Vibrado.1          | 125             | 999999   | 120           | 165.04                    | 2.64             | 20               | 1                | 0.00   |
| Vibrado.2          | 125             | 999999   | 0             | 0.00                      | 0                | 0                | 0                | 0.00   |
| Vibrado            | 250             | 2e+06    | 120           | 165.04                    | 1.32             | 128              | 1                | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 999999   | 119           | 180.39                    | 2.86             | 12               | 12               | 0.00   |
| Secado final 1     | 125             | 999999   | 51            | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 999999   | 200           | 5199.31                   | 138.64           | 199              | 79               | 0.01   |
| Secado molde base  | 125             | 999999   | 107           | 1011.46                   | 14.43            | 20               | 7                | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 999999   | 119           | 575.90                    | 9.13             | 12               | 0                | 0.00   |
| Secado final 2     | 125             | 999999   | 49            | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name      | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|--------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Vibrado.1          | 125             | 72.16   | 27.84                | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado.2          | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado            | 250             | 86.08   | 13.92                | 0.00   | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 62.98   | 37.02                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final 1     | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado molde base  | 125             | 11.00   | 89.00                | 0.00   | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 9.92    | 90.08                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final 2     | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Mezclado      | 125             | 18.75       | 0.00    | 0.00   | 81.25     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

RESOURCES

| Resource Name  | Number | Average Minutes | Scheduled | Resource Name  | Number | Average Minutes | Scheduled |
|----------------|--------|-----------------|-----------|----------------|--------|-----------------|-----------|
| Resource Name  | Usage  | Per Hour        | Hours     | Resource Name  | Usage  | Per Hour        | Hours     |
| Operario molde | 11.00  | 49.61           | 47.25     | Operario molde | 13.88  | 49.61           | 47.25     |
| Operario molde | 13.88  | 51.99           | 47.25     | Operario molde | 10.11  | 51.99           | 47.25     |
| Operario molde | 10.11  | 57.94           | 47.25     | Operario molde | 4.28   | 57.94           | 47.25     |
| Operario molde | 4.28   | 52.94           | 94.5      | Operario molde | 0.1    | 52.94           | 94.5      |
| Operario molde | 0.1    | 118.17          | 47.25     | Operario molde | 1.27   | 118.17          | 47.25     |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name  | % Down | Scheduled Hours | Resource Name  | % Down | Scheduled Hours | In Use |
|----------------|--------|-----------------|----------------|--------|-----------------|--------|
| Operario molde | 0.1    | 47.25           | Operario molde | 0.1    | 47.25           | 49.6   |
| Operario molde | 1      | 47.25           | Operario molde | 1      | 47.25           | 51.9   |
| Operario molde | 2      | 47.25           | Operario molde | 2      | 47.25           | 51.9   |
| Operario molde | 5      | 94.5            | Operario molde | 5      | 94.5            | 51.9   |
| Operario molde | 18.3   | 47.25           | Operario molde | 18.3   | 47.25           | 18.3   |

FAILED ANNUALS

FAILED ANNUALS

| Entity Name     | Location Name         | Total Failed | Entity Name     | Location Name         | Total Failed |
|-----------------|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| Lavadero base   | Materia prima vibrado | 100          | Lavadero base   | Materia prima vibrado | 100          |
| Lavadero partes | vibrado molde base    | 19           | Lavadero partes | vibrado molde base    | 19           |

|                             |     |     |         |       |       |         |         |
|-----------------------------|-----|-----|---------|-------|-------|---------|---------|
| Lavadero base               | 100 | 100 | 4346.08 | 16.81 | 92.90 | 1221.09 | 3015.27 |
| Lavadero molde total partes | 0   | 12  | -       | -     | -     | -       | -       |
| Lavadero molde base         | 0   | 19  | -       | -     | -     | -       | -       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name                 | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero base               | 0.39            | 2.14                 | 28.10          | 69.38     |
| Lavadero molde total partes | -               | -                    | -              | -         |
| Lavadero molde base         | -               | -                    | -              | -         |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 238           | 31.51                      | 0             | 12            | 0             | 9.07          |
| n lav seci        | 226           | 33.18                      | 0             | 12            | 12            | 2.82          |
| n lav secf        | 100           | 73.13                      | 0             | 100           | 100           | 42.05         |
| n lav sec molbase | 207           | 36.23                      | 0             | 20            | 7             | 14.39         |
| n bases           | 239           | 31.38                      | 0             | 20            | 1             | 2.58          |
| nlaviz            | 51            | 143.39                     | 0             | 51            | 51            | 20.11         |
| nlavder           | 49            | 147.73                     | 0             | 49            | 49            | 21.93         |

Scenario : Normal Run  
 Replication : 1 of 1  
 Simulation Time : 125 hr

Scenario : Normal Run  
 Replication : 1 of 1  
 Simulation Time : 125 hr

LOCATIONS

| Location Name      | Average Contents | Scheduled Contents | Current Capacity | Total Entities |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|----------------|
| Mezclado           | 1                | 125                | 1                | 100.005        |
| Vibrado.1          | 11.87            | 125                | 999999           | 0.004          |
| Vibrado.2          | 0                | 125                | 999999           | 0.000          |
| Vibrado            | 1.81             | 125                | 999999           | 0.004          |
| Secado inicial     | 5.10             | 125                | 999999           | 0.005          |
| Secado final 1     | 0                | 125                | 999999           | 0.007          |
| Materia prima      | 126.56           | 125                | 999999           | 0.000          |
| Secado molde base  | 5.99             | 125                | 999999           | 0.008          |
| vibrado molde base | 0                | 125                | 999999           | 0.001          |

LOCATIONS

| Location Name      | Average Contents | Scheduled Contents | Current Capacity | Total Entities |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|----------------|
| Materia prima      | 1                | 125                | 1                | 100.005        |
| Vibrado.1          | 3.02             | 125                | 999999           | 0.004          |
| Vibrado.2          | 0                | 125                | 999999           | 0.000          |
| Vibrado            | 1.81             | 125                | 2e+06            | 0.004          |
| Secado inicial     | 5.10             | 125                | 999999           | 0.005          |
| Secado final 1     | 0                | 125                | 999999           | 0.007          |
| Materia prima      | 126.56           | 125                | 999999           | 0.000          |
| Secado molde base  | 5.99             | 125                | 999999           | 0.008          |
| vibrado molde base | 0                | 125                | 999999           | 0.001          |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name      | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|--------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Vibrado.1          | 125             | 68.41   | 31.59                | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado.2          | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado            | 250             | 84.21   | 15.79                | 0.00   | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 26.71   | 73.29                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final 1     | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado molde base  | 125             | 5.47    | 94.53                | 0.00   | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 5.99    | 94.01                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final 2     | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Mezclado      | 125             | 22.56       | 0.00    | 0.00   | 77.44     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name     | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|-------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Operario mezcla   | 1     | 47.25           | 434                  | 3.89                      | 59.67  |
| Operario moldes.1 | 1     | 47.25           | 326                  | 5.31                      | 61.08  |
| Operario moldes.2 | 1     | 47.25           | 356                  | 4.87                      | 61.25  |
| Operario moldes   | 2     | 94.5            | 682                  | 5.08                      | 61.16  |
| Operario secado   | 1     | 47.37           | 480                  | 1.29                      | 21.86  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name     | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|-------------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Operario mezcla   | 47.25           | 59.67    | 40.33  | 0.00   |
| Operario moldes.1 | 47.25           | 61.08    | 38.92  | 0.00   |
| Operario moldes.2 | 47.25           | 61.25    | 38.75  | 0.00   |
| Operario moldes   | 94.5            | 61.16    | 38.84  | 0.00   |
| Operario secado   | 47.37           | 21.86    | 78.14  | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name   | Location Name      | Total Failed |
|---------------|--------------------|--------------|
| Lavadero base | Materia prima      | 0            |
| base          | Vibrado            | 0            |
| base          | vibrado molde base | 0            |

| Entity Name                 | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero base               | 118         | 82                         | 4403.13                   | 26.06                         | 184.11                             | 1221.15                      | 2971.79                 |
| Lavadero molde total partes | 0           | 6                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
| Lavadero molde base         | 0           | 10                         | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
|                             | 0           | 2                          | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |
|                             | 0           | 20                         | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name                 | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero base               | 0.59            | 4.18                 | 27.73          | 67.49     |
| Lavadero molde total partes | -               | -                    | -              | -         |
| Lavadero molde base         | -               | -                    | -              | -         |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 274           | 27.35                      | 0             | 12            | 2             | 7.14          |
| n lav segi        | 261           | 28.71                      | 0             | 12            | 9             | 4.65          |
| n lav secf        | 118           | 62.40                      | 0             | 118           | 118           | 48.72         |
| n lav sec molbase | 244           | 30.70                      | 0             | 26            | 8             | 17.45         |
| n bases           | 282           | 26.58                      | 0             | 26            | 6             | 3.52          |
| nlaviz            | 57            | 129.18                     | 0             | 57            | 57            | 24.28         |
| nlavder           | 61            | 120.57                     | 0             | 61            | 61            | 24.44         |

- Línea de lavaderos prefabricados. Modelo 2 Alternativa 1

Replication : 1 01 1  
 Simulation Time : 130 hr  
 -----

LOCATIONS

| Location Name  | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|----------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Prod proceso 1 | 130             | 999999   | 100           | 4204.56                   | 53.90            | 97               | 15               | 0.01   |
| Pulido 123.1   | 130             | 6        | 30            | 1542.86                   | 5.93             | 6                | 6                | 98.90  |
| Pulido 123.2   | 130             | 6        | 30            | 1479.60                   | 5.69             | 6                | 6                | 94.85  |
| Pulido 123.3   | 130             | 6        | 25            | 1758.05                   | 5.63             | 6                | 5                | 93.91  |
| Pulido 123     | 390             | 18       | 85            | 1583.83                   | 5.75             | 18               | 17               | 95.89  |
| Final 1        | 130             | 999999   | 88            | 652.88                    | 7.36             | 19               | 13               | 0.00   |
| Bodega         | 130             | 999999   | 74            | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Acabado        | 130             | 1        | 75            | 102.54                    | 0.98             | 1                | 1                | 98.60  |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name  | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|----------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Prod proceso 1 | 130             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Pulido 123.1   | 130             | 0.00    | 3.60                 | 96.40  | 0.00   |
| Pulido 123.2   | 130             | 0.00    | 15.80                | 84.20  | 0.00   |
| Pulido 123.3   | 130             | 0.00    | 21.34                | 78.66  | 0.00   |
| Pulido 123     | 390             | 0.00    | 13.58                | 86.42  | 0.00   |
| Final 1        | 130             | 3.05    | 96.95                | 0.00   | 0.00   |
| Bodega         | 130             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Acabado       | 130             | 37.75       | 0.00    | 1.40   | 60.85     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name    | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Prod terminado 1 | 1     | 50.89           | 224                  | 13.14                     | 96.42  |
| Pulidor 123.1    | 1     | 48.22           | 98                   | 26.73                     | 90.53  |
| Pulidor 123.2    | 1     | 48.30           | 152                  | 17.18                     | 90.13  |
| Pulidor 123.3    | 1     | 48.31           | 119                  | 22.07                     | 90.62  |
| Pulidor 123      | 3     | 144.84          | 369                  | 21.29                     | 90.43  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name    | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|------------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Prod terminado 1 | 50.89           | 96.42    | 3.58   | 0.00   |
| Pulidor 123.1    | 48.22           | 90.53    | 9.47   | 0.00   |
| Pulidor 123.2    | 48.30           | 90.13    | 9.87   | 0.00   |
| Pulidor 123.3    | 48.31           | 90.62    | 9.38   | 0.00   |
| Pulidor 123      | 144.84          | 90.43    | 9.57   | 0.00   |

**FAILED ARRIVALS**

| Entity Name | Location Name  | Total Failed |
|-------------|----------------|--------------|
| Lavadero    | Prod proceso 1 | 0            |
| Lavadero    | Final 1        | 0            |

**ENTITY ACTIVITY**

| Entity Name | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero    | 74          | 46                         | 3532.79                   | 167.70                        | 433.29                             | 848.47                       | 2083.31                 |

**ENTITY STATES BY PERCENTAGE**

| Entity Name | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero    | 4.75            | 12.26                | 24.02          | 58.97     |

**VARIABLES**

| Variable Name      | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|--------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| pptotal            | 185           | 40.49                      | 0             | 100           | 15            | 53.90         |
| destroncados total | 146           | 51.60                      | 0             | 18            | 6             | 3.56          |
| afinados total     | 163           | 45.98                      | 0             | 20            | 13            | 7.36          |
| terminados total   | 74            | 101.29                     | 0             | 74            | 74            | 40.48         |
| enpultotal         | 155           | 48.33                      | 0             | 18            | 15            | 16.31         |
| retapados total    | 140           | 53.26                      | 0             | 18            | 0             | 11.15         |

- Línea de lavaderos prefabricados Modelo 1, Alternativa 2

-----

LOCATIONS

| Location Name      | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|--------------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Mezclado           | 125             | 1        | 121           | 61.98                     | 1                | 1                | 1                | 100.00 |
| Vibrado.1          | 125             | 999999   | 120           | 163.84                    | 2.62             | 20               | 1                | 0.00   |
| Vibrado.2          | 125             | 999999   | 0             | 0.00                      | 0                | 0                | 0                | 0.00   |
| Vibrado            | 250             | 2e+06    | 120           | 163.84                    | 1.31             | 128              | 1                | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 999999   | 119           | 180.24                    | 2.85             | 12               | 12               | 0.00   |
| Secado final       | 125             | 999999   | 100           | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 999999   | 200           | 5200.57                   | 138.68           | 199              | 79               | 0.01   |
| Secado molde base  | 125             | 999999   | 107           | 1020.09                   | 14.55            | 20               | 7                | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 999999   | 119           | 576.05                    | 9.14             | 12               | 0                | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name      | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|--------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Vibrado.1          | 125             | 72.48   | 27.52                | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado.2          | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado            | 250             | 86.24   | 13.76                | 0.00   | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 62.54   | 37.46                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final       | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado molde base  | 125             | 10.56   | 89.44                | 0.00   | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 10.05   | 89.95                | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Mezclado      | 125             | 18.80       | 0.00    | 0.00   | 81.20     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name     | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|-------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Operario mezcla   | 1     | 47.25           | 362                  | 3.89                      | 49.74  |
| Operario moldes.1 | 1     | 47.25           | 231                  | 6.33                      | 51.65  |
| Operario moldes.2 | 1     | 47.25           | 235                  | 6.21                      | 51.53  |
| Operario moldes   | 2     | 94.5            | 466                  | 6.27                      | 51.59  |
| Operario secado   | 1     | 47.25           | 407                  | 1.29                      | 18.63  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name     | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|-------------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Operario mezcla   | 47.25           | 49.74    | 50.26  | 0.00   |
| Operario moldes.1 | 47.25           | 51.65    | 48.35  | 0.00   |
| Operario moldes.2 | 47.25           | 51.53    | 48.47  | 0.00   |
| Operario moldes   | 94.5            | 51.59    | 48.41  | 0.00   |
| Operario secado   | 47.25           | 18.63    | 81.37  | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name          | Location Name                            | Total Failed |
|----------------------|--|--------------|
| Lavadero base partes | Materia prima Vibrado vibrado molde base | 0<br>0<br>0  |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name                 | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero base               | 100<br>0    | 100<br>1                   | 4341.57<br>-              | 10.07<br>-                    | 98.12<br>-                         | 1221.09<br>-                 | 3012.28<br>-            |
| Lavadero molde total partes | 0<br>0      | 12<br>0                    | -<br>-                    | -<br>-                        | -<br>-                             | -<br>-                       | -<br>-                  |
| Lavadero molde base         | 0           | 19                         | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name                 | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked  |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|------------|
| Lavadero base               | 0.23<br>-       | 2.26<br>-            | 28.13<br>-     | 69.38<br>- |
| Lavadero molde total partes | -<br>-          | -<br>-               | -<br>-         | -<br>-     |
| Lavadero molde base         | -               | -                    | -              | -          |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 238           | 31.50                      | 0             | 12            | 0             | 9.17          |
| n lav segi        | 226           | 33.17                      | 0             | 12            | 12            | 2.82          |
| n lav secf        | 100           | 73.09                      | 0             | 100           | 100           | 42.11         |
| n lav sec molbase | 207           | 36.22                      | 0             | 20            | 7             | 14.49         |
| n bases           | 239           | 31.37                      | 0             | 20            | 1             | 2.59          |

- Linea de lavaderos prefabricados, Modelo 2 Alternativa 2

```

-----
Scenario      : Normal Run
Replication   : 1 of 1
Simulation Time : 130 hr
-----

```

LOCATIONS

| Location Name | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|---------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Prod proceso  | 130             | 999999   | 200           | 4189.93                   | 107.43           | 194              | 30               | 0.01   |
| Pulido.1      | 130             | 6        | 30            | 1531.51                   | 5.89             | 6                | 6                | 98.17  |
| Pulido.2      | 130             | 6        | 30            | 1506.22                   | 5.79             | 6                | 6                | 96.55  |
| Pulido.3      | 130             | 6        | 30            | 1416.39                   | 5.44             | 6                | 6                | 90.79  |
| Pulido.4      | 130             | 6        | 30            | 1545.61                   | 5.94             | 6                | 6                | 99.08  |
| Pulido.5      | 130             | 6        | 26            | 1747.01                   | 5.82             | 6                | 4                | 97.06  |
| Pulido.6      | 130             | 6        | 24            | 1711.41                   | 5.26             | 6                | 5                | 87.76  |
| Pulido        | 780             | 36       | 170           | 1567.58                   | 5.69             | 36               | 33               | 94.90  |
| Final.1       | 130             | 999999   | 167           | 644.82                    | 13.80            | 29               | 25               | 0.00   |
| Final.2       | 130             | 999999   | 0             | 0.00                      | 0                | 0                | 0                | 0.00   |
| Final         | 260             | 2e+06    | 167           | 644.82                    | 6.90             | 29               | 25               | 0.00   |
| Bodega        | 130             | 999999   | 140           | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Acabado.1     | 130             | 1        | 72            | 105.85                    | 0.97             | 1                | 1                | 97.71  |
| Acabado.2     | 130             | 1        | 70            | 108.86                    | 0.97             | 1                | 1                | 97.70  |
| Acabado       | 260             | 2        | 142           | 107.33                    | 0.97             | 2                | 2                | 97.70  |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|---------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Prod proceso  | 130             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Pulido.1      | 130             | 0.52    | 3.67                 | 95.81  | 0.00   |
| Pulido.2      | 130             | 0.00    | 16.45                | 83.55  | 0.00   |
| Pulido.3      | 130             | 0.00    | 16.13                | 83.87  | 0.00   |
| Pulido.4      | 130             | 0.48    | 1.40                 | 98.12  | 0.00   |
| Pulido.5      | 130             | 0.00    | 7.09                 | 92.91  | 0.00   |
| Pulido.6      | 130             | 0.00    | 20.45                | 79.55  | 0.00   |
| Pulido        | 780             | 0.17    | 10.87                | 88.97  | 0.00   |
| Final.1       | 130             | 3.44    | 96.56                | 0.00   | 0.00   |
| Final.2       | 130             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Final         | 260             | 51.72   | 48.28                | 0.00   | 0.00   |
| Bodega        | 130             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Acabado.1     | 130             | 35.87       | 0.00    | 2.29   | 61.84     | 0.00      | 0.00   |
| Acabado.2     | 130             | 35.27       | 0.00    | 2.30   | 62.43     | 0.00      | 0.00   |
| Acabado       | 260             | 35.57       | 0.00    | 2.30   | 62.13     | 0.00      | 0.00   |

| Resource Name    | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Prod terminado.1 | 1     | 48.47           | 215                  | 12.77                     | 94.45  |
| Prod terminado.2 | 1     | 49.47           | 209                  | 13.40                     | 94.38  |
| Prod terminado   | 2     | 97.94           | 424                  | 13.08                     | 94.42  |
| Pulidor.1        | 1     | 48.31           | 94                   | 28.23                     | 91.56  |
| Pulidor.2        | 1     | 48.30           | 151                  | 17.45                     | 90.95  |
| Pulidor.3        | 1     | 48.14           | 132                  | 19.94                     | 91.14  |
| Pulidor.4        | 1     | 48.30           | 108                  | 24.69                     | 92.03  |
| Pulidor.5        | 1     | 48.06           | 88                   | 30.21                     | 92.19  |
| Pulidor.6        | 1     | 48.24           | 172                  | 15.64                     | 92.97  |
| Pulidor          | 6     | 289.36          | 745                  | 21.39                     | 91.81  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name    | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|------------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Prod terminado.1 | 48.47           | 94.45    | 5.55   | 0.00   |
| Prod terminado.2 | 49.47           | 94.38    | 5.62   | 0.00   |
| Prod terminado   | 97.94           | 94.42    | 5.58   | 0.00   |
| Pulidor.1        | 48.31           | 91.56    | 8.44   | 0.00   |
| Pulidor.2        | 48.30           | 90.95    | 9.05   | 0.00   |
| Pulidor.3        | 48.14           | 91.14    | 8.86   | 0.00   |
| Pulidor.4        | 48.30           | 92.03    | 7.97   | 0.00   |
| Pulidor.5        | 48.06           | 92.19    | 7.81   | 0.00   |
| Pulidor.6        | 48.24           | 92.97    | 7.03   | 0.00   |
| Pulidor          | 289.36          | 91.81    | 8.19   | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name | Location Name | Total Failed |
|-------------|---------------|--------------|
| Lavadero    | Prod proceso  | 0            |
| Lavadero    | Final         | 0            |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero    | 140         | 90                         | 3752.88                   | 189.12                        | 442.79                             | 910.47                       | 2210.48                 |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero    | 5.04            | 11.80                | 24.26          | 58.90     |

VARIABLES

| Variable Name | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| pp            | 370           | 20.24                      | 0             | 200           | 30            | 107.43        |
| destroncados  | 296           | 25.44                      | 0             | 36            | 12            | 6.62          |
| retapados     | 284           | 26.24                      | 0             | 36            | 0             | 22.43         |
| terminados    | 140           | 53.52                      | 0             | 140           | 140           | 72.64         |
| pul           | 250           | 29.21                      | 0             | 1             | 0             | 0.24          |
| afinados      | 309           | 24.25                      | 0             | 30            | 25            | 13.80         |
| lavpulido     | 312           | 24.00                      | 0             | 36            | 28            | 32.16         |

- Línea de lavaderos prefabricados, Modelo 1 Alternativa 3

Scenario : Normal Run  
 Replication : 1 of 1  
 Simulation Time : 125 hr

Scenario : Normal Run  
 Replication : 1 of 1  
 Simulation Time : 125 hr

LOCATIONS

| Location Name      | Average Contents | Scheduled Contents | Current Capacity | Total Utilization |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Mezclado           | 1                | 125                | 1                | 100.00%           |
| Vibrado.1          | 2.86             | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Vibrado.2          | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Vibrado            | 1.11             | 250                | 24103            | 0.00%             |
| Secado inicial     | 2.83             | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Secado final 1     | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Materia prima      | 138.66           | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Secado molde base  | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| vibrado molde base | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Secado final 2     | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |

LOCATIONS

| Location Name      | Average Contents | Scheduled Contents | Current Capacity | Total Utilization |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Mezclado           | 1                | 125                | 1                | 100.00%           |
| Vibrado.1          | 2.86             | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Vibrado.2          | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Vibrado            | 1.33             | 250                | 24103            | 0.00%             |
| Secado inicial     | 2.83             | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Secado final 1     | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Materia prima      | 138.66           | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Secado molde base  | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| vibrado molde base | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |
| Secado final 2     | 0                | 125                | 99999            | 0.00%             |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

| Location Name      | Scheduled Hours | % Empty | % Partially Occupied | % Full | % Down |
|--------------------|-----------------|---------|----------------------|--------|--------|
| Vibrado.1          | 125             | 71.71   | 28.29                | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado.2          | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Vibrado            | 250             | 85.86   | 14.14                | 0.00   | 0.00   |
| Secado inicial     | 125             | 62.06   | 37.94                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final 1     | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |
| Materia prima      | 125             | 0.00    | 100.00               | 0.00   | 0.00   |
| Secado molde base  | 125             | 9.70    | 90.30                | 0.00   | 0.00   |
| vibrado molde base | 125             | 16.94   | 83.06                | 0.00   | 0.00   |
| Secado final 2     | 125             | 100.00  | 0.00                 | 0.00   | 0.00   |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Mezclado      | 125             | 18.94       | 0.00    | 0.00   | 81.06     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name     | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|-------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Operario mezcla   | 1     | 47.25           | 362                  | 3.92                      | 50.10  |
| Operario moldes.1 | 1     | 47.25           | 231                  | 6.31                      | 51.42  |
| Operario moldes.2 | 1     | 47.25           | 233                  | 6.31                      | 51.93  |
| Operario moldes   | 2     | 94.5            | 464                  | 6.31                      | 51.67  |
| Operario secado   | 1     | 47.25           | 408                  | 1.26                      | 18.22  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name     | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|-------------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Operario mezcla   | 47.25           | 50.10    | 49.90  | 0.00   |
| Operario moldes.1 | 47.25           | 51.42    | 48.58  | 0.00   |
| Operario moldes.2 | 47.25           | 51.93    | 48.07  | 0.00   |
| Operario moldes   | 94.5            | 51.67    | 48.33  | 0.00   |
| Operario secado   | 47.25           | 18.22    | 81.78  | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name          | Location Name                            | Total Failed |
|----------------------|--|--------------|
| Lavadero base partes | Materia prima Vibrado vibrado molde base | 0<br>0<br>0  |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name                 | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero base               | 100<br>0    | 100<br>3                   | 4351.23<br>-              | 8.99<br>-                     | 89.48<br>-                         | 1221.08<br>-                 | 3031.67<br>-            |
| Lavadero molde total partes | 0<br>0      | 10<br>0                    | -<br>-                    | -<br>-                        | -<br>-                             | -<br>-                       | -<br>-                  |
| Lavadero molde base         | 0           | 17                         | -                         | -                             | -                                  | -                            | -                       |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name                 | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked  |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|------------|
| Lavadero base               | 0.21<br>-       | 2.06<br>-            | 28.06<br>-     | 69.67<br>- |
| Lavadero molde total partes | -<br>-          | -<br>-               | -<br>-         | -<br>-     |
| Lavadero molde base         | -               | -                    | -              | -          |

VARIABLES

| Variable Name     | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| n moldes partes   | 234           | 32.01                      | 0             | 10            | 0             | 7.11          |
| n lav segi        | 224           | 33.44                      | 0             | 10            | 10            | 2.80          |
| n lav secf        | 100           | 73.16                      | 0             | 100           | 100           | 41.98         |
| n lav sec molbase | 207           | 36.18                      | 0             | 20            | 7             | 14.41         |
| n bases           | 237           | 31.60                      | 0             | 20            | 3             | 2.70          |
| nlaviz            | 50            | 146.25                     | 0             | 50            | 50            | 20.01         |
| nlavder           | 50            | 146.33                     | 0             | 50            | 50            | 21.96         |

□

- Línea lavaderos prefabricados, Modelo 2 Alternativa 3

```

-----
Scenario       : Normal Run
Replication    : 1 of 1
Simulation Time : 125 hr
-----

```

LOCATIONS

| Location Name  | Scheduled Hours | Capacity | Total Entries | Average Minutes Per Entry | Average Contents | Maximum Contents | Current Contents | % Util |
|----------------|-----------------|----------|---------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|
| Prod proceso 1 | 125             | 999999   | 100           | 4159.56                   | 55.46            | 97               | 15               | 0.01   |
| Pulido 123.1   | 125             | 6        | 30            | 1482.86                   | 5.93             | 6                | 6                | 98.86  |
| Pulido 123.2   | 125             | 6        | 30            | 1419.60                   | 5.67             | 6                | 6                | 94.64  |
| Pulido 123.3   | 125             | 6        | 25            | 1698.05                   | 5.66             | 6                | 5                | 94.34  |
| Pulido 123     | 375             | 18       | 85            | 1523.83                   | 5.75             | 18               | 17               | 95.94  |
| Final 1        | 125             | 999999   | 88            | 608.56                    | 7.14             | 19               | 13               | 0.00   |
| Bodega         | 125             | 999999   | 74            | 0.00                      | 0                | 1                | 0                | 0.00   |
| Acabado        | 125             | 1        | 75            | 98.54                     | 0.98             | 1                | 1                | 98.54  |

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

| Location Name | Scheduled Hours | % Operation | % Setup | % Idle | % Waiting | % Blocked | % Down |
|---------------|-----------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|--------|
| Acabado       | 125             | 38.74       | 0.00    | 1.46   | 59.80     | 0.00      | 0.00   |

RESOURCES

| Resource Name    | Units | Scheduled Hours | Number Of Times Used | Average Minutes Per Usage | % Util |
|------------------|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|--------|
| Prod terminado 1 | 1     | 50.24           | 224                  | 12.97                     | 96.37  |
| Pulidor 123.1    | 1     | 47.68           | 98                   | 26.39                     | 90.43  |
| Pulidor 123.2    | 1     | 47.79           | 152                  | 16.98                     | 90.02  |
| Pulidor 123.3    | 1     | 47.74           | 119                  | 21.78                     | 90.51  |
| Pulidor 123      | 3     | 143.22          | 369                  | 21.03                     | 90.32  |

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

| Resource Name    | Scheduled Hours | % In Use | % Idle | % Down |
|------------------|-----------------|----------|--------|--------|
| Prod terminado 1 | 50.24           | 96.37    | 3.63   | 0.00   |
| Pulidor 123.1    | 47.68           | 90.43    | 9.57   | 0.00   |
| Pulidor 123.2    | 47.79           | 90.02    | 9.98   | 0.00   |
| Pulidor 123.3    | 47.74           | 90.51    | 9.49   | 0.00   |
| Pulidor 123      | 143.22          | 90.32    | 9.68   | 0.00   |

FAILED ARRIVALS

| Entity Name | Location Name  | Total Failed |
|-------------|----------------|--------------|
| Lavadero    | Prod proceso 1 | 0            |
| Lavadero    | Final 1        | 0            |

ENTITY ACTIVITY

| Entity Name | Total Exits | Current Quantity In System | Average Minutes In System | Average Minutes In Move Logic | Average Minutes Wait For Res, etc. | Average Minutes In Operation | Average Minutes Blocked |
|-------------|-------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Lavadero    | 74          | 46                         | 3532.79                   | 167.70                        | 433.29                             | 848.47                       | 2083.31                 |

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

| Entity Name | % In Move Logic | % Wait For Res, etc. | % In Operation | % Blocked |
|-------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------|
| Lavadero    | 4.75            | 12.26                | 24.02          | 58.97     |

VARIABLES

| Variable Name      | Total Changes | Average Minutes Per Change | Minimum Value | Maximum Value | Current Value | Average Value |
|--------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| pptotal            | 185           | 40.49                      | 0             | 100           | 15            | 55.46         |
| destroncados total | 143           | 52.41                      | 0             | 18            | 3             | 3.48          |
| retapados total    | 140           | 53.26                      | 0             | 18            | 0             | 11.59         |
| terminados total   | 74            | 101.29                     | 0             | 74            | 74            | 39.14         |
| enpultotal         | 155           | 48.33                      | 0             | 18            | 15            | 16.36         |
| afinados total     | 163           | 45.98                      | 0             | 20            | 13            | 7.14          |