

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DECORACIÓN DE ENVASES DE
VIDRIO PARA ELIMINAR LA PINTURA CRUDA O MALA VITRIFICACIÓN
CON EL USO DE PINTURAS LIBRES DE METALES PESADOS EN LA
PLANTA DE O-I PELDAR ZIPAQUIRÁ**

JHONNATHAN YAMID QUINTERO VELÁSQUEZ

ORLANDO RAMOS DELGADO

JOHAN ERNESTO JIMÉNEZ CARDONA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

PROGRAMA DE ECONOMÍA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTA D.C

2011

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DECORACION DE ENVASES DE
VIDRIO PARA ELIMINAR LA PINTURA CRUDA O MALA VITRIFICACION
CON EL USO DE PINTURAS LIBRES DE METALES PESADOS EN LA
PLANTA DE O-I PELDAR ZIPAQUIRA**

JHONNATHAN YAMID QUINTERO VELÁSQUEZ

ORLANDO RAMOS DELGADO

JOHAN ERNESTO JIMÉNEZ CARDONA

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia
de Proyectos

Asesor: Ing. Sigifredo Arce

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
PROGRAMA DE ECONOMÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C

2011

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	9
1. SISTEMA DEL MARCO LÓGICO	10
1.1. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	10
1.2. ANÁLISIS DE PROBLEMAS	14
1.3. ANÁLISIS DE OBJETIVOS	15
1.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	16
1.5. MATRIZ DEL MARCO LÓGICO	19
1.6. PROJECT CHÁRTER	
2. ESTUDIOS	24
2.1. AMBIENTAL	24
2.2. LEGAL	31
2.3. FINANCIERO	32
2.4. TÉCNICO	40
3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	66
3.1. PLAN DE INTEGRACIÓN	66
3.2. PLAN DE ALCANCE	67
3.3. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO	71
3.4. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE COSTOS	75
3.5. PLAN DE CALIDAD	79
3.6. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DEL EQUIPO DE PROYECTO	89
3.7. PLAN DE COMUNICACIONES	103
3.8. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	109
3.9. PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES	112

4. CONCLUSIONES	114
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	116

LISTADO DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1	Análisis de involucrados	10
Tabla 2	Matriz del marco lógico	19
Tabla 3.	Evaluación impacto ambiental IMA	29
Tabla 4.	Evaluación impacto ambiental IMS	29
Tabla 5.	Evaluación impacto ambiental IML	29
Tabla 6.	Resultado impacto ambiental	30
Tabla 7.	Costos de operación proyectada a 5 años con un IPC 5% promedio	33
Tabla 8.	Costos fijos	33
Tabla 9.	Costos por mala calidad 2010	34
Tabla 10.	Estado de la compañía 2010	37
Tabla 11.	Estado esperado 2011	38
Tabla 12.	Variables consideradas.	48
Tabla 13.	Variables críticas	50
Tabla 14.	Análisis FMEA	53
Tabla 15.	Velocidad del gas en las archas 1, 2 y 3	61
Tabla 16.	Consideraciones de mantenimiento	63
Tabla 17.	Etapas y entregables	69
Tabla 18	Costos del proyecto	77
Tabla 19	EDT costos	78
Tabla 20	Matriz de calidad	81
Tabla 21	RACI de calidad	86
Tabla 22	Clasificación de los involucrados	93
Tabla 23	Roles y responsabilidades	98
Tabla 24	EDT (WBS)	100
Tabla 25	Matriz RACI	101
Tabla 26	Matriz de comunicación del proyecto	108
Tabla 27	Estructura desglosada de riesgo (RBS)	110
Tabla 28	Matriz del riesgo	111
Tabla 29	Niveles de calificación matriz de riesgo	113

LISTADO DE GRÁFICAS

		Pg.
Gráfica 1	Árbol de problemas	14
Gráfica 2	Árbol de objetivos	15
Gráfica 3	Resultados selección de alternativa	17
Gráfica 4	resultados selección de alternativa	18
Gráfica 5	Selección de la alternativa	18
Gráfica 6	Proceso de producción	43
Gráfica 7	Niveles de temperatura recocido	44
Gráfica 8	Pintura cruda	47
Gráfica 9	Mediciones variables influyentes	49
Gráfica 10	Probabilidad presencia pintura cruda zona vitrificado	50
Gráfica 11	Probabilidad presencia pintura cruda temperatura de vitrificado	51
Gráfica 12	Probabilidad presencia pintura cruda tiempo de vitrificado	52
Gráfica 13	Probabilidad presencia pintura cruda temperatura de ingreso de envases	52
Gráfica 14	Probabilidad presencia pintura cruda tratamiento en frio (15-101).	52
Gráfica 15	Relación flujo de masa por minuto vs. Carga por zona en gramos.	54
Gráfica 16	Variación de temperatura	55
Gráfica 17	Zonas de vitrificación programada en las archas vs. Zona de vitrificación real según temperatura	56
Gráfica 18	Distribución de archas	57
Gráfica 19	Modelo archa 1	59
Gráfica 20	Análisis de energía disponible	60
Gráfica 21	Necesidades energéticas del proceso	61
Gráfica 22	Control de cambios	66
Gráfica 23	Monitoreo y control del alcance	71
Gráfica 24	Fases del proyecto, hitos y fechas	72
Gráfica 25	Diagrama de Gantt del proyecto	72
Gráfica 26	Actividades WBS	73
Gráfica 27	Línea base de costos	76
Gráfica 28	Línea base de costos ejecutado	79
Gráfica 29	Organigrama	97

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ARCHA: Horno especial usado para controlar el calentamiento y enfriamiento de los envases de vidrio para evitar el stress o la concentración de esfuerzos en los envases.

CURADO Y/O RECOCIDO: Consiste en un proceso térmico para liberar zonas de Stress en el envase y que la pintura se pueda vitrificar o volver parte del vidrio.

TRATAMIENTO EN FRÍO: Proceso por el cual se aplica una sustancia especial a temperatura ambiente sobre la superficie del envase de vidrio para evitar la rayadura cuando se someten los envases a fricción.

ZONA DE CALENTAMIENTO: Zona perteneciente al Archa la cual tiene como función calentar el ambiente circundante dentro de la zona incluyendo la producción de envases que la cruzan.

ZONA DE ENFRIAMIENTO: Zona perteneciente al Archa la cual tiene como función enfriar el ambiente circundante dentro de la zona con respecto a la zona anterior incluyendo la producción de envases que la cruzan.

CONVEYOR: Término usado en inglés para referirse a una banda transportadora de envases.

STACKER: Sistema mecánico basado en una barra de empuje para guiar o transferir una serie de envases desde un Conveyor a otro.

TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO: Temperatura a la cual el vidrio recupera su estado de ablandamiento o de cero esfuerzos internos. Típicamente para envases se considera esta temperatura a partir de los 500°C.

TEMPERATURA DE VITRIFICADO: Temperatura a la cual la pintura que se aplica para decorar el envase se debe vitrificar o adherirse a las paredes de vidrio. Típicamente se asume esta temperatura a partir de los 600°C.

PINTURA CRUDA: Defecto asociado a la decoración de envases de vidrio que consiste al desprendimiento de fracciones de pintura luego de ser sometida a una solución alcalina durante un tiempo especificado en la norma ASTM C1203-04.

PRUEBA DE HIPÓTESIS: Es una proposición sobre los parámetros de una población sobre la distribución de probabilidad de una variable aleatoria.

UPM. Nombre que se le da a la persona líder de todo un horno de fundición de vidrio que alimenta una o más líneas de producción. (Unit plant Manager).

FMU. Nombre que se le da a la persona líder de una sola línea de producción.
(Flexible Manufacturing Unit).

INTRODUCCIÓN

La empresa Owens Illinois Peldar S.A es una empresa manufacturera dedicada a la producción de envases de vidrio como producto principal, también fabrica vidrio plano y cristalería tanto para alimentos, bebidas gaseosas, jugos, licores y farmacéuticos. La empresa tiene presencia en todos los continentes del mundo y es líder a nivel mundial en este mercado.

El propósito de este proyecto es la optimización de uno de los procesos de la compañía a raíz de la introducción de nuevos materiales de pintura para la decoración de envases de vidrio. Al comenzar a usar estos nuevos insumos se generaron algunos problemas de calidad en el producto terminado, identificando como el principal problema la pintura cruda que causó reclamos de los clientes principales de la organización afectando la imagen de la compañía, aumentando los costos de fabricación por la cantidad de reprocesos y materiales desperdiciados.

Se tenía la hipótesis que dentro del proceso de decoración de envases no se contaba con los equipos y sistemas necesarios para llegar a decorar estos envases con una calidad aceptable usando estas nuevas pinturas, por lo que se pretendía adquirir nuevos equipos con una mayor capacidad técnica de acuerdo a la experiencia de otras plantas de vidrio.

Sin embargo, la organización decidió realizar un proyecto basado en la metodología Lean Six Sigma que permitiera asegurar la mejor opción para eliminar el defecto de calidad y así lograr la satisfacción de los clientes externos.

Este trabajo desarrolla el proyecto logrando una sinergia entre la metodología del PMI y las fases de optimización de procesos sugeridas por Lean Six Sigma DMAIC. Con el resultado de este proyecto, la compañía podrá asegurar la calidad de sus productos decorados y actualizar su "Know How" para este proceso.

Este documento se desarrolla en cuatro capítulos principales organizados de la siguiente manera. El primer capítulo aborda el sistema de marco lógico en donde se identifica la problemática principal en relación a los interesados en el proyecto. El segundo trata sobre los estudios realizados en el proceso de decoración de envases de vidrio, donde se tuvo en cuenta la parte técnica, la financiera, la legal y el estudio ambiental. El tercer capítulo trata sobre el plan de implementación, con la puesta en marcha de las nueve aéreas del conocimiento involucradas en gerencia de proyectos.

1. SISTEMA DE MARCO LÓGICO

1.1. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS. Tabla 1.

GRUPOS		INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
1	Gerente de Planta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir los reclamos de los clientes a cero. 2. Disminuir los reprocesos como retenido a cero por causa de la pintura cruda. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En este año se recibieron 5 reclamos por parte de los clientes POSTOBON y COCACOLA. 2. Desde enero de este año hasta julio de este mes se tiene + o - 1% de retenido por este concepto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprobación ordenes de adquisición y compra. 2. Aprueba fases del proyecto. 3. Aprueba recursos humanos y técnicos para la realización del proyecto.
2	UPM HORNO D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir los reprocesos como retenido a cero por causa de la pintura cruda. 2. Tener un control de proceso que permita especificar las variables de entrada y garantizar la calidad de salida del proceso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desde enero de este año hasta julio de este mes se tiene + o - 1% de retenido por este concepto. 2. Hay bajas en las eficiencias de las líneas que decoran cuando hay problemas en el área de decoración. Estos problemas generalmente ocasiona que paren el proceso de decoración generando acumulación y retraso en el flujo de producción en las líneas hasta empaque. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Facilita recursos técnicos y humanos para el desarrollo del proyecto.
3	FMU D0	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir el retenido de producción en la línea D0 por causa de pintura cruda. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea de producción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.

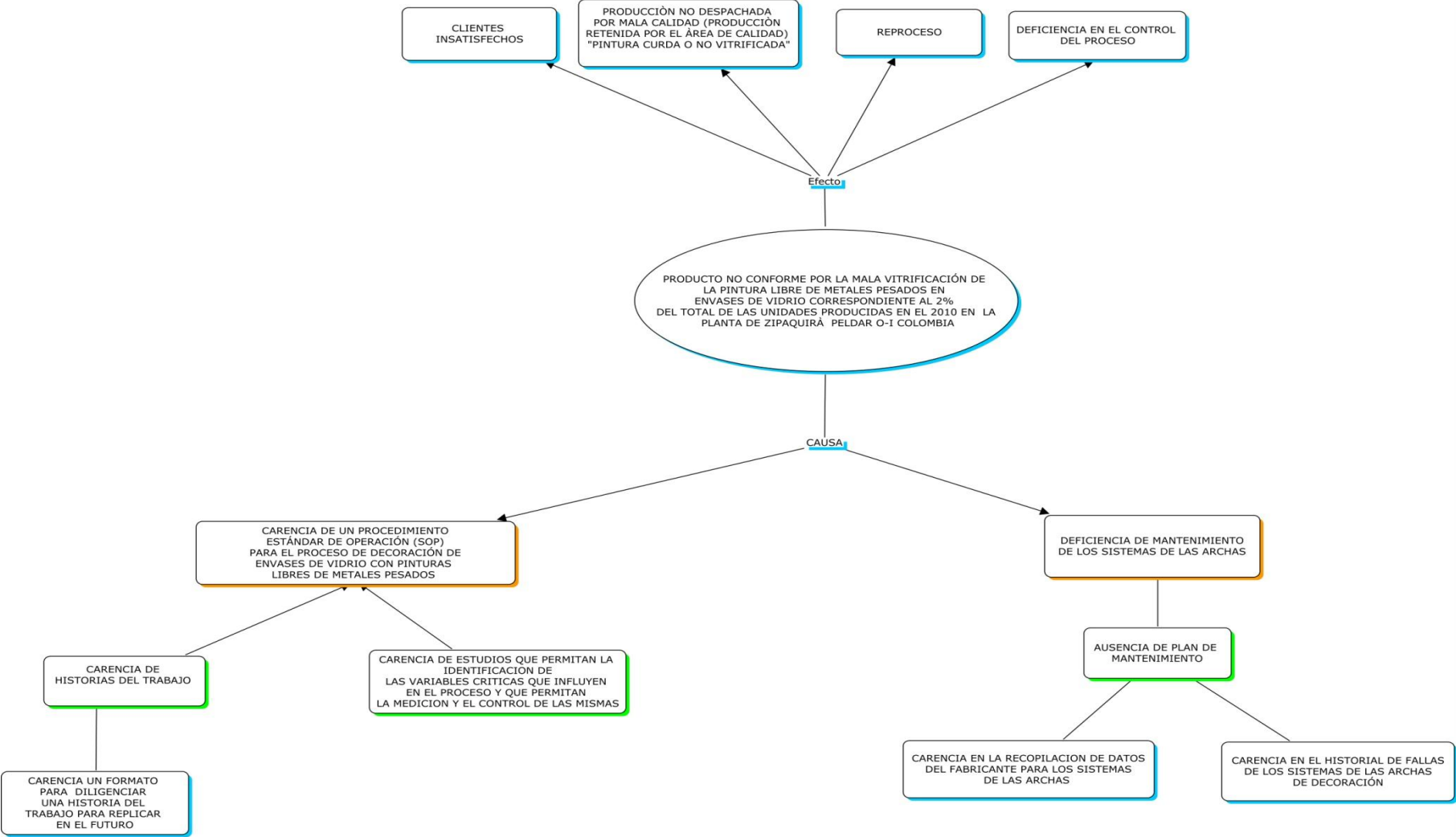
4	FMU D1	1. Disminuir el retenido de producción en la línea D1 por causa de pintura cruda.	1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea de producción.	1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.
5	FMU D2	1. Disminuir el retenido de producción en la línea D2 por causa de pintura cruda.	1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea d producción.	1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.
6	FMU D3	1. Disminuir el retenido de producción en la línea D3 por causa de pintura cruda.	1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea de producción.	1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.
7	Coordinador MTT0 Zona Fría	1. Garantizar que el flujo de producción hasta el área de empaque sea lo más óptimo y constante posible. 2. Tener un plan de mantenimiento definido para el área de decoración de envases.	1. Los FMU líderes se quejan constantemente de la represión de los envases en sus líneas por causa de paradas en el proceso de decoración. 2. Los mantenimientos en el área de decoración se hacen correctivos.	1. Puede brindar los recursos humanos y técnicos para la realización del proyecto. 2. Posee información documentada del proceso y de bench king del mismo.

8	Equipo Mtto Zona Fría	1. Tener un proceso de mantenimiento.	1. Todos los trabajos en el área de decoración de de tipo correctivo a falta de un plan de mantenimiento.	1. Son las personas que realizan los trabajos en el área. 2. Tienen la experiencia en los trabajos de mantenimiento y conocen los equipos del proceso.
9	Equipo Decoración	1. Tener un control de proceso que permita garantizar la calidad de la producción. 2. Tener un excelente proceso de vitrificado. 3. Tener un programa de Mtto de las máquinas de decoración y de las archas que permita el buen funcionamiento de los equipos e instrumentos.	1. Variación en las principales variables del proceso (Temperaturas en el archa). 2. No hay plan de Mtto para las máquinas y para las archas. 3. Muchos problemas de calidad con pintura cruda. (porcentaje de retenido en las líneas alto).	1. Define los parámetros del proceso. 2. Tienen las herramientas de trabajo para el proceso.
10	Equipo Mtto Eléctrico/Instrumentación	1. Tener un plan de mantenimiento para la operación correcta del sistema de archas.	1. Los instrumentos fallan constantemente, entre controladores de temperatura, termopares y sensores de presión en las archas, siendo esto una posible causa de variación	1. Posee la experiencia del manejo de los sistemas que conforman el proceso de decoración de envases. 2. Son las personas que efectúan el trabajo en el proceso.
11	Clientes externos	1. Que no se pierda pintura antes de 25 ciclos de llenado.	1. 5 reclamos por parte de los clientes POSTOBON y COCACOLA por concepto de pintura cruda. Sus envases perdieron pintura antes de 25 ciclos de retorno a sus lavadoras. 2. No existe un sistema implementado estándar para evaluar la pérdida de pintura. Se trabaja con la norma ASTM C675-91 (Conceptos cualitativos).	1. Entidades que compran el producto. 2. Realizan prueba de calidad no estándar.

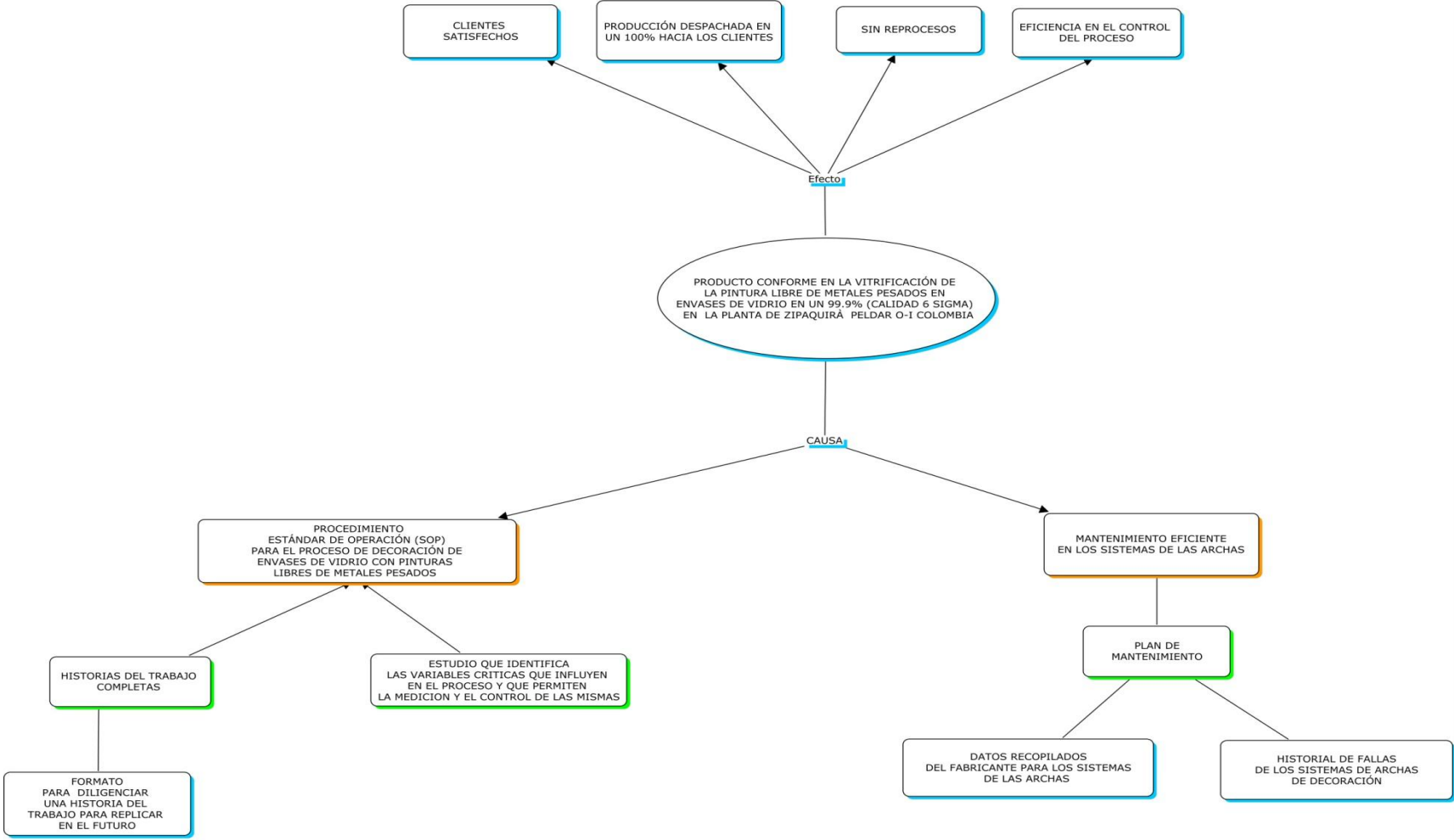
12	Supervisor de Calidad	<p>1. Disminuir el retenido de las líneas de producción por concepto de la pintura cruda.</p> <p>2. Establecer un sistema estándar que sirva tanto a los clientes como a la compañía para esclarecer los niveles de aceptación del producto en cuanto a pintura cruda, esto es tener un método cuantitativo que permita establecer los límites de aceptación de pérdida de pintura.</p>	<p>1. No hay un control de proceso que permita garantizar la calidad del producto. (No hay toma de historias de trabajo ni hay medición de variables del proceso para controlar).</p> <p>2. No tenemos un sistema que permita establecer los límites de aceptación para la pérdida de pintura. La norma actual es cualitativa y depende de la pericia del operador.</p>	<p>1. Posee los acuerdos y los reglamentos de calidad para gestionar un sistema como tal.</p> <p>2. Supervisa que los sistemas de calidad cumplan con los estándares requeridos.</p> <p>3. Tiene disponibilidad de personal y equipos de medición de calidad.</p>
13	Superintendente de Zona fría	<p>1. Mejorar el proceso de decoración estableciendo un control de proceso con las variables críticas del mismo.</p>	<p>1. Hay mucha variación en las temperaturas de las archas de decoración y no hay control en las variables del proceso empezando porque aún no existe un proceso de levantamiento de historias.</p>	<p>1. Puede brindar los recursos humanos y técnicos para la realización del proyecto.</p> <p>2. Posee información documentada del proceso y de bench king del mismo.</p>

Fuente: O-I Peldar

1.2. EL ANÁLISIS DE PROBLEMAS Gráfica 1



1.3. EL ANÁLISIS DE OBJETIVOS. Gráfica 2



1.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

SELECCIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA REDUCIR EL PRODUCTO NO CONFORME POR LA MALA VITRIFICACIÓN DE LA PINTURA LIBRE DE METALES PESADOS EN ENVASES DE VIDRIO CORRESPONDIENTE AL 2% DEL TOTAL DE LAS UNIDADES PRODUCIDAS EN EL 2010 EN LA PLANTA DE ZIPAQUIRÁ PELDAR O-I COLOMBIA

RESUMEN: La compañía O-I PELDAR Zipaquirá Colombia, después de realizar el cambio a pinturas libres de metales pesados (plomo, cadmio, nique, cromo) en los decorados sobre los envases de vidrio, se generó alrededor de un 2% de envases no conformes o defectuosos frente a la totalidad de envases producidos durante el año 2010 para el proceso de decoración así como 5 eventos de reclamos de clientes importantes para la compañía. Al cambiar los insumos principales del proceso, en este caso las pinturas, los estándares de operación tenidos antes del cambio vinieron a ser obsoletos, pues las condiciones de operación tenidas como “Know How” dejaron de garantizar estabilidad y calidad en la operación y el producto terminado.

Debido a estos problemas, se vio la necesidad de realizar un proyecto que pueda tener como resultado una serie de estudios y conclusiones que permitan garantizar calidad, continuidad y estabilidad en la operación de decoración de envases de vidrio para la planta.

Las tres alternativas que se escogieron fueron las siguientes:

- Continuar con los procesos de la compañía como están.
- Copiar una estrategia similar de una planta manufacturera de la compañía.
- Diseñar un proyecto que dé soluciones efectivas a los problemas percibidos en la planta manufacturera de Zipaquirá – Colombia

Antes de consultar a los expertos sobre estas tres opciones se escogieron los siguientes criterios de selección:

1.4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **Calidad frente a los clientes:** Corresponde a qué grado de calidad la compañía le entrega el producto a los clientes, esto incluye:

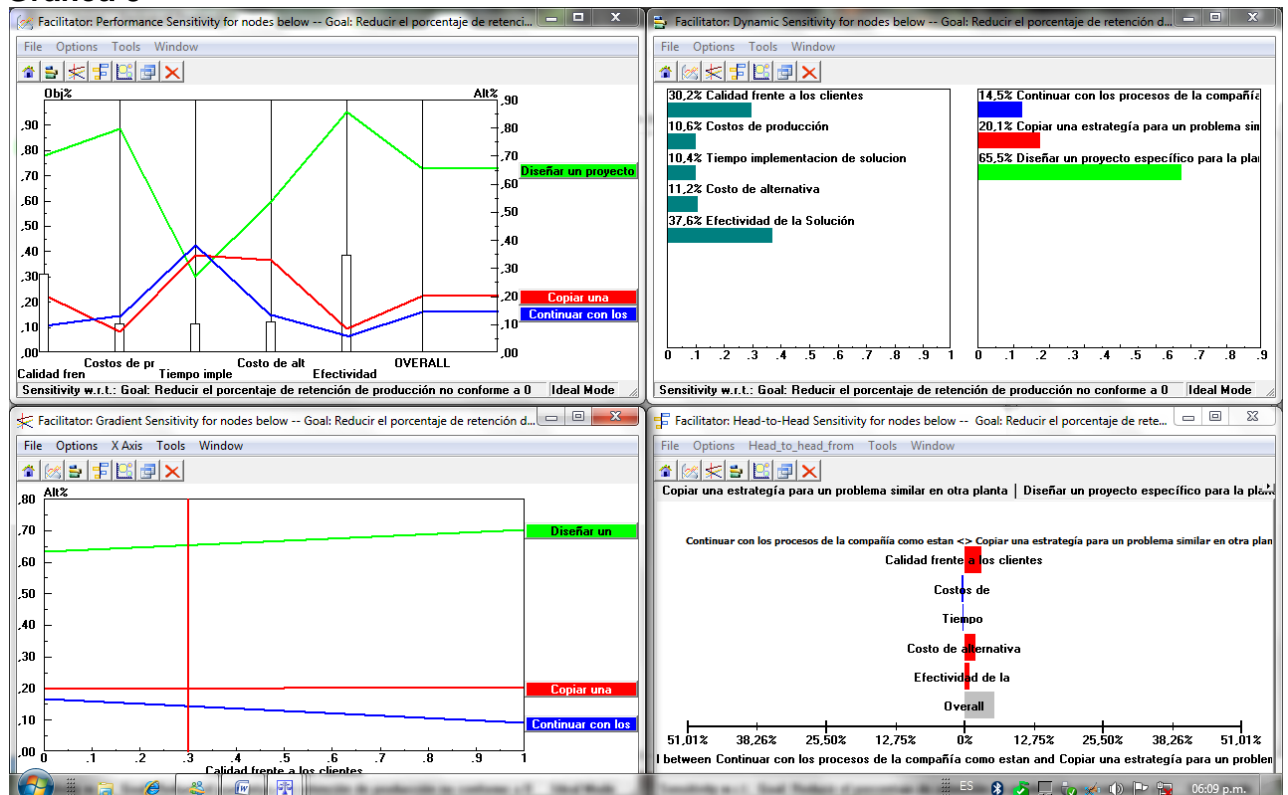
La pintura utilizada para el decorado representativo del cliente, debe corresponder pinturas libres de metales pesados.

El decorado no se debe desvanecer antes de 25 ciclos en el proceso de lavado de envases de los clientes.

- **Costos de producción:** se analizan los siguientes componentes asociados dentro de la operación del proceso.
 - ✓ Reprocesos
 - ✓ Material de empaque adicional
 - ✓ Personal para re selección
 - ✓ Reclamos de clientes
- **Tiempo implementación de solución:** El tiempo en el cual se espera implementar la solución
- **Costos de Alternativa:** Los costos asociados a la alternativa seleccionada en cuanto a equipos y mano de obra.
- **Efectividad de la Solución:** Probabilidad de éxito en la implementación de la solución.

Después de ingresar todos los datos y evaluar los criterios gráficamente se obtuvo los siguientes resultados.

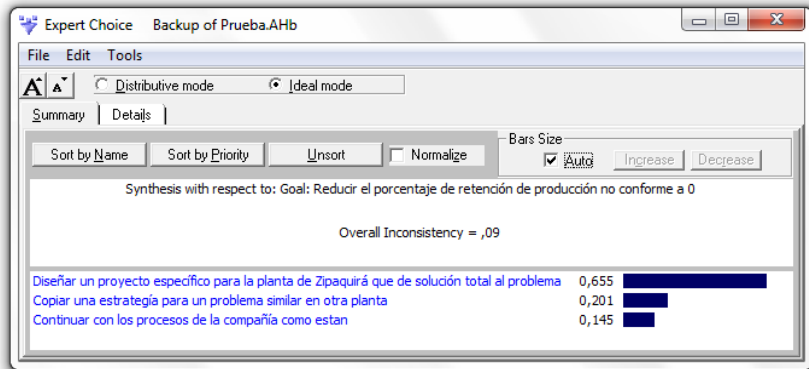
Gráfica 3



Fuente: Programa Expert Choice

Resultado del estudio de las 3 alternativas

Gráfica 4

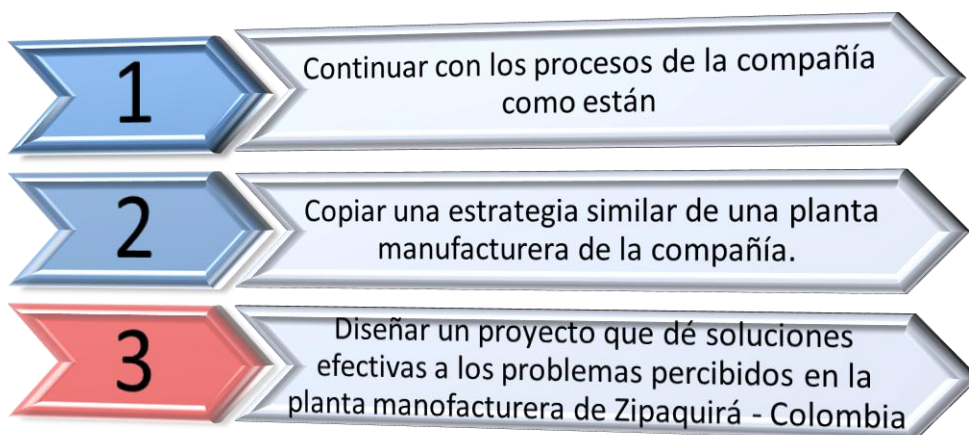


Fuente: Expert choice

CONCLUSIÓN:

- Por un 65,5% es conveniente realizar el proyecto, seguido con un 20,1% de la segunda alternativa que consiste en copiar una estrategia de otra planta de O-I PELDAR.

● SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA (Grafica 5)



1.5. MATRIZ DEL MARCO LÓGICO. Tabla 2

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES OBJETIVAMENTE (VO)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN 1. Clientes Satisfechos 2. Producción despachada a tiempo en un 100% 3. No reprocesos. 4. Eficiencia en el control del proceso.	1. Número de eventos de reclamo de los clientes. 2. Porcentaje de retención de producción no conforme. 3. Número de eventos de reprocesos.	1. Informes emitidos por los clientes sobre reclamos. 2. Sistema de información de producción SIP.	1. Los sistemas de información usados son actualizados con información confiable, como es el caso del SIP.
PROPÓSITO 1. Generar conformidad en la producción en cuanto a la vitrificación de la pintura libre de metales pesados en envases de vidrio en un 99.9% (Calidad 6 sigma) en la Planta de Zipaquirá O-I Colombia.	1. Porcentaje de producción no conforme (% de retenido por pintura cruda).	1. Sistema de información de producción SIP.	1. Los sistemas de información usados son actualizados con información confiable, como es el caso del SIP.
COMPONENTES 1. Procedimiento estándar de operación para el proceso de decoración de envases de vidrio. 2. Plan de mantenimiento de los sistemas de las archas.	1. Procedimiento estándar de operación terminado y revisado. 2. Plan de mantenimiento terminado y revisado.	1. Revisión periódica de la Superintendencia del área de decoración.	
ACTIVIDADES 1. Realizar un formato para diligenciar una historia del trabajo. 2. Hacer un estudio estadístico para establecer las variables críticas del proceso. 3. Hacer una recopilación de datos del fabricante para los sistemas de las archas. 4. Hacer un registro histórico de fallas de los sistemas de las archas de decoración.		1. Registro e informes mensuales de seguimiento y control.	1. El negocio de envases de vidrio decorados en la planta de Zipaquirá es continuo. 2. Para los estudios técnicos se asumen procesos adiabáticos.

2.6 PROJECT CHÁRTER

Información

Nombre del Proyecto:	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DECORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO PARA ELIMINAR LA PINTURA CRUDA O MALA VITRIFICACIÓN CON EL USO DE PINTURAS LIBRES DE METALES PESADOS EN LA PLANTA DE O-I PELDAR ZIPAQUIRÁ	Date: 30/07/10	
Sponsor:	Omar Barrero – Coordinador de decoración	Numero de Telefono	484-94-xx
Brief del Proyecto:	El proceso de decoración actual genera un producto defectuoso de pintura cruda, esto repercute en quejas del cliente y retención de lotes por calidad, en este proyecto se busca generar un proceso estandarizado de operación (SOP) en el área de decoración que permita reducir la retención de lotes por mala calidad generando una buena satisfacción en el cliente y mejorando la imagen de la compañía.		
Sector/Div/Unidad Negocio:	Zipaquira Planta O-I Peldar Colombia		
Impacto del Negocio (Paso 4)			
Enfoque Estratégico Que área soporta este proyecto?	<input checked="" type="checkbox"/> Crecimiento de ingresos <input type="checkbox"/> Precio <input type="checkbox"/> Gestión de costos <input type="checkbox"/> Flujo de caja	<input type="checkbox"/> Inventario / Capital de Trabajo <input checked="" type="checkbox"/> Servicio al cliente <input checked="" type="checkbox"/> Innovación <input type="checkbox"/> Calidad / Seguridad	<input type="checkbox"/> Proyecto Habilitado <input type="checkbox"/> Otros
Supuestos Claves Relación con los beneficios del proyecto y factor económico	1. No va a existir poca o ausencia del producto		
Calculo de beneficios * Tipo 1: - Impacto en el balance final * Tipo 2: - Libera la productividad, la reasignación de recursos * Tipo 3: - Ingresos Relacionados, Retencion de clientes * Otros: - Satisfacción del cliente	<i>Tipo 1 Beneficios</i> (\$ valores en términos de EBIT, Beneficios Económicos o Impacto del dinero): <i>Tipo 2 Beneficios:</i> <i>Tipo 3 Beneficios:</i> <i>Otros Beneficios:</i> Total Beneficios del proyecto anualizado:		

Requisitos del presupuesto	Capital <i>(Si se conoce de antemano la solución)</i>		Gastos		
	<ul style="list-style-type: none"> No existe presupuesto asignado para la adquisición de nuevas tecnologías (Archas nuevas, quemadores de más capacidad, etc), si el estudio técnico arroja un resultado de adquirir nueva tecnología se tiene presupuestado Doscientos millones de pesos (\$200.000) 		<ul style="list-style-type: none"> Supervisor del área de decoración Ing. Practicante del área de decoración Ing. de procesos (Black Belt lean six sigma) Operario Gas Natural m3 Pinturas (TONELADAS) 		
Dependencias Este proyecto esta vinculado a otros proyectos o portafolios?	<ul style="list-style-type: none"> Este proyecto no está vinculado a ningún otro proyecto o portafolio. 				
Riesgos (para la terminación del proyecto) ¿Cuáles son los riesgos en torno a temas de programación, presupuesto, necesidades del cliente y reglamento / medio ambiente?	<ul style="list-style-type: none"> Falta de Negocios Cambios de personal Disponibilidad de tiempo que los participantes 				
Problema / Oportunidad (Paso 1)					
Que está mal, no trabajan o que le "duele" a nuestros clientes?	<ul style="list-style-type: none"> El proceso de decoración no tiene las condiciones y parámetros de funcionamiento necesarios para evitar la producción de un producto defectuoso. 				
Cuando inicio el problema?	<ul style="list-style-type: none"> Inicio en el 2009 con los reclamos de los clientes 				
Donde está el problema?	<ul style="list-style-type: none"> Zipaquira Planta O-I Peldar O-I Proceso de decoración 				
Cual es el alcance del problema?	<ul style="list-style-type: none"> El problema está afectando el proceso de decoración y los índices de calidad. 				
Definición del proceso general (Paso 2)					
Creación de SIPOC de alto nivel	Proveedores	Entradas (X)	Procesos	Salidas (Y)	Clientes
Quien es proveedor?	<ul style="list-style-type: none"> La Línea FMU Instrumentación de Área Frio y Mantenimiento Pintura Proveedor 	<ul style="list-style-type: none"> Contenedores pintados Historia del trabajo (temperatura, velocidad, tiempo de archa etc) Ficha tecnica Temperatura del ambiente Screen. Soporte mecanico Instrumentacion y soporte electric Programación de la 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de los tratamientos de superficie Entrada de producción en la línea FMU a las máquinas de producción. Aplicacion en tres estaciones de color Entrada del Archa Proceso de vitrificacion Aplicacion de tratamientos de superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> Emvases decorados Retenido por mala calidad Quejas del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> Logistica Cientes externos Planta de Zipaquira
Cuáles son las entradas?	<ul style="list-style-type: none"> Gas Natural Mantenimiento Eléctrico Área de Calidad Área de embalaje Logística Programación de la 				
Cuál es el proceso, cuáles son las salidas y					

quienes son los clientes?	producción.	producción • Calidad y sistemas • Herramientas de medicion (Go/No Go – Alkain test)	• Control de calidad • Packing process • Almacenamiento • Entrega al cliente • Lavadoras y llenadoras del cliente • Vida de los contenedores			
Cuáles son los parámetros recomendados de entrada, del proceso y el resultado.		Inputs (X)	Process	Output (Y)		
	Calidad	• Especificaciones Tecnicas	• Control de calidad	• Produccion retenida por mala calidad • Quejas		
	Speed	• Historia del Trabajo	• Proceso de decoracion	• Velocidad del archa • Perfil de la temperatura		
	Cost	•	• Proceso de decoracion	• Produccion retenida por mala calidad • Quejas de los clientes		
	Métricas y objetivos: (Calidad, Velocidad, Costo)					
Primero: "Mas importante"	Produccion retenida por mala calidad – Objetivos 0%					
Segundo: "Tambien es importante"						
Consecuentes: "Cuidado"	Alkalinity Test, Go – No Go tools					
Project Scope (Paso 3)						
Dentro del alcance – Cuales son los límites del proyecto?	• Proceso de decoración, pintura cruda, envases deformados durante el proceso de decoración.					
Fuera del alcance – Areas no incluidas en el proyecto.	• Empaquetamiento, entrega al cliente, proceso final					
Plan de Proyecto (Paso 4)						
Hitos - Punto de revision	Solucion requerida para :	DEFINIR	MEDIDA	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROL
Pre inicio proyecto ~ # semana	• 3 Meses	01 MAY				
Post inicio proyecto ~ dates						

Selección de equipo (Paso 5)			
¿Qué áreas deben estar representadas en el equipo? ¿Quiénes son los miembros del equipo? ¿Cuál es el compromiso de tiempo de cada miembro del equipo?	Departamento de Empleo	Team Member	% of Time
	Jefe de decoracion	Karen Pinilla	30
	Superintendente	Carlos M Otero	20
	Superintendente	Carlos J Gomez	20
	Supervisor Mantenimiento CE	Martin Rincon	20
	Mecanico de decoracion	Luis Romero	20
	Supervisor de calidad	Alejandro Cano	20
	Superintendente	Jaime Imbacuan	20
Approvals (Step 6)			
Sponsor:	Omar Barrero		Fecha:
Representante financiero:			Fecha:
Otros:			Fecha:

2. ESTUDIOS

2.1. ESTUDIO AMBIENTAL

Introducción

De acuerdo con la necesidad de nuestros clientes de no seguir utilizando pintura a base de metales pesados en los productos desarrollados por nuestra compañía, nos vimos en la necesidad de hacer una investigación de la normatividad existente y los diferentes efectos que causan sobre los seres humanos y el medio ambiente.

Teniendo como referencia que la pintura en base a metales pesados utilizan Plomo, Cadmio, Níquel y Cromo nos vamos a enfocar solo al impacto que estos elementos producen.

Son devastadores los efectos de los mencionados metales sobre la salud humana. En los países desarrollados este problema llama la atención de aquellos interesados por la salud y el medio ambiente y existe desde hace años legislaciones estrictas respecto a los distintos productos que los contienen, dentro de ellos las pinturas.

¿Porqué los metales pesados en las pinturas comprometen la salud humana y el medio ambiente? La respuesta es sencilla, la pintura no se conserva indefinidamente, y siempre termina en el medio circundante debido a la acción del tiempo o por la propia acción humana que la retira por mantenimiento. Posteriormente la acción microbiológica la integra a los vegetales o a las corrientes de aguas libres o subterráneas.

Esta contaminación culmina forzosamente en los seres vivos y por lo tanto en el hombre.

2.1.1. IMPACTO DE UTILIZACIÓN DE PINTURA A BASE DE METALES PESADOS EN LOS SERES HUMANOS

La problemática de la contaminación de las aguas con metales pesados, es muy compleja, por lo cual se hace necesario analizar el comportamiento de cada uno de los elementos considerados, para poder diagnosticar la situación que estos presentan.

- **PLOMO:** En tiempos pasados, una serie de adultos expuestos ocupacionalmente al plomo han mostrado riesgos crecientes de daño a los sistemas renal, nervioso y reproductor (en ambos sexos), además de pequeños aumentos de la tensión arterial. También se ha detectado cierta propensión al cáncer en casos de exposición muy alta. Sin embargo, actualmente, tales efectos se constatan muy raras veces. La mayor causa de preocupación consiste en que, la pequeña exposición a que está expuesta la población en general, pudiera ser causa de un deficiente desarrollo intelectual de los niños, quienes son mucho más vulnerables al encontrarse su sistema nervioso en pleno desarrollo y ser su organismo más capaz de absorber fácilmente el plomo que los adultos. No existe un límite aceptado, pero el conjunto de datos e información recopilados evidencian que no hay que temer efectos negativos con un nivel de plomo en la sangre inferior a 10 g/dl.



- **CADMIO:** Elemento químico de masa atómica 74.92 y número atómico 48, es biopersistente y, absorbido una vez por un organismo, sigue siendo residente por muchos años, aunque se excreta eventualmente.



En seres humanos, la exposición a largo plazo se asocia a la disfunción renal. La alta exposición puede conducir a la enfermedad obstrucciona del pulmón y se ha ligado al cáncer de pulmón, aunque los datos referentes al último son difíciles de interpretar debido a los diferentes factores que originan el cáncer. El cadmio puede también producir efectos en el tejido óseo (osteomalacia, osteoporosis) en seres humanos y los animales. Además, el cadmio también puede estar relacionado con un aumento de la presión arterial y efectos sobre el miocardio de los animales, aunque la mayoría de los datos humanos no apoyan estos resultados. La exposición adicional a los seres humanos se presenta a través del cadmio en el aire ambiente y agua potable.

- **NÍQUEL:** Las cantidades pequeñas de níquel son necesitados por el cuerpo humano para producir las células de sangre rojas, sin embargo, en cantidades excesivas, pueden llegar a ser tóxicos. La sobreexposición a corto plazo al níquel no causa problemas en la salud, pero la exposición a largo plazo puede causar



Nickel photo from MI, courtesy of Southwestern Institution

pérdida de peso corporal, anemia, irritación de la piel, daño al corazón e hígado. La EPA no regula actualmente niveles del níquel en agua potable.

- **CROMO:** La gente puede estar expuesta al Cromo o sus compuestos a través de la respiración, las comidas, bebidas y el contacto con la piel. El nivel de Cromo en el aire y el agua es generalmente bajo. En agua para beber el nivel de Cromo es usualmente bajo como en el agua de pozo, pero el agua de pozo contaminada puede contener el peligroso Cromo VI - Cromo hexavalente. El Cromo III tiene su mayor ruta de entrada por medio de las comidas, pues está presente naturalmente en varios vegetales, frutas, carnes, levaduras y granos. Igualmente varias maneras de preparación de la comida y almacenaje pueden alterar el contenido de Cromo en la comida. Cuando la comida es almacenada en tanques de acero o latas las concentraciones de Cromo pueden aumentar. El Cromo III es un nutriente esencial para los humanos y la falta de este puede causar efectos dañinos al corazón, trastornos metabólicos y diabetes. De igual manera, la ingesta excesiva de Cromo III puede causar efectos sobre la salud, como lo serían las erupciones cutáneas.



El Cromo VI es un peligro para la salud de los humanos, principalmente para las personas que trabajan en la industria del acero y textil. La gente que fuma tabaco también puede tener un alto grado de exposición al Cromo. Cuando este metal es un compuesto de los productos de la piel, puede causar reacciones alérgicas, como es erupciones cutáneas. Después de ser respirado el Cromo VI puede causar irritación y sangrado de la nariz. Entre otros problemas de salud que son causados por el Cromo VI podemos encontrar:

- ✓ Erupciones cutáneas
- ✓ Malestar de estómago y úlceras
- ✓ Problemas respiratorios
- ✓ Debilitamiento del sistema inmune
- ✓ Daño en los riñones e hígado
- ✓ Alteración del material genético
- ✓ Cáncer de pulmón
- ✓ Muerte



2.1.2. IMPACTO DE UTILIZACIÓN DE PINTURA A BASE DE METALES PESADOS EN EL MEDIO AMBIENTE

Las sales de metales de interés, anteriormente mencionadas, son muy tóxicas para la flora y fauna, además para los sistemas acuáticos, son tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones. Al ser ingeridos por el hombre en el agua y alimentos contaminados por los compuestos de mercurio, cadmio y níquel provocan muchas enfermedades que pueden causar la muerte.

La persistencia de estos metales pesados en el medio ambiente, es desfavorable para la flora y fauna, de igual manera se manifiesta en los sistemas acuáticos, debido a que en algunos casos las reacciones de esos elementos desembocan en formas más tóxicas de los metales. Uno de los problemas más graves es la amplificación biológica de los elementos en la cadena trófica.

- **PLOMO:** Puede causar efectos adversos en los organismos vivos. Dosis elevadas pueden interferir con determinados procesos bioquímicos necesarios para una vida normal. Muchos de los compuestos orgánicos del plomo presentan una solubilidad muy baja y no resultan fácilmente absorbibles por la mayoría de los organismos vivos. Los compuestos solubles pueden ser fácilmente asimilados y han sido objeto de estudios en profundidad (especialmente en relación con los organismos acuáticos). Sin embargo, algunos organismos (como los moluscos) pueden absorber el plomo existente en los sedimentos, disponiéndose de pocos datos en relación con la toxicidad en este caso. El plomo tetra etilo es mucho más tóxico que los compuesto orgánicos del plomo, pero se descompone muy rápidamente en el medio ambiente. Algunas especies acuáticas son capaces de bioacumular plomo, pero no se tiene constancia de una biomagnificación en niveles superiores de la cadena alimentaria. El plomo en los suelos no consta que ejerza un gran efecto sobre las plantas y los pequeños seres vivos, excepto cuando se trata de concentraciones muy elevadas, variando los efectos con las características de los suelos en cuestión. En general, la bioasimilación y toxicidad del plomo aumentan en los ambientes ácidos o salinos. El mayor impacto del plomo sobre la fauna, particularmente la acuática, es consecuencia de la ingestión de munición de plomo o contrapesos de las artes de pesca, lo que puede causar intoxicaciones graves, a veces con resultados fatales. Por esta razón, en muchos países, se tiende a

restringir o prohibir, en determinadas circunstancias, ambas aplicaciones del plomo.

- **CADMIO:** Penetra en el medio acuático como resultado de las actividades humanas, tanto a través de la atmósfera como de la hidrosfera. Los organismos acuáticos pueden acumular altos niveles de cadmio en sus tejidos sin un detrimento aparente de su bienestar. El interés por estudiar los efectos tóxicos del cadmio en el medio ambiente se intensificó luego de la epidemia de intoxicación en el Japón (enfermedad de itai-itai), causada por el consumo de arroz contaminado. Aunque todavía no se ha conocido un episodio similar en el medio acuático, es bien conocida la capacidad de acumulación en los organismos acuáticos. La galvanoplastia, constituye alrededor del 60% de la fuente industrial de este contaminante, además de que puede ser transportado desde sectores industrializados por vía atmosférica a los ambientes acuáticos (Morillo et al., 2002; Casas, 1994).
- **NÍQUEL:** Viene principalmente por explotaciones mineras del metal, las industrias de recubrimientos electrolíticos, aceros inoxidable, fabricación de baterías níquel-cadmio, entre otras, que son las formas de exposición más comunes del metal. Un derivado particularmente venenoso del níquel es el níquel-tetracarbonil (Morillo et al, 2002; Casas, 1994).
- **CROMO:** Hay varias clases diferentes de Cromo que difieren de sus efectos sobre los organismos. El Cromo entra en el aire, agua y suelo en forma de Cromo (III) y Cromo (VI) a través de procesos naturales y actividades humanas.
Las mayores actividades humanas que incrementan las concentraciones de Cromo (III) son el acero, las peleterías y las industrias textiles, pintura eléctrica y otras aplicaciones industriales del Cromo (VI). Estas aplicaciones incrementarán las concentraciones del Cromo en agua. A través de la combustión del carbón el Cromo será también emitido al agua y eventualmente se disolverá.
El Cromo (III) es un elemento esencial para organismos que puede interferir en el metabolismo del azúcar y causar problemas de corazón, cuando la dosis es muy baja. El Cromo (VI) es mayoritariamente tóxico para los organismo. Este puede alterar el material genético y causar cáncer.

Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de Cromo para que ésta sea lo suficientemente baja como para no causar cáncer. Pero cuando la cantidad de Cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo por los cultivos. Las plantas usualmente absorben sólo Cromo (III). Esta clase de Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, efectos negativos pueden ocurrir.

No es conocido que el Cromo se acumule en los peces, pero altas concentraciones de Cromo, debido a la disponibilidad de metales en las aguas superficiales, pueden dañar las agallas de los peces que nadan cerca del punto de vertido. En animales el Cromo puede causar problemas respiratorios, una baja disponibilidad puede dar lugar a contraer las enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.

A continuación se hace el análisis del impacto ambiental usando la matriz de Leopold. Tabla 3.

Tabla 3. **Impacto Ambiental IMA**

Impactos Ambientales	Magnitud	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad	Acumulación	IMA
Pinturas con Metales Pesados	4	2	4	4	4	2	20

Tabla 4. Impacto Ambiental IMS

Impactos Ambientales	Influencia	Uso Recurso	Economía	Salud Publica	Demanda	Compensación	IMS
Pinturas con Metales Pesados	2	3	1	4	1	4	15

Tabla 4. Impacto Ambiental IML

Impactos Ambientales	Normatividad	Aplicación	Tasa Retributiva	Tratados y Convenios	Obligaciones	Autorizaciones	IML
Pinturas con Metales Pesados	4	4	4	4	4	4	24

Tabla 6. Resultado Impacto Ambiental

COMPONENTE Y ASPECTO AMBIENTAL		IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	IMPORTANCIA, PROBABILIDAD Y SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS					Total	RESULTADO
COMPONENTE	ASPECTO		IMA	IMS	IML	PRO	SIG		
Pinturas con Metales Pesados (Plomo, Níquel, Cadmio y Cromo)	Contacto Medioambiental	Uso de Pinturas con Metales Pesados	20	15	24	1	1	60	SIGNIFICATIVO

CONCLUSIONES

- El objetivo del proyecto no es el de eliminar los metales pesados en las pinturas de decoración de envases de vidrio, sin embargo la consideración ambiental que se toma en este punto es más una justificación de la razón por la cual los clientes mayoritarios de PELDAR S.A (Coca-Cola y Postobón) decidieron que sus productos se decoraran con pinturas libres de metales pesados eliminando el riesgo de impacto negativo en la salud de sus clientes consumidores.
- Con el uso de metales pesados en las pinturas que se utilizan para la decoración de envases para productos de consumo humano, existe un riesgo considerable de impacto negativo para la salud humana, por lo que la recomendación es la eliminación de insumos o productos terminados dirigidos al consumo humano que contengan metales pesados.

2.2. ESTUDIO LEGAL

2.2.1. NORMATIVIDAD EXISTENTE

- **ARTÍCULOS 79 Y SIGUIENTES, 86 Y 88, CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.**
- **DECRETO 2811 DE 1974**
Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
- **DECRETO 1594 DE 1984**
Por el cual se reglamenta el uso del agua y residuos líquidos.
- **LEY 99 DE 1993**
Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

2.3. ESTUDIO FINANCIERO

OBJETIVO

Verificar la viabilidad financiera de implementar el proyecto de la fabricación del producto que se estudia en este documento.

La validación de un proyecto está sujeta a la viabilidad que otorga el análisis financiero luego de analizar la TIR.

2.3.1. INVERSIÓN FIJA: Para este proyecto la inversión fija estimada se consideraba con el reemplazo de equipos cuyo valor ascendía a los \$ 675'000.000 de pesos mcte, la cual después de realizar los estudios técnicos se concluyó que no era necesario. Por tal motivo la inversión fija es cero pesos.

2.3.2. MONTO DE INGRESOS QUE SE OBTENDRÁN DURANTE EL PERIODO DE EVALUACIÓN: En la tabla 3 se puede observar que al finalizar el año 2010 se gastaron \$ 310.127.391,99 pesos mcte en deficiencias de calidad, por ende se asumen estos ahorros para el 2011 como los ingresos al proyecto.

2.3.3. FUENTES DE FINANCIAMIENTO La compañía va a utilizar el 100% de los recursos del área de proceso de decoración internos de la misma, para la ejecución del proyecto.

2.3.4. COSTOS DE OPERACIÓN PROYECTADO A 5 AÑOS CON UN IPC 5% PROMEDIO Tabla 7.

Tabla 7

AREA	NOMBRE	CANTIDAD	VALOR	2011	2012	2013	2014	2015
RRHH	Ing. Practicante del área de decoración	1	\$ 1.000.000	\$1.000.000,0	\$ 1.035.000	\$ 1.071.225	\$ 1.108.718	\$ 1.147.523
	Supervisor del área de decoración	1	\$ 3.000.000	\$3.000.000,0	\$ 3.105.000	\$ 3.213.675	\$ 3.326.154	\$ 3.442.569
	Ing. de procesos (Black Belt lean six sigma)	1	\$ 2.500.000	\$2.500.000,0	\$ 2.587.500	\$ 2.678.063	\$ 2.771.795	\$ 2.868.808
	Operario	12	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000,0	\$18.630.000	\$ 19.282.050	\$19.956.922	\$ 20.655.414
Insumos	Gas Natural m3	1595,5	\$280	\$ 446.740,00	\$ 462.376	\$ 478.559	\$495.309	\$ 512.644
	Pinturas (TONELADAS)	8	\$ 15.600.000	\$124.800.000,00	\$129.168.000	\$ 133.688.880	\$ 138.367.991	\$ 143.210.870
TOTAL				\$149.746.740,00	\$154.987.876	\$ 160.412.452	\$ 166.026.887	\$ 171.837.828

2.3.5. COSTOS FIJOS

Para la elaboración de este proyecto se estiman los siguientes que tienen como costos fijos la nomina de los empleados que diseñarán el proyecto, dentro de los cuales se especifican a continuación en Tabla 8:

Tabla 8

Costos Fijos		
CARGO	SALARIO (mes)	TOTAL INVERSIÓN (mes / año)
Ing. Practicante del área de decoración	\$ 550.00	\$ 3'300.000
Supervisor del área de decoración	\$ 1'500.000	
Ing. de procesos (Black Belt lean six sigma)	\$ 1'250.000	

Fuente: Tabla salarial I-O PELDAR, valores correspondientes a medio tiempo de trabajo.

- **PRESUPUESTO DE COSTOS VARIABLES:** Se consideran como costos variables del proyecto los insumos energéticos, el insumo más representativo dentro del proceso de decoración en las archas son los quemadores, estos se consideran como los actuadores principales, su funcionamiento es a base de gas natural.

Gastos Insumos Energéticas				
Gastos Variables	Promedio consumo Diario	Costo m ³ (\$)	Promedio consumo Diario	Promedio consumo Mensual
Gas Natural	1595.5 m ³ - h	\$280	\$1'340.190.5	\$40'205.715

Fuente: I-O PELDAR.

- **INVERSIÓN INICIAL:** No se hace ninguna inversión inicial de equipos, edificios u otro activo, solo se hace la contratación del personal involucrado para el desarrollo del proyecto.
- **ANÁLISIS FINANCIERO:** Para el desarrollo de la alternativa seleccionada (3) este análisis financiero está enfocado en unos ingresos y unos costos ocasionados por mala calidad requeridos expuestos como se ve en la Tabla 9.

2.3.6. COSTOS POR MALA CALIDAD 2010 Tabla 9

Tabla 9

MES	REF.	UNID RETENIDAS	COSTO FIJO x ENVASE (\$)	COSTO RE SELECCIÓN x ENVASE (\$)	COSTO UNID RETENIDAS	COSTO UNID RE SELECCIONADAS	Costo de Fleje X Pallet	Costo Stretch x Pallet	Unidades x Pallet	Pallets Retenidos	Costo por Material de Empaque perdido	TOTAL (\$)
ene-10	N/A	0	0	0	0	0	2500	3000	0	0	0	0
feb-10	G-4020	27048	290	25	7843920	676200	2500	3000	3864	7	38500	8520120
-10	G-3546	50232	222,29	25	11166071,28	1255800	2500	3000	3864	13	71500	12421871,28
abr-10	G-3705	146832	207,18	25	30420653,76	3670800	2500	3000	3864	38	209000	34091453,76
may-10	G-3883	19061	246,18	25	4692436,98	476525	2500	3000	2723	7	38500	5168961,98
	G-3884	16338	281	25	4590978	408450	2500	3000	2723	6	33000	4999428
jun-10	N/A	0	0	0	0	0	2500	3000	0	0	0	0
jul-10	GL-3688	2268	572,3	25	1297976,4	56700	2500	3000	1134	2	11000	1354676,4
	ETR-3943	10780	135,8	25	1463924	269500	2500	3000	5390	2	11000	1733424
	G-3567	24255	191,28	25	4639496,4	606375	2500	3000	4851	5	27500	5245871,4
ago-10	G-4137	3808	297,59	25	1133222,72	95200	2500	3000	1904	2	11000	1228422,72
	G-3270	95040	225,42	25	21423916,8	2376000	2500	3000	3080	30,8571429	169714,2857	23799916,8
	GL-3765	57288	549,69	25	31490640,72	1432200	2500	3000	1302	44	242000	32922840,72
	G-4133	8210	183,03	25	1502676,3	205250	2500	3000	2736	3,00073099	16504,02047	1707926,3
sep-10	G-4045	19061	326,68	25	6226847,48	476525	2500	3000	2723	7	38500	6703372,48
	G-4131	8910	475,88	25	4240090,8	222750	2500	3000	990	9	49500	4462840,8
	G-4132	1904	274,12	25	521924,48	47600	2500	3000	1904	1	5500	569524,48
	GL-3688	30618	572,3	25	17522681,4	765450	2500	3000	1134	27	148500	18288131,4
oct-10	GL-3765	54684	549,69	25	30059247,96	1367100	2500	3000	1302	42	231000	31426347,96

	G-3270	46200	225,42	25	10414404	1155000	2500	3000	3080	15	82500	11569404
nov-10	GL-3765	35154	549,69	25	19323802,26	878850	2500	3000	1302	27	148500	20202652,26
	G-4146	38122	336,43	25	12825384,46	953050	2500	3000	2723	14	77000	13778434,46
	GL-3765	22134	549,69	25	12166838,46	553350	2500	3000	1302	17	93500	12720188,46
	G-3705	38640	207,18	25	8005435,2	966000	2500	3000	3864	10	55000	8971435,2
dic-10	GL-3688	18144	572,3	25	10383811,2	453600	2500	3000	1134	16	88000	10837411,2
	GL-3765	5208	549,69	25	2862785,52	130200	2500	3000	1302	4	22000	2992985,52
	G-4146	5446	336,43	25	1832197,78	136150	2500	3000	2723	2	11000	1968347,78
	G-4045	62629	326,68	25	20459641,72	1565725	2500	3000	2723	23	126500	22025366,72
	GL-3688	9072	572,3	25	5191905,6	226800	2500	3000	1134	8	44000	5418705,6
ene-11	G-3204	11592	223,5	25	2590812	289800	2500	3000	3864	3	16500	2880612
Total de Ahorros	PROMEDIO	28955,9333			\$ 286.293.723	\$ 21.716.950,00					\$ 2.116.718,30	\$ 310.127.391,99
	DESV STD	31678,9487										

Fuente: I-O PELDAR.

2.3.7. ESTADO DE LA COMPAÑÍA 2010 Tabla 10.

Estado 2010												
MES	Línea	Referencia	Unid Empacadas Campaña	Und Retenidas Pintrua cruda	Unidades que se Vendieron	Costo de envase a la fabrica	Costo de Producción	Costo de Ineficiencia calidad	Costos Reales de Producción	Precio de Venta	Ingresos por Ventas	utilidades
ene-10	*	*	0	-	-	\$-	\$ -	\$ -	\$ -	\$-	\$-	\$-
feb-10	D0	G-4020 Termina: 15/02/2010	463.680	27.048	436.632	\$ 290	\$ 134.467.200	\$8.558.620	\$ 143.025.820	\$522	\$227.921.904	\$ 84.896.084
-10	D3	G-3546 Termina: 09/03/2010	1182384	50232	1.132.152	\$ 222	\$ 262.832.139	\$ 12.493.371	\$ 275.325.511	\$400	\$ 452.998.923	\$ 177.673.412
abr-10	D3	G-3705 Termina: 15/04/2010	778568	146832	631.736	\$207	\$ 161.303.718	\$34.300.454	\$195.604.172	\$373	\$ 235.589.516	\$ 39.985.344
may-10	D2	G-3883 Termina: 07/05/2010	1647415	19061	1.628.354	\$ 246	\$ 405.560.625	\$5.207.462	\$ 410.768.087	\$443	\$ 721.562.738	\$ 310.794.651
may-10	D2	G-3884 Termina: 11/05/2010	955773	16338	939.435	\$281	\$268.572.213	\$ 5.032.428	\$ 273.604.641	\$506	\$ 475.166.223	\$ 201.561.582
jun-10	*	*	0	0	-	\$-	\$ -	\$-	\$ -	\$ -	\$-	\$-
jul-10	D2	GL-3688 Termina: 14/07/2010	208656	2268	206.388	\$572	\$ 119.413.829	\$ 1.365.676	\$120.779.505	\$ 1.030	\$212.608.534	\$ 91.829.029
jul-10	D0	ETR-3943 Termina: 26/07/2010	997150	10780	986.370	\$136	\$ 135.412.970	\$1.744.424	\$ 137.157.394	\$244	\$ 241.108.283	\$103.950.889
jul-10	D0	G-3567 Termina: 30/07/2010	737352	24255	713.097	\$ 191	\$ 141.040.691	\$ 5.273.371	\$ 146.314.062	\$344	\$ 245.522.149	\$ 99.208.088
ago-10	D0	G-4137 Termina: 17/08/2010	533780	3808	529.972	\$ 298	\$158.847.590	\$1.239.423	\$160.087.013	\$536	\$283.885.861	\$123.798.849
ago-10	D3	G-3270 Termina: 27/08/2010	3203200	95040	3.108.160	\$225	\$ 722.065.344	\$ 23.969.631	\$ 746.034.975	\$406	\$ 1.261.154.569	\$515.119.594
ago-10	D2	GL-3765 Termina: 23/08/2010	377580	57288	320.292	\$550	\$ 207.551.950	\$ 33.164.841	\$240.716.791	\$989	\$316.910.357	\$76.193.566
ago-10	D0	G-4133 Termina: 21/08/2010	589660	8210	581.450	\$183	\$107.925.470	\$1.724.430	\$ 109.649.900	\$329	\$191.561.028	\$81.911.128
sep-10	D0	G-4045 Termina: 07/09/2010	620844	19061	601.783	\$327	\$202.817.318	\$ 6.741.872	\$ 209.559.190	\$588	\$353.862.847	\$144.303.656
sep-10	D2	G-4131 Termina: 18/09/2010	1217700	8910	1.208.790	\$476	\$579.479.076	\$ 4.512.341	\$583.991.417	\$ 857	\$ 1.035.430.173	\$ 451.438.757
sep-10	D0	G-4132 Termina: 23/09/2010	1111040	1904	1.109.136	\$274	\$ 304.558.285	\$575.024	\$ 305.133.309	\$493	\$547.265.449	\$ 242.132.139
sep-10	D2	GL-3688 Termina: 27/09/2010	958554	30618	927.936	\$572	\$ 548.580.454	\$ 18.436.631	\$567.017.086	\$ 1.030	\$ 955.903.991	\$ 388.886.905
oct-10	D2	GL-3765 Termina: 15/10/2010	2080596	54684	2.025.912	\$550	\$ 1.143.682.815	\$ 31.657.348	\$ 1.175.340.163	\$989	\$2.004.522.421	\$829.182.258
oct-10	D3	G-3270 Termina: 04/10/2010	2288440	46200	2.242.240	\$225	\$ 515.860.145	\$11.651.904	\$527.512.049	\$406	\$ 909.802.333	\$ 382.290.285
nov-10	D2	GL-3765 Termina: 05/11/2010	1807176	35154	1.772.022	\$550	\$ 993.386.575	\$ 20.351.152	\$1.013.737.728	\$989	\$ 1.753.312.992	\$ 739.575.264
nov-10	D0	G-4146 Termina: 17/11/2010	1824410	38122	1.786.288	\$ 336	\$613.786.256	\$ 13.855.434	\$627.641.691	\$606	\$ 1.081.729.569	\$454.087.879
nov-10	D2	GL-3765 Termina: 26/11/2010	1926960	22134	1.904.826	\$550	\$ 1.059.230.642	\$ 12.813.688	\$1.072.044.331	\$989	\$ 1.884.714.847	\$ 812.670.516
nov-10	D3	G-3705 Termina: 03/11/2010	2302944	38640	2.264.304	\$207	\$477.123.938	\$ 9.026.435	\$ 486.150.373	\$373	\$844.413.305	\$ 358.262.932
dic-10	D2	GL-3688 Termina: 04/12/2010	365148	18144	347.004	\$572	\$ 208.974.200	\$10.925.411	\$ 219.899.612	\$ 1.030	\$ 357.462.701	\$ 137.563.089
dic-10	D2	GL-3765 Termina: 10/12/2010	831978	5208	826.770	\$550	\$ 457.329.987	\$3.014.986	\$ 460.344.972	\$989	\$818.040.962	\$357.695.990
dic-10	D0	G-4146 Termina: 11/12/2010	413896	5446	408.450	\$ 336	\$139.247.031	\$1.979.348	\$141.226.379	\$606	\$247.346.700	\$ 106.120.321
dic-10	D0	G-4045 Termina: 14/12/2010	729764	62629	667.135	\$327	\$ 238.399.304	\$ 22.151.867	\$ 260.551.170	\$588	\$ 392.291.391	\$ 131.740.221
dic-10	D2	GL-3688 Termina: 27/12/2010	472878	9072	463.806	\$572	\$ 270.628.079	\$5.462.706	\$ 276.090.785	\$ 1.030	\$ 477.785.113	\$201.694.328
ene-11	D3	G-3204 Termina: 07/01/2011	1564920	11592	1.553.328	\$ 224	\$ 349.759.620	\$ 2.897.112	\$ 352.656.732	\$402	\$ 624.903.854	\$ 272.247.122
Total								\$310.127.392	\$11.237.964.857		\$19.154.778.735	\$ 7.916.813.878

Fuente: I-O PELDAR

2.3.8. Estado Esperado 2011 Tabla 11

MES	Referencia	Unid Esperadas para empacar	Costo de envase a la fabrica	Costos Reales de Producción	Inversión de Proyecto	Precio de Venta	Ingresos por Ventas	Utilidades Esperadas
ene-11								
feb-11	G-4020	463.680	\$ 305	\$ 141.190.560	\$ 3.300.000	\$ 548	\$ 254.143.008	\$ 109.652.448
-11	G-3546	1.182.384	\$ 233	\$ 275.613.710	\$ 3.300.000	\$ 420	\$ 496.104.679	\$ 217.190.968
abr-11	G-3705	778.568	\$ 217	\$ 169.221.755	\$ 3.300.000	\$ 391	\$ 304.599.159	\$ 132.077.404
may-11	G-3883	1.647.415	\$ 258	\$ 425.527.295	\$ 3.300.000	\$ 465	\$ 765.949.130	\$ 337.121.836
	G-3884	955.773	\$ 295	\$ 282.000.824		\$ 531	\$ 507.601.483	\$ 222.300.659
jun-11	*				\$ 3.300.000			(\$ 3.300.000)
jul-11	GL-3688	208.656	\$ 601	\$ 125.318.794	\$ 3.300.000	\$ 1.081	\$ 225.573.828	\$ 96.955.035
	ETR-3943	997.150	\$ 143	\$ 142.393.020		\$ 257	\$ 256.307.436	\$ 110.614.416
	G-3567	737.352	\$ 201	\$ 147.875.944		\$ 361	\$ 266.176.698	\$ 115.000.755
ago-11	G-4137	533.780	\$ 313	\$ 167.019.762	\$ 3.300.000	\$ 563	\$ 300.635.572	\$ 130.315.810
	G-3270	3.203.200	\$ 236	\$ 756.756.000		\$ 425	\$ 1.362.160.800	\$ 602.104.800
	GL-3765	377.580	\$ 578	\$ 218.052.450		\$ 1.040	\$ 392.494.410	\$ 171.141.960
	G-4133	589.660	\$ 192	\$ 113.303.169		\$ 346	\$ 203.945.704	\$ 87.342.535
sep-11	G-4045	620.844	\$ 343	\$ 213.166.787	\$ 3.300.000	\$ 618	\$ 383.700.217	\$ 167.233.430
	G-4131	1.217.700	\$ 500	\$ 608.606.460		\$ 900	\$ 1.095.491.628	\$ 483.585.168
	G-4132	1.111.040	\$ 288	\$ 319.646.208		\$ 518	\$ 575.363.174	\$ 252.416.966
	GL-3688	958.554	\$ 601	\$ 575.707.532		\$ 1.081	\$ 1.036.273.558	\$ 457.266.026
oct-11	GL-3765	2.080.596	\$ 578	\$ 1.201.544.190	\$ 3.300.000	\$ 1.040	\$ 2.162.779.542	\$ 957.935.352
	G-3270	2.288.440	\$ 236	\$ 540.643.950		\$ 425	\$ 973.159.110	\$ 429.215.160
nov-11	GL-3765	1.807.176	\$ 578	\$ 1.043.644.140	\$ 3.300.000	\$ 1.040	\$ 1.878.559.452	\$ 831.615.312
	G-4146	1.824.411	\$ 353	\$ 643.652.201		\$ 635	\$ 1.158.573.961	\$ 511.621.761
	GL-3765	1.926.960	\$ 578	\$ 1.112.819.400		\$ 1.040	\$ 2.003.074.920	\$ 886.955.520
dic-11	G-3705	2.302.944	\$ 217	\$ 500.544.878	\$ 3.300.000	\$ 391	\$ 900.980.781	\$ 397.135.903
	GL-3688	365.148	\$ 601	\$ 219.307.889		\$ 1.081	\$ 394.754.200	\$ 172.146.311
	GL-3765	831.978	\$ 578	\$ 480.467.295		\$ 1.040	\$ 864.841.131	\$ 381.073.836
	G-4146	413.896	\$ 353	\$ 146.022.509		\$ 635	\$ 262.840.516	\$ 113.518.007
	G-4045	729.764	\$ 343	\$ 250.564.469		\$ 618	\$ 451.016.045	\$ 197.151.576
	GL-3688	472.878	\$ 601	\$ 284.010.527		\$ 1.081	\$ 511.218.948	\$ 223.908.421
ene-12	G-3204	1.564.920	\$ 235	\$ 368.069.184	\$ 3.300.000	\$ 423	\$ 662.524.531	\$ 291.155.347
				\$ 11.472.690.901	\$ 39.600.000		\$ 20.650.843.622	\$ 9.082.452.721

Fuente: I-O PELDAR

- Cuadro comparativo de utilidades antes y después del proyecto proyectado a 5 años con un IPC promedio del 5%

	2011	2012	2013	2014	2015
Total Utilidades Antes del Proyecto	\$8.312.654.571,51	\$ 8.728.287.300,09	\$ 9.164.701.665,09	\$9.622.936.748,35	\$10.104.083.585,76
Total Utilidades Después del Proyecto	\$9.536.575.357,13	\$ 10.013.404.124,99	\$10.514.074.331,24	\$11.039.778.047,80	\$ 11.591.766.950,19
Diferencial de Utilidades	\$1.223.920.786	\$1.285.116.825	\$1.349.372.666	\$ 1.416.841.299	\$1.487.683.364

CONCLUSIÓN

- Se puede concluir que la implementación del proyecto es ideal, ya que se obtendrá un aumento en las utilidades para la empresa. Después de eliminar el área de reproceso se considera el dinero invertido en el área de reproceso como una nueva ganancia, además se adiciona la oportunidad en el mercado de las unidades producidas.

2.4. ESTUDIO TÉCNICO

OBJETIVOS

- Verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se estudia en este documento.
- Analizar y determinar la capacidad óptima, los equipos y la organización requeridos para realizar la producción.

2.4.1. Generalidades Proceso Productivo: El proceso de decoración de envases de vidrio está compuesto de una serie de operaciones individuales, que se mencionan en detalle en la etapa de Ingeniería del proyecto. En este punto vamos a mencionar generalidades que son suficientes para satisfacer el objetivo de esta introducción.

Dentro de la operabilidad en la manufactura de envases de vidrio concerniente al “Know How” de PELDAR S.A y para efectos de la confidencialidad de la misma solamente se explicará en las siguientes líneas el proceso de decoración de envases con pinturas libres de metales pesados sin incurrir en los procesos de fundición, acondicionamiento de vidrio, formación de envases, inspección automática, procesos de empaque automáticos y cualquier otro proceso fuera del que está en cuestión.

Partimos del hecho que los envases ya formados previamente son insumos en el proceso de decoración el cual presenta los siguientes puntos sistemáticos:

Recepción de envases formados, revisados y acondicionados fisicoquímicamente para el proceso de enfilamiento y transporte por líneas de flujo para evitar superficies rayadas durante el tiempo de recorrido hacia las máquinas decoradoras.

Los envases son dirigidos a una (1) o dos (2) máquinas como máximo por tipo de envase o referencia, es decir que si hay dos tipos diferentes de envases con diferentes motivos de decorado se deben escoger dos diferentes parejas de máquinas o máquinas individuales para decorar cada tipo de envase y satisfacer el tipo de decorado que desea el cliente.

Las máquinas son capaces de aplicar máximo tres capas de colores, y cada color puede ser diferente. Cada color se aplica consecutivamente y no en paralelo.

Los envases decorados salen de las máquinas para entrar a los hornos de curado llamados Archas.

El curado consiste en un proceso térmico para liberar zonas de Stress en el envase y que la pintura se pueda vitrificar o volver parte del vidrio.

El proceso de liberación de stress o recocido se da en el rango de temperatura de 520°C a 580°C. El proceso de vitrificado se da por encima de este rango para pinturas con base en metales pesados. Cabe anotar que se debe llegar a estas temperaturas progresivamente a través de etapas controladas automáticamente.

Por último a la salida de las Archas se debe aplicar un tratamiento para evitar superficies rayadas en el momento del enfilamiento y transporte hacia las máquinas empacadoras.

Como el negocio de PELDAR está basado en un sistema de manufactura por lotes, el estimado de producción diaria de envases para decoración se debe basar en el promedio de las cantidades fabricadas durante un año en los últimos tres periodos, de tal manera que lo que se espera fabricar son 325.000 envases diarios decorados, en los cuales se dividen en tres (3) bloques de producción o Archas de decoración, lo que arroja un total de 109.000 envases decorados diarios por Archa en promedio durante el año.

La Planta cuenta con una capacidad instalada de tres Archas decoradoras y cinco máquinas (5) de pintado repartidas entre las tres Archas, lo que quiere decir que hay dos Archas con dos máquinas alimentándolas y un Archa con una sola máquina. Cada Archa tiene diferentes zonas de calentamiento y otras llamadas de enfriamiento. Cada zona de calentamiento cuenta con su respectivo control de temperatura con actuador, que en este caso, son quemadores de gas Natural y GLP, cada uno con una capacidad teórica de 500.000 BTU/hr a condiciones estándar. Esto demuestra que no es necesario, al menos por ahora, una inversión en equipos nuevos, a menos que se compruebe con un estudio posterior, una ineficiencia técnica de los mismos frente a las necesidades de eficiencia actuales de la compañía y del proceso mismo.

El proceso está diseñado para trabajar 24 horas continuas 8 días a la semana, esto quiere decir que se tienen en cuenta los dominicales y festivos y también que se debe trabajar con tres turnos cada uno de 8 horas, con una hora para comer cada turno.

El proceso se puede considerar que es automático, aunque en cada una de las partes del proceso existen máquinas y sistemas automáticos para hacer el trabajo, es necesaria la presencia de personal operativo para manipular los controles.

Las operaciones que se consideran automáticas son:

- Transporte de envases hacia las máquinas decoradoras a través de conveyors o bandas transportadoras.
- El proceso de pintado que se realiza a través de máquinas STRUTZ.
- Transporte de envases hacia el archa a través de un mecanismo STACKER.
- Transporte de los envases a través del Archa por una malla resistente al calor.
- Aplicación de tratamiento superficial a la salida del Archa por medio de un mecanismo de Espray.

Si se desean producir alrededor de 325.000 envases diarios según el pronóstico basado en la producción del 2010 y al tener 5 máquinas decoradoras, frente a la alternativa de producción de los envases más grandes y pesados, como lo son los litrones, la velocidad recomendada para cada una de las máquinas es de 40 BPM (Botellas por minuto) aunque nominalmente las velocidades máximas según el fabricante son 90 BPM.

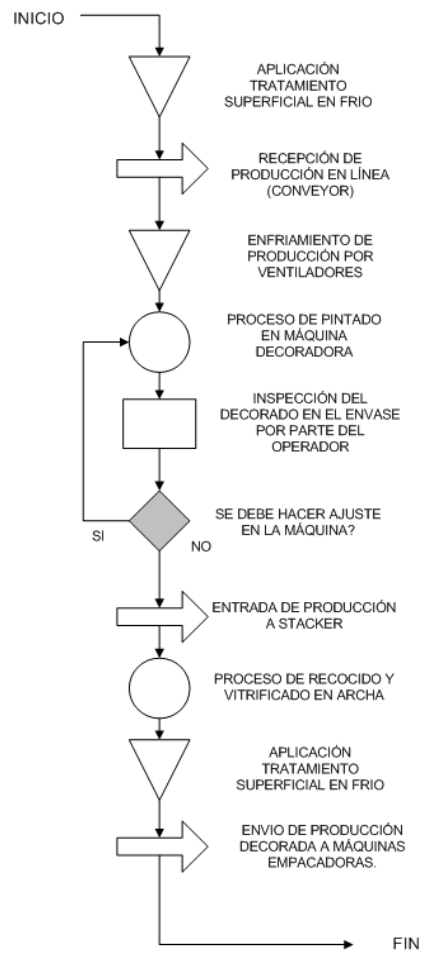
Los datos anteriormente mencionados corresponden a la capacidad instalada y a la logística para la manufacturación de envases decorados.

Frente al nuevo requerimiento por parte de los clientes de trabajar con pinturas libres de metales pesados, es necesario profundizar en aspectos técnicos para poder establecer la capacidad del proceso en cuanto a sistemas instalados y poder soportar la adquisición de nueva maquinaria y equipo de control si el estudio arroja conclusiones que apunten a la necesidad de estas compras e inversiones. Esto se aborda en la Ingeniería del Proyecto.

2.4.2. INGENIERÍA DEL PROYECTO: El objetivo general del estudio de Ingeniería del proyecto es resolver todo lo concerniente, en este caso, al buen funcionamiento del proceso.

2.4.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN: El proceso de producción es el procedimiento técnico que se utiliza para obtener el producto terminado a partir de unos insumos y se identifica como la transformación de estos insumos para convertirlos en producto terminado mediante una determinada función de manufactura. En nuestro caso particular podemos representar el proceso en la gráfica 6.

Gráfica 6



Fuente Proceso de decoración I-O PELDAR

3.4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO: Aplicación de tratamiento superficial en frío. Luego del formado y el acondicionamiento térmico del envase que sucede en procesos anteriores, se debe aplicar una capa de una solución especial. Estos materiales son vaporizados sobre las botellas, con el principal objetivo de mejorar su manejo en las líneas de flujo y empaque y lo más importante en las líneas de llenado de los clientes, debido a que los envases no tratados tratan de rayarse unos con otros.

Enfriamiento de la producción por ventiladores. Los envases recién formados luego de haber pasado por el proceso conocido como recocido o Annealing presentan temperaturas que oscilan entre los 80°C y 100°C por lo que es necesario acelerar el proceso de enfriamiento con el uso de unos ventiladores que por acción de la convección forzada disminuyen la temperatura hasta el rango de 20°C y 40°C.

Proceso de pintado. El proceso de pintar los envases se realiza con máquinas mecánicas llamadas STRUTZ. Estas máquinas tienen tres estaciones en donde cada estación aplica un color con un diseño particular. Cada diseño obedece a unas especificaciones especiales de cada cliente en cuanto al logo que los identifica. Estos logos pueden tener varios colores, los cuales se aplican sistemáticamente en el envase por capas, así cada estación de la máquina aplica una capa a la vez. Los colores de aplicación tienen una consistencia dura originalmente por lo que se deben calentar y mantener a un rango de temperatura de 70°C a 90°C para volverlos líquidos, por lo que las máquinas tienen unos sistemas de calentamiento como ollas que mantienen la temperatura con resistencias eléctricas. Las máquinas tienen una velocidad nominal de máximo 90 envases decorados por minuto.

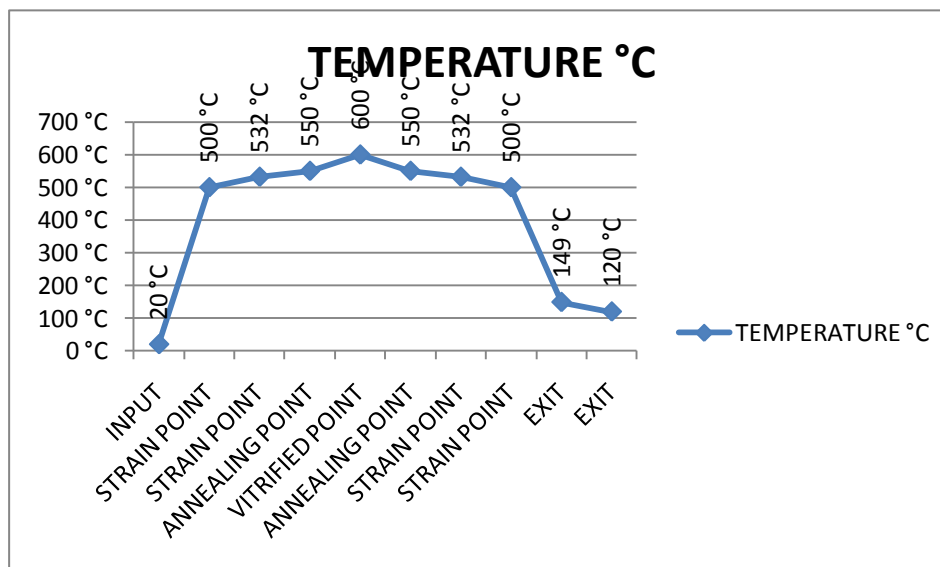
Inspección del operador. El trabajo del operador de la máquina se limita a inspeccionar la temperatura de las pinturas, así como el estado de las pantallas de decorado para cambiarlas cuando sea necesario y revisar continuamente la salida de los envases decorados para detectar imperfecciones y poder corregirlas.

Entrada de producción al Stacker. El stacker es un mecanismo que enfilea los envases que decora la máquina STRUTZ hacia el Archa.

Proceso de recocido. Este proceso se lleva a cabo en un horno especial llamado Archa. Esta Archa tiene forma de un túnel largo donde se controla la temperatura y la velocidad de enfriamiento de los envases. El vidrio tiene la particularidad de enfriarse rápidamente, pero esta particularidad genera problemas ya que la capa superficial (la que está en contacto con el aire circundante) se enfría a una velocidad mucho más rápida que la superficie que está dentro del envase, esto

genera una expansión y una contracción no uniforme creando puntos de concentración de esfuerzos que pueden hacer estallar el envase. A este fenómeno se le conoce envase mal recocido, por esto es necesario controlar la velocidad de enfriamiento para homogenizar todas las capas de vidrio del envase y minimizar al máximo estos esfuerzos. En el caso del proceso de decorado de envases, es necesario calentarlos controladamente de una temperatura ambiente hasta una temperatura considerada de “ablandamiento” que es donde los posibles esfuerzos causados desde la formación del envase se eliminan. Pero antes debemos especificar 4 zonas importantes en el proceso de recocido: Punto de recocido, Punto de tensión o esfuerzo, punto de vitrificado y temperatura de salida como se ve en el gráfico 7:

Gráfica 7



Fuente: Perfil de temperaturas para recocido y vitrificado para envases de vidrio según experiencia de trabajo dentro de la compañía PELDAR S.A.

Punto de tensión o esfuerzo (Strain point). Es el rango de temperatura por debajo del punto de recocido donde una zona de stress permanente puede ser reintroducida. El rango de Stress o tensión se encuentra aproximadamente entre 500°C y 532°C.

Punto de recocido (Annealing point). Es el punto en el cual el vidrio se ablanda y elimina las zonas de Stress o tensión en los envases. La temperatura de ablandamiento típicamente es 550°C.

Punto de vitrificado (Vitrified point). Es el punto en el cual, teóricamente, la pintura se adhiere al vidrio o se vitrifica. Para pinturas con base a metales pesados es típicamente entre 580°C y 600°C.

Proceso de Vitrificado. Es el proceso mediante el cual se lleva el envase decorado a un rango de temperatura típica de 580°C y 600°C para que la pintura haga parte de la estructura del vidrio.

2.4.5. CONCEPTOS DE CALIDAD: Luego que el requerimiento de usar las pinturas en base a metales pesados cambiara a pinturas libres de estos elementos, se comenzó a operar bajo los mismos parámetros anteriormente establecidos. Sin embargo después de haber manufacturado varios lotes, comenzaron a llegar reclamos por parte de los clientes por lo que se denomina “pintura cruda” o pintura sin vitrificar. Según los acuerdos establecidos desde el comienzo de las relaciones comerciales con los clientes, se había acordado que PELDAR debe garantizar envases decorados que no desprendan pintura antes de pasar 25 veces (25 ciclos) por los sistemas de lavado de los clientes, sin embargo luego de haber cambiado los insumos de pinturas a pinturas libres de metales pesados, comenzaron a aparecer problemas de calidad porque algunos envases retornaban a los clientes con parte de sus logos desvanecidos antes de los 25 ciclos pactados. Dentro del concepto mundial, la “pintura cruda” se mide bajo la resistencia alcalina. PELDAR S.A trabajaba bajo una norma estándar ASTM C 675-91 la cual especifica un método cualitativo para determinar la resistencia alcalina de las pinturas en superficies de vidrio, lo cual dependía básicamente de la pericia y el concepto de cada operador de calidad y esto daba espacio para ambigüedades tanto para PELDAR como para los clientes. Por esta razón luego de casi un año del problema de calidad se pasa a trabajar con la norma ASTM C1203-04 la cual especifica un método cuantitativo para determinar la resistencia alcalina en las pinturas sobre superficies de vidrio.

El concepto de pintura cruda, se puede definir como un desprendimiento de pintura impresa en un envase de vidrio previamente recocido luego de haber pasado por una solución alcalina en condiciones establecidas por la norma ASTM C1203-04. Un ejemplo de este problema de calidad lo podemos ver en la Gráfica 8:

Gráfica 8



Fuente: Compañía I-O PELDAR S.

Foto lado izquierdo es un envase original pintado y recocado recientemente. La imagen de la derecha es un envase del mismo lote después de haber pasado por la solución alcalina que simula la solución para el lavado del cliente. Se puede evidenciar desprendimiento de pintura, en este caso la capa blanca del logo.

2.4.6. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL MISMO: Para poder establecer las causas del defecto de pintura cruda y las variables críticas que influyen en este proceso, se adoptó el procedimiento establecido por la metodología “Lean Six Sigma”. Se utilizó básicamente dos herramientas para la obtención de variables y pistas por parte de los expertos en el proceso: Proceso de lluvia de ideas y análisis FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) de lo cual se establecieron los siguientes puntos:

- **Variables consideradas:** Frente a los criterios de cada experto se determinaron posibles variables que se consideraban influyentes y determinantes en el problema de calidad de pintura cruda como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 12

	Performance Measure	Operational Definition
1	Tipo de pintura que se va a usar	Código de la pintura especificado por el proveedor
2	Tamaño del decorado	Área del decorado en rectángulo (Se especifica que se debe dibujar un rectángulo que cubra el decorado sin importar los detalles que tenga). Esto aplica al decorado Cuerpo y Hombro
3	La posición de la pintura (1, 2 o 3 posición)	El número de aplicación de pintura en la cual se aplica un color específico en el decorado general, ya sea aplicación 1, 2 o 3.
4	Tipo de Malla de aplicación de la pantalla.	Tipo de malla, la cual se inserta en la pantalla y varía de acuerdo al número de orificios por pulgada cuadrada y están clasificada como 230, 220, 200, 180, 165, 140.
5	Gramos de pintura por referencia.	La cantidad de masa en gramos aplicada por causa de las capas de pintura en el proceso de decoración.
6	Temperatura de Ollas	La temperatura registrada en °C (Celsius) al interior de las ollas de decoración por el control.
7	Temperatura de pantallas	La temperatura real de la pantalla en °C (Celsius) al momento de aplicar la pintura.
8	Velocidad de la Malla	Es la velocidad a la cual transporta los envases de extremo a extremo del archa medida en pulgadas/minuto
9	Temperaturas de vitrificado (Numero de Zonas de vitrificado)	Son las temperaturas de las zonas las cuales están igual o por encima de 630°C
10	Tiempo de vitrificado	Es el tiempo que dura el envase en las zonas de vitrificado, medido en minutos
11	Velocidad de las Decoradoras	Es la velocidad que registra el número de botellas que decora en un minuto.
12	Temperatura de ingreso del envase	Es la temperatura que registra el envase al momento antes de llegar a la máquina decoradora, medida en grados °C
13	El tipo de tratamiento en frío	Es el tipo de tratamiento que se aplica a la salida del archa de formación. 115 - Duracote - Oleico - 15 101
14	Cantidad de aplicación de tratamiento en frío.	Cantidad de tratamiento distribuido por la bomba, medido en Galones por hora.

Fuente: O-I PELDAR

- **Procedimientos de medida:** Luego de tener claro las posibles variables influyentes en el proceso, fue necesario obtener datos de cada una de las variables en el tiempo de operación de tal manera que se pueda conocer el

comportamiento de cada una de ellas. Para las mediciones de algunas de estas variables ya existían equipos automáticos y sistemas de medida confiables de los cuales se podían extraer datos en el tiempo. Sin embargo para algunas variables consideradas era necesario establecer procedimientos de medida como por ejemplo la velocidad de la malla del Archa. Para estas variables se realizó un estudio R&R para determinar la confiabilidad de las mediciones y los datos obtenidos, como se puede observar en las siguiente Gráfica 9 que muestra algunas de estas variables:

Gage R&R

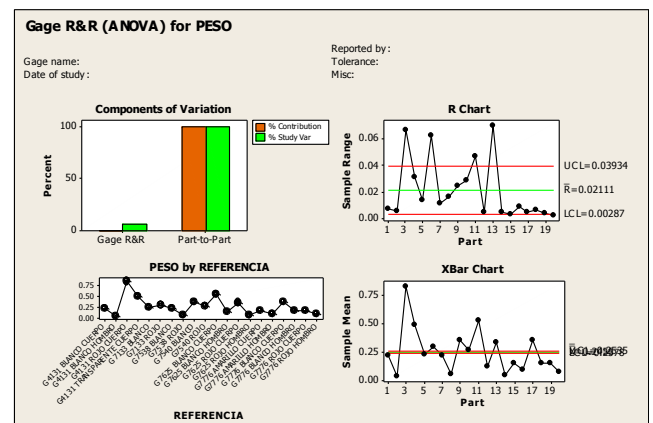
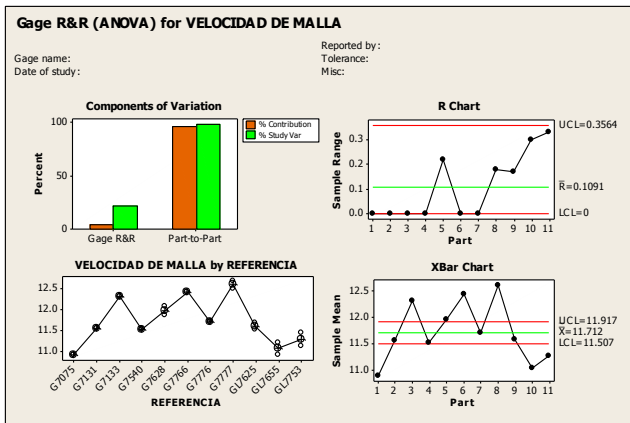
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.014027	4.48
Repeatability	0.014027	4.48
Part-To-Part	0.298998	95.52
Total Variation	0.313025	100.00

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0001450	0.38
Repeatability	0.0001450	0.38
Part-To-Part	0.0379118	99.62
Total Variation	0.0380568	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.012042	0.07225	6.17
Repeatability	0.012042	0.07225	6.17
Part-To-Part	0.194710	1.16826	99.81
Total Variation	0.195082	1.17049	100.00

Number of Distinct Categories = 22



Fuente: O-I PELDAR

Si el valor del Total Gage R&R es inferior al 10% se considera que la medición es totalmente confiable.

- **Pruebas de Hipótesis:** Luego de haber tenido suficientes mediciones desde el punto de vista estadístico, se decide realizar una prueba para intentar demostrar cuales de las variables anteriormente descritas realmente influyen en el proceso y aportan a la aparición del defecto considerado como pintura cruda. El método escogido que mas satisface el sistema y el tipo de variables manejadas es el denominado "Regresión Logística", modelo que trabaja con variables continuas a la entrada y

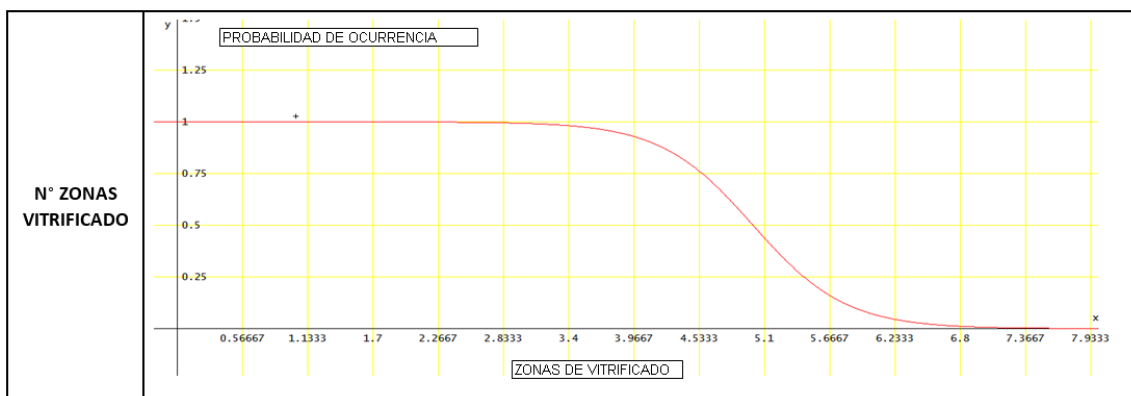
variables discretas a la salida. El modelo arrojo los siguientes resultados vistos en la siguiente tabla:

Tabla 13

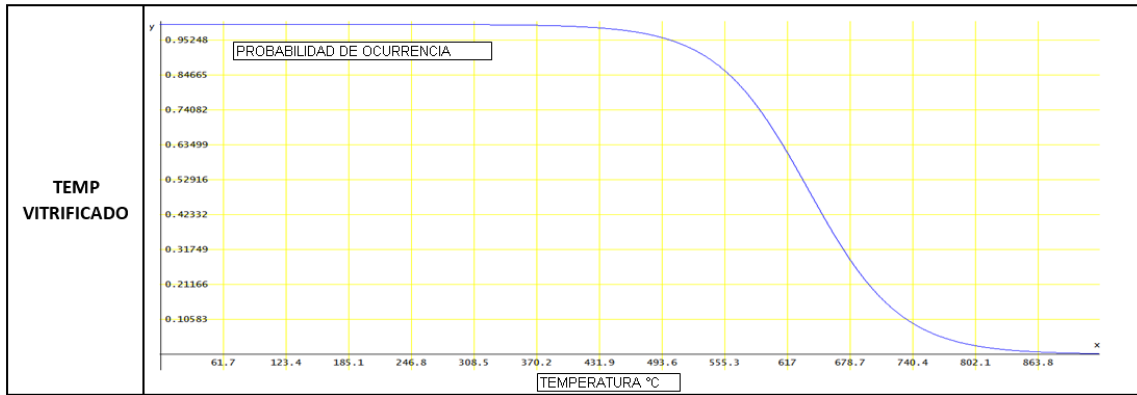
VARIABLES CRÍTICAS					
VARIABLE	B0	Bi	pValue Coef	pValue G	Ecuación de Probabilidad
N° ZONAS VITRIFICADO	12.4245	-2.4849	0.005	0.002	$P(y = 1/x) = \frac{\ell^{B_0 + \sum_{i=1}^n B_i x_i}}{1 + \ell^{B_0 + \sum_{i=1}^n B_i x_i}}$
TEMP VITRIFICADO	14.0633	-0.0221	0.035	0.013	
TIEMPO VITRIFICADO	13.9212	-0.4109	0.011	0.004	
TEMP INGRESO ENVASES	-3.9435	0.194	0.005	0	
TMTO FRIO (15-101)	0.3567	2.8214	0.013	0.006	

La tabla 13 contiene las variables que el modelo estadístico determino que realmente influyen en el proceso para la obtención del defecto establecido como pintura cruda, es decir las variables criticas. Este modelo tiene la limitante que no especifica un rango de operación de cada variable de manera precisa pues al tener una combinación de variables continuas y discretas solo puede arrojar probabilidades de éxito o fracaso, en nuestro caso la hipótesis H0 es la aparición del defecto de pintura cruda. Al Gráficar la ecuación de probabilidad para cada variable podemos aproximar un rango de operación para cada variable y así poder encuadrar la operacionalidad del proceso. Las siguientes Gráficas muestran el comportamiento de cada variable frente a la probabilidad de tener la presencia de pintura cruda en los envases decorados:

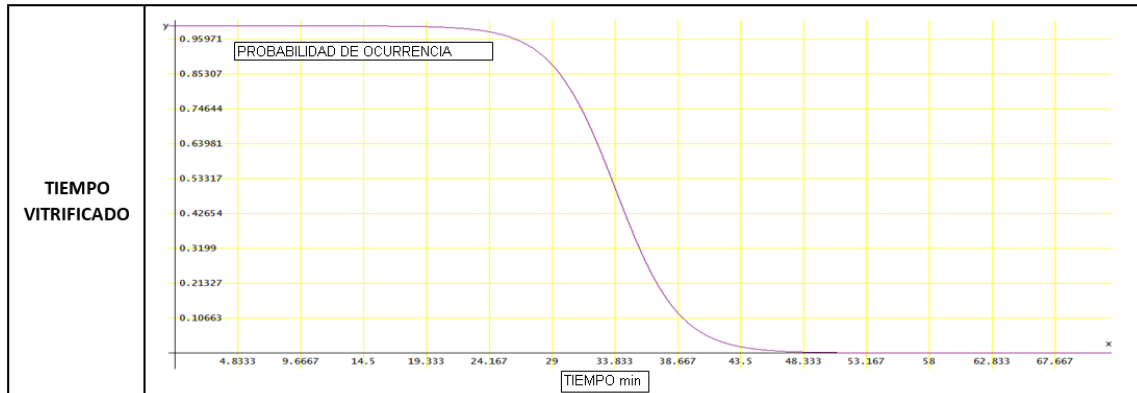
Gráfica 10



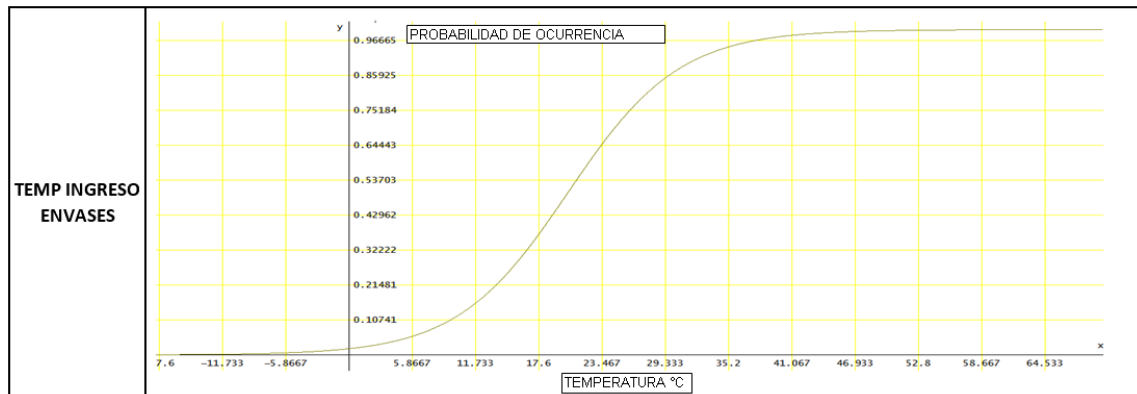
Gráfica 11



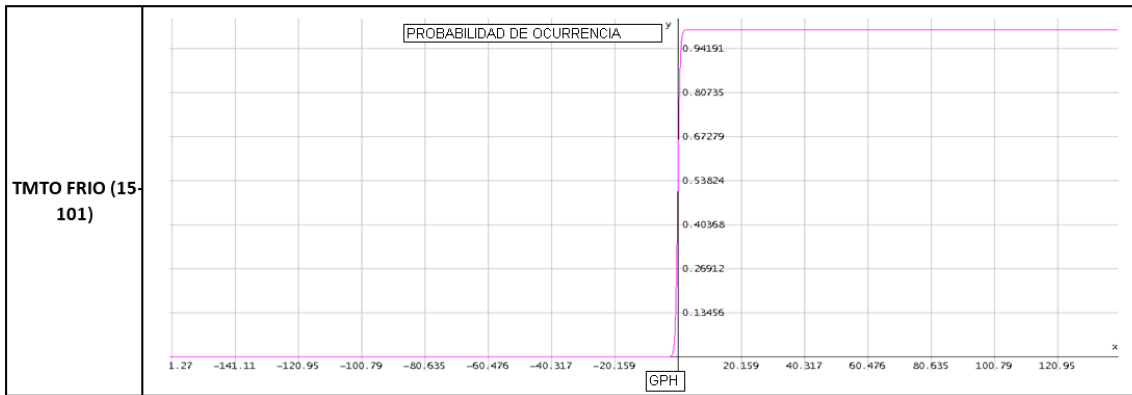
Gráfica 12



Gráfica 13



Gráfica 14



Fuente: I-O PELDAR

Se puede observar en estas Gráficas rangos de operación óptimos para las variables determinando la probabilidad de ocurrencia del defecto, en nuestro caso se escogían rangos de operación donde la probabilidad fuera mucho menor que 1 para todas las variables críticas.

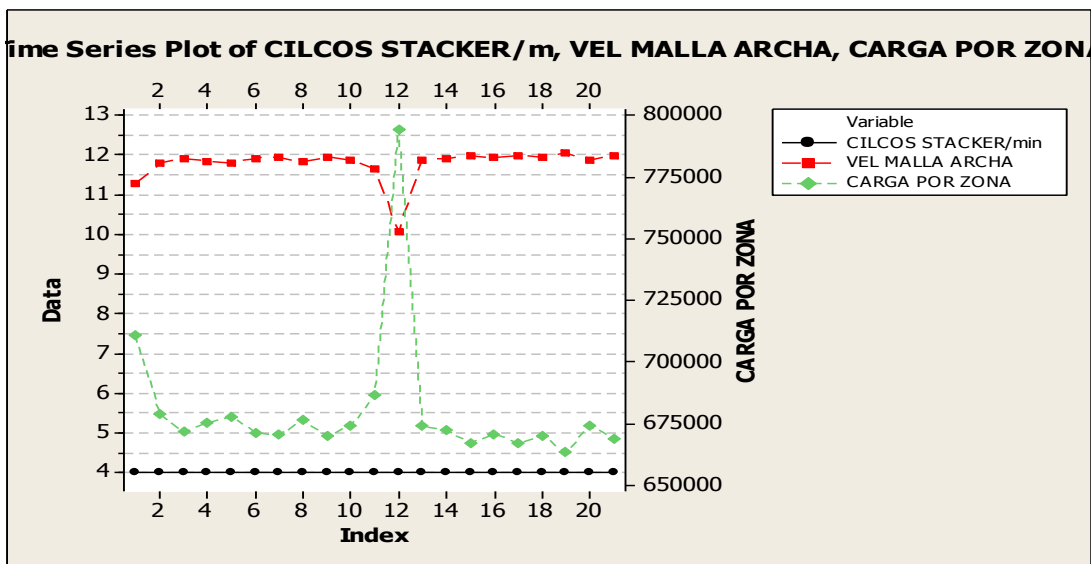
- **Análisis FMEA:** Luego de haber determinado que de las 14 variables originales que se pensaban influían en la aparición del defecto de pintura cruda, quedaron sólo 5 variables que se consideran críticas, era necesario realizar el análisis FMEA que permite conocer los posibles escenarios de falla de cada una de estas variables con el fin de poder controlarlas para satisfacer el resultado de minimizar la aparición de la pintura cruda en la producción decorada. El análisis se puede evidenciar en la tabla 14.

Procesos Step / Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEVERITY	Potential Causes	OCURRENCIA	Current Controls	DETECCION	RPN	Actions Recommended	Resp.
What is the process step and input under investigation?	In what ways does the Key Input go wrong?	What is the impact on the Key Output Variables (Customer Requirements)?		What causes the Key Input to go wrong?	E	What are the existing controls and procedures (inspection and test) that prevent either the cause or the Failure Mode?			What are the actions for reducing the occurrence of the cause, or improving detection?	
Temperaturas de Vitrificado	La temperatura de alguna zona se caiga por debajo del Set Point o no sea capaz de llegar al mismo.	Mal vitrificado de la pintura en el envase (Pintura cruda). No hay una distribución de calor uniforme en la zona.	10	El quemador entre en falla y quede apagado.	5	No existe un control que pueda minimizar la ocurrencia que el quemador entre en falla o quede apagado. Sin embargo, el sistema de Archas cuenta con una alarma cuando la temperatura de alguna zona se cae por debajo de 10°C con respecto Set Point, en la cual se va y se verifica que el quemador este prendido y funcionando. Es una inspección visual.	10	500	Revisión periódica del funcionamiento de los quemadores ayudado por parte del mecánico y/o el practicante del área	Decoración
				Mal combustión Aire - Gas	8	Actualmente se calibra esta relación en base al color de la llama y se ajusta mundo el regulador de gas Maxitrol y modificando presiones de gas.	10	800	Encontrar la manera de medir flujo de Aire y Gas para establecer una relación de combustión en los quemadores	BB
				Ventiladores de recirculación dañados o parados.	4	No existe ningún control para evidenciar el estado de las aspas de los ventiladores, sin embargo en algunas ocasiones se hace un análisis de vibraciones en los motores de éstas.	10	400	Medir vibraciones en los motores y sus ejes	Mecánicos
				Aislamiento de la cáa de la zona muy desgastado.	5	Se hace una reparación menor 1 vez al año	5	250	Continuar con reparaciones programadas	Decoración
				Controlador de temperatura en falla o mal programado.	3	Los sistemas de control tiene una alarma de falla	2	60	Revisión periódica de los sistemas de control	Instrumentación
				Termopar dañado.	3	Se revisa el termopar midiendo voltajes cuando hay sospecha de falla.	3	90	Revisión periódica por parte de los instrumentistas	Instrumentación
				Quemadores dañados o con mal funcionamiento de alguno de sus mecanismos mecánico o eléctrico.	6	No hay ningún control o proceso preventivo para evitar las fallas en los quemadores o que garanticen su buen funcionamiento. Asi como también no existe ningún indice de repuestos ni Mto Preventivo.	8	480	Realizar un programa de Mto preventivo	Instrumentación
				Carga de masa de vidrio superior a la que puede soportar la energía que entrega los quemadores.	6	No existe un estudio o control que permita establecer el tope de carga máxima de las archas.	8	480	Realizar un estudio térmico de los sistemas de las archas	BB - Practicante
Velocidad de Malla	Velocidad de la malla muy alta para el proceso (No permite cumplir los 30 minutos de curado mínimo en zonas de vitrificado).	Disminución en el tiempo de curado o vitrificado (que debe ser mínimo de 30 minutos), por ende aumenta la probabilidad de pintura cruda en la producción.	10	Se sube la velocidad cuando hay diferencia de tono de color de algunos envases cerca de las zonas de contacto cuando los envases están demasiado cercanos entre si. Por ende se decide aumentar el espacio de los envases subiendo la velocidad de la malla.	8	Se recurre a modificar la velocidad de malla cuando se presenta el problema	7	560		
				Se sube velocidad de malla cuando corren dos máquinas decoradoras para la misma archa con la misma referencia o con dos referencias diferentes.	7		5	350		
	Velocidad de malla variando.	No hay una constancia en el tiempo de curado, es decir es variable y puede generar pintura cruda.	10	Variador de velocidad del motor del rodillo principal del archa esta defectuoso y no mantiene la frecuencia establecida.	6	No existen controles, instrucciones o procedimientos de inspección o pruebas para minimizar la ocurrencia de esta falla	9	540		
Tiempo de vitrificado	Tiempo de vitrificado demasiado corto. (Menor a 30 minutos).	La pintura no alcanza a vitrificarse en el envase. (Pintura Cruda).	5	Una velocidad de malla alta para el proceso (La caracterización de alta o baja velocidad depende de la referencia)	3	No existen controles o procedimientos de inspección o pruebas para minimizar la ocurrencia de esta falla	10	150		
				Número de Zonas de vitrificado baja para el proceso (Depende de la referencia y el estado de las zonas físicamente e instrumentos de quemado ya que hay zonas que están seteadas con la temperatura para el vitrificado pero la temperatura real no llega a lo establecido).	5	Se requiere por producción	8	200		
	Tiempo de vitrificado demasiado largo.	Puede llegar a torcer el envase por un tiempo prolongado de exposición a temperatura de punto de ablandamiento.	8	Se piensa que a una exposición prolongada de los envases a temperaturas de vitrificado puede llegar a torcer el envase.	3	Se baja el numero de zonas de vitrificado o se aumenta la velocidad de malla	8	192		
Número de Zonas de Vitrificado	pocas zonas de vitrificado. (menor a 4)	La pintura no se alcanza a acondicionar para un proceso de vitrificado adecuado.	10	Velocidad de Malla Alta	4		7	280		
	Demasiado Zonas de Vitrificado.	Puede llegar a deformar el envase y aumentar la probabilidad de que el envase a la salida, al estar muy caliente, tenga problemas por choque térmico al aplicar tratamiento frío.	8	No hay control de enfriamiento en las últimas zonas de las archas óptimo o en funcionamiento adecuado	8		5	320		

Tabla 14

- **Modelo Térmico:** Para satisfacer la respuesta a la pregunta que planteaba si los quemadores actualmente instalados podían entregar la suficiente energía para calentar el flujo de masa de vidrio a través de las Archas y mantener su temperatura mientras dura el proceso de recocido y vitrificado. Según la experiencia en el proceso y las sugerencias de los expertos, los perfiles de las temperaturas en las archas deben ser de tal manera que se satisfaga las condiciones de recocido y vitrificado así como las velocidades de calentamiento y enfriamiento para que el vidrio pueda homogeneizarse correctamente y no genere zonas de Stress. Si las temperaturas no son capaces de mantener valores estables en cualquiera de las zonas del Archa, es probable que los perfiles de temperatura cambien y por lo tanto las condiciones térmicas de los envases de vidrio también y esto es una causa, como ya se demostró estadísticamente (Temperaturas de vitrificado), de que aparezca el defecto de pintura cruda en la producción.

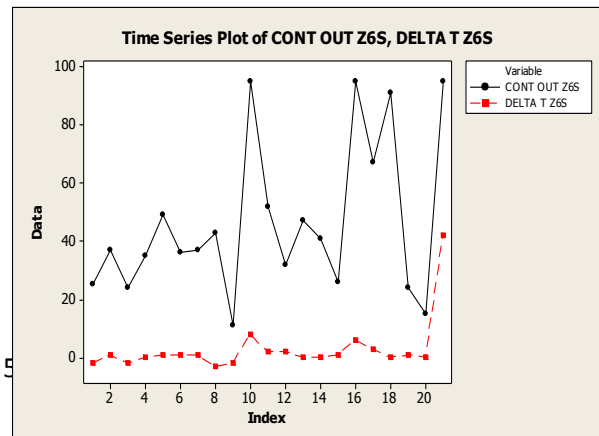
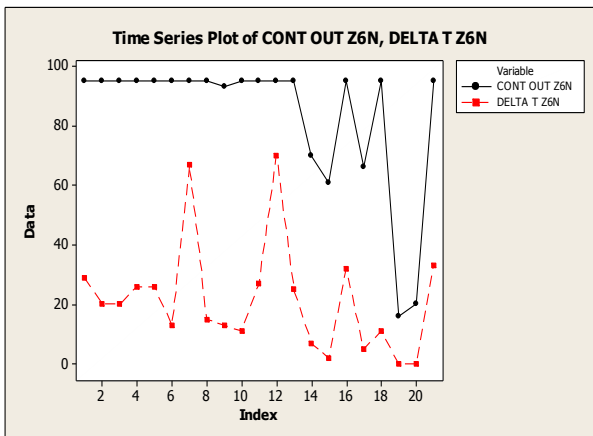
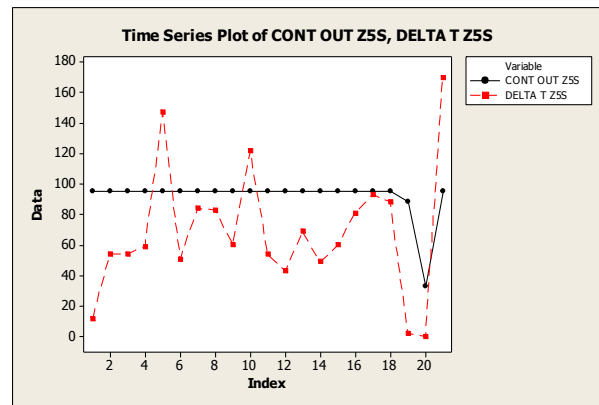
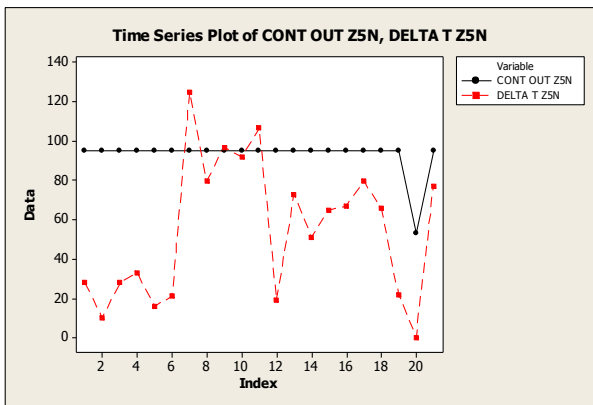
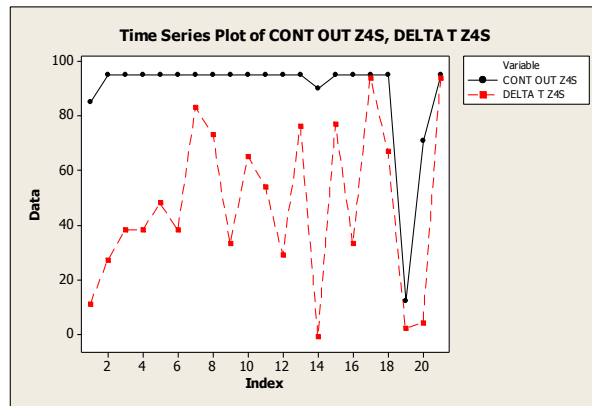
En las siguientes Gráficas podemos observar el comportamiento de la temperatura en algunas zonas del archa, esto con el fin de demostrar que éstas varían. Se toma como referencia dos variables que influyen en lo que consideramos flujo de masa por minuto que son los ciclos del Stacker por minuto, la velocidad de la malla del Archa y la carga por zona en gramos (esta carga se toma del peso de los envases multiplicado por la cantidad de envases que empuja el stacker hacia el archa y que la malla del archa transporta de lado a lado de la misma).



Gráfica 15

Como podemos observar, en la medida en que los ciclos del stacker se mantengan constantes y la velocidad de la malla disminuya la carga por zona aumenta ya que estamos forzando a transportar mas envases reduciendo el espacio entre ellos sobre la malla. Se pensaba que al aumentar la masa de vidrio era necesario imprimir más energía para calentarla, lo cual es cierto. Si las temperaturas caen por debajo de un punto de control establecido es porque el quemador no puede aportar la suficiente energía a la masa para llevarla hasta la temperatura requerida. Por esto es necesario hacer un balance de energía. En las siguientes Gráficas podemos ver la variación de temperaturas en algunas zonas con respecto a la salida de los controladores para los mismos puntos de la Gráfica 16.

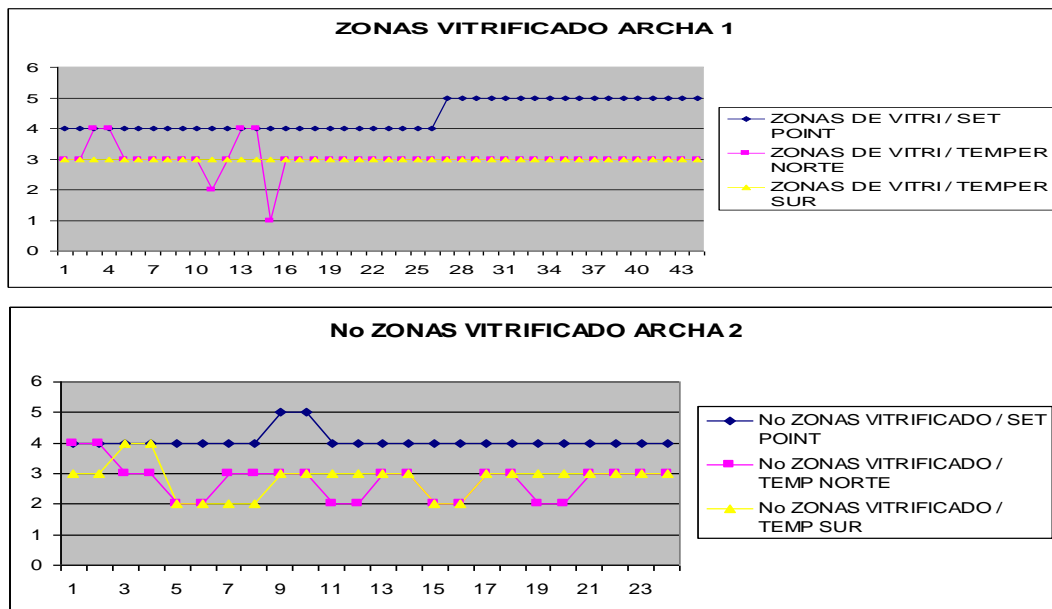
Gráfica 16



Como se observa en la Gráfica 16, se evidencia la variación de las temperaturas frente a los cambios que realiza el controlador de temperatura para cada zona del archa para tratar de mantener las temperaturas en el punto de control predefinido. En las Gráficas de la Gráfica 1.10 lo que se etiqueta como “cont out” es la salida del controlador en porcentaje de apertura del actuador y lo que se etiqueta como “Delta Z” es la diferencia entre el punto de control establecido y la temperatura real, así pues si este delta es menor que cero (0) significa que la temperatura real es superior al punto de control del controlador.

Desde el punto de vista de los set points podemos hacer un análisis para las zonas de vitrificado en las Archas para demostrar una vez más que las temperaturas no son estables y pueden ocasionar la aparición del defecto en cuestión en este estudio. Recordemos que una zona de vitrificado está definida como la zona donde su temperatura se encuentra superior a 580°C (típicamente se toma un rango de 580°C a 600°), pero después del estudio, para las pinturas libre de metales pesados, tal como se observa en la Gráfica 1.5, se comenzó a trabajar con una temperatura a partir de los 630°C para garantizar un buen vitrificado. Con este nuevo parámetro podemos mostrar las zonas de vitrificado programadas en las Archas versus las zonas de vitrificado reales según la temperatura.

Gráfica 17



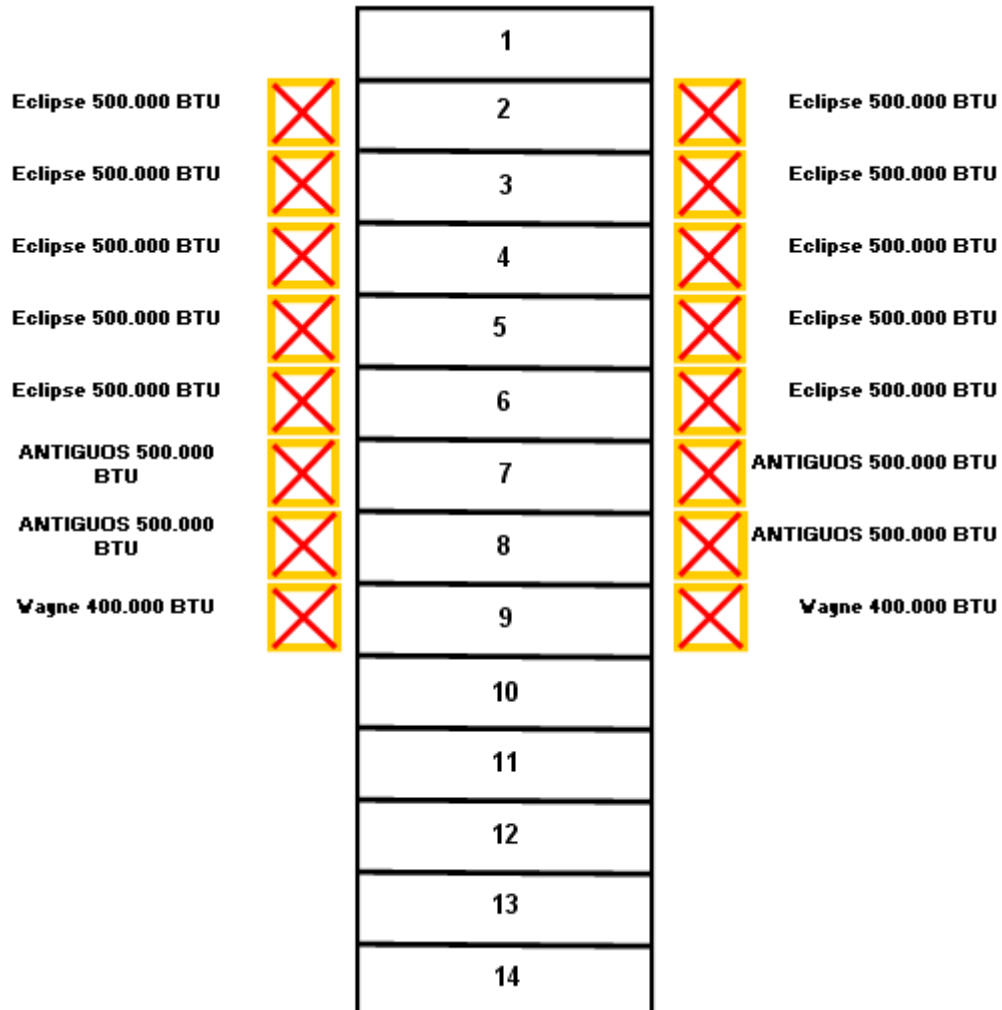
En estas Gráficas podemos observar que en la mayoría de las muestras tomadas, a pesar de que las Archas eran programadas para 4 o 5 zonas con temperaturas a partir de 630°C se ve que tomando las temperaturas reales, las zonas son en su

mayoría 3 o 2 zonas. Recordemos que según la Gráfica de probabilidad de la Gráfica 1.4, el número final de zonas de vitrificado es de 4 como mínimo.

Esto es una evidencia de que los sistemas en el archa no son capaces de mantener las temperaturas.

Físicamente las archas están distribuidas de la siguiente manera:

Gráfica 18



Se puede observar que las zonas de calentamiento (las cuales son donde hay presencia de quemadores) tienen quemadores independientes a cada lado de cada zona y existen zonas que no tienen quemador las cuales se consideran zonas de enfriamiento.

Con esta distribución y con las dimensiones reales del archa podemos considerar el modelo térmico de la misma. Este modelo térmico permite estimar la cantidad de energía disponible y necesaria para la operación correcta con el fin de poder validar la teoría que plantea que la energía que pueden entregar los quemadores no es suficiente para calentar el flujo de masa de vidrio a través del archa.

➤ **VARIABLES DE ENTRADA AL MODELO**

- ✓ Presión de gas natural en los quemadores y en las líneas generales.
- ✓ Punto de control (Set point) de las zonas de vitrificación.
- ✓ Parámetros fisicoquímicos del vidrio (Capacidad específica).
- ✓ Temperaturas del Archa (Vitrificado, precalentamiento “Strain point – Annealing”, enfriamiento).
- ✓ Parámetros de producción (Velocidades de maquinas, pesos de los envases, espaciado de los envases en el Archa).
- ✓ Información técnica del gas natural.

➤ **VARIABLES DE SALIDA ¿QUE SE CALCULA?**

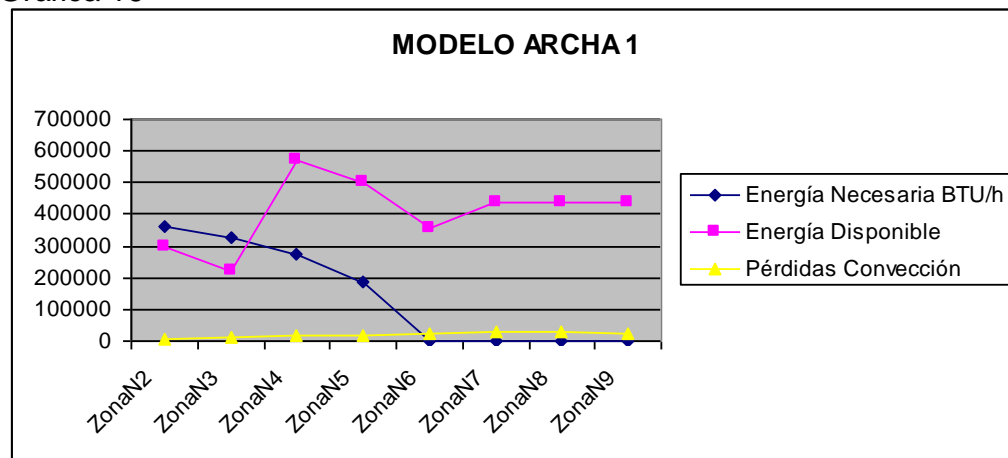
- ✓ Energía necesaria para calentar la masa de vidrio.
- ✓ Pérdidas por convección.
- ✓ Máxima energía disponible en cada zona.
- ✓ Punto de operación relativa de los quemadores.

➤ **CONSIDERACIONES O SUPUESTOS:** La capacidad de los quemadores ECLIPSE 50 MM es de 500.000 BTU/h a nivel, para los 8.600 pies ó 2600 m, que es el nivel al cual operan, lo real que entrega son 368.000 BTU/h. La formula sale de que la capacidad nominal ó sea los 500.000 BTU/h son hasta 2000 pies y por cada 1000 pies el quemador pierde un 4% ó sea en total pierde por altitud un 26,4% de eficiencia.

- ✓ Los quemadores tienen una combustión ideal (Estequiométrica).
- ✓ No hay pérdidas de calor Q por radiación.
- ✓ El gas natural entrega el máximo poder calorífico bruto 1150 BTU/ft³.
- ✓ El flujo de vidrio es constante siempre.
- ✓ El aislamiento térmico entre zonas es ideal.

RESULTADOS: Para el análisis del modelo térmico, se tomo como referencia el archa más usada y que tiene más capacidad de producción, sabiendo que las otras dos Archas son similares en estructura y equipos y que lo que se considere en este análisis es válido para todas las demás.

Gráfica 19

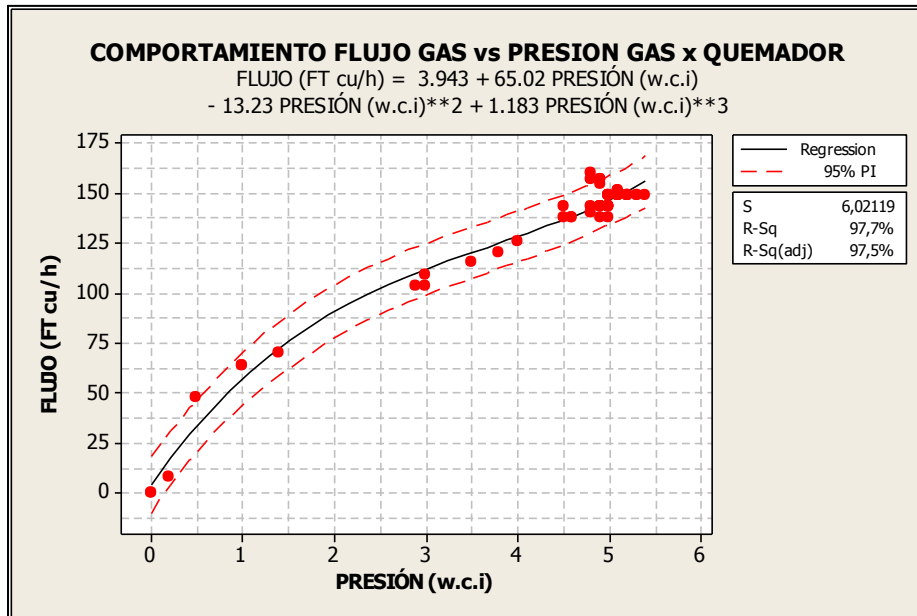


En la Gráfica 19 se pueden observar tres variables. La primera de ellas se refiere a la energía necesaria para calentar la masa de vidrio de un punto a otro. La expresión matemática que permite comprender este comportamiento es la siguiente.

Esto quiere decir que para llevar una masa cualquiera de una temperatura T_1 a una temperatura T_2 es necesario imprimirle una cantidad de energía Q . Como vemos en la Gráfica 1.13 es necesario imprimir más energía en las primeras zonas ya que la diferencia de temperaturas es mayor, es decir hay una distancia mayor entre la temperatura que esta la masa a la temperatura que se quiere llegar, por ejemplo en el caso de la zona 2, se considera la masa de vidrio ingresando a una temperatura ambiente alrededor de los 20°C y la temperatura de la zona 2 se programa para una temperatura de 250°C y la diferencia entre estas temperaturas incrementa el valor de Q .

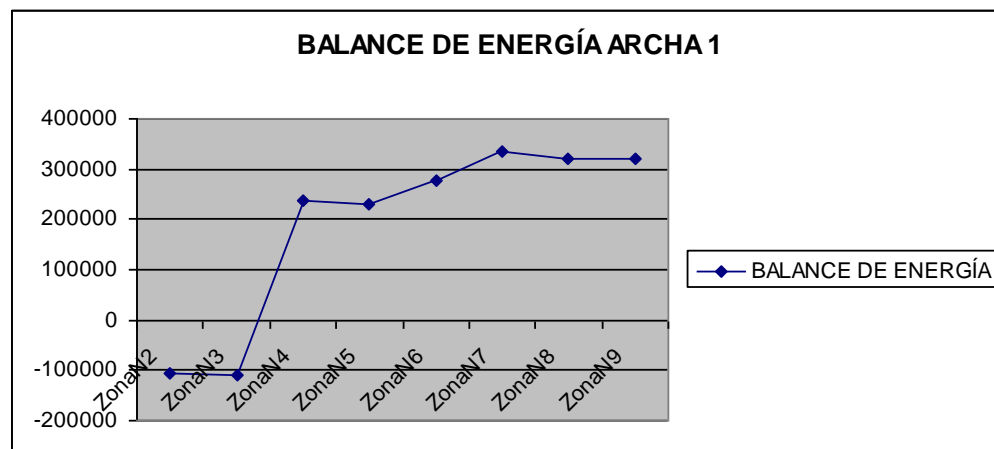
La siguiente variable se analiza como energía disponible. En este caso es necesario exponer que para esta la energía entregada por los quemadores, debemos conocer el flujo de gas que pasa a través de ellos. La siguiente Gráfica establece una relación entre la presión en w.c.i que registra la caída de gas del quemador y el flujo en pies cúbicos por hora de gas para el mismo quemador.

Gráfica 20



Asumiendo una combustión estequiometria se puede calcular la energía entregada de cada quemador multiplicando el flujo por el poder calorífico del gas natural. De esta manera luego de haber medido la presión en la cámara de gas en distintas oportunidades se pudo aproximar la energía entregada de los quemadores por zonas obteniendo la curva en la Gráfica 21. Se puede observar un déficit de energía en las zonas 2 y 3 frente a la energía necesaria teórica. En las demás zonas el sistema físico satisface las necesidades energéticas del proceso tal como se muestra en el siguiente gráfico de balance energético.

Gráfica 21



Se observa una necesidad de aumentar la capacidad energética en las primeras zonas del Archa.

Se puede plantear la teoría que si aumentamos el flujo de gas en estos quemadores podremos aumentar la energía generada. Para esto sería necesario aumentar la presión en las líneas de gas. En la actualidad se trabaja con presiones de 25 w.c.i y 40 w.c.i para las líneas de gas. Pero para llegar a esto debemos tener en cuenta los reglamentos establecidos por la norma técnica N.T.C Colombiana 4282 que regula la velocidad de este gas con el límite máximo de 10 m/seg.

Tabla 15

ARCHA	ft3/h	Diametro i	m/s
Gasto gas archa1	211.31972	2.307	0.61635356
Gasto gas archa2	196.429862	1.791	0.95060788
Gasto gas archa3	148.8353	1.791	0.7202775

Como se muestra en la tabla 15 las velocidades del gas están muy por debajo de la norma para la tubería instalada por lo que contemplar la posibilidad de aumentar presión en las líneas es válido.

Este análisis descarta la posibilidad de adquirir una reposición de equipos de quemadores nuevos con más potencia, ya que, según el estudio, la tecnología instalada puede satisfacer las necesidades del proceso de producción para el decorado de envases de vidrio con pinturas libres de metales pesados.

En conclusión podemos expresar algunos principios de funcionamiento para la operación del recocido y vitrificado en las Archas de decoración.

Los dos elementos clave para lograr un recocido y una vitrificación satisfactorios son el tiempo y la temperatura. Los envases de vidrio deben tener tiempo suficiente para llegar al “Equilibrio térmico” que permita un buen recocido y una buena vitrificación.

➤ **Consideraciones de Mantenimiento.**

Se recopilaron datos del fabricante de las Archas y se obtuvieron varias rutinas periódicas para revisión como se muestra en la tabla 16

FRECUENCIA	TAREA
DIARIA	Revisar quemadores para una operación apropiada.
	Revisar la operación apropiada del sistema de seguridad de llama.
	Revisar que la curva de temperatura programada en el archa para que concuerde entre el Set Point y la variable de proceso.
	Revisar y registrar las lecturas de medida de gas para detectar un comportamiento anormal.
	Revisar los motores para detectar acumulación de mugre y polvo que puedan obstruir el enfriamiento de los mismos.
SEMANAL	Revisar las juntas del d�mper de enfriamiento para garantizar una acci3n suave y amortiguada en los ajustes.
	Revisar los filtros del quemador (y/o el compresor de aire de combusti3n). Limpiar o reemplazar si es necesario.
MENSUAL	Inspeccionar quemadores y pilotos. Limpiar si es necesario.
	Revisar cables de ignici3n y transformadores.
	Revisar todos los mezcladores de aire/gas, indicadores de flujo, metros, medidores e indicadores de presi3n.
	Revisar electrodos de ignici3n para que tengan una distancia apropiada.
	Revisar fugas de tuberías.
	Revisar la presi3n principal del gas. Si la presi3n no es normal, revisar el regulador de presi3n y/o limpiar el filtro de la línea de gas.
ANUAL	Reemplazar el lubricante en la banda de transmisi3n del Archa.
	Calibrar los instrumentos de control.
	Inspeccionar el regulador de gas.
	Remover, limpiar y reinstalar la protecci3n en el filtro de la línea del gas.

Tabla 16

Fuente: Informaci3n sacada de los manuales de mantenimiento de E.W Bowman Inc. Lehrs, fabricante de Archas.

Conclusiones.

- Luego de haber verificado las variables que afectan de manera significativa (Según el análisis estadístico), la presencia del defecto de pintura cruda y de haber realizado un modelo térmico del sistema del Archa de recocido y vitrificado se pudo comprobar las siguientes afirmaciones:
 - Según el modelo térmico los equipos de calentamiento como lo son los quemadores Eclipse de 500 BTU son suficientes para alcanzar las temperaturas necesarias para garantizar la decoración de los envases con calidad aceptable.
 - No es necesario la adquisición de Archas con tecnología nueva de recubrimiento térmico mejorado ni con un número mayor de zonas. Las Archas actuales son capaces de garantizar una estabilidad en las variables de proceso como velocidad de malla y temperaturas necesarias para no producir envases con pintura cruda.
- Se puede concluir que las instalaciones actuales cumplen con la capacidad necesaria para una producción con calidad aceptable y libre del defecto de Pintura cruda.

3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

En el plan de integración de este proyecto se desarrollaran las gerencias respectivas de cada una de las áreas del conocimiento planteadas en el PMBOK del Project Management Institute (PMI). A continuación se explica detalladamente cada plan correspondientemente.

3.1 PLAN DE INTEGRACIÓN

El plan de la gestión de la Integración del Proyecto involucra los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unir y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto, así mismo se desarrollará el plan del proyecto, el sistema de control de cambios y las lecciones aprendidas en el cual se incluyen los siguientes planes:

- ✓ Plan de Integración del proyecto
- ✓ Plan de Alcance del proyecto
- ✓ Plan de Tiempo del proyecto
- ✓ Plan de Costos del proyecto
- ✓ Plan de Calidad del proyecto
- ✓ Plan de Recursos humanos del proyecto
- ✓ Plan de Comunicaciones del proyecto
- ✓ Plan de Riesgos del proyecto
- ✓ Plan de adquisiciones del proyecto,

Este plan aborda la elaboración de un documento base en la Optimización del proceso de decoración de envases para evitar la pintura cruda o mala vitrificación en la decoración de envases de vidrio con pinturas libres de metales pesados en la planta de O-I PELDAR Zipaquirá

El plan de integración se enfoca en asegurar la adhesión correcta de los planes subsidiarios a cada una de las fases del proyecto, para lograr la correcta sincronización entre los procesos.

Para el desarrollo de este proyecto se hace necesario contar con un equipo de trabajo compuesto de un Gerente de planta, Unit Plan Manager (UPM) HORNO D, FMU D0, FMU D1, FMU D2, FMU D3, Coordinador mantenimiento Zona Fría, Equipo mantenimiento Zona Fría, Equipo Decoración, Equipo de mantenimiento Eléctrico/Instrumentación, Clientes externos, Supervisor de Calidad.

Como herramientas en este plan se utilizan a) sistema de control de cambios y b) Lecciones aprendidas. A continuación se describen ambos procesos:

3.1.1. El sistema de control de cambios se realizará con el fin de:

- Administrar los cambios acontecidos
- Autorizar cambios y sus efectos de tiempo, costo, calidad y alcance.
- Actualización de documentos respectivos.

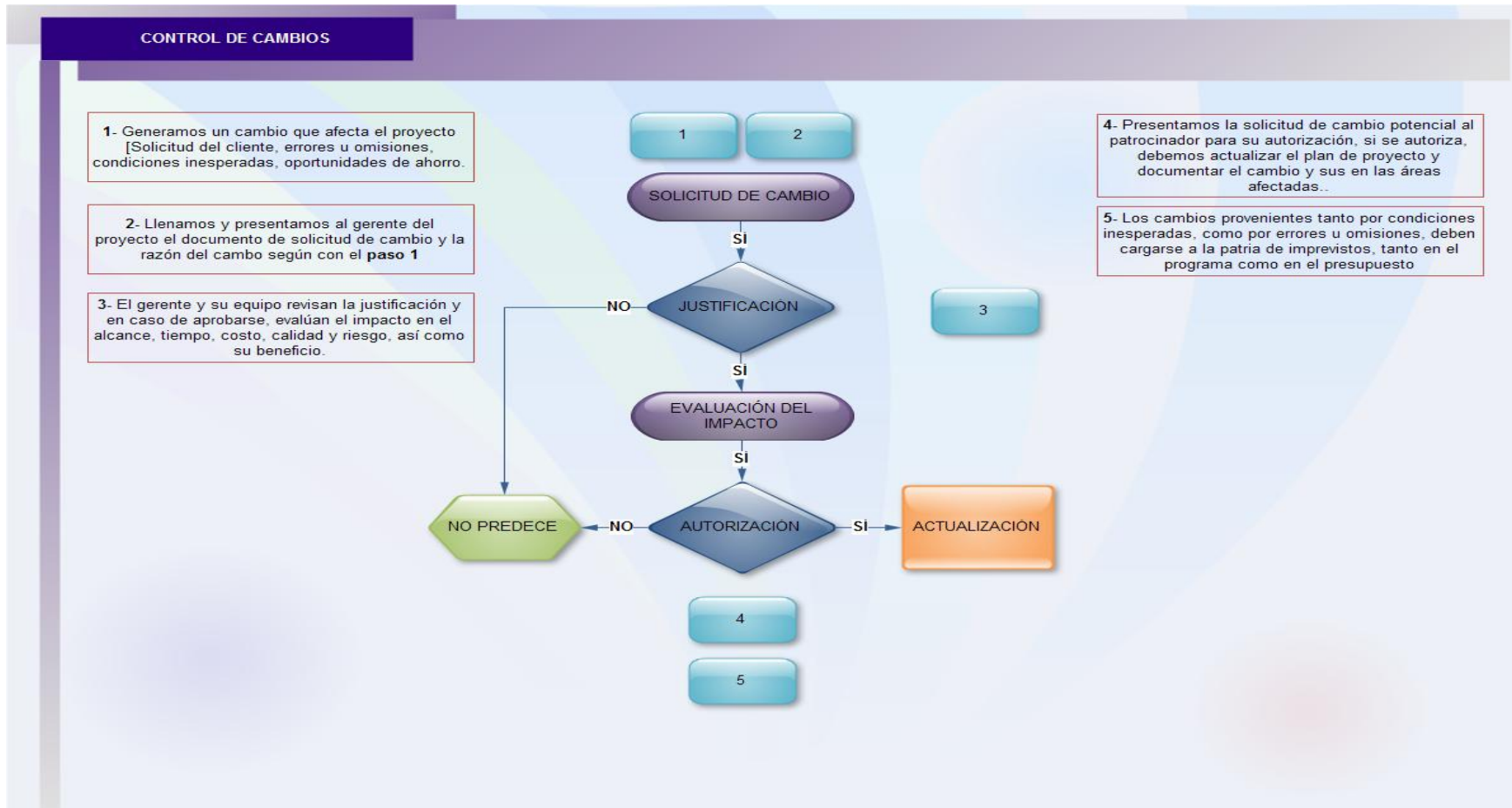
Todo esto se establecerá durante el desarrollo del plan y se actualizará mientras la duración del proyecto, al presentarse los cambios.

En la Gráfica 22 se observa el procedimiento que se llevará a cabo para el sistema de control de cambios, se utilizara el documento ANEXO A y se llevara el registro en el ANEXO B

3.1.2. Lecciones Aprendidas

- Las lecciones aprendidas se hacen con el fin de documentar las cosas positivas y negativas que surgen en el proyecto, para mas adelante cometer las mismas acciones o no.
- Por tal motivo es necesario llevar un seguimiento detallado de las acciones y sus repercusiones para analizar su impacto en el proyecto, se utilizará para tal fin el ANEXO C

Gráfica 22



Fuente: *Administración profesional de proyectos, Yamal Chamoun.*

3.2. PLAN DE ALCANCE

En el alcance del proyecto se involucran los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario para culminarlo con éxito.

3.2.1. Descripción del proyecto: La razón de realización del proyecto se basa en la necesidad de solventar un problema de calidad dentro de un proceso productivo específico para la organización PELDAR S.A. que ha generado costos alrededor de 310'000.000 de pesos.

Los antecedentes del problema se pueden resumir de la siguiente manera: el proceso al cual se realizara el estudio se llama decoración de envases de vidrio para la industria de jugos, gaseosas y licores. El problema comenzó cuando se presentaron requerimientos de los clientes que consistían en cambiar los tipos de insumos de pinturas utilizadas para decorar los envases. Se pasaron de pinturas basadas en metales pesados (plomo, cadmio, níquel, etc.) a pinturas libres de estos agentes contaminantes.

Los procesos físicos químicos de estos nuevos insumos requerían de un cambio de la operacionalidad de las diferentes variables que se involucraban en la manufactura de los envases de vidrio.

Los objetivos principales para este proyecto se basan en dos puntos:

- Establecer las variables y condiciones críticas que influyen en el defecto de pintura cruda para los envases de vidrio decorados con pinturas libres de metales pesados.
- Realizar una caracterización del proceso de decoración de envases de vidrio donde se establezca los rangos de operación de cada una de las variables del proceso.

Para abordar este problema se parte del hecho que los envases ya están formados y son insumos en el proceso de decoración. Este punto es clave para la definición del alcance del estudio del proceso, ya que la actividad de decorar un envase es considerado un subproceso dentro de las diferentes etapas de fabricación y entrega de los envases de vidrio dentro de la organización.

Dentro del alcance del proyecto se especifica que se trabajará sobre el principal defecto de calidad para las pinturas libres de metales pesados, este es denominado como "pintura cruda", concepto que se ampliará en estudios técnicos posteriores.

Del 100% de la producción se analizo qué el 2,569% se rechazaba por problemas de calidad específicamente para este defecto. Los costos de esta deficiencia de calidad se aproximan a los \$310'000.000 mcte., por lo cual se considerarán como ahorros generados por la implementación del proyecto.

Se ha establecido que uno de los principales riesgos potenciales es que los clientes de PELDAR cambien de nuevo los tipos de insumos para el proceso de decoración de envases, en tal caso se harán obsoleto cualquier resultado que haya tenido el proyecto hasta ese momento. También se estableció que es un riesgo que se termine la demanda de producción de envases decorados durante la etapa de desarrollo del proyecto, en este caso se vería aplazado el tiempo de terminación del proyecto. Si en los estudios técnicos no se encuentran las variables críticas ni los rangos de operación de las mismas se pueden considerar en riesgo el proyecto, porque influye directamente con unos de los puntos principales de los objetivos del mismo. Así mismo, se toma en cuenta el riesgo que presenta el ausentismo total o parcial de cualquiera de los miembros activos del proyecto, en tal caso la duración del mismo se vería aplazada.

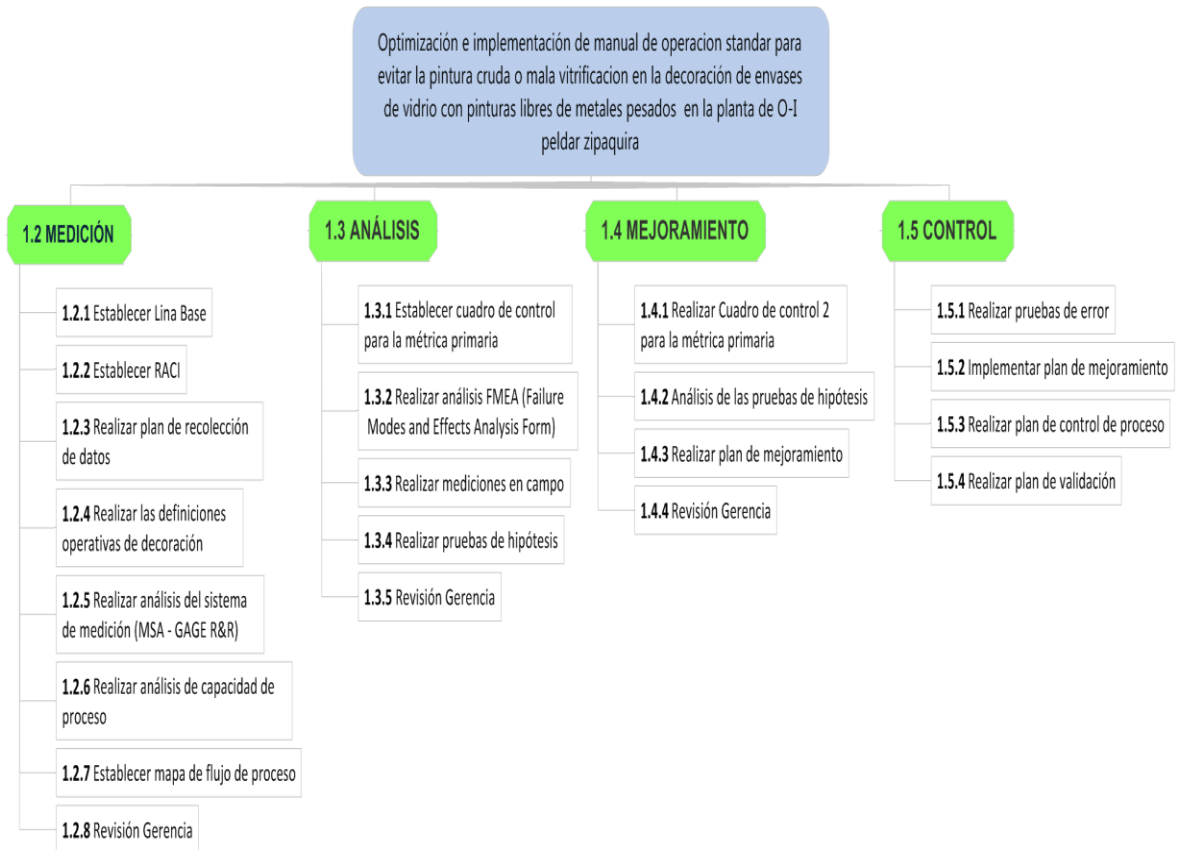
Tabla 17 Resumen de Etapas del proyecto con sus respectivos entregables

ETAPA	Alcance	Entregables
<p>Etapa 1 Definición</p>	<p>Definir el problema, identificar la voz del cliente y convertirlo en una CCR (critical customer requerid) lo que significa, convertir las necesidades del cliente en condiciones medibles y objetivas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Project Chárter ➤ RACI ➤ Definición de equipo de trabajo
<p>Etapa 2 Medición</p>	<p>Desarrollar el análisis de sistema de medición para garantizar los datos medidos y la medición de variables referenciadas en la Tabla 1.1 del estudio técnico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer Lina Base ➤ Establecer RACI (Responsable, accountable, consulted, informed) ➤ Realizar plan de recolección de datos. ➤ Realizar las definiciones operativas de decoración. ➤ Realizar análisis del sistema de medición (MSA - GAGE R&R). ➤ Realizar análisis de capacidad de proceso

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer mapa de flujo de proceso ➤ Revisión Gerencia
Etapa 3 Análisis	Realizar los cuadros de control para la métrica priia, análisis FMEA, mediciones en campo y pruebas de hipótesis.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer cuadro de control para la métrica priia. ➤ Realizar análisis FMEA (Failure Modes and Effects Analysis Form). ➤ Realizar mediciones en campo. ➤ Realizar pruebas de hipótesis. ➤ Revisión Gerencia
Etapa 4 Mejoramiento	Planes de acciones específicos para las variables definidas como salida en la etapa de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar Cuadro de control 2 para la métrica priia. ➤ Análisis de las pruebas de hipótesis ➤ Realizar plan de mejoramiento. ➤ Revisión de Gerencia.
Etapa 5 Control	Implementar el plan de mejoramiento y estandarizar el nuevo método de trabajo, a nivel del proceso y sus variables, dados en las etapas de análisis y mejoramiento.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar pruebas de error. ➤ Implementar plan de mejoramiento. ➤ Realizar plan de control de proceso

Para presentar los entregables de este proyecto se hace necesario el uso de los formatos propios de la compañía dentro del sistema Power Steering.

- Monitoreo y control del alcance:** Para monitorear el proyecto se presenta a continuación la WBS la cual permite entender mejor el mismo Gráfica 23.



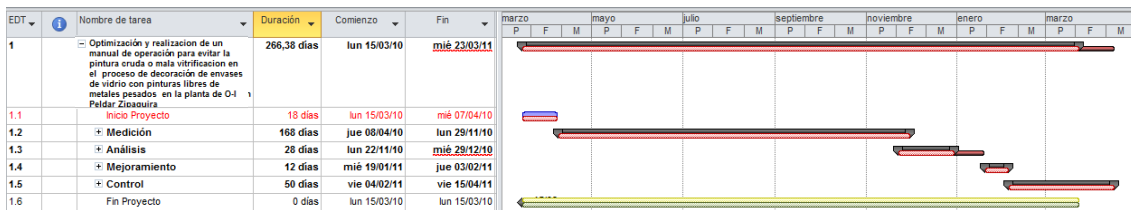
3.3. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO

El proyecto contempla desde su etapa de implementación hasta su finalización una duración de 13 meses que inicia a partir de Marzo de 2010, aquí se tienen en cuenta cada una de las fases que componen la WBS.

Cada fase finaliza con la realización de un entregable y la revisión de los objetivos planteados.

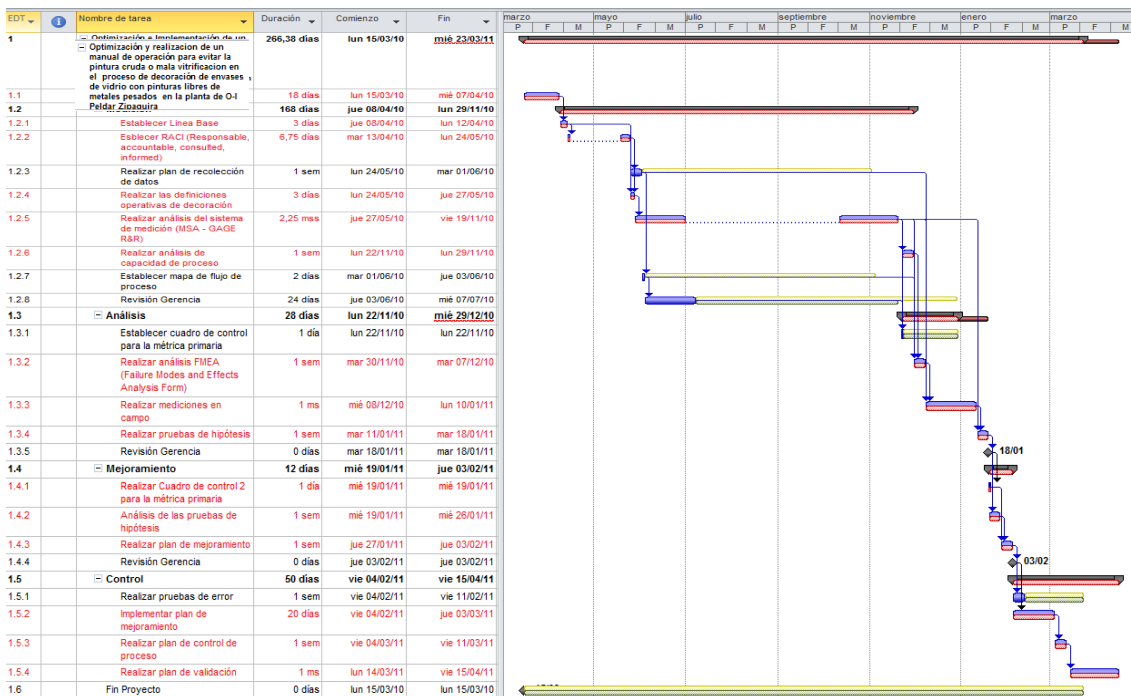
En la Gráfica 24 se observa cada una de las fases del proyecto con sus hitos en sus fechas de inicio y finalización.

Gráfica 24



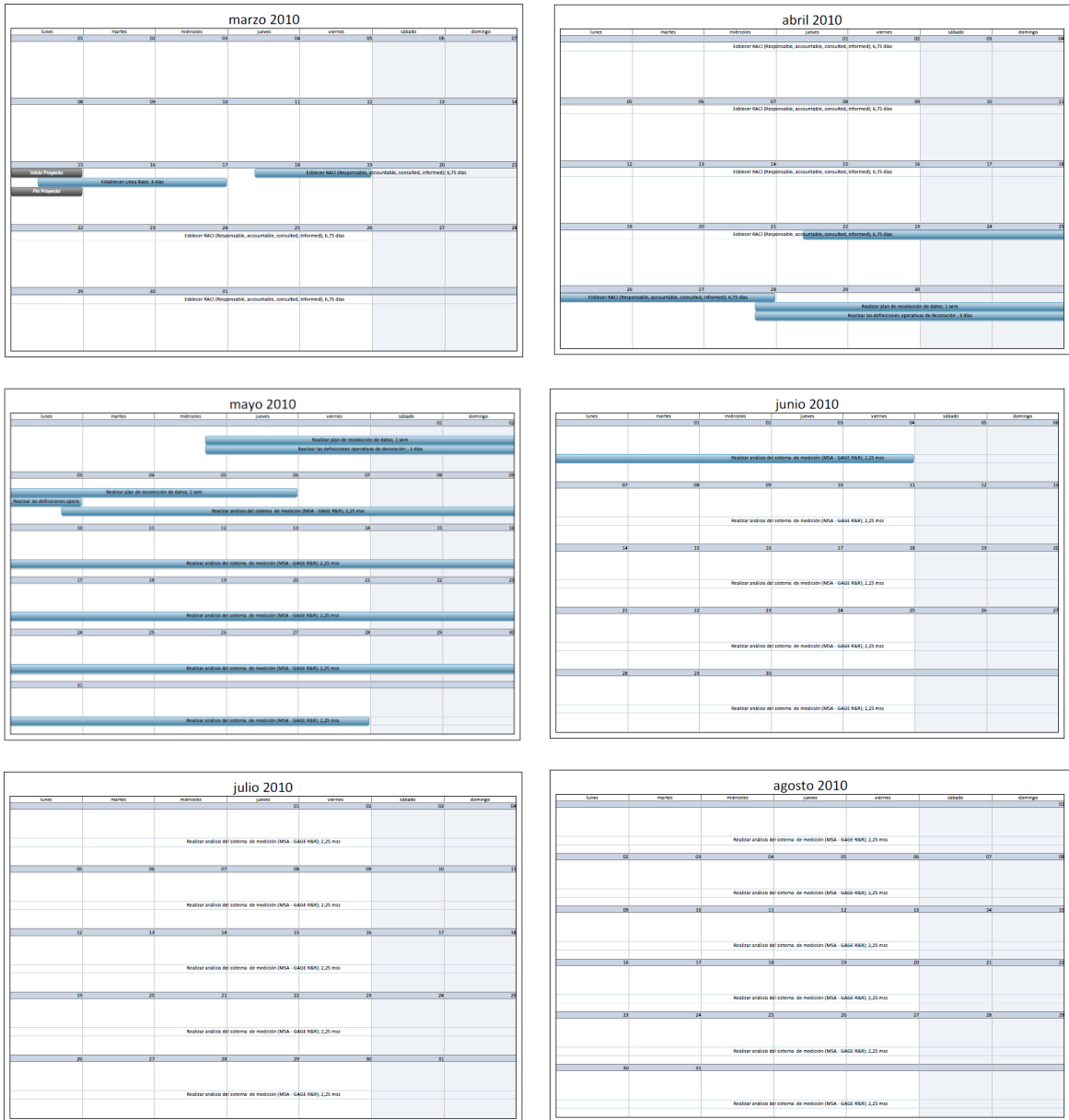
Con el fin de asegurar que el proyecto avance conforme a lo establecido en este documento, se establece la siguiente información que ilustra en un Diagrama de Gant, las fases involucradas con sus respectivas actividades, ruta crítica, holguras, hitos y sus progresos.

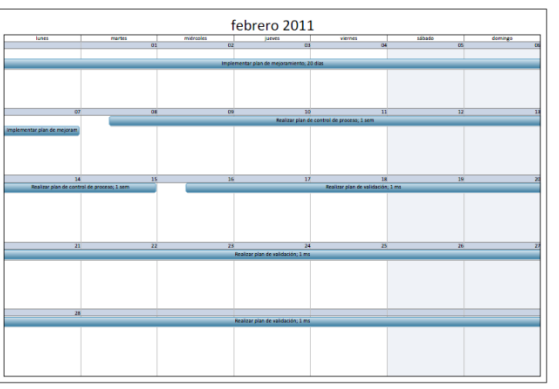
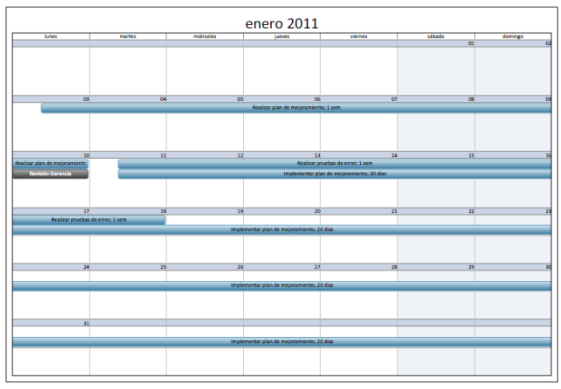
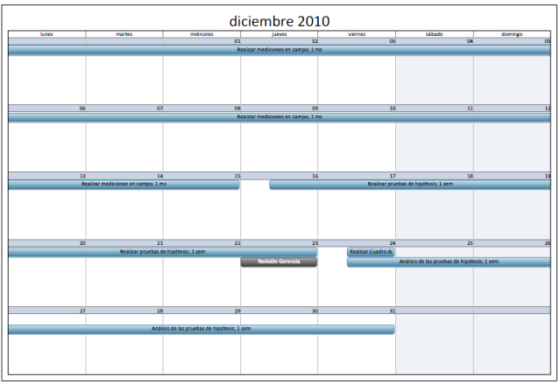
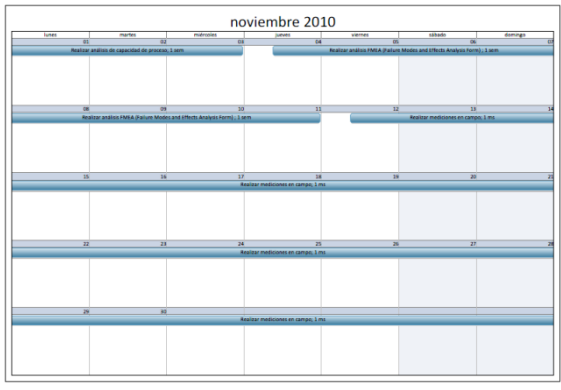
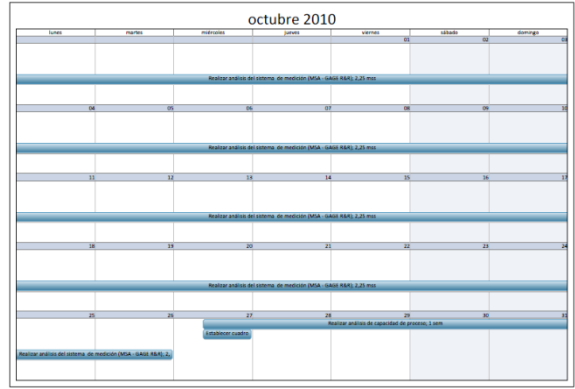
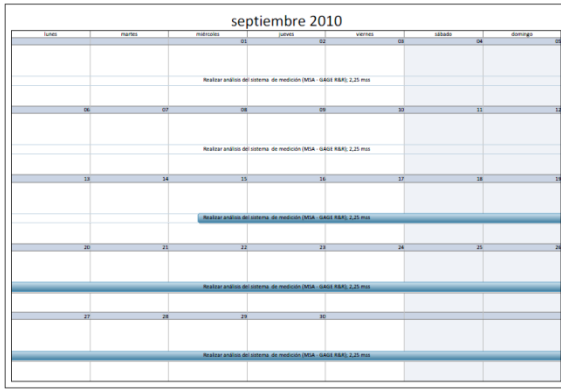
Gráfica 25



Con el establecimiento de una herramienta de seguimiento y control del tiempo que nos permita identificar cada una de las fases del proyecto, se ilustra el siguiente cronograma de trabajo y en este se contempla cada una de las actividades de la WBS

Gráfica 26





Gráfica 26
Fuente: Programa Project 2007

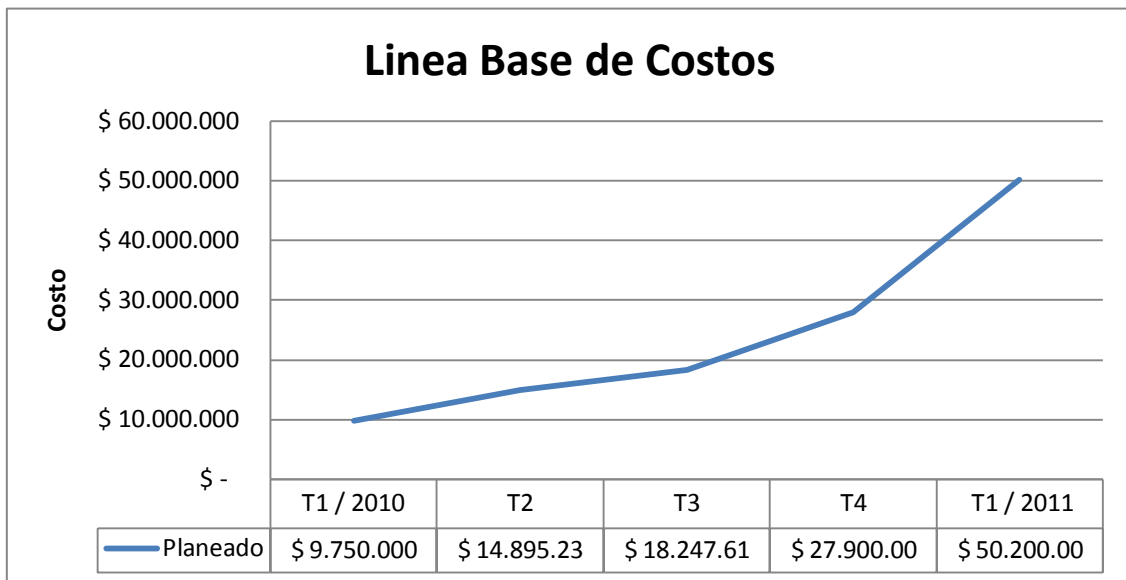
Es de anotar que para el cumplimiento en las entregas de este proyecto no se contratara recursos adicionales, los recursos utilizados son personal que están divididos en dos, los primeros son los que deben dedicar tiempo parcial de su jornada laboral en el desarrollo de este proyecto y los segundos están tiempo completo.

Las reuniones de avance realizadas en los comités de evaluación involucradas en el plan de comunicaciones, servirán de herramienta de seguimiento adicional con el fin de identificar el estado de cada una de las actividades en lo concerniente a su avance, adelantos y retazos y así identificar si las entregas pueden cumplirse o no para adoptar las medidas correctivas en caso de ser necesario.

3.4. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE COSTOS

El plan de administración de costos presenta lo presupuestado para el desarrollo del proyecto, con el objetivo de asegurar que este concluya dentro del cálculo establecido.

3.4.1. **ESTIMACIÓN DE COSTOS:** En el desarrollo del proyecto se consideran gastos a los rubros destinados para la nomina del personal involucrado en el mismo, de igual forma se contemplaran gastos a lo largo de un año de estos parte del equipo trabajara en tiempos parciales.



Gráfica 27

En la Gráfica 27 se muestra como se distribuyen los costos de los recursos necesarios para el proyecto, organizados en trimestres, iniciando en el primer trimestre del 2010 y finalizando en el primer trimestre del 2011.

En este proyecto existe la particularidad de que la incidencia del tiempo de la participación de los integrantes del equipo del proyecto es mayor al comienzo y finalizando el mismo, por tal motivo los costos se presentan de esta manera.

Tabla 18 Costos del Proyecto

	Referencia	Cantidad	Disponibilidad	Salario	Fase Definición	Fase de Medición	Fase de Análisis	Fase de Mejoramiento	Fase de Control
1	Ing. Practicante del área de decoración	1	100%	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
2	Supervisor de Área	1	100%	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ -	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
3	Black Belt Lean six sigma	1	100%	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
4	Superintendente de Calidad	1	20%	\$ 6.000.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ -	\$ 1.200.000	\$ -
6	Superintendente de zona fría	1	20%	\$ 6.000.000	\$ 1.200.000	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000	\$ -
7	Supervisor de Mantenimiento de Zona fría.	1	20%	\$ 3.500.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ -	\$ 700.000	\$ 3.500.000
8	Mecánico de Decoración	1	20%	\$ 2.000.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ -	\$ 400.000	\$ 2.000.000
9	Supervisor de calidad	1	20%	\$ 2.500.000	\$ 500.000	\$ -	\$ -	\$ 500.000	\$ 2.500.000
10	Superintendente de Automatización y servicios	1	20%	\$ 6.000.000	\$ 1.200.000	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000	\$ -
Total					\$ 11.700.000	\$ 8.800.000	\$ 3.500.000	\$ 11.700.000	\$ 14.500.000
					\$ 50'200.000				

Plan de Pagos: Los valores anteriormente relacionados corresponden a la nomina de personal de la empresa adjudicado al proyecto, por tal motivo el pago de los salarios respectivos se realizara mensualmente según lo estipulado en las políticas de la compañía. A continuación en la tabla 19 se muestran los costos.

Tabla 19

EDT		
1	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DECORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO PARA ELIMINAR LA PINTURA CRUDA O MALA VITRIFICACIÓN CON EL USO DE PINTURAS LIBRES DE METALES PESADOS EN LA PLANTA DE O-I PELDAR ZIPAQUIRÁ	
1.1	Inicio Proyecto - Definición	\$ 11'700.000
1.2	Medición	
1.2.1	Establecer Lina Base	\$ 8'800.000
1.2.2	Establecer RACI (Responsable, accountable, consulted, informed)	
1.2.3	Realizar plan de recolección de datos	
1.2.4	Realizar las definiciones operativas de decoración	
1.2.5	Realizar análisis del sistema de medición (MSA - GAGE R&R)	
1.2.6	Realizar análisis de capacidad de proceso	
1.2.7	Establecer mapa de flujo de proceso	
1.2.8	Revisión Gerencia	
1.3	Análisis	
1.3.1	Establecer cuadro de control para la métrica priia	\$ 3'500.000
1.3.2	Realizar análisis FMEA (Failure Modes and Effects Analysis Form)	
1.3.3	Realizar mediciones en campo	
1.3.4	Realizar pruebas de hipótesis	
1.3.5	Revisión Gerencia	
1.4	Mejoramiento	
1.4.1	Realizar Cuadro de control 2 para la métrica priia	\$ 11'700.000
1.4.2	Análisis de las pruebas de hipótesis	
1.4.3	Realizar plan de mejoramiento	
1.4.4	Revisión Gerencia	
1.5	Control	
1.5.1	Realizar pruebas de error	\$ 14'500.000
1.5.2	Implementar plan de mejoramiento	
1.5.3	Realizar plan de control de proceso	
1.5.4	Realizar plan de validación	
1.6	Fin Proyecto	

- Control de Costo:** El Control de Costos se utiliza como herramienta en el proyecto con el fin de monitorear la situación de este, actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea base de costo en caso de ser necesario.

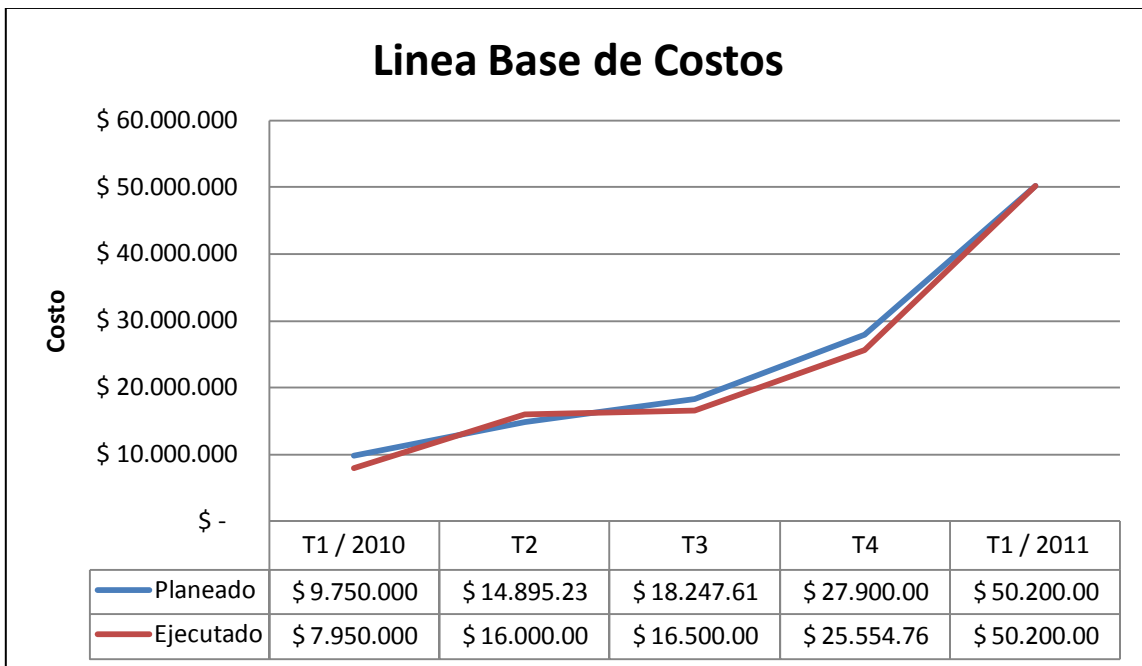
Se llevara un registro detallado analizando el índice de desviación de costos para evaluar la relación entre el uso de los fondos del proyecto y el trabajo real efectuado a la fecha y estos serán estudiados en los comités de seguimiento en los Tall Gates al final de cada fase del proyecto.

Si se presenta el caso de un incremento con respecto al presupuesto autorizado se deberá realizar mediante el control integrado de cambios.

Es necesario que los cambios se reporten y registren inmediatamente para analizar las diferentes variaciones tanto de tiempo, costo, calidad, alcance e impacto en línea de costo y a su vez es necesario que se presenten acciones recomendadas para tal efecto.

El supervisor del área de decoración será el responsable del cumplimiento del plan de costos y este será supervisado por el gerente de la planta y el Black Belt.

A continuación se muestra el comportamiento del costo durante el proyecto.
Gráfica 28



3.5. PLAN DE CALIDAD

En el plan de calidad se tienen en cuenta los procesos necesarios para determinar las políticas de calidad, objetivos y responsabilidades para asegurar el cumplimiento de los requisitos del proyecto y satisfacer las necesidades establecidas por el cliente. En este contexto, el Sistema de Calidad está integrado con la metodología de Seis Sigma.

- 3.5.1. **Alcance:** El alcance de este plan se establece con el control detallado a lo largo de las actividades de forma tal que se haga un seguimiento permanente para lograr el cumplimiento de los requisitos establecidos en todas las fases del proyecto las cuales se definen según la metodología DMAIC de seis sigma.
- 3.5.2. **Objetivos:** Asegurar que el proyecto satisfaga la necesidad de eliminar la pintura cruda en la decoración de envases de vidrio en la planta de O-I PELDAR Zipaquira.
- 3.5.3. Determinar cómo satisfacer los requisitos establecidos en la metodología seis sigma para la optimización de procesos dentro de las actividades definidas en el plan de alcance
- 3.5.4. **Plazo de ejecución:** Este proyecto tiene una duración de 12 meses y 8 días teniendo como fecha de iniciación el 15-Marzo-2010 y fecha de finalización 23-Marzo-2011
- 3.5.5. **Lugar de ejecución:** Planta de O-I Peldar Zipaquira
- 3.5.6. **Política de calidad:** Interrelacionamos nuestros procesos en todos los niveles del proyecto con el fin establecer una sinergia en cada una de las etapas de elaboración del producto apoyados por la alta dirección y guiados por el Sistema de gestión de calidad el cual está en constante revisión y evaluación para el mejoramiento continuo logrando así el cumplimiento de todos los requisitos del proyecto y la plena satisfacción de la organización. A continuación se muestra la matriz de calidad Tabla 20

MATRIZ DE CALIDAD													
ACTIVIDADES PROCESOS O SUBPROCESOS	EJECUCIÓN					INSPECCIÓN MEDICIÓN Y ENSAYO							DOCUMENTOS DE REFERENCIA (Procedimientos, registros, planes, manuales, etc., del SGC y propios del proyecto)
	REQUISITOS (Legales, contractuales, reglamentarios, necesarios no explícitos)	RECURSOS (Infraestructura, Humanos y competencias etc.)	RESPONSABLE	EQUIPOS	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	RESPONSABLE	VARIABLES DE INSPECCIÓN	EQUIPOS	TOLERANCIA	METODO DE CONTROL	FRECUENCIA	REGISTROS	
Medición													
Establecer Lina Base	Tener trazabilidad o registros mínimo de 1 año sobre en indicador principal del proyecto (% retención de producto no conforme por pintura cruda)			PC PORTATILES	concordancia de los valores de los valores con la base de datos establecidos en el SIP (Sistema integrado de producción)	Black Belt	Valores de retención	PC PORTATILES	0%	MANUAL	MENSUAL	MD-LB-001	Procedimiento control de documentos y registros Procedimiento de auditorías internas
Establecer RACI (Responsable, accountable, consulted, informed)	No puede haber más de 1 responsable por actividad	Equipo de Proyecto		PC PORTATILES	No puede haber más de 1 responsable por actividad Todas las actividades de la WBS mínimo con un responsable, accountable	Black Belt y Sponsor	N/A	PC PORTATILES	N/A	MANUAL	UNICO	MD-MR	Procedimiento control de documentos y registros
Realizar plan de recolección de datos	Conforme al formato del Power Steering para el "Data collection Plan"	Equipo de Proyecto		PC PORTATILES	Deben estar bien definidas y categorizadas todas las variables descritas por el equipo del proyecto.	Black Belt y Sponsor	N/A	PC PORTATILES	N/A	MANUAL	UNICO	MD-PRD	Procedimiento aplicación tratamiento superficial en frio. Procedimiento Enfriamiento de producción por ventiladores. Procedimiento de pintado de envases en maquina decorativa. Procedimiento de Recocido y vitrificado en archa. Aplicación tratamiento superficial en frio final. Procedimiento de acciones correctivas y

													preventivas
Realizar las definiciones operativas de decoración	Deben estar definidas cada una de las etapas del proceso de decoración de envases con forme a un mapa de flujo de valor	Equipo de Proyecto		PC PORTATILES		Sponsor	Velocidad de Proceso, WIP, PLT	PC PORTATILES	N/A	MANUAL	UNICO	MD-DO	*Procedimiento de auditorias internas
Realizar análisis del sistema de medición (MSA - GAGE R&R)	Pruebas R&R deben ser inferior al 10% para los sistemas de medición para las variables escritas por el equipo de trabajo.	Black Belt y coordinación de decoración	Black Belt	PC PORTATILES	Los valores de R&R deben estar por debajo del 10%	Black Belt	Total Gage R&R	PC PORTATILES	0% a 10 %	MANUAL	Depende resultado de la prueba, en caso de que arrojen valores mayores superiores del 10%, se tendrá que ajustar el sistema de medición y repetir la prueba.	MD-MSA	*Procedimiento de auditorias internas *Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Realizar análisis de capacidad de proceso	Conjunto de datos normalizados (Anderson Darling > 5%)	Black Belt	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	CP > 1	Black Belt	Anderson Darling , Cp y Cpk	PC PORTATILES	0.9 > CP > 1.3 AD >= 5%	MANUAL	Antes del Proyecto se debe realizar una medición y después de implementar mejoras al proceso se debe realizar una segunda medición	MD- CP	
Establecer mapa de flujo de proceso	Saber especificaciones técnicas de cada etapa del proceso (velocidades, capacidad de producción)	Equipo de Proyecto	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	N/A	Black Belt	N/A	PC PORTATILES	N/A	N/A	UNICO	MD- VSM	
Revisión Gerencia (Tall Gate)	Tener completos todas las actividades de la fase de medición.	Equipo de Proyecto	Sponsor	PC PORTATILES	Criterios definidos en la fase de Medición	Gerente de Planta	Entregables de la fase de medición	PC PORTATILES	N/A	N/A	Depende de Observaciones en la fase de medición (se puede repetir la fase)	TG-M	*Procedimiento acciones correctivas y preventivas *Procedimiento de auditorias internas
Análisis													

Establecer cuadro de control para la métrica primaria	Tener Datos de la métrica confiables y que correspondan a las bases de datos del sistema integrado de producción SIP	coordinador de Produccion, Black Belt y SIP	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	El cuadro de control no debe tener, en lo posible puntos fuera de los limites de control, si no se identifican las causas asignables puntuales para esas desviaciones, de lo contrario esos puntos deben permanecer en la Gráfica.	Black Belt	Limites de control superior e inferior, nuemro de desviaciones fuera de los limites.	PC PORTATILES	N/A	MANUAL	UNICO	AD-CC	
Realizar análisis FMEA (Failure Modes and Effects Analysis Form)	Tener evidenciadas dentro del proceso las variables identificadas en la fase de medición	Equipo de Proyecto	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	N/A	Black Belt	Probabilidad, Impacto, Raiting	PC PORTATILES	N/A	MANUAL	1 vez por semana durante la fase de analisis.	AD-FMEA	*Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Realizar mediciones en campo	Que el proceso de decoracion de envases este activo, tener las herramientas de medición disponible, dependiendo de cada variable a medir.	Equipo de Proyecto y sistemas fisicos de decoracion (Archas, Controladores de temperatura, Quemadores)	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES , Sistemas de control de temperaturas, Metodologias de Medicion ASTM C-1203-04, Calibradores, Bascula con resolucion de 1 mg.	ASTM C-1203-04	Black Belt y Coordinador de Decoración	Variables definidas en la etapa de medición	PC PORTATILES	dependiendo de la funcionalidad standar del proceso	MANUAL / AUTOMATIC A	3 Veces en el Dia.	AD-DBM	*Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Realizar pruebas de hipótesis	Tener un numero de mediciones completo establecido por criterios estadísticos definidos para cada variable, contar con los datos normalizados para cada variable.	Black Belt	Black Belt	PC PORTATILES	P Values < 5%	Black Belt	P Values	PC PORTATILES	0 < Pv < 5%	MANUAL	1 vez por prueba de hipotesis.	AD-H0Hi	*Acciones correctivas - acciones preventivas

Revisión Gerencia	Tener completos todas las actividades de la fase de analisis.	Equipo de Proyecto	Sponsor	PC PORTATILES	Criterios definidos en la fase de analisis	Gerente de Planta	Entregables de la fase de analisis	PC PORTATILES	N/A	N/A	Depende de Observaciones en la fase de analisis (se puede repetir la fase)	TG-A	*Procedimiento de auditorias internas *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Mejoramiento													
Realizar Cuadro de control 2 para la métrica primaria	Tener Datos de la métrica confiables y que correspondan a las bases de datos del sistema integrado de producción SIP	coordinador de Produccion, Black Belt y SIP	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	El cuadro de control no debe tener, en lo posible puntos fuera de los limites de control, si no se identifican las causas asignables puntuales para esas desviaciones, de lo contrario esos puntos deben permanecer en la Gráfica.	Black Belt	Limites de control superior e inferior, numero de desviaciones fuera de los limites.	PC PORTATILES	N/A	MANUAL	UNICO	MJD-CC	
Análisis de las pruebas de hipótesis	Anderson Darling > 5% y Pv < 5%	coordinador de Produccion, Black Belt	Black Belt	PC PORTATILES	Anderson Darling > 5% y Pv < 5%	Black Belt	Anderson Darling > 5% y Pv < 5%	PC PORTATILES	Anderson Darling > 5% y Pv < 5%	MANUAL	UNICO	MJD-AH0Hi	
Realizar plan de mejoramiento	OI - SOP product deco 023	Equipo de Proyecto	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	CP > 1 y Cpk >1, Cuadro de control sin puntos fuera de los limites fuera de control	Coordinador de Decoración	Variables definidas en analisis de hipotesis	PC PORTATILES	N/A	MANUAL / AUTOMATIC A	REUNIONES 2 veces por semana.	MJD-PM	*Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Revisión Gerencia	Tener completos todas las actividades de la fase de Mejoramiento.	Equipo de Proyecto	Sponsor	PC PORTATILES	Criterios definidos en la fase de mejoramiento	Gerente de Planta	Entregables de la fase de mejoramiento	PC PORTATILES	N/A	N/A	Depende de Observaciones en la fase de mejoramiento (se puede repetir la fase)	TG-MJ	*Procedimiento de auditorias internas *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Control													
Realizar pruebas de error	Establecer los parametros de operacion de cada una de las variables definidas en la fase de hipotesis.	Equipo de Proyecto	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	Variables definidas segun e analisis de pruebas de hipotesis.	Black Belt	Variables definidas segun e analisis de pruebas de hipotesis.	PC PORTATILES	Tolerancias definidas para cada variable segun el analisis de pruebas de hipotesis	MANUAL / AUTOMATIC A	Una vez en el día durante la fase de control	CD-PE	*Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas

Implementar plan de mejoramiento	Pruebas de error satisfactorias, Analisis FMEA Actualizado	Equipo de Proyecto y sistemas fisicos de decoracion (Archas, Controladores de temperatura, Quemadores)	Equipo de Proyecto	PC PORTATILES	N/A	coordinador de Decoración y Black Belt	Variables definidas en el analisis de pruebas de hipotesis en la fase de analizar	PC PORTATILES	N/A	MANUAL / AUTOMATIC A	UNICO	CD-PI	*Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Realizar plan de control de proceso	Tener validadas las condiciones de operacion para cada una de las variables definidas en las pruebas de hipotesis.	Equipo de Proyecto	Coordinador de Decoración	PC PORTATILES	OI - SOP product deco 020	Black Belt y Coordinador de Decoración	Variables definidas en el analisis de pruebas de hipotesis en la fase de analizar	PC PORTATILES	N/A	MANUAL / AUTOMATIC A	Depende del proceso	CD-PCP	*Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Realizar plan de validación	Plan de control del proceso establecido	Equipo de Proyecto y sistemas fisicos de decoracion (Archas, Controladores de temperatura, Quemadores)	Coordinador de Decoración y Black Belt	PC PORTATILES	Definidos en el plan de control de procesos.	Black Belt y Coordinador de Decoración	Tolerancias definidas en el plan de control de proceso.	PC PORTATILES	N/A	MANUAL / AUTOMATIC A	Depende del proceso	Check List Final	*Procedimiento de auditorias internas *Procedimiento de control producto no conforme *Procedimiento acciones correctivas y preventivas
Fin Proyecto													

4.5.6. Responsabilidades

El siguiente cuadro relaciona las actividades concernientes al plan de calidad con los respectivos responsables de acuerdo a la matriz RACI de calidad sugerida en la tabla 21.

Tabla 21

ACTIVIDAD	GERENTE DE PLANTA	SPONSOR (Coordinador Decoración)	BLACK BELT	EQUIPO DE PROYECTO	R	A	C	I
Control de documentos y registros	I	C	R					
Auditorías Internas	I	I	A	R				
Control producto no conforme	I	R	A	C				
Acciones preventivas, correctivas y de mejora	I	C	C	R				
Mejora continua al SGC	I	R	C	I				
Análisis de Datos	I	A	R	I				
Medición de procesos	I	A	C	R				

Responsible - Persona que ejecuta la tarea.

Accountable - Persona que es responsable a que la tarea sea completada.

Consulted - Persona que es consultada antes de hacer la tarea.

Informed - Persona que es informada antes de realizar la tarea.

4.5.7. APLICACIÓN A LOS PROCESOS

- **Planificación de realización del producto.**

Los procesos para la realización del producto, específicamente hablando para los envases decorados con pinturas libres de metales pesados como producto terminado, están establecidos como procesos estándar dentro de la organización de PELDAR, en tal caso es necesario remitirse al estudio técnico de este proyecto determinado en el capítulo 3. El flujo del proceso es determinado en este estudio sin embargo es objeto del proyecto para ser optimizado en donde es posible que varíen sus especificaciones.

Para el producto terminado se establecen requisitos de aceptación determinados por los AQL's de la organización y sus criterios son determinados por normas internacionales, específicamente hablando de la ASTM C1203 – 04 y ASTM C675 – 91 las cuales especifican los métodos para determinar la resistencia alcalina de las pinturas en superficies de vidrio.

Las frecuencias de muestreo dentro del proceso se establecen de acuerdo al plan de calidad de la organización y se registran en el sistema SPC (Control de proceso estadístico).

- **Comunicación con el cliente.**

La organización cuenta con un departamento de servicios a los clientes externos, el cual trata temas de calidad y aceptación de producto terminado y reclamaciones con respecto al mismo. En tal caso, los clientes en ocasiones realizan auditorías del proceso y exigen planes de acción para el mejoramiento de la calidad de los productos. Con respecto a la pintura cruda, los clientes POSTOBON y COCA-COLA, realizan auditorías y exigen un control estadístico de proceso y los planes de acción para cada evento de reclamación de este defecto.

- **Planificación del Diseño y Desarrollo.**

En el caso particular de este proyecto, el diseño y desarrollo no se contempla dentro del plan de calidad ya que se está trabajando en un proceso ya desarrollado y lo que se pretende es una optimización del mismo así como también lo concerniente al producto terminado en donde se trabaja con productos de línea y no nuevos desarrollos.

- **Proceso de Compras.**

PELDAR tiene especificados unos criterios de aceptación para las compras de materiales, en este caso para pinturas libres de metales pesados, tanto para su capacidad de vitrificación como para su tonalidad dentro del espectro del color. De esta manera los proveedores de estas materias primas son escogidos y calificados con respecto al cumplimiento de estos requisitos.

- **Validación de los productos comprados.**

La compañía tiene establecida una norma de revisión de calidad de los productos adquiridos, como materias primas y otros insumos a los procesos productivos. Específicamente para las pinturas libres de metales pesados usadas en decoración de envases de vidrio, conforme a los requisitos técnicos de vitrificación y tonalidad, son aceptadas y usadas dentro del proceso productivo.

- **Control de la producción y la prestación del servicio.**

En el proceso de decoración de envases de vidrio están definidos una serie de documentos que explican los procedimientos a realizar durante la manufactura del producto terminado. En estos procedimientos se establece un control de proceso con unas variables a medir y unas frecuencias de medición las cuales son registradas en el sistema SPC. Estas variables no solamente son para el producto terminado sino también del proceso mismo.

Este tipo de información es accesible por medio del SIP o sistema integrado de producción propio de la compañía a la cual, a través de diferentes usuarios y permisos de ingresos, es posible consultar la información.

- **Validación de los procesos de la producción y la prestación del servicio.**

En el caso particular de la pintura cruda, inicialmente se tubo reclamaciones por parte de los clientes sobre lotes de producción fabricados de 3 a 5 meses con anterioridad, lo que significaba o que el tiempo de reacción a los problemas no era suficiente o que no estábamos teniendo en cuenta variables asociadas al defecto y que se salían de control. En cualquier caso se estaba enviando producción no conforme al cliente, por lo que se estableció una medida de control para el defecto de pintura cruda asociada a las normas ASTM C1203 – 04 y ASTM C675 – 91. Para establecer estas normas se realizaron pruebas R&R para cada operario que fuera a evaluar

la producción conforme a los procedimientos establecidos por estas normas.

- **Identificación y Trazabilidad.**

La organización registra todas las mediciones hechas al producto terminado y al proceso continuamente durante periodos establecidos a través del sistema SPC. Este sistema informático de control estadístico genera reportes y guarda información de campañas realizadas de la producción hasta 5 años de historia.

La trazabilidad es requisito de la organización por lo que el registro por campañas del producto terminado es de vital importancia para poder diferenciar los lotes de producción conforme a fechas, máquinas y turnos de fabricación.

- **Propiedad del cliente.**

La organización se hace responsable del almacenamiento, transporte y protección del producto terminado hasta que es entregado al cliente.

- **Control de los equipos de seguimiento y medición**

La organización subcontrata los servicios de calibración y ajuste de los equipos de metrología, las validaciones se realizan en base a patrones estándar que dependen del equipo de medición.

3.6. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE EQUIPO DE PROYECTO

4.6.1. Generalidades del Plan de Gestión de los Recursos Humanos

Debido a la naturaleza de la necesidad planteada, era menester contar con un grupo interdisciplinario de personas conocedoras del proceso productivo en las diferentes áreas del negocio (operarios, supervisores, superintendentes etc.) dentro de PELDAR S.A, que permitieran dar diferentes puntos de vista de acuerdo a su experiencia y así mismo diferentes alternativas de solución a la problemática. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace indispensable pensar en una metodología orientada a sistemas productivos, que pueda dar un lineamiento de cómo abordar el problema de calidad planteado en el proyecto. Se decidió adoptar la metodología “Lean Six Sigma” debido a que era la establecida como estándar dentro de la compañía a nivel global, sin embargo el conocimiento de ésta no era satisfactorio en la mayoría de los integrantes del equipo del proyecto, por lo que se vuelve indispensable realizar un proceso de capacitación y desarrollo.

Al tener el personal capacitado, es más sencillo obtener los resultados esperados en cuanto a los objetivos del proyecto, así como también es más sencillo comunicar las ideas utilizando conceptos técnicos propios de la metodología.

4.6.2. Visión: Durante el desarrollo del proyecto haber conformado un grupo interdisciplinario idóneo en la metodología “Lean Six Sigma” capaz de operar y entender todos los términos del proceso de decoración de envases de vidrio con pinturas libres de metales pesados en la planta de PELDAR Zipaquirá.

4.6.3. Requerimientos: Dentro de la organización global esta especificado que, en uno de los puntos clave para el “plan de desarrollo estratégico” de la compañía, es necesario que todas las personas que ostentan cargos de algún tipo de jefatura estén entrenados o tengan el conocimiento de la filosofía de “Lean Six Sigma”, por lo tanto el llevar a cabo el plan de recursos humanos para este proyecto aporta o contribuye directamente a este objetivo estratégico que tiene la compañía.

También el llevar a buen término la solución a la problemática de calidad planteada por el proyecto contribuye a uno de los pilares de calidad de la compañía que es el de construir fidelidad en los clientes, al reducir o eliminar, los reclamos por causa de inconformidades en los productos que PELDAR ofrece a sus clientes. En nuestro caso específico, se trata de los productos de envases decorados con pinturas libres de metales pesados.

4.6.4. Beneficios Esperados

- Contribuir a que la filosofía de “Lean Six Sigma” se afiance como cultura organizacional dentro de la planta de PELDAR Zipaquirá.

- Contribuir al “Know How” propio de la organización en la decoración de envases de vidrio con pinturas libres de metales pesados.

4.6.5. Estrategia

Se debe contar con el total apoyo de la gerencia de planta para tener poder de convocatoria en las diferentes reuniones que se deben realizar para desarrollar el plan de recursos humanos. Es indispensable resaltar que el objetivo del proyecto apunta a uno de los puntos estratégicos más importantes de la planta y es el correspondiente al mejoramiento de la calidad, por lo que a la gerencia le es muy importante el apoyo total al proyecto.

La estrategia se debe desarrollar realizando reuniones con el equipo de proyecto antes de iniciar una fase. Se pretende utilizar parte de estas reuniones para dar los lineamientos a seguir para la realización de la etapa del proyecto, así como también proveer conceptos básicos de la necesidad de las buenas prácticas en la realización de los proyectos. Posteriormente se deben realizar presentaciones de entregables propios de la fase del proyecto por parte de todos los integrantes y realizar retroalimentaciones y/o ajustes pertinentes.

Cada entrega debe tener un formato predeterminado a fin de estandarizar el trabajo de todo el equipo y que al final sea más sencillo recopilar toda la información para categorizarla y comprimirla en el trabajo final.

4.6.6. Objetivos del Plan de Gestión de los Recursos Humanos

- 4.6.6.1. Asignar personal para desarrollar las diferentes actividades propias del plan de gestión de Recursos humanos.
- 4.6.6.2. Capacitar y dar a conocer conceptos propios de la gerencia de proyectos y “Lean Six Sigma” para aportar al desarrollo de la cultura de proyectos en la Planta.

4.6.7. Alcance del Plan de Gestión de los Recursos Humanos

El plan de Recursos humanos se abarcará dentro de las fases de planeación, e implementación.

Dentro del alcance de este plan no se tiene contemplado la contratación de personal ni la adición de jornadas adicionales, ya que este es un proyecto interno de la organización PELDAR S.A. el cual va a ser desarrollado con personal ya existente.

4.6.8. Entregas:

- Matriz RACI.
- Asignación de Roles y Responsabilidades.
- Adquisición del Equipo (Adquisición Previa).

- Realizar material de capacitación.
 - Realizar material de formatos para entregables.
- 4.6.9. **Medidas:** Para la evaluación del desarrollo y el desempeño de las diferentes actividades concernientes al plan de Recursos Humanos se van a tener los siguientes criterios:
- ✓ Calidad y tiempo de los entregables del plan.

Estos criterios se profundizarán en el Plan de Calidad del Proyecto.

3.6.10 Exclusiones: En este proyecto en particular no se tendrá que entregar solicitudes de cambio.

3.6.11 Restricciones: El desarrollo del proyecto se desenvolverá en una organización Matricial Débil, donde se pretende desarrollar el proyecto dentro de los tiempos de operación. Esto tiene varios factores que constituyen obstáculos para el buen desarrollo y rendimiento adecuado del proyecto:

- El administrador del proyecto se le asignó un rol y una responsabilidad y así mismo debía cumplir con ciertas competencias, sin embargo no le es dada ningún tipo de Autoridad frente al personal integrante en el proyecto.
- Los integrantes del equipo del proyecto tienen roles y responsabilidades externas además de las propias del proyecto.
- Los integrantes del equipo del proyecto dependen de una jefatura diferente a la dirección del proyecto.

3.6.12 Supuestos: Se trabaja la planificación del Plan de Recursos humanos bajo el supuesto que no habrá inasistencias o deserciones del personal integrante del equipo del proyecto.

3.6.13 Factores Críticos De Éxito: Se han definido los siguientes elementos como factores críticos de éxito:

- Conseguir el apoyo total por parte de la gerencia para habilitar espacios necesarios y suficientes que permitan desarrollar los objetivos del plan de Recursos Humanos.
- Conseguir por lo menos el 90% de la asistencia a las capacitaciones.

3.6.14 Clasificación de los Involucrados: El plan de gestión de los Recursos Humanos tiene el siguiente inventario de involucrados, a diferentes niveles (tabla 22)

	GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
1	Gerente de Planta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir los reclamos de los clientes a cero. 2. Disminuir los reproceso como retenido a cero por causa de la pintura cruda. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En este año se recibieron 5 reclamos por parte de los clientes POSTOBON y COCACOLA. 2. Desde enero de este año hasta julio de este mes se tiene + o - 1% de retenido por este concepto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprobación ordenes de adquisición y compra. 2. Aprueba fases del proyecto. 3. Aprueba recursos humanos y técnicos para la realización del proyecto.
2	UPM HORNO D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir los reprocesos como retenido a cero por causa de la pintura cruda. 2. Tener un control de proceso que permita especificar las variables de entrada y garantizar la calidad de salida del proceso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desde enero de este año hasta julio de este mes se tiene + o - 1% de retenido por este concepto. 2. Hay bajas en las eficiencias de las líneas que decoran cuando hay problemas en el área de decoración. Estos problemas generalmente ocasiona que paren el proceso de decoración generando acumulación y retraso en el flujo de producción en las líneas hasta empaque. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Facilita recursos técnicos y humanos para el desarrollo del proyecto.
3	FMU D0	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir el retenido de producción en la línea D0 por causa de pintura cruda. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea de producción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.

4	FMU D1	1. Disminuir el retenido de producción en la línea D1 por causa de pintura cruda.	1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea de producción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.
5	FMU D2	1. Disminuir el retenido de producción en la línea D2 por causa de pintura cruda.	1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea d producción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.
6	FMU D3	1. Disminuir el retenido de producción en la línea D3 por causa de pintura cruda.	1. Los problemas de pintura cruda generan muchos reprocesos y retenido en la línea de producción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poseen los datos estadísticos de calidad del producto. 2. A su cargo esta todos los trabajadores de la línea de producción. 3. Pueden gestionar los cambios de manuales de procedimientos en la línea.

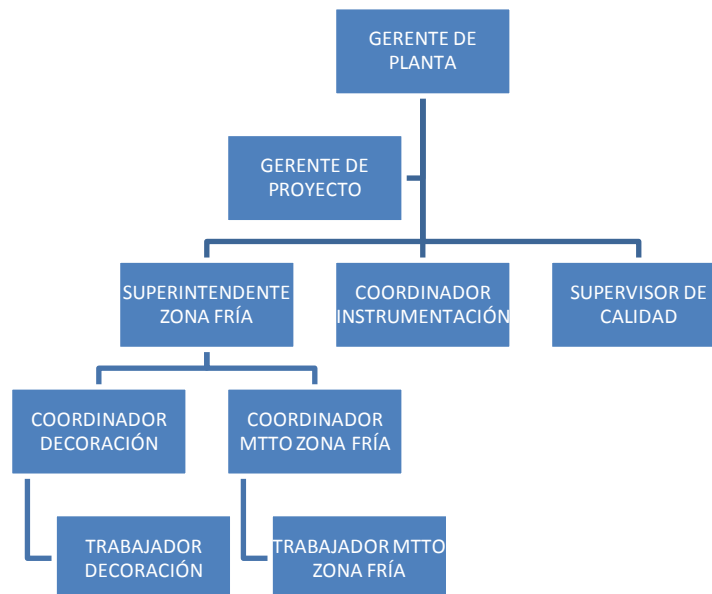
7	Coordinador MTTO Zona Fría	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar que el flujo de producción hasta el área de empaque sea lo más óptimo y constante posible. 2. Tener un plan de mantenimiento definido para el área de decoración de envases. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los FMU líderes se quejan constantemente de la represión de los envases en sus líneas por causa de paradas en el proceso de decoración. 2. Los mantenimientos en el área de decoración se hacen correctivos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Puede brindar los recursos humanos y técnicos para la realización del proyecto. 2. Posee información documentada del proceso y de bench king del mismo.
8	Equipo Mtto Zona Fría	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tener un proceso de mantenimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todos los trabajos en el área de decoración de de tipo correctivo a falta de un plan de mantenimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Son las personas que realizan los trabajos en el área. 2. Tienen la experiencia en los trabajos de mantenimiento y conocen los equipos del proceso.
9	Equipo Decoración	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tener un control de proceso que permita garantizar la calidad de la producción. 2. Tener un excelente proceso de vitrificado. 3. Tener un programa de Mtto de las máquinas de decoración y de las archas que permita el buen funcionamiento de los equipos e instrumentos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variación en las principales variables del proceso (Temperaturas en el archa). 2. No hay plan de Mtto para las máquinas y para las archas. 3. Muchos problemas de calidad con pintura cruda. (Porcentaje de retenido en las líneas alto). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Define los parámetros del proceso. 2. Tienen las herramientas de trabajo para el proceso.
10	Equipo Mtto Eléctrico/Instrumentación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tener un plan de mantenimiento para la operación correcta del sistema de archas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los instrumentos fallan constantemente, entre controladores de temperatura, termopares y sensores de presión en las archas, siendo esto una posible causa de variación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posee la experiencia del manejo de los sistemas que conforman el proceso de decoración de envases. 2. Son las personas que efectúan el trabajo en el proceso.

11	Clientes externos	1. Que no se pierda pintura antes de 25 ciclos de llenado.	1. 5 reclamos por parte de los clientes POSTOBON y COCACOLA por concepto de pintura cruda. Sus envases perdieron pintura antes de 25 ciclos de retorno a sus lavadoras. 2. No existe un sistema implementado estándar para evaluar la pérdida de pintura. Se trabaja con la norma ASTM C675-91 (Conceptos cualitativos).	1. Entidades que compran el producto. 2. Realizan prueba de calidad no estándar.
12	Supervisor de Calidad	1. Disminuir el retenido de las líneas de producción por concepto de la pintura cruda. 2. Establecer un sistema estándar que sirva tanto a los clientes como a la compañía para esclarecer los niveles de aceptación del producto en cuanto a pintura cruda, esto es tener un método cuantitativo que permita establecer los límites de aceptación de pérdida de pintura.	1. No hay un control de proceso que permita garantizar la calidad del producto. (No hay toma de historias de trabajo ni hay medición de variables del proceso para controlar). 2. No tenemos un sistema que permita establecer los límites de aceptación para la pérdida de pintura. La norma actual es cualitativa y depende de la pericia del operador.	1. Posee los acuerdos y los reglamentos de calidad para gestionar un sistema como tal. 2. Supervisa que los sistemas de calidad cumplan con los estándares requeridos. 3. Tiene disponibilidad de personal y equipos de medición de calidad.
13	Superintendente de Zona fría	1. Mejorar el proceso de decoración estableciendo un control de proceso con las variables críticas del mismo.	1. Hay mucha variación en las temperaturas de las archas de decoración y no hay control en las variables del proceso empezando porque aún no existe un proceso de levantamiento de historias.	1. Puede brindar los recursos humanos y técnicos para la realización del proyecto. 2. Posee información documentada del proceso y de bench king del mismo.

3.6.15 Organización del Plan de Gestión de los Recursos Humanos

3.6.16 Organigrama

- *Organigrama Funcional del Plan de Gestión de los Recursos Humanos*
El organigrama que se presenta a continuación describe la organización básica del plan de gestión de los Recursos Humanos Gráfica 26.



Gráfica 29.

3.6.17 Roles y Responsabilidades: Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto (tabla 23):

Tabla 23

INTEGRANTE	RESPONSABILIDAD	CAPACIDAD
GERENTE DE PLANTA	1. Revisión de Gerencia para el proyecto.	Posee la jefatura general de la planta. Tiene la facultad de asignar o reasignar labores y/o nuevas responsabilidades. Tiene la facultad de aprobar las fases del Proyecto.
SUPERINTENDENTE ZONA FRÍA	1. Recolección de Datos. 2. Establecer Roles y Responsabilidades.	Tiene una jefatura parcial. Tiene la facultad de aprobar adquisiciones de equipos para el área.
COORDINADOR DECORACIÓN	1. Recolección de Datos 2. Realizar las definiciones operativas de decoración 3. Realizar Análisis FMEA. 4. Realizar Plan de Mejoramiento. 5. Realizar Pruebas de error. 6. Implementar plan de Mejoramiento. 7. Establecer Roles y Responsabilidades. 8. Realizar plan de Control de Proceso.	Es el Sponsor del Proyecto. Posee el conocimiento técnico y administrativo del proceso de decoración de envases.
COORDINADOR MTTO ZONA FRÍA	1. Recolección de Datos 2. Realizar Análisis FMEA. 3. Realizar Plan de Mejoramiento. 4. Establecer Roles y Responsabilidades. 5. Implementar plan de Mejoramiento.	Posee los conocimientos técnicos de los equipos involucrados en el proceso de decoración. Tiene conocimiento en sistemas integrados de Mantenimiento.
COORDINADOR INSTRUMENTACIÓN	1. Recolección de Datos 2. Establecer cuadro de control para la métrica priia. 3. Realizar Análisis FMEA 4. Realizar cuadro de control 2 para la métrica priia. 5. Implementar plan de Mejoramiento.	Posee los conocimientos técnicos de los equipos involucrados en el proceso de decoración. Tiene conocimiento en sistemas integrados de Mantenimiento.
SUPERVISOR DE CALIDAD	1. Recolección de Datos 2. Realizar análisis de sistema de medición 3. Realizar Análisis FMEA 4. Realizar Plan de Mejoramiento. 5. Implementar plan de Mejoramiento. 6. Realizar plan de Validación.	Conoce los procesos de calidad de la planta. Tiene la facultad para establecer criterios de aceptación y rechazo para la producción.

TRABAJADOR DECORACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolección de Datos 2. Realizar Análisis FMEA 3. Realizar mediciones de Campo 	Conoce la operación del proceso de decoración
TRABAJADOR MTTO ZONA FRÍA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolección de Datos 2. Realizar Análisis FMEA 	Conoce los procesos de Mantenimiento que requieren los equipos del proceso de decoración.
GERENTE DE PROYECTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer línea base 2. Establecer RACI 3. Realizar análisis de capacidad del proceso. 4. Establecer mapa de flujo del proceso. 5. Realizar Análisis FMEA 6. Realiza pruebas de Hipótesis 7. Analizar pruebas de Hipótesis. 8. Realizar Plan de Mejoramiento. 9. Establecer Roles y Responsabilidades. 10. Realizar Material de Capacitación. 11. Realizar Formatos para entregables. 12. Implementar plan de Mejoramiento. 	Conoce los procesos involucrados en la dirección de Proyectos. Conoce los conceptos de "Lean Six Sigma".
PATROCINADOR DEL PROYECTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Audita el desarrollo del proyecto 2. Toma decisiones compartidas para el avance del proyecto según las faces 3. Es responsable del área de decoración donde se desarrolla el proyecto 	
DIRECTOR DEL PROYECTO	<ol style="list-style-type: none"> 1, Planea el proyecto 2, Presta soporte en la metodología Lean Six Sigma 3, Dirige el proyecto 4, Vela por los costos del proyecto 5, Hace seguimiento y control al desarrollo de las fases del proyecto 	

3.6.18 **Estructura Detallada de Trabajo:** Para el desarrollo del “alcance” del plan de gestión de los Recursos Humanos, se habrán de llevar a cabo al menos las siguientes macro actividades (tabla 24):

EDT. Tabla 24

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Optimización del proceso de decoración de envases de vidrio para eliminar la pintura cruda o mala vitrificación con el uso de pinturas libres de metales pesados en la planta de O-I peldar zipaquirá	266,38 días	lun 15/03/10	mié 23/03/11	
1.1	Inicio Proyecto	18 días	lun 15/03/10	mié 07/04/10	
1.2	Medición	168 días	jue 08/04/10	lun 29/11/10	
1.2.1	Establecer Línea Base	3 días	jue 08/04/10	lun 12/04/10	2
1.2.2	Establecer RACI (Responsable, accountable, consulted, informed)	6,75 días	mar 13/04/10	lun 24/05/10	4
1.2.3	Realizar plan de recolección de datos	1 sem	lun 24/05/10	mar 01/06/10	5
1.2.4	Realizar las definiciones operativas de decoración	3 días	lun 24/05/10	jue 27/05/10	4;5
1.2.5	Realizar análisis del sistema de medición (MSA - GAGE R&R)	2,25 mss	jue 27/05/10	vie 19/11/10	7
1.2.6	Realizar análisis de capacidad de proceso	1 sem	lun 22/11/10	lun 29/11/10	8
1.2.7	Establecer mapa de flujo de proceso	2 días	mar 01/06/10	jue 03/06/10	6
1.2.8	Revisión Gerencia	24 días	jue 03/06/10	mié 07/07/10	10
1.3	Análisis	28 días	lun 22/11/10	mié 29/12/10	
1.3.1	Establecer cuadro de control para la métrica primaria	1 día	lun 22/11/10	lun 22/11/10	8;11
1.3.2	Realizar análisis FMEA (Failure Modes and Effects Analysis Form)	1 sem	mar 30/11/10	mar 07/12/10	8;9;10
1.3.3	Realizar mediciones en campo	1 ms	mié 08/12/10	lun 10/01/11	14;6;8
1.3.4	Realizar pruebas de hipótesis	1 sem	mar 11/01/11	mar 18/01/11	15;8
1.3.5	Revisión Gerencia	0 días	mar 18/01/11	mar 18/01/11	16
1.4	Mejoramiento	12 días	mié 19/01/11	jue 03/02/11	
1.4.1	Realizar Cuadro de control 2 para la métrica primaria	1 día	mié 19/01/11	mié 19/01/11	17
1.4.2	Análisis de las pruebas de hipótesis	1 sem	mié 19/01/11	mié 26/01/11	16
1.4.3	Realizar plan de mejoramiento	1 sem	jue 27/01/11	jue 03/02/11	20;19
1.4.4	Revisión Gerencia	0 días	jue 03/02/11	jue 03/02/11	21
1.5	Control	50 días	vie 04/02/11	vie 15/04/11	
1.5.1	Realizar pruebas de error	1 sem	vie 04/02/11	vie 11/02/11	21
1.5.2	Implementar plan de mejoramiento	20 días	vie 04/02/11	jue 03/03/11	22
1.5.3	Realizar plan de control de proceso	1 sem	vie 04/03/11	vie 11/03/11	25
1.5.4	Realizar plan de validación	1 ms	lun 14/03/11	vie 15/04/11	26
1.6	Fin Proyecto	0 días	lun 15/03/10	mié 23/03/11	

3.6.19 ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

Tabla 25

ACTIVIDADES		Plant Manager	Deployment Champion	Project Sponsor	Project Leader BB	Team Members	Master Black Belt	Financial Rep	R	A	C	I	
Identificación y Selección	Trabajar con los líderes en la organización para identificar un problema que abordará un equipo LSS	C	A										
	DEFINE												
PLAN	Describir el problema desde la perspectiva del cliente y la empresa.	C		R		C							
	Cerciorarse de que la carta del proyecto plantee el problema, objetivo, beneficios y stakeholders.	C		A	R	C	C	C					
	Identificar miembros del equipo y asignarlos al proyecto.			A	R								
	Lograr que el equipo comience a trabajar (Facilitar el Team Launch)				A								
	Identificar los Stakeholders; evaluar el efecto y la actitud			R	A	C							
	Crear un plan de comunicación			C	A	R							
	Realizar una evaluación inicial de riesgos.			C	A	R							
	Aprobar la fase de definición.	C		A									
Medir, Analizar, Mejorar, Controlar	PLAN			C	A	R							
	Ejecutar	M	Recopilar los datos que establezcan la línea base del proceso.			C	A	R					
		A	Buscar factores clave que tengan el mayor efecto posible en la eficiencia del proceso y determinar la causa principal.			C	A	R	C	C			
		I	Desarrollar soluciones de mejoramiento para los factores cruciales.	C		C	A	R	C	C			
		C	Implementar la solución y el plan de control	C		C	A	R	C	C			
			Aprobar la fase de medición, análisis, mejoramiento y control	C		A							
	Manejar	Supervisar el progreso del proyecto en contraposición al plan			R	A	R						
		Consolidar la carta del proyecto			A	R	R						
		Involucrar continuamente los stakeholders			C	A	R						
		Revisar el plan de comunicación y ajustarlo según sea necesario.			C	A	R						
		Evaluar continuamente los riesgos del proyecto.			C	A	R						

R	A	C	I
Responsible - Persona que ejecuta la tarea.	Accountable - Persona que es responsable a que la tarea sea completada	Consulted - Persona que es consultada antes de realizar la tarea	Informed - Persona que es informada antes de realizar la tarea.

Tabla 21 Matriz de Roles y Responsabilidades.

3.6.20 Capacitación o adquisición

- Es necesario capacitar en los conceptos principales de “Lean Six Sigma”.
- Es necesario capacitar en la identificación del vocabulario técnico y su concepto sobre Gerencia de Proyectos.

3.6.21 Estrategia para el trabajo en equipo

La estrategia más significativa que se usa para mantener un gran interés en el proyecto es la capacitación orientado desde el punto de vista que mejora las competencias de cada uno de los miembros del equipo no solamente por los conceptos impartidos sino por el ejercicio de trabajar en equipo que incrementa la experiencia en este aspecto.

La organización montó una plataforma dar a conocer mundialmente el proyecto y sus integrantes así como sus logros. Así pues, el integrarse al equipo del proyecto resulta ser beneficioso por la posibilidad de reconocimiento frente a toda la organización mundial.

3.6.22 Estrategia para adquirir el equipo de trabajo

Se utilizó la herramienta de negociación desde el punto de vista que había que interactuar con el gerente funcional de la planta de PELDAR Zipaquirá para asegurar que el proyecto reciba personal con las competencias apropiadas dentro del plazo necesario y que los miembros del equipo del proyecto cuenten con la capacidad, disposición y autorización necesarias para trabajar en el proyecto hasta completar sus responsabilidades.

3.6.23 Capacitación

La capacitación ser realizará de tipo Formal con teios específicos y material de ayuda sin evaluaciones.

3.6.24 Evaluación del desempeño

- **Recompensas:** Siguiendo el plan de bienestar de la compañía se dictaban capacitaciones periódicas al iniciar cada una de las fases del proyecto, estas capacitaciones apuntaban al mejoramiento de las competencias individuales de cada uno de los participantes a nivel laboral.
- **Castigos:** De acuerdo a que el gerente del proyecto no tenía autoridad mandatoria sobre los miembros del equipo, los castigos se aplicaban por cada uno de los jefes y gerentes de área de las diferentes dependencias, siendo así el procedimiento apuntaba a el gerente de proyecto cuando existía un incumplimiento trataba de negociar con la persona implicada y si se llegaba a un acuerdo se reprogramaban las tareas. En caso de no llegar a una conciliación el gerente de proyecto informaba al Jefe de área para que este toa la acción a seguir

- **Esquema De Evaluación:** Las evaluaciones realizadas son tipo informal, el gerente del proyecto se reunía con los diferentes miembros del equipo de manera individual y grupal para hacer una retroalimentación de las diferentes actividades.

3.6.25 DIRECCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Tal como se menciona en el punto anterior la evaluación de desempeño se realizaba de manera individual, siempre y cuando fuera necesario, y grupal cada quince días, donde se hacía seguimiento a cada una de las actividades.

Estas reuniones tenían como resultado reportar el seguimiento de cada una de las actividades tratando para cada una de ellas el avance, retrasos, cambios a realizar, teniendo la retroalimentación necesaria para la buena gestión de la actividad.

Cada una de estas reuniones se dejaban por medio de actas.

3.7. DEL PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

4.7.1 Generalidades del Plan de Gestión de las Comunicaciones

La intención del presente plan de gestión de comunicaciones es identificar de la manera más simple, efectiva y los pasos para garantizar las comunicaciones e interacción entre los diferentes involucrados del *proyecto OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DECORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO PARA ELIMINAR LA PINTURA CRUDA O MALA VITRIFICACIÓN CON EL USO DE PINTURAS LIBRES DE METALES PESADOS EN LA PLANTA DE O-I PELDAR ZIPAQUIRÁ*, por medio de la generación, recolección, documentación y distribución de la información del mismo.

En este plan se identifican las necesidades de comunicación para cada uno de los implicados del proyecto, define los parámetros de recolección y distribución de la información y por ultimo identifica los caminos de comunicación más adecuados para lograr el objetivo del mismo.

De igual forma, contiene una descripción general de los procesos de revisión y control de los avances del proyecto, la forma y periodicidad de la de entrega de los informes de progreso y las reuniones de revisión, como los procedimientos de seguimiento, el proceso para la resolución de conflictos.

4.7.2. Visión

Convertirse en un plan eficaz de comunicaciones para crear un puente entre los diferentes involucrados del proyecto y conectar los múltiples entornos culturales y organizacionales para llegar al término satisfactorio del objetivo.

4.7.3. Requerimientos

Apuntando a satisfacer los diferentes requerimientos del proyecto se determinan los siguientes ítems que deben de servir de línea base para el desarrollo del plan de comunicaciones

- Determinar las diferentes necesidades de cada uno de los involucrados para el plan de comunicaciones
- Definir los parámetros de recolección y distribución de la información.
- Estandarizar los procesos de revisión y control de los avances del proyecto, así como la forma y periodicidad de la de entrega de los informes de progreso y las reuniones

4.7.4. Beneficios Esperados

- Al conocer las necesidades de comunicación de los diferentes involucrados podemos gestionar el resultado de los parámetros identificados para la recolección y distribución de la información estableciendo los medios, periodicidad y forma en que debe de ser entregada la misma para cada una de las etapas del proyecto

- Como resultado en la estandarización de la revisión y control de los avances del proyecto tendremos formalizados los formatos y actas donde serán soportadas cada una de las reuniones y avances que se obtienen de los diferentes involucrados

Estrategia

De los lineamientos obtenidos de los requerimientos del plan de gestión de las comunicaciones, los cuales fueron construidos colectivamente con los diferentes involucrados, se pretende responder a las necesidades de los mismos, facilitando la integración a nivel de flujo de información por medio del procedimiento resultante de este plan

4.7.5. Objetivos del Plan de Gestión de las comunicaciones

Identificar las necesidades de comunicación para cada uno de los implicados del proyecto, definiendo los parámetros de recolección y distribución de la información

4.7.6. Alcance del Plan de Gestión de las comunicaciones

El alcance de este plan de gestión de comunicaciones está definido, en su inicio por la identificación de las necesidades de comunicación para los involucrados, y en su final por los documentos formalizados en los cuales se recolecta y se distribuye la información estableciendo los medios, periodicidad y forma en que debe de ser entregada la misma para cada una de las etapas del proyecto

4.7.7. Factores Críticos De Éxito

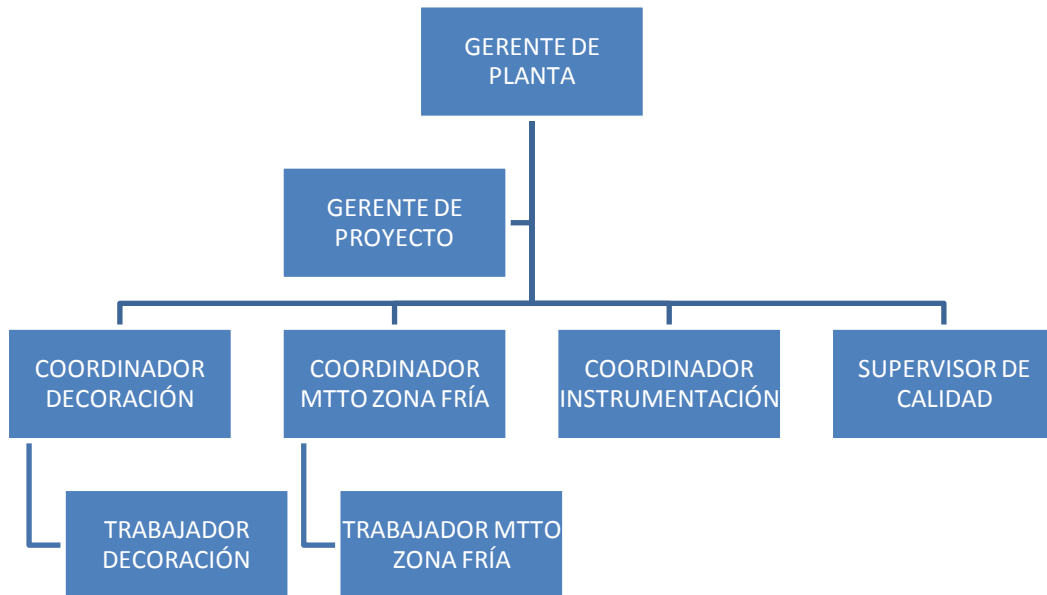
Se han definido los siguientes elementos como factores críticos de éxito:

- Todos los implicados del proyecto hacen correcto uso de las herramientas de comunicación.
- Todos los implicados del proyecto documentan cada acción en los formatos establecidos para tal fin.
- Las órdenes dadas por parte de los directivos del proyecto, son claras y permiten la buena ejecución del mismo.
- La comunicación entre los miembros del grupo es adecuada, respetuosa y se utiliza un lenguaje idóneo.
- Las órdenes recibidas por los operarios involucrados en el proceso, se realizan según los lineamientos establecidos por los jefes sin sufrir modificaciones que pueden poner en riesgo el buen funcionamiento del proyecto.

4.7.8. ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

- **Organigrama:** Organigrama Funcional del Plan de Gestión de las comunicaciones

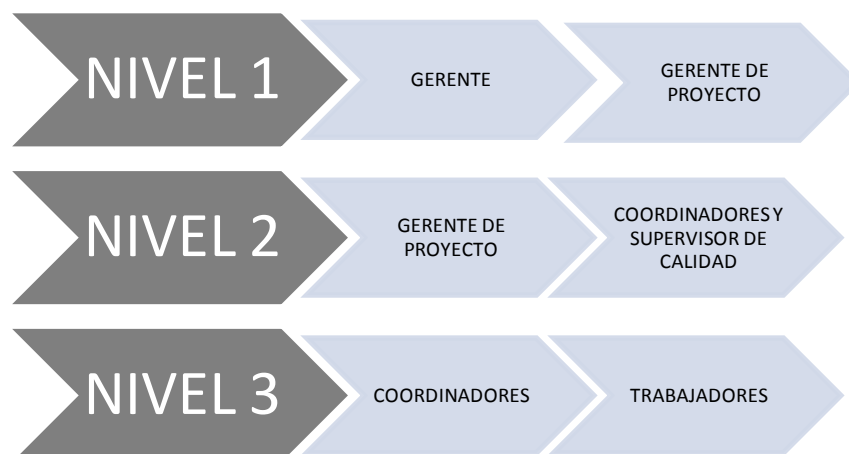
El organigrama que se presenta a continuación describe la organización básica del proyecto, Gráfica 29.



4.7.8.2. Identificación de los Involucrados

El plan de gestión de las comunicaciones tiene el siguiente inventario de involucrados, a diferentes niveles:

Estrategia para realizar la comunicación del proyecto



4.7.9. ADMINISTRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

Uso de técnicas y herramientas tecnológicas.

Medios de Comunicación Disponibles

A efectos de facilitar la comunicación, tanto interna como externa, entre los participantes del proyecto, se han establecido los siguientes medios de comunicación:

- **Comunicación Oral**
 - ✓ **Reunión:** Se definen reuniones para la analizar el estado del proyecto y para observar el avance en el cumplimiento de los objetivos del mismo. De igual forma se plantea la posibilidad de convocar a reuniones extraordinarias entre los diferentes grupos de trabajo, de ser necesario, teniendo en cuenta las prioridades y tiempos de las personas.
 - ✓ **Teléfono:** Ideal para asuntos que requieran atención inmediata.

- **Comunicación Escrita**
 - ✓ **Informes y Minutas:** Como resultado de las reuniones, se deberán crear los informes y minutas correspondientes para que todos los involucrados del proyecto tengan toda la información a la mano sobre los temas tratados.
 - ✓ **E-mail:** Será uno de los principales medios de comunicación entre el equipo de proyecto para el tratamiento de temas puntuales y que no requieran de solución inmediata. Estos deberán ser claros y breves y se deberá copiar exclusivamente a los involucrados utilizando los correos institucionales de cada uno.

- **Aplicaciones de Software y Herramientas Tecnológicas**
 - **Office 2003:** Es necesario que los archivos utilizados en este proyecto, sean de fácil acceso desde cualquier computador de la empresa, como la mayoría de los equipos de cómputo cuentan con esta versión de office se hace más fácil el manejo de la información.
 - **MS Project:** Se utilizará esta aplicación para realizar el seguimiento y control del Proyecto.

- **Matriz de comunicaciones.**

Tabla 26. Matriz de Comunicación del proyecto.

PLAN DE COMUNICACIONES						
Tema	Objetivo	Audiencia	Dueño	Medio	Frecuencia	Notas
Reuniones con el equipo Base	Desarrollar actividades del proyecto	Miembros del equipo base	Black Belt, Sponsor	Reuniones Presenciales	Como sea requerida, alrededor de 2 veces por semana	Las reuniones serán programadas, el tiempo dependerá de los temas a tratar.
Reuniones con personal que actúa en el proceso	Detectar oportunidades de mejora y posibles soluciones a problemas	Personal que trabaja en el proceso, proveedores	Black Belt	Reuniones Presenciales	Semanal	Las reuniones serán programadas.
Tollgate Rew	Aprobación en el Tollgate	TM BB,SP Gerencia de planta, Gate approvers	BB Sponsor	Reuniones Presenciales / Video Conferencia	Cada fecha de finalización de fase	Requiere programación previa
Avance del proyecto	Mantener la gerencia informada del avance del proyecto	Gerencia de Planta	BB, Sponsor	Reuniones Presenciales, E-Mail	Semanal	Se hará con programación, normalmente iniciando semana
Avance del proyecto	Mantener el Deployment Champion informado del avance del proyecto	DC	Black Belt	E-Mail	Semanal	Se enviarán reportes semanales del avance del proyecto.
Reuniones para revisar beneficio financiero	Revisar Beneficio financiero	Black Belt, MBB, Financiera representante	BB	Videoconferencia, Teleconferencia	Mensual	Programada

- **Distribución de la información**

La información se debe poner al alcance de los involucrados por medio del correo electrónico. Si la información contenida en dicho correo corresponde a la citación de reuniones, debe procurarse hacer llegar a la persona interesada mínimo con 2 días de anticipación.

- ✓ Formatos de reportes
- ✓ Formato Actas de reuniones. Ver Anexo D
- ✓ Gestión de Expectativas de los stakeholders

Si los implicados en el proyecto requieren hacer alguna modificación del proyecto deberán hacerlo por escrito y entregándole dicho documento al gerente del proyecto.

4.8. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

En el desarrollo de este plan se van a involucrar todos los procesos que son subsidiarios al proyecto en los cuales se han identificado riesgos, con el fin de realizar los diferentes análisis, las respuestas concernientes y su debido seguimiento y control

En el plan de gestión de riesgos se identifican las áreas de oportunidad por lograr y las amenazas por controlar. En lo que se contempla como áreas de oportunidad se considera como riesgo negativo el no capitalizarlo.

Este plan de riesgos se realiza con el objetivo de prever continuamente posibles problemas para llevar a cabo acciones a tiempo en vez de improvisar y buscar soluciones tardías

4.8.1. Estrategia:

La estrategia desarrollada para este plan apunta al análisis, plan de respuestas, control y seguimiento de los riesgos. En este plan no se identifican riesgos cualitativos puesto que no hay un historial de proyectos similares para poder asumir probabilidades estadísticas que nos permitan cuantificar los riesgos.

Tabla 27 RBS.

Estructura Desglosada del Riesgo (Risk Breackdown Structure)	Equipo de proyecto	Falta de disponibilidad de los miembros de equipo por carga de trabajo en la planta
		Perdida de involucramiento de los miembros del equipo.
		Falta de disponibilidad de los miembros de equipo por vacaciones o ausencia.
		Falta de disponibilidad del representante financiero.
	Gerencia	Cambio de administración
		Las soluciones planteadas no sean sostenibles en el tiempo.
	Comerciales	Cambio de proveedor de pinturas
		Variabilidad en las condiciones del mercado, generen cambios no previstos en el programa de producción.
		Falta de mercado
	Técnicos	Parada por reparación o daño en los hornos involucrados con el proceso
		Cambio de tipo de combustible
		Referencias nuevas
		Soluciones planteadas por el equipo que afecten negativamente el PTP u otros indicadores de la planta.
soluciones planteadas por el equipo requieren inversiones económicas por encima del presupuesto del proyecto		

Después de realizar la RBS es necesario evaluar la ocurrencia de cada uno de los riesgos. Para ello se hace una calificación cuantitativa que involucra las respuestas estratégicas y sus responsables, en la tabla 28 se muestra la matriz de riesgo.

MATRIZ DEL RIESGO

Descripción del Riesgo	Tipo de Impacto	Escala de Ocurrencia	Nivel de Impacto	Nivel de prioridad	Aceptar, Evadir, Minimizar	Identificar y Describir	Responsable
Falta de disponibilidad de los miembros de equipo por carga de trabajo en la planta	T	4	4	16	M	Tener suplentes para la reunión	Coordinador de Decoración
Variabilidad en las condiciones del mercado, generen cambios no previstos en el programa de producción.	T S	4	4	16	M	Involucrar logística, programación y producción, Buena información	Súper intendente de producción
Perdida de involucramiento de los miembros del equipo.	S T	3	4	12	E	Mantener informado sobre el avance del proyecto al equipo del área de decoración.	Black Belt
Falta de disponibilidad de los miembros de equipo por vacaciones o ausencia.	T	4	3	12	A	Tener suplencia	Coordinador de Decoración y Black Belt
Las soluciones planteadas no sean sostenibles en el tiempo.	S	2	4	8	E	Evitar soluciones que no sean sostenibles, seguimiento a los SOP y soluciones del proyecto, dar a conocer a todos las soluciones planteadas.	Equipo de Proyecto

Parada por reparación o daño en los hornos involucrados con el proceso	T	2	4	8	A	Circular la información a las personas involucradas.	Coordinador de Decoración
Referencias nuevas	T S	2	4	8	A		
Falta de mercado	T S	2	4	8	A		
Cambio de proveedor de pinturas	T C S	2	4	8	A	Tener alternativas de otros proveedores, tener alto nivel de calidad con el proveedor, conociendo los tiempos de entrega, teniendo un stock mínimo por si hay faltas con el incumplimiento. Retroalimentando ISO Problemas de calidad.	Coordinador de Decoración
Cambio de tipo de combustible	T C S	2	4	8	A	Tener planes de contingencia para otros tipos de combustibles	Súper intendente de ingeniería y servicios
Cambio de administración	T C S	2	4	8	A		
Soluciones planteadas por el equipo que afecten negativamente el PTP u otros indicadores de la planta.	C	2	3	6	E	Las soluciones planteadas deben tener en cuenta no afectar negativamente los indicadores de productibilidad externos del proyecto	Equipo de Proyecto
Soluciones planteadas por el equipo requieren inversiones económicas por encima del presupuesto del proyecto.	C S	4	1	4	M	Minimizar Costos.	Equipo de Proyecto

En la tabla 29 esta especificada la forma de calificación para cada uno de los ítems de la matriz de riesgos.

Tabla 29

TIPO DE IMPACTO		ESCALA DE OCURRENCIA		NIVEL DE IMPACTO	
S	ALCANCE	1	NINGUNA	1	NINGUNO
C	COSTO	2	BAJO	2	BAJO
T	TIEMPO	3	MEDIO	3	MEDIO
		4	ALTO	4	ALTO

El análisis debe ser dinámico y se debe evaluar en cada Tall Gate del proyecto, buscando nuevas oportunidades para promover y debilidades para evitar, mitigar o evadir durante el transcurso del proyecto.

4.9. PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES

Para la gestión de adquisiciones se programó, al iniciar los estudios del proyecto, un presupuesto de \$200'000.000 pesos-mcte para ser utilizados en caso de que existiera la necesidad de realizar compras que involucrara maquinaria, la contratación de firmas expertas que realizaran asesorías. Estas compras se autorizaban siempre y cuando los estudios previos determinaran que así se requiriera.

Al obtener los resultados de los estudios previos, se concluyó que con la maquinaria actual y la conformación de un equipo de trabajo interdisciplinario interno el proyecto se puede ejecutar sin necesidad de hacer nuevas adecuaciones, modificaciones, o contratar firmas expertas.

Por tal motivo y con base en que no es necesario activar el presupuesto asignado (\$ 200.000.000) para realizar las adquisiciones de los activos anteriormente nombrados se concluye que no es necesario hacer el desarrollo de este plan.

5. CONCLUSIONES

El lograr la sinergia de las metodologías de Lean Six Sigma y PMI resulto de gran ayuda para poder enfocarse en la identificación y solución de la problemática planteada en el proyecto, esto sugiere que existe una compatibilidad alta entre las dos metodologías.

La implementación de este tipo de proyectos en empresas manufactureras potencializa de una manera importante el cambio de cultura que muchas organizaciones desean ya que cambian paradigmas de esquemas de trabajo históricos y que son susceptibles a ser mejorados, esto se logra básicamente con la interdisciplinariedad en el desarrollo de los proyectos teniendo como base el talento humano.


En los proyectos de optimización de procesos por lo general las compañías se enfocan en la adquisición de nuevas tecnologías como primera instancia, sin embargo con el desarrollo de este proyecto se corrobora que haciendo una buena planeación y haciendo una buena utilización de las metodologías empleadas en este trabajo se puede llegar a la optimización de los procesos sin necesidad de renovar las tecnologías, siendo este el último recurso.

BIBLIOGRAFÍA

- Pinturas Granitol S.A. ,Pinturas Granitol , [en línea], Disponible en: <http://www.granitol.com.uy/RSE.aspx?id=2>
- Universidad Cordoba, Pinturasl con metales pesados , [en línea], Disponible en: <http://academico.unicordoba.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/407/1/Informe+Final.pdf>
- ConfeMetal ,Confederacion española de empresas del metal , [en línea], Disponible en: <http://www.confemetal.es/uniplom/exposicion.htm>
- LENTECH LTDA, Metales Pesados , [en línea], Disponible en: <http://www.lenntech.es/metales-pesados.htm#ixzz1I6hZOytK>
- LENTECH LTDA, Metales Pesados , [en línea], Disponible en: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cr.htm#ixzz1I6mKBQ94>

ANEXOS

Anexo A

	SOLICITUD DE CAMBIO
No. : _____	CUENTA: _____
FECHA: _____	
SOLICITUD: _____	
ESTATUS: _____	
CARGO A: _____	
CONCEPTO: _____	
DESCRIPCIÓN: _____ _____ _____ _____	
RAZÓN DE SOLICITUD: _____ _____	
IMPACTO EN PROGRAMA : _____	
NUEVA FECHA DE TERMINACIÓN: _____	
VALOR NETO:	\$ _____
IMPACTO EN PLANOS: _____	
Vo. Bo. GERENTE	AUTORIZACIÓN CLIENTE



CUADRO DE RELACIÓN DE CAMBIOS



#	CTA	ESTATUS	RAZÓN	BREVE DESCRIPCIÓN	ADITIVA (+)	DEDUCTIVA (-)	EFFECTO NETO EN EL PPTO.	EFFECTO EN COSTO	EFFECTO EN TIEMPO	EFFECTO EN PLANOS	No. DE PLANOS
1											
2											
3											
4											
5											
6											
TOTAL A LA FECHA											

Anexo C

	<h2>Acta de Reunión</h2>	
---	--------------------------	---

Código		Fecha		Hora de Inicio		Hora Fin		Lugar	
Proyecto						Asunto			
Asistentes						Asistentes Externos			
Fecha de Elaboración		Elaborado por					Próxima Reunión		

ORDEN DEL DIA:

Asistente 1

Asistente 2

Asistente 3

