



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRENSADO, LINEAS DE ESMALTACIÓN
Y PRODUCTO TERMINADO MONOQUEMA DEL FORMATO 31X31 EN LA
PLANTA DE AZULEJOS DE LA C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA”**

**Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR:
MIRIAM JAKELINE CEVALLOS CONDO**

**RIOBAMBA - ECUADOR
2010**

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Química de la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO** por brindarme la oportunidad de recibir todos los conocimientos para formarme profesionalmente.

Mi gratitud y eterno agradecimiento a la Empresa **C.A. ECUATORIANA DE CERÁMICA** por permitirme ingresar y desarrollar el presente trabajo de investigación, a todo el personal de la Planta de Azulejos, en especial a la Ing. Patricia Nacato Jefe del Departamento de Aseguramiento y Calidad quien me supo guiar para culminar con éxito este trabajo, a los Ingenieros Gonzalo Sánchez y César Avalos por la orientación, colaboración y apoyo recibido durante el tiempo de realización de mi trabajo, haciendo posible culminar mi camino estudiantil superior

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por iluminarme y guiarme por el camino de la sabiduría, a mis padres por haberme dado la vida, en especial a mi mami por su sacrificio, abnegación y apoyo incondicional para cumplir con éxito cada etapa de mi vida, a mi hermano, a toda mi familia y amigos por estar conmigo en todo momento.

Miriam Jakeline

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz

DECANA FAC. CIENCIAS

Ing. Mario Villacrés

DIRECTOR ESC. ING. QUIM.

Ing. Gonzalo Sánchez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Avalos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Sr. Carlos Rodriguez

DIRECTOR CENTRO DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS

Yo, Miriam Jakeline Cevallos Condo soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado le pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Firma

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Auditoría.
ASTM	Norma Técnica Internacional (Norma Técnica para pruebas de materiales)
bar	Medida de presión.
C	Grados centígrados
C.A.	Compañía Anónima.
cm³	Centímetros cúbicos.
EM	Engobe.
Fig.	Figura
g	Gramos.
Gra	Granilla.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
Kg	Kilogramos.
L.E 1	Línea de Esmaltación 1.
L.E 2	Línea de Esmaltación 2.
M	Esmalte Monoquema.
m²	Metro cuadrado.
min	Minutos
mm	Milímetros.
Mo	Modulo de rotura.
MP	Proceso Monoporosa.

MQ	Proceso Monoquema.
MS	Tintas monoquema.
PH-680/1	Prensa monoquema 1.
PH-680/2	Prensa monoquema 2.
Rf	Resistencia a la flexión.
v	Viscosidad
ρ	Densidad
%H	Porcentaje de humedad.
%Hr	Porcentaje de humedad residual.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura:	Pp.
Fig. 1.3-1. Diagrama del proceso de fabricación de piezas cerámicas por vía seca y húmeda.....	4
Fig. 1.3.4-2 Esquema del proceso de secado por atomización.....	7
Fig. 1.3.9-1 Ciclo de cocción.....	14
Fig.1.3.9-2. Identificación de Corazón negro.....	16
Fig.1.3.9-3. Horno de rodillos.....	16

NDICE DE TABLAS

Tabla		Pp.
1.3.3-1	CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL PROCESO DE MOLIENDA.....	7
1.3.6-1	CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL PROCESO DE PRENSADO.....	10
1.3.7-1	CONTROL DEL PROCESO DE SECADO.....	11
1.3.8-1	FICHA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE ESMALTADO DEL PRODUCTO MANAOS ROBLE.....	13
2.1-1	PLAN DE MUESTREO.....	41
2.2.1.2.1-1	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.....	43
2.2.1.2.2-1	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.....	44
2.2.1.2.3-1	DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD – TIEMPO DE FLUJO..	45
2.2.1.2.4-1	DETERMINACIÓN DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PRENSADO.....	46
2.2.1.2.5-1	DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO, ESPESOR, DIFERENCIA DE PESO DEL BIZCOCHO CRUDO.....	47
2.2.1.2.6-1	DETERMINACIÓN DE LA CONTRACCIÓN HÚMEDO –SECO, SECO – QUEMADO Y TOTAL.....	48
2.2.1.2.7-1	DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	49
2.2.1.2.8-1	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD RESIDUAL DEL BIZCOCHO SECO.....	50
2.2.1.2.9-1	DETERMINACIÓN DEL PESO DE APLICACIÓN DE AGUA, ENGOBE, GOMA, GRANILLA.....	51
2.2.1.2.10-1	COCCIÓN DE PIEZAS CERÁMICAS.....	52
2.3.2.1-1	CONDICIONES INICIALES DEL % DE HUMEDAD DE LA PASTA	55
2.3.2.2-1	CONDICIONES INICIALES DE DIFERENCIA DE PENETROMETRÍA.....	57

2.3.2.3-1	CONDICIONES INICIALES DE ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO.....	58
2.3.2.4-1	CONDICIONES INICIALES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO.....	60
2.3.2.5-1	TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO.....	61
2.3.2.6-1	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO.....	62
2.3.2.7-1	% HUMEDAD RESIDUAL.....	63
2.3.2.8.1-1	MUESTREO DE DEFECTOS (Condiciones Iniciales).....	64
2.3.2.9-1	MUESTREO DE DEFECTOS.....	65
3.2.1.1-1	DATOS DEL % DE HUMEDAD DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.....	75
3.2.1.2-1	DATOS DE COMPACTACIÓN DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.....	76
3.2.1.3-1	DATOS DE ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	77
3.2.1.4-1	DATOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	79
3.2.1.5-1	DATOS DE LA TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	80
3.2.1.6-1	DATOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.....	81
3.2.1.7-1	DATOS DE % DE HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.....	82
3.2.2-1	DATOS RECOLECTADOS DURANTE LA ETAPA DE OPTIMIZACIÓN ESMALTADO.....	83
3.2.3-1	DATOS DE LOS SENSORES UBICADOS EN LAS TRES ZONAS DEL HORNO.....	84
3.2.4-1	DATOS RECOLECTADOS DURANTE LA ETAPA DE OPTIMIZADO COCCION.....	85
3.4.4-1%	DE BAJAS EN EL PROCESO CERÁMICO MONOQUEMA	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	Pp.
2.3.2.1.-1 CARTA DE CONTROL DEL % DE HUMEDAD DE LA PASTA.....	56
2.3.2.2-1 CARTA DE CONTROL DE LA DIFERENCIA DE PENETROMETRÍA.....	57
2.3.2.3-1 CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DE ESPESORES.....	58
2.3.2.3-2 CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN...	59
2.3.2.3-3 CARTA DE CONTROL DE LA DIFERENCIA DE PESO.....	59
2.3.2.4-1 CARTA DE CONTROL DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO.....	60
2.3.2.5-1 CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA A LA SALIDA DEL SECADERO.....	61
2.3.2.6-1 VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO.....	62
2.3.2.7-1 CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DEL % HUMEDAD RESIDUAL.....	63
2.3.2.8.1-1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE DEFECTOS EN LAS LÍNEAS DE ESMALTACIÓN.....	64
2.3.2.9-1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE DEFECTOS EN PRODUCTO TERMINADO.....	66
3.2.1.1-1 CARTA DE CONTROL DEL % DE HUMEDAD DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	75
3.2.1.2-1 CARTA DE CONTROL DE LA COMPACTACIÓN DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	76
3.2.1.3-1 CARTA DE CONTROL DEL ESPESOR DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	78
3.2.1.3-2 CARTA DE CONTROL DE LA DIMENSIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	78
3.2.1.3-3 CARTA DE CONTROL DE LA DIFERENCIA DE PESO DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	78

3.2.1.4-1	CARTA DE CONTROL DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	79
3.2.1.5-1	CARTA DE CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	80
3.2.1.6-1	CARTA DE CONTROL DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	81
3.2.1.7-1	CARTA DE CONTROL DEL % DE HUMEDAD RESIDUAL DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.....	82
3.2.2.1-1	HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LOS DEFECTOS.....	83
3.2.3-1	CURVA DE SECADO DEL HORNO MONOQUEMA SACMI 2070...	84
3.2.4.1-1	HISTOGRAMA DE FRECUENCIA.....	85

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

- I** DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CERÁMICO.
- II** FORMATO PARA AUDITORÍA DE PRENSA Y SECADERO.
- III** FORMATO PARA EL CALIDAD DE CALIDAD DE LA LÍNEA DE ESMALTACIÓN.
- IV** MAQUINARIA.
- V** DEFECTO DEL PRENSADO.
- VI** DEFECTOS VISUALES DEL PRODUCTO LISO MADERADO.
- VII** DEFECTO VISUALES PRODUCTO GRANILLADO.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
SUMARY.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
ANTECEDENTES.....	v
JUSTIFICACIÓN.....	viii
OBJETIVOS.....	xi

CAPITULO I

	Pp.
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. MATERIAS PRIMAS.....	1
1.1.1 FELDESPATO.....	1
1.1.2 ARCILLA.-.....	1
1.1.3 CAOLÍN.....	1
1.1.4 CUARZO, SÍLEX, ARENA.....	2
1.1.5 CARBONATO Y NITRATO DE POTASA.....	2
1.1.6 BENTONITAS.....	2
1.1.7 FRITAS.....	2
1.2. PROCESO CERÁMICO.....	3
1.2.1. PROCESO MONOQUEMA.-.....	3
1.2.2. PROCESO MONOPOROSA.....	3
1.3. PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN.....	3
1.3.1. PREPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	4
1.3.2. DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS.....	4
1.3.3. MOLIENDA.....	6
1.3.4. ATOMIZACIÓN.....	7

1.3.5.	ALMACENAMIENTO EN SILOS O MADURACIÓN.....	9
1.3.6.	CONFORMACIÓN DE LAS PIEZAS - PRENSADO.....	9
1.3.7.	SECADO DE PIEZAS CONFORMADAS.....	10
1.3.8.	ESMALTADO Y DECORADO.....	12
1.3.9.	COCCIÓN O QUEMADO.....	14
1.3.10.	CLASIFICACIÓN Y EMBALADO.....	17
1.3.11.	TIPOS DE CALIDAD:	18
1.4.	DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DE LOS DEFECTOS	19
1.4.1.	DEFECTOS VISUALES	20
1.4.1.1.	GRUMO.....	20
1.4.1.2.	CHAMOTE.....	20
1.4.1.3.	FISURAS.....	21
1.4.1.4.	FALLA SERIGRÁFICA.....	22
1.4.1.5.	FALLA DE AERÓGRAFO	23
1.4.1.6.	DESPUNTADO.....	23
1.4.1.7.	DESPOSTILLADO	23
1.4.1.8.	REESMALTE	24
1.4.1.9.	HUECOS.....	24
1.4.1.10.	HOYUELOS.....	24
1.4.1.11.	CONTAMINACIÓN	25
1.4.1.12.	GOTA	25
1.4.1.13.	FALLA DE CAMPANA	25
1.4.1.14.	SUBLIMADO.	26
1.4.1.15.	FALLA DE APLICACIÓN DE GRANILLA.....	26
1.4.2.	DEFECTOS DE ESTRUCTURA	27
1.4.2.1.	DESMORONADO.....	27
1.4.2.2.	LAMINADO.....	28
1.4.2.3.	CORAZÓN NEGRO.....	28
1.4.3.	DEFECTOS DIMENSIONALES	29
1.4.3.1.	DIFERENCIA DE CALIBRE	29
1.4.3.2.	PARALELISMO	29
1.4.3.3.	LUNETAS	30
1.4.3.4.	LECTURA CONTÍNUA.....	30
1.4.3.5.	TORCIDO.....	30
1.4.3.6.	ÁNGULO	30
1.4.3.7.	ACUÑAMIENTO	31
1.5.	CONTROL, INSPECCION VISUAL Y SELECCION DE PATRON DE DEFECTO.....	31
1.6	DEFINICIONES UTILIZADAS EL CONTROL DE CALIDAD.....	31

1.6.1	VARIABLE DE PROCESO.....	31
1.6.2	VARIABLE DE PRODUCTO.....	32
1.6.3	AUDITORIA DE CALIDAD.....	32
1.6.3	HUMEDAD.....	32
1.6.4	DENSIDAD.....	32
1.6.5	VISCOSIDAD.....	32
1.6.6	RESIDUO.....	33
1.6.7	SÓLIDOS.....	33
1.6.8	MÓDULO DE RUPTURA.....	33
1.6.9	PENETRONETRÍA.....	33
1.6.10	CONTRACCIÓN.....	33
1.7	BALANCE DE MASA.....	34
1.8	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	35
1.8.1	IMPORTANCIA.....	35
1.8.2	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	36
1.8.2.1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	36
1.8.2.2	MANTENIMIENTO PROGRAMADO.....	38
1.8.2.3	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	38
1.8.2.4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	38
1.8.2.5	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	39
2.1.	MUESTREO.....	41
2.2.	METODOLOGIA.....	42
2.2.1.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	42
2.2.1.1.	MÉTODOS.....	42
2.2.1.2.	TÉCNICAS.....	43
2.2.1.2.1	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.....	43
2.2.1.2.2	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.....	44
2.2.1.2.3.	DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD – TIEMPO DE FLUJO.....	45
2.2.1.2.4.	DETERMINACIÓN DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PRENSADO.....	46
2.2.1.2.5.	DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO, ESPESOR, DIFERENCIA DE PESO DEL BIZCOCHO CRUDO.....	47
2.2.1.2.6.	DETERMINACIÓN DE LA CONTRACCIÓN HÚMEDO –SECO, SECO – QUEMADO Y TOTAL.....	48
2.2.1.2.7.	DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	49

2.2.1.2.8.	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD RESIDUAL DEL BIZCOCHO SECO.	50
2.2.1.2.9.	DETERMINACIÓN DEL PESO DE APLICACIÓN DE AGUA, ENGOBE, GOMA, GRANILLA.....	51
2.2.1.2.10.	COCCIÓN DE PIEZAS CERÁMICAS.....	52
2.3.	DATOS EXPERIMENTALES	53
2.3.1.	DIAGNÓSTICO.....	53
2.3.2.	DATOS.....	55
2.3.2.1	PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA PASTA.....	55
2.3.2.2	COMPACTACIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO Y/O DIFERENCIA DE PENETROMETRÍA.....	57
2.3.2.3	ESPEJOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO.....	58
2.3.2.4	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO.....	60
2.3.2.5	TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO.....	61
2.3.2.6	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO.....	62
2.3.2.7	HUMEDAD RESIDUAL DEL BIZCOCHO SECO.	63
2.3.2.8	PROCESO DE ESMALTADO.	64
2.3.2.9	CLASIFICACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO.....	65
2.3.2.10	CUANTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN MONOQUEMA.....	67
2.3.3	DATOS ADICIONALES	69
3.1.	CÁLCULOS.....	70
3.1.1	CÁLCULO DEL % DE HUMEDAD DE LA PASTA.....	70
3.1.2	CÁLCULO DE LA COMPACTACIÓN DE BIZCOCHOS.....	70
3.1.3	CÁLCULO DEL ESPESOR.....	71
3.1.4	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	71
3.1.5	CÁLCULO DE LA CAMA DEL HORNO.....	72
3.1.6	BALANCE DE MASA.	73
3.1.6.1	BALANCE DE MASA PARA EL SECADERO EVA 70	73
3.1.6.2	BALANCE DE MASA PARA EL HORNO SACMI 2070.....	74
3.2	RESULTADOS	75
3.2.1	PROCESO DE PENSADO Y SECADO	75
3.2.1.1	% DE HUMEDAD.....	75
3.2.1.2	COMPACTACIÓN O PENETROMETRÍA.	76
3.2.1.3	ESPEJOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO.....	77
3.2.1.4	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	79
3.2.1.5	TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO.	80
3.2.1.6	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	81
3.2.1.7	% DE HUMEDAD RESIDUAL	82
3.2.2	LINEAS DE ESMALTACIÓN 1 Y 2.....	83
3.2.3	CURVA DE SECADO DEL HORNO MONOQUEMA SACMI 2070.....	84

3.2.4	CLASIFICACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO	85
3.2.5	CUANTIFICACIÓN DE BAJAS.....	86
3.2	PROPUESTA	88
3.3.1	PLAN ESTRATÉGICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PRODUCTO MONOQUEMA X31.....	90
3.3.2	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO.	92
3.3.2.1	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CADA UNA DE LAS MÁQUINAS.....	93
3.3.2.1.1	PRENSAS.	93
3.3.2.1.2	MESAS TRANSPORTADORAS DESPUÉS DE LAS PRENSAS.	93
3.3.2.1.3	SECADERO	94
3.3.2.1.4	CARGADORA Y DESCARGADORA.....	94
3.3.2.1.5	HORNO.....	94
3.4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	96
3.4.1.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD REALIZADOS EN LA ETAPA DE PENSADO Y SECADO.....	96
3.4.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA DE DEFECTOS EN LAS LINEAS DE ESMALTACIÓN.....	97
3.4.3	ANÁLISIS COMPARATIVO EN LA CLASIFICACION DEL PRODUCTO TERMINADO.....	97
3.4.4	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GENERACION DE DESPERDICIOS	98
4.1.	CONCLUSIONES.....	99
4.2	RECOMENDACIONES.....	101

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la optimización del proceso cerámico, correspondiente a la línea de producción Monoquema del formato 31x31 de la Planta de Azulejos de la empresa C.A. Ecuatoriana de Cerámica, ubicada en la ciudad de Riobamba, obteniendo piezas cerámicas de alta calidad e incrementando la productividad.

Se procedió de manera sistemática a través de un plan estratégico en el que se detalla el control de las variables del proceso y producto, así como el manejo adecuado de la materia prima y el recurso humano. Por lo tanto en el prensado que es la etapa inicial de conformación de las piezas, el control se basa en las siguientes técnicas: Determinación del porcentaje de humedad de la pasta que ingresa a las tolvas de alimentación, medición de calibre, espesor, compactación y resistencia a la flexión. Conjuntamente se controló la presión, ciclos de prensado, y temperatura del secadero mediante la inspección visual de los tableros de control correspondientes.

En las líneas de esmaltación se examinó los parámetros físicos y químicos de engobes, esmaltes y tintas serigráficas, mediante la determinación de la densidad, viscosidad y peso en la aplicación de las capas al atravesar cada vela o decoradora, garantizando la uniformidad de matiz en el producto terminado. De la misma manera se inspeccionó la temperatura y ciclo de cocción del horno Sacmi 2070.

Tomando en cuenta que el control de procesos es el punto de partida para la optimización, y que es muy eficiente cuando se quiere regular algunas variables, como fue el caso del porcentaje de humedad de la pasta y el ciclo de cocción que tuvo que ser modificado para tener mayor equilibrio en la producción, incrementando de forma progresiva la calidad de sus productos.

Por medio de un análisis comparativo de los datos recolectados del muestreo de variables, defectos y los balances de masa realizados antes y después de la optimización se evidenció la disminución de 9.6 % de bajas (unidades con defectos estructurales y superficiales retiradas del proceso como desperdicios) a 3.73%, incrementando la producción y por ende la calidad. Por lo tanto se contribuyó a la mejora continua del proceso cerámico, con la disminución de desperdicios que requieren de un reprocesamiento innecesario, pero lo más importante la optimización de tiempos, costos, recursos humanos y materias primas.

Se recomienda el seguimiento continuo del plan estratégico, capacitación al personal y el cumplimiento del cronograma de mantenimiento preventivo a máquinas y equipos a fin de garantizar la operatividad de la planta al 100%.

SUMMARY

In the present work, the ceramic process optimization corresponding to the production line Monoquema of the 31x31format of the Tile Plant of the enterprise C.A. Ecuatoriana de Cerámica located in Riobamba city was carried out obtaining high quality ceramic pieces and increasing productivity. A systematic way was used through a strategic plan in which the control of process and product variables as well as the adequate handling of the raw material and human resource is detailed. Therefore in pressing which is the initial step of piece conformation, the control is based on the following techniques: determination of the paste humidity percentage entering into the feeding hoppers, rating, thickness, compactness and resistance to flexion measurement.

Pressure , pressing cycles and dryer temperature were also controlled through visual inspection of the corresponding control panels. In the enameling line the physical and chemical parameters of gumming, enamels and serigraphic inks were examined through the determination of density, viscosity and weight in the application of layers upon passing through each candle or decorating utensil, guaranteeing the shade uniformity in the finished product. Likewise, the temperature and the cooking cycle of the oven were inspected. The process control is the starting point for optimization; it is very efficient when it is necessary to regulate some variables, as in the case of the humidity percentage of the paste and the cooking cycle which had to be modified to have a major balance in production increasing progressively the product quality. Through a comparative analysis of the collected data of variable sampling, defects and mass balances carried out before and after the optimization it was possible to see the decrease of 9.6% discarded items (units with structural and surface defects discarded of the process as wastes), to 3.73%increasing production and thereby quality. Therefore the ceramic process was improved with the decrease of wastes which require an unnecessary re-processing, but the most important result was the time, cost, human resources and raw material optimization. It is recommend to follow up continuously the strategic plan, staff training and the accomplishment of the preventive maintenance chronogram of machinery and equipment to guarantee the plant operation to 100%.

INTRODUCCIÓN

El control de calidad dentro de los procesos industriales, es el instrumento indispensable para verificar y comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas para la elaboración de productos cerámicos de excelente calidad.

Actualmente en la industria Ecuatoriana de Cerámica, ha crecido el interés por la calidad de sus productos, debido al incremento de demanda por parte de sus clientes, mayor competencia y rentabilidad. Asumiendo claramente que la problemática es la calidad deficiente, como resultado de la utilización inadecuada y mala disposición de materiales, falta de capacitación y trabajo en equipo, paros innecesarios de la producción, mantenimiento deficiente., etc. que genera el alto porcentaje de desperdicios a lo largo de la línea de producción Monoquema de la Planta de Azulejos, lo que representa aumento en los costos de producción, por los gastos que ocasionan la detección, rectificación y reprocesamiento de los productos defectuosos retirados de la producción.

Motivo por el cual fue conveniente realizar la optimización del proceso de prensado, líneas de esmaltación y producto terminado, basándose en un plan estratégico práctico y de fácil manejo, en el que se detallan las actividades a desarrollar para lograr la mejora continua de la calidad del producto para pisos en formato 31x31.

Teniendo como referencia que el control de procesos es el punto de partida para la optimización y que es muy eficiente cuando se quiere regular las variables como fue el caso del porcentaje de humedad de la pasta (mejorando todas las condiciones de prensado y manteniendo los valores dentro de los rangos establecidos en la norma) y el ciclo de cocción que tuvo que ser modificado para tener mayor equilibrio en la producción.

Además fue necesario trabajar de forma coordinada entre los departamentos de Producción, Aseguramiento de Calidad, Investigación y Desarrollo para obtener productos de gran variedad en diseño, color y textura que satisfagan las necesidades de sus clientes y sigan compitiendo en el mercado del revestimiento cerámico nacional e internacional.

ANTECEDENTES

C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA, es una empresa industrial pionera en la fabricación de cerámica plana en el país, líder en el mercado, especializada en la elaboración de revestimiento (paredes) y pavimentos (pisos) cerámicos.

Fue creada el 27 de Septiembre de 1960, por un grupo de empresarios Ecuatorianos y Venezolanos unidos por el afán de progreso y desarrollo, la misma que inició operaciones con 23 personas y una producción de 4000m² de azulejos, su tecnología era de hornos de túnel y el área cubierta que empleaba la empresa era de apenas 2000m².

A partir de la década del 90, el grupo ELJURI imprime un espíritu renovado de progreso y crecimiento al tomar el control del paquete mayoritario de acciones en el capital de Ecuatoriana de Cerámica.

La visión empresarial del presidente ejecutivo señor Juan Eljuri, se manifiesta con la implementación de una reingeniería de procesos productivos y administrativos, que le capacita a la empresa para ingresar al nuevo milenio como una empresa competitiva y moderna del sector cerámico, en el cual actualmente colaboran alrededor de 350 personas, sus instalaciones corresponden a 10000m² de terreno y 35000 m² de área cubierta, cuenta con maquinaria italiana con tecnología de punta, la misma que provee de una capacidad real de producción de 50000m²

mensuales de productos de altísima calidad reconocida en el ámbito internacional.¹

La empresa se encuentra conformada por dos unidades fabriles claramente diferenciadas en cuanto al producto que elaboran. Los productos son cerámica para pisos que presentan varios diseños, diversos colores y efectos decorativos en los formatos 31x31, 33x33, 40x40, 43x43 y cerámica para pared en los formatos 20x25 y 25x33.

En la actualidad ECUACERÁMICA está impulsando la búsqueda de una mayor competitividad de los productos principalmente sobre una mejora sustancial de calidad, implementando equipos modernos y actividades con el personal que permiten la optimización de sus procesos disminuyendo los materiales que deben ser reprocesados .

Debido a su importante gestión de investigación y desarrollo en la innovación dinámica de sus productos y el control de calidad para el producto en proceso y terminado, le permitió a la empresa certificarse con la Norma ISO 9001:2000, manteniendo el liderazgo en el mercado nacional y siendo altamente competitivo en los más exigentes mercados internacionales.

La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por el hombre, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio en la producción de revestimientos y pavimentos ceramicos.

¹ <http://ecuaceramica.com/>

Existen estudios relacionados con el tema como:” Automatización de las etapas de extrusión, secado y cocción, del sistema productivo de la línea Monserrate de Cerámica Andina Ltda”, INDUARCILLA CIMAC Centro de Investigación de Materiales Cerámicos de la Universidad Francisco de Paula Santander con el cual se incrementó la producción cerámica de la empresa en un 15%.

“Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de las variables de control de los procesos de cocción y secado” realizado en la Ladrillera Sigma Ltda.

“Sistema Automático de Inspección, Optimización de Defectos de Integridad en Piezas Cerámicas.” López, F. Universidad Politécnica de Valencia – España. En los que se demuestra que es posible incrementar la producción y mejorar la calidad cerámica con el control minucioso de las variables del proceso, control de defectos y capacitación al personal operativo.

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Barreno, J. (2009) realizó un estudio sobre la optimización del proceso de atomización en la producción de azulejos con la finalidad de incrementar la producción de pasta con características granulométricas adecuadas que permitan la conformación de piezas sin defectos.

1.1

JUSTIFICACIÓN

En el proceso industrial de elaboración de piezas cerámicas varios materiales arcillosos son mezclados de acuerdo a la dosificación establecida por el departamento de Investigación y Desarrollo los cuales, son sometidos a procesos continuos de: molienda, atomización, prensado, esmaltación, decorado, cocción, clasificación y embalaje (producto terminado), teniendo en cuenta que cada uno de estos procesos en la actualidad presentan falencias.

Dentro del proceso productivo del producto monoquema formato 31x31(cerámica para pisos), se genera una gran cantidad de desperdicios (bajas) en cada una de sus etapas, como: producto mal prensado, con grumos, laminado, lascado, etc., producidos por daños en las prensas, secado deficiente por bajas temperaturas en el secadero que nos dan piezas de resistencia menor a la establecida, mala aplicación de engobes, esmaltes y tintas serigráficas, durante el proceso de esmaltado, siendo este punto donde se separan la mayor cantidad de piezas con defectos, generando un alto porcentaje de bajas; las piezas una vez decoradas ingresan al horno para su cocción por medio de bandas transportadoras, en donde también se genera desperdicios al momento de descarga de las vagonetas.

El producto una vez quemado sale del horno de rodillos para ingresar al área de clasificación y embalaje, en donde el personal encargado verifica las características superficiales y estéticas de las mismas, sin dejar pasar piezas que presentan defectos superiores a los establecidos en las normas de calidad, siendo esta área en donde se identifican la mayoría de defectos producidos en las etapas anteriores.

La industria ecuatoriana de la cerámica se caracteriza por tener contados competidores. La oferta de cerámica en el mercado nacional está repartida entre:

- ✓ Cerámica Rialto, Ecuacerámica e Italpisos, con 45% de participación en el mercado.
- ✓ Cerámicas Graitman, con 40% de participación en el mercado; y
- ✓ Cerámica importada, con 15% de participación en el mercado.

Con más de 40 años en el mercado, Ecuacerámica se ha convertido en la empresa ecuatoriana líder en la producción y comercialización de cerámica plana. Ha experimentado un crecimiento anual de 8% a 10% en los últimos cinco años. Ecuacerámica tiene una gran capacidad de generar empleo, más allá de las etapas de procesamiento y producción de cerámica. Si se toma en cuenta su producción diaria de 22 000 m²/día y el porcentaje de producción que vende en el Ecuador, se deduce que diariamente se instalan alrededor de 13 200 m².

De acuerdo a la situación actual económica y social que atraviesa el país en estos tiempos, surge la necesidad de realizar programas de mejoramiento y optimización de sus procesos, para seguir manteniéndose a nivel de las grandes empresas competidoras, logrando incrementar la calidad y a su vez la productividad de la empresa.

La empresa ecuatoriana para ser competitiva a nivel nacional e internacional necesita ser eficiente y en el caso particular de la empresa C.A. Ecuatoriana de Cerámica requiere la optimización de su proceso de fabricación mediante el control de desperdicios en cada uno de sus etapas y/o procesos.

Con esta investigación se determinó los diferentes controles, actividades, y procedimientos, que sirvan para la optimización del proceso, basándose en un estudio estadístico, control e inspección visual de las variables del proceso y del producto, para identificar las falencias que se están presentando en la línea de producción Monoquema de la Planta de Azulejos, aportando con la mejora en la calidad de las piezas, incremento de la producción y uso adecuado de materiales, con la disminución de tiempos, productos defectuosos (bajas) y reprocesamiento de la materia prima, reduciendo costos que permitan mayor competitividad a la empresa.

Esta meta se cumplió con la colaboración de todo el personal responsable de la producción, previamente instruido y capacitado en la función que desempeñan; haciendo posible la identificación de los problemas para corregirlos de forma inmediata, mediante el control de defectos, realizando pruebas, análisis, dando mantenimiento continuo a sus equipos, obteniendo productos de excelente calidad que cumplan con los parámetros establecidos en la norma.

OBJETIVOS

1.2 OBJETIVO GENERAL

Optimizar los procesos de prensado, líneas de esmaltación y producto terminado monoquema del formato 31x31 en la Planta de Azulejos de la C.A. Ecuatoriana de Cerámica.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar un diagnóstico de la situación actual en la empresa, con relación al porcentaje de bajas.
- ✓ Identificar las variables del proceso y producto en cada etapa de producción.
- ✓ Realizar balances de masa que permitan cuantificar los desperdicios y establecer un cronograma de mantenimiento preventivo para equipos y maquinaria.
- ✓ Plantear alternativas de mejora en para el control de calidad en las prensas, secadero, líneas de esmaltación, cocción y producto terminado.
- ✓ Disminuir el porcentaje de bajas en el proceso cerámico, asegurando la calidad e incrementando la producción.

CAPITULO I

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. MATERIAS PRIMAS

Se conocen como materias primas a los materiales extraídos de la naturaleza o que se obtienen de ella y que se transforman para elaborar bienes de consumo.

La materia prima utilizada en la industria cerámica es la siguiente:

1.1.1 FELDESPATO.- Es un silicato de alúmina, existen tres tipos comunes de feldespato potasa ($K_2OAl_2O_3SiO_2$), sosa ($Na_2OAl_2O_3$) y cal ($CaOAl_2O_3 \cdot 6SiO_2$), los cuales se usan en productos cerámicos hasta cierto punto. El feldespato es de gran importancia como un constituyente fundente.

1.1.2 ARCILLA.-La arcilla está constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura.

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es:



Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C.

1.1.3 CAOLÍN.- Es una de las arcillas más ricas en alúmina y de las más infusibles. Sirve indistintamente como elemento refractario y como elemento

plástico; como tal tiene la particularidad de mantener en suspensión en el agua las “fritas” vidriadas y permite un mejor esmaltado.

1.1.4 CUARZO, SÍLEX, ARENA.- Son tres variedades de sílices empleadas en cerámica.

1.1.5 CARBONATO Y NITRATO DE POTASA.- Son las sales más empleadas en la cerámica, le dan cubiertas de gran fusibilidad, brillo a los colores, avivado de tonos.

1.1.6 BENTONITAS.- Es una arcilla utilizada en cerámica de grano muy fino que contiene bases y hierro. El tipo más normal es la cálcica. La sódica se hincha cuando toma agua. El hierro que contiene siempre le da color, aunque existe también una bentonita blanca. Este tipo dará un mejor color en reducción que en la oxidación cuando se emplea en cuerpos de porcelana. Existen diversos tipos de bentonita que varían tanto en la plasticidad como en la dureza. Es una arcilla muy pegajosa con un alto grado de encogimiento (los enlaces entre las capas unitarias permiten la entrada de una cantidad superior de agua que en la caolinita) y tiene tendencia a fracturarse durante la cocción y el enfriado. Por ese motivo no conviene trabajarla sola o como materia predominante de una masa. Su gran plasticidad puede servir de gran ayuda a cuerpos del tipo porcelana.

1.1.7 FRITAS.- La preparación del vidrio de esmalte o frita es similar a las primeras etapas de la manufactura del vidrio ordinario. Se mezclan las materias primas en las proporciones adecuadas, en un horno de fusión mantenido a cerca de 1370°C, durante 1 a 3 horas.

1.2. PROCESO CERÁMICO.

La empresa C.A. ECUATORIANA DE CERÁMICA, cuenta con dos procesos semiautomáticos para la elaboración de pavimentos y revestimientos cerámicos, el cual abarca desde la recepción de materias primas, molienda, atomizado, prensado, secado, esmaltado, cocción, clasificación final, embalaje y bodegaje.

1.2.1. PROCESO MONOQUEMA.- Mediante este proceso se produce baldosas de pisos de alta resistencia a la flexión, baja absorción de agua y comprensión con esmaltes brillantes, mate y con granillas cerámicas, por el hecho de poseer en su composición gran cantidad de carbonatos.

Los formatos que actualmente elabora la empresa son: 31x31, 33x33, 40x40, 43x43.

1.2.2. PROCESO MONOPOROSA.- Por medio de este proceso se elabora revestimiento para pared, puede imitar mármoles o piedras naturales. La característica de la monoporosa es de tener un soporte sin contracción y por lo tanto de constancia dimensional. El espesor reducido al mínimo hace que este producto sea de fácil aplicación en las paredes y de bajo peso. Los formatos con que cuenta esta planta son: 20x25, 25x33.

1.3. PROCESO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación cerámico se desarrolla en una serie de etapas sucesivas, que pueden resumirse del modo siguiente:

- ✓ Dosificación de las materias primas.
- ✓ Prensado y secado en crudo de la pieza.
- ✓ Esmaltación y decorado

- ✓ Cocción con o sin esmaltado
- ✓ Clasificación y embalaje

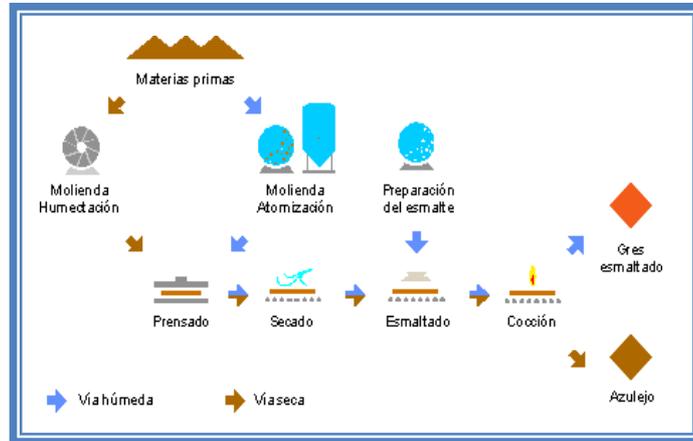


Fig. 1.3-1. Diagrama del proceso de fabricación de piezas cerámicas por vía seca y húmeda.

1.3.1. PREPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.

El proceso cerámico comienza con la selección de las materias primas que deben formar parte de la composición de la pasta, que son fundamentalmente arcillas, feldspatos, arenas, carbonatos y caolines.

En la industria cerámica las materias primas se suelen utilizar, por lo general, tal y como se extraen de la mina o cantera, o después de someterlas a un mínimo tratamiento.

1.3.2. DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

La dosificación de materias primas en la Empresa C.A.ECUATORIANA DE CERÁMICA se efectúa de forma muy cuidadosa y con responsabilidad del Laboratorio de Investigación y Desarrollo, ya que esto depende básicamente de la línea de producción.

Las materias primas para el Proceso Monoquema son:

✓ Arcilla Santa Clara	43.00%
✓ Arcilla Capricho	22.00%
✓ Feldespato Yaruquies.	13.00%
✓ Arcilla Masma.	22.00%

Aditivos:

✓ Metasilicato de sodio.	0.66%
✓ Agua.	64.00%
✓ Recortes.	5.00%

Las materias primas para el Proceso de Monoporosa son:

✓ Arcilla Capricho	20.80%
✓ Arcilla Chimborazo	21.20%
✓ Feldespato Yaruquies	15.10%
✓ Cuarzo Misahualli	2.50%
✓ Arcilla Masma	27.80%

Aditivos:

✓ Chamote	3.60%
✓ Recortes	9.00%
✓ Metasilicato de sodio	0.67%
✓ Agua	54.00%

Proporción usada para realizar cargas teóricas de 15000kg.

Para la realización del presente trabajo de investigación, se tratará exclusivamente del proceso Monoquema de formato 31x31 de la Planta de Azulejos.

Las materias primas son trasladadas por medio de palas mecánicas (payloder) desde su lugar de almacenamiento hasta la báscula para controlar la calidad exacta de cada una de ellas de acuerdo a la formulación pre-establecida, que entraran en la molienda por medio de bandas transportadoras para obtener posteriormente la barbotina o pasta líquida.

1.3.3. MOLIENDA

Las materias primas empleadas para la elaboración de baldosas y azulejos necesitan tener un tamaño de partículas adecuado; por ello, la trituración y molienda son dos de los factores más importantes para obtener una pasta de muy buenas características granulométricas, ya que de este parámetro depende la calidad del prensado y por ende el producto terminado.

En la empresa se utiliza la operación de molienda vía húmeda, inicia cuando el material una vez pesado en la báscula pasa a través de bandas transportadoras a los molinos cilíndricos rotatorios los cuales operan por un lapso de 12 a 16 horas. Para mayor eficacia de la operación, se emplean bolas de alúmina (que caen en forma de cascada), las cuales presentan tamaños que van de ½ pulgada a 2 pulgadas, además se añade cierta cantidad de piedra de río para facilitar la operación.

El ciclo de molienda termina cuando se alcanza la reducción del tamaño de partículas seleccionado, controlado con residuo en malla 200 ASTM y verificación

de viscosidad, densidad, residuos y % de sólidos. El producto resultante de este proceso es la pasta líquida o barbotina, que se descarga de los molinos a cisternas donde se mantiene en agitación constante para evitar la sedimentación.

TABLA 1.3.3-1

CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL PROCESO DE MOLIENDA

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA
Densidad	g/cm ³	1,65 – 1,70
Viscosidad	s	8 – 13
Residuo	%	1.7 – 2.7
Sólidos	%	55 – 64

Fuente:Manual de Procedimientos para Control de Calidad. C.A ECUATORIANA DE CERAMICA.

1.3.4. ATOMIZACIÓN

El método más utilizado en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos es el secado por atomización, por el cual una suspensión pulverizada en finas gotas, entra en contacto con aire caliente para producir un producto sólido de bajo contenido en agua.

El proceso de secado por atomización se desarrolla según el esquema de la Figura 1.3.4-2.

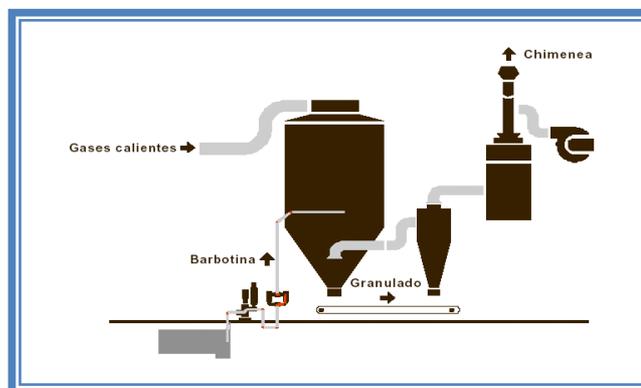


Fig. 1.3.4-2 Esquema del proceso de secado por atomización.

Los atomizadores operan siguiendo la siguiente secuencia: la barbotina procedente de la cisterna central de almacenamiento del área de molienda, con un contenido en sólidos entre el 55 y el 64 % y con una viscosidad adecuada (alrededor de 8 a 13seg.), es bombeada por medio de bombas de pistón al sistema de pulverización de la barbotina.

La barbotina finamente nebulizada y dividida, se seca poniéndola en contacto con una corriente de gases calientes. Estos gases provienen de un quemador convencional aire-gas natural.

El granulado, con una humedad entre el 6,5 y el 7.5%, es descargado en una cinta transportadora y llevado a los silos para su posterior prensado.

La corriente de gases utilizada para secar la barbotina y obtener el polvo atomizado es eliminada por la parte superior del atomizador conteniendo un elevado grado de humedad y partículas de polvo muy finas en suspensión.

La implantación del proceso de secado por atomización para la obtención de la materia prima del soporte (polvo atomizado), conlleva unas importantes ventajas que favorecen el desarrollo de las posteriores etapas del proceso de fabricación.

Una de las ventajas más importantes es la obtención de gránulos más o menos esféricos, huecos en su interior y muy uniformes, lo que confiere al polvo atomizado una elevada fluidez, facilitando las operaciones de llenado de los moldes de las prensas y prensado de piezas de gran formato.

1.3.5. ALMACENAMIENTO EN SILOS O MADURACIÓN.

La pasta granulada que se obtiene en la atomización con la humedad requerida es enviada a través de bandas transportadoras y un elevador de cangilones a los silos de almacenamiento, esto se realiza con la finalidad de que la pasta tenga un periodo de reposo (mínimo 24 horas), lo que facilita la homogenización de la humedad de la pasta.

1.3.6. CONFORMACIÓN DE LAS PIEZAS - PRENSADO

El procedimiento predominante de conformación de las piezas es el prensado en seco, mediante el uso de prensas hidráulicas. Este procedimiento de formación de pieza opera por acción de una compresión mecánica de la pasta en el molde y representa uno de los procedimientos más económicos de la fabricación de productos cerámicos de geometría regular.

El sistema de prensado se basa en prensas oleodinámicas que realizan el movimiento del pistón contra la matriz por medio de la compresión de aceite y presentan una serie de características como son: elevada fuerza de compactación, alta productividad, facilidad de regulación y constancia en el tiempo del ciclo de prensado establecido.

Las prensas utilizadas en la Empresa Ecuacerámica para la producción de cerámica monoquema son: Tipo SACMI PH-680/1 y PH-680/2.

El producto que se obtiene de este proceso toma el nombre de bizcocho, el mismo que tiene una consistencia estable aunque sigue siendo frágil, por lo que es necesario realizar control de calidad tanto de las variables del proceso como del producto las mismas que se presentan en la Tabla 1.3.6-1.

TABLA1.3.6-1**CONTROL DE CALIDAD DENTRO DEL PROCESO DE PRENSADO**

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA
Humedad	%	5.5 – 6.8
Presión PH-680/1 y PH-680/2	Bar	1era 60 – 100
	Bar	2da 250 – 300
Número de ciclos ² / min.	Golpes/min	12 -20 Máx.
Resistencia a la Flexión	Kg / cm ²	2.0 – 6.0
Diferencia de Peso	%	Máx. 1
Calibre (31x31)	Mm	328.5 – 329.5
Espesor (31x31)	Mm	7.1±1.0
Penetrometría	Mm	Máx.(Dif.) 0.12

Fuente: Manual de Procedimientos para Control de Calidad. C.A ECUATORIANA DE CERAMICA.

Una vez que la pieza cruda o bizcocho es expulsada fuera de la prensa, es transportada por medio de rodillos, hasta el virador, en donde la pieza cruda cambia de posición, para ingresar al secadero.

1.3.7. SECADO DE PIEZAS CONFORMADAS.

La pieza cerámica o bizcocho una vez conformada se somete a una etapa de secado, con el fin de reducir el contenido en humedad de las piezas tras su conformado hasta niveles los suficientemente bajos (máx. el 1%), para que las fases de cocción y esmaltado se desarrollen adecuadamente, en los secaderos el calor se transmite mayoritariamente por convección, desde gases calientes a la superficie de la pieza, participando ligeramente el mecanismo de radiación desde dichos gases y desde las paredes del secadero a dicha superficie.

²**Número de ciclos:** Es el número de unidades prensadas durante un minuto.

Por lo tanto, durante el secado de piezas cerámicas, tiene lugar simultánea y consecutivamente un desplazamiento de agua a través del sólido húmedo y a través del gas. El aire que se utiliza debe ser lo suficientemente seco y caliente, pues se utiliza, no sólo para eliminar el agua procedente del sólido sino también para suministrar la energía en forma de calor, que necesita esa agua para evaporarse.

Actualmente el secado de los bizcochos monoquema se realiza en un secadero vertical de marca EVA 70, la temperatura en este tipo de secaderos es inferior a 250°C y los ciclos de secado suelen estar entre los 45 y 60 minutos.

En el secadero los bizcochos se colocan en planos metálicos, formando entre varios planos diferentes unidades denominadas habitualmente “canastillas”.

En esta etapa del proceso se realizan los procedimientos enunciados en la tabla 1.3.7-1, para controlar la calidad del secado.

TABLA1.3.7-1

CONTROL DEL PROCESO DE SECADO

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA
Humedad Residual	%	Máx. 1.0
Resistencia a la Flexión	Kg / cm ²	Min. 16
Contracción	%	Máx. 0.35
Temperatura de la pieza	° C	86– 120
Temperatura de salida del Secadero	° C	150 - 250

Fuente: Manual de Procedimientos para Control de Calidad. C.A ECUATORIANA DE CERAMICA.

1.3.8. ESMALTADO Y DECORADO

La pieza seca que sale caliente del secadero, está lista para ingresar al área de esmaltado, por medio de bandas transportadoras colocadas de forma horizontal.

El esmaltado consiste en la aplicación por distintos métodos de una o varias capas de vidriado (engobe y esmalte) con un peso comprendido entre 0.636 - 1.00 kg/m², que cubre la superficie de la pieza, además dependiendo del producto que se vaya a elaborar se le adiciona el diseño con tintas serigráficas por medio de pantallas.

Los diseños concretos, repetitivos de las baldosas se aplican mediante una técnica serigráfica plana, es decir una tinta serigráfica se aplica sobre una pieza mediante presión de una espátula sobre tela de nylon (con el dibujo que se quiere imprimir). Cuando la espátula se desliza sobre la tela serigráfica, produce que la tinta pase a través de los poros libres que tiene la tela, evidentemente cada color se tiene que aplicar con una pantalla diferente.

Dependiendo del producto que se esté fabricando se emplea también granilla, la misma que es colocada por medio de un equipo llamado granilladora que está implantado en la parte final de la línea de esmaltación. Antes llegar a la granilladora se realiza una aplicación previa de goma sobre el bizcocho por medio de una pantalla serigráfica, la misma que permite la adherencia y permanencia de la misma.

En este punto se realiza un control de la densidad, viscosidad y peso del engobe, esmaltes y granilla (Tabla 1.3.8 -1), de acuerdo a las especificaciones detalladas en la ficha técnica de cada producto.

Este tratamiento se realiza para conferir al producto cocido una serie de propiedades técnicas y estéticas, tales como: impermeabilidad, facilidad de limpieza, brillo, color, textura superficial (antideslizantes), resistencia química y mecánica.

En la Planta de Azulejos para el producto de formato 31x31, existen dos líneas de esmaltación una destinada a productos de textura lisa y otra para productos granillados.

TABLA 1.3.8-1

**FICHA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE ESMALTADO DEL PRODUCTO
MANAOS ROBLE.**

SUSTANCIA	CÓDIGO	PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD
AGUA	H ₂ O	PESO	6 – 7	g.
ENGOBE	EM-113	VISCOSIDAD	20 – 40	Seg.
		DENSIDAD	1.82 - 1.85	g/cm ³
		PESO	27 – 28	g.
ESMALTE	M- 5278	VISCOSIDAD	20 – 40	Seg.
		DENSIDAD	1.77 - 1.80	g/cm ³
		PESO	29 -30	g.
AERÓGRAFO	ME- 5186	VISCOSIDAD	10 – 15	Seg.
		DENSIDAD	1.37 - 1.40	g/cm ³
		PESO	5.3 - 5.6	g.
TINTA	MS- 5667	DENSIDAD	1.80 - 1.82	g/cm ³
TINTA	MS- 5666	DENSIDAD	151 – 153	g/cm ³
CARAMURO	ER- 5	DENSIDAD	104 – 109	g/cm ³

Fuente: Ficha técnica para el producto Manaos Roble. C.A ECUATORIANA DE CERAMICA.

Las piezas una vez esmaltadas son transportadas hasta las vagonetas o box por medio de una cargadora mecánica, cada una de las vagonetas contienen 1000 unidades, las mismas que son descargadas de forma mecánica para ingresar al horno y continuar así con el proceso de fabricación.

1.3.9. COCCIÓN O QUEMADO

La cocción de los productos cerámicos es una de las etapas más importantes del proceso de fabricación, ya que de ella dependen gran parte de las características del producto cerámico: resistencia mecánica, estabilidad dimensional, resistencia a los agentes químicos, facilidad de limpieza, resistencia al fuego, etc.

Las variables fundamentales a considerar en la etapa de cocción son, el ciclo térmico (temperatura-tiempo, Figura 1.3.9-1), y la atmósfera del horno, que deben adaptarse a cada composición y tecnología de fabricación, dependiendo del producto cerámico que se desee obtener.

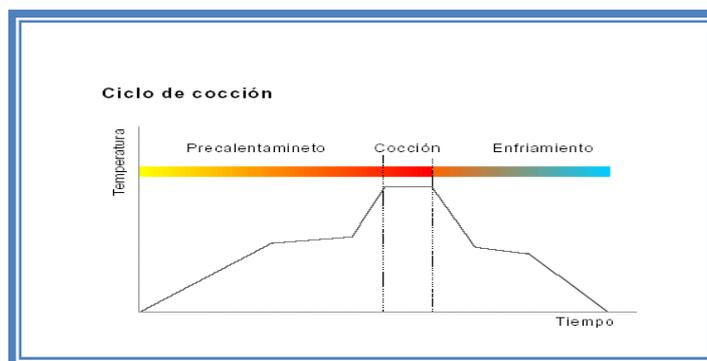


Fig. 1.3.9-1 Ciclo de cocción.

En el horno se pueden identificar claramente tres etapas o zonas de quemado con sus correspondientes temperaturas, las mismas que se van incrementando gradualmente.

- ✓ Precalentamiento: 400 - 450 °C
- ✓ Cocción: 1100 – 1140 °C
- ✓ Enfriamiento: 60 – 80 °C

El enfriamiento de las piezas se realiza en tres etapas: enfriamiento forzado a alta temperatura (ENFRIAMIENTO RÁPIDO), ENFRIAMIENTO NATURAL y enfriamiento forzado a baja temperatura (ENFRIAMIENTO FINAL). La elevada resistencia al choque térmico de las piezas de temperatura elevada permite que éstas puedan enfriarse rápidamente sin que se produzcan rupturas a pesar del elevado gradiente térmico que se establece en su interior. El enfriamiento de las piezas en esta etapa se realiza por convección forzada con el aire que se inyecta a temperatura próxima a la ambiente.

La operación de cocción consiste en someter a las piezas a un ciclo térmico, durante el cual tienen lugar una serie de reacciones en la pieza que provocan cambios en su micro-estructura y les confieren las propiedades finales deseadas.

Las transformaciones físico-químicas que se desarrollan durante la cocción son, cambios químicos:

Deshidrataciones $(2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow)$.

Descomposiciones $(\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow)$.

Combustiones $(\text{C}_n\text{H}_m \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow)$.

Cristalizaciones $(2\text{SiO}_2 + 3\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2)$

Y cambios físicos: dimensionales,

Fusiones, alotrópicos $(\alpha\text{-SiO}_2 \rightarrow \beta\text{-SiO}_2 \text{ y viceversa})$.

Por otro lado, cuando la materia orgánica contenida en el soporte cerámico no se elimina (mediante su combustión) correctamente durante el ciclo de cocción de un azulejo, ésta aparece como una línea negra/grisácea en el interior del azulejo ya cocido y en una zona intermedia que se denomina **corazón negro** (Figura 1.3.9-2).

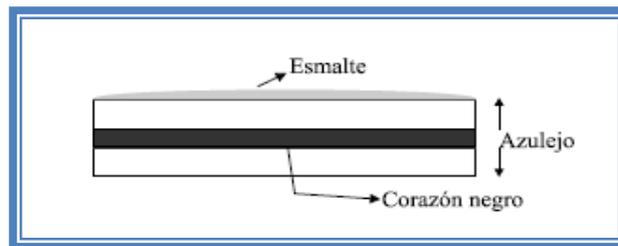


Fig.1.3.9-2. Identificación de Corazón negro.

La cocción del producto monoquema de formato 31x31 de la Planta de Azulejos se desarrolla actualmente en el horno de rodillos SACMI 2070, que tiene una longitud de 79.8 m y 2.07 m de ancho, que ha permitido reducir extraordinariamente la duración de los ciclos de cocción hasta tiempos de 40 a 45 minutos, debido a la mejora de los coeficientes de transmisión de calor de las piezas, la uniformidad y flexibilidad de los mismos, mejorando los niveles de calidad, menor costo y consumo de energía.

En este horno, las piezas se mueven por encima de los rodillos y el calor necesario para su cocción es aportado por quemadores diesel-aire, situados en las paredes del horno. Los mecanismos principales de transmisión de calor presentes durante este proceso son la convección y la radiación. (Figura 1.3.9-3).

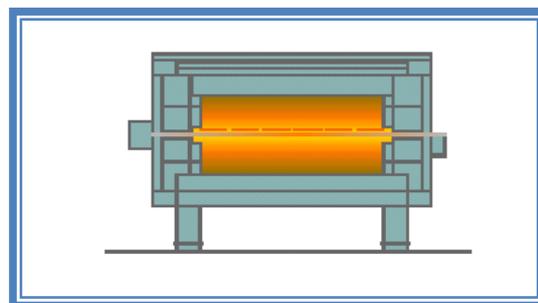


Fig.1.3.9-3. Horno de rodillos.

1.3.10. CLASIFICACIÓN Y EMBALADO.

Por último con la etapa de clasificación y embalado se finaliza el proceso de fabricación del producto cerámico.

Las piezas que salen del horno a una temperatura de 60 a 80°C, siguen por un sistema de bandas, las mismas que transportan la cerámica a la cabina de clasificación manual en la cual se visualiza los defectos superficiales de las piezas, el personal encargado de esto cumple con la tarea de identificar las mismas y establecer la calidad (marcar en la mitad de la baldosa para calidades estándar, a la derecha de la baldosa para segundas y sin marca exportación), con la finalidad de que al momento de pasar por los controles electrónicos computarizados de la clasificadora automática, diferencie el grado de planaridad, calibre, rectilinidad y ortogonalidad, que se compara con los rangos incluidos en la memoria de la maquina; por lo tanto como se ha indicado el producto tiene una selección visual humana y otra independiente para las otras características de dimensión y calibre a través de los equipos computarizados, determinándose solo en este momento si el producto es de calidad Exportación, Estándar y Segundas para su comercialización.

El resultado es un producto controlado en cuanto a su regularidad dimensional, aspecto superficial y características mecánicas y químicas.

Después de esta fase el producto apilado pasa a la máquina encartonadora en donde una faja de cartón envuelve el producto para su respectiva identificación.

Las cajas de cartón que contienen 20 unidades correspondientes a 2m² de producto de formato 31x31, son recogidas por un robot para ser sistemáticamente

palletizadas en tableros de madera y posteriormente enzunchadas, para ser transportadas a la bodega por medio de un montacargas, de esta manera el producto está listo para ser despachado a los clientes dentro y fuera del país.

Esta etapa es de vital importancia, debido a que se puede identificar varios defectos de las baldosas, lo que nos es muy útil para corregir a tiempo la falencia y evitar seguir produciendo piezas defectuosas que únicamente causan bajos porcentajes de calidad.

1.3.11. TIPOS DE CALIDAD:

Al término del ciclo de producción, las baldosas esmaltadas pueden presentar imperfecciones notorias al momento de su clasificación visual, las mismas que dependiendo de la cantidad de defectos pueden ser clasificadas en las siguientes calidades:

- ✓ Exportación: ausencia de defecto.
- ✓ Estándar: presencia de defecto poco visible que no afectan a la estética del producto.
- ✓ Segundas: mayor defecto.
- ✓ Bajas: presencia de defectos de gran extensión que no solo afectan a la estética del producto sino también a su estructura.

La diferenciación de calidades en este proceso es muy importante para su comercialización en el mercado.

Los parámetros a controlar en el producto terminado por parte de los supervisores del área de Control de Calidad son:

- ✓ Peso.
- ✓ Tamaño.
- ✓ Espesor.
- ✓ Resistencia a la flexión.
- ✓ Absorción de agua.
- ✓ Resistencia a la abrasión.
- ✓ Resistencia a las Manchas y Agentes Químicos.

1.4. DESCRIPCIÓN Y CAUSAS DE LOS DEFECTOS

En el proceso de selección del producto elaborado, se debe tener en cuenta como criterio base para la aprobación del mismo, parámetros de aprobación, que están en dependencia de las condiciones que vaya presentando el material elaborado. El resultado final del producto seleccionado debe garantizar la imagen, la cual se encuentra reflejada en la satisfacción del cliente, distribuidor y finalmente de la empresa.

La condición para aceptar el producto en las calidades correspondientes se realiza con un control de defectos, la asignación de la calidad por presencia de defectos visuales, dependerá también de la tipología y tonalidad del producto, los cuales pueden enmascarar el defecto o acentuar mayormente.

Para mejor comprensión de la designación de defectos estos se caracterizan de la siguiente manera:

- ✓ Defectos visuales.
- ✓ Defectos dimensionales.
- ✓ Defectos de estructura.

Los defectos físicos que presentan determinadas piezas cerámicas son muy útiles en el momento de su clasificación, por ello frente a aseveraciones impuestas por el NTE- INEN y adaptadas por la compañía, es necesario definir ciertos términos.

1.4.1. DEFECTOS VISUALES

1.4.1.1. GRUMO

Defecto visual que se presenta como una acumulación puntual, que puede ubicarse en un determinado sector o en varios lugares del revestimiento cerámico.

Las principales causas pueden deberse a:

- ✓ La formación de sedimento o costras de esmalte seco que se mezcla con el esmalte líquido durante la aplicación, especialmente en las velas y campanas.
- ✓ Otra causa se debe a la falta de limpieza en el prensado (falta aire de soplado en la salida e insuficiente limpieza por parte de cepillos debido a su desgaste o mala regulación), una pasta atomizada con grano grueso y con característica húmeda.

1.4.1.2. CHAMOTE

Se denomina chamote a la presencia de partículas, que se adhieren a la superficie esmaltada. El origen del chamote puede deberse a las siguientes causas:

- ✓ Rebaba³ excesiva de la baldosa en el prensado.

³Acumulación saliente en el borde de las unidades, provocado por el desgaste del molde, el cual puede presentarse en la parte lisa o en el caramuro.

- ✓ Incorrecta regulación de bandas y poleas, que unen los tramos en la línea de esmaltado, cuando existe esta desigualdad, se lastima el caramuro de la pieza y saltan las partículas de soporte.
- ✓ Cuando no se existe el suficiente espacio entre unidades en el horno, éstas chocan y lastiman sus puntas saltando estos pedazos al producto.
- ✓ Chamotes negros producidos en los quemadores por la mala combustión y/o falta de los mismos.
- ✓ Por el uso de granilla re-tamizada y las partículas de pasta han pasado la malla.
- ✓ Acumulación excesiva de partículas en guías y regletas de la línea de esmaltado.

1.4.1.3. FISURAS

Se define a toda una grieta delgada que se presentarse de las siguientes formas:

- a) FISURA AL BORDE – Cuando en cualquier producto se presentan agrietamientosubicados en los fillos o en las esquinas, los cuales pueden ser de tipo superficial e inclusive pueden llegar hasta el soporte del revestimiento cerámico.
- b) FISURA AL CENTRO - Cuando sobre la superficie de cualquier producto se presentan agrietamientos a manera de grupos de fisuras en el centro de las baldosas o cerca de los costados, mas no en los bordes.

Entre las posibles causas que originan la fisura tenemos:

- ✓ Trabajo defectuoso de la prensa. (Fisura de prensa, la cual tiene como característica presentar dicho agrietamiento en un solo sitio del producto).
- ✓ Maltrato mecánico que puede provocarse desde la mesa de salida de las prensas, secaderos, en las líneas (por golpes de las baldosas), y en las cargadoras y descargadoras.
- ✓ Presencia de pequeñas fisuras en los bordes de la baldosa debido a una mala regulación de la zona de precalentamiento del horno.
- ✓ Falta de limpieza en las bandas de transporte en las áreas de aplicación de engobe y esmalte que generan acumulación de los mismos en la parte del caramuro del producto.
- ✓ Excesiva presión de espátula de aplicación en las mesas decoradoras.
- ✓ Producto con una pasta en el prensado que mantenga una característica de baja humedad (pasta seca).
- ✓ Inadecuada temperatura de salida del secadero.

1.4.1.4. FALLA SERIGRÁFICA

Se clasifica como falla serigráfica a una mala aplicación en el proceso de la decoración del producto. Se reconoce a la misma por presentar diseños incompletos, descuadres de pantallas y manchas en la superficie de la baldosa, a más de notables diferencias de la tonalidad del diseño entre una baldosa y otra. Manchas en el filo de la baldosa y Chorreado de pantalla.

El problema se genera en las cabinas de decoración, sea por falta de limpieza de la pantalla serigráfica, por variaciones en la densidad de la tinta serigráfica o daño en la pantalla serigráfica, etc.

1.4.1.5. FALLA DE AERÓGRAFO

Se presenta como una aplicación desigual en la superficie del revestimiento cerámico (una zona de la baldosa más clara o más oscura que la otra), y/o puntos gruesos por falta de aire. También puede presentarse en algunos casos como tonalidades diferentes por disminución de la cantidad aplicada de esmalte.

Este defecto se genera por falta de limpieza de la boquilla atomizadora del aerógrafo o por des-calibración de los flujos de esmalte y aire. Se mantienen criterios de clasificación similares a los establecidos para falla serigráfica según los patrones de defectos.

1.4.1.6. DESPUNTADO

Es una lastimadura o picado de la baldosa con desprendimiento de una de las puntas. El despuntado se atribuye al maltrato mecánico en algún sector del proceso, desde la salida de la prensa hasta la entrada al horno. Eventualmente también puede originarse por el desgaste de las estampas de las prensas, con el consecuente debilitamiento de las esquinas de la unidad.

1.4.1.7. DESPOSTILLADO

Se lo identifica por el desprendimiento o picado de esmalte en cualquiera de los lados del revestimiento cerámico.

La principal causa que genera el despostillado es el maltrato mecánico a la salida del horno o en la clasificadora.

1.4.1.8. REESMALTE

Se define como el desprendimiento de esmalte por choque o fricción, en cualquiera de los lados de la baldosa y que permanecen sobre la superficie de la misma.

Este defecto se origina por maltrato mecánico en las líneas de esmaltación, cargadora, descargadora y entrada del horno. Eventualmente puede influir en este defecto la falta de adherencia del esmalte.

1.4.1.9. HUECOS

Los huecos se presentan como pequeños agujeros redondos a través de los cuales se puede observar el esmalte o engobe de la aplicación (eventualmente cuando el defecto es mayor incluso puede llegar hasta el soporte).

Entre las posibles causas tenemos las siguientes:

- ✓ Altas temperaturas de secado.
- ✓ Condición no idónea del esmalte o pasta
- ✓ Eventualmente descalibración del horno, etc.

1.4.1.10. HOYUELOS

Los hoyuelos son pequeñas hendiduras redondas que se hacen evidentes mirando la pieza con un ángulo adecuado de iluminación. Este defecto se relaciona con condiciones no idóneas de aplicación del esmalte o problemas de defloculación del mismo, o formulación.

1.4.1.11. CONTAMINACIÓN

Es la presencia de cuerpos extraños adheridos a la superficie esmaltada o contaminación del soporte, que generalmente presenta abultados grotescos sobre la superficie de la baldosa.

Las causas de contaminación pueden originarse en la línea de esmaltado por falta de cuidado en el manejo de los esmaltes o también en el horno por falta de limpieza de los quemadores. La contaminación más frecuente es la de pasta producida por la presencia de materiales extraños en la misma (orgánicos o inorgánicos) las cuales presentan hinchazones o erupciones en la superficie.

1.4.1.12. GOTA

Es la presencia puntual de esmalte en alto relieve. Se produce por salpicaduras de esmalte al momento de la aplicación o por el goteo en las cabinas de los discos, aerógrafo o los fijadores.

1.4.1.13. FALLA DE CAMPANA

Generalmente se conoce a la falla de campana, cuando se presentan una diferencia en la tonalidad del producto en dos diferentes zonas, por efecto de mala distribución de capas de la vela o campana, o cuando se presenta una raya marcada más obscura o más clara dentro de una misma baldosa.

La falla de campana puede producirse por falta de limpieza del filo inferior de la campana o vela, por desnivelación de la campana o vela ó de las bandas de la línea de esmaltación. Anexo a ello también cuando los esmaltes o engobes se encuentran con viscosidad alta y se genera acumulaciones puntuales en cualquier zona de la vela o la campana, podemos observar este defecto.

1.4.1.14. SUBLIMADO.

Aparece como acumulaciones de forma redonda con pequeños agujeros de aspecto rugoso en uno o varias partes sobre la superficie esmaltada y que al contacto con partículas sucias se manchan. Existen varias causas que pueden producir sublimado:

- ✓ Falta de limpieza de los quemadores del horno.
- ✓ Desprendimiento de residuos de la combustión que se encuentran adheridos al techo interior del horno.
- ✓ Desprendimiento de residuos de esmaltes adheridos a techos y paredes del horno durante la cocción.

1.4.1.15. FALLA DE APLICACIÓN DE GRANILLA.

Se determinará como falla de aplicación de granilla, a la falta o al exceso del material Granillado que distribuye del equipo conocido como GRANILLADORA, cabe destacar que este defecto puede producir por las siguientes causas:

- ✓ Falta de control del equipo en lo referente a la aplicación por peso (ausencia o sobre-exceso del material).
- ✓ La calidad de la Goma o gel que se aplica es importante, ya que es un factor que permitirá la mejor adherencia del producto granillado.
- ✓ La excesiva o la falta de aplicación de presión de aire para quitar el exceso, puede generar demasiado desprendimiento o simplemente un gran exceso del producto granillado.

CRITERIO FINAL DE ASIGNACIÓN PARA CALIDAD VISUAL:Es importante hacer un cometario, si bien los revestimientos cerámicos presentarán defectos, en su gran mayoría estos se encuentran combinados por suma de más de dos defectos, por lo cual es importante evaluar el impacto que generan sobre la unidad en lo referente a la estética visual del mismo, y tener la percepción y criterio suficiente para enviar a tal o cual producto a cualquiera de las distintas calidades. En definitiva con la presencia de más de dos defectos, el producto deberá, ser considerado para calidad estándar ya que los mismos por ninguna forma deberán ser considerados como intencionales como lo establece la norma NTE 650:2000 del INEN.

1.4.2. DEFECTOS DE ESTRUCTURA

1.4.2.1. DESMORONADO

Se señala como desmoronado al lascado que se observa en cualquiera de los lados de la baldosa. Se produce generalmente, cuando existe desgaste o lastimaduras de los moldes o de las estampas en el prensado. Un excesivo proceso de sobre limpieza en rebarbadores, que generan el desprendimiento del esmalte, pero que generalmente no se queda en la superficie del producto por tanto si fuera así se consideraría como un reesmalte y también cuando existen fricciones o lastimaduras entre productos en las líneas o en los boxes.

1.4.2.2. LAMINADO

Se denomina laminado al defecto en donde la superficie de la baldosa se desprende como laminillas delgadas o gruesas, puede ser tanto en la parte plana, como en la parte lateral de los bordes:

Esto se debe principalmente a las siguientes causas:

- ✓ Dentro el proceso de prensado, en la compactación de la pasta existe ingreso de aire de presión, el cual produce que la unidad salga con el desprendimiento de una lámina en la zona central.
- ✓ Cuando existe un sobre exceso de % de humedad de pasta, el vapor que se elimina por el proceso de secado busca su salida hacia la superficie, generando un desprendimiento de una lámina que se encuentra fracturada para desprenderse en su parte central.
- ✓ Cuando los moldes han sufrido un gran desgaste y el momento de la compactación de prensado entre cada estampa superior e inferior (caramuro) y el molde genera un espacio hueco el cual es propenso a generar el desprendimiento de un lado de los bordes en forma de láminas.
- ✓ Por último se puede añadir el porcentaje de humedad con pasta excesivamente seca la unión intermolecular es escasa por lo tanto no hay compactación verdadera y el bizcocho producido sale propenso a laminarse en cualquiera de sus áreas.

1.4.2.3. CORAZÓN NEGRO

Se denomina así al defecto que se presenta cuando el esmalte se funde y no han terminado de salir los gases. Se caracteriza por presentar una mancha negra en el

interior longitudinal de la parte central de la pieza y ocasionalmente genera hinchamiento en la cara esmaltada de la baldosa.

1.4.3. DEFECTOS DIMENSIONALES

1.4.3.1. DIFERENCIA DE CALIBRE

Se entiende como diferencia de calibre a toda unidad que no se encuentra dentro del rango de aceptación establecido para un calibre asignado, generalmente es identificado en una máquina que determina el largo y ancho de la unidad, la cual al ser graduada en base a parámetros establecidos programados y frente a una placa de calibración patrón, referencian a que calibre se asigna cada baldosa.

Por lo regular el problema de diferencia de calibre en cajas de tipo exportación se tiene cuando la máquina se encuentra descalibrada por cualquier circunstancia y no es verificada por el mecánico o el responsable del área. Por lo general el tamaño de la baldosa tiene inferencia con la temperatura de cocción, las cuales pueden hacer de las mismas unidades grandes o pequeñas.

1.4.3.2. PARALELISMO

Se asignará como paralelismo a la desviación que existe de cualquiera de los ángulos de los lados de la baldosa, con respeto al rango de aceptación, frente a una placa patrón. Dicho defecto puede atribuirse a dos procesos fundamentales, el prensado y la cocción, por lo cual realizará verificación para establecer a cuál de las causas se debe el defecto.

1.4.3.3. LUNETA

La luneta es otro defecto de tipo dimensional, esta vez se presentará como una depresión curvada o de un saliente curvo con forma de luna con respecto a los lados, siendo esta una desviación de la rectitud del centro de los lados de una baldosa. Esto puede deberse a que los productos presentan valores de penetrometría altos o excesivamente bajos, preferentemente en los centros de los lados.

1.4.3.4. LECTURA CONTÍNUA.

Se entiende como Lectura continua a toda baldosa que se encuentra en forma oleada con respecto a la forma plana esperada. Este defecto se le puede atribuir a que los rodillos están en mal estado o requieren de limpieza, generando tal deformación con característica de tipo olas.

1.4.3.5. TORCIDO

Las unidades se encuentran con defecto de torcido, cuando cualquiera de los lados se halla desviado, presentando una curvatura desde el centro de la misma, que afecta la planaridad del producto.

1.4.3.6. ÁNGULO

Se considera a este defecto cuando exista una desviación de cualquiera de las esquinas formando un saliente positivo o un entrante negativo, sobre el plano recto de la unidad.

1.4.3.7. ACUÑAMIENTO

El acuñado consiste en una diferencia de espesor entre las dos partes opuestas a la pieza, es notorio cuando la diferencia de espesores entre las dos lados opuestos supera los 0.3mm, cuando se da este defecto se tiene valores elevados de penetrometría.

Su origen más frecuente está en un prensado no paralelo entre el punzón y la matriz, aunque también podría deberse, en casos extremos a una carga irregular de la matriz del molde por obturación parcial de una parte del carro alimentador del polvo o por una regulación no adecuada de la carga del molde.

1.5. CONTROL, INSPECCION VISUAL Y SELECCION DE PATRON DE DEFECTO

El departamento de Calidad y clasificación final, debe garantizar que el producto clasificado cumpla las condiciones especificadas en la caja. Es por ello que deben realizar por parte de los responsables de clasificado el control respectivo, comprobando que el personal que se encuentra a su cargo mantenga los criterios de aceptación de cada calidad asignada y que estén capacitados y certificados para cumplir esa función.

1.6 DEFINICIONES UTILIZADAS EL CONTROL DE CALIDAD.

1.6.1 VARIABLE DE PROCESO

Se determinara a toda variable que determina características propias del proceso productivo y no del producto, tales como: presiones, temperaturas, peso de materiales, elementos moledores, estado de las líneas de esmaltación, etc.

1.6.2 VARIABLE DE PRODUCTO

Se denomina variable de producto a aquella que determina características propias del producto, sea en proceso o terminado, tales como densidad, viscosidad, residuo, humedad, granulometría, espesor, dimensiones, penetrometría.

1.6.3 AUDITORIA DE CALIDAD

La auditoría de calidad es la revisión efectuada sobre las variables del proceso y producto, que son controladas por el departamento de Aseguramiento de Calidad, y que con una frecuencia establecida de dos veces por turno (8 horas), es auditada o controlada por las personas que forman parte del departamento de Control de Calidad.

En la Planta de Azulejos se realizan Auditorias o control a la barbotina, atomizadores, prensas, secadero, líneas de esmaltación y producto terminado, los mismos que son reportados en las hojas de control correspondientes (Ver Anexo II Y III).

1.6.3 HUMEDAD

Es la cantidad de agua contenida en una sustancia, expresada en porcentaje.

1.6.4 DENSIDAD

Se conceptualiza a la relación de masa por unidad de volumen de una sustancia.

1.6.5 VISCOSIDAD

Se designa a la capacidad de una sustancia para resistir a un movimiento uniforme de su masa. Se otorga como referencia el tiempo que una cantidad

determinada de una sustancia demora en fluir a través de un agujero de diámetro determinado en una copa de Ford.

1.6.6 RESIDUO

Es la medida del grado de finura alcanzado por el material molido expresado en porcentaje retenido a la malla de control determinado.

1.6.7 SÓLIDOS

Se denomina sólidos de una sustancia a la cantidad total de partículas en suspensión luego de eliminar totalmente el agua.

1.6.8 MÓDULO DE RUPTURA

Se define como la presión que puede soportar la pieza hasta romperse, la cual es medida a través de la lectura que otorga el equipo y se utiliza además para calcular la resistencia a la flexión.

1.6.9 PENETRONETRÍA

Se designa así al control que permite apreciar la uniformidad de compactación en un proceso de prensado, de las diferentes zonas de la pieza cruda.

1.6.10 CONTRACCIÓN

Es la disminución del tamaño de la pieza por efecto de la temperatura, ya sea en secado o en la cocción.

1.6.11 CALIBRE

Se define así al tamaño del producto terminado, el mismo que por efectos de la contracción, puede tener una variación dimensional para un mismo formato.

1.6.12 PLANARIDAD

Es la medición de la curvatura del producto, la misma que es propia del proceso de cocción, sea en comba y alabeo (concavidad y convexidad respectivamente), originada por, incompatibilidad de los coeficientes de dilatación de la pasta y del

esmalte por mala calibración de la curva de cocción o en su defecto, por rodillos sucios.

1.7 BALANCE DE MASA

Un balance de masa se basa en la Ley de Conservación de la Materia que establece que la masa no se crea ni se destruye solo se transforma, por lo tanto “masa total de entrada = masa total de salida”.

Un balance sobre una sustancia en un sistema (una sola unidad del proceso, una colección de unidades o bien un proceso completo) puede escribirse de la siguiente forma general:

$$\text{ENTRADA} + \text{PRODUCCION} = \text{SALIDA} + \text{CONSUMO} \quad \text{ec: 2.3.1.4-1}$$

A través de un balance de masa no solo se tiene una mejor comprensión de lo que ocurre en las entradas y salidas, sino que permite identificar el origen de los residuos y a menudo la pérdida de masas.

Si:	$M_E = M_{i1} + M_{i2} + \dots + M_{in}$		
	$M_S = M_P + M_R + M_N$		
Balance de Masa:	$M_E = M_S$		
Donde:	M = Masa	i1 = Insumo 1	R = Residuo
	E = Entrada	i2 = Insumo 2	P = Producto
	S = Salida	in = Insumo n	N = No identificado

Los materiales, no identificados generalmente se atribuyen a pérdida de insumos, y productos por derrame, fugas y otras causas similares cuyo origen no fue detectado y por ende sus masas no fueron cuantificadas.

1.8 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

1.8.1 IMPORTANCIA.

Muchas empresas realizan sus tareas de mantenimiento, pero la gran mayoría buscando mantener la producción, dejan de lado esta actividad asumiendo que si se genera una falla en algún equipo se repara lo más brevemente posible, sin tener en cuenta las ineficiencias, pérdidas o problemas que se generan posteriormente.

Es necesario para toda organización industrial ir más allá, es decir: “Buscar la disponibilidad de los equipos para poder producir”. Aquí, en este punto, es cuando se empieza a mezclar el concepto de producción, obligatorio en toda empresa industrial, pero no ajeno a la calidad y el desempeño en seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente, pues la empresa la debemos concebir como un sistema integrado y no como apartados independientes y no relacionados.

Así, las acciones de mantenimiento enfocadas a la prevención deben ser prioritarias en la industria moderna. Además de ahorrar costos de operación, mejorar productividad y competitividad puede prevenir problemas tales como:

- ✓ Sobrecostos en el mantenimiento correctivo.
- ✓ Paros en la producción.
- ✓ Pérdidas de materias primas.
- ✓ Disminución en la calidad.

- ✓ Enfermedades profesionales.
- ✓ Accidentes de trabajo.
- ✓ Daños en los activos de la empresa.
- ✓ Efectos negativos al ambiente.
- ✓ Mala imagen ante terceros.

1.8.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Existen diferentes formas de realizar mantenimiento a un equipo de producción, se definen entonces los siguientes tipos de mantenimiento.

- ✓ Mantenimiento Correctivo.
- ✓ Mantenimiento Programado.
- ✓ Mantenimiento Predictivo.
- ✓ Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Mantenimiento Autónomo.

Dependiendo del tipo de empresa, del desarrollo alcanzado por ella, así como de las políticas establecidas, se pueden conjugar para efectos de un mejor mantenimiento.

1.8.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Se encamina a corregir una falla que se presente en un determinado momento, su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible.

Este tipo de mantenimiento presenta una serie de inconvenientes en las distintas áreas de la empresa como:

- ✓ **PERSONAL** Si una falta suspende la producción, el personal se encontrará inactivo y devengando, pero si además recibe bonificación por la producción, estará presionado para una pronta reparación, y esto influye para que la reparación realizada no sea la mejor.
- ✓ **MAQUINARIA** Una pequeña deficiencia que no se manifieste, puede con el tiempo hacer fallar otras partes del equipo, convirtiéndose así, un arreglo pequeño en una recuperación mayor que incrementa los costos debido al aumento y el tiempo de parada del equipo.
- ✓ **INVENTARIO** Generalmente el repuesto requerido para solucionar una falla no se encuentra disponible en almacén, por no existir la información de la clase y cantidad de repuestos necesarios. La consecución de estos elementos exteriormente hace que la demora sea mayor y se incrementen los costos.
- ✓ **SEGURIDAD** La seguridad se verá afectada si la falla coincide con un evento inaplazable en la producción y se obliga a los equipos de trabajar en condiciones de riesgo tanto para el personal, como para la maquinaria.
- ✓ **CALIDAD** La calidad del producto se ve afectada por el desgaste progresivo de los equipos.

El mantenimiento preventivo es inevitable, así se haya implementado un programa de mantenimiento preventivo, ya que en cualquier momento, se pueden presentar fallas que no fueron previstas.

1.8.2.2 MANTENIMIENTO PROGRAMADO.

Se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, así se esté trabajando en condiciones diferentes.

En este tipo de mantenimiento se lleva a cabo un estudio detallado de los equipos de la fábrica y a través de él se determina, con ayuda de datos estadísticos e información del fabricante, las partes que se deben cambiar y la periodicidad, así se elabora un programa que satisfaga las necesidades del equipo.

Aunque este sistema es superior al mantenimiento correctivo, presenta algunas fallas como que sea necesario retirar o desarmar partes que están trabajando.

1.8.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos especiales a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les puede permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios. La mayoría de las inspecciones se realizan con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

1.8.2.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La esencia del mantenimiento preventivo son las revisiones e inspecciones programadas que pueden no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio. Este sistema se basa en el hecho de que las partes se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

Este mantenimiento se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, radican en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Presenta las siguientes características:

- ✓ Se realiza en un momento en el que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.
- ✓ Se sigue un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios a disposición.
- ✓ Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por los responsables de la empresa.
- ✓ Esta destinado a un área en particular y en ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la empresa.
- ✓ Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.

1.8.2.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.

Es el mantenimiento realizado por el servicio de producción (generalmente, el mismo operario de la maquina). El servicio de producción es responsable entonces por: prevenir el deterioro de la máquina; medir el deterioro, cuando se

presente; y restaurar el deterior. Este tipo de mantenimiento se aplica de manera explícita cuando se implementa el mantenimiento con el recurso humano que ya estaba presente; puede decirse que es la primera etapa en el desarrollo del mantenimiento en una empresa.

En la C.A. Ecuatoriana de Cerámica se lleva a cabo mantenimiento correctivo, preventivo, programado y autónomo, el mismo que en la actualidad no satisface las necesidades operacionales de la planta.

CAPITULO II

CAPITULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1. MUESTREO

El plan de muestreo aplicarse es el que se detalla a continuación:

Tabla. 2.1-1

Plan de Muestreo

TIPO	FUNDAMENTO	MATERIALES	APLICADO	MUESTRAS	FRECUENCIA
<p>Inspección por muestreo: Puntual</p> <p>Al azar</p> <p>Por variables</p> <p>Por atributos</p> <p>Inspección visual de tableros de control.</p>	<p>Se tomó muestras de forma aleatoria de cada etapa del proceso.</p> <p>A cada unidad prensada se le mide el espesor, calibre, y se realiza mediciones de compactación, resistencia a la flexión.</p> <p>Con las mediciones se realiza un estadístico que generalmente está en función de la media aritmética.</p> <p>Control de variables del proceso: como presión, temperatura del secadero y horno.</p> <p>Control visual de sensores electrónicos que permiten conocer la producción diaria.</p> <p>Frecuencia de defectos en la esmaltación y salida del horno</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrador • Durómetro • Crometro • Balanza • Picnómetro • Copa Ford • Lámpara infrarrojo 	<p>Pasta atomizada</p> <p>Bizcochos prensados y secos</p> <p>Engobes, esmaltes, tintas.</p>	<p>Prensado: cuatro unidades(2 de cada prensa)</p> <p>Esmaltación: necesarias hasta que el peso este en norma.</p> <p>Engobe, esmalte y tintas de acuerdo a cada ficha técnica</p> <p>Producto Terminado 5 unidades(una fila de la salida del horno).</p> <p>Defectos: 100 unidades</p>	<p>Prensas y Secadero</p> <p>Cada hora durante el turno de la mañana.</p> <p>Al finalizar cada turno.</p> <p>Esmaltación: dos veces durante las 8horas del turno de la mañana.</p> <p>Producto Terminado: Una vez por cambio de producto</p> <p>Cuantificación: Cada 8 horas.</p> <p>Defectos: cada hora</p>

Fuente: Miriam Cevallos.

2.2. METODOLOGIA

2.2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.1.1. MÉTODOS.

Este trabajo se fundamenta en pruebas de laboratorio, utilizando como procesos lógicos la inducción y deducción, con la evaluación de datos mediante un estudio estadístico de las variables del proceso y producto, involucradas en la fabricación de las piezas cerámicas.

Tomando en cuenta que se necesita conocer los hechos particulares que están sucediendo a lo largo del proceso de fabricación de baldosas de formato 31x 31, para identificar los defectos que presentan las piezas cerámicas en producto terminado (Inducción), con el objetivo primordial de disminuir los altos porcentajes de bajas que se generan de forma permanente (Deducción).

En base a estos procesos lógicos se puede realizar análisis retrospectivos de la producción, con la finalidad de no cometer los mismos errores en producciones futuras. Realizando pruebas, mediciones y ensayos que permitan comprobar y demostrar las características peculiares que se le otorgará a un producto determinado.

El sello de calidad otorgado por el INEN a la industria, hace que cada vez, está se sienta más comprometida y con más responsabilidad para obtener productos de excelente calidad, mediante los métodos de inspección y ensayos se pretende detectar las no conformidades en las etapas del prensado, esmaltado y clasificación del producto elaborado, para ser corregidos de forma inmediata precautelando la integridad de los pavimentos.

2.2.1.2. TÉCNICAS

Las técnicas que se utilizaron para determinar las condiciones de prensado, esmaltado y cocción son:

2.2.1.2.1 DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.

TABLA 2.2.1.2.1-1

CONCEPTOS	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>% de Humedad.- La cantidad de agua presente en una muestra de material.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estufa o lámpara infrarroja ✓ Balanza digital con capacidad de 3000 g ± 0,01 g. ✓ Recipiente para pesar la muestra. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Toma de muestras de la pasta procesada: la muestra se tomara del Atomizador y de la alimentación de la Prensa. ✓ Pesar 10 gramos de la muestra en un recipiente adecuado previamente tarado y anotar su peso como H₁. ✓ Colocar en la estufa aproximadamente a 110°C o en la lámpara de rayos infrarrojo, por 10 minutos, hasta peso constante. ✓ Pesar nuevamente identificando su peso como H₂. 	<p>La humedad expresada en porcentaje se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> <p style="text-align: center;">Humedad % = (H₁ - H₂) x 10</p> <p>Fórmula cuando se trabaja con muestra de diez gramos.</p> <p>Dónde: H₁ = Peso de muestra húmeda. H₂ = Peso de la muestra seca. t = tiempo.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.2 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.

TABLA 2.2.1.2.2-1

CONCEPTOS	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Densidad.- Propiedad física de la materia que se basa en la relación entre el peso y el volumen que ocupa una muestra líquida.</p> <p>Se debe determinar la densidad de la barbotina, engobes, esmaltes y tintas serigráficas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Picnómetro de 100 cm³. ✓ Balanza digital con capacidad de 3000 g ± 0,01 g. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pesar el picnómetro completo y vacío, registrar como P₁. ✓ Llenar el picnómetro con la muestra hasta el borde, colocar la tapa para retirar el exceso. ✓ Limpiar, secar y pesar el conjunto e identificar como P₂. 	<p>La densidad de la muestra expresada en gramos por centímetro cúbico, se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> <p style="text-align: center;">Densidad g/cm³ = masa/volumen.</p> <p style="text-align: center;">Densidad g/cm³ = (P₂ - P₁)/100.</p> <p>Dónde:</p> <p>P₁= Peso del picnómetro vacío incluida la tapa.</p> <p>P₂ = Peso del picnómetro completo más la muestra.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.3. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD – TIEMPO DE FLUJO

TABLA 2.2.1.2.3-1

CONCEPTOS	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Viscosidad.-Capacidad de una sustancia para resistir un movimiento uniforme de su masa.</p> <p>Se basa en la obtención del tiempo que necesita un fluido para evacuar un recipiente de volumen constante y que fluye a través de un orificio de diámetro determinado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Picnómetro ✓ Copa FORD (diámetro 0.6 mm para pastas, diámetro 0.4 mm para esmaltes, engobes y tintas ✓ Cronometro 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Toma de muestra en las cisternas de barbotina y en líneas de esmaltación en la campana o vela. ✓ Se llena la copa con el líquido a controlar, se deja caer el líquido y al mismo tiempo se pone en funcionamiento el cronómetro y se detiene cuando el recipiente (copa) se vacía; se lee el tiempo que marca el cronometro. ✓ El tiempo determinado con el cronometro representa el valor de la viscosidad (tiempo de flujo) de la muestra, expresado en segundos. 	<p>El tiempo determinado con el cronómetro representa el valor de la viscosidad (tiempo de flujo) de la muestra, expresado en segundos.</p> <p>Indicar el diámetro de la boquilla.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.4. DETERMINACIÓN DE LA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PRENSADO.

TABLA 2.2.1.2.4-1

CONCEPTOS	EQUIPOS	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Penetrometría.- Es la técnica que permite apreciar la uniformidad de la compactación en las diferentes zonas de la pieza o bizcocho crudo.</p> <p>La muestra de ensayo debe tomarse al azar y una pieza de material prensado por estampa, identificando el sentido con el que salen de la prensa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Durómetro CERAMIC INSTRUMENT, Modelo DM/34-P con juego de agujas. ✓ Pastilla de calibración. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpiar las unidades con una brocha para eliminar cualquier partícula de arena o arcilla. ✓ Poner el equipo de tal forma que la punta sea más alta de 1-2mm de la pastilla de calibración o enceramiento. ✓ Bajar el durómetro maniobrando sobre la placa, hasta el punto que pueda apoyarse sus dos extremos cromados. ✓ Bajar la palanca hasta el punto que se apoye la punta sobre la pieza. ✓ Leer la lectura de la penetración en el display. 	<p>El valor determinado es la Penetrometría expresado en decimas de mm, determinado en varios puntos de la muestra. El resultado proviene de la diferencia entre el punto mayor y menor medido.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.5. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO, ESPESOR, DIFERENCIA DE PESO DEL BIZCOCHO CRUDO.

TABLA 2.2.1.2.5-1

CONCEPTOS	EQUIPOS	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Determinar si las piezas prensadas están dentro de los requerimientos de calidad para la variación de tamaño, espesor, y diferencia de peso.</p> <p>La muestra de ensayo debe tomarse al azar y una pieza por estampa, además se debe identificar con un lápiz el sentido en el que salen de la prensa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calibrador pie de rey. ✓ Balanza digital con capacidad de 3000 g ± 0,01 g. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calibre.- O tamaño, se debe realizar una medición directa de uno de los lados de la pieza, utilizando un calibrador "pie de rey". ✓ Espesor.- Para la determinación del espesor se utiliza el mismo calibrador "pie de rey", realizando lecturas en los extremos (esquinas) de la pieza y obteniendo finalmente una medida promedio de las lecturas. ✓ Diferencia de peso.- Para obtener la diferencia de peso se toman dos piezas y se las pesa, debiendo estar la diferencia de peso entre ambas piezas en un máximo del 1%. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calibre $\text{Calibre pieza humeda(mm)} = \frac{\text{calibre 1}^{\text{o}}\text{pieza} + \text{calibre 2}^{\text{o}}\text{pieza}}{2}$ ✓ Espesor $\text{Espesor(mm)} = \frac{\text{espesor 1} + \text{espesor 2} + \text{espesor 3} + \text{espesor 4}}{4}$ ✓ Diferencia de peso $\text{Diferencia de peso (\%)} = \frac{\text{Peso mayor} - \text{Peso menor}}{\text{Peso menor}} \times 100$

Fuente.: Manual de Métodos de Ensayo. C.A. ECUATORIANA DE CERAMICA.

2.2.1.2.6. DETERMINACIÓN DE LA CONTRACCIÓN HÚMEDO –SECO, SECO – QUEMADO Y TOTAL.

TABLA 2.2.1.2.6-1

CONCEPTOS	MATERIALES Y EQUIPOS	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Se determina la contracción basándose en la medida de las longitudes de una muestra de baldosa cerámica (placas de prueba), antes de ser secadas y quemadas, estableciéndose la diferencia entre las dos longitudes como base para conocer la contracción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calibrador con una precisión mínima de 0.1mm. ✓ Estufa regulada a temperatura de 110°C. ✓ Horno Sacmi y Poppi (hornos de la planta). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Medir con un calibrador, la dimensión de la muestra prensada, esta longitud será L₁. ✓ Sacar las muestras de la estufa o el secadero hasta peso constante. ✓ Medir las muestras secas y registrar como L₂, la longitud de cada pieza. ✓ Quemar las muestras en los hornos de la planta. ✓ Medir las muestras cocidas esta será la medida L₃. 	<p>La contracción de cada pieza, se calcula mediante las siguientes ecuaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contracción húmedo – seco (%) = $(L_1 - L_2)/L_1 \times 100$. ✓ Contracción seco – quemado (%) = $(L_2 - L_3)/L_2 \times 100$. ✓ Contracción total = Cont. Hum-seco + Cont. seco- cocido. <p>Contracción total = $(L_1 - L_3)/L_1 \times 100$.</p> <p>Dónde:</p> <p>L₁ = Longitud de la muestra húmeda. L₂ = Longitud de la muestra seca. L₃ = Longitud de la muestra cocida.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.7. DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

TABLA 2.2.1.2.7-1

CONCEPTOS	EQUIPO	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Es un control que permite medir el grado de compactación de una pieza como la resistencia a la ruptura ante la aplicación de una fuerza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Módulo de rotura (Crómetro). ✓ Calibrador que permita lecturas de hasta 0.1mm 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar al azar dos piezas crudas a la salida de la prensa. ✓ Colocar la pieza sobre los apoyos del equipo (cantidad de hoyuelos de acuerdo a la función a utilizar). ✓ La pieza cruda debe estar de tal forma que la aplicación de la carga sea en el centro. ✓ Encender y programar el equipo de acuerdo al formato de la pieza que se va a utilizar para el ensayo. ✓ Anotar la lectura del módulo de rotura y la flexión reflejado en el display del equipo. Las unidades de la flexión son Kg/cm². 	<p>La resistencia a la flexión esta expresado en kg/cm² que se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> $Rf = \frac{3FL}{2be^2}$ <p>Dónde: F = Carga aplicada (lectura del equipo). L= Distancia entre apoyos en cm (largo). b = Sección de rotura en cm. e = Espesor de la baldosa.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.8. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD RESIDUAL DEL BIZCOCHO SECO.

TABLA 2.2.1.2.8-1

CONCEPTOS	EQUIPO	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Es un control que permite medir el grado de compactación de una pieza como la resistencia a la ruptura ante la aplicación de una fuerza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plato hermético ✓ Pinza ✓ Balanza digital con capacidad de 3000 g ± 0,01 g. ✓ Lámpara infrarroja. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar una muestra al azar de la salida del secadero. ✓ Romper el bizcocho en su parte central y tomar una pequeña muestra. ✓ Triturar la muestra hasta obtener un polvo fino y uniforme. ✓ Pesar 10 gramos de la muestra, H₁ en un recipiente adecuado. ✓ Colocar la muestra al calor de la lámpara por 10 minutos. ✓ Retirar la muestra y volver a pesar e identificar como H₂. 	<p>La humedad de la muestra expresada en porcentaje se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> <p>Humedad Residual % = (H₁ - H₂) x10</p> <p>Formula cuando se trabaja con diez gramos de muestra.</p> <p>Dónde: H₁ = Peso de muestra. H₂ = Peso de la muestra seca.</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.9. DETERMINACIÓN DEL PESO DE APLICACIÓN DE AGUA, ENGOBE, GOMA, GRANILLA.

TABLA 2.2.1.2.9-1

CONCEPTOS	EQUIPO	PROCEDIMIENTO	CÁLULOS
<p>Verificar el peso de cada uno de los materiales que se aplica en el bizcocho crudo y seco, el cual debe estar dentro de los valores especificados en la ficha técnica para la elaboración de cada producto.</p>	<p>✓ Balanza digital con capacidad de 3000 g ± 0,01 g.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar una muestra (bizcocho seco), de la salida del secadero. ✓ Dejar enfriar el bizcocho. ✓ Pesarse el bizcocho seco y anotar como P₁. ✓ Colocar el bizcocho en la línea dejándolo pasar por cada una de las cabinas de aplicación de agua, engobe y esmalte respectivamente. ✓ A medida que va pasando el bizcocho por cada una de las cabinas o velas, se retira el mismo y se pesa la muestra después de cada una de las aplicaciones. ✓ Pesarse el bizcocho con la capa de aplicación y anotar como P₂. 	<p>Para determinar el peso de cada capa aplicada al bizcocho se utiliza la siguiente fórmula:</p> <p style="text-align: center;">Peso de capa (gramos)=P₂ – P₁</p> <p>Dónde: P₁ = Peso del bizcocho seco P₂ = Peso del bizcocho con la aplicación correspondiente</p>

Fuente: Manual de Métodos de Ensayo. C.A ECUATORIANA DE CERÁMICA.

2.2.1.2.10. COCCIÓN DE PIEZAS CERÁMICAS

TABLA 2.2.1.2.10-1

CONCEPTO	EQUIPO	PROCEDIMIENTO	REACCIONES
<p>Dar transformaciones físico químicas a las piezas cerámicas para obtener productos finales con características propias de las baldosas.</p>	<p>✓ Horno 2070</p>	<p>✓ Colocar piezas cerámicas en las bandas de transportación de baldosa hacia el horno.</p> <p>✓ Tomar el tiempo (ciclo) y la temperatura máxima del proceso de cocción.</p> <p>✓ Retirar las muestras de las bandas de transportación a la salida del horno.</p>	<p>✓ Deshidrataciones ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow$).</p> <p>✓ Descomposiciones ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$).</p> <p>✓ Combustiones ($\text{C}_n\text{H}_m \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow$).</p> <p>✓ Cristalizaciones ($2\text{SiO}_2 + 3\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)</p> <p>Cambios físicos: dimensionales,</p> <p>✓ Fusiones, alotrópicos ($\alpha\text{-SiO}_2 \rightarrow \beta\text{-SiO}_2$ y viceversa)</p>

Fuente. Miriam Cevallos.

2.3. DATOS EXPERIMENTALES

2.3.1. DIAGNÓSTICO

Mediante la inspección visual realizada en la línea de producción Monoquema, se evidencio la falta de capacitación al personal, mantenimiento deficiente a los equipos y maquinaria que produce como consecuencia productos defectuosos que deben ser clasificados en calidades inferiores, perdiendo su valor al momento de su comercialización.

En la etapa de secado no existe mayor problema, debido a que la temperatura interna del secadero puede corregir, para mantener este valor dentro de los parámetros establecidos, el mayor inconveniente se da por las paradas en el curso normal de producción, lo que genera variación en la velocidad de salida de los bizcochos, ocasionando choques, congestionamiento y ruptura de las piezas en la entrada a las líneas de esmaltación.

El mayor inconveniente se da en las líneas de esmaltación, debido a la presencia de defectos que comprometen a la superficie de la pieza siendo el descuadre de pantalla, falla serigráfica y despuntado los de mayor frecuencia. Además en el transcurso del esmaltado e ingreso a las vagonetas, las piezas sufren accidentes que ocasionan la caída, amontonamiento y destrucción de las mismas, por ende deben ser retiradas de la línea de producción. Por lo que es evidente el alto número de piezas defectuosas que deben ser reprocesadas (ingresan en un porcentaje adecuado a la molienda), con la finalidad de reutilizar al máximo los materiales.

El resultado del proceso de cocción, son unidades que evidencian los defectos que se dejaron pasar en todas las etapas anteriores, y que por ende son consideradas como bajas (piezas que presentan más de 2 defectos o los mismos afectan a la estética del producto) o encartonadas en calidad estándar o segundas, lo que influye en el porcentaje de calidad asignado al producto procesado.

Por ende todos estos problemas de calidad son derivados de la gran variación de la humedad de la pasta, ya que esta es la materia prima de la conformación de piezas cerámicas propiamente dichas.

2.3.2. DATOS

2.3.2.1 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA PASTA

TABLA 2.3.2.1-1

CONDICIONES INICIALES DEL % DE HUMEDAD DE LA PASTA

FECHA / MUESTRA	PORCENTAJE DE HUMEDAD DE PASTA				MEDIA(\bar{x})
	M1	M2	M3	M4	
01/03/2010	7,0	7,0	6,8	6,8	6,9
02/03/2010	6,7	6,3	6,4	6,7	6,5
03/03/2010	6,3	6,1	6,3	6,4	6,3
04/03/2010	6,3	6,9	6,7	6,7	6,7
05/03/2010	6,4	6,8	6,5	6,3	6,5
06/03/2010	6,4	6,7	6,9	6,7	6,7
07/03/2010	6,7	6,9	6,7	6,4	6,7
08/03/2010	6,3	6,4	5,8	6,3	6,2
09/03/2010	6,4	6,3	6,8	7,2	6,7
10/03/2010	6,8	6,8	6,9	7,0	6,9
11/03/2010	6,5	6,7	6,7	6,4	6,6
12/03/2010	6,3	6,3	6,4	6,3	6,3
13/03/2010	6,5	7,1	7,1	7,1	7,0
14/03/2010	7,3	8,7	7,2	7,2	7,6
15/03/2010	7,6	7,6	6,6	6,5	7,1
16/03/2010	6,6	6,0	6,9	6,4	6,5
17/03/2010	7,1	6,9	6,9	6,5	6,9
18/03/2010	7,4	7,3	7,6	7,4	7,4
19/03/2010	7,8	7,7	6,7	7,2	7,4
20/03/2010	6,7	6,6	6,8	6,5	6,7
21/03/2010	6,8	7,0	6,8	6,8	6,9
22/03/2010	7,9	7,9	6,9	6,8	7,4
23/03/2010	8,3	7,8	6,1	6,0	7,1
24/03/2010	7,0	6,8	6,8	6,5	6,8
25/03/2010	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2
26/03/2010	8,7	6,7	7,4	7,4	7,6
27/03/2010	6,2	6,7	6,5	6,5	6,5
28/03/2010	7,1	7,4	6,8	6,8	7,0
29/03/2010	6,3	6,4	6,6	6,5	6,5
30/03/2010	6,7	6,9	6,6	6,4	6,7
31/03/2010	7,4	7,0	6,7	6,5	6,9
			PROMEDIO MENSUAL		6,8

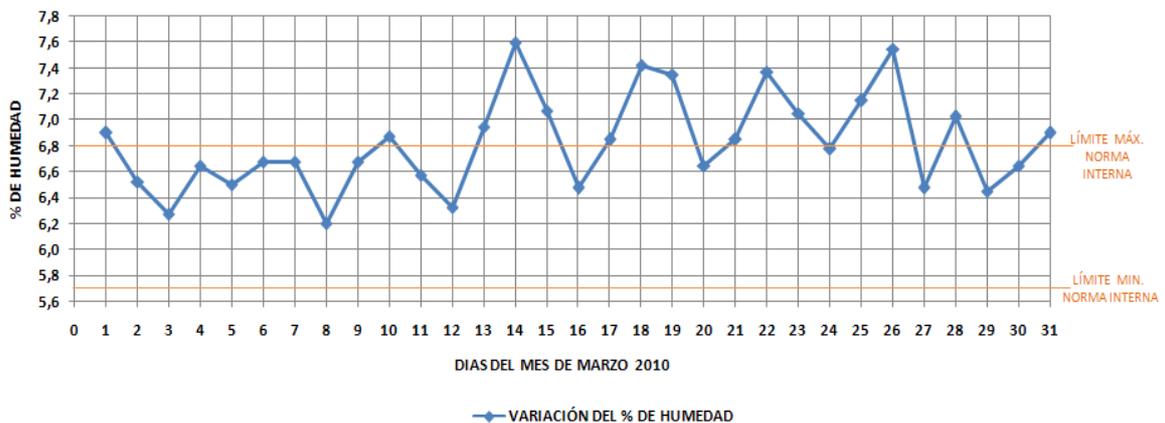
Fuente: Miriam Cevallos



Datos fuera de rango.

GRÁFICO 2.3.2.1.-1

CARTA DE CONTROL DEL % DE HUMEDAD DE LA PASTA



En la gráfica se puede observar que existen varios datos del % de humedad fuera de los rangos establecidos en la norma interna de la empresa. Con la variación del % de humedad, la pasta presenta varios inconvenientes al momento del prensado, afectando así al proceso productivo con paradas frecuentes y defectos en el bizcocho crudo.

2.3.2.2 COMPACTACIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO Y/O DIFERENCIA DE PENETROMETRÍA

TABLA 2.3.2.2-1

CONDICIONES INICIALES DE DIFERENCIA DE PENETROMETRÍA

FECHA / MUESTRA	COMPACTACIÓN O PENETROMETRÍA (mm)				MEDIA (\bar{x})
	NORMA: Max 0,1				
	M1	M2	M3	M4	
01/03/2010	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
02/03/2010	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07
03/03/2010	0,06	0,04	0,06	0,06	0,06
04/03/2010	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05
05/03/2010	0,05	0,08	0,06	0,06	0,06
06/03/2010	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08
07/03/2010	0,06	0,06	0,01	0,05	0,05
08/03/2010	0,08	0,05	0,05	0,06	0,06
09/03/2010	0,09	0,08	0,07	0,09	0,08
10/03/2010	0,06	0,08	0,06	0,06	0,07
11/03/2010	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04
12/03/2010	0,06	0,08	0,06	0,70	0,23
13/03/2010	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03
14/03/2010	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05
15/03/2010	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06
16/03/2010	0,13	0,12	0,06	0,05	0,09
17/03/2010	0,06	0,08	0,08	0,05	0,07
18/03/2010	0,07	0,05	0,06	0,05	0,06
19/03/2010	0,08	0,05	0,06	0,06	0,06
20/03/2010	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
21/03/2010	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05
22/03/2010	0,03	0,01	0,05	0,04	0,03
23/03/2010	0,06	0,07	0,08	0,05	0,07
24/03/2010	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05
25/03/2010	0,05	0,80	0,06	0,50	0,35
26/03/2010	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05
27/03/2010	0,05	0,60	0,06	0,08	0,20
28/03/2010	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05
29/03/2010	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
30/03/2010	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
31/03/2010	0,05	0,07	0,08	0,09	0,07
	PROMEDIO MENSUAL				0,08

Fuente: Miriam Cevallos

GRÁFICO 2.3.2.2-1

CARTA DE CONTROL DE LA DIFERENCIA DE PENETROMETRÍA



2.3.2.3 ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO.

TABLA 2.3.2.3-1
CONDICIONES INICIALES DE ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO.

FECHA	ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO PIEZA CRUDA		
	ESPESOR (mm) NORMA: 7,1 ± 0,1	DIMENSIÓN (mm) NORMA: 328,5 - 329,0	DIFERENCIA DE PESO NORMA: MAX. 1,0%
01/03/2010	7,06	328,6	0,7
02/03/2010	6,81	328,9	0,4
03/03/2010	6,93	328,6	1,3
04/03/2010	7,21	328,6	0,3
05/03/2010	7,08	328,7	0,6
06/03/2010	7,26	328,7	1,94
07/03/2010	7,32	329,0	1,78
08/03/2010	6,97	328,8	1,77
09/03/2010	7,12	329,0	0,63
10/03/2010	7,17	328,6	0,77
11/03/2010	7,01	328,8	0,67
12/03/2010	7,17	328,7	0,16
13/03/2010	7,21	328,8	0,53
14/03/2010	7,04	328,8	1,03
15/03/2010	7,08	328,6	1,37
16/03/2010	7,00	328,7	0,74
17/03/2010	7,07	328,9	0,18
18/03/2010	7,14	328,8	0,6
19/03/2010	7,00	328,7	1,72
20/03/2010	7,20	328,9	1,25
21/03/2010	6,98	328,7	0,94
22/03/2010	6,88	328,9	0,45
23/03/2010	7,28	328,8	0,54
24/03/2010	7,09	328,1	1,42
25/03/2010	6,98	328,7	0,74
26/03/2010	7,05	328,6	0,21
27/03/2010	7,09	328,9	2,14
28/03/2010	7,10	328,7	0,88
29/03/2010	7,15	328,6	1,15
30/03/2010	6,96	328,9	0,36
31/03/2010	6,89	328,5	0,58
PROMEDIO MENSUAL	7,07	328,71	0,90

Fuente: Miriam Cevallos.

 Datos fuera de rango

GRÁFICO 2.3.2.3-1
CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DE ESPESORES.

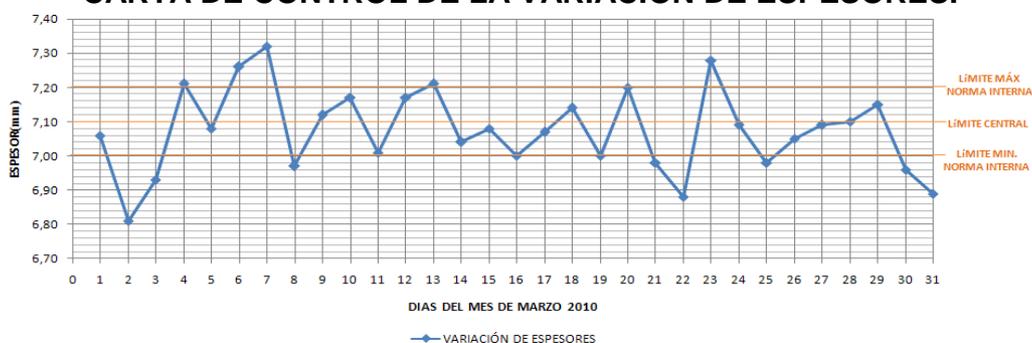


GRÁFICO 2.3.2.3-2

CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN

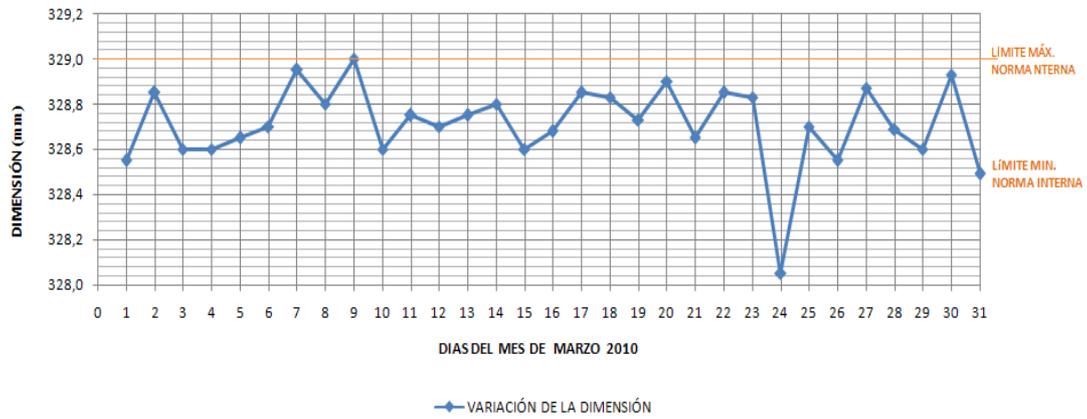
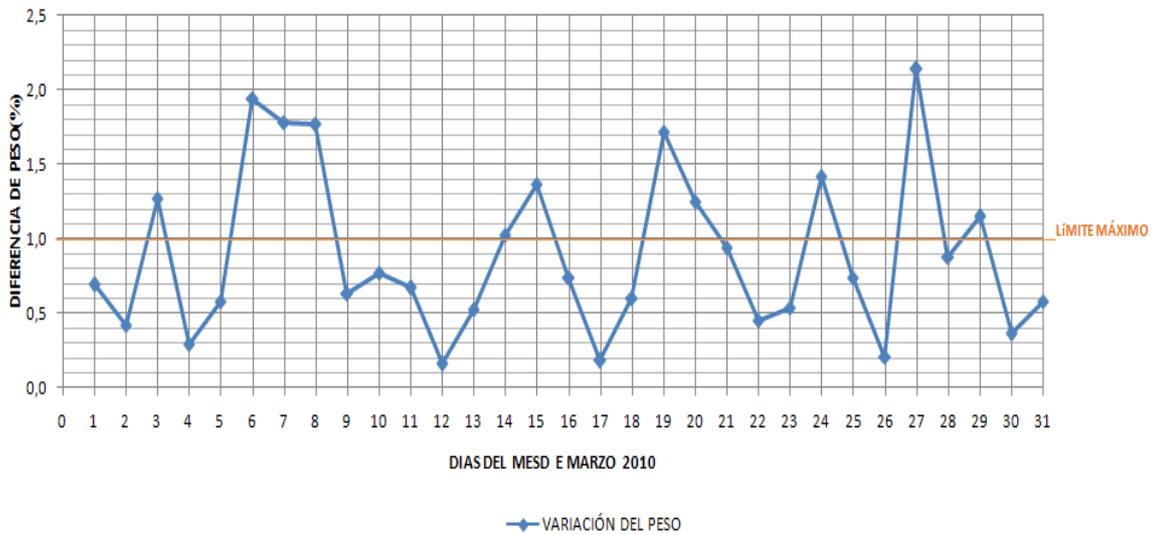


GRÁFICO 2.3.2.3-3

CARTA DE CONTROL DE LA DIFERENCIA DE PESO.



2.3.2.4 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO.

TABLA 2.3.2.4-1

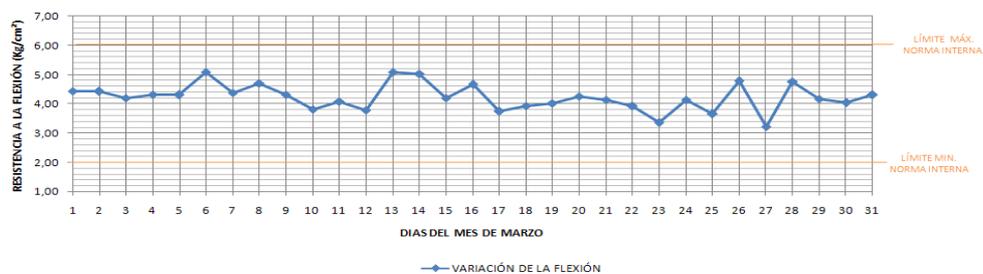
CONDICIONES INICIALES DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO.

FECHA / MUESTRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
VALOR DE NORMA: 2 - 6 Kg/cm ²					
01/03/2010	4,26	4,58	5,48	3,43	4,44
02/03/2010	3,25	4,34	4,62	5,48	4,42
03/03/2010	3,22	4,62	5,28	3,66	4,20
04/03/2010	3,75	4,62	5,68	3,22	4,32
05/03/2010	3,64	3,66	5,28	4,64	4,31
06/03/2010	3,65	4,68	5,64	6,42	5,10
07/03/2010	4,71	4,58	3,66	4,58	4,38
08/03/2010	4,34	4,85	4,53	5,08	4,70
09/03/2010	4,27	4,66	3,48	4,86	4,32
10/03/2010	3,68	4,26	3,66	3,66	3,82
11/03/2010	3,74	2,64	5,28	4,68	4,09
12/03/2010	4,13	3,66	3,66	3,66	3,78
13/03/2010	4,53	3,43	4,71	7,71	5,10
14/03/2010	5,68	4,88	4,32	5,28	5,04
15/03/2010	3,62	3,25	4,65	5,28	4,20
16/03/2010	4,62	3,66	5,68	4,68	4,66
17/03/2010	2,64	2,18	5,28	4,85	3,74
18/03/2010	3,15	3,66	4,28	4,62	3,93
19/03/2010	3,43	4,56	3,85	4,28	4,03
20/03/2010	3,43	3,66	5,28	4,67	4,26
21/03/2010	2,87	3,85	4,56	5,28	4,14
22/03/2010	3,45	4,28	3,66	4,28	3,92
23/03/2010	2,64	2,64	4,28	3,85	3,35
24/03/2010	2,71	3,85	5,46	4,54	4,14
25/03/2010	3,66	4,54	2,68	3,74	3,66
26/03/2010	4,88	5,68	4,28	4,28	4,78
27/03/2010	2,64	3,15	3,43	3,66	3,22
28/03/2010	5,68	5,24	3,87	4,28	4,77
29/03/2010	4,53	4,62	3,85	3,66	4,17
30/03/2010	3,68	2,64	4,56	5,28	4,04
31/03/2010	3,74	3,43	5,48	4,56	4,30
PROMEDIO MENSUAL					4,23

Fuente: Miriam Cevallos.

GRÁFICO 2.3.2.4-1

CARTA DE CONTROL DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO.



2.3.2.5 TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO.

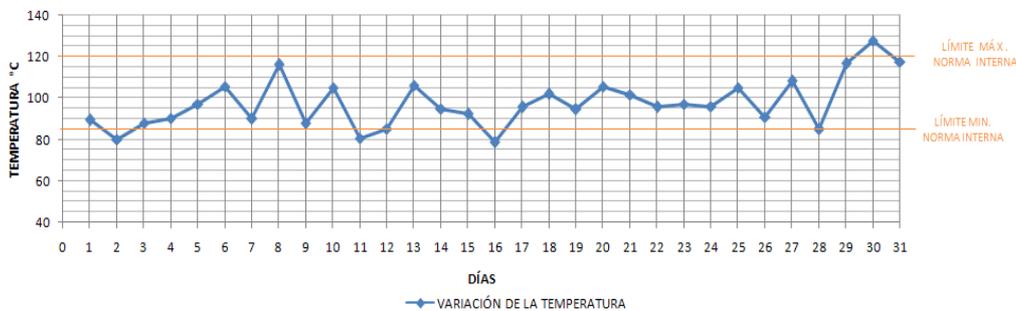
**TABLA 2.3.2.5-1
TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO**

FECHA / MUESTRA	TEMPERATURA				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
01/03/2010	89	87	90	92	90
02/03/2010	84	75	80	81	80
03/03/2010	87	90	86	89	88
04/03/2010	90	92	92	88	91
05/03/2010	97	95	96	101	97
06/03/2010	90	87	125	120	106
07/03/2010	90	98	85	87	90
08/03/2010	112	120	118	115	116
09/03/2010	97	85	83	86	88
10/03/2010	108	98	103	112	105
11/03/2010	80	78	80	85	81
12/03/2010	83	85	87	86	85
13/03/2010	115	103	105	102	106
14/03/2010	93	95	96	95	95
15/03/2010	94	90	92	93	92
16/03/2010	80	76	79	80	79
17/03/2010	95	92	98	98	96
18/03/2010	104	106	98	100	102
19/03/2010	98	96	89	95	95
20/03/2010	109	103	104	106	106
21/03/2010	102	100	98	106	102
22/03/2010	92	98	96	97	96
23/03/2010	92	102	98	96	97
24/03/2010	98	95	89	102	96
25/03/2010	105	112	105	98	105
26/03/2010	95	92	89	88	91
27/03/2010	98	102	118	115	108
28/03/2010	87	85	84	84	85
29/03/2010	120	118	112	117	117
30/03/2010	135	128	122	126	128
31/03/2010	118	120	115	118	118
PROMEDIO MENSUAL					97,7

Fuente: Miriam Cevallos

GRÁFICO 2.3.2.5-1

CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA A LA SALIDA DEL SECADERO.



2.3.2.6 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO.

**TABLA 2.3.2.6-1
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO.**

FECHA / MUESTRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO				MEDIA
	VALOR DE NORMA: Min 16 Kg/cm ²				
	M1	M2	M3	M4	
01/03/2010	20,58	22,12	20,55	20,20	21
02/03/2010	18,64	17,62	17,81	18,64	18
03/03/2010	17,84	15,86	18,36	17,81	17
04/03/2010	19,60	22,12	18,67	17,62	20
05/03/2010	18,54	21,00	18,36	17,25	19
06/03/2010	17,36	18,56	20,20	18,64	19
07/03/2010	16,54	19,10	18,84	17,62	18
08/03/2010	17,35	18,08	15,36	17,86	17
09/03/2010	17,36	17,56	18,26	18,96	18
10/03/2010	20,36	19,85	18,36	24,36	21
11/03/2010	14,66	18,36	17,65	18,36	17
12/03/2010	19,25	18,36	18,56	17,56	18
13/03/2010	18,51	20,36	22,16	21,68	21
14/03/2010	22,12	24,13	21,36	22,08	22
15/03/2010	20,72	21,56	19,37	18,25	20
16/03/2010	19,56	17,56	21,24	18,89	19
17/03/2010	21,80	19,36	19,56	18,69	20
18/03/2010	22,82	21,87	20,86	21,47	22
19/03/2010	22,26	21,56	22,66	22,54	22
20/03/2010	20,30	19,68	21,56	20,36	20
21/03/2010	17,84	19,86	18,74	18,56	19
22/03/2010	22,87	22,56	19,63	18,20	21
23/03/2010	24,65	22,69	18,56	18,26	21
24/03/2010	20,73	19,86	19,36	18,56	20
25/03/2010	20,63	21,48	20,56	20,36	21
26/03/2010	22,68	22,16	22,58	22,47	22
27/03/2010	20,89	22,12	20,56	21,65	21
28/03/2010	22,65	22,65	20,86	20,56	22
29/03/2010	18,66	17,69	18,66	17,56	18
30/03/2010	18,51	17,56	18,26	17,81	18
31/03/2010	22,26	21,56	19,37	18,89	21
	PROMEDIO MENSUAL				19,77

Fuente: Miriam Cevallos.

**GRÁFICO 2.3.2.6-1
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO.**



2.3.2.7 HUMEDAD RESIDUAL DEL BIZCOCHO SECO.

**TABLA 2.3.2.7-1
% HUMEDAD RESIDUAL**

FECHA / MUESTRA	% DE HUMEDAD RESIDUAL				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
	VALOR NORMA: Máx. 1,0%				
01/03/2010	0,45	0,42	0,39	0,37	0,41
02/03/2010	0,39	0,36	0,37	0,35	0,37
03/03/2010	0,42	0,40	0,45	0,47	0,44
04/03/2010	0,28	0,30	0,32	0,26	0,29
05/03/2010	0,36	0,40	0,20	0,23	0,30
06/03/2010	0,37	0,38	0,47	0,45	0,42
07/03/2010	0,29	0,35	0,28	0,29	0,30
08/03/2010	0,58	0,68	0,58	0,70	0,64
09/03/2010	0,47	0,38	0,62	0,52	0,50
10/03/2010	0,68	1,00	0,95	0,93	0,89
11/03/2010	0,56	0,47	0,61	0,58	0,56
12/03/2010	0,36	0,28	0,41	0,30	0,34
13/03/2010	0,67	0,58	0,85	0,62	0,68
14/03/2010	0,98	1,06	0,79	0,87	0,93
15/03/2010	0,78	0,85	0,95	0,84	0,86
16/03/2010	0,58	0,62	0,60	0,58	0,60
17/03/2010	0,35	0,42	0,50	0,38	0,41
18/03/2010	0,41	0,51	0,48	0,36	0,44
19/03/2010	0,52	0,58	0,48	0,56	0,54
20/03/2010	0,47	0,50	0,50	0,47	0,49
21/03/2010	0,48	0,39	0,50	0,50	0,47
22/03/2010	0,56	0,62	0,61	0,48	0,57
23/03/2010	0,46	0,52	0,48	0,37	0,46
24/03/2010	0,36	0,28	0,32	0,41	0,34
25/03/2010	0,60	0,54	0,51	0,48	0,53
26/03/2010	0,92	0,20	0,46	0,47	0,51
27/03/2010	0,67	0,65	0,58	0,52	0,61
28/03/2010	0,26	0,18	0,20	0,21	0,21
29/03/2010	0,19	0,21	0,23	0,34	0,24
30/03/2010	0,26	0,45	0,41	0,36	0,37
31/03/2010	0,32	0,35	0,29	0,20	0,29
	PROMEDIO MENSUAL:				0,5

Fuente: Miriam C.

**GRÁFICO 2.3.2.7-1
CARTA DE CONTROL DE LA VARIACIÓN DEL % HUMEDAD RESIDUAL.**



2.3.2.8 PROCESO DE ESMALTADO.

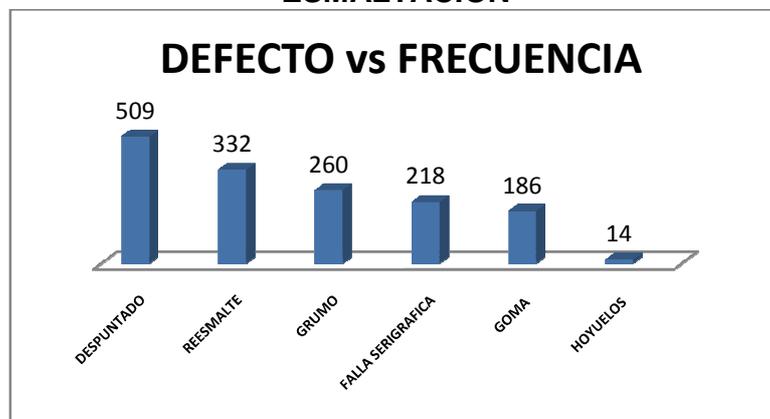
2.3.2.8.1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

TABLA 2.3.2.8.1-1
MUESTREO DE DEFECTOS (Condiciones Iniciales)

PRODUCTO ESMALTADO FORMATO 31x31						
PRODUCTO	DEFECTOS EN EL ESMALTADO					
	GRUMO	GOMA	DESPUNTADO	HOYUELOS	FALLA SERIGRAFICA	REESMALTE
BAHIA ROBLE	11	-	48	-	25	22
NEREO DESERT	10	-	25	-	-	9
NEREO ALMOND	8	-	29	-	-	9
PASO SABANA	15	-	21	-	1	18
PASO BLANCO	17	28	22	-	5	9
MANAOS ROBLE	19	13	24	-	20	8
CRETA BEIGE	14	6	40	5	21	12
CRETA AZUL	-	19	24	-	13	15
CRETA TURQUEZA	17	-	19	-	14	78
CRETA GRIS	32	-	36	-	9	37
NAPOLIS MARRÓN	22	-	19	-	8	39
NAPOLIS VERDE	12	-	31	-	6	23
NAPOLIS AZUL	26	-	22	-	16	12
TITANIUM GRIS	20	-	22	9	10	7
IPANEMA ROBLE	5	18	11	-	9	9
IGUAZU ROBLE	12	29	10	-	13	10
ALEJANDRIA MARRÓN	12	15	15	-	6	-
COTOPAXI MARRÓN	-	22	22	-	15	-
COTOPAXI AZUL	-	18	25	-	5	-
COTOPAXI VERDE	5	12	26	-	9	15
COTOPAXI ROSA	3	6	18	-	13	-
TOTAL	260	186	509	14	218	332

Fuente: Miriam Cevallos.

GRÁFICO 2.3.2.8.1.-1
HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE DEFECTOS EN LAS LÍNEAS DE ESMALTACIÓN



2.3.2.9 CLASIFICACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO.

TABLA 2.3.2.9-1

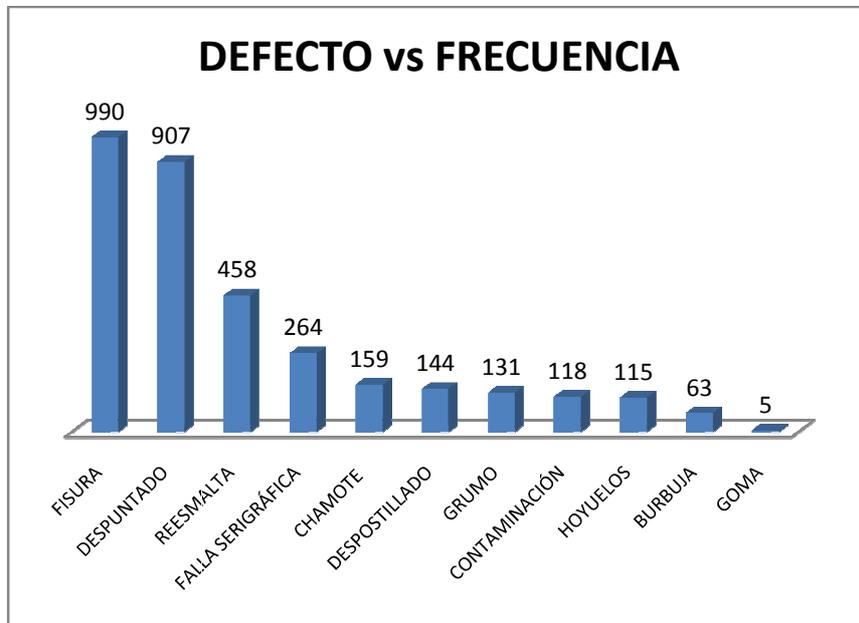
MUESTREO DE DEFECTOS

PRODUCTO TERMINADO MONOQUEMA FORMATO 31x31											
PRODUCTO	DEFECTOS EN EL CLASIFICADO (ABRIL 2010)										
	FISURA	CHAMOTE	GRUMO	GOMA	DESPUNTADO	HOYUELOS	CONTAMINACIÓN	BURBUJA	FALLA SERIGRAFICA	DESPOSTILLADO	REESMALTE
BAHIA ROBLE	56	-	65	-	78	6	20	-	58	-	38
NEREO DESERT	15	12	-	-	98	-	7	5	-	-	30
NEREO ALMOND	68	-	-	-	62	-	15	3	-	25	54
PASO SABANA	25	-	12	-	28	5	10	-	-	13	14
PASO BLANCO	68	24	-	-	30	-	-	-	-	36	8
MANAOS ROBLE	42	15	20	-	24	36	-	12	56	16	-
CRETA BEIGE	39	16	-	3	81	-	-	-	-	18	63
CRETA AZUL	51	8	-	2	42	-	5	-	44	-	27
CRETA TURQUEZA	39	-	-	-	36	-	8	-	3	-	13
CRETA GRIS	15	5	-	-	22	-	8	3	-	12	-
NAPOLIS MARRÓN	73	6	-	-	14	2	3	13	-	-	-
NAPOLIS VERDE	120	25	-	-	10	4	16	-	-	6	32
NAPOLIS AZUL	86	14	19	-	16	6	12	6	-	-	-
TITANIUM GRIS	-	-	5	-	39	-	4	-	2	-	46
IPANEMA ROBLE	69	-	3	-	26	43	3	2	16	-	-
IGUAZU ROBLE	68	9	-	-	29	12	1	11	52	-	38
ALEJANDRIA MARRÓN	62	-	-	-	29	-	5	-	19	8	12
COTOPAXI MARRÓN	18	4	-	-	24	-	-	-	-	10	16
COTOPAXI AZUL	34	11	6	-	68	-	1	6	8	-	28
COTOPAXI VERDE	23	6	-	-	88	1	-	2	4	-	20
COTOPAXI ROSA	19	4	1	-	63	-	-	-	2	-	19
TOTAL	990	159	131	5	907	115	118	63	264	144	458

Fuente: Miriam Cevallos.

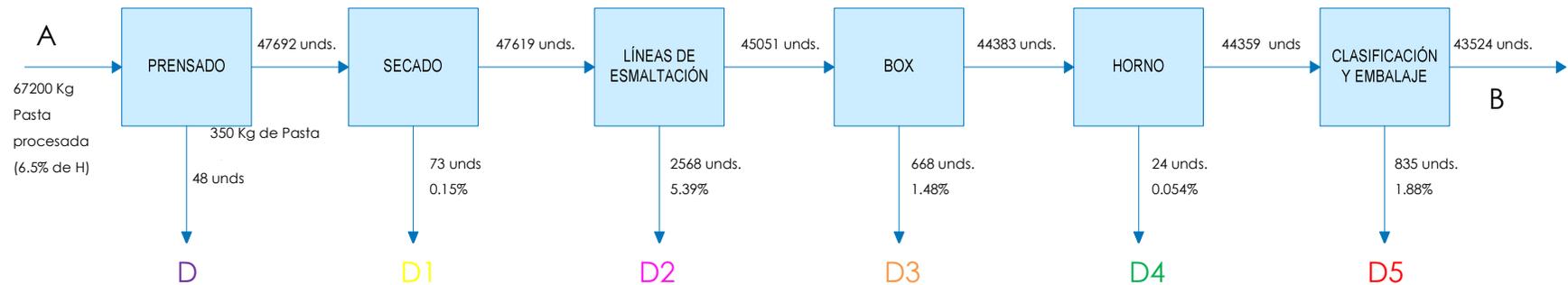
GRÁFICO 2.3.2.9-1

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE DEFECTOS EN PRODUCTO TERMINADO



Fuente: Miriam Cevallos.

2.3.2.10 CUANTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN MONOQUEMA.



DATOS DE 24 HORAS DE PRODUCCIÓN

PRODUCCION TOTAL: 4352,4m²

PROCESO	# DE PIEZAS DEFECTUOSAS	% DE BAJAS
Prensado	48	0,65
Secado	73	0,15
Esmaltación	2568	5,39
Almacenamiento	668	1,48
Cocción	24	0,054
Clasificación	835	1,88
TOTAL	4216	9,6

% DE CALIDAD DE PRODUCTO EMBALADO CORRESPONDIENTE A 24

HORAS DE PRODUCCION:

1º TURNO: Exportación 1310m² – 73.84%

Estándar 424m² – 23.90%

Segundas 20m² – 1.13%

Bajas 20m² – 1.13%

2º TURNO: Exportación 556m² – 48.52%

Estándar 544m² – 47.47%

Segundas 10m² – 0.87%

Bajas 36m² – 3.14%

3º TURNO: Exportación 880m² – 61.45%

Estándar 516m² – 36.03%

Segundas 5m² – 1.05%

Bajas 21m² – 1.47%

PRODUCCION TOTAL: 4352 m²

TOTAL BAJAS: 77 m²

2.3.3 DATOS ADICIONALES

2 Silos de almacenamiento rectangulares de pasta monoquema

- ✓ Formados por 22 anillos
- ✓ Capacidad = 44000 Kg c/u.
- ✓ Consumo por turno = 22400 Kg.

Box

- ✓ Capacidad = 1000 unds/box
- ✓ Cantidad = 40 Box
- ✓ Tiempo de descarga = 35 minutos

Horno

- ✓ Longitud = 79,8 m
- ✓ Ancho = 2,07 m
- ✓ Ciclo = 42 minutos

Clasificación

- ✓ Exportación = no se raya la unidad.
- ✓ Estándar = rayado (marcador de tinta fluorescente) en la mitad.
- ✓ Segundas = rayado en la parte lateral.

Embalaje (tres clases de calidad)

- ✓ Capacidad del cartón = 2m^2
- ✓ $2\text{m}^2 = 20$ unidades.

Capacidad por pallet = 72 cajas = 144m^2 .

CAPITULO

III

CAPITULO III

3 OPTIMIZACIÓN

3.1. CÁLCULOS

3.1.1 CÁLCULO DEL % DE HUMEDAD DE LA PASTA.

Teniendo en cuenta que para calcular el % de humedad (al igual que la humedad residual) siempre se utiliza muestras de 10 g, la fórmula que se aplica es la siguiente:

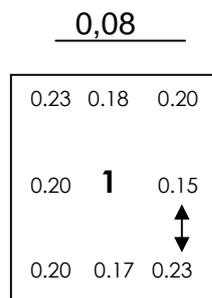
$$\% \text{ Humedad} = (H_1 - H_2) \times 10$$

$$\% \text{ Humedad} = (10 - 9,35) \times 10$$

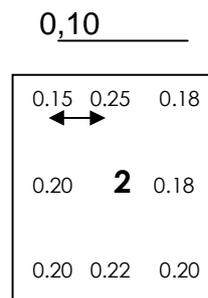
$$\% \text{ Humedad} = 6,5$$

3.1.2 CÁLCULO DE LA COMPACTACIÓN DE BIZCOCHOS.

El cálculo se realiza de forma directa basándose en las medidas tomadas con el durómetro.



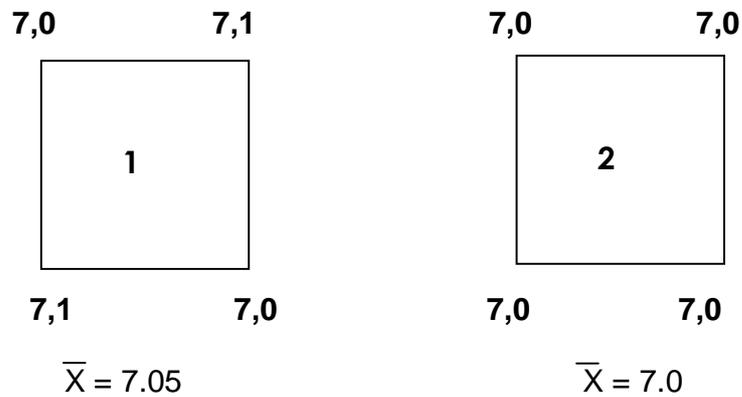
$$0,23 - 0,15 = 0,08\text{mm}$$



$$0,25 - 0,15 = 0,10\text{mm}$$

3.1.3 CÁLCULO DEL ESPESOR.

Se mide el espesor de las cuatro puntas del bizcocho con el calibrador, de los datos obtenidos se calcula la media.



3.1.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

Para realizar este cálculo es necesario obtener el dato de módulo de ruptura de las piezas crudas y secas, que es el resultado que se observa en el display del crómetro (equipo semiautomático), expresado en kg fuerza.

$$Rf = \frac{3FL}{2be^2} \quad \text{Ec. 3.1.4-1}$$

Dónde:

Rf = Resistencia a la flexión

F o Mo = Carga aplicada o Módulo de ruptura. (Lectura del equipo).

L = Distancia entre apoyos en cm (largo).

b = Sección de rotura en cm.

e = Espesor de la baldosa.

DATOS:

Mo = 1,2kg.

L = 29,0 cm.

b = 328,7mm.

e = 7,04mm.

$$Rf = \frac{3(1.2kg)(29cm)}{2(32.87cm)(0.704cm)^2}$$

$$Rf = \frac{104.4 kg}{32.58cm^2}$$

$$Rf = 3.204^{kg/cm^2}$$

3.1.5 CÁLCULO DE LA CAMA DEL HORNO.

Cama del horno= L * A / T

=79.8m * 5 unidades / 0.35m

= 1140 unidades

Dónde:

L = Longitud del horno (m.)

A = Unidades que entran en lo ancho del horno.

T = Tamaño de los bizcochos esmaltado (328.1mm + 0.20mm de separación entre las piezas).

Por lo tanto la cama del horno está formada por 1140 unidades las mismas que corresponden al ciclo (tiempo que tardan las piezas esmaltadas en atravesar el horno) de cocción que es de 42 minutos

3.1.6 BALANCE DE MASA.

3.1.6.1 BALANCE DE MASA PARA EL SECADERO EVA 70

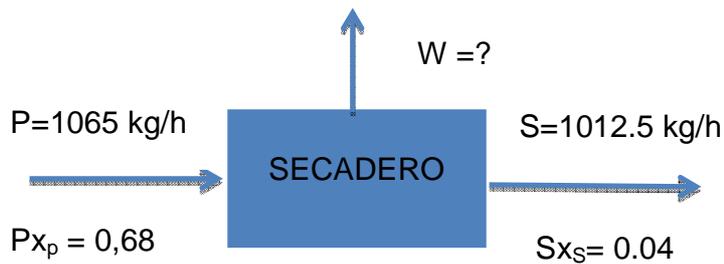
DATOS:

$P=1065 \text{ kg/h}$

$S=1012,5 \text{ kg/h}$

$Px_p = 0,68$

$Sx_s = 0.04$



DONDE:

P = Alimentación del secadero (producto prensado).

S = Producto seco.

W = Agua que se elimina.

Ecuación General para el proceso:

$$P = S + W \quad \text{Ec.3.1.6.1-1}$$

Utilizando las fracciones molares se tiene:

$$Px_p = Sx_s + W \quad \text{Ec. 3.1.6.1-2}$$

Reemplazando los valores se tiene

$$1065(0,68) = 1012,5(0,04) + W$$

$$724,2 = 40,5 + W$$

Por lo tanto:

$$W = 683,7 \text{ kg/h}$$

3.1.6.2 BALANCE DE MASA PARA EL HORNO SACMI 2070.

Masa entrada = masa que sale + gases de combustión.

$$14,82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 13,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 0,92 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La producción diaria que ingresa al horno Sacmi 2070 formato 31x31, con ciclo térmico de 40 minutos es:

$$Pd = \text{producción diaria} \frac{\text{m}^2}{\text{día}} = 4104 \text{ m}^2 / \text{día}$$

Conociendo la masa promedio de combustible (MC), al horno:

MC = volumen de combustible x densidad del combustible (diesel).

$$MC = 1028,08 \frac{\text{galones}}{\text{día}} \times 3,785 \frac{\text{l}}{\text{galon}} \times 0,848 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \times \frac{\text{día}}{24 \text{ horas}}$$

$$MC = 137,49 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

El consumo específico de combustible viene dado de la siguiente forma:

$$CE = \frac{MC \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{Pd \frac{\text{m}^2}{\text{día}}}$$

$$CE = \frac{137,49 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{171 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} = 0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ m}^2}{13,9 \text{ kg cocido}} = 0,1 \frac{\text{kg comb.}}{\text{kg cocido}}$$

3.2 RESULTADOS

3.2.1 PROCESO DE Prensado y Secado

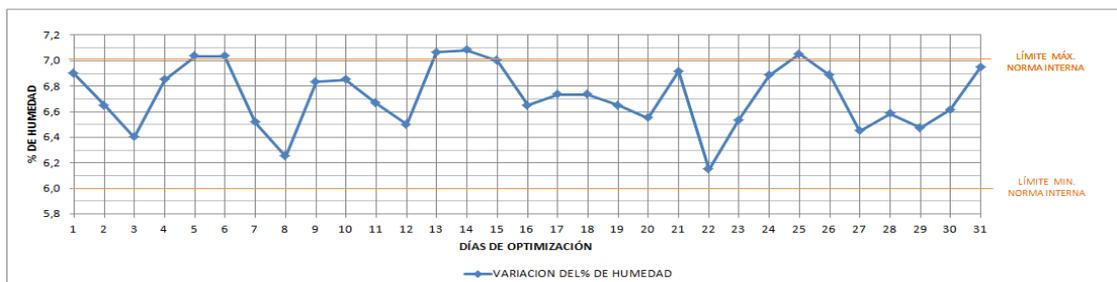
3.2.1.1 % DE HUMEDAD.

TABLA 3.2.1.1-1
DATOS DEL % DE HUMEDAD DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.

PORCENTAJE DE HUMEDAD DE PASTA							
VALOR DE NORMA: 6,0 - 7,0 %							
FECHA / MUESTRA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	MEDIA
1	7,0	7,0	6,8	7,0	6,8	6,8	6,9
2	6,7	6,5	6,7	6,7	6,6	6,7	6,7
3	6,3	6,1	6,3	6,8	6,5	6,4	6,4
4	7,0	6,9	6,7	6,9	6,9	6,7	6,9
5	6,4	7,0	7,3	7,1	7,1	7,3	7,0
6	7,1	7,0	7,0	6,9	7,0	7,2	7,0
7	6,5	6,3	6,8	6,6	6,5	6,4	6,5
8	6,6	6,6	5,8	5,8	6,0	6,0	6,1
9	6,4	6,8	6,8	6,8	7,0	7,2	6,8
10	6,8	6,8	6,9	6,8	6,8	7,0	6,9
11	6,8	6,7	6,7	6,5	6,5	6,8	6,7
12	6,9	6,3	6,4	6,6	6,5	6,3	6,5
13	7,0	7,1	7,1	7,0	7,1	7,1	7,1
14	7,3	7,0	7,1	7,1	7,0	7,0	7,1
15	7,3	6,9	7,0	6,9	6,8	7,1	7,0
16	6,6	6,3	6,9	7,0	6,7	6,4	6,7
17	7,1	6,9	6,9	6,8	6,5	6,2	6,7
18	7,1	6,8	6,8	7,0	6,2	6,5	6,7
19	6,9	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5	6,7
20	6,7	6,6	6,8	6,2	6,5	6,5	6,6
21	6,9	7,0	6,8	7,0	7,0	6,8	6,9
22	5,8	6,0	6,1	6,0	6,2	6,5	6,1
23	6,7	6,7	6,5	6,5	6,5	6,3	6,5
24	7,0	6,8	7,0	7,0	7,0	6,5	6,9
25	7,0	7,0	7,1	7,2	6,9	7,1	7,1
26	7,2	6,9	6,9	6,8	6,8	6,7	6,9
27	6,2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
28	6,3	6,2	6,8	6,6	6,8	6,8	6,6
29	6,3	6,4	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5
30	6,6	6,7	6,6	6,7	6,7	6,4	6,6
31	7,3	7,0	6,7	7,0	7,2	6,5	7,0
PROMEDIO MENSUAL							6,7

Fuente: Miriam C.

GRAFICO 3.2.1.1-1
CARTA DE CONTROL DEL % DE HUMEDAD DURANTE LA OPTIMIZACIÓN



3.2.1.2 COMPACTACIÓN O PENETROMETRÍA.

TABLA 3.2.1.2-1

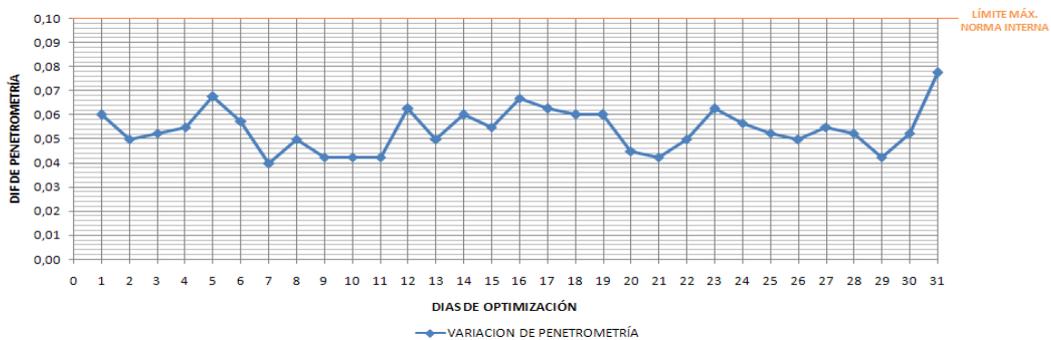
DATOS DE COMPACTACIÓN DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.

FECHA / MUESTRA	COMPACTACIÓN O PENETROMETRÍA				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
1	0,06	0,08	0,06	0,04	0,06
2	0,05	0,06	0,03	0,06	0,05
3	0,07	0,06	0,02	0,06	0,05
4	0,03	0,08	0,05	0,06	0,06
5	0,06	0,06	0,09	0,06	0,07
6	0,01	0,06	0,08	0,08	0,06
7	0,06	0,03	0,02	0,05	0,04
8	0,09	0,02	0,03	0,06	0,05
9	0,04	0,06	0,05	0,02	0,04
10	0,06	0,04	0,01	0,06	0,04
11	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
12	0,05	0,08	0,05	0,07	0,06
13	0,06	0,03	0,09	0,02	0,05
14	0,09	0,05	0,06	0,04	0,06
15	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06
16	0,10	0,06	0,06	0,05	0,07
17	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06
18	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06
19	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06
20	0,09	0,03	0,03	0,03	0,05
21	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
22	0,02	0,06	0,05	0,04	0,04
23	0,05	0,07	0,08	0,05	0,06
24	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
25	0,05	0,08	0,06	0,02	0,05
26	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05
27	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06
28	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05
29	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04
30	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
31	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08
	PROMEDIO MENSUAL				0,05

Fuente: Miriam Cevallos

GRAFICO 3.2.1.2-1

CARTA DE CONTROL DE LA COMPACTACIÓN DURANTE LA OPTIMIZACIÓN



3.2.1.3 ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO.

**TABLA 3.2.1.3-1
DATOS DE ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO DURANTE LA
OPTIMIZACIÓN.**

FECHA	ESPESOR, DIMENSIÓN Y DIFERENCIA DE PESO PIEZA CRUDA		
	ESPESOR (mm) NORMA: 7,1 ± 0,1	DIMENSIÓN (mm) NORMA: 328,5 - 329,0	DIFERENCIA DE PESO NORMA: MAX. 1,0%
1	7,06	328,7	0,60
2	7,00	328,9	0,80
3	6,93	328,5	0,50
4	7,00	328,5	0,29
5	7,10	328,5	0,58
6	6,89	328,7	0,90
7	7,04	329,0	1,25
8	7,00	328,9	1,15
9	7,00	329,0	1,00
10	7,00	329,0	0,54
11	7,01	329,0	0,65
12	7,10	328,7	0,52
13	7,00	328,7	0,16
14	7,10	328,7	0,23
15	6,94	328,7	0,54
16	7,00	328,7	0,36
17	7,00	328,9	0,68
18	7,00	328,8	0,50
19	7,00	328,7	0,23
20	7,00	328,9	0,65
21	7,00	328,8	0,42
22	7,10	328,9	0,23
23	6,98	328,8	0,54
24	7,10	328,1	0,74
25	6,98	328,7	0,60
26	7,05	328,7	0,21
27	7,10	328,5	1,65
28	7,10	328,5	1,23
29	7,15	328,6	0,69
30	7,20	328,6	0,36
31	7,20	328,5	0,58
PROMEDIO MENSUAL	7,04	328,71	0,63

Fuente: Miriam Cevallos

GRÁFICO 3.2.1.3-1
CARTA DE CONTROL DEL ESPESOR DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN

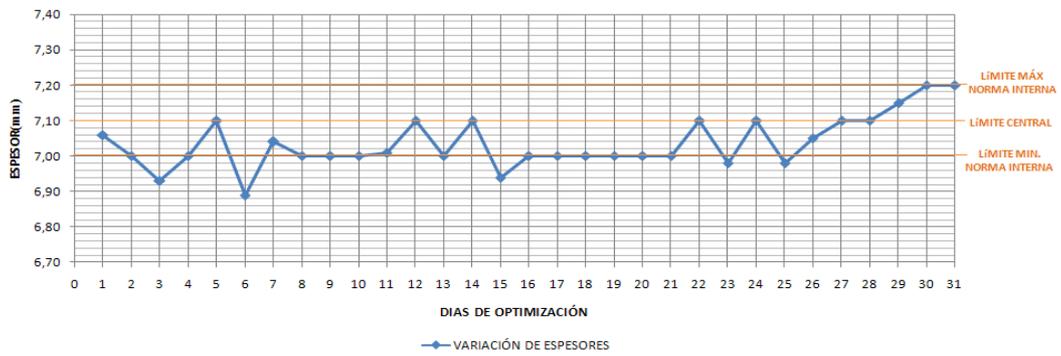


GRÁFICO 3.2.1.3-2
CARTA DE CONTROL DE LA DIMENSIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN

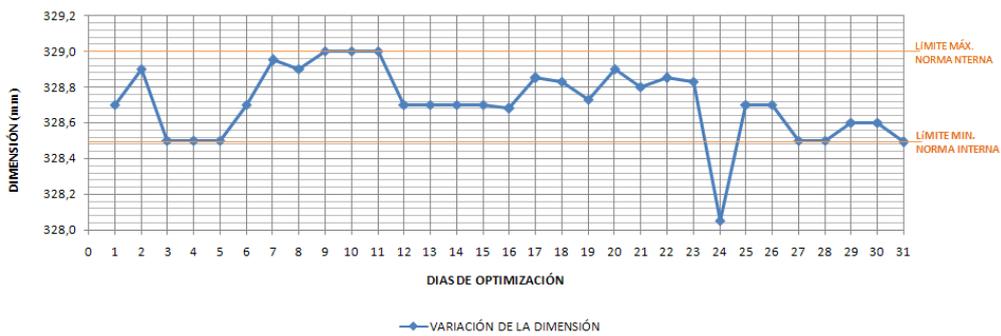


GRÁFICO 3.2.1.3-3
CARTA DE CONTROL DE LA DIFERENCIA DE PESO DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.



3.2.1.4 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

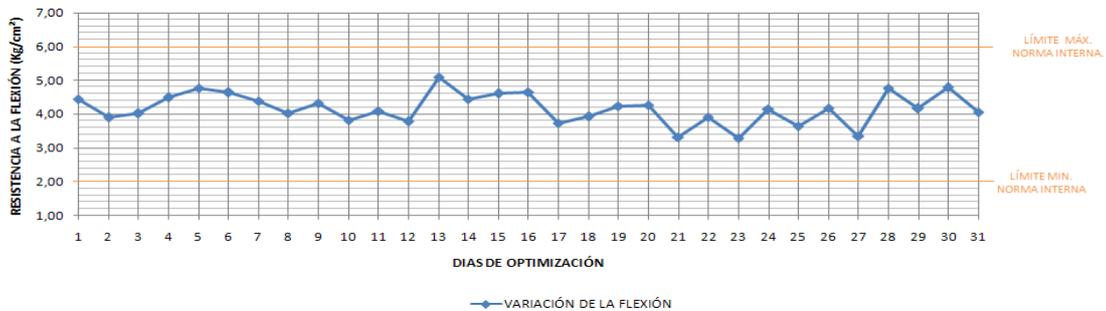
TABLA 3.2.1.4-1

DATOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO					
VALOR DE NORMA: 2 - 6 Kg/cm ²					
FECHA / MUESTRA	M1	M2	M3	M4	MEDIA
1	4,01	3,98	4,59	5,23	4,45
2	3,48	3,65	4,23	4,20	3,89
3	3,20	4,50	4,80	3,54	4,01
4	4,75	5,61	4,36	3,22	4,49
5	4,56	5,23	5,28	4,00	4,77
6	3,65	4,68	5,64	4,56	4,63
7	4,71	4,58	3,66	4,58	4,38
8	3,56	4,02	3,96	4,56	4,03
9	4,27	4,66	3,48	4,86	4,32
10	3,68	4,26	3,66	3,66	3,82
11	3,74	2,64	5,28	4,68	4,09
12	4,13	3,66	3,66	3,66	3,78
13	4,53	3,43	4,71	7,71	5,10
14	3,26	4,88	4,32	5,28	4,44
15	5,25	3,25	4,65	5,28	4,61
16	4,62	3,66	5,68	4,68	4,66
17	2,64	2,18	5,28	4,85	3,74
18	3,15	3,66	4,28	4,62	3,93
19	4,26	4,56	3,85	4,28	4,24
20	3,43	3,66	5,28	4,67	4,26
21	2,09	3,66	3,85	3,65	3,31
22	3,45	4,28	3,66	4,28	3,92
23	2,64	2,64	4,00	3,85	3,28
24	2,71	3,85	5,46	4,54	4,14
25	3,66	4,54	2,68	3,66	3,64
26	2,45	5,68	4,28	4,28	4,17
27	3,05	2,96	3,69	3,66	3,34
28	5,68	5,24	3,87	4,28	4,77
29	4,53	4,62	3,85	3,66	4,17
30	3,68	5,63	4,56	5,28	4,79
31	4,38	4,00	4,15	3,69	4,06
Fuente: Miriam C.				PROMEDIO MENSUAL	4,17

GRÁFICO 3.2.1.4-1

CARTA DE CONTROL DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO CRUDO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.



3.2.1.5 TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SDECADERO.

TABLA 3.2.1.5-1

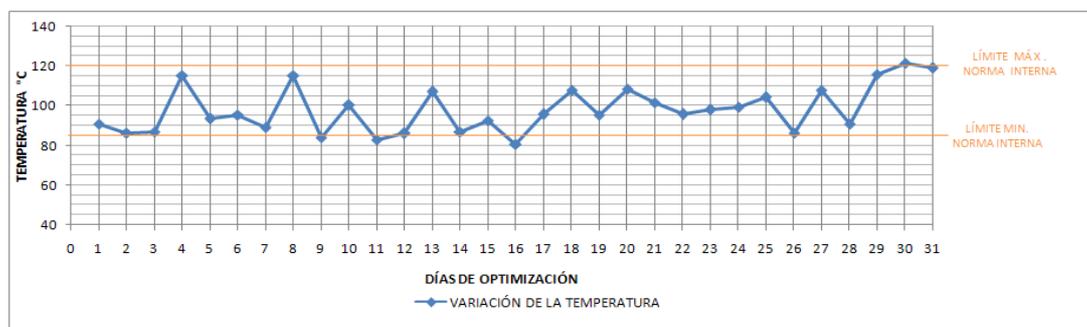
DATOS DE LA TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.

FECHA / MUESTRA	TEMPERATURA				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
	VALOR DE NORMA: 85 - 120 C				
1	90	85	90	98	91
2	89	81	86	90	87
3	86	86	86	89	87
4	110	102	125	125	116
5	99	85	89	101	94
6	100	88	95	98	95
7	86	98	85	87	89
8	102	120	120	120	116
9	85	85	83	84	84
10	98	95	103	105	100
11	89	78	80	85	83
12	86	85	87	86	86
13	105	103	110	110	107
14	84	89	85	89	87
15	95	90	92	94	93
16	87	76	79	80	81
17	95	92	98	98	96
18	104	106	112	110	108
19	98	96	92	95	95
20	109	103	112	110	109
21	102	100	98	106	102
22	92	98	96	97	96
23	96	102	98	96	98
24	102	95	98	102	99
25	115	112	92	98	104
26	84	92	85	84	86
27	98	100	118	115	108
28	95	85	89	95	91
29	125	110	112	117	116
30	114	128	122	122	122
31	116	120	120	120	119
	PROMEDIO MENSUAL				98,1

Fuente: Miriam Cevallos.

GRÁFICO 3.2.1.5-1

CARTA DE CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL BIZCOCHO A LA SALIDA DEL SECADERO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN.



3.2.1.6 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

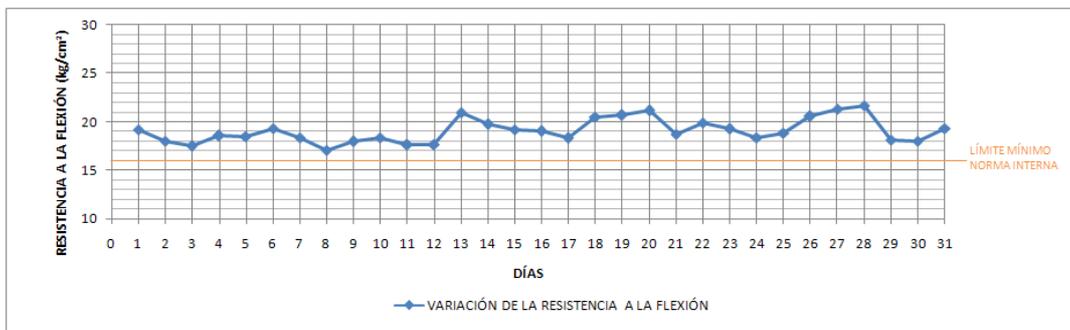
TABLA 3.2.1.6-1

DATOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.

FECHA / MUESTRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
1	18,06	17,84	20,55	20,20	19
2	19,30	15,63	18,36	18,64	18
3	17,84	18,23	16,05	17,81	17
4	19,00	18,36	19,23	17,62	19
5	19,00	19,23	18,36	17,25	18
6	19,80	18,56	20,20	18,64	19
7	16,96	20,05	18,84	17,62	18
8	16,00	19,06	15,36	17,86	17
9	85,00	18,00	18,26	18,96	35
10	17,00	68,00	18,36	20,16	31
11	17,46	17,00	17,65	18,36	18
12	18,00	36,00	18,56	17,56	23
13	18,56	21,56	22,16	21,68	21
14	20,18	17,36	21,36	20,04	20
15	20,72	18,69	19,37	17,95	19
16	18,65	17,36	21,24	18,89	19
17	17,36	17,58	19,56	18,69	18
18	20,56	18,96	20,86	21,47	20
19	19,23	21,56	22,66	19,26	21
20	23,00	19,68	21,56	20,36	21
21	17,63	19,86	18,74	18,56	19
22	21,56	20,15	19,63	18,20	20
23	20,00	19,25	18,56	19,26	19
24	18,36	17,23	19,36	18,56	18
25	15,78	18,63	20,56	20,36	19
26	19,36	20,15	22,58	2015,00	519
27	20,89	22,12	20,56	21,65	21
28	22,65	22,65	20,86	20,56	22
29	18,66	17,69	18,66	17,56	18
30	18,51	17,56	18,26	17,81	18
31	20,14	19,74	18,56	18,89	19
Fuente: Miriam Cevallos.				PROMEDIO MENSUAL	36,28

GRÁFICO 3.2.1.6-1

CARTA DE CONTROL DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BIZCOCHO SECO DURANTE LA OPTIMIZACIÓN



3.2.1.7 % DE HUMEDAD RESIDUAL

TABLA 3.2.1.7-1
DATOS DE % DE HUMEDAD RESIDUAL DURANTE EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN.

FECHA / MUESTRA	% DE HUMEDAD RESIDUAL				MEDIA
	M1	M2	M3	M4	
	VALOR NORMA: Máx. 1,0%				
1	0,50	0,40	0,40	0,60	0,48
2	0,60	0,36	0,40	0,35	0,43
3	0,25	0,40	0,45	0,47	0,39
4	0,23	0,30	0,32	0,26	0,28
5	0,38	0,40	0,20	0,23	0,30
6	0,35	0,38	0,47	0,45	0,41
7	0,32	0,35	0,28	0,29	0,31
8	0,30	0,40	0,40	0,20	0,33
9	0,45	0,38	0,62	0,40	0,46
10	0,30	0,50	0,20	0,20	0,30
11	0,60	0,50	0,20	0,20	0,38
12	0,30	0,75	0,41	0,50	0,49
13	0,20	0,20	0,50	0,40	0,33
14	0,20	0,40	0,50	0,50	0,40
15	0,26	0,35	0,60	0,50	0,43
16	0,60	0,50	0,50	0,40	0,50
17	0,35	0,42	0,50	0,38	0,41
18	0,39	0,62	0,48	0,36	0,46
19	0,54	0,36	0,48	0,56	0,49
20	0,47	0,50	0,50	0,47	0,49
21	0,48	0,39	0,50	0,50	0,47
22	0,50	0,62	0,61	0,48	0,55
23	0,50	0,50	0,48	0,37	0,46
24	0,22	0,40	0,50	0,20	0,33
25	0,45	0,54	0,51	0,48	0,50
26	0,80	0,20	0,46	0,47	0,48
27	0,20	0,20	0,40	0,50	0,33
28	0,26	0,60	0,20	0,21	0,32
29	0,20	0,21	0,23	0,34	0,25
30	0,25	0,20	0,50	0,36	0,33
31	0,30	0,10	0,29	0,20	0,22
	PROMEDIO MENSUAL:				0,4

Fuente: Miriam Cevallos.

GRÁFICO 3.2.1.7-1

CARTA DE CONTROL DEL % DE HUMEDAD RESIDUAL DURANTE LA OPTIMIZACIÓN



3.2.2 LINEAS DE ESMALTACIÓN 1 Y 2.

TABLA 3.2.2-1

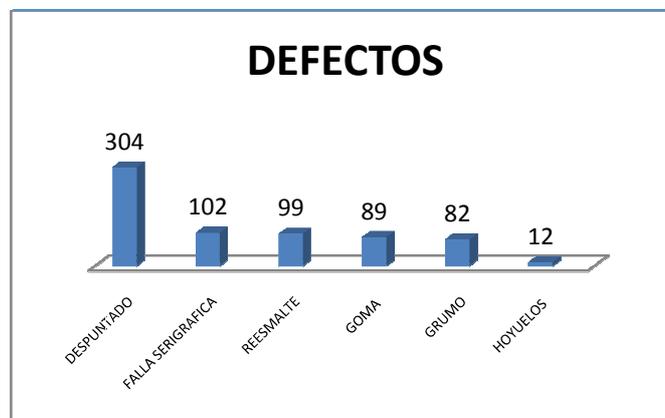
DATOS RECOLECTADOS DURANTE LA ETAPA DE OPTIMIZACIÓN

PRODUCTO ESMALTADO MONOQUEMA FORMATO 31x31						
PRODUCTO	DEFECTOS EN EL ESMALTADO					
	GRUMO	GOMA	DESPUNTADO	HOYUELOS	FALLA SERIGRAFICA	REESMALTE
BAHIA ROBLE	-	-	18	-	15	15
NEREO DESERT	6	-	20	-	-	10
NEREO ALMOND	-	-	15	-	-	2
PASO SABANA	-	-	10	-	-	5
PASO BLANCO	-	-	-	-	-	9
MANAOS ROBLE	10	5	26	-	18	8
CRETA BEIGE	-	6	5	-	15	9
CRETA AZUL	-	10	23	-	-	5
CRETA TURQUEZA	-	-	19	-	-	16
CRETA GRIS	5	-	15	-	6	-
NAPOLES MARRÓN	12	-	36	-	8	-
NAPOLES VERDE	12	6	29	-	-	-
NAPOLES AZUL	10	5	-	-	-	8
TITANIUM GRIS	-	-	-	-	-	-
IPANEMA ROBLE	10	20	-	5	10	-
IGUAZU ROBLE	9	19	-	5	12	6
ALEJANDRIA MARRÓN	-	-	18	-	-	-
COTOPAXI MARRÓN	-	-	20	-	10	-
COTOPAXI AZUL	-	-	22	-	-	-
COTOPAXI VERDE	-	-	14	-	-	-
COTOPAXI ROSA	-	-	14	-	-	-
FORTE AZUL	5	6	-	2	6	3
TITANIUM BEIGE	3	-	-	-	2	3
SAN ANDRES BEIGE	-	-	-	-	-	-
SAN ANDRES ROSA	-	8	-	-	-	-
SAN ANDRES VERDE	-	4	-	-	-	-
TOTAL	82	89	304	12	102	99

Fuente: Miriam Cevallos

GRÁFICO 3.2.2.1-1

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LOS DEFECTOS.



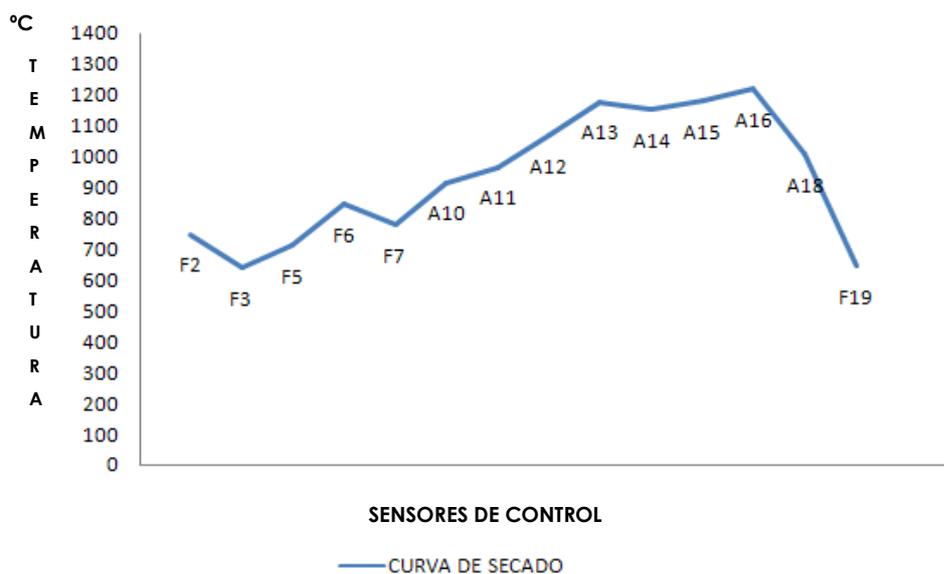
3.2.3 CURVA DE SECADO DEL HORNO MONOQUEMA SACMI 2070

TABLA 3.2.3-1
DATOS DE LOS SENSORES UBICADOS EN LAS TRES ZONAS DEL HORNO

		HORNO MONOQUEMA 2070				
		SENSORES	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	PROMEDIO
PRECALENTAMIENTO	F2	775	729	741	748	
	F3	603	681	638	641	
	F5	698	724	711	711	
	F6	800	816	919	845	
	F7	768	786	780	778	
COCCIÓN O QUEMADO	A10	968	960	818	915	
	A11	998	980	920	966	
	A12	1083	1061	1061	1068	
	A13	1181	1174	1178	1178	
	A14	1151	1150	1150	1150	
	A15	1177	1180	1180	1179	
	A16	1212	1221	1220	1218	
ENFRIAMIENTO	A18	993	1012	1020	1008	
	F19	680	630	630	647	

Fuente: Miriam Cevallos.

GRÁFICO 3.2.3-1
CURVA DE SECADO DEL HORNO MONOQUEMA SACMI 2070



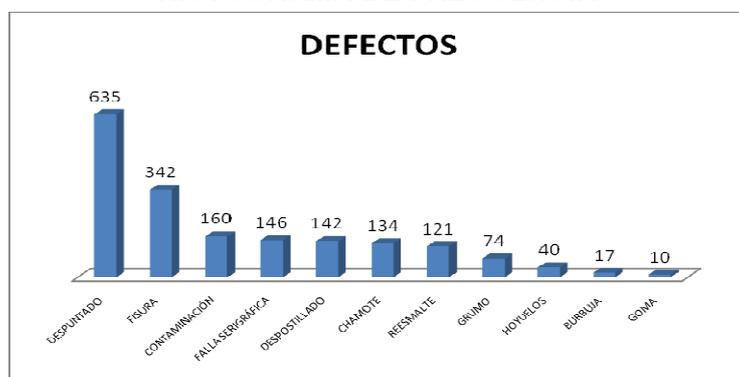
3.2.4 CLASIFICACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO

**TABLA 3.2.4-1
DATOS RECOLECTADOS DURANTE LA ETAPA DE OPTIMIZACIÓN**

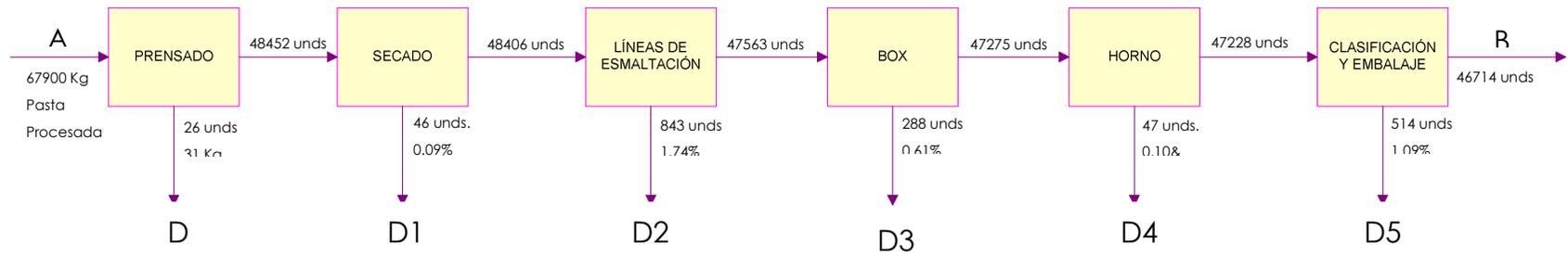
PRODUCTO TERMINADO MONOQUEMA FORMATO 31x31											
PRODUCTO	DEFECTOS EN EL CLASIFICADO										
	FISURA	CHAMOTE	GRUMO	GOMA	DESPUNTADO	HOYUELOS	CONTAMINACIÓN	BURBUJA	FALLA SERIGRAFICA	DESPOSTILLADO	REESMALTE
BAHIA ROBLE	15	2	3	2	30	-	9	-	13	4	12
NEREO DESERT	-	-	-	-	32	-	25	-	-	-	5
NEREO ALMOND	-	-	-	-	15	-	23	5	2	10	-
PASO SABANA	25	-	12	-	28	-	12	-	-	13	-
PASO BLANCO	-	-	-	-	5	-	-	-	-	36	8
MANAOS ROBLE	28	5	6	-	16	-	-	-	20	-	14
CRETA BEIGE	15	26	-	-	34	-	-	-	-	6	-
CRETA AZUL	19	8	-	-	56	-	12	-	5	-	30
CRETA TURQUEZA	-	10	-	-	25	-	5	-	6	10	-
CRETA GRIS	-	14	-	-	46	-	5	3	-	8	6
NAPOLES MARRÓN	25	8	8	-	10	23	-	-	12	6	-
NAPOLES VERDE	10	25	-	-	10	-	10	-	-	-	-
NAPOLES AZUL	5	-	25	-	30	-	20	-	-	-	12
TITANIUM GRIS	-	-	5	-	39	-	4	-	2	-	-
IPANEMA ROBLE	22	-	9	5	30	16	15	5	18	-	-
IGUAZU ROBLE	32	-	6	3	15	-	5	-	18	-	-
ALEJANDRIA MARRÓN	-	12	-	-	35	-	-	-	19	8	12
COTOPAXI MARRÓN	18	4	-	-	24	-	-	-	-	-	12
COTOPAXI AZUL	16	5	-	-	15	-	-	-	9	12	-
COTOPAXI VERDE	36	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-
COTOPAXI ROSA	12	4	-	-	22	-	-	-	-	-	5
FORTE AZUL	15	-	-	-	41	-	7	2	-	-	5
TITANIUM BEIGE	-	-	-	-	13	1	-	-	5	7	-
SAN ANDRES BEIGE	-	-	-	-	5	-	3	2	-	10	-
SAN ANDRES ROSA	26	5	-	-	15	-	5	-	-	-	-
SAN ANDRES VERDE	23	6	-	-	20	-	-	-	17	12	-
TOTAL	342	134	74	10	635	40	160	17	146	142	121

Fuente: Miriam Cevallos.

**GRÁFICO 3.2.4.1-1
HISTOGRAMA DE FRECUENCIA**



3.2.5 CUANTIFICACIÓN DE BAJAS.



DATOS DE 24 HORAS DE PRODUCCIÓN

PRODUCCION TOTAL: 4671,4m²

PROCESO	# DE PIEZAS DEFECTUOSAS	% DE BAJAS
Prensado	26	0,10
Secado	46	0,09
Esmaltación	843	1,74
Almacenamiento	288	0,61
Cocción	47	0,10
Clasificación	514	1,09
TOTAL	1764	3,73%

% DE CALIDAD DE PRODUCTO EMBALADO CORRESPONDIENTE A 24 HORAS DE PRODUCCION DE LA ETAPA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO:

1º TURNO: Exportación	1168m ² – 80.72%
Estándar	210m ² – 14.51%
Segundas	59m ² – 4.08%
Bajas	10m ² -- 0.69%

2º TURNO: Exportación	1218m ² – 76.36%
Estándar	326m ² – 20.44%
Segundas	41m ² – 2.57%
Bajas	10m ² – 0.63%

3º TURNO: Exportación	1478m ² – 70.34%
Estándar	572m ² – 27.23%
Segundas	21m ² – 0.99%
Bajas	30m ² – 1.44%

PRODUCCION TOTAL: 5143m².

TOTAL DE BAJAS: 50m².

3.2 PROPUESTA

Luego de identificar cada una de las variables que están involucradas en el proceso para la fabricación de baldosas monoquema de formato 31x31, se notó la necesidad de realizar la optimización en el proceso, mediante un seguimiento continuo de su línea de trabajo para mejorar su calidad y producción, disminuyendo sustancialmente los costes de fabricación, materia prima y tiempos muertos.

Para lograr la optimización se propone lo siguiente:

CICLO DE DEMING – MEJORA CONTINUA



Dónde:

1 Explorar de forma visual cada una de las etapas.

2 Planificar con las personas responsables de cada área la manera en la que se va desarrollar la optimización.

3 Desarrollar el plan de mejora productiva con la debida colaboración del personal previamente instruido.

4Verificar el cumplimiento de cada una de las funciones y actividades designadas.

5 Actuar, es decir una vez evaluado el alcance de la actividad desarrollada en base al plan de mejora continua, se examina la necesidad de implementar o no en la producción.

El objetivo primordial de la optimización de este proceso es disminuir los desperdicios considerados como bajas de 9,6% a máximo 2% de la producción diaria total, con la utilización adecuada del plan estratégico en el que se detalla la actividad, frecuencia, tiempos y responsabilidad de cada uno de los departamentos que conforman Ecuacerámica, con la finalidad de incrementar su producción generando mayores ingresos económicos.

3.3.1 PLAN ESTRATÉGICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PRODUCTO

MONOQUEMA 31 X31.

ÁREA	MÁQUINAS	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
ALMACENAMIENTO DE PASTA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Silos Monoquema 1 y 2 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la humedad de la pasta de los dos silos al inicio de cada turno. ✓ Revisar que no existan contaminantes en las bandas transportadoras. ✓ Recolectar la pasta proveniente del residuo de la prensa, evitando la contaminación para que sea reutilizada sin tratamiento previo. 	<p>Supervisor de Control de Calidad.(Dos veces por turno)</p> <p>Operadores del Atomizador (cada hora).</p>
PRENSADO Y SECADO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PH-680/1 ✓ PH-680/2 ✓ Secadero vertical EVA 70 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control visual de la presión, ciclos de prensado, temperatura del secadero, temperatura de salida de los bizcochos, defectos. ✓ Medición de espesores y control de peso. ✓ Manipulación de máquinas solo por personal autorizado o previamente capacitado. ✓ Mantenimiento preventivo de las máquinas. 	<p>Supervisores de control de calidad (dos veces por turno).</p> <p>Operadores y mecánicos de las prensas. (cada hora)</p> <p>Personal de mantenimiento.(una vez por semana)</p>
LÍNEAS DE ESMALTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cabinas para agua. ✓ Vela engobe y esmalte). ✓ Decoradora. ✓ Granilladora. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar el control de peso de cada una de las capas de agua, engobe, esmalte y granilla se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las fichas técnicas de cada producto, y con una periodicidad de media hora. ✓ Medición de viscosidad y densidad del engobe, esmalte y tintas. ✓ Concienciar al personal sobre la buena manipulación de los materiales para evitar el consumo innecesario. ✓ Capacitar al personal sobre la disposición final que se debe dar al engobe, esmalte y tintas, para reducir la contaminación del agua. 	<p>Supervisores de control de calidad (dos veces por turno).</p> <p>Supervisor de la línea de esmaltación.(cada hora)</p> <p>Operadores de cada una de las máquinas (cada 30min o cuando el operador crea pertinente).</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar pruebas de los productos con anterioridad para determinar el matiz. ✓ Actualizar si es necesario los patrones de engobes esmaltes y tintas una vez que la producción sea aprobada. 	<p>Dos horas antes de cambiar de producto.</p> <p>Frecuencia: cada vez que se cambie de producto.</p>
ALMACENAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vagonetas o Box. ✓ Cargadora ✓ Descargadora 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inspección visual de las unidades provenientes de la línea de esmaltación. ✓ Retirar las unidades defectuosas y/o rotas. ✓ Detener de forma inmediata el funcionamiento de las bandas en caso de observar amontonamiento de unidades. ✓ Revisar el estado de funcionamiento de las máquinas. 	<p>Supervisor de la línea de esmaltación.(cada hora)</p> <p>Operador de cada máquina. (Cada hora)</p> <p>Personal de mantenimiento.(una vez por semana)</p>
COCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Horno SACMI 2070 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control de temperaturas a lo largo del horno. ✓ Revisar que los quemadores estén limpios y buen funcionamiento. ✓ Realizar mantenimiento preventivo eléctrico y mecánico. 	<p>Operadores del horno.(cada 30 min)</p> <p>Personal de mantenimiento.(semanal)</p>
CLASIFICACIÓN Y EMBALAJE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bandas transportadoras ✓ Cabina de clasificación visual. ✓ Clasificación mecánica. ✓ Apiladora y Encartonadora 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisar continuamente las bandas para evitar choques y caídas del producto. ✓ Capacitar e instruir de forma adecuada sobre los criterios de clasificación estipulados en la documentación de la empresa. ✓ Verificar la calidad visual de los productos. ✓ Mantenimiento y calibración continúa de los equipos y maquinaria. ✓ Revisar el stock de cartón de las diferentes calidades, ✓ Actualizar los patrones de los diferentes productos elaborados. 	<p>Supervisores del área de elaborados.(cada hora.)</p> <p>Aseguramiento y control de calidad. Capacitación quincenal.</p> <p>Personal asignado para la clasificación.</p>

Fuente. Miriam Cevallos

3.3.2 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO.

ACTIVIDADES	SEMANA																											
	1							2							3							4						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
REVISIÓN DE NIVELES DE ACEITE			■							■							■							■				
LUBRICACIÓN	■					■				■						■					■						■	
REVISIÓN ELÉCTRICA											■													■				
REVISIÓN MECÁNICA		■				■				■				■					■				■				■	
REVISIÓN MOTORES				■							■								■							■		

Fuente: Miriam Cevallos

La utilización adecuada del cronograma de mantenimiento detallado, conlleva a garantizar la operatividad de los equipos y máquinas, optimizando tiempos y costos, a través de un adecuado programa de mantenimiento preventivo, satisfaciendo por completo las necesidades de la empresa, trabajando en equipo para alcanzar una meta en común.

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CADA UNA DE LAS MÁQUINAS.

Los parámetros que se deben evaluar cuando se realiza el mantenimiento preventivo en cada máquina son:

3.3.2.1.1 PRENSAS.

- ✓ Verificar el apriete de tuercas y pérdidas de aceite en el expulsor.
- ✓ Identificar si se está lubricando los casquillos del travesaño.
- ✓ Lubrique los casquillos del travesaño.
- ✓ Chequee el apriete de acoples, si hay fugas de aceite, identificar el lugar de procedencia.
- ✓ Chequee el apriete de racors de tubos flexibles, rígidos, y acumuladores.
- ✓ Verificar el nivel de aceite en el motoreductor del carro.
- ✓ Identifique el número de horas desde el último cambio de aceite.

3.3.2.1.2 MESAS TRANSPORTADORAS DESPUÉS DE LAS PRENSAS.

- ✓ Verifique el estado de las guías y bandas.
- ✓ Revise el estado de las poleas.
- ✓ Verifique las bandas o cadenas de las transmisiones.
- ✓ Verifique el estado de los transmisores.
- ✓ En los rodillos de la mesa, revise el estado de los casquillos.
- ✓ Revise y complete si es necesario el nivel de aceite en los motovariadores.
- ✓ Limpie y lubrique todas las chumaceras.
- ✓ Limpie y lubrique las cadenas existentes.

3.3.2.1.3 SECADERO

- ✓ Control de posición y funcionamiento de compuertas automáticas.
- ✓ Si existe verifique el estado de las bandas d los ventiladores.
- ✓ Verifique la tensión de las bandas y cadenas.
- ✓ Controle la posición de rodillos y la eficiencia del acople en grupo de mandriles.
- ✓ Controle pérdidas de aceite de motoreductores y motovariadores.
- ✓ Controle el nivel de aceite en la central de lubricación automática.
- ✓ Engrase los mandriles del secadero.
- ✓ Lubrique los brazos de las canastillas y los cojinetes de separaciones.
- ✓ Engrase los rodamientos de eje superior de las canastas.
- ✓ Verifique el sistema de lubricación de los rodamientos.
- ✓ Engrasar los motores en general.

3.3.2.1.4 CARGADORA Y DESCARGADORA.

- ✓ Revisar el estado de guías y bandas.
- ✓ Controle la posición de los rodillos.
- ✓ Engrase los rodamientos y verifique el nivel de aceite.
- ✓ Limpie continuamente el tablero de mando.

3.3.2.1.5 HORNO.

Revisión eléctrica.

- ✓ Limpie todos los motovariadores.
- ✓ Revisar el nivel de aceite.
- ✓ Limpiar el tablero de mando.

- ✓ Revisión y registro del AMP/VOLT.
- ✓ Revisar los elementos eléctricos, cables.
- ✓ Chequear todos los motores (temperatura, vibración y ruidos).

Revisión mecánica y de lubricación.

- ✓ Limpiar el horno y todos sus componentes.
- ✓ Verifique el sistema de movimentación y sus componentes.
- ✓ Verifique el estado de las cadenas de motorización.
- ✓ Verificar sobrecalentamientos e integridad de los ductos de enfriamiento rápido.
- ✓ Revisar las bandas y poleas de los ventiladores.
- ✓ Lubricar los rodamientos de los motores y ejes.

Todas las observaciones y/o novedades, así como los repuestos utilizados, el tiempo empleado y la persona que lo realizo deben ser detalladas en las hojas de control, para posteriormente ser archivados y tener un registro del mantenimiento realizado.

3.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los datos obtenidos del estudio, control e inspección continua de las variables del proceso, producto, defectos, cuantificación y balances de masa correspondientes a la optimización del proceso Monoquema, se llevó a cabo análisis comparativos para cada etapa.

3.4.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD REALIZADOS EN LA ETAPA DE PRENSADO Y SECADO.

Siendo el prensado la etapa inicial de conformación del producto propiamente dicho, y en el cual se evalúan la mayor parte de variables tanto del proceso como del producto y según la tabla 2.3.1.1.1-1 Condiciones Iniciales del % de Humedad de la pasta, se evidenció varios datos fuera del rango establecido (5.5 – 6.8%), por lo que para lograr la optimización del proceso, fue necesario modificar este rango, a un valor de 6.0 - 7.0 %, con lo que se obtuvo resultados favorables que se encuentran incluidos en los valores establecidos por la norma, en todo lo referente a compactación, espesor, resistencia a la flexión(>% de humedad > resistencia a la flexión), es decir se mejoró principalmente la estructura y estética del bizcocho crudo.

Con el aumento en el control de las temperaturas del secadero, se consiguió una mayor uniformidad en el secado, como se indica en la tabla 3.3.1.5-1, obteniendo mejores características de resistencia y valores bajos de humedad residual.

3.4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA DE DEFECTOS EN LAS LINEAS DE ESMALTACIÓN.

Mediante la inspección visual y muestreo por atributos de las unidades que ingresan a las líneas de esmaltación, se determinó que el despuntado, reesmalte, grumo, falla serigráfica, manchas de goma y hoyuelos son los defectos que presentan las piezas con mayor frecuencia.

Con el análisis comparativo de los gráficos 2.3.1.2.1-1 condiciones iniciales y el gráfico 3.3.2.1-1, histograma correspondiente a la optimización, se notó una disminución notoria de defectos, como resultado de la utilización correcta del plan de trabajo y la correspondiente capacitación al personal de esta área.

3.4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO EN LA CLASIFICACION DEL PRODUCTO TERMINADO.

Siendo la clasificación del producto, la etapa final del proceso cerámico en la cual se evidencia la totalidad de defectos que presentan las baldosas en la superficie, se realizó histogramas para determinar los defectos que se presentan con mayor frecuencia como fisura, despuntado, reesmalte, falla serigráfica, chamote, despostillado, contaminación como se indica en los gráficos 2.3.1.3-1 y 3.3.4.1-1 correspondientes a las condiciones iniciales y optimización de esta etapa respectivamente. Con las debidas modificaciones realizadas en las etapas anteriores se logró disminuir la cantidad de defectos que se estaban generando al inicio del estudio.

Generando beneficios a la empresa con la disminuyendo el costo y tiempo que se requiere para reprocesar los productos defectuosos o a su vez destruidos

3.4.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GENERACION DE DESPERDICIOS

TABLA 3.4.4-1

% DE BAJAS EN EL PROCESO CERÁMICO MONOQUEMA

ETAPAS	ANTES	DESPUÉS
PRENSADO	0.65%	0.10%
SECADO	0.15%	0.09%
ESMALTACIÓN	5.39%	1.74%
ALMACENAMIENTO EN BOX	1.48%	0.61%
COCCIÓN	0.05%	0.10%
CLASIFICACIÓN Y EMBALAJE	1.88%	1.09%
TOTAL	9.6%	3.73%

Fuente: Miriam Cevallos

Los datos detallados en la tabla 3.4.4-1 indican el porcentaje de bajas que se lograron disminuir en cada etapa, mediante el uso adecuado del plan estratégico desarrollado para la mejora continua del proceso.

CAPITULO

IV

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se evidencio que la empresa tenía un gran inconveniente en lo referente a la cantidad de bajas que se generan en cada etapa, como consecuencia de la falta de capacitación en el uso adecuado de materiales y el buen desempeño de funciones en su puesto de trabajo.
- ✓ Se identificó que las variables del proceso son: presión, ciclo de prensado, temperatura del secadero. Y las del producto son: % humedad, % de humedad residual, compactación, resistencia a la flexión, espesor y calibre.
- ✓ Se cuantificó los desperdicios que se estaban generando a lo largo de la línea de producción Monoquema de formato 31x31 en un total de 9.6%.
- ✓ Se realizó un plan estratégico, en el cual se detallan las actividades, responsables y maquinaria a la cual se someterá al proceso de optimización, basándose en el Ciclo de Deming para la mejora continua, con el control de calidad minucioso de las variables en base a las técnicas detalladas.
- ✓ Con el uso adecuado y seguimiento continuo del plan de mejora se evidencio la disminución de desperdicios de 9.6% a 3.73%, con esto se

certificó la calidad estructural y estética de los productos incrementando la producción diaria de 4352m² a 5143 m², lo que representa un incremento del 15% en las utilidades de la empresa

- ✓ Se realizó el cronograma de mantenimiento preventivo para equipos y maquinaria, disminuyendo en el 63% las paradas innecesarias de la producción.

4.2.1.1 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda un seguimiento continuo del plan estratégico planteado, con la finalidad de obtener productos de excelente calidad.

- ✓ Se recomienda mantener la pasta atomizada en los silos durante 24horas (reposo), para que esta se homogenice evitando la variación en el porcentaje de humedad al momento del prensado.

- ✓ Realizar capacitación al personal sobre mejora continua de la producción, incentivando sobre la utilización adecuada de materiales y los beneficios que esto produce.

- ✓ Realizar mantenimiento preventivo continuo a los equipos, respetando las fechas establecidas en el cronograma.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ AMORÓS, M. Defectos de Fabricación de Pavimentos y Revestimientos Cerámicos. Valencia –España. AICE. 1989. pp. 45 - 160.
- ✓ ASOCIACIÓN TÉCNICOS CERÁMICOS. Tecnología de la Fabricación de Azulejos. Zaragoza – España. IMPIVA. 1990. pp. 15 – 20.
- ✓ C.A. ECUATORIANA DE CERÁMICA. Manual de Métodos de Ensayo. EC.LA.8.2.4.P01. Riobamba – Ecuador. 54p. Febrero 2010.
- ✓ C.A. ECUATORIANA DE CERAMICA. Manual de Procedimientos para Control de Calidad de Productos en Proceso y Producto Terminado. EC.AC.8.2.4.P01. Riobamba - Ecuador. 26p. Febrero 2010.
- ✓ C.A. ECUATORIANA DE CERÁMICA. Control de Procesos. EC.JP.7.5.1P.01. Riobamba – Ecuador. pp. 5 – 12. Febrero 2010
- ✓ C.A. ECUATORIANA DE CERÁMICA. Manual de Defectos. EC.AC.8.2.4.M01. Riobamba – Ecuador. 15p. Enero 2010.
- ✓ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. Baldosas Cerámicas. Requisitos. NTN INEN 654: 2000. Quito – Ecuador. 40p. Enero 2000.
- ✓ WARSHAW, JOSIE. La gran enciclopedia de la cerámica. Equipos, Técnicas Y Proyectos. México- México D.F. LORENZ BOOKS. 1999. TOMO I. pp. 37- 43.

INTERNET

- ✓ Bentonita.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Bentonita>

2010/04/23

- ✓ Ecuacerámica.

<http://ecuaceramica.com/>

2010/04/23

- ✓ Materia Prima para la elaboración de baldosas cerámicas.

http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_emp%C3%ADrico-anal%C3%ADtico.

2010/01/15

- ✓ Piezas Cerámicas.

http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_piezas_ceramicas%C3%ADricp-canal%C3%ADtico

2010/04/23

- ✓ Proceso Cerámico.

<http://www.cnpml.org/html/archivos/Ponencias/Ponencias-ID57.pdf>

2010/01/15

- ✓ Proceso Cerámico para pavimentos cerámicos.

<http://www.spaintiles.info/documentos/proceso.pdf>

2010/02/26

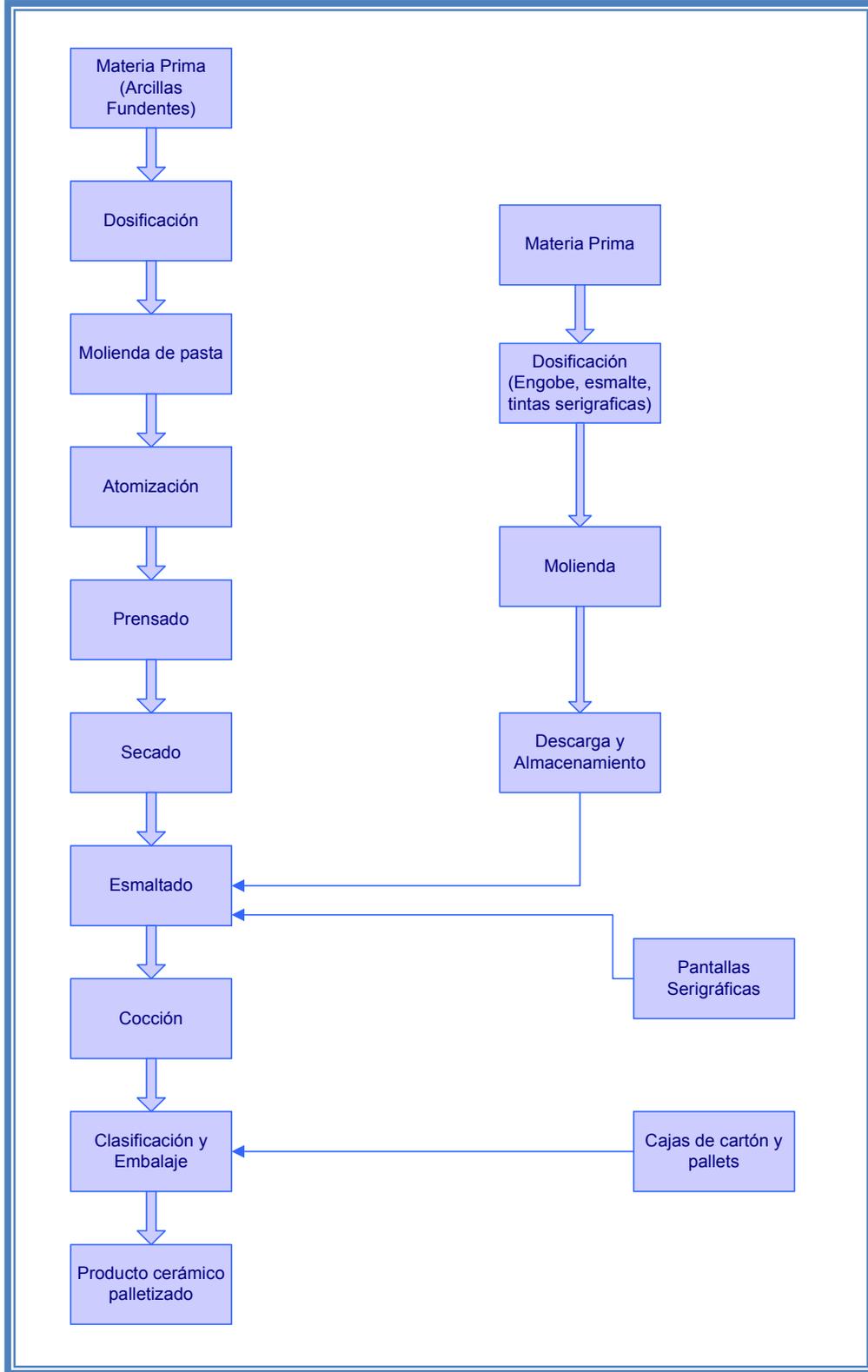
- ✓ Técnicas de laboratorio para baldosas cerámicas.

<http://www.hotfrog.es/Empresas/LABORATORIO-TECNICO-CERAMICO>

2010/01/15

ANEXOS

ANEXO I
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CERÁMICO



ANEXO II

FORMATO PARA AUDITORÍA DE PRENSA Y SECADERO

FECHA: _____ TURNO: _____ SUPERVISOR: _____

PRENSA	FORMATO	PRESIÓN (bar)	N° CICLOS MINUTO	HUMEDAD PASTA (%)	DIFERENCIA PESO (%)	FLEXIÓN Kg/cm ²	ESPESOR (mm)
	NORMA						
	AUDITORIA 1						
	AUDITORIA 2						
TEMP. SALIDA	TEMPERAT. SECADERO	DIMENSIÓN HÚMEDO mm	DIMENSIÓN SECO mm	CONTRACCIÓN %	PESO SECO g.	FLEXIÓN SECO Kg/cm ²	HUMEDAD RESIDUAL %

<p>_____</p> <p>DIF. PENETROMETRÍA</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 80%; margin: 10px auto;"> <p>PESO:</p> <p>Mo:</p> <p>FLEXIÓN:</p> <p>Espesor:</p> </div>	<p>_____</p> <p>DIF. PENETROMETRÍA</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 80%; margin: 10px auto;"> <p>PESO:</p> <p>Mo:</p> <p>FLEXIÓN:</p> <p>Espesor:</p> </div>	<p>_____</p> <p>DIF. PENETROMETRÍA</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 80%; margin: 10px auto;"> <p>PESO:</p> <p>Mo:</p> <p>FLEXIÓN:</p> <p>Espesor:</p> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">HORA _____</p>
---	---	--

<p>_____</p> <p>DIF. PENETROMETRÍA</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 80%; margin: 10px auto;"> <p>PESO:</p> <p>Mo:</p> <p>FLEXIÓN:</p> <p>Espesor:</p> </div>	<p>_____</p> <p>DIF. PENETROMETRÍA</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 80%; margin: 10px auto;"> <p>PESO:</p> <p>Mo:</p> <p>FLEXIÓN:</p> <p>Espesor:</p> </div>	<p>_____</p> <p>DIF. PENETROMETRÍA</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 80%; margin: 10px auto;"> <p>PESO:</p> <p>Mo:</p> <p>FLEXIÓN:</p> <p>Espesor:</p> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">HORA _____</p>
---	---	--

OBSERVACIONES: _____

**ANEXO IV
MAQUINARIA**



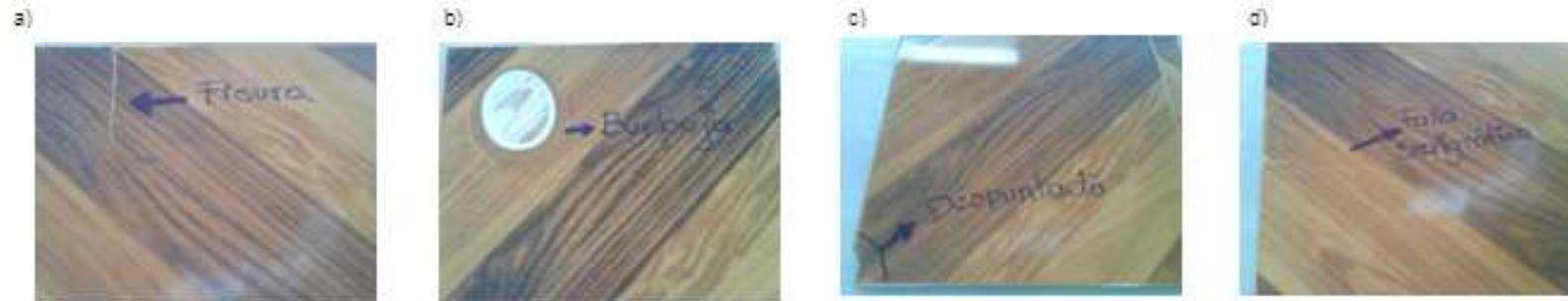
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO ESCUELA DE ING. QUIMICA MIRIAM CEVALLOS	MAQUINARIA DEL PRENSADO		
a) PH-680/1 b) PH-680/2	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> PARA INFORMACION <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR		LAMINA	ESCALA	FECHA
			4A		2010-08- 29

**ANEXO V
DEFECTO DEL PENSADO**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO ESCUELA DE ING. QUIMICA MIRIAM CEVALLOS	DEFECTO DEL PENSADO		
a) y b) LAMINADO	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> PARA INFORMACION <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR		LAMINA 5A	ESCALA	FECHA 2010-08-29

**ANEXO VI
DEFECTOS VISUALES DEL PRODUCTO LISO MADERADO**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO ESCUELA DE ING. QUIMICA MIRIAM CEVALLOS	DEFECTOS VISUALES		
a) FISURA b) BURBUJA c) DESPUNTADO d) FALLA SERI.	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> PARA INFORMACION <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR		LAMINA	ESCALA	FECHA
			6A		2010-08-29

**ANEXO VII
DEFECTO VISUALES PRODUCTO GRANILLADO**

a)



b)



c)



d)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO ESCUELA DE ING. QUIMICA MIRIAM CEVALLOS	DEFECTOS VISUALES		
			LAMINA	ESCALA	FECHA
a) FISURA ESM. b) RECOGIDO c) DESPUNRADO d) FISURA PRENSA	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> PARA INFORMACION <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR		7A.		2010-08-29