

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

UTILIZACIÓN A NIVEL DE LABORATORIO DE LOS DESECHOS DE CERÁMICA SANITARIA GENERADOS EN LA FÁBRICA EDESA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES CERÁMICOS

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

FAUSTO ENRIQUE NARVÁEZ PADILLA

fenp_narvaez@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PATRICIO FLOR, MSc.

patricio.flor@epn.edu.ec

Quito, Diciembre 2012

© Escuela Politécnica Nacional 2012.

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Fausto Enrique Narvález Padilla, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.

Fausto Enrique Narvález Padilla

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Fausto Enrique Narváz Padilla bajo mi supervisión.

ING. PATRICIO FLOR, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones recibidas.

Al ingeniero Patricio Flor por su acertada dirección técnica y paciencia para responder a múltiples incógnitas.

A la empresa Edesa y al ingeniero Marco Carrillo por la confianza depositada para la realización de este proyecto.

A mis padres Luciano y Rosa que con su cariño y apoyo incondicional supieron guiarme para alcanzar esta meta.

A mis hermanos Carlos, Mercy, Frank, Edwin y Bryan, por la confianza depositada en mi.

A mis abuelas Barbarita y Mercedes por sus sabios consejos.

A la memoria de mis abuelos Serafín y Alfonso quienes siempre estuvieron apoyándome durante mi niñez.

A mis tíos Guillermo y Barbarita quienes me han ayudado en los momentos que más necesitaba de sus consejos.

A mis primos, familiares y amigos por ayudarme a seguir adelante.

Fausto

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño quiero dedicar este proyecto a mis padres Luciano y Rosa por estar conmigo apoyándome siempre en los momentos difíciles.

A mis hermanos Carlos, Mercy, Frank, Edwin y Bryan por demostrar unión y afecto conmigo.

A toda mi familia y amigos.

Fausto

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	X
PRESENTACIÓN	XI
1. PARTE TEÓRICA	1
1.1 ADOQUÍN CERÁMICO	1
1.1.1 Forma de los adoquines cerámicos	2
1.1.1.1 Adoquín con pico espaciador'	3
1.1.1.2 Adoquín sin pico espaciador'	3
1.1.2 Dimensiones nominales	4
1.1.3 Principales objetivos del adoquín cerámico	4
1.1.4 Ventajas del adoquín cerámico	5
1.1.4.1 Durabilidad y permanencia del color.....	5
1.1.4.2 Mantenimiento económico.....	5
1.1.4.3 Posibilidades expresivas	6
1.1.4.4 Cualidades físicas.....	6
1.1.4.5 Solución a largo plazo	6
1.1.4.6 Facilidad en las reparaciones	7
1.1.4.7 Facilidad de ejecución	7
1.1.4.8 Vida útil.....	8
1.1.4.9 Costos	8
1.1.5 Ámbitos de aplicación	8
1.1.5.1 Áreas peatonales.....	8
1.1.5.2 Áreas de tráfico rodado	8
1.1.5.3 Áreas con ambiente agresivo	9
1.1.5.4 Otras aplicaciones	9

1.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOQUÍN CERÁMICO	9
1.3	MÉTODOS DE ENSAYO DEL ADOQUÍN CERÁMICO	11
1.3.1	Ensayos iniciales de tipo	12
1.3.2	Control de la producción en fábrica	13
1.3.3	Marcado CE	14
1.4	MATERIAS PRIMAS ÚTILES PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES CERÁMICOS Y RESIDUOS DE CERÁMICA EN LA FÁBRICA EDESA	18
1.4.1	Arcilla'	18
1.4.2	Desengrasantes	20
1.4.3	Fundentes '	20
1.4.4	Agua	21
1.4.5	Residuos de cerámica en la fábrica edesa	25
CAPÍTULO II	28
2 PARTE EXPERIMENTAL	28
2.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES	28
2.1.1	Muestreo.....	28
2.1.2	Reducción por cuarteo	28
2.1.3	Granulometría	30
2.1.3.1	Procedimiento de ensayo	31
2.1.3.2	Resultados.....	32
2.1.4	Determinación de la densidad, gravedad específica, y absorción de agua del árido fino	34
2.1.4.1	Procedimiento de ensayo	34
2.1.4.2	Resultados.....	36

2.1.5	Determinación del porcentaje de humedad	37
2.1.5.1	Procedimiento de ensayo	38
2.1.5.2	Resultados.....	38
2.2	ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA Y DE LOS RESIDUOS	40
2.2.1	Arcilla	40
2.2.2	Residuo de cerámica	40
2.3	FORMULACIÓN DE LA PASTA PARA ADOQUINES CERÁMICOS	40
2.4	ELABORACIÓN DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS A NIVEL DE LABORATORIO	41
2.4.1	Secado y cocción de los adoquines cerámicos	42
2.5	PRUEBAS MECÁNICAS DE CALIDAD DE LOS ADOQUINES OBTENIDOS	42
2.5.1	Determinación de la carga de rotura transversal	42
2.5.1.1	Procedimiento de ensayo	42
2.5.1.2	Resultados.....	44
CAPÍTULO III	45
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1	DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	45
3.1.1	De su granulometría	45
3.1.2	De su densidad	45
3.1.3	De su humedad	45
3.2	DEL TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES	45
3.3	DE LA FORMULACIÓN DE LA PASTA MÁS CONVENIENTE.....	46

3.4 DE LOS ADOQUINES FORMADOS.....	46
CAPÍTULO IV.....	47
4 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICO DEL PROYECTO	47
4.1 ESTUDIO DE MERCADO	47
4.1.1 El producto.....	47
4.1.2 Demanda del mercado de adoquines cerámicos.....	48
4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN.....	48
4.2.1 Tamaño de planta	48
4.2.2 Localización de la planta.....	48
4.2.3 Diagrama de flujo del proceso	51
4.2.4 Balance de materia prima	52
4.2.5 Dimensionamiento, distribución de procesos y equipos en planta.....	52
4.2.5.1 Ingeniería básica	52
4.2.5.2 Ingeniería especializada o de detalle.....	55
4.2.5.2.1 Dimensionamiento de procesos y equipos.....	58
4.2.5.2.1.1 Almacenamiento de materias primas	58
4.2.5.2.1.2 Dosificador.....	58
4.2.5.2.1.3 Molino de bolas	59
4.2.5.2.1.4 Sistema de cribado	60
4.2.5.2.1.5 Mezclado	61
4.2.5.2.1.6 Prensado	62
4.2.5.2.1.7 Secado y Cocción	63
4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO	64
4.3.1 Inversión total	64
4.3.1.1 Inversión fija	65
4.3.1.1.1 Terrenos y construcciones	65
4.3.1.1.2 Maquinaria y equipo	66

4.3.1.1.3 Otros activos	66
4.3.1.2 Capital de operación.....	66
4.3.1.2.1 Materiales directos	67
4.3.1.2.2 Mano de obra directa	67
4.3.1.2.3 Carga fabril.....	68
4.3.1.2.3.1 Mano de obra indirecta.....	68
4.3.1.2.3.2 Materiales Indirectos.....	68
4.3.1.2.3.3 Depreciación	69
4.3.1.2.3.4 Suministros y servicios.....	69
4.3.1.2.3.5 Reparación y Mantenimiento	70
4.3.1.2.3.6 Seguro	70
4.3.1.2.3.7 Imprevistos	70
4.3.1.2.4 Gastos administrativos	71
4.3.1.2.5 Gastos de venta	71
4.3.2 Costo unitario de producción	72
4.3.2.1 Costos de producción.....	72
4.3.2.2 Gastos financieros.....	73
4.3.3 Ventas netas.....	73
4.3.4 Evaluación del modelo.....	74
4.3.4.1 Estado de pérdidas y ganancias.....	74
4.3.4.2 Índices financieros.....	74
4.3.4.2.1 Rentabilidad sobre la Inversión Total	75
4.3.4.2.2 Rentabilidad sobre el capital propio	75
4.3.4.3 Determinación del punto de equilibrio	75
4.3.4.4 Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y Periodo de recuperación de la inversión (PRI)	77
CAPÍTULO V.....	79
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1 CONCLUSIONES.....	79
5.2 RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81

ANEXOS	83
---------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No 1.1 DENOMINACIÓN DE LAS CARAS Y ARISTAS DEL ADOQUÍN.....	2
FIGURA No 1.2 ADOQUÍN CON PICO ESPACIADOR	3
FIGURA No 1.3 ADOQUÍN SIN PICO ESPACIADOR	4
FIGURA No 1.4 CERÁMICA SANITARIA DEFECTUOSA, BODEGA EDESA.....	25
FIGURA No 1.5 DESECHO CERÁMICO TRITURADO MANUALMENTE EN EDESA.....	26
FIGURA No 1.6 TRITURADORA EDESA	26
FIGURA No 1.7 TAMIZADO DEL DESECHO PATIOS DE EDESA.....	27
FIGURA No 1.8 DESECHO CERÁMICO ALMACENADO EN LA PLANTA EDESA	27
FIGURA No 2.1 PILA CÓNICA DE MUESTRA DE DESECHO CERÁMICO	29
FIGURA No 2.2 PILA APLANADA DE DESECHO CERÁMICO.....	29
FIGURA No 2.3 EXTRACCIÓN DE LAS PARTES DIAGONALMENTE OPUESTAS.....	30
FIGURA No 2.4 ESTUFA PROGRAMABLE.....	31
FIGURA No 2.5 TAMIZADORA.....	32
FIGURA No 2.6 ESTUFA	34
FIGURA No 2.7 MOLDE Y COMPACTADOR.....	35
FIGURA No 2.8 BOMBA DE VACÍO Y PICNÓMETRO.....	36
FIGURA No 2.9 PRENSA Y MOLDE	41
FIGURA No 2.10 ADOQUINES SUMERGIDOS EN AGUA	43
FIGURA No 2.11 ENSAYO DE FLEXIÓN	44
FIGURA No 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	51
FIGURA No 4.2 BALANCE DE MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES.....	52
FIGURA No 4.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: INGENIERÍA BÁSICA.....	54

FIGURA No 4.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CON INGENIERÍA ESPECIALIZADA O DE DETALLE (DIMENSIONES)	56
FIGURA No 4.5 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CON INGENIERÍA ESPECIALIZADA O DE DETALLE (FLUJOS).....	57
FIGURA No 4.6 MOLINO DE BOLAS	60
FIGURA No 4.7 CRIBA VIBRANTE	61
FIGURA No 4.8 MEZCLADORA	62
FIGURA No 4.9 PRENSA HIDRÁULICA.....	63
FIGURA No 4.10 HORNO TÚNEL	64
FIGURA No 4.11 PUNTO DE EQUILIBRIO	76

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No 1.1 TOLERANCIAS DIMENSIONALES.....	9
TABLA No 1.2 RESISTENCIA MECÁNICA.....	10
TABLA No 1.3 RESISTENCIA HIELO/DESHIELO.....	10
TABLA No 1.4 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	10
TABLA No 1.5 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO/DERRAPE	11
TABLA No 1.6 ENSAYO INICIAL DE TIPO.....	13
TABLA No 1.7 SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	15
TABLA No 1.8 MARCADO CE DEL ADOQUÍN CERÁMICO PARA PAVIMENTACIÓN EXTERIOR	17
TABLA No 2.1 DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA.....	33
TABLA No 2.2 PORCENTAJE DE HUMEDAD	39
TABLA No 4.1 CONSUMO DE ADOQUINES CERÁMICOS	47
TABLA No 4.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CUBÍCULOS PARA ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.	58
TABLA No 4.3 MATERIA PRIMA A SER PROCESADA	59

TABLA No 4.4 CARACTERÍSTICAS DEL MOLINO DE BOLAS	59
TABLA No 4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA CRIBA VIBRANTE.....	60
TABLA No 4.6 CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLADORA.....	61
TABLA No 4.7 CARACTERÍSTICAS DE LA PRENSA HIDRÁULICA	62
TABLA No 4.8 CARACTERÍSTICAS DEL HORNO.....	63
TABLA No 4.9 INVERSIÓN TOTAL Y FINANCIAMIENTO	64
TABLA No 4.10 INVERSIÓN FIJA	65
TABLA No 4.11 INVERSIÓN EN TERRENOS Y CONSTRUCCIÓN	65
TABLA No 4.12 MAQUINARIA Y EQUIPO	66
TABLA No 4.13 OTROS ACTIVOS	66
TABLA No 4.14 CAPITAL DE OPERACIÓN	67
TABLA No 4.15 MATERIALES DIRECTOS	67
TABLA No 4.16 MANO DE OBRA DIRECTA.....	68
TABLA No 4.17 MANO DE OBRA INDIRECTA	68
TABLA No 4.18 MATERIALES INDIRECTOS.....	69
TABLA No 4.19 DEPRECIACIÓN	69
TABLA No 4.20 SUMINISTROS Y SERVICIOS.....	69
TABLA No 4.21 REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	70
TABLA No 4.22 SEGUROS.....	70
TABLA No 4.23 IMPREVISTOS	70
TABLA No 4.24 GASTOS ADMINISTRATIVOS.....	71
TABLA No 4.25 GASTOS DE VENTA.....	71
TABLA No 4.26 COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN	72
TABLA No 4.27 COSTO DE PRODUCCIÓN	72
TABLA No 4.28 GASTOS FINANCIEROS	73
TABLA No 4.29 VENTAS NETAS	73

TABLA No 4.30 ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	74
TABLA No 4.31 ÍNDICES FINANCIEROS	75
TABLA No 4.32 ÍNDICES DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO	78

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 2.1 FORMULACIÓN DE LA PASTA PARA ADOQUINES CERÁMICOS.....	83
ANEXO 2.2 ELABORACIÓN DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS.....	87
ANEXO 2.3 PROCESO DE SECADO Y QUEMA DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS FORMADOS	95
ANEXO 2.4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE ROTURA TRANSVERSAL	105
ANEXO 4.1 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	107
ANEXO 4.2 CÁLCULO BALANCE DE MASA	109
ANEXO 4.3 CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE PLANTA	110
ANEXO 4.4 CÁLCULO AMORTIZACIÓN DEL PRÉSTAMO.....	113
ANEXO 4.5 PROFORMAS.....	114
ANEXO 4.6 VALOR ACTUAL NETO (VAN), TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) Y PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)	123

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de la elaboración de adoquines cerámicos, utilizando como uno de sus componentes, el desecho de cerámica sanitaria generado en la empresa Edesa.

Se comienza realizando una rigurosa investigación de bibliografía sobre la elaboración de pastas de adoquines cerámicos. Se estudia la norma UNE-EN-1344-2002 y se determinan los procesos de análisis y pruebas necesarias para los adoquines cerámicos.

En la parte experimental se inicia con la caracterización del material de desecho: granulometría, densidad, porcentaje de absorción, porcentaje de humedad; se continua con el acondicionamiento de la materia prima; se realizan formulaciones con diversos porcentajes de materia prima y desecho hasta obtener la óptima; y se elaboran los adoquines con la mejor formulación determinada. Se establecen los programas de secado y cocción de las piezas. Se realizan los ensayos de resistencia a la flexión de acuerdo a la Norma UNE-1344-2002, y se presentan los resultados obtenidos.

Posteriormente se realiza un estudio de prefactibilidad técnico económico de la implementación de la planta para la fabricación industrial de este tipo de adoquines.

Finalmente se detallan conclusiones y recomendaciones del trabajo desarrollado.

PRESENTACIÓN

En la actualidad, grandes cantidades de residuos sólidos que son generados en actividades industriales en ambientes familiares y de la construcción en las ciudades, están saturando la capacidad de botaderos de residuos, el aprovechamiento ineficiente en el uso de recursos naturales minerales, la falta de planeación en el ciclo de vida de un producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, van creando diferentes interrogantes y conflictos con el entorno, que si se trataran con un manejo respetuoso al medio ambiente y técnico, podrían ser mitigados y/o resueltos.

La preocupación de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, en su afán de dar solución a problemas ambientales como son el uso excesivo de agua potable y el manejo de residuos sólidos, plantea una alternativa para disminuir el consumo de agua en los hogares quiteños, la misma que consiste en realizar una campaña para cambiar el uso de sanitarios de alto consumo de agua a sanitarios de bajo consumo, como resultado de esta campaña, se generaría un gran volumen de sanitarios que terminarían seguramente en los rellenos sanitarios como escombros. A más de esto, en la industria de la cerámica sanitaria establecida en el Distrito Metropolitano y en zonas aledañas, se generan grandes cantidades de cerámica sanitaria de desecho, piezas cerámica que al no cumplir con las especificaciones, (técnicas y de calidad requeridos por el mercado), debido a factores propios del proceso productivo de estas industrias, es desechado a los rellenos sanitarios.

Todos estos antecedentes antes mencionados llevan al planteamiento del presente trabajo de investigación. Este trabajo será una de las iniciativas que pueden dar solución al problema del manejo de este tipo de residuos dentro del Distrito Metropolitano.

Si el producto final presenta características mecánicas, y funcionales útiles a un posible consumidor, además de ser una alternativa al manejo de estos residuos, será la base para la formación de una industria, que generaría fuentes de trabajo y réditos a sus inversionistas.

CAPÍTULO I

1. PARTE TEÓRICA

1.1 ADOQUÍN CERÁMICO ^{1,2}

Los materiales cerámicos han sido utilizados por el ser humano desde hace muchos siglos para pavimentar los caminos. Se han encontrado algunos restos en excavaciones en Mesopotamia, datados hace unos 5.000 años, extendiéndose después su uso por India y Europa a lo largo de los siglos.

Pero no es hasta hace pocas décadas, cuando el adoquín cerámico ha conseguido complementar sus cualidades estéticas con características técnicas avanzadas, combinadas con una sencilla colocación y un mínimo mantenimiento. Los adoquines cerámicos comparten naturaleza y características con las baldosas, aunque su especificidad de uso en el equipamiento urbano y la referencia técnica a norma diferente, hace necesario presentarlos en un apartado propio.

Como materiales rígidos modulares y de naturaleza cerámica, son de aplicación todas las consideraciones estéticas y funcionales presentadas para las baldosas, pues adoquín y baldosa solo se diferencian por su geometría.

Los adoquines cerámicos dan respuesta satisfactoria a un equipamiento urbano sostenible, además, los fabricados actualmente han mejorado su ciclo de vida al optimizar el proceso de cocción.

Las características que a continuación se mencionan son específicas de los adoquines cerámicos:

¹ Institut de promoció ceràmica
http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/los_materiales/adoquines.html

² Información de hispalyt adoquín cerámico.
http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=974&catid=50:articulos-tecnicos&Itemid=37.

- Se fabrican con materias primas naturales de capacidad de reposición casi infinita, no precisando vidriados ni aditivos especiales.
- Su coloración es la natural de las arcillas tras la cocción
- Puede ser contenedor o inertizador de materiales reciclados de otros procesos y productos industriales.
- Pueden y deben instalarse en seco si se acondiciona la explanada. Bajo esa modalidad de colocación, merecen la consideración de pavimentos reversibles, y son alternativa a los derivados de petróleo en la pavimentación vial.

El adoquín cerámico es al equipamiento urbano, lo que la baldosa cerámica representa como epidermis a la edificación.

1.1.1 FORMA DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS ³

Los adoquines cerámicos tendrán cualquier forma que permita su fácil colocación en plantilla repetida, normalmente serán rectangulares.

La denominación de las caras y aristas, es la que a continuación se muestra.

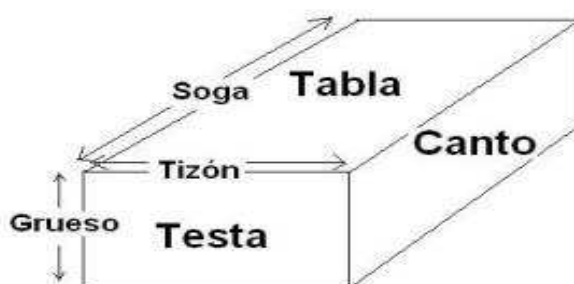


Figura No 1.1 Denominación de las caras y aristas del adoquín

Como se aprecia en las figuras 1.2 y 1.3 pueden presentar un bisel en una o en varias de sus aristas de la cara vista (formando la superficie vista).

³ Construmática, adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Adoqu%C3%ADn_Cer%C3%A1mico.

1.1.1.1 Adoquín con pico espaciador⁴

Para pavimentos flexibles, se pueden suministrar adoquines con pico espaciador, que es un pequeño perfil sobresaliente de la cara lateral o canto del adoquín cerámico (véase la figura 1.2).

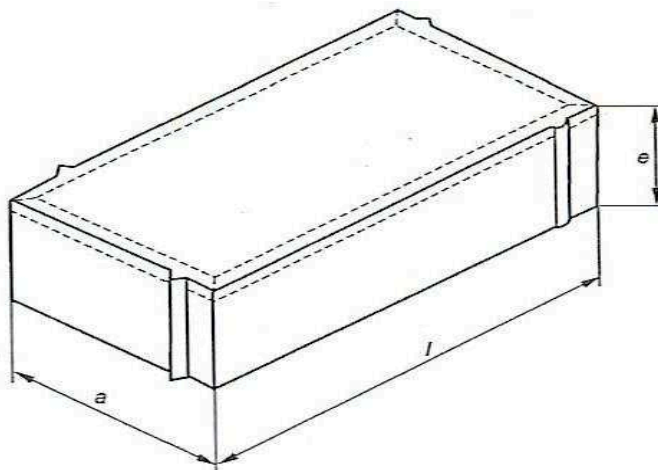


Figura No 1.2 Adoquín con pico espaciador

Simbología

l = longitud o soga

a = ancho o tizón

e = espesor o grueso

1.1.1.2 Adoquín sin pico espaciador⁵

Para pavimentación rígida, los adoquines no deberán tener picos espaciadores, presentando en su lugar en la cara vista o tabla, un bisel que es una arista redondeada o biselada del adoquín cerámico (véase la figura 1.3), que permita su colocación en combinación con otros, separados por una junta de mortero de 10 mm nominales.

⁴ Construmática, adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Adoqu%C3%ADn_Cer%C3%A1mico.

⁵ Construmática, adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Adoqu%C3%ADn_Cer%C3%A1mico.

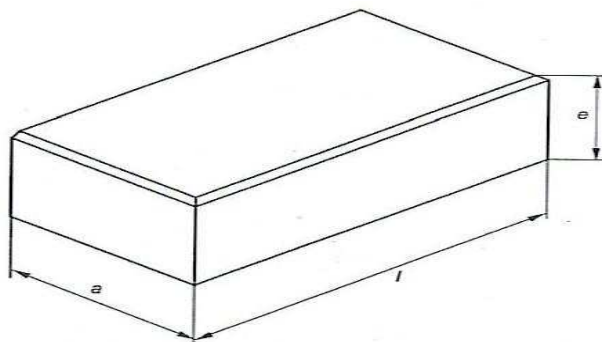


Figura No 1.3 Adoquín sin pico espaciador

1.1.2 DIMENSIONES NOMINALES ⁶

Para pavimentos flexibles, el espesor o grueso nominal de la pieza no deberá ser inferior a 40 mm y las dimensiones nominales serán tales que la relación entre longitud y anchura totales no sea superior a 6.

Para pavimentos rígidos, el espesor o grueso de la pieza no será inferior a 30 mm.

Si la pieza contara con bisel en una o en varias de las aristas de la cara vista o tabla, con dimensiones mayores de 7 mm en anchura o profundidad, el fabricante deberá notificarlo. Esta limitación en el tamaño del bisel evita la formación de juntas excesivamente anchas.

1.1.3 PRINCIPALES OBJETIVOS DEL ADOQUÍN CERÁMICO ⁷

- Asegurar el nivel de calidad que requiere el producto para ser competitivo, añadiendo a sus cualidades estéticas, altas prestaciones físicas contrastadas y garantizadas.
- Mostrar sus técnicas de colocación, sus usos y sus posibilidades estéticas.
- Promocionar el producto en sus diversos mercados.

⁶ Norma Española, "Adoquines de arcilla cocida Especificaciones y métodos de ensayo", Norma UNE-EN 1344, Págs. 9-10.

⁷ Información de hispalyt adoquín cerámico.

http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=974&catid=50:articulos-tecnicos&Itemid=37.

- La mejora continua en todo el proceso: desde la colaboración, desde el estudio y la experimentación compartidos.
- La mejora de las prestaciones técnicas del adoquín cerámico obedece a las inversiones de los fabricantes, los cuales han renovado sus instalaciones con las tecnologías más innovadoras y respetuosas a su vez con el medio ambiente.

1.1.4 VENTAJAS DEL ADOQUÍN CERÁMICO ⁸

- Durabilidad y permanencia del color
- Idóneo para zonas con tráfico denso o concentraciones de carga pesada
- Mantenimiento económico mínimo
- Acceso fácil y rápido a los servicios urbanos debajo del pavimento
- Posibilidades expresivas
- Soporta severas condiciones climatológicas adversas
- Solución definitiva a largo plazo
- Facilidad de ejecución
- Inmediatez en el uso del pavimento después de la ejecución
- Costos.

1.1.4.1 Durabilidad y permanencia del color

La durabilidad y permanencia del color es sin duda, una de las mayores ventajas que aporta la construcción de pavimentos con adoquín cerámico y una de las más significativas razones para proyectar con dicho material.

1.1.4.2 Mantenimiento económico

A pesar de la acción agresiva del ambiente exterior y de las cargas actuantes, el adoquín cerámico requiere unos niveles mínimos de mantenimiento.

⁸ Información de hispalyt adoquín cerámico.
http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=974&catid=50:articulos-tecnicos&Itemid=37.

En un pavimento flexible de adoquines, la conservación se reduce a eliminar posible vegetación que pueda producirse en las juntas, y rellenar éstas cada vez que la acción erosiva del ambiente así lo exija.

Todos estos aspectos hacen del adoquín cerámico un producto de mantenimiento mínimo excelente, para proyectar los pavimentos de cualquier tipo de espacio.

1.1.4.3 Posibilidades expresivas

La variedad en la gama de colores y formatos de este material y las múltiples combinaciones en planta que admite el adoquín cerámico, ofrece una perfecta combinación entre técnica y estética, quedando limitadas a la imaginación del proyectista, las posibilidades expresivas con este tipo de pavimento.

1.1.4.4 Cualidades físicas

Dichas cualidades le hacen resistir la acción de las heladas y los ambientes donde la contaminación: de las lluvias ácidas y el resto de agentes agresivos, acabarían con otros materiales.

Los pavimentos con adoquines cerámicos no se deforman con la acción de temperaturas altas en verano.

1.1.4.5 Solución a largo plazo

La resistencia a compresión de los adoquines cerámicos, sólo puede ser comparable a los de piedra natural. Además su elevada resistencia al desgaste, su dureza frente al rayado y su excepcional resistencia a la flexotracción, les permite obtener mejores resultados que otros adoquines de grueso muy superior, lo que se traduce en un menor peso de la pieza y un mayor rendimiento en su colocación.

Esta gran resistencia mecánica del adoquín cerámico, le permite resistir cargas puntuales importantes, que con otros tipos provocarían punzonamientos o indentaciones, que consiste en presionar sobre la superficie dejando una impresión sobre el material y dependiendo de la carga máxima aplicada y de la geometría de la huella dejada, se puede obtener el valor de la dureza que no es más que la presión de contacto media durante la carga máxima, esto equivale a definirla como la resistencia de un material a ser deformado permanentemente.

1.1.4.6 Facilidad en las reparaciones

Existe la posibilidad en los pavimentos flexibles adoquinados, de levantamiento de las piezas sin provocar deterioros en los mismos, caso por ejemplo de que sea necesario reparar algún servicio urbano como por ejemplo, conducciones de agua, etc.

Por tanto, la reutilización de los adoquines cerámicos es totalmente válida, pudiendo volverse a utilizar cuantas veces sea necesario.

También es apropiado el uso de adoquinado para terrenos con gran inestabilidad, en los que deben efectuarse alguna corrección de regularidad de superficies debido a asientos localizados. Una vez concluida la reparación del pavimento, ésta corrección no se aprecia.

1.1.4.7 Facilidad de ejecución

La facilidad de ejecución queda evidenciada por el empleo incluso de personal no especializado y haciendo uso de herramientas manuales.

Inmediatamente después de haber terminado el adoquinado se puede utilizar, tanto para tráfico pesado como para tráfico peatonal.

La temperatura ambiente durante la ejecución no afecta al pavimento con adoquín cerámico, lo que evita esperas innecesarias durante la ejecución.

1.1.4.8 Vida útil

La pavimentación con adoquín cerámico tiene una vida útil superior a los 30 años, muy superior a la de otros pavimentos.

1.1.4.9 Costos

Considerando las ventajas antes mencionadas: bajo mantenimiento, mano de obra y herramientas de bajo coste, elevado valor residual por la posibilidad de reutilización de los adoquines, período de vida útil, etc., se obtiene un pavimento óptimo desde el punto de vista costo-rendimiento, superior a otros tipos de pavimentos.

1.1.5 ÁMBITOS DE APLICACIÓN ⁹

1.1.5.1 Áreas peatonales

Aceras, paseos, plazas públicas, jardines, accesos a viviendas, patios interiores, exteriores de edificios, accesos de vehículos, accesos a piscinas, etc.

1.1.5.2 Áreas de tráfico rodado

Vías urbanas, travesías, terminales de autobuses, aeropuertos, zonas portuarias, áreas residenciales, mercados, vías rurales, almacenes, naves industriales con desplazamiento de tráfico pesado y poca velocidad, etc.

⁹ Información de hispalyt adoquín cerámico.
http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=974&catid=50:articulos-tecnicos&Itemid=37.

1.1.5.3 Áreas con ambiente agresivo

Fábricas químicas, estaciones de servicio, garajes y depósitos de vehículos, áreas de carga y descarga, zonas industriales con almacenamiento de productos agresivos, industrias agrícolas, etc.

1.1.5.4 Otras aplicaciones

Estructuras hidráulicas, protección de taludes, pistas de bicicletas, edificios sobre forjados y cubiertas planas, áreas arquitectónicas, etc.

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOQUÍN CERÁMICO ¹⁰

La norma UNE-EN 1344-2002, "Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo", considera como características del adoquín.

- Las tolerancias dimensionales: con dos clases R0 y R1, siendo la segunda la que garantiza unas tolerancias máximas.

Tabla No 1.1 Tolerancias Dimensionales

Clase	Rango (no mayor de) mm
R0	Sin determinar
R1	0,6. \bar{d}

Siendo d la dimensión nominal expresada en mm.

- La resistencia mecánica: como carga de rotura transversal (N/mm) o como resistencia a la flexo tracción, con las clases T0 a T4.

¹⁰ Norma Española, "Adoquines de arcilla cocida Especificaciones y métodos de ensayo", Norma UNE-EN 1344, Págs. 11-14.

Tabla No 1.2 Resistencia Mecánica

Clase	Carga de rotura transversal nunca menor de (N/mm)	
	Valor medio	Valor mínimo individual
T0	No se consigna	No se consigna
T1	30	15
T2	30	24
T3	80	50
T4	80	64

- La resistencia a ciclos de hielo /deshielo: con las clases F0 y FP100, esta última no se ve afectada por la sal utilizada frecuentemente para eliminar el hielo.

Tabla No 1.3 Resistencia hielo/deshielo

Clase	Marca	Clasificación
F0	F0	Sin determinar
FP100	FP100	Resistente al hielo/deshielo

- La resistencia a la abrasión: según ensayo de abrasión profunda, con tres clases de menor a mayor resistencia de A1 a A3.

Tabla No 1.4 Resistencia a la abrasión

Clase	Valor medio de volumen erosionado (nunca superior a) mm ³
A1	2100
A2	1100
A3	450

- La resistencia al deslizamiento/derrape: con cuatro clases asignados U0 a U3, en función del ensayo del péndulo de fricción.

Tabla No 1.5 Resistencia al deslizamiento/derrape

Clase	Media de USRV
U0	Sin determinar
U1	35
U2	45
U3	55

Siendo USRV el valor de resistencia al deslizamiento /derrape sin pulido.

- La resistencia a los ácidos: con la clase C para los adoquines que superan el ensayo.
- Comportamiento frente al fuego: clasificando al adoquín como A1_{fl} sin necesidad de ensayo , para la reacción al fuego y como satisfactorio en el comportamiento al fuego exterior
- La emisión de asbesto y formaldehído: que debe estar ausente de ambos casos.
- La conductividad térmica: en solados interiores y a efectos de cálculo de aislamiento térmico.

La norma no considera la absorción de agua ni la absorción superficial por capilaridad como características del adoquín cerámico, a pesar de estar relacionadas con: la limpiabilidad, las resistencias mecánicas y los ciclos de hielo/deshielo.

1.3 MÉTODOS DE ENSAYO DEL ADOQUÍN CERÁMICO ¹¹

Los métodos de ensayo para determinar la resistencia al hielo/deshielo, la resistencia a la rotura transversal, la resistencia a la abrasión, la resistencia al

¹¹ Controles de calidad del adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Controles_de_Calidad_del_Adoquin_Cer%C3%A1mico.

deslizamiento/derrape y la resistencia a los ácidos, de los adoquines cerámicos, vienen descritos en la norma UNE-EN 1344 ya mencionada.

De acuerdo a lo establecido en la norma europea armonizada UNE-EN 1344: “Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo”, el fabricante deberá demostrar la conformidad de sus productos con esta norma y adaptará los procedimientos para los ensayos iniciales y el control de producción en fábrica, que en este apartado se exponen.

La norma UNE-EN 1344 establece los requisitos para el mercado, que se explicará más adelante deben cumplir los adoquines de arcilla cocida y sus piezas especiales para uso en pavimentación flexible y/o rígida, según la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE, que indican cuáles son los requisitos del mandato que se deben cumplir, por ejemplo: transposición de reglamentaciones europeas, reglamentaciones nacionales y disposiciones administrativas nacionales. Es necesario que estas disposiciones sean respetadas donde y cuando se las aplique.

1.3.1 ENSAYOS INICIALES DE TIPO ¹²

La primera vez que se aplique la norma UNE EN 1344, se realizará un ensayo inicial de tipo, teniendo en cuenta ensayos realizados previamente y de conformidad con la norma. Se asignará un nuevo tipo de adoquín cerámico, siempre y cuando se cambie el origen, proporciones y/o naturaleza de la materia prima, o cuando se produzcan cambios importantes en las condiciones de fabricación (por ejemplo: tiempo de horneado, temperatura, etc.), debiendo repetirse los ensayos iniciales de tipo, para el nuevo adoquín.

Los ensayos de tipo se corresponden con los ensayos exigidos por la norma UNE-EN 1344, para caracterizar el producto según el tipo de producto y su utilización prevista. Los ensayos iniciales de tipo correspondientes a las distintas

¹² Controles de calidad del adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Controles_de_Calidad_del_Adoquin_Cer%C3%A1mico.

clases de adoquín cerámico según su uso previsto y de acuerdo a la norma citada son:

Tabla No 1.6 Ensayo inicial de tipo

Características	Método de ensayo	Tamaño de muestra
Dimensiones		10
Tolerancias dimensionales (no aplicables a las piezas especiales)	Anexo B	10
Resistencia al hielo/deshielo	Anexo C	10
Carga de rotura transversal	Anexo D	10
Resistencia a la abrasión	Anexo E	5
Resistencia al deslizamiento/derrape sin pulido	Anexo F	5
Resistencia a los ácidos	Anexo G	5

1.3.2 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN FÁBRICA ¹³

Previamente a la verificación de la conformidad del adoquín cerámico con la norma UNE-EN 1344, se deberá establecer y documentar un sistema de control de producción en fábrica, que permita incorporar métodos para el control interno de la producción, que asegure que los adoquines estén conformes con la norma y con los valores declarados por el fabricante.

El control interno deberá incluir inspecciones regulares, comprobaciones, ensayos y la utilización de los resultados para controlar: las materias primas, los equipos, el proceso de fabricación y el producto acabado.

Las tareas del fabricante para la implementación de ciertos aspectos de la ISO9000, son:

¹³ Controles de calidad del adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Controles_de_Calidad_del_Adoquin_Cer%C3%A1mico.

- Gestión de la calidad: Sistema documentado de calidad; responsabilidades; función de la dirección, etc.
- Manual de calidad
- Control del proceso: materias primas y demás componentes
- Ensayos del producto acabado: ensayos de rutina y repetición de ensayos de tipo.
- Control de existencias de producto acabado.
- Control de documentación: registros de calidad.

1.3.3 MARCADO CE ¹⁴

Los aspectos más destacados de este Mercado son:

- El Mercado CE es el requisito indispensable para que un producto pueda comercializarse en su país de fabricación y dentro de la Unión Europea (libre circulación).
- Indica la conformidad del producto con los requisitos esenciales de la Directiva de Productos de Construcción que le afectan y con las especificaciones técnicas de la norma armonizada.
- Es una certificación obligatoria según la norma armonizada de producto correspondiente (UNE-EN 1344).
- La fijación del Mercado CE es responsabilidad del fabricante, de su agente o representante autorizado, establecido dentro de la UE.
- El fabricante deberá cuidar que el Mercado CE figure en el producto, en una etiqueta aplicada al mismo, en su embalaje o en los documentos comerciales de acompañamiento.
- El Mercado CE no es una marca de calidad, pero puede coexistir con otras marcas de calidad voluntarias (ej.: marca AENOR).

Las marcas de calidad voluntarias:

¹⁴ Controles de calidad del adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Controles_de_Calidad_del_Adoquin_Cer%C3%A1mico.

- Cumplen una función diferente al Mercado CE.
- Son conformes y con objetivos diferentes o adicionales (mayor nivel de exigencia) a los relacionados con el Mercado CE
- Representan un valor añadido de producto.
- Son voluntarias y no deben prestarse a confusión con el Mercado CE, que es de carácter obligatorio. No deberán reducir ni obstaculizar la legibilidad y visibilidad del Mercado CE.

La evaluación de conformidad del producto deberá realizarse de acuerdo con el anexo ZA de la norma UNE-EN 1344, teniendo en cuenta el uso previsto.

Los adoquines de arcilla cocida y sus piezas especiales, deberán cumplir el sistema de verificación de conformidad 4, lo que implica que el fabricante deberá demostrar la conformidad de sus productos con la norma UNE-EN 1344, mediante los ensayos iniciales de tipo y un sistema de control de producción en fábrica, sin necesidad de intervención de un organismo notificado.

A continuación se resume en la tabla adjunta, el sistema de certificación:

Tabla No 1.7 Sistema de certificación

CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CE		
	TAREAS	SISTEMA 4
FABRICANTE	Control de producción de la fabrica	X
	Ensayo de muestras tomadas en fábrica de acuerdo a un plan determinado de ensayos	
	Ensayo inicial de tipo de producto	X

X = Tarea requerida

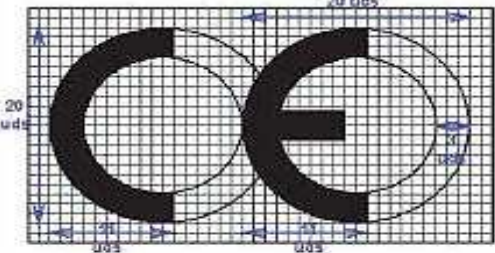
Sistema 4 es la "Declaración del fabricante sin intervención de organismo notificado."

La información adicional que debe acompañar al símbolo del Mercado CE es:

- Símbolo CE
- Nombre o marca distintiva del fabricante.
- Dirección del fabricante
- Los dos últimos dígitos del año en que se estampó el Mercado.
- Norma del producto en nuestro caso: UNE EN 1344
- Descripción del producto en función de las especificaciones técnicas indicadas en la norma armonizada, según: tipo de pieza, uso previsto y tipo de colocación.
 - Tipo de Pieza (adoquín de arcilla cocida).
 - Uso (pavimentación interior, exterior, o ambas).
 - Tipo de colocación (rígida, flexible, o ambas)
- Información sobre las características esenciales recogidas en la tabla ZA.1 de la norma UNE-EN 1344 en función del uso previsto.

Ejemplo de Mercado CE del adoquín cerámico para pavimentación exterior.

Tabla No 1.8 Marcado CE del adoquín cerámico para pavimentación exterior

 <p>(Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Símbolo CE
Cerámica XXX		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre o marca distintiva del fabricante
Domicilio XXX Ciudad XXX, CP XXXX		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dirección del fabricante
O4		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los dos últimos dígitos del año en que se estampo el Marcado
EN 1344		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma del producto
Adoquín de arcilla cocida para uso exterior peatonal o de vehículos, de colocación flexible y/o rígida.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descripción del producto en función de las especificaciones técnicas indicadas en la norma armonizada, según tipo de pieza y uso previsto
Carga de rotura transversal	Clase T0, T1, T2, T3 o T4 (N/mm)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Información sobre las características esenciales recogidas en la tabla ZA.1 de la norma EN 1344 en función del uso previsto.
Resistencia a flexión	(N/mm)	
Resistencia al deslizamiento/derrape	Clase U0, U1, U2 o U3	
Durabilidad Resistencia al hielo/deshielo	FP 100	

1.4 MATERIAS PRIMAS ÚTILES PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES CERÁMICOS Y RESIDUOS DE CERÁMICA EN LA FÁBRICA EDESA

La utilización de materias primas de alta calidad, garantiza la calidad del producto final que se obtendrá aplicando los parámetros de cocción adecuados.

Las materias primas para la obtención de estos objetos son:

1.4.1 ARCILLA^{15, 16}

Surge la fabricación de adoquines, en aquellas zonas escasas de piedra y donde abunda la arcilla.

La arcilla es la principal materia prima para la fabricación de ladrillos, adoquines, tejas, piezas especiales, etc. Se trata de una roca que procede de la desintegración de otras, químicamente son silicatos de aluminio hidratados, los cuales se diferencian unos de otros: en la relación sílice/alúmina, en la cantidad de agua de constitución y en la estructura que contienen. La acción continua y perseverante de los agentes atmosféricos sobre estas rocas las descompone y da lugar a las arcillas, que frecuentemente son transportadas por el agua o el viento a distancias más o menos largas.

A veces entre las arcillas se encuentran fragmentos de roca de distinta procedencia; otras veces se hallan minerales o rocas que entraron en contacto con la arcilla durante su transporte hasta el lugar de sedimentación. Con frecuencia se ven alteradas por variables (temperatura, presión, etc.) ejercidas sobre ellas durante la consolidación. Puede comprenderse por ello, que la variedad de arcillas es muy grande y con una gran gama de coloraciones, plasticidades, composición química, etc.

¹⁵ Materiales cerámicos; <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/ciencia-y-tecnologia-de-los-materiales/contenido/tema%204-%20materiales%20ceramicos.pdf>.

¹⁶ COSTALES Federico; (1960); "Cerámica para escuelas y pequeñas industrias"; Editorial Continental; México; Págs. 27-30.

En general no se encuentran arcillas puras sino mezcladas, aunque predomina un material determinado. Las arcillas más puras son las caoliníticas, las cuales por presentar un elevado porcentaje de alúmina y por lo tanto un elevado punto de fusión, tienen después de cocidas propiedades refractarias. Las arcillas montmorilloníticas son las menos empleadas en la cerámica. Las ilíticas son las más utilizadas por ser las más abundantes.

Una de las principales características de las arcillas es la plasticidad. Se entiende por tal, la propiedad de un cuerpo para deformarse bajo la acción de un esfuerzo y que permanece deformado después de retirada la causa que ha producido dicho cambio. La plasticidad depende de muchas propiedades de las arcillas, y una de ellas es el contenido de agua. Si se le añade agua, se observa un incremento en la plasticidad, que llegará al máximo para un contenido de agua determinado. Si seguimos añadiendo agua, se obtiene un líquido más o menos viscoso, pero toda idea de plasticidad habrá desaparecido. La estructura laminar de la arcilla y el pequeñísimo tamaño de las partículas también influyen en la plasticidad. Hay un cierto contenido de agua mínimo por debajo del cual, la arcilla deja de comportarse como una masa plástica y se convierte en un material friable. A este contenido de agua se le denomina límite plástico de la arcilla. Como se ha dicho al aumentar la cantidad de agua, la arcilla se convierte en un material plástico hasta un contenido de agua determinado para el cuál la arcilla comienza a fluir como un líquido espeso. A este otro contenido de agua se llama límite líquido. La diferencia entre ambos límites, recibe el nombre de índice de plasticidad.

La acción del calor sobre las arcillas es la base de la industria cerámica, cuando un cuerpo moldeado en arcilla se somete a la acción del calor experimenta una serie de cambios que lo transforman en un elemento útil, con una resistencia mecánica apreciable, una determinada impermeabilidad, una cierta resistencia al fuego, etc.

Unos cambios son de naturaleza física (variaciones en la densidad, porosidad, fragilidad, plasticidad, resistencia a la compresión, color, etc.) y otros son de naturaleza química (deshidrataciones, descomposiciones, formación de nuevos compuestos, etc.) En la práctica, las arcillas pierden agua en dos fases: la primera llamada secado, donde pierden el agua de amasado (agua que se añade a la

arcilla para amasarla y moldearla), en tanto en la segunda fase, durante el proceso de cocción, pierde el agua zeolítica (moléculas de agua intercaladas en los vacíos de la red cristalina) o de constitución. Cuando se produce la eliminación de agua de constitución, se rompe la estructura de la arcilla y el fenómeno deja de ser reversible, perdiendo definitivamente la posibilidad de ser plástica.

Como sucede con los otros productos de arcilla cocida, la fase principal de todo el proceso es la cocción, siendo uno de los requisitos básicos la adecuada selección de la materia prima.

Son bastantes las arcillas que permiten alcanzar fácilmente las exigencias de la norma y muchas de ellas sobrepasarlas ampliamente.

1.4.2 DESENGRASANTES ¹⁷

Se puede reducir la plasticidad, mediante la adición de materias no plásticas que reciben el nombre de desengrasantes que disminuyen la contracción, que facilitan la salida del agua del interior de la masa plástica para hacerla perder plasticidad, evitando que se adhieran objetos en contacto con ellas y permitan el moldeo correcto de los productos. Entre los desengrasantes normalmente usados, figura el ladrillo molido procedente de ladrillos rotos y que no debe ser extremadamente fino ni todo del mismo tamaño, las cenizas que quedan en el horno y con frecuencia arena, la cual debe ser de naturaleza silíceas, exenta de granos calizos y bastante fina.

1.4.3 FUNDENTES ^{18, 19}

Son productos que sirven para bajar el punto de fusión, aumentan la compactación de la pasta a medida que sube la temperatura, y puede ser: serrín, alquitrán, grafito, feldespatos, etc.

¹⁷ Materiales cerámicos; <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/ciencia-y-tecnologia-de-los-materiales/contenido/tema%204-%20materiales%20ceramicos.pdf>.

¹⁸ INGA Jorge, SAETAMA Diana, 2009, "Formulación de pasta del tipo porcelana química para la producción de materiales de laboratorio, y otros usos en la industria", Tesis Universidad Técnica Particular de Loja", Loja, Ecuador.

¹⁹ COSTALES Federico; (1960); "Cerámica para escuelas y pequeñas industrias"; Editorial Continental; México; Pág. 31.

Los feldespatos constituyen el 60% de las rocas ígneas, representan la parte más importante de los fundentes utilizados en las pastas y derivados cerámicos.

La fundencia es la propiedad más importante de un feldespato, ya que ayuda a la fusión de la arcilla a menor temperatura de la que se formaría, si no tuviera dicho material.

El feldespato es un fundente que forma fases cristalinas densas, disminuyendo la porosidad de las piezas cerámicas, la fusión del feldespato ayuda a que se fundan el cuarzo y el caolín para la formación de mullita secundaria, que aporta muchas de las propiedades de las piezas cerámicas.

El feldespato potásico forma una fase vítrea de alta viscosidad, provocando un alto grado de vitrificación y no produce deformaciones de las piezas, lo que es más fácil obtener con el feldespato sódico, ya que tiene un punto de fusión inferior, dado un vidrio menos viscoso y con un intervalo de fusión más estrecho.

El feldespato adicionado a una pasta de arcilla aumenta la resistencia mecánica, tanto en crudo como luego de la cocción, ya que actúa como una carga y provoca una mayor unión de las partículas entre sí, por un aumento de tensión superficial y por distribución del feldespato fundido en los poros.

1.4.4 AGUA ²⁰

El papel del agua es de gran importancia en la cerámica. La mayor parte de las materias primas es de naturaleza sedimentaria y, por lo tanto, ha sido formada en un ambiente acuoso; por otra parte, muchos de los minerales principales son productos secundarios, resultantes de la alteración de las rocas primarias debido a la acción del agua. Además, y a causa de lo indicado anteriormente, en la mayoría de los procesos cerámicos se incorpora agua para facilitar la obtención de los semielaborados en cuestión.

²⁰ Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 2004, "Tecnología Cerámica Aplicada", Castellón, España, Págs.231- 236.

La plasticidad del material cerámico se encuentra asociada a la formación de una película de agua de un cierto espesor alrededor de cada grano individual de material. En el caso de una cantidad excesiva de agua, existe la presencia de un segundo estrato de agua libre, que no interacciona con las partículas sólidas o los cationes presentes en las zonas de fractura, que permite otro tipo de flujo, perjudicial para la plasticidad del sistema; si, por el contrario, el contenido de agua es inferior a lo necesario, las partículas individuales entran en contacto entre sí, generando fenómenos de rozamiento que destruyen toda propiedad plástica del material. Por consiguiente, la plasticidad del sistema está ligada a un sutil equilibrio, en función del contenido de agua y del área superficial humectable.

En el caso del material cerámico obtenido por prensado "en seco" (contenidos de humedad aproximadamente entre 3 y 6%), no se puede hablar de propiedades plásticas reales de la pasta, ya que la composición mineralógica de los componentes y la cantidad de agua presente, tienen una importancia crítica en el éxito del proceso. Es interesante señalar que el valor del índice de plasticidad, se puede establecer a partir de la medida del módulo de ruptura por flexión del material prensado en verde o en seco, ya que se puede demostrar que una pasta con calidades plásticas superiores se caracteriza por un mejor prensado, y por lo tanto una mayor compactación, con una mayor densidad aparente; y, finalmente con un módulo de ruptura más elevado (siendo, por consiguiente, también más difícil de secar), la pequeña cantidad de agua presente, no podrá facilitar el desarrollo de todos aquellos fenómenos de alineación preferencial de las partículas que se encuentran en los productos extruidos. El mecanismo de compactación durante el prensado está influenciado principalmente por la correcta distribución granulométrica de las partículas, y de su dimensión excepcionalmente pequeña, que permite un llenado óptimo de los espacios; la película de agua contenida debe tener la consistencia necesaria y suficiente para desarrollar una acción "adhesiva" de las partículas entre las cuales se aplasta, favoreciendo entre otras cosas, también las reacciones de sinterización en la cocción, sin inducir fenómenos de adherencia en las matrices del molde de la prensa, debidos a la reabsorción unidireccional de la película de agua eliminada de la pasta, en la interface cerámica-metal o caucho.

El agua incorporada a las materias primas, por razones de refinado, depuración o molienda, debe ser eliminada a continuación, para poder desarrollar el proceso productivo, por medio de la conformación de las piezas. Esto puede realizarse con diferentes metodologías:

- sedimentación (ejemplo: clarificación de fangos)
- separación centrífuga (utilizada poca en la cerámica)
- filtración (ejemplo: filtroprensado en la producción de sanitarios o vajilla)
- electroósmosis (ejemplo: en algunas formas de esmaltado)
- evaporación (típicamente en la atomización)
- absorción selectiva, sobre medios sólidos, más ávidos de agua.

Esto es independiente de la necesidad de eliminar el agua de una suspensión de materias primas cerámicas cuando se trabaja con la molienda en húmedo. Este proceso representa indudablemente el caso más masivo de evacuación de agua, y la práctica productiva prevé que, para favorecer la explotación de la plasticidad natural de las pastas arcillosas, se deja un porcentaje variable de líquido en las pastas como "lubricante" del desplazamiento, que facilita el movimiento de las partículas durante la conformación y a causa de las fuerzas aplicadas, produce un preliminar y parcial adherencia de las partículas entre sí, facilitando luego los procesos de sinterización.

En el caso de los productos extruidos, dada la necesidad plástica, la cantidad de agua residual previa a la conformación debe ser necesariamente elevada (15-25% en peso), mientras en el llamado prensado "en seco", la técnica más extendida para la producción de adoquines cerámicos, la cantidad necesaria es sin embargo variable, en función de las características plásticas de la pasta, aunque se mantiene dentro de valores modestos, típicamente entre 3 y 6%. Por otra parte, esta agua debe ser eliminada, junta con la eventualmente absorbida por las piezas durante las operaciones de decoración y esmaltado, antes de la entrada del material al horno para la cocción, haciendo casi siempre necesaria una fase de secado previa a la cocción; sin embargo, si las cantidades de agua a evaporar son relativamente modestas, esta fase productiva resulta extremadamente delicada, por la facilidad con la cual se pueden inducir esfuerzos mecánicos críticos para el material crudo, todavía poco resistente.

El agua, como algunas sustancias líquidas, posee una cierta tendencia a pasar al estado de vapor, con la absorción de energía. La emisión de vapor no continúa indefinidamente, sino que cesa en un momento determinado cuando el vapor alcanza la saturación; es decir, se establece un equilibrio entre el número de moléculas que se evaporan y el número de moléculas de vapor que relicuan en el líquido; este equilibrio corresponde a una cierta presión, denominada tensión de vapor saturado. La tensión de vapor incrementa con la temperatura. Cuando al aumentar la temperatura, la tensión de vapor iguala la presión atmosférica, se produce la ebullición, es decir, el vapor se libera de la superficie del líquido en forma de burbujas. La temperatura de ebullición disminuye con la presión y cada sustancia, a una temperatura determinada, tiene su tensión de vapor. En concreto el agua, a 100 °C, presenta una presión de vapor de saturación de 1 atm, a nivel del mar.

El agua que se cede a temperaturas moderadas, es decir que no forma parte de la estructura cristalina, y que tampoco hay que asignar a los grupos hidroxílicos OH- presentes en la composición, puede clasificarse en tres categorías:

- Agua en los poros, en la superficie y en los bordes de las partículas.
- Agua de interestrato, entre las láminas arcillosas elementales.
- Agua presente dentro de los canales estructurales.

La eliminación del agua del primer tipo requiere energías muy bajas y constantes, y por tanto, temperaturas relativamente modestas, aún se lo puede hacer a temperatura ambiente, en un régimen de humedad relativa baja. Se usan temperaturas más elevadas, sobre los 100°C, para acelerar el proceso e incrementar el gradiente térmico entre el exterior y el interior de la pieza.

Las aguas del segundo y tercer tipo, por el contrario, pueden eliminarse con menor o mayor dificultad en función de otros parámetros diferentes, los cuales, en todo caso, son estrechamente correlacionables con la textura y la compacidad de los materiales.

Las interacciones entre la arcilla y el agua dependen en efecto, de la reactividad física y química de la superficie del mineral arcilloso, donde pueden estar presentes oxígenos, hidroxilos y, en las zonas de fractura, elementos diferentes;

la distribución de estos sitios activos determina la actividad superficial de los minerales arcillosos (capacidad de intercambio, selectividad iónica) y juegan, luego, un papel importante: la carga superficial específica, el área superficial, y el pH.

Finalmente el agua debe estar exenta de sales solubles para evitar que las sales queden en el ladrillo y aparezcan luego en forma de eflorescencias.

1.4.5 RESIDUOS DE CERÁMICA EN LA FÁBRICA EDESA

La fábrica EDESA produce aproximadamente 420 toneladas de desecho cerámico mensualmente, luego de seleccionar la cerámica sanitaria que posee defectos.



Figura No 1.4 Cerámica sanitaria defectuosa, bodega Edesa.

Esta cerámica defectuosa, luego es triturada por golpes con un combo, de forma manual.



Figura No 1.5 Desecho cerámico triturado manualmente en Edesa.

Posteriormente se pasa por una máquina trituradora en donde se obtiene un tamaño de grano menor.



Figura No 1.6 Trituradora Edesa

Luego se tamiza a través de una malla ASTM No3 para obtener el grano óptimo, llegando a un tamaño 6.7 mm, para ser transportado al botadero de basura.



Figura No 1.7 Tamizado del desecho patios de Edesa

Este desecho se acumula hasta aproximadamente 600 toneladas, antes de ser transportado al botadero municipal de basura.



Figura No 1.8 Desecho cerámico almacenado en la planta Edesa

CAPÍTULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

Para iniciar esta investigación se cuenta con el desecho de cerámica sanitaria de la fábrica Edesa, el mismo que será molido, para luego realizar una reducción por cuarteo con los cuales se realizan diversos ensayos para caracterizar este material, determinando si el mismo presenta características físicas óptimas, para la elaboración de adoquines cerámicos de alta calidad.

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Para iniciar la caracterización de los materiales, primeramente se realiza un muestreo y luego una reducción de la muestra mediante el método de cuarteo, para posteriormente realizar ensayos de: granulometría, densidad, absorción de agua y porcentaje de humedad.

2.1.1 MUESTREO

El muestreo se realizó teniendo en cuenta que la muestra se encuentra estancada, para lo cual se cogió muestras de material de la parte superior, media e inferior.

2.1.2 REDUCCIÓN POR CUARTEO ²¹

Para este análisis se tomaron 40 kg de muestra extraída de la fábrica EDESA, se llevó al laboratorio y se procedió a realizar la reducción de muestra por cuarteo a pala es decir, el material se deposita sobre una superficie limpia y lisa para evitar la pérdida y contaminación de la muestra con material orgánico que

²¹ LOEMCO, "Curso de realización de ensayos de áridos para el Mercado CE", Págs. 27-28.

provocaría alteración de la muestra; se homogeniza o se mezcla de manera uniforme; luego se coloca la muestra en el suelo en forma de pila cónica, mediante el depósito de cada palada en la parte superior.



Figura No 2.1 Pila cónica de muestra de desecho cerámico

Cuidadosamente se aplanar la pila cónica a un espesor y diámetro uniforme, presionando la punta con una pala, para que cada sector de la cuarta parte de la pila resultante, contenga el material original en el mismo. El diámetro debe ser aproximadamente de cuatro a ocho veces el espesor.



Figura No 2.2 Pila aplanada de desecho cerámico

Luego se divide en cuatro partes iguales con una regla metálica o con la pala.

Se extraen las partes diagonalmente opuestas con la mayor prolijidad, para no alterar la muestra, para esto se utiliza una espátula y brocha para evitar pérdida de material.



Figura No 2.3 Extracción de las partes diagonalmente opuestas

El material retirado se devuelve a la bolsa de material utilizado (sobrante), y con las 2 partes restantes se repite de nuevo el procedimiento, hasta obtener aproximadamente el peso de la muestra requerido.

2.1.3 GRANULOMETRÍA ²²

El ensayo consiste en dividir y separar mediante una serie de tamices, un material en varias fracciones de árido de tamaño decreciente. Los tamaños de aberturas y el número de tamices se seleccionaran según la naturaleza de la muestra y según la precisión requerida.

La masa de las partículas retenidas en los diferentes tamices se expresará como porcentaje de masa inicial del material.

²² Norma Técnica Ecuatoriana, "Áridos para hormigón determinación de la granulometría", Norma INEN 696, Págs. 1-3.

Los porcentajes acumulados que pasan por cada tamiz se presentarán en forma numérica y si es necesario en forma gráfica.

2.1.3.1 Procedimiento de ensayo

Secar la muestra en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta peso constante, enfriarla a temperatura ambiente y registrar su peso, que fue de 603,757g.



Figura No 2.4 Estufa Programable

Armar los tamices en orden decreciente de tamaños de aberturas, desde el mayor hasta el menor, usando aquellos tamices que sean necesarios para determinar las características granulométricas del material. El juego de tamices debe montarse sobre el depósito receptor.

Colocar la muestra de ensayo en el tamiz mayor superior, cubrir con la tapa y agitar el conjunto por medio de un tamizador mecánico, por un periodo de 30 minutos.



Figura No 2.5 Tamizadora

Comenzando por el de mayor abertura, tomar individualmente cada tamiz, provisto de tapa y material receptor, mantenerlo ligeramente inclinado con la una mano, mientras se golpea con la otra a razón de aproximadamente 150 veces por minuto. A intervalos de 25 golpes girar el tamiz aproximadamente un sexto de revolución.

Continuar con esta operación hasta cuando no pase más del 1% en masa de la fracción retenida en cada tamiz, en un minuto de tamizado manual continuo. El material que pasa, se coloca en el siguiente tamiz de menor abertura y se repite la operación, hasta llegar al tamiz de mínima abertura.

Determinar la masa de las cantidades de material retenidas en cada tamiz, y en el depósito receptor.

2.1.3.2 Resultados

El porcentaje de árido retenido en cada tamiz o recogido en el depósito receptor, con base a la masa total de la muestra, se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$P = \frac{B}{A} * 100 \quad [2.1]$$

Dónde:

P = Porcentaje de árido retenido en un determinado tamiz o recogido en el depósito receptor.

A = Masa de la muestra de ensayo.

B = Masa de la cantidad de material retenida en un determinado tamiz o recogido en el depósito receptor.

Con el método señalado se obtuvo la siguiente distribución granulométrica de la muestra de 603,757 gr.

Tabla No 2.1 Distribución Granulométrica

Tamiz	Abertura mm	Gramos retenidos	% Retenido	% Retenido acumulado	% PASA	GRAMOS QUE PASAN
# 12	1,68	16,091	2,67	2,67	97,33	582,30
# 14	1,41	69,050	11,44	14,10	85,90	513,91
# 20	0,841	158,011	26,17	40,27	59,73	357,35
# 30	0,595	87,298	14,46	54,73	45,27	270,84
# 40	0,420	67,780	11,23	65,96	34,04	203,65
# 50	0,297	47,662	7,89	73,85	26,15	156,45
# 70	0,210	19,109	3,17	77,02	22,98	137,48
# 100	0,149	47,406	7,85	84,87	15,13	90,52
# 140	0,105	18,258	3,02	87,89	12,11	72,45
# 200	0,074	13,342	2,21	90,10	9,90	59,23
# 270	0,053	10,324	1,71	91,81	8,19	49
base		43,940	7,28	99,09	0,91	5,44
Total		598,271				

El total de masa de muestra retenida es de 598,271gr que difiere de la masa de la muestra inicial de 603,757 en 0,91%, lo que indica que el ensayo realizado es aceptable, ya que la norma INEN 696:1982-12 “Áridos para hormigón determinación de la granulometría”, acepta hasta un máximo de 3% de retención.

2.1.4 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, GRAVEDAD ESPECÍFICA, Y ABSORCIÓN DE AGUA DEL ÁRIDO FINO ²³

De acuerdo a la Norma UNE-EN 1344-2002, se sumerge en agua por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$, una muestra previamente secada, hasta conseguir un peso constante, con el propósito de llenar sus poros con agua. Se retira la muestra del agua, se seca el agua superficial de las partículas y se determina su peso. Luego se coloca la muestra o parte de ésta en un recipiente graduado y se determina el volumen de la muestra, finalmente la muestra se seca en la estufa y se determina nuevamente su peso. Utilizando los valores de peso obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, gravedad específica y la absorción de agua. ²⁴

2.1.4.1 Procedimiento de ensayo

Colocar la muestra en un recipiente apropiado y secarla en la estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir peso constante, dejarla que se enfríe hasta una temperatura que sea fácil para su manipulación, luego cubrirla con agua añadiendo esta hasta alcanzar al menos 6% de humedad y dejar que repose por $24 \pm 4 \text{ h}$.



Figura No 2.6 Estufa

²³ Norma Técnica Ecuatoriana, "Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del árido fino", Norma NTE INEN 856:2010, Págs. 3-7.

²⁴ Norma Técnica Ecuatoriana, "Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del árido fino", Norma NTE INEN 856:2010, Págs. 5-7.

Decantar el exceso de agua, evitando la pérdida de finos, extender la muestra sobre una superficie plana no absorbente y moverla frecuentemente para asegurar un secado homogéneo y obtener una muestra saturada superficialmente seca, continuar con esta operación hasta que la muestra se aproxime a una condición de flujo libre.

Mantener firmemente el molde sobre una superficie lisa no absorbente, con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar en el molde, en forma suelta, una porción de muestra parcialmente seca, hasta llenarlo, colocar material adicional en la parte superior manteniendo firme el molde con la mano, compactar la muestra con 25 golpes ligeros del compactador. Permitir que el compactador caiga libremente bajo la atracción gravitacional en cada golpe, Ajustar la altura de caída a la nueva elevación de la superficie después de cada golpe. Remover la muestra que ha caído alrededor de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad superficial todavía está presente, la muestra mantendrá la forma del molde. Cuando la muestra se desmorona ligeramente, ello indica que se ha alcanzado la condición de superficie seca saturada.



Figura No 2.7 Molde y compactador

Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro $500 \text{ gr} \pm 10 \text{ gr}$ de muestra saturada superficialmente y llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el picnómetro manualmente: rodar, invertir y agitar el picnómetro para eliminar las burbujas de aire.



Figura No 2.8 Bomba de vacío y picnómetro

Luego de eliminar todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a $23,0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, si es necesario mediante inmersión parcial en agua circulante; y llevar el nivel de agua en el picnómetro hasta la marca de calibración. Determinar el peso total del picnómetro: muestra y agua.

Retirar la muestra del picnómetro, secarlo en la estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir un peso constante y enfriarlo a temperatura ambiente por $1 \text{ h} \pm 1/2 \text{ h}$, determinar su peso.

Determinar el peso del picnómetro lleno hasta la marca de calibración, con agua a $23,0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2.1.4.2 Resultados

Se calcula las densidades y absorción de agua con las formulas respectivas.²⁵

Densidad (SH): Se calcula la densidad de la muestra en condición seca a la estufa.

$$\text{Densidad SH} = \frac{997,5 A}{B + S - C} = \frac{997,5 * 245,2}{680 + 251,6 - 827,1} = 2340 \text{ kg/m}^3$$

²⁵ Norma Técnica Ecuatoriana, "Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del árido fino", Norma NTE INEN 856:2010, Págs. 5-7.

Densidad: Se calcula la densidad de la muestra en condición saturada superficialmente seca.

$$\text{Densidad SSS} = \frac{997,5 S}{B + S - C} = \frac{997,5 * 251,6}{680 + 251,6 - 827,1} = 2401 \text{ kg/m}^3$$

Densidad Aparente: Se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Densidad Aparente SSS} = \frac{997,5 A}{B + A - C} = \frac{997,5 * 245,2}{680 + 245,2 - 827,1} = 2493 \text{ kg/m}^3$$

Absorción: Se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Absorción} = \frac{(S - A)}{A} * 100 = \frac{(251,6 - 245,2)}{245,2} * 100 = 2,61\%$$

Dónde:

- A peso de la muestra seca en la estufa: 245,2 gr.
- B peso del picnómetro lleno con agua, hasta la marca de calibración: 680 gr.
- C peso del picnómetro lleno con muestra y agua hasta la marca de calibración: 827,1 gr.
- S peso de muestra saturada superficialmente seca (utilizada en el procedimiento gravimétrico, para determinar la densidad y la densidad relativa (gravedad específica) o para determinar la absorción, con ambos procedimientos): 251,6 gr.

2.1.5 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD ²⁶

Se prepara la muestra tomando 95% de arcilla y 5% de material cerámico de desecho, se mezcla hasta obtener una mezcla homogénea, es decir no se distinguen sus componentes.

²⁶ Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 2004, "Tecnología Cerámica Aplicada", Castellón, España, Pág. 41.

2.1.5.1 Procedimiento de ensayo

Primero se debe comenzar con la extracción y preparación de la muestra. La muestra debe ser representativa del proceso, para esto se realiza su reducción mediante el método de cuarteo explicado anteriormente, la masa de la muestra es aproximadamente 6 gr.

Después de escogida la muestra, se determina su peso con aproximación de 0.1%, evitando la pérdida de humedad y del mismo material; luego de haberlo pesado se deposita la muestra en un crisol anteriormente tarado, para después ser sometido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ en la estufa para de esta manera extraer su humedad.

Inmediatamente que el material esté seco, se saca de la estufa y se deja enfriar, para finalmente calcular su peso.

Se escogieron seis muestras aleatorias estadísticamente y se realizó el mismo procedimiento anteriormente descrito, a todas ellas.

2.1.5.2 Resultados

Se calcula el contenido de humedad de la siguiente manera.

$$w = \frac{mh - ms}{ms} * 100 \quad [2.2]$$

$$ms = \text{masa crisol} + \text{masa seca} - \text{masa crisol}$$

Donde:

w porcentaje de humedad (%)

mh peso húmedo (gr.)

ms peso seco (gr.)

mc peso del crisol (gr.)

Los cálculos se presentan en la tabla No 2.2

Tabla No 2.2 Porcentaje de Humedad

Muestras		Porcentaje humedad
muestra 1		5,62%
peso crisol	33,7774	
peso húmedo	5,9694	
peso crisol + peso seco	39,429	
muestra 2		5,55%
peso crisol	31,8965	
peso húmeda	6,2496	
peso crisol + peso seco	37,8174	
muestra 3		5,49%
peso crisol	33,8142	
peso húmedo	6,0899	
peso crisol + peso seco	39,5873	
muestra 4		5,37%
peso crisol	30,3907	
peso húmedo	6,1113	
peso crisol + peso seco	36,1908	
muestra 5		5,43%
peso crisol	31,953	
peso húmedo	6,3304	
peso crisol + peso seco	37,9576	
muestra 6		5,36%
peso crisol	33,6105	
peso húmedo	6,0523	
peso crisol + peso seco	39,3547	
Promedio porcentaje de humedad		5,47%

Ejemplo de cálculo

$$ms = 39,429 - 33,7774 = 5,6516$$

$$w = \frac{5,9694 - 5,6516}{5,6516} * 100 = 5,62\%$$

2.2 ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA Y DE LOS RESIDUOS

2.2.1 ARCILLA

La arcilla es transportada de la fabrica TERRAFORTE ubicada en Calacalí, Av. Manuel Córdova Galarza y Luis Calderón, la misma que es molida en el molino de bolas hasta obtener un tamaño de grano menor 0.150 mm).

Luego de la molienda, se tamiza a través de una malla ASTM No 270 (0.053 mm) la que permite que pase únicamente la arcilla con la granulometría deseada.

2.2.2 RESIDUO DE CERÁMICA

El residuo de cerámica con tamaño de grano menor a 1,50 mm malla ASTM No 10, es transportada de la fábrica EDESA ubicada en Quito, Av. Moran Valverde OE3-191 y Av. Teniente Hugo Ortiz, el mismo que es molido en el molino de bolas hasta obtener un tamaño de grano igual al de la arcilla, a través del tamiz respectivo, malla ASTM No 270 (0.053 mm).

2.3 FORMULACIÓN DE LA PASTA PARA ADOQUINES CERÁMICOS ²⁷

Para obtener la formulación óptima de la pasta se experimentó con mezclas de varias proporciones de arcilla y desecho cerámico, además con diferentes porcentajes de humedad, teniendo la humedad original de la muestra de 5,47% determinada anteriormente.

Luego se mezcla hasta obtener una mezcla homogénea, posteriormente se agrega agua para obtener una humedad determinada y se vuelve una sola masa con un agitador mecánico, luego se coloca en una funda plástica por un tiempo determinado para su maduración, antes de realizar el prensado. Ver anexo 2.1.

²⁷ NORTON F.H.; (1975); "Cerámica fina tecnología y aplicaciones"; Ediciones Omega; Barcelona-España; Págs. 125-125.

2.4 ELABORACIÓN DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS A NIVEL DE LABORATORIO ^{28, 29}

Luego del acondicionamiento de la materia prima y con las respectivas formulaciones para la fabricación de pastas, se procede a realizar el proceso de prensado, que se realizó en la prensa hidráulica disponible con un capacidad de 0 a 630 kg/cm², ubicada en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la carrera de Ingeniería Química, mostrada en la Figura No 2.9, bajo una presión de 200 kg/cm², empleando el molde que se aprecia en la misma figura.



Figura No 2.9 Prensa y Molde

Con este procedimiento, se obtienen los adoquines con las diferentes formulaciones. Ver anexo 2.2.

²⁸ NORTON F.H.; (1975); "Cerámica fina tecnología y aplicaciones"; Ediciones Omega; Barcelona-España; Pág. 157-175.

²⁹ LYNGGAARD Finn; (1976); "Tratado de Cerámica"; Ediciones Omega; Barcelona-España; Págs. 209-210.

2.4.1 SECADO Y COCCIÓN DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS

Los adoquines prensados, pasan al proceso de secado, que se realizó en la estufa. Posteriormente se lleva a la quema en un horno de ensayos de laboratorio, ubicado en la planta piloto del Área de Cerámica de la Escuela Politécnica Nacional, utilizando un ciclo basado en trabajos anteriores ³⁰. Ver anexo 2.3.

2.5 PRUEBAS MECÁNICAS DE CALIDAD DE LOS ADOQUINES OBTENIDOS

Con los adoquines quemados, se procede a realizar las pruebas de calidad, conforme a la norma UNE-EN 1344-2002.

2.5.1 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE ROTURA TRANSVERSAL

La carga de rotura transversal proporciona información directa sobre la capacidad de un adoquín para soportar cargas de flexión.

2.5.1.1 Procedimiento de ensayo ³¹

De acuerdo a la UNE-EN 1344-2002, se seleccionan adoquines de arcilla cocida, y se sumergen en agua a 20 ± 5 °C durante 24 horas.

³⁰ GARZON Heman; (2001); "Obtención de aisladores eléctricos cerámicos tipo 53-3 a nivel semipiloto"; Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Químico; Escuela Politécnica Nacional; Quito

³¹ Norma Española, "Adoquines de arcilla cocida Especificaciones y métodos de ensayo", Norma UNE-EN 1344, Págs. 30-31.

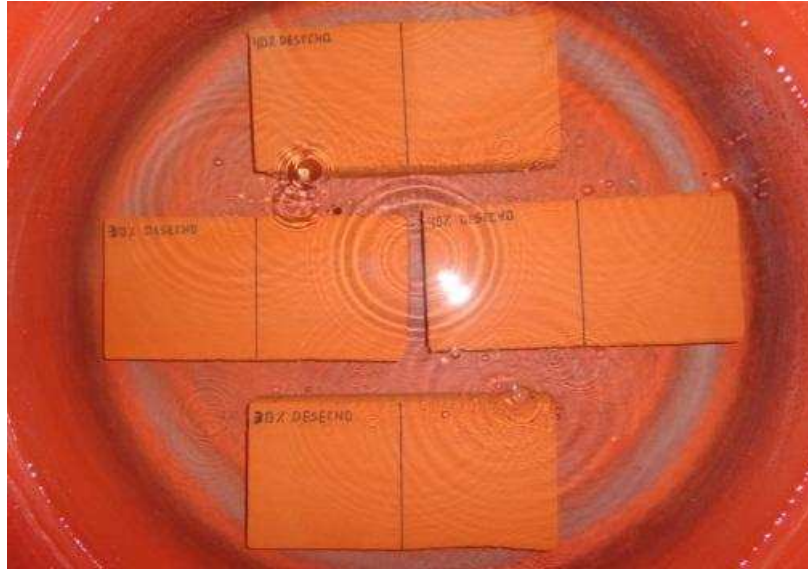


Figura No 2.10 Adoquines sumergidos en agua

Se elimina el agua sobrante de la superficie de los adoquines de arcilla cocida antes del ensayo.

Se mide la anchura y el espesor del adoquín en la posición prevista de la parte superior.

Se coloca cada adoquín con la cara vista hacia arriba sobre dos rodillos cilíndricos de acero, uno fijo y otro autoajustable de diámetro (25 ± 10) mm. La distancia entre los rodillos a de ser tal, que cada uno esté a una distancia de (15 ± 1) mm del extremo del adoquín, calculándose esta distancia sobre el tamaño real del ensayo no sobre la longitud real del adoquín.

Se coloca el adoquín con los soportes situados en ángulo recto respecto a los ejes principales de simetría. Se comprueba que la longitud de los rodillos es mayor que la anchura máxima de la parte del adoquín entre los soportes.

Se aplica la carga en el centro con una tensión inicial de 100 N/s, por medio de un tercer rodillo cilíndrico de acero de diámetro $25\text{mm} \pm 10\text{mm}$ también autoajustable, colocado en los centros de los apoyos sobre la cara vista del adoquín cerámico y paralelo a dichos apoyos.

Se continúa aplicando la carga hasta la rotura, se anota la carga de rotura de cada adoquín con una precisión de 0,1 KN.



Figura No 2.11 Ensayo de Flexión

2.5.1.2 Resultados

Se divide la carga entre la anchura medida de cada adoquín y se redondea el resultado al valor de N/mm más próximo, se calcula la media aritmética de los resultados de 10 adoquines de arcilla cocida ensayados, redondeando al N/mm más próximos. Ver anexo 2.4.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.1.1 DE SU GRANULOMETRÍA

La granulometría se inicia por debajo de los 2 mm y un 8,19% cumple con la granulometría óptima para la fabricación de adoquines malla ASTM 270, es decir 0,053 mm. De aquí se ve la necesidad, de que lo retenido que es: 91.81% se lo someta a un proceso de molienda para obtener la granulometría óptima.

3.1.2 DE SU DENSIDAD

La densidad aparente del desecho cerámico es de 2493 Kg/m³, valor que se encuentra por encima de la densidad de la arcilla de la empresa Terraforte que es de 1800 Kg/m³. El porcentaje de absorción del desecho cerámico es de 2,61% por debajo de la arcilla de la empresa Terraforte que es de 18%.

3.1.3 DE SU HUMEDAD

El porcentaje de humedad de la mezcla es de 5,62% por debajo del óptimo experimental que es de 15% por lo que se podría agregar algo más de agua a la mezcla, para fabricar los adoquines cerámicos, con menos fallas y desperdicios.

3.2 DEL TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES

Se debe realizar un proceso de molienda hasta obtener la granulometría igual o menor a la malla ASTM 270, que es la aceptada experimentalmente.

Luego de la molienda se mezcla y agrega agua, hasta que alcance una humedad del 15%.

3.3 DE LA FORMULACIÓN DE LA PASTA MÁS CONVENIENTE

La formulación más conveniente de acuerdo al octavo ensayo del anexo 2.4, se logra con el 38% de desecho cerámico de la fábrica EDESA y con el 62% de arcilla de la empresa TERRAFORTE, esta es la cantidad máxima de desecho a utilizar como materia prima, con una humedad del 15%.

3.4 DE LOS ADOQUINES FORMADOS

Los adoquines obtenidos del último ensayo del anexo 2.4, tienen una resistencia promedio de 99,5 N/mm, que es un valor por encima de lo exigido en la Norma UNE-EN 1344-2002 que es de 80 N/mm, lo cual indica que es un proceso viable que hará factible su comercialización.

CAPÍTULO IV

4 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICO DEL PROYECTO

4.1 ESTUDIO DE MERCADO

El mercado de los adoquines cerámicos, ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años, según los datos obtenidos del Banco Central del Ecuador, como se aprecia en la tabla No 4.1.³²

Tabla No 4.1 Consumo de adoquines cerámicos³³

Consumo Aparente (toneladas)				
CA = Producción Nacional + Importaciones - Exportaciones				
Años	Producción Nacional	Importaciones	Exportaciones	Consumo Aparente
2007	108436	8,94	4397	104048
2008	115795	30,41	2228	113597
2009	113673	1,23	2142	111532
2010	137164	0,03	2390	134774
2011	144735	6,70	2011	142731

4.1.1 EL PRODUCTO

Son adoquines cerámicos de 200 x 100 mm. y espesor de 40mm, fabricados a partir de arcilla de la empresa TERRAFORTE y desecho cerámico producido en la fábrica EDESA. Adoquines que cumplen con los requisitos la norma Europea UNE-EN 1344-2002.

³² Banco Central del Ecuador. http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp.

³³ Banco Central del Ecuador. http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp.

4.1.2 DEMANDA DEL MERCADO DE ADOQUINES CERÁMICOS

La demanda es la cantidad de bienes y servicios, que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica, con un precio determinado, La demanda de adoquines cerámicos ha ido en aumento junto con el crecimiento de la industria de la construcción.

Para el cálculo de la demanda en este proyecto, se utiliza el método del consumo aparente, mediante el cual se realiza un análisis de la producción, exportación e importación.

Una proyección de la demanda de adoquines cerámicos a 10 años, se calcula mediante el método de los mínimos cuadrados, según el cual para el año 2021 el mercado local demandaría 239588 toneladas, por lo cual la construcción de una planta de 7580 toneladas de capacidad aproximadamente representaría el 3,16% de la demanda local. Los cálculos realizados se observan en el anexo 4.1.

4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN

4.2.1 TAMAÑO DE PLANTA

El tamaño de la planta esta diseñada para eliminar la cantidad de desecho cerámico que se produce en la fabrica EDESA, que expresado por el ingeniero Marco Carrillo Gerente de Producción de dicha fabrica es de aproximadamente 240 toneladas /mes, por lo que el diseño de la planta se establece para la producción de 4'210.556 adoquines/año. Ver Anexo 4.1.

4.2.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

Para la elección de la mejor localización del proyecto, hay que tener en cuenta algunos factores y aspectos importantes:

La disponibilidad de energía eléctrica, ya que para la producción de adoquines cerámicos se necesitará de maquinaria y por lo tanto también de energía eléctrica, por lo que esto se vuelve en un factor importante en la elección de la localización.

La facilidad de comunicación, esto es referente a líneas de teléfono e internet ya que se necesitará comunicación entre los diferentes departamentos, con el mercado del producto y de materia prima.

El transporte es necesario tomar en cuenta, ya que esto es decisivo para la fácil distribución del producto sin demasiada demora, porque esto representa dinero que se pierde. Otro factor que es importante es la transportación de la materia prima, ya que esto también representa dinero.

La mano de obra es importante tomar en cuenta para la ubicación de la empresa, porque si está muy alejada de las zonas habitadas se necesitará demasiado tiempo en el traslado del personal, o peor aun, se necesitara de campamentos lo que representa un gasto importante. Por lo que es necesaria una localización no demasiado alejada. Además se necesitará de personal capacitado, el cual se lo encuentra más fácilmente en las ciudades.

El terreno en si mismo también se necesita tomar en cuenta, debido a que es más fácil levantar un galpón en un terreno plano, que realizar trabajos que resultan muy costosos para adecuar un terreno irregular. Por otro lado es importante la fácil adquisición del terreno, ya que en algunas municipalidades la adquisición de terrenos es muy complicada y demorosa.

El ambiente laboral es importante, ya que los trabajadores trabajarán de mejor manera en un ambiente adecuado. Además se necesitará de servicios básicos para la sostenibilidad del personal como por ejemplo agua potable y electricidad. Otro el clima adecuado, no demasiado frio ni demasiado caluroso ni húmedo. Esto también repercute a largo plazo en la vida de la maquinaria.

Debido al mandato del Distrito Metropolitano de Quito acerca del parque industrial disponible, sólo existen dos opciones para la elección de la localización del proyecto: el sur y el norte de Quito.

Por lo tanto, se sugiere construir la planta, en el Parque Industrial de Guamaní, Panamericana sur, en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha. Existiendo lotes de terreno en el parque industrial Turubamba al sur de la ciudad, en el barrio Guamaní.

Su ubicación es ideal para el ingreso de unidades de transporte pesado tanto por la carretera panamericana sur, como por la Av. Simón Bolívar, que une directamente con Tambillo.

Además este sector cuenta con línea de fábrica certificada para uso industrial de alto impacto ambiental y ordenanza municipal para 99 años.

4.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

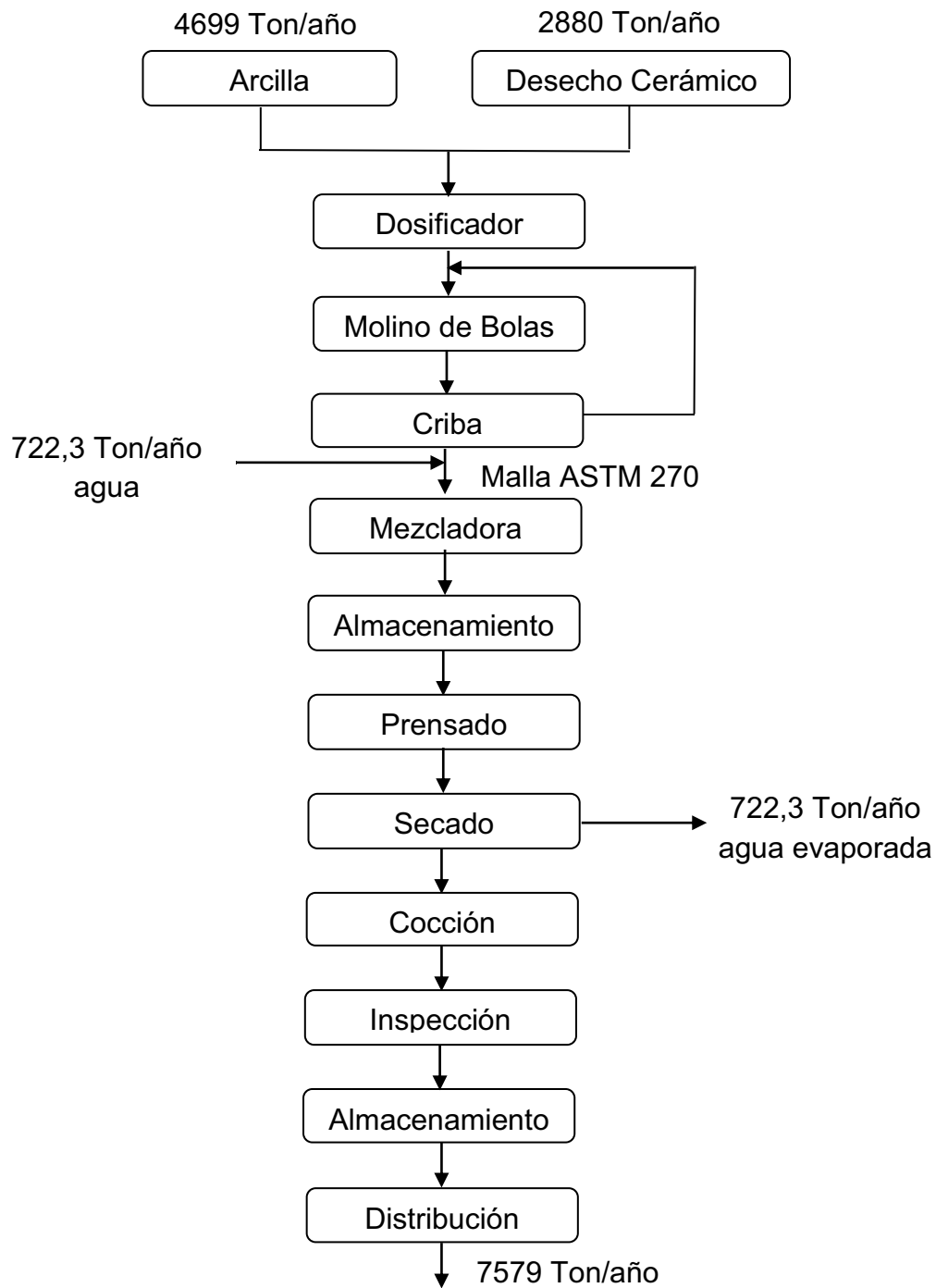


Figura No 4.1 Diagrama de flujo del proceso

4.2.4 BALANCE DE MATERIA PRIMA

El balance de masa se presenta de forma global, el mismo que es obtenido de acuerdo al cálculo del Anexo 4.1. y 4.2.

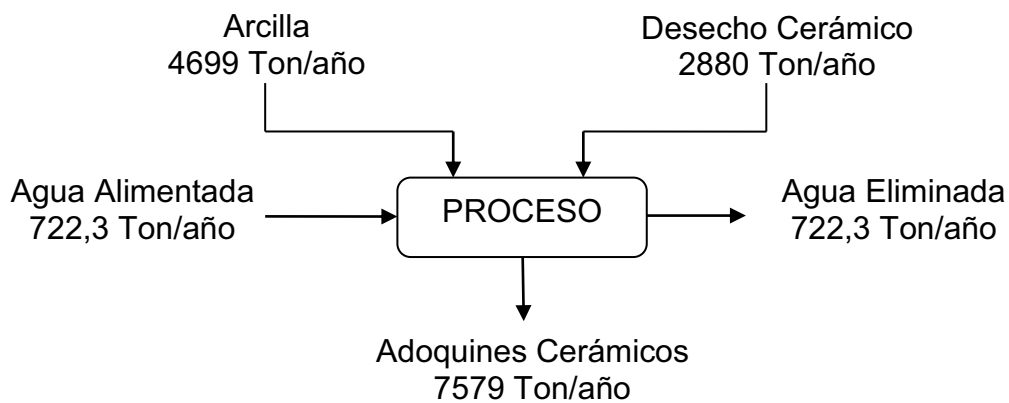


Figura No 4.2 Balance de Materia Prima en la producción de adoquines

4.2.5 DIMENSIONAMIENTO, DISTRIBUCIÓN DE PROCESOS Y EQUIPOS EN PLANTA

4.2.5.1 Ingeniería básica

La empresa se concentrará en la producción de adoquines cerámicos, por lo que se necesitará un terreno de aproximadamente 4050 m², en el cual se alzarán un galpón, allí estarán localizadas las máquinas para la producción, bodegas, área de materia prima, oficinas, parqueaderos, etc. Además se necesitarán instalaciones para agua, electricidad y líneas telefónicas, para el uso de los empleados, oficinas y el funcionamiento de la maquinaria.

La ingeniería básica del proyecto considera una construcción de unos 2610m² aproximadamente, para el galpón en donde se encontrará el área de producción, en el cual se ubicarán las máquinas para la producción y ensamble, es el área más grande, ya que aquí es donde el producto toma forma, además también aquí se inspeccionará el producto para su correcta fabricación.

Además en este galpón se ubicará el área de reciclados en donde se almacena los sobrantes de la materia prima posible de reciclar, para que ésta pueda ser transformada posiblemente en nueva materia prima.

En el área de bodega también ubicada en el galpón, es donde se almacena el producto terminado para su posterior distribución, previamente a su embalaje cuya sección deberá estar cerca, para evitar pérdidas de tiempo por transportación.

Cerca del área de producción también estará la bodega de materias primas e insumos, para evitar demoras en transporte. Además el galpón contará también con un baño para el aseo de los obreros y un cuarto de herramientas básicas para reparar pequeños daños en la maquinaria y ponerla a punto.

Delante del galpón se construirá una edificación de oficinas, que quede frente a la avenida principal del sector escogido, de aproximadamente unos 84m², en la cual se instalarán todos los equipos de oficina necesarios para que se realice correctamente el trabajo administrativo, lo suficientemente alejados del área de producción para evitar la contaminación sonora. También esta área contará con su propio baño y junto a ésta habrá un parqueadero de vehículos.

La planta también tendrá sus respectivas zonas de ingreso, tanto para peatones como para vehículos de transporte de carga y de materia prima.

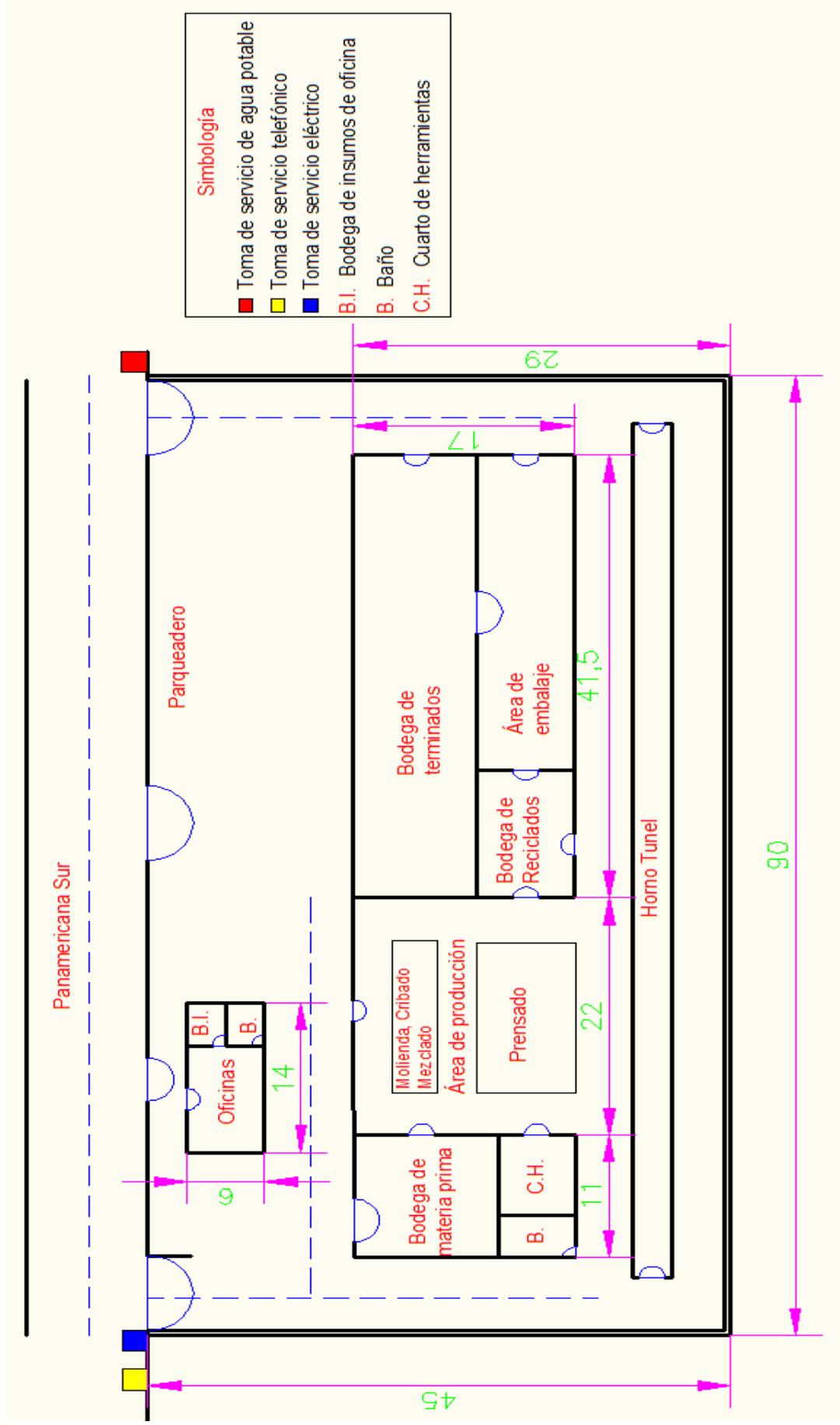


Figura No 4.3 Distribución de planta: ingeniería básica

4.2.5.2 Ingeniería especializada o de detalle

En la ingeniería básica se propuso una distribución de la planta de manera general, en la ingeniería especializada o de detalle se debe tomar en cuenta el dimensionamiento de los procesos y equipos. En los siguientes planos se puede observar como está distribuida la planta de manera que se optimice el proceso, en estos planos se puede observar: la distribución de planta en dimensiones, flujos de materia prima, flujos de personal, flujos de productos terminados y flujo de producción. Esta distribución está orientada a cumplir los siguientes aspectos:

- Evitar contaminación sonora en oficinas.
- Lograr eficacia en el recorrido de materia prima, mano de obra, etc.
- Utilización adecuada del espacio físico.
- Facilitar la supervisión y el mantenimiento.
- Estética y armonía.
- Facilidad de ingreso y salida de materia prima y productos terminados.
- Establecer un espacio ergonómico para el personal.

Los cálculos para el diseño de planta se observa en el anexo 4.3

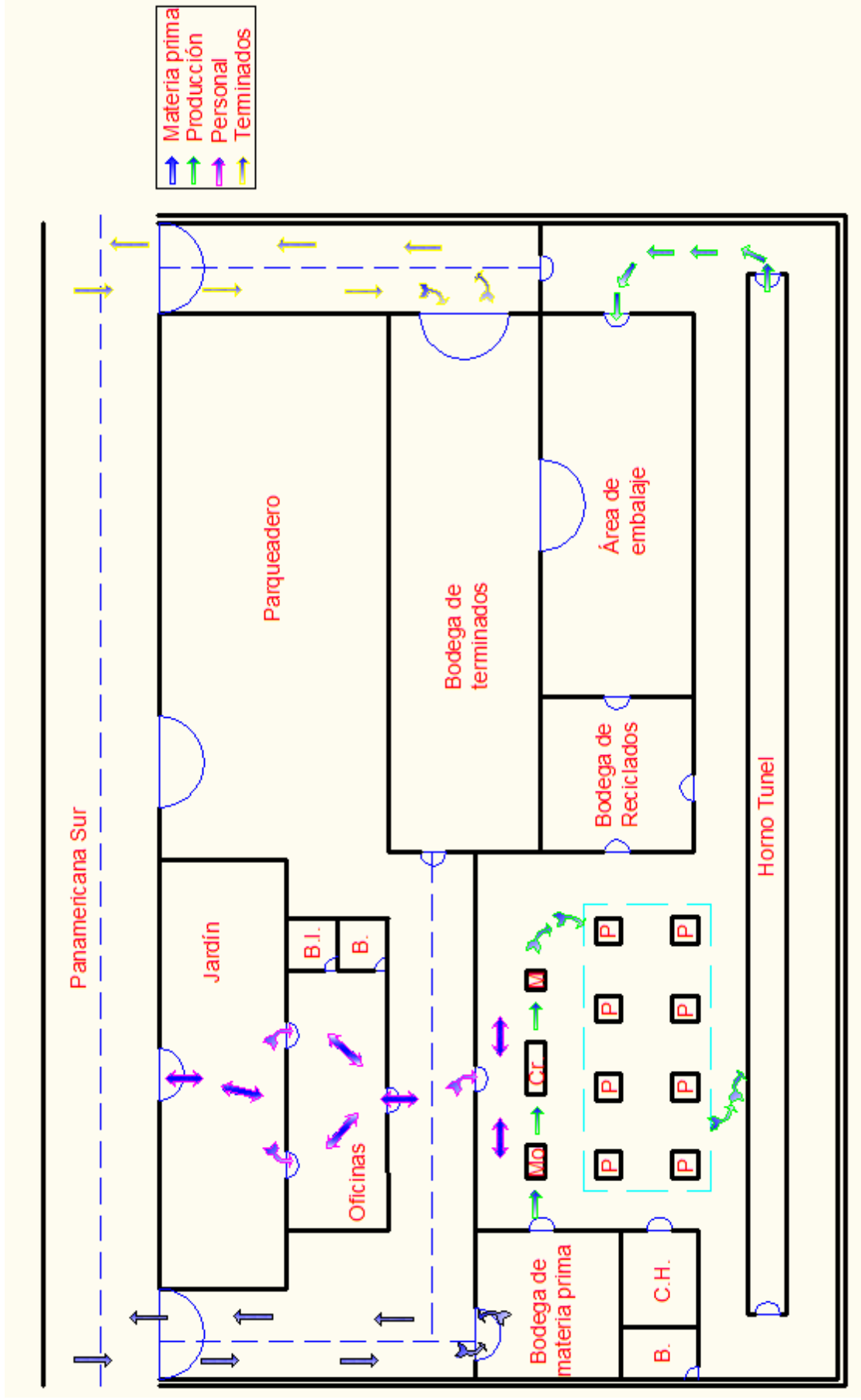


Figura No 4.5 Distribución de planta con ingeniería especializada o de detalle (flujos)

4.2.5.2.1 Dimensionamiento de procesos y equipos.

Aquí se presenta un diseño preliminar de los equipos necesarios para fabricar adoquines cerámicos, los costos de la diferente maquinaria y equipos fueron obtenidos de proformas por internet con diferentes empresas que ofrecen dicha maquinaria. Ver anexo 4.5.

4.2.5.2.1.1 Almacenamiento de materias primas

La planta contará con dos cubículos para almacenar la materia prima, los mismos que estarán provistos de una cubierta, para evitar que se moje y la contaminación de la planta por el polvo.

El tiempo de almacenaje de la materia prima es máximo una semana y con base al cálculo realizado del balance de masa se construirán 2 cubículos, cuyas dimensiones se detalla en la siguiente tabla No 4.2, y que resultan de los cálculos realizados en el Anexo 4.3.

Tabla No 4.2 Dimensionamiento de los cubículos para almacenamiento de la materia prima.

Materia Prima	Dimensiones		
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
Desecho Cerámico EDESA	3,5	3,5	3
Arcilla TERRAFORTE	4	3,5	3

4.2.5.2.1.2 Dosificador

La planta trabajará 8 horas al día y 5 días por semana. El balance de masa permite determinar la cantidad de materia prima que se necesita ser procesada para la fabricación de adoquines cerámicos, la que se aprecia en la tabla No 4.3.

Tabla No 4.3 Materia prima a ser procesada

Materia Prima	Toneladas/año	Toneladas/mes
Desecho Cerámico EDESA	2880	240
Arcilla TERRAFORTE	4699	391,6

Luego de la dosificación la mezcla pasa directamente al molino de bolas

4.2.5.2.1.3 Molino de bolas

El molino de bolas efectúa la operación de reducción de grano, después que el material entra en el eje vacío por el alimentador, el material será tomado uniformemente y espiralmente en el primer silo, donde hay la placa escala o placa onda con las diversas bolas de acero. Debido a las vueltas del tubo/cuerpo que produce la fuerza centrífuga y mecánica, las bolas de acero serán elevadas y después caen para golpear y moler el material.

Después de la molienda general en el primer silo, el material entonces entra en el segundo silo, en el cual hay placas planas, el material será refinado y después se descarga a través de la placa de descarga.

Las características del molino de bolas utilizado para el diseño, se detallan en la tabla No 4.4, y el esquema en la figura No 4.3

Tabla No 4.4 Características del molino de bolas

Modelo	MQG1200×2400
Velocidad giratoria del cubo (r/min)	36
Diámetro de la materia prima (mm)	≤25
Diámetro del producto (mm)	0,074 – 0,6
Capacidad (t/h)	1,5 – 4,8
Potencia de motor (KW)	30
Costo (USD)	31400 (proforma)



Figura No 4.6 Molino de bolas

4.2.5.2.1.4 Sistema de cribado

El producto pasa a una separación a través de un sistema de criba, el mismo que permite que filtre únicamente el producto de granulometría deseada y de igual manera facilita el reciclaje del producto con granulometría mayor. La criba está constituida por una malla metálica con un tamaño de apertura adecuado para el proceso.

Las características de la criba utilizada para el diseño, se detallan en la tabla No 4.5, y el esquema en la figura No 4.4

Tabla No 4.5 Características de la criba vibrante

Modelo	2YZS1237
Tamaño mayor de alimentación(mm)	200
Capacidad(tph)	10 - 80
Potencia del motor (KW)	11
Frecuencia vibrante(rpm)	750 - 950
Amplitud doble vibrante (mm)	5-9
Costo (USD)	9.500 (proforma)



Figura No 4.7 Criba vibrante

4.2.5.2.1.5 Mezclado

Luego de pasar por el proceso de cribado, pasa a la mezcladora, en donde se agrega agua hasta obtener una humedad del 15%, la misma que permite obtener la pasta óptima para el proceso de fabricación.

Las características de la mezcladora para el diseño, se detallan en la tabla No 4.6, y el esquema en la figura No 4.5

Tabla No 4.6 Características de la mezcladora

Modelo	JQ350
Capacidad(m ³ /h)	≤4
Potencia del motor (KW)	5,5
Dimensiones (LxWxH) mm	1200x1200x1300
Costo (USD)	1330 (proforma)



Figura No 4.8 Mezcladora

4.2.5.2.1.6 Prensado

Luego que se tiene la mezcla con la humedad óptima, ésta se deja madurar por 5 días, luego de lo cual, es sometida al proceso de prensado.

Se utiliza una prensa hidráulica, este sistema se basa en el movimiento del pistón contra la matriz, además cuenta con un dispositivo de desmoldeo, la máquina usa 4 lados para trabajar 4 moldes, tiene una larga mesa de trabajo, operación simple, trabajo intenso y alta eficiencia. Las características de la prensa hidráulica para el diseño, se detallan en la tabla No 4.7, y el esquema en la figura No 4.6

Tabla No 4.7 Características de la prensa hidráulica

Modelo	SY-750II
Capacidad (Piezas/h)	250-300
Potencia del motor (KW)	7
Dimensiones (m)	1,9x1,9x1,86
Potencia (KW)	7,7
Resistencia de bloques (Kg/cm ²)	200-240
Costo (USD)	10.500 (proforma)



Figura No 4.9 Prensa hidráulica

En el diseño se requieren de 8 prensas de estas características, para cubrir la capacidad de producción de: 2406 adoquines/hora, ya que cada prensa puede procesar 300 adoquines/hora (Ver punto 3 del Anexo 4.5).

4.2.5.2.1.7 Secado y Cocción

Con los adoquines ya listos, se los pasa al proceso de secado, en donde se elimina toda la humedad, para posteriormente pasar al proceso de cocción. Estos dos procesos se realizan en un horno tipo túnel.

Las características del horno para el diseño, se detallan en la tabla No 4.8, y el esquema en la figura No 4.7

Tabla No 4.8 Características del horno

Marca	Hongzhen
Tipo	Horno túnel
Capacidad (Piezas/24h)	50.000-80.000
Dimensiones (m)	80x3
Potencia (KW)	280
Automático	Si
Costo (USD)	350.000 (proforma)



Figura No 4.10 Horno túnel

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

4.3.1 INVERSIÓN TOTAL

La inversión total establecida contempla la inversión fija en equipo principal y equipo auxiliar, conjuntamente con el capital de operación para la producción de adoquines cerámicos.

La inversión total y el financiamiento se aprecian en la tabla No 4.9

Tabla No 4.9 Inversión total y financiamiento

Inversión	Valor (USD)	Porcentaje %
Inversión fija	1419429	96,91
Capital de operación	45199,79	3,09
INVERSIÓN TOTAL	1464629,7	100,00
CAPITAL PROPIO	439388,90	30
FINANCIAMIENTO	1025240,80	70

4.3.1.1 Inversión fija

Se llama Inversión fija porque el proyecto no puede desprenderse fácilmente de ella, sin que con ello perjudique la actividad productiva, la inversión fija contempla la inversión necesaria tanto en: equipos principales, equipos auxiliares, terrenos, construcciones y otros activos. En la tabla No 4.10 se detalla estos valores.

Tabla No 4.10 Inversión fija

Inversión	Valor (USD)
Terrenos y construcciones	779850
Maquinaria y equipo	422867
Otros activos	149121
SUMAN	1351838
Imprevistos inversión fija (5%)	67592
TOTAL	1419430

4.3.1.1.1 Terrenos y construcciones

Los costos de terreno y de construcción son tomados del costo actual de venta y construcción en el sector de Guamaní, parque industrial Turubamba, y sus valores se detallan en la tabla No 4.11

Tabla No 4.11 Inversión en terrenos y construcción

Terreno	Cantidad	Valor unitario	Valor total
	(m2)	(USD)	(USD)
TERRENO	4860	40	194400
CONSTRUCCIONES			
Adecuación del terreno	4860	5	24300
Edificio administrativo	192	300	57600
Bodega de materia prima	207	250	51750
Área de producción	1512	200	302400
Área de embalaje	354	150	53100
Bodega de reciclados	144	150	21600
Bodega de terminados	498	150	74700
TOTAL			779850

4.3.1.1.2 Maquinaria y equipo

Los costos del equipo principal se han obtenido de proformas de equipos actualizados que se presentan en el Anexo 4.5, otros equipos se obtuvieron de catálogos en Internet y actualizados a la capacidad requerida, los costos pueden apreciarse en la tabla No 4.12.

Tabla No 4.12 Maquinaria y equipo

Denominación	Valor total (USD)
Equipo principal	402730
Gastos de instalación y montaje	20137
TOTAL	422867

4.3.1.1.3 Otros activos

Otros activos se muestran en la tabla No 4.13

Tabla No 4.13 Otros activos

Denominación	Valor total (USD)
Equipo y muebles de oficina	3000
Talleres	4000
Constitución de la sociedad	2000
Repuestos y accesorios	2000
Interés durante la construcción (1año)	116978
Gastos de puesta en marcha	21143
TOTAL	149121

4.3.1.2 Capital de operación

Este rubro sirve para operar la planta por un tiempo de un mes, contempla valores para cubrir salarios, materia prima, servicios, mantenimiento, etc.

En la Tabla No 4.14 se detalla estos valores de capital de operación.

Tabla No 4.14 Capital de operación

Denominación	Valor (USD/mes)
Materiales directos	4699,00
Mano de obra directa	11736,42
Carga fabril	25875,52
Gastos administrativos	2427,52
Gastos de venta	461,33
TOTAL	45199,79

*Sin depreciación ni amortización

4.3.1.2.1 Materiales directos

La materia prima está constituida por arcilla, desecho de cerámica sanitario y agua; los montos correspondientes de estos materiales por año se detallan a continuación en la tabla No 4.15

Tabla No 4.15 Materiales directos

Inversión	Ton/año	Valor unitario	Valor total/año
Arcilla	4699	12	56388
Desecho cerámico	2880	0	0
TOTAL			56388

4.3.1.2.2 Mano de obra directa

Se ha determinado que para operar la planta es necesario de un ingeniero de planta y treinta y cuatro operarios, los costos correspondientes a la mano de obra directa se detallan en la tabla No 4.16

Tabla No 4.16 Mano de obra directa

Personal	Salario (USD/mes)	Total (USD/año)
Ingeniero de planta	800	9600
34 Obreros	292	119136
SUMAN		128736
Carga familiar 9.4%		12101
TOTAL		140837

4.3.1.2.3 Carga fabril

4.3.1.2.3.1 Mano de obra indirecta

Los costos correspondientes a la carga fabril se detallan en la tabla No 4.17.

Tabla No 4.17 Mano de obra indirecta

Personal	Salario (USD/mes)	Total (USD/año)	Total (USD/mes)
Despachador	292	3504	292
Guardia seguridad	292	3504	292
SUMAN		7008	584
Carga familiar 9.4%		659	54,90
TOTAL		7667	638,90

4.3.1.2.3.2 Materiales Indirectos

Estos se indican en la tabla No 4.18.

Tabla No 4.18 Materiales indirectos

Denominación	Cantidad	Unitario (USD)	Total (USD/año)	Total (USD/mes)
Equipo seguridad individual	420	200	84000	7000
Desinfectante	48	10	480	40
Cajas	2000	0,2	400	33,33
TOTAL			84880	7073,33

4.3.1.2.3.3 Depreciación

Estos se indican en la tabla No 4.19

Tabla No 4.19 Depreciación

Denominación	Vida útil	Costo (USD)	Valor (USD/año)	Valor (USD/mes)
Construcciones	20	561150	28058	2338,13
Maquinaria y equipo	10	402730	40273	3356,08
Repuestos y accesorios	5	2000	400	33,33
Imprevistos inversión fija	5	67592	13518	1126,53
Gastos de puesta en marcha	2	21143	10572	880,97
TOTAL			92821	7735,04

4.3.1.2.3.4 Suministros y servicios

Estos se indican en la tabla No 4.20.

Tabla No 4.20 Suministros y servicios

Denominación	Cantidad	Unitario (USD)	Total (USD/año)	Total (USD/mes)
Energía eléctrica (Kw-h)	704112	0,11	77452	6454,36
Agua (m ³)	1200	0,5	600	50
Lubricantes (gal)	120	15	1800	150
TOTAL			79852	6654,36

4.3.1.2.3.5 Reparación y Mantenimiento

Estos se indican en la tabla No 4.21.

Tabla No 4.21 Reparación y mantenimiento

Denominación	Porcentaje (%)	Unitario (USD)	Total (USD/año)	Total (USD/mes)
Maquinaria y equipo	1	402730	4027,30	335,61
Edificios y construcciones	2	561150	11223	935,25
TOTAL			15250,30	1270,86

4.3.1.2.3.6 Seguro

Estos se indican en la tabla No 4.22.

Tabla No 4.22 Seguros

Denominación	Porcentaje (%)	Unitario (USD)	Total (USD/año)	Total (USD/mes)
Maquinaria y equipo	1	402730	4027,30	335,61
Edificios y construcciones	2	561150	11223	935,25
TOTAL			15250,30	1270,86

4.3.1.2.3.7 Imprevistos

Estos se indican en la tabla No 4.23.

Tabla No 4.23 Imprevistos

Denominación	Total (USD/año)	Total (USD/mes)
Aproximadamente el 5% de los rubros anteriores	14786,01	1232,17

4.3.1.2.4 Gastos administrativos

Estos se indican en la tabla No 4.24.

Tabla No 4.24 Gastos administrativos

Denominación	(USD/mes)	Total (USD/año)
Gerente	1200	14400
Ayudante	292	3504
Secretaria	350	4200
SUMAN		22104
Carga Familiar (9.4%)		2078
SUB TOTAL		24182
Depreciación equipo oficina (10 años)		300
Amortización de la sociedad (10 años)		200
Gastos de oficina (se estima)	100	1200
Gastos telefónicos (se estima)	50	600
SUMAN		26482,00
Imprevistos (10%)		2648,2
TOTAL		29130,20

4.3.1.2.5 Gastos de venta

El personal de venta estará conformado por una persona y este personal está coordinado por la secretaria de administración y el jefe de planta, cuyo gasto se detalla en la tabla No 4.25.

Tabla No 4.25 Gastos de venta

Personal	(USD/mes)	Total (USD/año)
Vendedor	292	3504
Cargas sociales (9.4%)		329
Publicidad		1200
SUMAN		5033
Imprevistos (10%)		503
TOTAL		5536

4.3.2 COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN

El tamaño de planta del presente proyecto, produce 362880 adoquines/mes, al sumar todos los costos de producción y dividir este valor para el número de adoquines producidos, se obtiene el costo unitario del producto, como se lo aprecia en la tabla No 4.26.

Tabla No 4.26 Costo unitario de producción

Concepto	Total (USD/año)
Costos de producción	507731,40
Gastos de venta	5536,71
Gastos administrativos	29130,20
Gastos financieros	358067,30
TOTAL	900465,61
Unidades producidas	4210556
Costo unitario del producto	0,214

4.3.2.1 Costos de producción.

El costo de producción se determina por unidad, dividiendo el costo total de producción para la producción anual de adoquines cerámicos. Los costos de producción se detallan en la tabla No 4.27.

Tabla No 4.27 Costo de producción

Denominación	Total (USD/año)
Materiales directos	56388
Mano de obra directa	140837
Carga fabril	
a) Mano de obra indirecta	7666,75
b) Materiales indirectos	84880,00
c) Depreciación	92820,54

d) Suministros	79852,32
e) Reparación y mantenimiento	15250,30
f) Seguros	15250,30
g) Imprevistos	14786,01
TOTAL	507731,40
Unidades producidas	4210556
Costo de producción	0,12

4.3.2.2 Gastos financieros

Los costos correspondientes a los gastos financieros se detallan en la tabla No 4.28

Tabla No 4.28 Gastos financieros

Denominación	Total (USD/año)
Interés del préstamo (15%)	153786,12
Amortización (10 años ver anexo 4.4)	204281,25
TOTAL	358067,37

4.3.3 VENTAS NETAS

El precio de venta unitario se calcula en base al costo unitario del producto en el mercado de adoquines cerámicos, añadiendo una utilidad de 49,53%, con lo que da un precio menor al de venta de la empresa Terraforte.

En la tabla No 4.29 se pueden apreciar en detalle el costo de las ventas netas.

Tabla No 4.29 Ventas Netas

Producto	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Total (USD)
Adoquines cerámicos	4210556	0,32	1347377,92

4.3.4 EVALUACIÓN DEL MODELO

4.3.4.1 Estado de pérdidas y ganancias

El estado de pérdidas y ganancias se puede apreciar en la tabla No 4.30

Tabla No 4.30 Estado de pérdidas y ganancias

Denominación	Total (USD)
Ventas netas	1347378
Costo de producción	507731
Utilidad bruta en ventas	839647
Gastos de ventas	5537
Utilidad neta en ventas	834110
Gastos de administración y generales	29130
Utilidad neta en operaciones	804980
Gastos de financiamiento	358067
Utilidad antes de impuestos y participaciones	446913
Reparto de utilidades a trabajadores (15%)	67037
Utilidad neta del período antes de impuesto sobre utilidad	379876
Impuesto a la renta (25%)	94969
Utilidad neta	284907

4.3.4.2 Índices financieros

El análisis de los índices financieros es el método por el cual se toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Los índices financieros son herramientas de análisis que permiten observar el comportamiento y desarrollo interno de la empresa.

En la tabla No 4.31 se pueden apreciar en detalle de los índices financieros

Tabla No 4.31 Índices financieros

Denominación	Porcentaje (%)
Rentabilidad sobre la inversión	19,45
Rentabilidad sobre capital propio	64,84

4.3.4.2.1 Rentabilidad sobre la Inversión Total

Rendimiento sobre la inversión = Utilidad neta / Activo Total

Rendimiento sobre la inversión = $284907/1464629 = 19,45\%$

El proyecto genera un rendimiento sobre la inversión del 19,45%. Mayor índice, mejor resultado; en este caso se presenta un nivel rentable aceptable.

4.3.4.2.2 Rentabilidad sobre el capital propio

Rentabilidad de capital = Utilidad neta / Capital

Rentabilidad de capital = $284907/ 439389 = 64,84\%$

El proyecto genera una rentabilidad sobre el capital de 64,84%, es decir, mide el porcentaje de rendimiento sobre la inversión propia del negocio, a mayor índice indica un mejor resultado como se observa.

4.3.4.3 Determinación del punto de equilibrio ³⁴

El punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre costos fijos variables y los beneficios. El punto de equilibrio no es más que la cantidad de producción en que los ingresos totales, son iguales a los costos totales.

La utilidad general del punto de equilibrio es que puede calcular con mucha facilidad el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que aunque haya ganancias, estas sean suficientes para hacer rentable el proyecto. El punto de equilibrio se calcula

³⁴ RAMIREZ Mayra; (2006); "Proyecto de pre-factibilidad para la exportación de betanina al mercado estadounidense periodo 2007-2016"; Tesis previo a la obtención del Título en Comercio Exterior e Integración; Universidad Tecnológica Equinoccial; Quito.

relacionando los costos fijos totales con la diferencia entre precio de venta unitario y costo variable unitario.

$$x_{eq} = \frac{CF}{P_{vu} - C_{vu}} \quad [4.1]$$

Donde:

x_{eq} = producción de unidades en el punto de equilibrio

CF = costo fijo total

P_{vu} = precio de venta unitario

C_{vu} = costo variable unitario

$$x_{eq} = \frac{392733,96}{0,32 - 0,12}$$

$$x_{eq} = 1963670 \text{ adoquines/año}$$

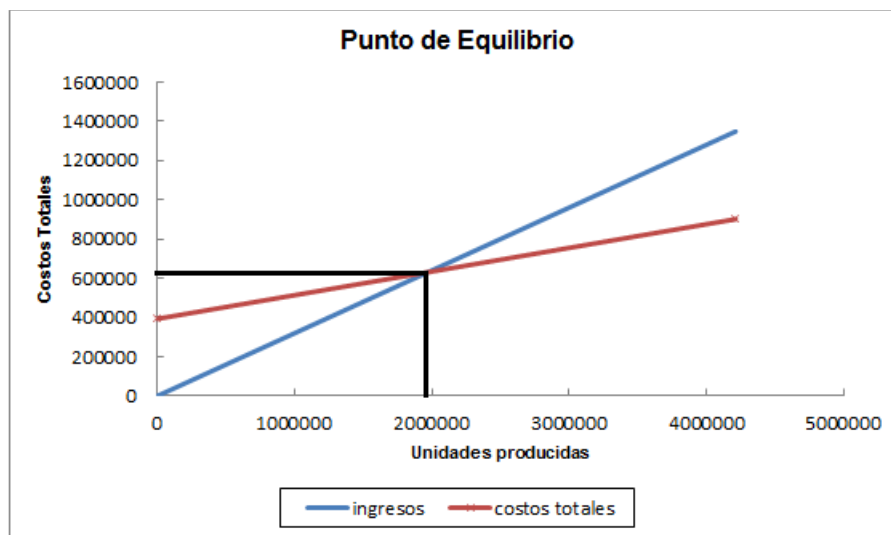


Figura No 4.11 Punto de equilibrio

Como se observa el punto de equilibrio se alcanza con la producción de 1963670 adoquines anuales.

4.3.4.4 Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y Periodo de recuperación de la inversión (PRI) ³⁵

El Valor Actual Neto de inversión es la diferencia entre su valor de mercado y su costo, su regla es aceptar un proyecto si su valor actual neto es positivo, suele estimarse calculando el valor presente de los flujos de efectivo futuros y restando después del costo. Por consiguiente se puede deducir que el VAN puede ser un instrumento de toma de decisiones sobre invertir o no. El VAN es el valor presente que va a tener acumulado el inversionista luego de haber recuperado la inversión inicial y está dado por la siguiente fórmula:

$$VAN = \frac{\text{Suma de flujos netos}}{(1 + i)^n} - \text{Inversión inicial} \quad [4.2]$$

“La TIR indica el porcentaje de rentabilidad que obtendrá el inversionista como premio a la decisión de invertir en una alternativa de inversión seleccionada.

Matemáticamente quiere decir que este indicador evalúa al proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período en donde los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual; alternativamente a los resultados de este indicador también se puede interpretar como la tasa máxima que un inversionista estaría en capacidad de cubrir sin perder dinero, en el supuesto que el 100% de la inversión fuese financiada con recursos provenientes de fondos de préstamo y las cuotas se pagarán con ingresos en efectivo producidos por la propia actividad a medida que se vayan produciendo”. La TIR se compara con la tasa de oportunidad de la empresa. Si la tasa calculada (TIR) es mayor que ésta, el proyecto es factible y sino debe rechazarse.

El periodo de recuperación de la inversión es el tiempo que transcurre hasta que la suma de flujos de efectivo de una inversión es igual a su costo. Constituye un método tradicional de evaluación de inversiones y es el tiempo que toma desde

³⁵ RAMIREZ Mayra; (2006); “Proyecto de pre-factibilidad para la exportación de betanina al mercado estadounidense periodo 2007-2016”; Tesis previo a la obtención del Título en Comercio Exterior e Integración; Universidad Tecnológica Equinoccial; Quito.

que se pone en marcha un proyecto hasta recuperar o cubrir la inversión total durante la vida útil del proyecto. El cálculo del PRI está dado por la sumatoria de los flujos en el valor actual hasta el período en que esta sumatoria es exactamente igual o superior a la inversión inicial.

Los cálculos realizados se observan en el Anexo 4.6 y los índices de evaluación del proyecto se aprecian en la Tabla No 4.32

Tabla No 4.32 Índices de evaluación del proyecto

Denominación	Valor
Periodo de vida del proyecto	10 años
Tasa de descuento anual	15%
Punto de equilibrio	1963670 adoquines anual
Periodo de recuperación de Inversión	4 años
Rentabilidad sobre inversión primer año	19,45%
Tasa interna de retorno (TIR)	22,3%
Valor Actual Neto (VAN)	431097

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La fabricación de adoquines cerámicos utilizando como una de las materias primas el desecho de cerámica sanitaria, constituye una alternativa más de reciclaje de residuos sólidos, disminuyendo así el problema de contaminación ambiental ocasionado por este tipo de material.

La elaboración de adoquines cerámicos utilizando desecho de cerámica sanitaria es viable técnicamente, ya que cumple con los requerimientos que exige la norma europea UNE-EN-1344-2002.

Una vez realizados las pruebas de calidad, se concluye que el porcentaje de desecho que se puede utilizar para la fabricación de adoquines cerámicos, está en un rango de 10% al 38% con un porcentaje de humedad del 15%, siendo el óptimo el de 38% ya que permite utilizar el mayor porcentaje de reciclaje.

El diseño preliminar de planta resulta económicamente rentable, obteniendo el producto con un precio de venta de 0,32 USD/adoquín, tomando en cuenta que en el mercado su precio está sobre los 0,36 USD/adoquín, lo cual permitiría que el producto sea muy competitivo en el mercado.

De la evaluación del proyecto se puede concluir que el proyecto es rentable ya que en el proyecto se obtiene un Valor Actual Neto positivo que asciende a 431097 USD, la tasa interna de retorno 22,3% por encima de la Tasa de descuento anual que es 15%, el periodo de recuperación de la inversión es de 4 años, que se encuentra dentro del periodo de vida útil que es de 10 años.

La aplicación que se puede dar a estos adoquines fabricados, es para uso de vías peatonales o de vehículos, de colocación flexible y/o rígida.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer los estándares, para la fabricación de adoquines cerámicos, aumentando la calidad de éstos y optimizando los recursos materiales, humanos y financieros.

Para lograr un mejor manejo de la empresa, sería recomendable realizar un estudio de mercado más detallado, ya que al ser un producto de uso común, existen muchos lugares que podrían distribuir el producto a un costo menor que los distribuidores mayoristas consultados.

Se recomienda seguir realizando otros estudios en los cuales se puede utilizar el desecho de cerámica sanitaria como materia prima, para así contribuir a la eliminación de este contaminante.

Se recomienda realizar un estudio sobre la aceptación que tiene este producto en el mercado nacional.

Debido a que se trabaja con maquinas que pueden ocasionar daños muy graves en su manejo, es recomendable usar las normas de seguridad debidas, así como también los elementos de protección tales como: casco, guantes, gafas y ropa adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

1. COSTALES Federico; (1960); “Cerámica para escuelas y pequeñas industrias”; Editorial Continental; México.
2. INGA Jorge, SAETAMA Diana, 2009, “Formulación de pasta del tipo porcelana química para la producción de materiales de laboratorio, y otros usos en la industria”, Tesis Universidad Técnica Particular de Loja”, Loja, Ecuador.
3. NORTON F.H.; (1975); “Cerámica fina tecnología y aplicaciones”; Ediciones Omega; Barcelona-España.
4. LYNGGAARD Finn; (1976); “Tratado de Cerámica”; Ediciones Omega; Barcelona-España.
5. GARZON Hernan; (2001); “Obtención de aisladores eléctricos cerámicos tipo 53-3 a nivel semipiloto”; Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Químico; Escuela Politécnica Nacional; Quito.
6. RAMIREZ Mayra; (2006); “Proyecto de pre-factibilidad para la exportación de betanina al mercado estadounidense periodo 2007-2016”; Tesis previo a la obtención del Título en Comercio Exterior e Integración; Universidad Tecnológica Equinoccial; Quito.
7. Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 2004, “Tecnología Cerámica Aplicada”, Castellón, España.
8. LOEMCO, “Curso de realización de ensayos de áridos para el Mercado CE”.
9. Norma Española, “Adoquines de arcilla cocida Especificaciones y métodos de ensayo”, Norma UNE-EN 1344-2002.

10. Norma Técnica Ecuatoriana, "Áridos para hormigón determinación de la granulometría", Norma INEN 696:1982-12.
11. Norma Técnica Ecuatoriana, "Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del árido fino", Norma NTE INEN 856:2010.
12. Institut de promoció cerámica
http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/los_materiales/adoquines.html.
13. Información de hispalyt adoquín cerámico
http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=974&catid=50:articulos-tecnicos&Itemid=37.
14. Construmática, adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Adoqu%C3%ADn_Cer%C3%A1mico.
15. Controles de calidad del adoquín cerámico
http://www.construmatica.com/construpedia/Controles_de_Calidad_del_Adoquin_Cer%C3%A1mico.
16. Materiales cerámicos
<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/ciencia-y-tecnologia-de-los-materiales/contenido/tema%204-%20materiales%20ceramicos.pdf>.
17. Banco Central del Ecuador.
http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp.

ANEXOS

ANEXO 2.1: FORMULACIÓN DE LA PASTA PARA ADOQUINES CERÁMICOS

Se establecen experimentalmente las siguientes formulaciones

PRIMER ENSAYO

Se utiliza una muestra de 1700 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	1F11 y 1F12	95%	5%	5,47%	0 h
Segunda	1F71	60%	40%	5,47%	0 h
Tercera	1F31	80%	20%	5,47%	0 h

SEGUNDO ENSAYO

Se utiliza una muestra de 1700 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	2F11 y 2F12	95%	5%	10%	72 h
Segunda	2F31, 2F32 2F33 y 2F34	80%	20%	10%	72 h

TERCER ENSAYO

Se utiliza una muestra de 1640 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	3F11, 3F12 y 3F13	95%	5%	10%	120 h
Segunda	3F21 y 3F22	90%	10%	10%	120 h
Tercera	3F31 y 3F32	80%	20%	10%	120 h

CUARTO ENSAYO

Se emplea una muestra de 1640 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	4F21 y 4F22	90%	10%	15%	120 h
Segunda	4F31 y 4F32	80%	20%	15%	120 h

QUINTO ENSAYO

Se utiliza una muestra de 1700 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	5F41, 5F42 y 5F43	70%	30%	15%	120 h
Segunda	5F71, 5F72 y 5F73	60%	40%	15%	120 h

SEXTO ENSAYO

Se emplea una muestra de 1700 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	6F81 y 6F82	50%	50%	15%	120 h
Segunda	6F91 y 6F92	40%	60%	15%	120 h

SÉPTIMO ENSAYO

Se trabaja con una muestra de 1700 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	7F51, 7F52 y 7F53	66%	34%	15%	120 h
Segunda	7F61, 7F62 y 7F63	62%	38%	15%	120 h

OCTAVO ENSAYO

Se emplea una muestra de 1800 gr.

Formulación	Código de muestra	Porcentaje arcilla	Porcentaje desecho	Porcentaje agua	Tiempo maduración mezcla
Primera	8F61, 8F62 8F63, 8F64 8F65, 8F66 8F67, 8F68 8F69, 8F610 8F611 y 8F612	62%	38%	15%	120 h

ANEXO 2.2: ELABORACIÓN DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS

Con el procedimiento seguido en el punto 2.4 de la página 41, se obtienen los adoquines cerámicos con los siguientes ensayos:

PRIMER ENSAYO

Primera Formulación



Segunda Formulación



Tercera Formulación

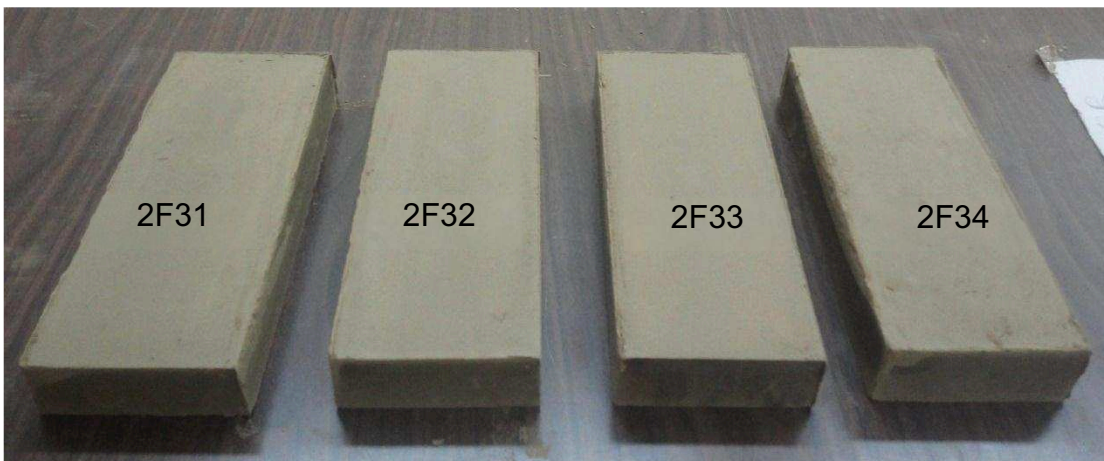


SEGUNDO ENSAYO

Primera Formulación

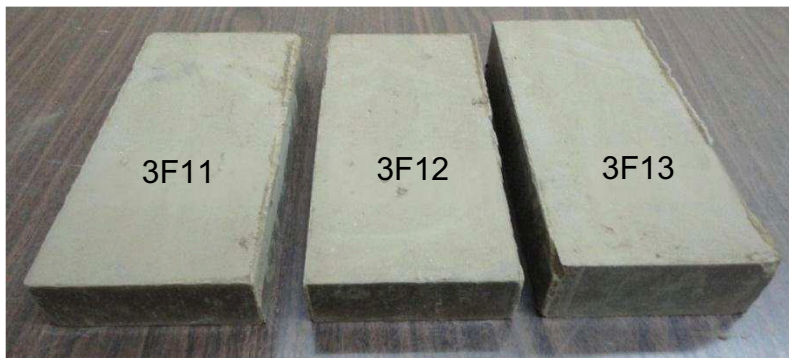


Segunda Formulación



TERCER ENSAYO

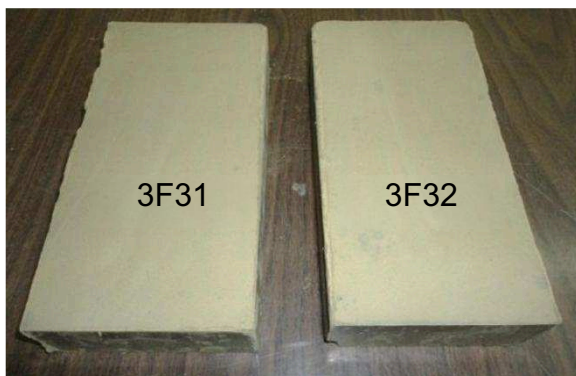
Primera Formulación



Segunda Formulación



Tercera Formulación



CUARTO ENSAYO

Primera Formulación



Segunda Formulación



QUINTO ENSAYO

Primera Formulación



Segunda Formulación



SEXTO ENSAYO

Primera Formulación



Segunda Formulación



SÉPTIMO ENSAYO

Primera Formulación



Segunda Formulación



OCTAVO ENSAYO

Este ensayo dio las mejores apariencias estéticas.

ANEXO 2.3: PROCESO DE SECADO Y QUEMA DE LOS ADOQUINES CERÁMICOS FORMADOS

PRIMER ENSAYO

Los adoquines con la primera, segunda y tercera formulación, son rechazados ya que poseen fisuras y no tienen la suficiente compactación, lo que que necesitan mayor humedad, además el adoquín con la segunda formulación se desmorona fácilmente al manipular, de lo cual experimentalmente se determina que el porcentaje de desecho de cerámica sanitaria debe estar por debajo del 40%.

SEGUNDO ENSAYO

Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	1:00
De 42 a 65	1:00
De 65 a 86	1:00
De 86 a 110	1:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	0:57
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	1:00
De 1040 a 20	18:00

Primera Formulación



Segunda Formulación



TERCER ENSAYO

Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	1:00
De 42 a 65	1:00
De 65 a 86	1:00
De 86 a 110	1:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	0:57
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	1:00
De 1040 a 20	18:00

Primera Formulación



Segunda Formulación



Tercera Formulación



CUARTO ENSAYO

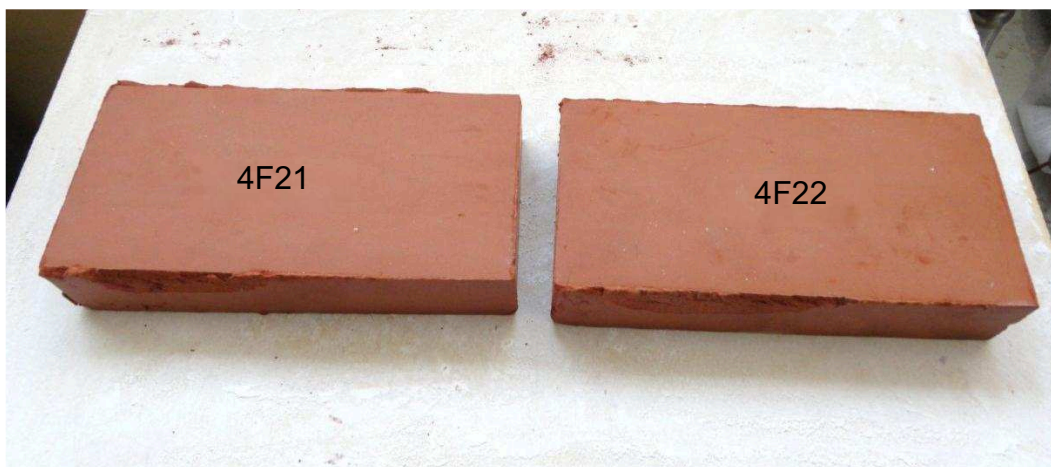
Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	2:00
De 42 a 65	2:00
De 65 a 86	2:00
De 86 a 110	2:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

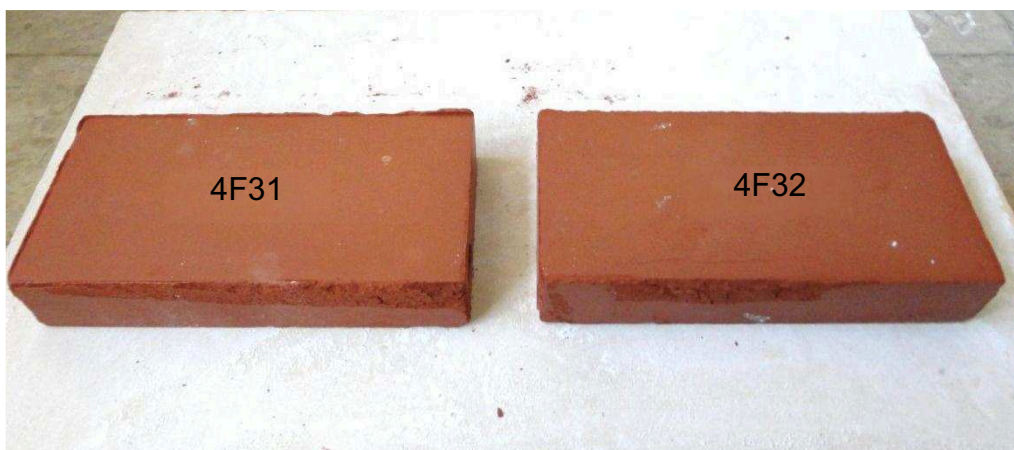
Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	1:30
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	2:00
De 1040 a 20	18:00

Primera Formulación



Segunda Formulación



QUINTO ENSAYO

Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	3:00
De 42 a 65	3:00
De 65 a 86	3:00
De 86 a 110	3:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	1:30
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	2:00
De 1040 a 20	18:00

Primera Formulación



Segunda Formulación

**SEXTO ENSAYO**

Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	3:00
De 42 a 65	3:00
De 65 a 86	3:00
De 86 a 110	3:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

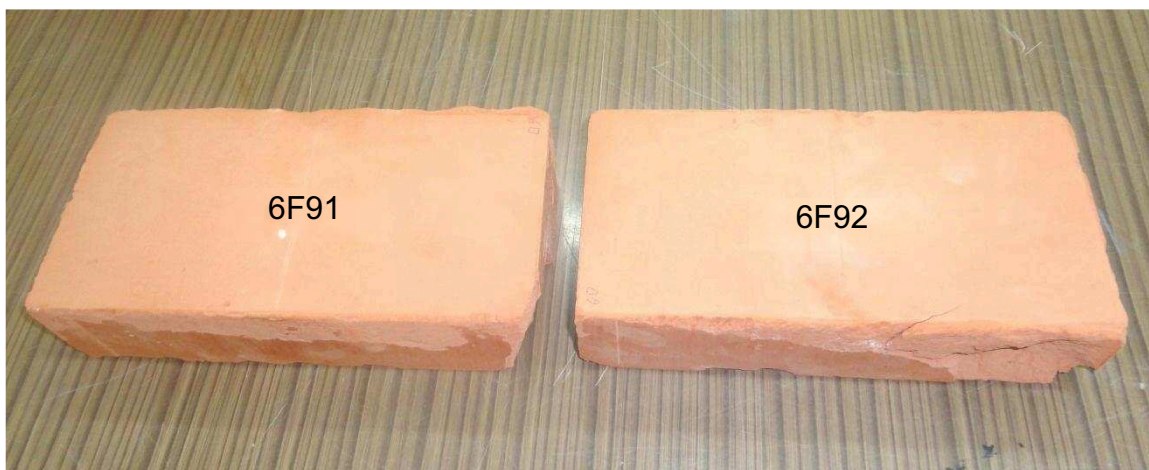
Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	1:30
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	2:00
De 1040 a 20	18:00

Primera Formulación



Segunda Formulación



SÉPTIMO ENSAYO

Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	3:00
De 42 a 65	3:00
De 65 a 86	3:00
De 86 a 110	3:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	1:30
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	2:00
De 1040 a 20	18:00

Primera Formulación



Segunda Formulación



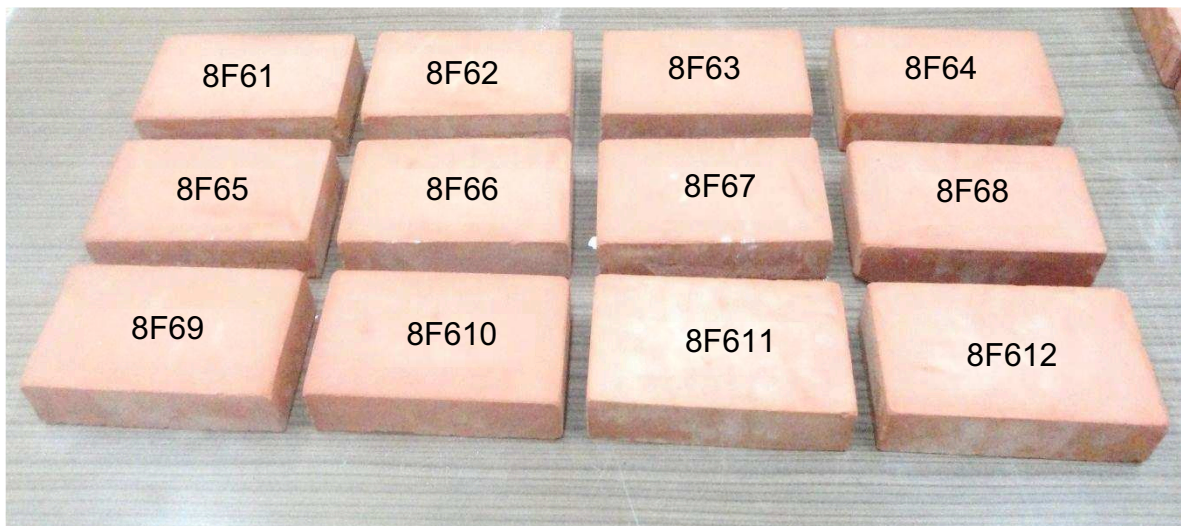
OCTAVO ENSAYO

Programa de secado

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 42	3:00
De 42 a 65	3:00
De 65 a 86	3:00
De 86 a 110	3:00
De 110 a 110	24:00
De 110 a 20	6:00

Programa de cocción

Rango Temperatura (°C)	Tiempo (h:min)
De 20 a 550	4:42
De 550 a 600	1:30
De 600 a 850	2:45
De 850 a 950	1:33
De 950 a 1040	1:23
De 1040 a 1040	2:00
De 1040 a 20	18:00



Con este último programa de secado y cocción se obtienen adoquines cerámicos con buenas características visibles de forma y textura.

ANEXO 2.4: DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE ROTURA TRANSVERSAL

PRIMERO, SEGUNDO Y TERCER ENSAYOS

Con los adoquines del primero, segundo y tercer ensayos no se obtienen la resistencia a la flexión, ya que poseen algunas fisuras.

CUARTO ENSAYO

Porcentaje desecho cerámico EDESA	Muestra	Fuerza (KN)	Ancho (mm)	Resistencia a flexión (N/mm)	Promedio Resistencia flexión (N/mm)
10%	1	12,51	98	127,7	126,4
	2	12,18	97,35	125,1	
20%	1	11,93	97,9	121,9	124,6
	2	12,41	97,45	127,3	

QUINTO ENSAYO

Porcentaje desecho cerámico EDESA	Muestra	Fuerza (KN)	Ancho (mm)	Resistencia a flexión (N/mm)	Promedio Resistencia flexión (N/mm)
30%	1	12,01	99	121,3	124
	2	12,36	97,5	126,8	
40%	1	7,9	98,6	80,1	85,1
	2	8,86	98,3	90,1	

SEXTO ENSAYO

Porcentaje desecho cerámico EDESA	Muestra	Fuerza (KN)	Ancho (mm)	Resistencia a flexión (N/mm)	Promedio Resistencia flexión (N/mm)
50%	1	8,38	101	83,0	83,4
	2	8,45	100,85	83,8	
60%	1	6,66	100,5	66,3	74,9
	2	8,35	100	83,5	

SÉPTIMO ENSAYO

Porcentaje desecho cerámico EDESA	Muestra	Fuerza (KN)	Ancho (mm)	Resistencia a flexión (N/mm)	Promedio Resistencia flexión (N/mm)
34%	1	11,64	98,3	118,4	114,8
	2	10,9	98	111,2	
38%	1	11,66	98,4	118,5	113,8
	2	10,78	98,8	109,1	

OCTAVO ENSAYO

Porcentaje desecho cerámico EDESA	Muestra	Fuerza (KN)	Ancho (mm)	Resistencia a flexión (N/mm)	Promedio Resistencia flexión (N/mm)
38%	1	12,1	97,2	124,5	99,5
	2	6,1	97,7	62,4	
	3	9,4	98	95,9	
	4	12,6	97,4	129,4	
	5	11,01	97,4	113,0	
	6	11,85	97,25	121,9	
	7	8,44	97	87,0	
	8	9,36	97,15	96,3	
	9	6,15	97,3	63,2	
	10	9,8	96,95	101,1	

ANEXO 4.1: PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRODUCCIÓN DE ADOQUINES/AÑO

En base de la cantidad de desecho cerámico a utilizar que es de: 2880 toneladas y arcilla: 4699 toneladas. Ver anexo 4.2, se determina el número de adoquines que se produce anualmente, de la siguiente manera.

$$\text{materia prima} = 2880 + 4699 \text{ toneladas} = 7579 \text{ toneladas}$$

$$\text{cantidad de adoquines} = 7579 \text{ ton} * \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{ton}} * \frac{\text{adoquin}}{1,8 \text{ Kg}} = 4210556 \text{ adoquines}$$

$$\text{cantidad de adoquines} = 4210556 \text{ adoquines}$$

MÉTODO DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS

Este método utiliza la siguiente ecuación

$$Y = a + bX$$

Donde:

$$a = \frac{Y - b X}{n}$$

$$b = \frac{n XY - X Y}{n X^2 - X^2}$$

Años	Consumo Aparente "Y"	"X"	"X^2"	"XY"	a	b	ecuación
2007	104048	1	1	104048	91774	9854	Y = a+ b X
2008	113597	2	4	227194			
2009	111532	3	9	334597			
2010	134774	4	16	539096			
2011	142731	5	25	713654			
Sumatorias:	606682	15	55	1918589			

Proyección Demanda		
X	Año	Demanda (Ton)
6	2012	150899
7	2013	160754
8	2014	170608
9	2015	180462
10	2016	190316
11	2017	200171
12	2018	210025
13	2019	219879
14	2020	229733
15	2021	239588

ANEXO 4.2: CÁLCULO BALANCE DE MASA

El desecho cerámico sanitario que se genera en la fábrica Edesa es de 240 toneladas/mes, que de acuerdo a la formulación más conveniente representa el 38% de material sólido.

$$\text{Desecho cerámico} = 240 \frac{\text{toneladas}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = 2880 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

La arcilla de Terraforte representa el 62% del material sólido.

$$\text{Arcilla Terraforte} = 62 * \frac{2880 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}}{38} = 4699 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

Agua necesaria para el prensado en húmedo es de 9,53% del total del material sólido.

$$\text{Agua} = 0,0953 * 2880 + 4699 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} = 722,3 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

ANEXO 4.3: CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE PLANTA

Para el almacenamiento de materias primas:

Desecho cerámico Edesa:

$$2880 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} * \frac{\text{año}}{48 \text{ semanas}} * \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{tonelada}} * \frac{1 \text{ m}^3}{2493 \text{ Kg}} = 24,07 \frac{\text{m}^3}{\text{semana}}$$

Arcilla Terraforte:

$$4699 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} * \frac{\text{año}}{48 \text{ semanas}} * \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{tonelada}} * \frac{1 \text{ m}^3}{2500 \text{ Kg}} = 39,16 \frac{\text{m}^3}{\text{semana}}$$

Se sugieren dimensionamientos de depósitos de 3,5x3,5x3 m para el desecho cerámico, y de 4x3,5x3 para la arcilla.

Para la alimentación al molino de bolas:

$$\text{Desecho cerámico} = 2880 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} * \frac{\text{año}}{48 \text{ semanas}} * \frac{\text{semana}}{40 \text{ horas}} = 1,5 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

$$\text{Arcilla Terraforte} = 4699 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} * \frac{\text{año}}{48 \text{ semanas}} * \frac{\text{semana}}{40 \text{ horas}} = 2,45 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

$$\text{Total} = 1,5 + 2,45 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} = 3,95 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

La alimentación al molino de bolas es de

$$4 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

Para la alimentación a la criba:

La alimentación a la criba es la misma que al molino de bolas es decir de

$$4 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

Para la alimentación a la mezcladora:

$$\text{Desecho cerámico} = 1,5 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

$$\text{Arcilla Terraforte} = 2,45 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

$$\text{Agua} = 722,3 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} * \frac{\text{año}}{48 \text{ semanas}} * \frac{\text{semana}}{40 \text{ horas}} = 0,38 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

$$\text{Total} = 1,5 + 2,45 + 0,38 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} = 4,33 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

La alimentación a la mezcladora es de

$$4,33 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}}$$

Para la alimentación a las prensas:

$$4,33 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} * \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{tonelada}} * \frac{\text{adoquin}}{1,8 \text{ Kg}} = 2406 \frac{\text{adoquin}}{\text{hora}}$$

Se necesita de 8 prensas, para cubrir la capacidad de producción de: 2406 adoquines/hora. (300 adoquines/prensa/hora).

Para la alimentación al secador:

$$4,33 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} * \frac{42 \text{ horas}}{\text{ciclo}} = 181,86 \frac{\text{toneladas}}{\text{ciclo}}$$

Para la alimentación al horno:

$$4,33 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} * \frac{32 \text{ horas}}{\text{ciclo}} = 138,56 \frac{\text{toneladas}}{\text{ciclo}}$$

ANEXO 4.4: CÁLCULO AMORTIZACIÓN DEL PRÉSTAMO

La amortización del préstamo se lo hace a 10 años, y se calcula de la siguiente manera.

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

A= Amortización anual

P= Valor actual

i= interés del préstamo

n= años

$$A = 1025240,80 * \frac{0,15 * (1 + 0,15)^{10}}{(1 + 0,15)^{10} - 1}$$

$$A = 204281,25 \text{ USD}$$

ANEXO 4.5: PROFORMAS

1. Molino de bolas



Modelo	Velocidad giratoria del cubo(r/min)	El diámetro de la materia (mm)	El diámetro del producto (mm)	Capacidad (t/h)	Potencia de motor (kw)	Peso total (t)	Peso bolas (t)
MQG1200×2400	36	≤ 25	0,074-0,6	1,5-4,8	30	11,4	3

3. Cotización

Nombre	Modelo	Cantidad	Unidad	Potencia (KW)	Precio (USD)	Nota
Molino de bolas	MQG1200×2400	1	set	30	27,400	Incluye motor
Bolas		3	Ton		4,000	
Precio total CIF PUERTO GUAYAQUIL ECUADOR					31,400	

MIGUEL GERONIMO

Director de Ventas

mgeronimo@vipeakgroup.com

07-06-2012



VIPEAK HEAVY INDUSTRY MACHINERY CO., LTD.

N0.1088, Xinqinqiao Road, Pudong New District,
Shanghai, China

Tel: 0086 21 51382188

Fax: 0086 21 51382186

Email: mgeronimo@vipeakgroup.com

www.vipeakgroup.com

2. Criba vibrante



TEL: 0086-371-86162532
Email: kefides@kefid.com

PARTE C: Lista de cotización

No.	Nombre del equipo	Modelo	Poencia(KW)	Cantidad(set)	Precio(USD)
1	Criba vibrante	2YZS1237	11	1	9.500
2	Molinos de barras	1200X4500	55	1	38.390
total	Precio total, FOB, Puerto Shanghai de China				47.890

PARTE D: Datos técnicos de equipos principales



Criba vibrante

Modelo: 2YZS1237

Tamaño mayor de alimentación(mm): 200

Capacidad(tph): 10-80

Potencia del motor (kw): 11

Frecuencia vibrante(rpm): 750-950

Ampitud doble vibrante (mm): 5-9

Nombre: Jorge Zhu

Teléfono móvil: 0086-15225166976

E-mail: kefides@kefid.com

MSN: jorgekefid@hotmail.com

3. Prensa hidráulica



SHIBANG MINERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
MOLINOS PULVERIZADORES, CONSTRUCCIÓN E INDUSTRIAS
RUC 20455499411 Telf. Of. 054-496837
Av. Angamos 316 A Miguel Grau B Paucarpata Arequipa Perú



Director de Ventas : Miguel Gerónimo
Móvil 054-959352412 Nextel 51*118*5384
maquinas_peru@hotmail.com mgeronimo@sbmperu.com
Skype: miguel.sbmperu www.sbmperu.com

MÁQUINA HIDRAULICA PARA HACER ADOQUINES, LOSAS, CELULAS DE ALTA RESISTENCIA CON CARAS DE COLOR MODELO SY-750II




- ◇ Presion: 150T
- ◇ Tiempo por ciclo: 35 seg
- ◇ Potencia: 7.7kW/380V o 440V
- ◇ Peso: 2.5 T
- ◇ Resistencia de bloques: 10 – 12 Mpa (200 – 240 Kg/cm²)
- ◇ Máxima dimensión de bloque: 600x400x200mm
- *Dispositivo de desmoldeo
- *Unidad hidráulica, control
- *Un set de Cuatro 04 moldes iguales a elegir.
- ◇ Dimensiones de la mesa de trabajo: 650x2020x2100mm
- ◇ Dimensión de máquina: 1.9x1.9x1.86m

PRECIOS Y PARTES

No.	Descripción	cant	Precio USD	Peso KG	KW
1	SY750II Máquina hidraulica	1	10,500	3000	7.0
2	JQ 350 Mezclador eje vertical	1	1330	380	5.5
3	Accesorios para SY750II				
	Carretilla	2	PRECIO DE SET DE MOLDE EXTRA 1500 USD (01 MOLDE CABEZA, 04 MOLDE CAJA)		
	Herramientas	1			
	Recambiable	1			
4	TOTAL CIF PUERTO DESTINO		11,830 USD	3380	

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

No.	tipo	Dimension	Pzas/mld	Pza/h	Pzs/día
1		200x100x60mm	1	250-300	2000-2400

4. Mezcladora



SHIBANG MINERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 MOLINOS PULVERIZADORES, CONSTRUCCIÓN E INDUSTRIAS
 RUC 20455499411 Telf. Of. 054-496837
 Av. Angamos 316 A Miguel Grau B Paucarpata Arequipa Perú



Director de Ventas : Miguel Gerónimo
 Móvil 054-959352412 Nextel 51*118*5384
 maquinas_peru@hotmail.com mgeronimo@sbmperu.com
 Skype: miguel.sbmperu www.sbmperu.com

MEZCLADORA DE CONCRETO DE EJE VERTICAL

MODELO JQ350 Precio CIF PUERTO DESTINO 1,330 USD

MODELO JQ500 Precio CIF PUERTO DESTINO 2,100 USD

La máquina es especial para trabajar con concreto semi seco 2 - 5 % de agua.

Características	JQ350	JQ500
1 Volumen de total (L)	560	700
2 Volumen de trabajo (L)	350	500
3 Ciclo de trabajo (minutos)	5	5
4 Capacidad (m ³ /h)	≥4	≥6
5 Velocidad de rotación(r/min)	20	20
Potencia	10.5	
6 Diametro máx de agregados	30 - 60	30 - 60
7 Dimensiones (L×W×H) mm	1200×1200×1300	1500x1500x1300
8 Peso Total (kg)	330	500



5. Horno Túnel

Bienvenida Fausto, [Identifíquese \(¿No es usted?\)](#)

Horno de túnel del ladrillo para la venta



Producto

Proveedor

Maquinaria | Equipos Panadería | Maquinaria Fabricación Ladrillos | Otras Máquinas

[Página Principal](#) > [productos](#) > [Maquinaria](#) > [Maquinaria para Fabricación de Materiales de Construcción](#) > [Maquinaria Fabricación Ladrillos](#)

Horno de túnel del ladrillo para la venta

por Jiangxi Hongzhen Mechanical Technology Co., Ltd.



Precio FOB: US \$100,000 - 1,000,000 / Sistema
[Obtenga el Último Precio](#)

Puerto: ningbo/shanghai

Cantidad de pedido minima: 1 Sistema/sistemas

Condiciones de pago: L/C,T/T,Western Union

[Contactar Proveedor](#)

Envíele directamente su consulta



[Ver imagen más grande](#)

Datos del producto

Datos básicos

Idioma: [Español](#) [English](#)

Lugar del origen:	China (continente)	Marca:	Hongzhen
Número de Modelo:	el 120m*3m	Tipo:	horno de túnel
Proceso:	Cadena de producción del ladrillo	Materia prima del ladrillo:	Arcilla
Método:	Encendido	Automático:	Sí
Capacidad:	180000-200000pcs/day	Energía:	280+132 kilovatios
Materia prima:	carbón, coque	característica:	túnel
uso:	ladrillos verdes fritos	tiempo de la garantía:	un año
servicio after-sale:	tiempo de la vida	estilo:	un dos que cuecen al horno que quemar

Costo

especificación	camino	capacity/24h	inversión (materiales + honorario técnico)
Longitud	uno	50000-80000pcs	sobre USD350,000
los 80m-120m	dos	90000-120000pcs	sobre USD500,000
Cara del extremo	tres	120000-150000pcs	sobre USD650,000
los 3.2m-3.6m	cuatro	160000-250000pcs	sobre USD800,000

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/brick-tunnel-oven-for-sale-550801721.html>

6. Botiquín.



Botiquin Primeros Auxilios

Precio: **U\$S 5⁰⁰**

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 0

Conoce al vendedor

7. Computadora de escritorio



Pc Intel Slim Mem 2gb Disco320 Lcd 17 Dvd, Revise Regalos

Precio: **U\$S 419⁰⁰** (Artículo nuevo)

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 9 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Finaliza en: 4d 23h (19/07/2010 10:55)

Conoce al vendedor

8. Laptop



Laptop Hp 515 2.2ghz 2g 320g Windows 7 En Español Y Garantia

Precio: **U\$S 650⁰⁰** (Artículo nuevo)

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 7 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Conoce al vendedor

Reputación:  [Más Información](#)

MercadoLider Gold 

9. Sillas



Sillas Sika,cuerpo De Tubo De Aluminio,tapizado Beige

[Me gusta](#)

Precio: **U\$S 20⁰⁰** c/u (Artículo usado)

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 1

Finaliza en: 4d 18h (19/07/2011 08:30)

[Comprar](#)

Compártelo: [f](#) [t](#) [✉](#)

Conoce al vendedor

Reputación:  [Más Información](#)

[Preguntarle al vendedor](#) | Publicación #8923559 - [Denunciar](#)

MercadoLibre no vende este artículo y no participa en ninguna negociación, venta o perfeccionamiento de operaciones. Sólo se limita a la publicación de anuncios de sus usuarios.

10. Escritorio



[Volver al listado](#)

[Hogar y Muebles](#) → [Muebles](#)



Escritorio En L Nuevo .estacion De Trabajo En Melaminico

[Me gusta](#)

Precio: **U\$S 189⁰⁰** c/u (Artículo nuevo)

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 3

[Comprar](#)

Compártelo: [f](#) [t](#) [✉](#)

Conoce al vendedor

Reputación:  [Más Información](#)

11. Cafetera



Cafetera 5 Litros

Precio: **U\$S 150⁰⁰**

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 0

[Comprar](#)

Conoce al vendedor

12. Archivador.



[Volver al listado](#) [Hogar y Muebles](#) → [Muebles](#)



Archivador 3 Cajones

Precio: **U\$S 115⁰⁰** c/u

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 0

Finaliza en: 6d 22h (21/07/2011 13:02)

Compártelo: [f](#) [t](#) [e](#)

Conoce al vendedor

Reputación: **Vendedor nuevo**

13. Impresora



Fabulosa Oferta Multifuncion Mp 190 Con Sistema Continuo

Precio: **U\$S 125⁰⁰** (Artículo nuevo)

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 12 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Conoce al vendedor

14. Teléfono



Telefono Fijo De Escritorio Oficina Eurotel Factura A O B

\$ 39⁹⁹ c/u

6 cuotas de \$ 7⁸⁰ 

Más medios de pago 

Artículo nuevo

Está en Capital Federal (Villa Urquiza)

Vendidos 36 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Reputación del vendedor

MercadoLider Platinum 



[Más Información](#)

- [Hacer una pregunta al vendedor](#)
- [Seguir esta publicación](#)
- [Denunciar - #102463104](#)
- [Compártelo en:](#) [f](#) [t](#) [e](#)

 Tu compra está protegida.
[Ver condiciones](#)

MercadoLibre no vende este artículo y no participa en ninguna negociación, venta o perfeccionamiento de operaciones. Sólo se limita a la publicación de anuncios de sus usuarios.

15. Muebles



[Volver al listado](#) [Hogar y Muebles](#) -> [Muebles](#)



Juego De Muebles De Sala Nova

[Me gusta](#)

Precio: **U\$S 675⁰⁰** c/u (Artículo nuevo)

Ubicación: Pichincha (Quito)

Vendidos: 9 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Comprar

Compártelo: [f](#) [t](#) [✉](#)

Conoce al vendedor

16. Juego de sanitario



Juego Sanitarios Ferrum Andina Inodoro+bidet+pie+lavatorio

[Me gusta](#)

\$ 479⁹⁰ c/u

6 cuotas de \$ 93⁵⁷ 

Más medios de pago 

Artículo nuevo

Está en Capital Federal (Capital)

Vendidos 43 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Comprar

Reputación del vendedor



[Más información](#)

- [Hacer una pregunta al vendedor](#)
- [Seguir esta publicación](#)
- [Denunciar - #104940314](#)
- [Compártelo en:](#) [f](#) [t](#) [✉](#)

 Tu compra está protegida. [Ver condiciones](#)

MercadoLibre no vende este artículo y no participa en ninguna negociación, venta o perfeccionamiento de operaciones. Sólo se limita a la publicación de anuncios de sus usuarios.

17. EPIs

 <p>EPIS de ojos y cara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accesorios pantallas faciales • Pantallas faciales (EN166) • Accesorios pantallas soldadura y paños • Pantallas para soldadura (EN379) <p style="text-align: right;">más</p>	 <p>Calzado de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accesorios y complementos • Botines • Botes de agua (EN345-EN347) • Calzado de trabajo (sin puntera) <p style="text-align: right;">más</p>
 <p>EPIS respiratorios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accesorios y repuestos • Ventilador pasifijos (EN13951-1:2015) • Filtros de succión de aire • Filtros (EN141-EN143-EN371) <p style="text-align: right;">más</p>	 <p>Guantes y cremas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases mecánicas (EN388) • Cuentos especiales: Casa y patio • Cremas y pomadas • Accesorios guantes (EN374) <p style="text-align: right;">más</p>
 <p>Cascos de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cascos de seguridad • Gomas y gomas (EN812) • Kits (EN397-EN392-EN166) • Complementos y repuestos <p style="text-align: right;">más</p>	 <p>Ropa de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accesorios / Otros • Pantal • Ropa térmica • Ropa desechable <p style="text-align: right;">más</p>

Equipo de seguridad individual =200 USD

ANEXO 4.6: VALOR ACTUAL NETO (VAN), TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) Y PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI).

	AÑOS											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión	1464629											
Ingresos Anuales		1347378	1347378	1347378	1347378	1347378	1347378	1347378	1347378	1347378	1347378	1347378
Egresos Anuales		807645	807645	807645	807645	807645	807645	807645	807645	807645	807645	807645
Depreciación		92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821
Utilidades Antes de Impuestos y Participaciones		446913	446913	446913	446913	446913	446913	446913	446913	446913	446913	446913
Participaciones 15%		67037	67037	67037	67037	67037	67037	67037	67037	67037	67037	67037
Utilidades antes de impuesto		379876	379876	379876	379876	379876	379876	379876	379876	379876	379876	379876
Impuestos 25%		94969	94969	94969	94969	94969	94969	94969	94969	94969	94969	94969
Utilidades después de impuestos		284907	284907	284907	284907	284907	284907	284907	284907	284907	284907	284907
Depreciación		92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821	92821
FFTN		377727	377727	377727	377727	377727	377727	377727	377727	377727	377727	377727
Saldo del PRI		-1086902	-709174	-331447	46280							

VAN	431097
TIR	22,3%
PRI	4 años
TMAR	15%