



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE PLANTA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES CERÁMICOS

Alumna: Edjang Abang, Patrocinia Mangué

Tutores: Luis Pérez Villarejo
Miguel Ángel Gómez Casero Fuentes

Depto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los
Materiales

Junio, 2023



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

D. LUIS PÉREZ VILLAREJO y D. MIGUEL A. GÓMEZ-CASERO FUENTES, tutores del Trabajo de Fin de Grado titulado: DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES CERÁMICOS, que presenta EDJANG ABANG, PATROCINIA MANGUE, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Linares, 16 de junio de 2023

La alumna

Directores

Patrocinia M. Edjang Abang, Luis Pérez Villarejo – Miguel A. Gómez-Casero Fuentes

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi tutor Luis Pérez Villarejo por haber tenido la maravillosa idea de proponer este Proyecto Fin de Grado, junto a mi cotutor Miguel Ángel Gómez Casero por haberme guiado y supervisado a lo largo de la redacción del mismo. Vuestro apoyo y conocimientos fueron fundamentales para dar forma a este proyecto. Estoy muy agradecida por vuestra experiencia y dedicación.

Me gustaría expresar también mi máxima gratitud hacia mis padres José Rafael Edjang y Fabiola Abang por su apoyo económico, constante e incondicional a lo largo de la carrera, porque sin ellos este sueño no hubiese sido posible. Este Trabajo Fin de Grado es un testimonio de sus sacrificios y aspiraciones en mis logros, marcando la culminación de mi formación académica.

A mi pareja Samuel Ela por haber creído en mí e inculcado que todo en esta vida se gana a base de esfuerzo, disciplina y confianza en uno mismo.

Por último, agradecer a las personas que han participado de forma directa e indirecta, plataformas académicas, medios sociales, que han influido y creado un impacto significativo en la cumplimentación de este Proyecto.

DOCUMENTO N° 1

MEMORIA

RESUMEN

El objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado se basa en el diseño de una planta industrial dedicada a la elaboración de ladrillos y adoquines cerámicos. Durante su desarrollo, se describirán los procesos de producción y las características técnicas de estos elementos constructivos y, por supuesto, la descripción de equipos y maquinaria que intervienen en su fabricación.

De igual manera, se evaluará el consumo energético que se genera durante la elaboración de los mismos.

Por otra parte, se realizará una evaluación de viabilidad económica del proyecto. Para asegurarse que el proyecto sea rentable, los precios asignados a las unidades fabricadas deberán ajustarse a los existentes actualmente en el mercado a fin de ganar espacio en el mismo.

Por último, se señalarán las conclusiones y las posibles recomendaciones.

ABSTRACT

The objective of this Final Degree Project is based on the design of an industrial plant dedicated to the production of bricks and ceramic pavers. During its development, the production processes and the technical characteristics of these construction elements will be described and, of course, the description of the equipment and machinery involved in their manufacture.

In addition, the energy consumption generated during the preparation of the products will be evaluated.

On the other hand, an economic viability evaluation of the project will be carried out. To ensure that the project is profitable, the prices assigned to the manufactured units must be adjusted to those currently on the market in order to gain space in it.

Finally, the conclusions and possible recommendations will be pointed out.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS DEL POYECTO.....	14
2.1 MOTIVACIÓN	14
2.2 Objetivo general	14
2.3 Objetivos secundarios.....	14
3. EL LADRILLO.....	15
3.1 Tipos de ladrillos	15
3.2 Características de los ladrillos	16
3.3 Propiedades de los ladrillos	17
3.3.1 Resistencia a compresión.	17
3.3.2 Absorción.....	17
3.3.3 Helacidad.....	17
3.3.4 Resistencia al fuego.....	17
3.3.5 Baja conductividad térmica	17
3.4 Principales ventajas	18
3.4.1 Durabilidad.....	18
3.4.2 Versatilidad	18
3.4.3 Aislamiento acústico y térmico	18
3.4.4 Mantenimiento económico	18
4. EL ADOQUÍN CERÁMICO	19
4.1 Definición	19
4.2 Historia del adoquín cerámico	19
4.3 Forma	20
4.4 Dimensiones nominales	21
4.5 Características técnicas de los adoquines cerámicos	22
4.5.1 Tolerancias dimensionales.....	22
4.5.2 Resistencia a la rotura transversal	22

4.5.3	Resistencia al hielo/deshielo	23
4.5.4	Resistencia a la abrasión	23
4.5.5	Resistencia al deslizamiento /derrape	24
4.6	Principales ventajas	24
4.6.1	Durabilidad.....	24
4.6.2	Vida útil.....	24
4.6.3	Cualidades físicas.....	25
4.6.4	Ejecución	25
4.6.5	Conservación	25
4.6.6	Costes.....	25
4.7	Ámbito de aplicación	25
4.7.1	Áreas peatonales	26
4.7.2	Áreas de tráfico rodado.....	26
4.7.3	Áreas con ambiente agresivo.....	26
5.	MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES CERÁMICOS	27
5.1	Fuentes de las materias primas	28
5.2	La arcilla	29
5.2.1	Origen de las arcillas.....	29
5.2.2	Clasificación de las arcillas	29
5.2.3	Impurezas frecuentemente presentes en las arcillas.....	30
5.3	Propiedades de las arcillas	30
5.3.1	Plasticidad	31
5.3.2	Refractariedad	31
5.3.3	Contracción.....	31
5.3.4	Color	31
5.3.5	Porosidad.....	32
6.	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.....	33
6.1	Situación actual en el sector cerámico	33

6.2	Evolución del sector de producción de cerámica estructural	33
6.3	Producción anual prevista	34
6.4	Consumos.....	36
6.5	Personal de producción.....	37
7.	PRODUCTOS A FABRICAR	39
8.	PROCESO DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES CERÁMICOS	41
8.1	Proceso de producción de ladrillos.....	41
8.1.1	Extracción de la materia prima.....	42
8.1.2	Maduración	43
8.1.3	Tratamiento previo mecánico	43
8.1.4	Humidificación.....	44
8.1.5	Moldeado y extrusión.....	44
8.1.6	Cortado y apilado.....	45
8.1.7	Secado.....	45
8.1.8	Cocción.....	46
8.1.9	Paletizado y almacenamiento	46
8.2	Proceso de producción de adoquines cerámicos	48
8.2.1	Extracción y preparación de la materia prima.....	48
8.2.2	Molturación	49
8.2.3	Amasado.....	50
8.2.4	Conformado	50
8.2.5	Secado.....	51
8.2.6	Cocción.....	51
8.2.7	Empaquetamiento y almacenamiento	52
8.3	Descripción de equipos y máquinas que intervienen en el proceso de producción	56
8.3.1	Preparación de la mezcla y moldeo	56
8.3.2	Otros equipos.....	67
8.4	Capacidad teórica y real de las máquinas.....	72

8.4.1	Producción proyectada	74
8.4.2	Disponibilidad de materia prima	74
9.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	76
9.1	Definición	76
9.2	Objetivos de la distribución en planta.....	76
9.3	Ubicación de la planta industrial.....	77
9.4	IMPACTO AMBIENTAL.....	80
9.4.1	Emisiones de CO ₂	80
9.4.2	Generación de polvo	80
9.4.3	Contaminación acústica	81
9.4.4	Emisiones de aguas residuales.....	81
9.4.5	Gestión de residuos	81
10.	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	83
10.1	Inversión inicial	83
10.1.1	Parcela y construcciones	83
10.1.2	Equipos y maquinaria.....	84
10.1.3	Otros activos	85
10.2	Costes directos.....	85
10.2.1	Consumo energético de los equipos	85
10.2.2	Coste de la materia prima	86
10.2.3	Consumo del secadero y horno.....	87
10.2.4	Mano de obra directa	89
10.2.5	Costes de los insumos	90
10.3	Costes indirectos	91
10.3.1	Mano de obra indirecta	91
10.3.2	Consumo de agua.....	92
10.4	Ingresos o ventas	93
10.5	Costes totales, ingresos y beneficios.....	94
10.6	Amortización.....	96

10.7	Flujo de caja	96
10.8	Valor actual neto.....	97
10.9	Tasa interna de retorno	98
10.10	Periodo de retorno de inversión	99
11.	PLANIFICACIÓN DE OBRA.....	100
12.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	101
12.1	CONCLUSIONES	101
12.2	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	101
13.	NORMATIVA APLICADA Y BIBLIOGRAFÍA	103
13.1	NORMATIVA APLICADA.....	103
13.2	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
	ANEXOS.....	108
	ANEXO A. CATÁLOGOS DE LOS EQUIPOS.....	109
	ANEXO B. OTROS ACTIVOS.....	115

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tolerancias dimensionales.....	22
Tabla 2. Tolerancias de la carga de rotura transversal según la norma UNE-EN 134422	
Tabla 3. Resistencia al hielo y deshielo de los adoquines según la UNE- EN 1344	23
Tabla 4. Tolerancias frente a la abrasión según la norma UNE-EN 1344.....	23
Tabla 5. Resistencia a la abrasión según la norma UNE-EN 1344.....	24
Tabla 6. Composición química de la arcilla roja, arcilla negra, arcilla rubia y arcilla blanca.....	28
Tabla 7. Datos del sector de ladrillos y tejas 2021	34
Tabla 8. Producción anual de adoquines	34
Tabla 9. Procedencia y costo de la materia prima.....	37
Tabla 10. Personal del área de producción.....	38

Tabla 11. Datos técnicos de la carretilla elevadora	54
Tabla 12. Datos técnicos del alimentador	56
Tabla 13. Datos técnicos del desmenuzador.	57
Tabla 14. Datos técnicos del desintegrador	58
Tabla 15. Datos técnicos del laminador.	60
Tabla 16. Datos técnicos mezclador	61
Tabla 17. Datos técnicos de la extrusora.	62
Tabla 18. Datos técnicos del cortador.....	63
Tabla 19. Datos técnicos del secadero	65
Tabla 20. Datos técnicos horno	67
Tabla 21. Datos técnicos de la cinta transportadora	68
Tabla 22. Especificaciones técnicas del compresor	69
Tabla 23. Características técnicas de la minicargadora	70
Tabla 24. Capacidad real y teórica diaria.....	73
Tabla 25. Capacidad real y teórica de las máquinas.....	73
Tabla 26. Plan de producción anual prevista de ladrillos y adoquines cerámicos.....	74
Tabla 27. Proyección oferta de materia prima.....	75
Tabla 28. Espacio requerido para la maquinaria.....	79
Tabla 29. Espacio correspondiente de cada sección del edificio.....	79
Tabla 30. Inversión inicial	83
Tabla 31. Parcela y construcciones	84
Tabla 32. Equipos y maquinaria.....	84
Tabla 33. Equipos y muebles de oficina.....	85
Tabla 34. Consumo eléctrico de los equipos.....	86
Tabla 35. Costes anuales de la materia prima	87
Tabla 36. Consumo del secado de los adoquines cerámicos.....	88
Tabla 37. Consumo del secado de los ladrillos	88
Tabla 38. Consumo de la cocción de los adoquines cerámicos	89
Tabla 39. Consumo de la cocción de los ladrillos.....	89
Tabla 40. Salarios de mano de obra directa.....	90
Tabla 41. Costes de los insumos	90
Tabla 42. Costes directos en un periodo de 10 años	91
Tabla 43. Salarios del personal administrativo	92
Tabla 44. Consumo anual de agua	92
Tabla 45. Costes indirectos de la planta industrial	93
Tabla 46. Ingresos anuales de los ladrillos fabricados	93
Tabla 47. Ingresos anuales de los adoquines cerámicos fabricados.....	94

Tabla 48. Ingresos totales de los productos fabricados en la planta industrial en un periodo de 10 años	94
Tabla 49. Ganancias de la planta industrial	96
Tabla 50. Flujos de caja.....	97
Tabla 51. Determinación del valor del VAN.....	98
Tabla 52. Resumen de la evaluación económica del proyecto.....	99

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Caras y aristas de un ladrillo.....	15
Ilustración 2. Adoquín pico espaciador	20
Ilustración 3. Adoquín sin pico espaciador.	21
Ilustración 4. Ladrillo hueco triple	39
Ilustración 5. Adoquín cerámico.....	40
Ilustración 6. Diagrama del proceso de fabricación de ladrillos	42
Ilustración 8. Silos de almacenamiento de arcilla.....	44
Ilustración 9. Diagrama de flujo de la producción de ladrillos	47
Ilustración 10. Diagrama de proceso de producción de adoquines cerámicos	48
Ilustración 11. Molino de martillos	49
Ilustración 12. Molino de bolas.....	50
Ilustración 13. Adoquines empacados en pallets.	52
Ilustración 14. Pallet de madera.....	53
Ilustración 15. Carretilla elevadora.....	54
Ilustración 16. Diagrama de flujo de producción de adoquines cerámicos	55
Ilustración 17. Alimentador	56
Ilustración 18. Desmenuzador	57
Ilustración 19. Desintegrador	58
Ilustración 20. Vistas del desintegrador	59
Ilustración 21. Laminador refinador	59
Ilustración 22. Vistas del laminador refinador.....	60
Ilustración 23. Mezclador	60
Ilustración 24. Tornillo sin fin de la extrusora	61
Ilustración 25. Extrusora al vacío	62
Ilustración 26. Vistas de la extrusora al vacío.	62

Ilustración 27. Cortador automático	63
Ilustración 28 Vistas del cortador automático	63
Ilustración 29. Material cerámico colocado sobre estanterías	64
Ilustración 30. Grupo de quemadores de gas dispuestos en el techo	66
Ilustración 31. Horno túnel	66
Ilustración 32. Cinta transportadora..	67
Ilustración 33. Compresor de aire	69
Ilustración 34. Minicargadora utilizada para mover la materia prima	70
Ilustración 35. Balance de masa	71
Ilustración 36. Municipio de Bailén.....	78
Ilustración 37. Parcela en donde se ubicará la planta industrial.	78
Ilustración 38. Tareas y duración de las mismas.....	100
Ilustración 39. Diagrama de Gantt.....	100

1. INTRODUCCIÓN

Los ladrillos son considerados uno de los elementos constructivos más antiguos utilizados en el mundo. Fueron sin duda la mejor opción para edificar las primeras viviendas y aunque al inicio eran elementos poco resistentes comparados con los actuales, lograron proteger a los hombres en las casas y permitirles construir otro tipo de edificaciones.

Antes de la evolución de la industria de la construcción, las viviendas se construían con adobes. Los cuales se elaboraban con arcilla al igual que los ladrillos. Para eliminar el agua de las unidades fabricadas se exponían a la luz solar por varios días, mientras que en el caso de los ladrillos se utilizan equipos industriales.

En España, el ladrillo es el elemento constructivo más empleado en la industria de la construcción principalmente para construir edificios, aunque también se utiliza en otros ambientes.

Hoy en día, se fabrican ladrillos de varios tipos. Están los ladrillos macizos, que son aquellos que pueden disponer de perforaciones o no, en su caso en una de sus caras y no suelen superar el 10% de su volumen. Cuando superan este porcentaje se denominan ladrillos perforados. A esta lista también se suman los ladrillos huecos, destinados a la construcción de muros y tabiques y tienen agujeros.

Por último, están los llamados cara vista, utilizados para embellecer las fachadas de los edificios. Su precio es algo elevado debido a su gran atractivo.

2. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS DEL POYECTO

2.1 MOTIVACIÓN

El municipio de Bailén está muy familiarizado con el sector cerámico. No obstante, algunas de sus fábricas siguen utilizando combustibles tales como el orujillo, que en sí es un combustible ecológico y de bajo coste, pero su empleo afecta en gran medida los ritmos de producción.

Como bien se sabe, los procesos de cocción tienen una duración estimada de 2 a 3 días cuando se emplean los combustibles más utilizados, mientras tanto con el orujillo se tardan entre 4 a 5 días.

Por lo tanto, el presente TFG va a tratar sobre la implementación del gas natural como combustible para la cocción de productos cerámicos.

2.2 Objetivo general

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado se centra en determinar la viabilidad económica del diseño de una planta industrial destinada a la fabricación de ladrillos y adoquines cerámicos ubicada en la localidad de Bailén.

2.3 Objetivos secundarios

- Establecer los procesos de producción para la fabricación de ladrillos y adoquines cerámicos
- Determinar el requerimiento de materias primas.
- Establecer la selección de maquinaria, la localización y la distribución de la planta a fin de evaluar la viabilidad del proyecto.
- Determinar la energía consumida durante la elaboración de los ladrillos y adoquines cerámicos.

3. EL LADRILLO

Los ladrillos son bloques compuestos mayoritariamente de arcilla, que se obtienen mediante un proceso industrial de moldeado, secado y expuestos a calor a altas temperaturas.

Son muy utilizados en la albañilería, principalmente en la construcción de muros y edificios, paredes de viviendas, chimeneas, etc. A su vez, son empleados como elementos decorativos, especialmente en fachadas. El ladrillo es un material muy versátil, fácil de poner y de poco coste.

Los ladrillos son materiales con forma rectangular y sus respectivas caras reciben el nombre de tabla, canto y testa. Mientras que las aristas reciben los nombres de grueso, tizón y soga (Ilustración 1).

CARAS Y ARISTAS DE UN LADRILLO

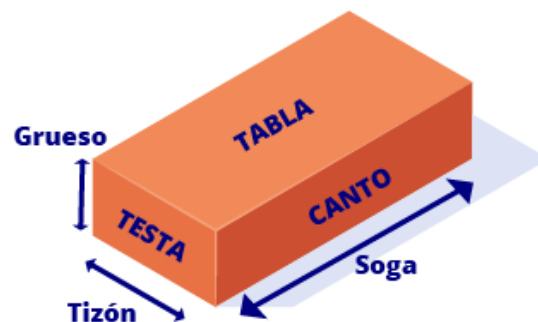


Ilustración 1. Caras y aristas de un ladrillo. Fuente: <https://santiagocriado.com/>

3.1 Tipos de ladrillos

- a) **Ladrillo manual**, es un ladrillo que se fabrica a mano. Sus caras se caracterizan por ser ásperas y de carecer de homogeneidad. Su uso está destinado en la reparación de edificaciones antiguas.

- b) **Ladrillo macizo**, este tipo de ladrillo puede presentar perforaciones o no en la tabla. En el segundo caso, no deben superar el 10% de su volumen. Suelen ser utilizados para construcciones rurales o en países en vía de desarrollo.
- c) **Ladrillo perforado**, se caracteriza por tener agujeros dispuestos de forma vertical en la tabla, con un volumen superior al 10%.
- d) **Ladrillo hueco**, este tipo de ladrillo se diferencia del perforado por poseer huecos horizontales en el canto o en la testa. Se emplean para construir muros que no necesiten soportar cargas pesadas. Atendiendo al grosor y cantidad de sus agujeros se dividen en: simples, dobles y triples.
- e) **Ladrillo caravista**, es un ladrillo que carece de poros y de superficie lisa. Se usa para fines estéticos, especialmente en las fachadas de los edificios.

3.2 Características de los ladrillos

Se considera que un ladrillo está bien elaborado cuando cumple las siguientes características:

El ladrillo ha de tener un aspecto uniforme tras la fase de moldeado, es decir, que sus caras serán planas, a la vez podrán ser porosas para que se adhiera de forma satisfactoria al mortero.

No deben presentar imperfecciones ya que esto imposibilitaría su colocación.

El ladrillo no podrá presentar deformaciones estructurales. Esto se consigue controlando que ni se endurezca de forma excesiva ni se ablande durante la etapa de cocción.

3.3 Propiedades de los ladrillos

3.3.1 *Resistencia a compresión.*

Hace referencia a la propiedad del ladrillo a oponerse a ser comprimido.

3.3.2 *Absorción*

Esta propiedad supone la capacidad del ladrillo de retener agua. La absorción se mide mediante un ensayo que consiste en sumergir ladrillos en agua durante unas 24 horas, a fin de valorar la variación de masa que experimentan antes y después de la inmersión.

3.3.3 *Helacidad.*

Implica la capacidad que tienen los ladrillos de aguantar bajas temperaturas sin sufrir daños estructurales.

3.3.4 *Resistencia al fuego*

Los ladrillos son elementos capacitados para soportar grandes temperaturas sin experimentar daños.

3.3.5 *Baja conductividad térmica*

Los ladrillos son excelentes aislantes acústicos y térmicos debido a los huecos que hacen fluir el aire.

3.4 Principales ventajas

3.4.1 *Durabilidad*

Los elementos elaborados a base de arcilla cocida tienen una característica común, que consiste en poder mantenerse intactos por mucho tiempo. Se estima que los ladrillos tienen una vida útil superior a 100 años.

3.4.2 *Versatilidad*

Los ladrillos son elementos utilizados en diferentes ámbitos, ya sea para levantar muros, construcción de paredes, fachadas, etc.

3.4.3 *Aislamiento acústico y térmico*

El ladrillo hueco se caracteriza por disponer de agujeros, que son los que transportan el aire haciendo que actúe aislante acústico y térmico. Esta propiedad incentiva el ahorro energético en los edificios.

3.4.4 *Mantenimiento económico*

Son materiales capaces de hacer frente a cualquier cambio climático como la lluvia, calor, viento, hielo, etc. No requieren de mucho mantenimiento y en su caso es muy económico.

4. EL ADOQUÍN CERÁMICO

4.1 Definición

El adoquín cerámico es un bloque macizo elaborado a partir de arcilla cocida en hornos a grandes temperaturas. Este material se utiliza primordialmente para la construcción de accesos para peatones, accesos para vehículos, también se emplea en espacios domésticos, en zonas industriales, etc.

Si se llega a tener en consideración sus múltiples ventajas tales como larga vida útil, mantenimiento bajo, colocación sencilla, etc.; el adoquín podría considerarse como el material más completo en comparación con otros materiales utilizados en pavimentación.

- **Pavimentos flexibles**

Este tipo de pavimento está formado por una capa de asfalto, que se aplica encima de la capa base y la capa sub-base (Parera, 2022).

- **Pavimentos rígidos**

El pavimento rígido está hecho a base de hormigón que se coloca sobre la capa base o la capa su-base (Parera, 2022).

Los pavimentos flexibles se emplean en zonas donde vayan a circular peatones como para vehículos, sin embargo, los pavimentos rígidos se usan exclusivamente en áreas peatonales. De entre los dos tipos de pavimento, el más recomendable es el flexible por sus numerosas ventajas.

4.2 Historia del adoquín cerámico

Los adoquines cerámicos han sido utilizados desde hace décadas por el hombre para habilitar accesos urbanos.

Antes de su implementación, la piedra fue el primer elemento utilizado para pavimentar las áreas urbanas, pero su uso fue abandonado porque generaba problemas acústicos en las ciudades debido al tráfico de vehículos.

Para hacerle frente al nuevo crecimiento urbano y la llegada de los vehículos más modernizados acontecidos en el siglo XIX, nace la necesidad de crear un elemento capaz de reemplazar la pavimentación con piedra y así surge la idea de implementar el adoquín cerámico para construir calles, carreteras, caminos, etc.

Se puede decir que su origen fue en gran medida la búsqueda del hombre de desarrollar un equipamiento urbano que permita un tráfico vehicular más cómodo, que perdura con el tiempo y de muchas cualidades estéticas.

4.3 Forma

Los adoquines cerámicos son materiales capaces de tomar diferentes geometrías, sin embargo, la más demandada por los consumidores es la rectangular, por lo sencilla que resulta su colocación. También pueden encontrarse en otras geometrías como la redondeada, la poligonal o con biseles.

Los adoquines utilizados en pavimentación flexible, suelen presentar picos espaciadores en una, dos o más caras, que por lo general se colocan en vertical a la hora de utilizarse como se puede apreciar en la Ilustración 2.

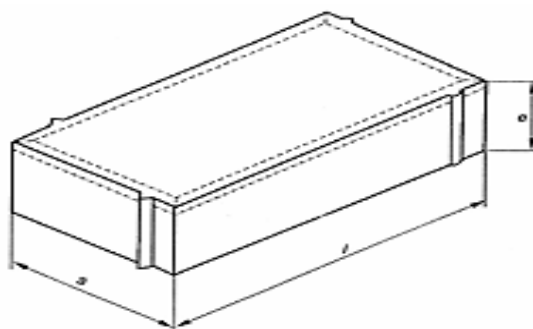


Ilustración 2. Adoquín pico espaciador. Fuente: <https://www.construmatica.com/>

Los adoquines empleados para construir pavimentos rígidos, son libres de picos espaciadores como se puede ver en la Ilustración 3. Al igual que los que sí tienen picos espaciadores, son rectangulares, sin que se descarte la opción de adoptar una geometría diferente que posibilite su colocación.

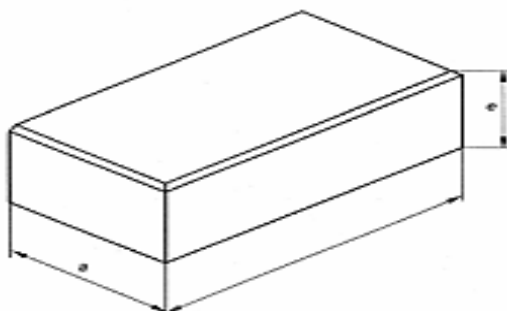


Ilustración 3. Adoquín sin pico espaciador. Fuente: <https://www.construmatica.com/>

4.4 Dimensiones nominales

La norma establece que los pavimentos flexibles han de cumplir las siguientes condiciones:

1. La relación que existe entre la longitud y la anchura no puede ser mayor que 6.
2. El espesor nominal deberá ser inferior o igual a 40 mm.

En el caso de los pavimentos rígidos, se recomienda que el espesor no supere los 30 mm.

En ocasiones los adoquines suelen presentar biseles en alguna o en distintas aristas de la cara que queda al descubierto una vez colocados, cuyo ancho o profundidad no debe superar los 7 milímetros, en caso contrario la empresa que los fabrica deberá hacer constancia de ello. La ventaja de esta condición es que se evita la formación de juntas excesivamente anchas

4.5 Características técnicas de los adoquines cerámicos

En este apartado se pretende dar una visión general de las características técnicas más relevantes de los adoquines cerámicos.

Las características que han de cumplir los adoquines cerámicos son fijados en la norma europea UNE-EN 1344:2015. Las cuales se destacan a continuación:

4.5.1 Tolerancias dimensionales

Las tolerancias dimensionales de los adoquines se clasifican en dos clases: RO y R1 (Tabla 1). De las dos clases, la R1 es la que logra las tolerancias máximas.

Clase	Rango (no mayor de) mm
RO R1	Sin determinar 0.6 d

Tabla 1. Tolerancias dimensionales

Nota: donde d representa la dimensión nominal en mm.

4.5.2 Resistencia a la rotura transversal

En la norma UNE-EN 1344, se especifican las tolerancias de carga a la rotura transversal que presentan los adoquines cerámicos. Dichas tolerancias vienen clasificadas por clases como se puede visualizar en la Tabla 2.

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

Tabla 2. Tolerancias de la carga de rotura transversal según la norma UNE-EN 1344

4.5.3 Resistencia al hielo/deshielo

Según el ensayo de resistencia al hielo y deshielo, se distinguen las clases F0 y FP100 (Tabla 3), siendo la clase FP100 la que no se afecta por la aplicación de sal utilizada comúnmente en la eliminación del hielo.

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

Tabla 3. Resistencia al hielo y deshielo de los adoquines según la UNE- EN 1344

4.5.4 Resistencia a la abrasión

El ensayo de abrasión profunda, comprende tres clases de menor a mayor resistencia (Tabla 4), desde la clase A1 hasta la clase A3.

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

Tabla 4. Tolerancias frente a la abrasión según la norma UNE-EN 1344

4.5.5 Resistencia al deslizamiento /derrape

Atendiendo a la resistencia que presentan los adoquines cerámicos existen cuatro clases: la U0, U1, U2, U3. Su variación es en función del ensayo del péndulo de fricción como se puede visualizar en la Tabla 5.

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

Tabla 5. Resistencia a la abrasión según la norma UNE-EN 1344

Nota: siendo USRV el valor de resistencia al deslizamiento/derrape sin pulido.

4.6 Principales ventajas

Los adoquines cerámicos utilizados en la construcción de pavimentos, ofrecen las siguientes ventajas.

4.6.1 Durabilidad

Esta sin duda, es la ventaja más interesante del adoquín cerámico considerando su implicación en el mundo de la construcción, especialmente en la ejecución de pavimentos.

4.6.2 Vida útil

El adoquín a base de arcilla es un elemento muy duradero, pudiendo mantenerse intacto por un periodo superior a 30 años, colocándose como el material idóneo para pavimentar espacios urbanos frente a los demás pavimentos.

4.6.3 Cualidades físicas

El adoquín cerámico está capacitado para resistir cualquier tipo de cambio climático al que pueda ser expuesto, esto incluye lluvias, nieve, ambientes cálidos, agentes contaminantes, etc.

4.6.4 Ejecución

Una de las grandes ventajas que presenta el adoquín cerámico es su sencilla colocación. Son materiales que se pueden colocar de forma manual utilizando herramientas de uso básico o mediante el empleo de equipos mecánicos.

4.6.5 Conservación

Los pavimentos contruidos a base de adoquines cerámicos no requieren de mucho mantenimiento. A continuación, se detallan los motivos por los cuales se posicionan como los materiales idóneos a emplearse para pavimentación en comparación con otros pavimentos:

1. Pueden mantenerse inalterados por más de 30 años.
2. Las tareas de reparación no requieren de gran esfuerzo y son muy económicas.
3. Pueden levantarse sin que se produzcan ningún deterioro, en otras palabras, pueden ser reutilizados.

4.6.6 Costes

Si se compara el hecho de que su colocación no requiere de mano de obra muy cualificada, tampoco requiere de mantenimiento recurrente y su gran durabilidad, se puede concluir que el adoquín es un pavimento de poco coste.

4.7 Ámbito de aplicación

El adoquín cerámico es un material que se puede utilizar en cualquier espacio. A continuación, se detallan los ámbitos en lo que es común utilizado.

4.7.1 Áreas peatonales

La gran accesibilidad que ofrecen estos materiales en las ciudades, permite ser utilizado habitualmente en:

- Plazas públicas
- Paseos
- Aceras
- En interiores y exteriores

4.7.2 Áreas de tráfico rodado

Asimismo, son empleados frecuentemente en los siguientes espacios:

- Vías urbanas
- Zonas residenciales
- Terminales de autobuses
- Vías rurales

4.7.3 Áreas con ambiente agresivo

La resistencia a los ácidos que posee el pavimento con adoquín cerámico, lo convierte en el material idóneo a emplear en superficies fijas en ambiente agresivo, tales como:

- Fábricas químicas
- Zonas industriales en las que se producen y almacenan materiales agresivos

5. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES CERÁMICOS

La arcilla o barro es considerada como la materia prima principal que se utiliza para fabricar ladrillos y adoquines cerámicos. El tipo de arcilla utilizada suele depender del tipo de producto que se desea obtener.

Teniendo en consideración que la planta industrial que se va construir se ubicará en la localidad de Bailén, las materias primas agregadas a la mezcla se hallarán en esta zona y en alrededores.

Las arcillas más utilizadas en esta zona para fabricar ladrillos y adoquines son: la arcilla blanca, arcilla negra, arcilla roja y arcilla rubia.

- **Arcilla negra.** Este tipo de arcilla es muy dura y libre de impurezas. Su excavación suele ser muy laboriosa debido a su dureza. Es muy frecuente que en su composición se encuentre arena. Es una arcilla con un buen nivel de plasticidad, por lo que puede ir mezclado o no.
- **Arcilla rubia.** Otro tipo de arcilla utilizada es la rubia. Es una arcilla con muchas impurezas, es de color amarillento y es muy utilizada en la producción de ladrillos de esta zona.
- **Arcilla roja.** Es una arcilla muy rica en alúmina (Al_2O_3), Óxido de hierro (Fe_2O_3) y óxido de potasio (K_2O), también suele contener pequeñas cantidades de óxido de calcio (CaO).
- **Arcilla blanca.** Es una arcilla muy pura y libre de impurezas. No es plástica, por lo que siempre va mezclada. Tiene un alto contenido en CaO , además contiene un 42-49% de sílice.

Los ladrillos y adoquines que se van a producir estarán compuestos de la siguiente mezcla cerámica: 40 % de arcilla negra, 30 % de arcilla rubia y 30% de arcilla blanca.

A continuación, en la Tabla 6 se muestran las proporciones mineralógicas de estas arcillas:

Compuesto	Porcentaje
SiO ₂	42-60%
Al ₂ O ₃	6-20%
Fe ₂ O ₃	3,5-8,5%
CaO	1-20%
MgO	1,5-3%
Na ₂ O +K ₂ O	2-6%
Pérdidas por calcinación a 1000 °C	6,5-21%

Tabla 6. Composición química de la arcilla roja, arcilla negra, arcilla rubia y arcilla blanca. Fuente: Sociedad Española de Arcillas, 2001.

5.1 Fuentes de las materias primas

La localidad de Bailén lleva implicada en la industria cerámica desde hace décadas, debido a ello se encuentra rodeada de varias canteras que explotan arcillas. Entre ellas se destaca la cantera Arcillas Bailén, que se dedica exclusivamente a la explotación de tres variedades de arcillas comúnmente llamadas: arcilla rubia, arcilla negra y arcilla blanca. En las proximidades de esta localidad también nos podemos encontrar con otras dos canteras que también explotan los barros antes mencionados: Cantera del Cerro “El Ahorcado” y la Cantera de “El Portichuelo”, localizadas en la carretera Córdoba - Valencia. La arcilla roja es una variedad de arcilla muy escasa en esta localidad, y para obtenerlo las canteras suelen acudir a otras localidades, entre ellas la localidad de Carboneros, que se encuentra a una distancia de 22 kilómetros de Bailén con dirección Madrid. Esta variedad de arcilla también se explota en otras canteras localizadas en las inmediaciones de Mengíbar.

5.2 La arcilla

5.2.1 Origen de las arcillas

Las arcillas son materiales terrosos compuestos de distintos minerales llamados *filosilicatos*. Se forman mediante desintegración física y química de rocas feldespáticas que pueden desarrollarse in situ o en lugares lejanos de su formación.

Moore (1996) y Guggenheim y Martin (1996), aseguran que la arcilla es un material natural compuesto principalmente de minerales de grano fino, que se plastifica cuando está húmedo y se endurece cuando se seca o se cuece.

5.2.2 Clasificación de las arcillas

5.2.2.1 Clasificación en función de su origen o ubicación:

Atendiendo a su origen, las arcillas se clasifican dos grandes grupos:

1. **Arcillas primarias o residuales:** “Se encuentran en el lugar de su formación ” (Spínola Romero, R., 2000).
2. **Arcillas secundarias o sedimentarias:** “En estas se da la migración, son depositadas lejos de las rocas matrices de que proceden, sedimentan y se depositan en el agua, y su parte superior es más fina ” (Spínola Romero, R., 2000).

5.2.2.2 Clasificación en función de su composición

- a) Arcillas silíceas. “Son muy ricas en cuarzo. El cuarzo reduce la plasticidad y agranda la refractariedad. Asimismo, podrán ser compactas o no en función de su tamaño de grano” (Rafael Galindo Cerámica, 2019).

- b) Arcillas calcáreas. “Son arcillas que contienen entre un 10 y 40% de carbonato cálcico. Su uso es exclusivamente destinado a la fabricación de productos poroso” (*Rafael Galindo Cerámica, 2019*).
- c) Arcillas ferruginosas. “Son arcillas con contenidos elevados de óxido de hierro (más del 4%) y toman coloración roja tras la cocción. Sólo se utilizan para pastas rojas” (*Rafael Galindo Cerámica, 2019*).

5.2.3 Impurezas frecuentemente presentes en las arcillas

No existen arcillas que se encuentren en un estado totalmente puro, por lo que, es muy habitual que vengan mezcladas con impurezas como pueden ser el cuarzo, feldespato, carbonatos de calcio, óxidos de hierro y pequeñas proporciones de magnesita, dolomita, etc. Estas impurezas son minerales que carecen de plasticidad presentes en las arcillas, aun así, pueden afectar sus propiedades.

Todas las impurezas antes mencionadas cumplen una función muy importante en la producción de materiales cerámicos. No obstante, el carbonato de calcio es la de mayor interés, esto se debe a que su adición a la mezcla es muy perjudicial en la arcilla, puesto que provoca el agrietamiento y pérdida de cohesión de las piezas. Para evitar esta situación, se debe procurar que se mantenga a niveles muy bajos en la arcilla, entre 2 a 5%. Es muy difícil encontrar arcillas que no contengan este mineral, por lo que, para conseguir un molido más refinado, se recomienda remover los gránulos que pueda traer consigo la arcilla.

5.3 Propiedades de las arcillas

Para comprender mejor el comportamiento de la arcilla empleada en la producción de materiales cerámicos, es conveniente definir algunas de sus propiedades más importantes.

5.3.1 Plasticidad

La propiedad más importante de la arcilla es la plasticidad. La razón por la cual la arcilla es considerada como el material idóneo para la elaboración de elementos cerámicos, tiene relación directa con su capacidad de tomar cualquier forma que se requiera al entrar en contacto con agua.

Para preservar la plasticidad de la masa se evitará agregar demasiada agua durante el amasado, ya que en caso contrario la masa pasaría a ser pegajosa.

5.3.2 Refractariedad

Esta propiedad hace referencia a la capacidad que tienen las arcillas a hacerle frente a los cambios de temperatura. No obstante, sólo las arcillas ricas en óxidos de silicio y de aluminio presentan mayor refractariedad.

5.3.3 Contracción

La contracción consiste en la pérdida de volumen que experimenta la arcilla en la fase de secado. La contracción supone uno de los problemas más relevantes que presenta la producción de materiales cerámicos, debido a que este fenómeno conduce a la rotura de las piezas. La contracción dependerá primordialmente del tamaño de las partículas de las arcillas, por lo que, las arcillas de grano fino serán las más afectadas. También estará ligada al contenido de agua de la masa arcillosa, cuanto mayor sea más se encogerá.

5.3.4 Color

Las arcillas se pueden encontrar en diferentes tonalidades. Entre ellas se destaca la arcilla blanca más conocida como caolín, aunque las más comunes son las amarillas, rojas y marrones. Dentro de las variedades de las arcillas se encuentran también las azules, grises y negras.

Es importante señalar que la diversidad de colores viene dada por su composición en minerales. Los minerales que más se encuentran en las arcillas suelen ser: alúmina, sílice, óxidos de calcio, óxidos de hierro, óxido de titanio, magnesita, cuarzo, feldespato, etc.

5.3.5 Porosidad

Esta propiedad guarda relación directa con el tamaño de grano de arcilla. Las arcillas con granos de gran volumen presentarán una mayor porosidad que las que presenten partículas pequeñas.

Dicho esto, se recomienda utilizar arcillas finas durante el moldeado porque garantizan la obtención de piezas libres de grietas, además proporcionan uniones fuertes entre partículas.

6. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

6.1 Situación actual en el sector cerámico

En la actualidad una empresa puede llegar a producir entre 40.000 - 48462 Tn de ladrillos anuales. En los últimos años se ha originado un descenso en el número de empresas en el sector cerámico, lo que se traduce como una reducción del número de competidores en el mercado y una oportunidad para las nuevas empresas que se vayan creando, de igual forma podría suponer una bajada de los costos de operación.

Analizando la situación actual, se puede predecir el colapso de varias empresas en los próximos años originado por la crisis energética por la que estamos atravesando, situación que deja en buena posición a los que tienen intención de formar parte de este sector.

6.2 Evolución del sector de producción de cerámica estructural

La Tabla 7 hace alusión a la evolución que ha sufrido el sector cerámico destinado a la fabricación de ladrillos, tejas, bovedillas etc., desde el 2014 hasta el 2021. Como se puede observar, a partir del año 2015 descienden el número de empresas, sin embargo, incrementan tanto la producción como el volumen de negocio en comparación al año 2014.

AÑO	Número de empresas	Producción (Tn/año)	Producción media (Tn/año)	Volumen de negocio (millones €)	Número de empleados
2014	300	3900000	13000	350	3600
2015	200	4100000	20500	370	3700
2016	185	4350000	23514	380	3800
2017	170	4785000	28147	400	4000
2018	140	5073000	36236	420	3950
2019	135	5350000	39630	450	4000
2020	130	5210000	40077	465	4100
2021	130	6300000	48462	615	4550
Δ 2020-2021	0,00%	20,92%	20,92%	32,26%	10,98%
Δ 2019-2020	-3,70 %	-2,62%	1,13%	3,36%	2,50%
Δ 2021-2014	-56,67%	61,54%	272,78%	75,71%	26,39%

Tabla 7. Datos del sector de ladrillos y tejas 2021. Fuente: Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida. (<https://www.hispalyt.es>)

En la Tabla 8 se muestra la cantidad de adoquines cerámicos producidos desde el año 2016 al 2019. Como se puede constatar, a partir del año 2020 se registra una gran bajada en la producción debido a la gran parada industrial a nivel global provocada por la pandemia ocurrida entre los años 2020 y 2021.

AÑO	Producción adoquines (Tn/año)
2016	21750
2017	23925
2018	25365
2019	27540
2020	5210

Tabla 8. Producción anual de adoquines. Fuente: Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida. (<https://www.hispalyt.es>)

6.3 Producción anual prevista

La determinación de la cantidad de ladrillos y adoquines cerámicos que producirá la empresa está ligada a la producción a nivel nacional que se ha registrado en los últimos años contenida en las Tablas 7 y 8 (ver apartado 6.2).

Para establecer la cantidad de ladrillos fabricados al año, se basará en la producción obtenida en el año 2021 (ver Tabla 7) que alcanza un total de 48462 toneladas. Se decide que se aportará un 10% de 48462 Tn producidos al año: lo que representaría una producción anual de 4846,2 Tn de ladrillos.

La cantidad de ladrillos fabricados al año se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{4846,2 \cdot 10^3 \text{ kg totales de ladrillos/año}}{3,42 \text{ kg/ladrillo}} = 1268638 \text{ ladrillos/año}$$

La producción por hora sería:

$$\frac{1268638 \text{ ladrillos/año}}{4800 \text{ h/año}} = 264 \text{ ladrillos/h}$$

La producción diaria es:

$$\frac{264 \text{ ladrillos}}{\text{h}} \times \frac{16 \text{ h}}{\text{día}} = 4224 \text{ ladrillos/día}$$

Para establecer la cantidad de adoquines fabricados al año, nos basaremos en la producción obtenida en el año 2018 que alcanza un total de 25365 toneladas. Se decide que se aportará un 10% de 25365 Tn producidos al año: alcanzando una producción anual de 2536,5 Tn de adoquines.

La cantidad de adoquines fabricados al año se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{2536,5 \cdot 10^3 \text{ kg totales de adoquines/año}}{2,65 \text{ kg/adoquín}} = 957169 \text{ adoquines/año}$$

La producción por hora sería:

$$\frac{957169 \text{ adoquines/año}}{4800 \text{ h/año}} = 199 \text{ adoquines/h}$$

Al día se produciría:

$$\frac{199 \text{ adoquines}}{\text{h}} \times \frac{16 \text{ h}}{\text{día}} = 3184 \text{ adoquines/día}$$

Nota: La planta industrial funcionará las 24 horas (horno y secadero), sin embargo, la sección de producción funcionará unas 16 h, repartidas en dos turnos de 8 horas. Teniendo en cuenta que se trabajará unos 300 días, el número de horas trabajadas serán 4800. Con todo eso, la fábrica parará la producción por unos dos meses al año.

6.4 Consumos

Materia prima:

Se considera un consumo equivalente a la producción de la planta más un 20%, en concepto de pérdidas por transporte desde cantera.

Producción de ladrillos:

- Producción: 16,15 Tn/día
- Producción anual: 4846,2 Tn

Producción de adoquines:

- Producción: 8,45 Tn/día
- Producción anual: 2536,5 Tn
- Materia prima total a consumir: 9588 Tn/año

Nota: Muchas empresas disponen de canteras propias para la obtención de la materia. Sin embargo, la materia prima nos la va a suministrar la cantera ARCILLAS BAILÉN S.L.

Materia prima	Proveedor	Coste (€/Tn)	Cantidad (Tn)	Coste total (€)
Arcilla mezclada	ARCILLAS BAILÉN	3,15	9588	30202

Tabla 9. Procedencia y costo de la materia prima

Agua:

Considerando una humedad de moldeo del 18%, referida al peso en cocido, y que la materia prima entra al proceso con un 10% de humedad; el consumo aproximado de agua para el moldeo será de 1000 m³/año.

Combustible:

- Combustible utilizado: Gas natural

Electricidad:

- El consumo por tonelada cocida es de aprox.: 55 kWh/Tn

Este consumo sólo contempla los equipos de fabricación, estando excluidos los consumos en: servicios, talleres, oficinas, alumbrado, etc.

6.5 Personal de producción

Teniendo en cuenta que la temperatura de cocción que alcanza el horno es superior a 900 °C y que requiere ser supervisado, se establece que la empresa funcionará las 24 horas.

Las condiciones de trabajo quedan establecidas de la siguiente manera:

- Días laborables: 300 días
- Días laborables semana: 6 días
- Turnos por día: 3 turnos

- Turnos por semana: 18 turnos
- Horas turno: 8 h

En la sección de producción se necesitará el personal establecido en la Tabla 10:

PUESTOS DE TRABAJO	1º TURNO	2º TURNO	3º TURNO
Entrada y preparación de tierras	1	1	-
Corte, carga y descarga de las estanterías	1	1	-
Apilador de vagonetas	1	1	-
Secado	-	1	1
Cocción	-	1	1
Desapilado y empaquetado	1	1	-
TOTAL POR TURNO	4	6	2
TOTAL:	12		

Tabla 10. Personal del área de producción

Por lo tanto, en la sección de producción se dispondrá de 12 operarios.

Además de estos puestos de trabajo se precisará personal para otros trabajos, como pueden ser:

- Transporte de materia prima.
- Transporte de producto acabado.
- Transporte y manipulación de productos por la fábrica.
- Mantenimiento y reparación de maquinaria.
- Jefe de planta.
- Oficinas.

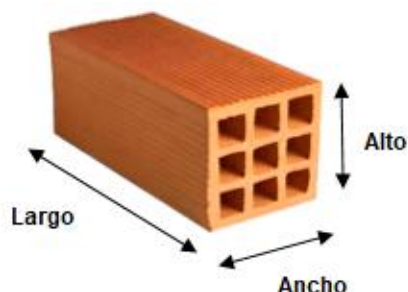
7. PRODUCTOS A FABRICAR

En la actualidad, se fabrican ladrillos y adoquines de varios tipos, no obstante, la empresa se centrará en la producción de ladrillos huecos y adoquines cerámicos convencionales.

I. Ladrillo hueco

Son ladrillos que cuentan con perforaciones en algunas de sus caras. Estas perforaciones hacen que exista un buen transporte de aire favoreciendo así que se comporte como un aislante térmico. Se utilizan fundamentalmente para levantar muros que no requieran aguantar grandes cargas, construir paredes, fachadas, etc. Este tipo de ladrillo se diferencia de los otros por su ligereza, colocación poco laboriosa y es económico. El volumen de sus perforaciones no puede superar el 70% de su volumen total.

- Ladrillo hueco triple de 9 huecos

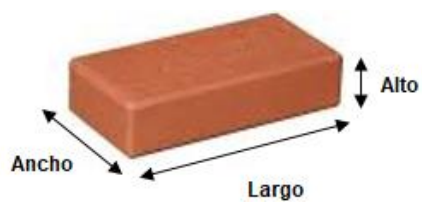


Medidas	240 x 150 x 120 mm (largo x ancho x alto)
Peso aprox.	3,4 Kg

Ilustración 4. Ladrillo hueco triple

II. Adoquín convencional

El adoquín es un producto obtenido a partir de la cocción de arcillas a elevadas temperaturas, cuyo uso está destinado a la pavimentación de aceras, plazas, parques, caminos, etc.



Medidas	200 x 100 x 50 mm (largo x ancho x alto)
Peso aprox.	2,65 Kg

Ilustración 5. Adoquín cerámico.

8. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y ADOQUINES CERÁMICOS

8.1 Proceso de producción de ladrillos

El proceso de fabricación de los ladrillos a escala industrial ha evolucionado en los últimos años y comprende de las siguientes etapas:

- Extracción de la materia prima
- Maduración
- Tratamiento previo mecánico
- Humidificación
- Moldeado y extrusión
- Secado
- Cocción
- Almacenaje

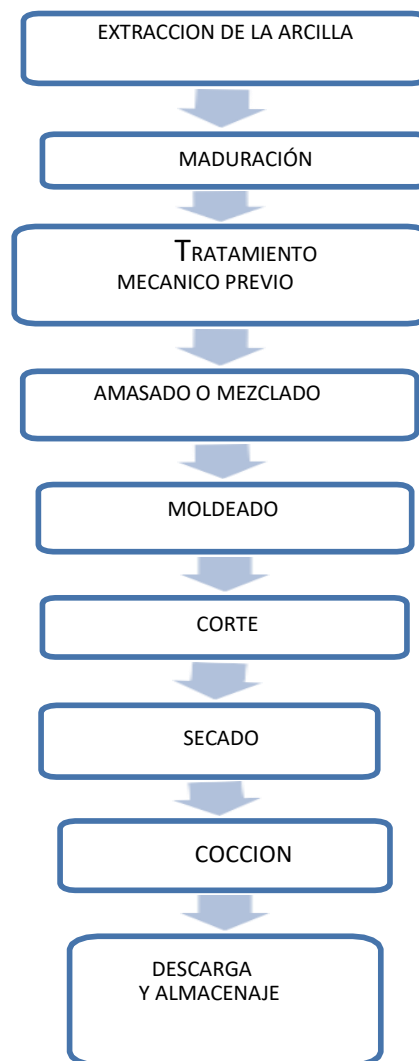


Ilustración 6. Diagrama del proceso de fabricación de ladrillos

8.1.1 Extracción de la materia prima

Antes de iniciar con esta tarea, se debe realizar un estudio de la calidad de la arcilla disponible en la zona de selección, asimismo se debe conocer a qué profundidad se encuentra y por último y no menos importante, asegurarse que esté en una zona bien comunicada, ya que favorecerá el tránsito de los camiones.

La extracción de la arcilla se efectúa a cielo abierto en canteras mediante la implementación de equipos mecánicos como retroexcavadoras o palas cargadoras. Las explotaciones realizadas en esta localidad suelen ser a una profundidad máxima de 27 m. El material excavado es transportado a la planta de producción con la ayuda

de camiones. Estos camiones pueden llegar a cargar en torno a 20 toneladas, cifra que puede variar dependiendo de la capacidad del vehículo.



Ilustración 7. Extracción de arcilla en cantera. Fuente: Fotografía tomada por la autora.

8.1.2 Maduración

Al exponer la arcilla a la atmósfera se consigue la descomposición de los terrones y granos de las arcillas para conseguir un tamaño más reducido de sus partículas. Algunas empresas ladrilleras consideran este proceso opcional.

La exposición al aire libre (aire, lluvia, nieve, sol, etc.) favorece la eliminación de las impurezas y la fermentación de las bacterias que pudiese haber traído la arcilla de la cantera.

Lo que se pretende lograr con la maduración es aumentar la plasticidad de las arcillas y reducir el agrietamiento de las piezas cerámicas en el proceso de secado. El proceso de maduración permite obtener arcillas más finas y limpias.

8.1.3 Tratamiento previo mecánico

El pretratamiento es la etapa posterior a la maduración de la arcilla, que consiste en afinar y limpiar las partículas de la materia prima mediante varios pasos para poder ser utilizada en el proceso de producción.

Las arcillas depositadas en los silos, se someten a una primera trituración que se lleva a cabo en un desmenuzador, una vez allí, los terrones de arcilla son reducidos a un tamaño más pequeño.

Después de la primera trituración, la arcilla es transportada a unos silos mediante cintas transportadoras para iniciar con la segunda trituración que se realiza mediante molinos. La trituración ejercida por los molinos permite transformar las partículas de las arcillas en polvo antes de entrar en el proceso de amasado.



Ilustración 8. Silos de almacenamiento de arcilla. Fuente: Diccionario de Cerámica. <http://ceramicdictionary.com/es/s/4369/silos>

8.1.4 Humidificación

Este proceso tiene lugar en la amasadora o mezclador y consiste en proporcionarle a la arcilla la humedad necesaria (entre el 15-18%) que le permita conseguir una pasta fácil de moldear.

8.1.5 Moldeado y extrusión

Una vez acabada la fase de amasado, la arcilla es otra vez transportada mediante una cinta transportadora hacia una cámara de vacío con la intención de succionar las partículas de aire que pueda llevar la masa. Esta cámara de vacío es

una caja industrial que tiene que cumplir la condición de estar completamente cerrada para evitar la entrada de cualquier fluido o aire. Al quitarle el aire a la arcilla se consigue obtener unas partículas más cohesionadas y esto hace que los productos sean más resistentes.

Posteriormente, la masa obtenida es empujada hacia un molde o boquilla de dos salidas en paralelo que se encuentra en el extremo de la extrusora, obteniendo una barra de barro. La boquilla o molde es una plancha perforada que suele tener la forma del producto que se quiere fabricar. Estos moldes suelen estar hechos a base de acero o de material duro (vidia).

Por lo general, el moldeado se hace en caliente empleando vapor saturado a una temperatura aproximada de 130 °C y aplicando poca presión. Este procedimiento facilita la obtención de una humedad homogénea y una pasta compacta, ya que el vapor a diferencia del agua favorece una mejor penetración.

8.1.6 Cortado y apilado

La columna de barro procedente de la extrusora, es trasladada a un cortador que se encuentra al final de la extrusora. Este cortador dispone de varios hilos o cuerdas de acero que son los que realizan los cortes y le proporcionan las dimensiones definitivas a la pieza. Por último, los ladrillos se colocan sobre estanterías para su paso al secadero.

8.1.7 Secado

El secado representa la etapa más crítica del proceso productivo, esto se debe a la gran influencia que tiene sobre el producto final.

La finalidad del secado es reducir la humedad de las piezas obtenida durante el amasado. El secado de piezas de arcilla cocida se lleva a cabo en secaderos, donde el aire caliente circula de un lado a otro con el propósito de reducir el grado de humedad de entrada de las piezas.

El proceso consiste en colocar los ladrillos sobre estanterías e introducirlas en las diferentes vías del secadero para que pierdan el contenido en humedad que traían del proceso de moldeado.

8.1.8 Cocción

La cocción constituye la fase más importante del proceso de fabricación.

La cocción de los ladrillos se lleva a cabo en un horno túnel de 90 m, al hacer circular en el interior del horno una temperatura que oscila de 900 °C y 1000 °C de forma continua y constante.

El proceso consiste en introducir los carros cargados de ladrillos en uno de los extremos del túnel, que después salen por el otro una vez finalizado el proceso.

La cocción de las piezas es una tarea muy delicada, por lo que, debe ser supervisada por un operario a través de una curva de control que cuenta con un dispositivo que señala los diferentes cambios de temperatura que va sufriendo el horno desde el inicio hasta el final del proceso.

8.1.9 Paletizado y almacenamiento

Unas pinzas recogen capas de material cocido de los paquetes colocados sobre las vagonetas, entregándolas a una mesa donde las piezas cocidas se alinean y agrupan con la ayuda de unos topes.

La mesa de cambio de sentido recoge hileras de piezas, en la cantidad necesaria para el ancho del paquete final a paletizar. Tras formar las capas del paquete final, son llevadas a una flejadora horizontal para su atado.

Por último, la mesa recoge los paquetes atados y los sitúa para que una pinza con horquilla los remonte a dos alturas y los deposite en un transportador final de donde se recogen para su almacenamiento en patio.

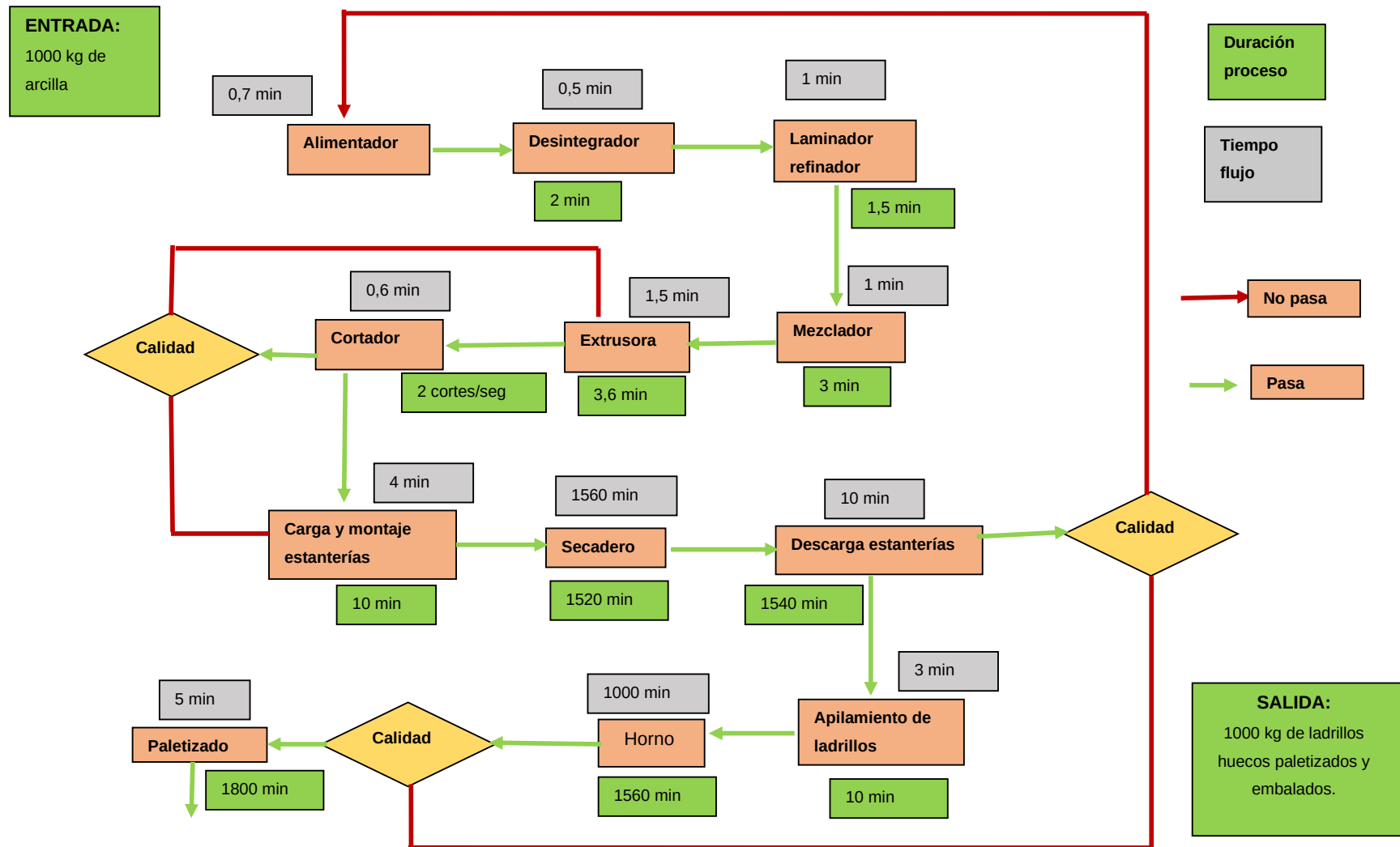


Ilustración 9. Diagrama de flujo de la producción de ladrillos

8.2 Proceso de producción de adoquines cerámicos

El proceso de fabricación de los adoquines cerámicos comprende de las siguientes etapas: extracción de las materias primas, molturación, amasado, conformado, secado, cocción, empaquetado y almacenamiento.

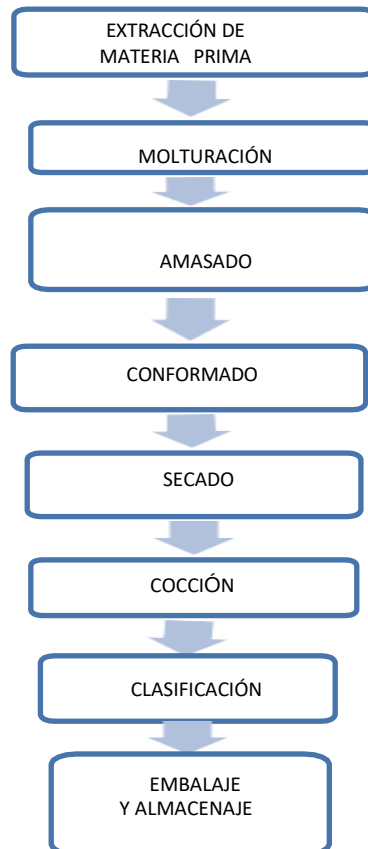


Ilustración 10. Diagrama de proceso de producción de adoquines cerámicos

8.2.1 Extracción y preparación de la materia prima

La materia prima principal que se emplea en la fabricación de adoquines cerámicos es la arcilla. La obtención de la arcilla suele ser mediante la extracción en canteras cercanas a la planta o por suministro de terceros. Posteriormente, las arcillas deben ser sometidas a diferentes procesos de homogeneización para que adquieran las características necesarias antes de entrar en el ciclo de producción.

8.2.2 Molturación

Esta etapa de la producción consiste en la tritución de las arcillas mediante el uso de molinos de martillos, de bolas o de péndulos, para obtener una granulometría más fina antes de entrar en la etapa de amasado. Este proceso puede realizarse por dos vías:

8.2.2.1 Molturación por vía seca

La molturación por vía seca consiste en la fragmentación de las arcillas utilizando molinos de martillos (Ilustración 11), con la finalidad de reducir las partículas de la arcilla a un tamaño más pequeño. El molino de martillos es una máquina cuya misión es romper y triturar la tierra arcillosa gracias al trabajo de los martillos con los que viene integrado. Este método se recomienda para arcillas secas, con poca humedad o cuando se desea obtener arcillas de buena calidad.



Ilustración 11. Molino de martillos. Fuente: Maquinova.
<https://www.mezcladorasymolinos.com.mx/>

8.2.2.2 Molturación por vía húmeda

En este caso la molienda de las arcillas mezcladas con agua se realiza mediante molinos de bolas (Ilustración 12). Lo que se persigue con este método es obtener arcillas muy finas, además, este tipo de molino es capaz de lidiar con arcillas de cualquier dureza o de cualquier nivel de humedad.



Ilustración 12. Molino de bolas. Fuente: <https://es.globalzk.com/>

8.2.3 Amasado

El amasado consiste en mezclar las arcillas con una cierta cantidad de agua (entre el 15-18% de humedad) para obtener una masa plástica que pueda ser moldeada cuando pase por la extrusora. El proceso se ejecuta introduciendo la pasta resultante en la amasadora. La cantidad de agua añadida dependerá en parte del nivel de humedad presente en la arcilla durante su explotación en cantera y de las condiciones atmosféricas a las que estaba expuesta durante su almacenamiento.

8.2.4 Conformado

El conformado es la etapa en la que se le da la forma al adoquín. Esto se logra al introducir a presión la masa obtenida durante el amasado por la extrusora, obteniendo una barra alargada que expulsa la boquilla que se encuentra en el otro extremo de la extrusora.

La barra obtenida se hace pasar por la cortadora, donde se le dará varios cortes que serán en función de las dimensiones fijadas en la producción.

8.2.5 Secado

El secado tiene por finalidad reducir el grado de humedad que los adoquines cerámicos adquieren durante el amasado hasta un 1-2%, con la intención de que el proceso de cocción se desarrolle de forma satisfactoria.

El secado se realizará en un secadero compuesto de varias cámaras, aunque existe la posibilidad de realizarse empleando secaderos de otro tipo como pueden ser el semicontinuo o continuo.

El secado de adoquines cerámicos acostumbra a tener una duración normal de 24 a 36 horas.

La etapa del secado es de las más complicadas del proceso productivo de los adoquines cerámicos, ya que una mala ejecución podría entorpecer la producción, por lo tanto, su realización debe realizarse con bastante cuidado.

8.2.6 Cocción

La cocción es considerada la etapa más interesante de la fabricación del adoquín cerámico, ya que de ella dependen gran parte las características finales de los productos elaborados. Se efectuará en un horno tipo túnel de unos 90 m, en el que la temperatura interior está sobre los 900 a 1000 °C.

El proceso consiste en introducir carros cargados de adoquines al horno túnel para aplicarle calor procedente de los quemadores de gas colocados sobre la parte superior del horno. Con la cocción se logra eliminar en totalidad la humedad contenida en las piezas salientes del secadero.

Es muy importante que las piezas cuenten con una humedad no superior al 1%, porque en caso contrario se producirían retrasos durante el ciclo de producción.

A diferencia de los ladrillos, los adoquines necesitan ser cocidos a una temperatura más elevada por tratarse de piezas sin perforaciones. La ausencia de perforaciones, provoca que se requiera de más tiempo para conseguir que el calor llegue al interior de las piezas.

8.2.7 Empaquetamiento y almacenamiento

El empaquetamiento es considerado como la etapa que culmina el proceso de fabricación de los adoquines cerámicos.

Los adoquines cocidos procedentes del horno son recogidos por unas pinzas y son llevados a una mesa de trabajo, donde de manera continua son amontonados en paquetes sobre pallets. A continuación, los paquetes se arrastran hasta el otro extremo de la mesa de trabajo (área de paletizado), donde se embalan con un film de plástico y después son atados con unos flejes para proteger los adoquines durante su movilización.

Al finalizar la operación de embalaje, los pallets son almacenados en el patio de la fábrica, lugar donde permanecerán hasta su venta y expedición.

Es importante que los adoquines vayan identificados según lo que indica la norma UNE-EN 1344. En el embalaje deberá ir incluida la siguiente información: nombre de la empresa, dimensiones nominales, uso previsto, características técnicas, marcado CE referencia a la norma.



Ilustración 13. Adoquines empacados en pallets.

Pallet es una plataforma de madera o plástico que sirve para transportar y levantar mercancías en áreas industriales.

Los pallets que se van a utilizar son de madera, con unas dimensiones de 1200 x 1000 mm y tienen un peso de 28 kg.

El fabricante recomienda un peso máximo de 1500 kg como carga de seguridad y permite apilar hasta 40 pallets vacíos. Su precio es de 30 €. El tipo de pallet empleado es el que se muestra en la Ilustración 14.



*Ilustración 14. Pallet de madera. Fuente. CHEP.
<https://www.chep.com/es/es/propuesta-de-valor>*

Film. Se trata de una lámina de plástico utilizada para envolver y proteger la carga de los pallets. El film que se empleará para enrollar los pallets tiene un ancho de 500 mm y 130 m de largo y se estima que diariamente se puede llegar a utilizar en torno a 4 rollos.

Carretilla elevadora. Es un vehículo diminuto asignado al transporte de los pallets cargados de los productos terminados al patio. Para ello, se utilizará la carretilla mostrada en la Ilustración 15, que permite realizar cargas de hasta 1300 kg y apilar palés a altura máxima de 2900 mm. En la Tabla 11 se detallan algunos de sus datos técnicos. Está valorado por 5929 €. En la fábrica se dispondrá de 2 carretillas lo que implica un gasto total de 11858 €.



Ilustración 15. Carretilla elevadora. <https://www.jungheinrich-profishop.es/Jungheinrich-Apilador-electrico-EJC-M13-ZT-mastil-de-elevacion-telescopico-doble-72309-176708/>

Tipo	Unidad	Valor
Longitud total	mm	1880
Anchura	mm	790
Elevación	mm	2900
Capacidad de carga	Kg	1300
Anchura horquillas	mm	172
Longitud horquillas	mm	1150
Potencia motor elevación	kW	2,2
Potencia motor translación	kW	0,6
Precio	€	5929

Tabla 11. Datos técnicos de la carretilla elevadora

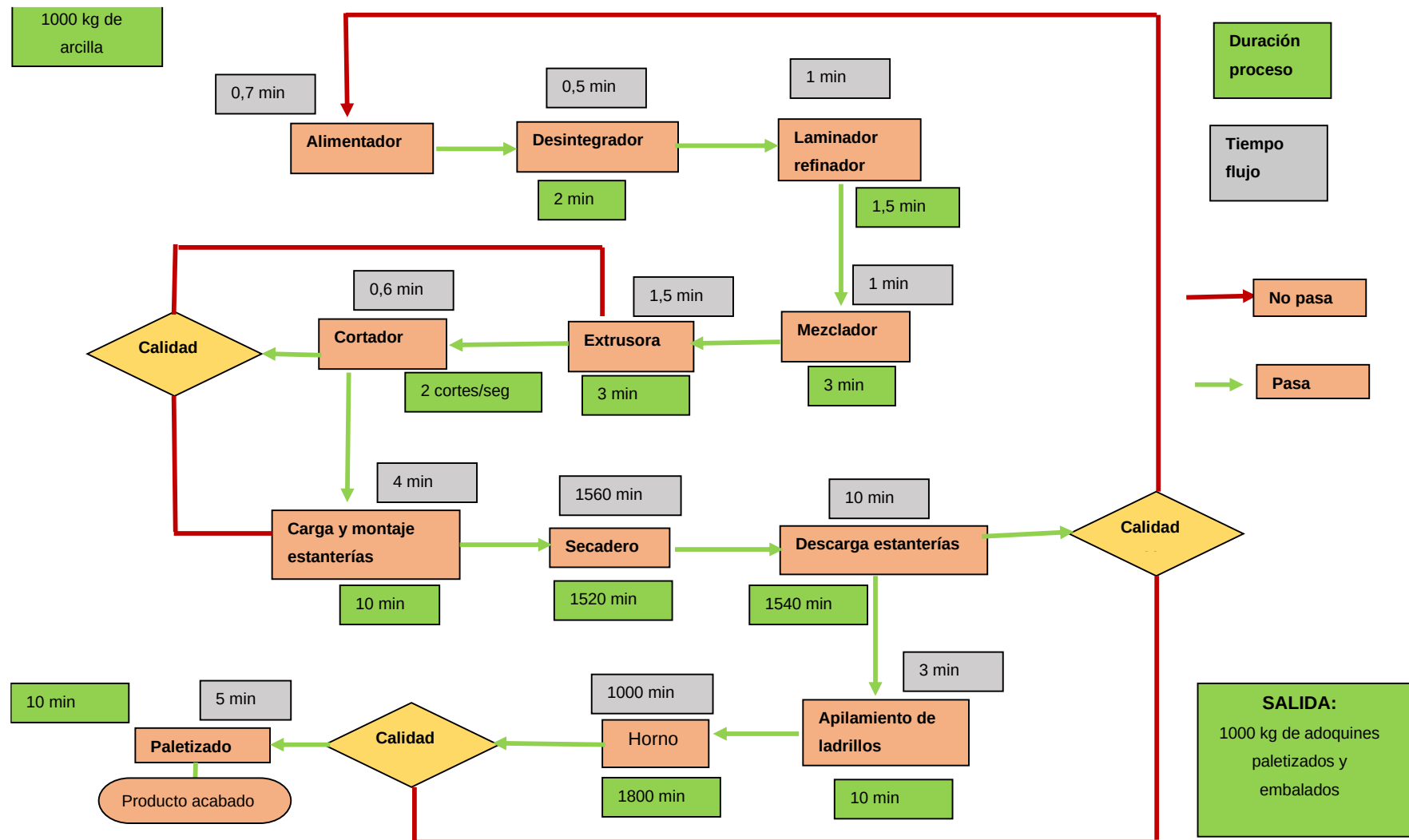


Ilustración 16. Diagrama de flujo de producción de adoquines cerámicos

8.3 Descripción de equipos y máquinas que intervienen en el proceso de producción

8.3.1 Preparación de la mezcla y moldeo

8.3.1.1 Alimentador

El alimentador es una máquina orientada a la dosificación de las diferentes materias primas.



Ilustración 17. Alimentador. Fuente: <https://www.rietermorando.com/>

Características técnicas	
Fabricante	Rieter Morando
Modelo	BXF12
Ancho útil	1200 mm
Largo	4000 mm
Dimensiones	4000 x 1852
Área	7,41 m ²
Peso total	4400 kg
Potencia instalada	7,5 kW
Producción	24 Tn/8h

Tabla 12. Datos técnicos del alimentador

8.3.1.2 Desmenuzador

Esta máquina ha sido diseñada para realizar la primera trituración de los terrones de arcilla de gran tamaño, reduciéndolos a un tamaño más pequeño, no superior a 8 cm. El proceso de reducción de las partículas del material arcilloso evita la posibilidad de aparición de complicaciones en el moldeado.



Ilustración 18. Desmenuzador. Fuente. Bonfanti. <https://www.bonfanti.com.br>

MODELO	PRODUCCIÓN MÁXIMA (Tn/h)	DIMENSIONES DE LA BOCA DE ENTRADA (mm)	EJES DE TRABAJO Ud.	DIÁMETRO Y LARGO DEL EJE INFERIOR (mm)	POTENCIA CV	PESO (Kg)
DB- 500/3	45	1200 x 885	3	Ø350 x 885	30	3100

Tabla 13. Datos técnicos del desmenuzador.

8.3.1.3 Desintegrador

Con este equipo se realiza la segunda trituración de la arcilla. El desintegrador que se muestra en la Ilustración 19 permite reducir los gránulos de arcilla hasta 0,2 a 0,3 cm de diámetro.



Ilustración 19. Desintegrador. Fuente: <http://mssouza.com.br/>

Características técnicas								
Fabricante					Metalurgica Souza			
Modelo					DES-600			
Diámetro cilindro liso					330 mm			
Diámetro cilindro desintegrador					600 mm			
Largo de los cilindros					550 mm			
Diámetro máximo permitido de los terrones					200 mm			
Granulometría máx. de salida					5-20 mm			
Dimensiones					2150 x 2250 mm			
Área					4,84 m²			
Peso total					2200 kg			
Potencia instalada					15 /20 CV			
Volumen					6,60 m³			
Producción					24 Tn/8h			
Dimensiones en mm								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
1450	780	2150	950	650	1750	400	2250	625

Tabla 14. Datos técnicos del desintegrador

Dimensiones del equipo

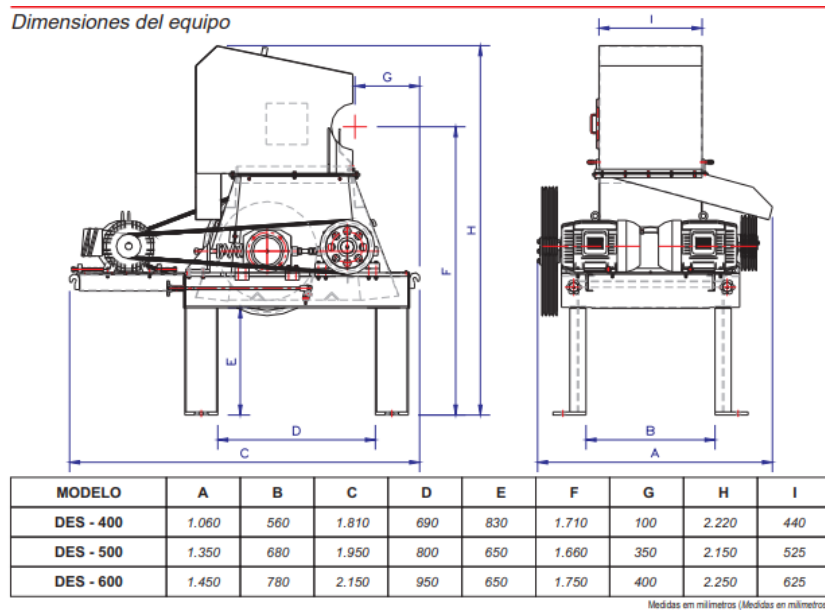


Ilustración 20. Vistas del desintegrador

8.3.1.4 Laminador

Su función es achicar las partículas de arcilla provenientes del desintegrador hasta adquirir una textura polvorienta. Este paso previene la presencia de fallos en la extrusión del producto, también obtener productos de mejor calidad.



Ilustración 21. Laminador refinador. Fuente: <https://www.bonfanti.com.br>

PRODUCCIÓN	DIÁMETRO DE CILINDROS	ANCHO DE LAS BOTELLAS	ROTACIÓN DE LAS BOTELLAS	POTENCIA	PESO
24 Tn/8 h	500 mm	500 mm	240-170 rpm	25 CV	2000 kg
Dimensiones en mm					
A	B	C	D	E	F
2000	1500	1050			

Tabla 15. Datos técnicos del laminador.

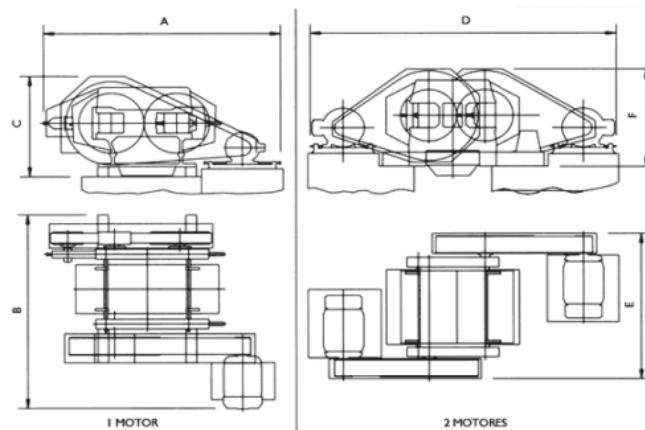


Ilustración 22. Vistas del laminador refinador

8.3.1.5 Mezclador

La función de esta máquina es mezclar las arcillas con agua a fin de lograr que el barro se homogenice.



Ilustración 23. Mezclador. Fuente: Rieter Morando. <https://www.rietermorando.com/>

Características técnicas	
Fabricante	Rieter Morando
Modelo	MBA-5
Producción	24 Tn/8h
Diámetro palas	565 mm
Dimensiones de la cuba	3000 x 1000 mm
Velocidad de rotación de las palas	21 rpm
Dimensiones	2150 x 2250 mm
Área	4,84 m ²
Peso total	4500 kg
Potencia instalada	30 kW

Tabla 16. Datos técnicos mezclador

8.3.1.6 Extrusora

La extrusora es una máquina industrial de gran tamaño encargada de fabricar/darles forma a las piezas. Está compuesta por un tornillo sin fin, que es en un cilindro de gran longitud rodeado de varias hélices como se aprecia en la Ilustración 24, que es el desarrolla el amasado del material arcilloso.

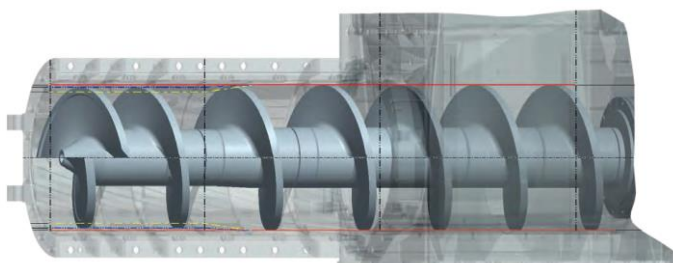


Ilustración 24. Tornillo sin fin de la extrusora

El proceso de extrusión consiste en introducir la arcilla de forma forzada en una boquilla que se encuentra en uno de los extremos de la extrusora, con la finalidad de obtener el producto deseado en forma de una barra alargada. Esta máquina también dispone de una bomba de vacío que su misión es retirar el aire presente en la arcilla.



Ilustración 25. Extrusora al vacío. Fuente: <https://www.bonfanti.com.br>

PRODUCCIÓN		DIMENSIONES DEL CARACOL			POTENCIA		PESO				
24 Tn/ 8 h		320 mm			75 HP		2750 kg				
Dimensiones en mm											
MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
MVB-320	2745	1437	1308	465	1045	650	720	325	928	650	358

Tabla 17. Datos técnicos de la extrusora.

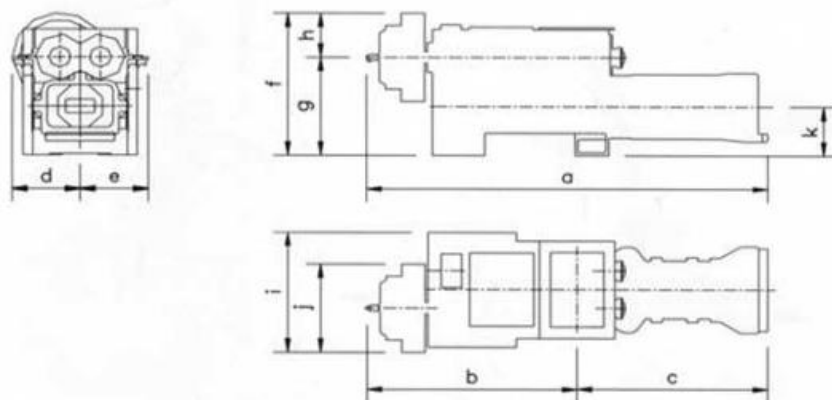


Ilustración 26. Vistas de la extrusora al vacío.

8.3.1.7 Cortador automático

El cortador es una máquina diseñada para darle el corte final a las barras de barro que salen por la extrusora. Dispone de una serie de hilos de acero, que son los que efectúan el corte a las columnas de barro.



Ilustración 27. Cortador automático. Fuente: <https://www.bonfanti.com.br>

CAPACIDAD DE CORTE	LONGITUD MÁXIMA		ANCHO MÁXIMO			ALTURA MÁXIMA	
20 cortes/min	1200 mm		430 mm			240 mm	
Dimensiones en mm							
A	B	C	D	E	F	G	H
1500	1200	2725	1750	830	650	700	500

Tabla 18. Datos técnicos del cortador.

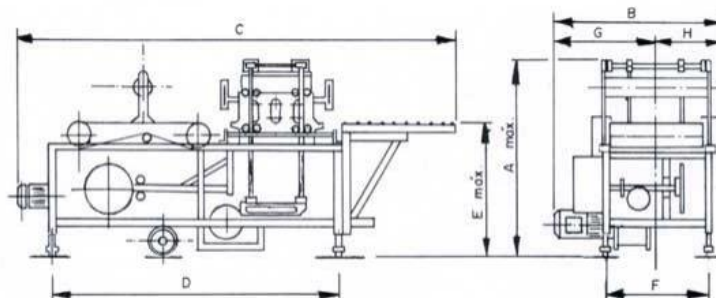


Ilustración 28 Vistas del cortador automático

8.3.1.8 Secadero

El secado de los productos se realiza en un secadero de cámaras formado por dos canales superpuestos, a lo largo de los cuales se hace circular un caudal de aire caliente y en sentido contrario avanzan los soportes de secado con el material que se pretende secar.

El material húmedo entra a las vías a una temperatura de 30 - 70 °C con la intención de que la pérdida de humedad sea de forma gradual. En otras palabras, se debe evitar que se produzcan cambios bruscos de temperatura, ya que esto podría ocasionar imperfecciones en las piezas.

Las estanterías están sujetas a dos cadenas, una en cada lado, que se extienden a lo largo de los canales de secado por donde se desplazan mediante un accionamiento de arrastre por el interior de los canales. El dispositivo de retorno inferior de la cadena está provisto de un contrapeso para compensar el alargamiento de la cadena debido al desgaste.

El aire caliente para el secado se obtiene de la recuperación de calor procedente del horno.



Ilustración 29. Material cerámico colocado sobre estanterías. Fuente: EQUIPCERAMIC. <https://equipceramic.com/>

Características técnicas	
Fabricante	Equipceramic
Longitud del secadero	85 m
Ancho del canal exterior del secadero	5660 mm
Humedad de moldeo	21%
Humedad a la salida del secadero	3- 4%
Nº total de estanterías	48
Nº de pisos por estantería	5
Distancia entre estanterías	2800 mm
Alto entre pisos	420 mm
Altura Aproximada de las estanterías	2040 mm
Altura del canal	2240 mm
Ancho total del secadero	6660 mm
Combustible	Gas natural

Tabla 19. Datos técnicos del secadero

8.3.1.9 Horno túnel

La cocción de los materiales a fabricar se realiza en un horno túnel de 90 m de largo. Está provisto de una serie de circuitos de aire y un grupo de 12 quemadores (12+12) (Ilustración 30) que le permiten conseguir el mejor rendimiento del mismo, tiene una capacidad de producción de 4054 ladrillos y 3056 adoquines.

Es de suma importancia que la cocción de los materiales se realice de forma progresiva y controlada, por esta razón el horno se divide en tres zonas que desempeñan funciones diferentes:

- Zona de precalentamiento. En esta zona las piezas son precalentadas antes de que entren en la fase de cocción a una temperatura aproximada de 100 °C. Con este paso se pretende reducir del agua que traen el agua del secadero.
- Zona de cocción. Es donde se produce la cocción propiamente dicha, a una temperatura máxima de unos 950 °C.
- Zona de enfriamiento. En esta zona se produce la reducción de temperatura de las piezas.



Ilustración 30. Grupo de quemadores de gas dispuestos en el techo. Fuente: EQUIPCERAMIC. <https://equipceramic.com/>

La cocción es la etapa más importante de la producción. Este proceso es regido por una curva de control. Esta curva de control es monitoreada por un operario, que se encarga de controlar y registrar los cambios que va experimentando el horno al igual que todos los equipos que se encuentran en su interior, con la intención de evitar las temperaturas excesivas y defectos que podrían surgir en las piezas que están siendo expuestas al calor.

La duración media de este proceso es de 24 a 32 horas aproximadamente.



Ilustración 31. Horno túnel. Fuente: EQUIPCERAMIC. <https://equipceramic.com/>

Características técnicas	
Fabricante	Equipceramic
Longitud del horno	90 m
Ancho exterior del horno	6100 mm
Altura total horno	3200 mm
Área total	549 m ²
Nº de vagonetas en el horno	23
Longitud de vagoneta	4180 mm
Ancho de vagoneta	4200 mm
Altura del canal de cocción de vagoneta	4100 mm
Combustible	Gas natural

Tabla 20. Datos técnicos horno

8.3.2 Otros equipos

8.3.2.1 Cintas transportadoras

Las cintas transportadoras se utilizan para transportar el material cerámico que salen de las máquinas de un punto a otro. El material utilizado para su fabricación es el caucho, aunque también puede ser a base de otros materiales.



Ilustración 32. Cinta transportadora. Fuente: Transportadores Universales. <https://www.tusa.es/cintas.php>

Características técnicas	
Fabricante	TUSA
Longitud total	6,70 m
Ancho de banda	600 mm
Longitud entre ejes	6 m
Rendimiento con inclinación de 20º	60 Tn / 90 m ³
Peso	475 kg
Motor eléctrico	2 CV
Motor Diésel	3/6 CV
Precio	4000 €

Tabla 21. Datos técnicos de la cinta transportadora

8.3.2.2 Estanterías metálicas

Son muy empleadas para la carga, el transporte y la descarga del material húmedo hacia el secadero.

8.3.2.3 Vagonetas

Son carros que se emplean para mover los productos secos al horno durante el ciclo de cocción.

8.3.2.4 Moldes

- 2 moldes para ladrillo perforado de dos salidas
- 2 moldes para fabricar adoquín

8.3.2.5 Compresor

Es una máquina que ha sido diseñada para incrementar la presión. Es comúnmente utilizada en edificios industriales con el propósito desplazar gases.



*Ilustración 33. Compresor de aire. Fuente: AP MAQUINARIA.
<https://www.apmaquinaria.com/>*

Características técnicas	
Fabricante	Unair Compresores
Capacidad de depósito (L)	200
Tipo de motor	Eléctrico
Cabezal	2 x 1
Dimensiones (L x An x Al) cm	146 x 64 x 114
Presión máxima (bar)	10
Peso (kg)	102
Tensión (V)	220
Caudal de aire (L/min)	345
Potencia (CV)	3
Velocidad (r.p.m.)	1400
Precio (€)	744

Tabla 22. Especificaciones técnicas del compresor

8.3.2.6 Minicargadora

La minicargadora es el vehículo utilizado para trasladar la materia prima al alimentador. Sus características son las que se indican en la Tabla 23.



Ilustración 34. Minicargadora utilizada para mover la materia prima

Características técnicas	
Fabricante	Liangong Machinery
Capacidad de carga	1,8 Tn
Dimensiones (L x An x Al) mm	5650 x 1800 x 2800 mm
Peso	4000 kg
Potencia (kW)	44
Velocidad	2400 r.p.m.
Precio (€)	11529

Tabla 23. Características técnicas de la minicargadora

8.3.2.7 Laboratorio

Los ladrillos y adoquines antes de ser puestos a la venta deben pasar por varias inspecciones de calidad, que consisten en la realización de ensayos de laboratorio. En ocasiones también se suelen realizar pruebas químicas a las arcillas.

8.3.2.8 Taller de mantenimiento

En la planta se dispondrá de un espacio destinado al almacenamiento de las herramientas utilizadas para la reparación y mantenimiento de las máquinas que puedan presentar averías.

8.3.2.9 Balance de masa

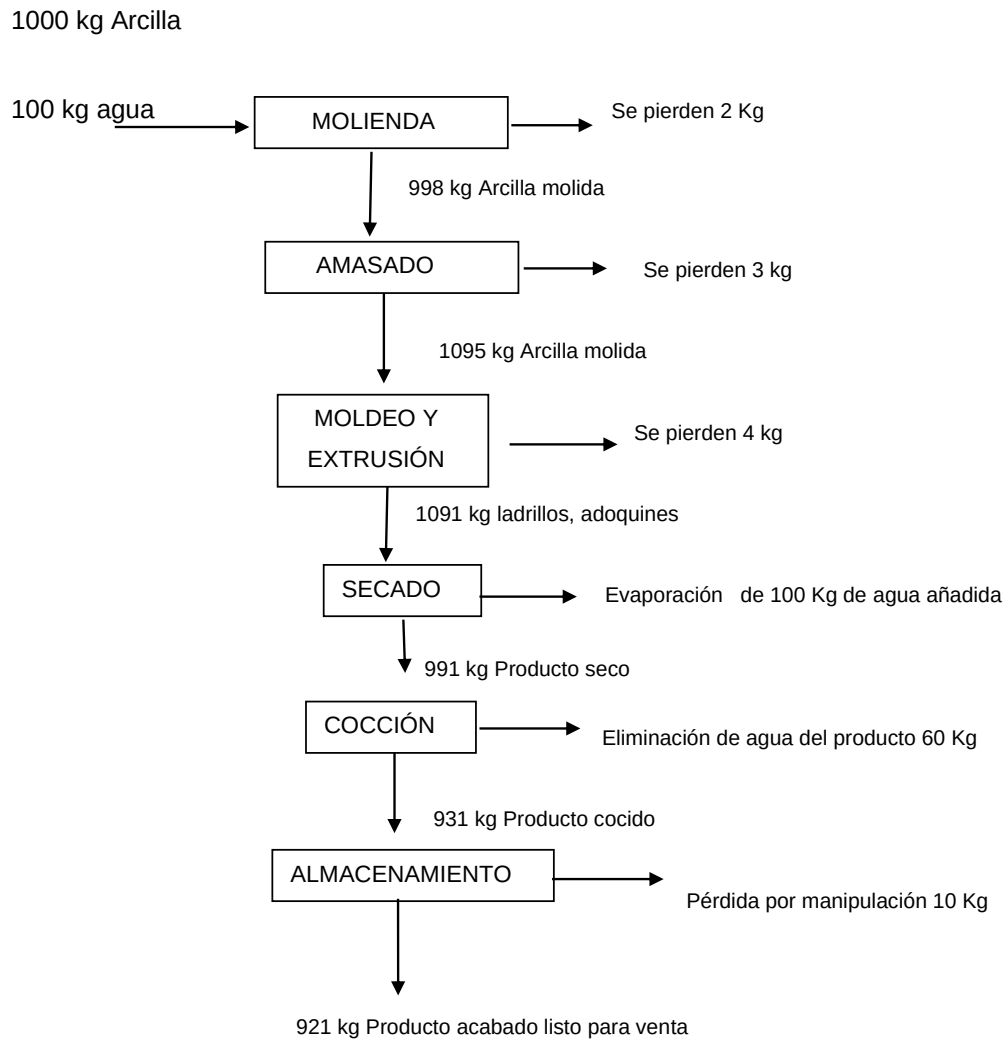


Ilustración 35. Balance de masa

8.4 Capacidad teórica y real de las máquinas

La capacidad teórica de una máquina viene dada por el fabricante e implica la capacidad de ésta cuando está funcionando al 100%, situación que se debe evitar para no generar el desgaste de las máquinas. Para subsanar esta situación, a las máquinas se las fuerza a trabajar con su capacidad real que consiste en reducir el rendimiento de la máquina, logrando que la producción sea determinada por el número de horas trabajadas.

Nota: Los cálculos realizados en las Tablas 24 y 25, se han hecho teniendo en cuenta que las máquinas funcionan de manera efectiva durante 8 horas y que el número de días trabajados al mes son 24.

Producto		unidades/h	Unidades/8h	unidades/día	Rendimiento	Capacidad real	
						8h	Diaria
Ladrillo	240x 150 x 120 mm	264	2112	4224	96%	2027	4054
Adoquín cerámico	200 x 100 x 50 mm	199	1592	3184	96%	1528	3056

Tabla 24. Capacidad real y teórica diaria

Equipo	Magnitud	Capacidad teórica	Horas al mes	Capacidad teórica mensual	Rendimiento	Capacidad real del equipo	Magnitud
Alimentador	Tn/h	3	192	576	96%	553	Ton/mes
Desintegrador	Tn/h	3	192	576	96%	553	Ton/mes
Laminador	Tn/h	3	192	576	96%	553	Ton/mes
Amasadora	Tn/h	3	192	576	96%	553	Ton/mes
Extrusora	Tn/h	3	192	576	96%	553	Ton/mes
Cortador	Cortes/h	1200	192	230400	96%	221184	Cortes/mes
Secadero	Ladrillos/h	264	192	50688	96%	48660	Ladrillos/mes
	Adoquines/h	199	192	38208	96%	36679	Adoquines/mes
Horno	Ladrillos/h	264	192	50688	96%	50688	Ladrillos/mes
	Adoquines/h	199	192	38208	96%	38208	Adoquines/mes

Tabla 25. Capacidad real y teórica de las máquinas

8.4.1 Producción proyectada

Las fábricas ladrilleras acaparan gran parte del mercado, por lo consiguiente, suelen aumentar el volumen de producción para hacerle frente a la demanda que puedan haberse proyectado. En la Tabla 26 se muestra la producción prevista para un periodo de 10 años.

AÑO	LADRILLOS	ADOQUINES CERÁMICOS
1	1268638	957169
2	1395503	1052887
3	1535053	1158175
4	1688558	1273993
5	1857414	1401392
6	2043155	1541532
7	2247471	1695685
8	2472218	1865253
9	2719440	2051778
10	2991384	2256956

Tabla 26. Plan de producción anual prevista de ladrillos y adoquines cerámicos

8.4.2 Disponibilidad de materia prima

En este apartado, se realiza una proyección de la cantidad de materia prima que la empresa recibirá de la cantera en un periodo de 10 años.

AÑO	Tn/día	Tn/mes	Tn/año
1	27,45	958,80	9588
2	29,90	1017,50	10175
3	32,58	1082,00	10820
4	35,54	1153,00	11530
5	38,80	1231,10	12311
6	42,38	1317,00	13170
7	46,31	1411,60	14116
8	50,65	1515,50	15155
9	55,41	1629,90	16299
10	60,65	1755,60	17556

Tabla 27. Proyección oferta de materia prima

9. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

9.1 Definición

La distribución en planta consiste en la forma de posicionar los elementos que intervienen en cualquier tipo de actividad industrial. Esta disposición engloba los siguientes espacios: almacenamiento de materiales, zonas destinadas a la disposición de maquinaria, áreas de trabajo y zonas comunes que se hallan dentro de una empresa.

Existen cuatro tipos de distribución de planta. De los cuales solo mencionaremos los tres más aplicados:

- **Distribución por proceso o distribución por función.** Cuando el proceso de fabricación de las unidades o piezas es el mismo. Se suelen juntar las máquinas por áreas o por funciones. Por ejemplo: fábrica de juguetes, fábrica de muebles, etc.
- **Distribución por producto.** La distribución en planta por producto es aplicable cuando el producto que se desea elaborar sigue la misma secuencia de operaciones. Por ejemplo: fábricas de cocinas, fábrica de electrodomésticos, etc.
- **Distribución por posición fija.** Este tipo de distribución se aplica cuando el producto a fabricar es de gran volumen y resulta complicado moverlo de un lugar a otro. Un ejemplo podría ser: fabricación de un automóvil, de un barco, un avión, etc.

En nuestro caso se empleará la distribución de la planta por procesos, debido a que de acuerdo con el producto resulta más factible realizarlo de forma secuencial por área productiva.

9.2 Objetivos de la distribución en planta

- Eliminar la ocupación de espacios innecesarios.
- Proporcionar un espacio óptimo para organizar el equipo y facilitar el movimiento de mercancías y crear un entorno de trabajo seguro y cómodo.

- Promover el orden en la producción hacia un único objetivo.
- Reducir el movimiento de trabajadores, materias primas y equipos.
- Promover la seguridad de la planta y de sus trabajadores.
- Facilitar la extensión o el cambio en el diseño para adaptarse a una nueva línea de productos o actualización de tecnología.
- Aumentar la capacidad de producción de la organización.

9.3 Ubicación de la planta industrial

La selección de la localización de la planta representa una de las decisiones más importantes de cualquier proyecto. Por consiguiente, se recomienda realizar un estudio preliminar cuyo enfoque abarcará distintos factores como la fuente de la materia prima, mano de obra, accesibilidad, demanda del mercado, suministros básicos, etc. Cada uno de estos factores influyen en gran medida en la elección de la localización más conveniente de la planta. A continuación, se hace una descripción breve de la importancia de los factores que más interés despiertan:

- a) **Fuente de la materia prima:** Es sumamente importante que la planta se ubique en las proximidades de la cantera. La proximidad entre ambas localizaciones tiene un impacto positivo en la reducción de los costes de transporte de la materia prima.
- b) **Disponibilidad del mercado:** Los clientes deben tener la posibilidad de acceder fácilmente al producto que se comercializa.
- c) **Mano de obra:** No se requerirá que el personal esté altamente cualificado. Sin embargo, se valorará que el personal que se adapte rápido ya que la maquinaria empleada no necesita de mano de obra especializada.
- d) **Accesibilidad:** Las vías de acceso de la planta deberán encontrarse en perfectas condiciones, tanto que permitan el tránsito de los camiones que suministran la materia prima, la entrada y salida de los empleados como de los clientes y la salida del producto acabado.
- e) **Suministros básicos.** En el municipio de Bailén, se dispone de servicios de agua potable, electricidad, alcantarillado y teléfono indispensables para el correcto funcionamiento para este tipo de industrias.

El lugar idóneo para situar la planta de ladrillos y adoquines corresponde al municipio de Bailén en la provincia de Jaén por su cercanía a las principales canteras de materia prima.

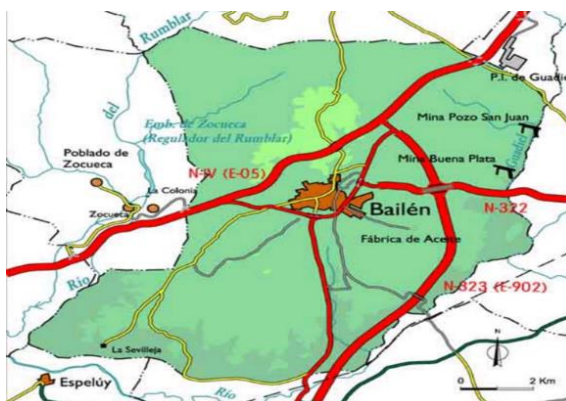


Ilustración 36. Municipio de Bailén. Fuente: Red Jaén

La parcela se localiza en las inmediaciones de la Carretera Madrid-Cádiz rodeada varios complejos industriales y se encuentra a unos pocos kilómetros de la cantera suministradora de la materia prima (ARCILLAS BAILÉN S.L.). La parcela es de 74,69 metros de largo por 62,78 metros de ancho, por lo que el área total será de unos 4687 m².



Ilustración 37. Parcela en donde se ubicará la planta industrial. Fuente. Google Maps

EQUIPO	ÁREA (m ²)
DESMENUZADOR	1,85
ALIMENTADOR	7,41
DESINTEGRADOR	4,84
LAMINADOR	3
MEZCLADOR	4,83
EXTRUSORA	12,5
CORTADOR	3,27
SECADERO	570
HORNO	550

Tabla 28. Espacio requerido para la maquinaria

El espacio total que ocupan los equipos y máquinas es de 37,7 m². Sin embargo, hay que incluir los espacios comunes como pasillos y movimiento del personal, por lo tanto, se precisará de un espacio total 122 m² correspondiente a la zona de producción.

ZONA	Área (m ²)
PRODUCCIÓN	122
ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA	550
SECADO	572
HORNO	558
LABORATORIO	35
DESPACHO	120
BODEGA	108
TALLER MANT. Y ZONA DE COMBUSTIBLE	40
OFICINAS	100
BAÑOS	20
ÁREA DE PALETIZADO	108
PARKING	200
ÁREA TOTAL REQUERIDA	2533

Tabla 29. Espacio correspondiente de cada sección del edificio

El área mínima que ocuparía la planta es de un total de 2533 m².

9.4 IMPACTO AMBIENTAL

Sin duda alguna, la fabricación de productos cerámicos a nivel industrial afecta de manera negativa al medio ambiente, debido a la cantidad de gases contaminantes que se emiten durante su producción. A continuación, se detallan algunos de estos agentes contaminantes:

9.4.1 *Emisiones de CO₂*

A lo largo de la fabricación de materiales cerámicos se emite CO₂ en la atmósfera procedente de la zona de secado y cocción provocado por la descomposición de los carbonatos que se encuentran en las arcillas.

Tal como se ha mencionado antes, la emisión de gases se da en la etapa de cocción. No obstante, en las últimas décadas se ha implementado una nueva técnica que consiste en recuperar el calor de las chimeneas de los hornos para ser utilizado en el secado de los productos. Esta idea nace por la búsqueda de reducir la emisión de gases durante la cocción y de subsanar el aumento del precio de derecho de emisión de CO₂.

El uso de tecnología más avanzada, que consiste en la implementación de hornos que emplean quemadores de gas natural más eficientes viene a dar solución al problema antes mencionado. El reemplazo de fuelóleo por el gas natural como combustible ayuda a reducir la emisión de gases, el consumo energético y, por último, permite alcanzar unos ciclos de secado y cocción menos duraderos.

Estos hornos cuentan con un sistema automático regulable, sin embargo, son monitoreados por un operario que se encarga de controlar los cambios de temperatura durante la duración de la cocción, con ello se logra que la emisión de gases sea mucho más inferior.

9.4.2 *Generación de polvo*

Las empresas cerámicas emiten grandes cantidades de partículas de polvo en el aire, ya sea por el transporte, manipulación o durante el molido de las materias

primas. Las partículas de polvo son agentes contaminantes muy peligrosos ya que pueden afectar las vías respiratorias de las personas. Para darle solución a este problema, se proponen las siguientes medidas que ayuden a reducir su emisión:

- Cubrir los camiones durante el transporte de materias primas.
- Manejo más cuidadoso de las materias primas por parte del personal de producción.
- Mantener bajo control las áreas de almacenamiento de las arcillas.

9.4.3 Contaminación acústica

Las máquinas que entran en el proceso de fabricación de productos cerámicos generan mucho ruido, en especial las máquinas que se encargan de triturar la materia prima. Para corregir este problema se recomienda situar estas máquinas en espacios insonorizados.

9.4.4 Emisiones de aguas residuales

En el curso del ciclo de producción de los materiales cerámicos se generan aguas con lodo provenientes de las máquinas que participan en el proceso de producción. Además, en la planta industrial se generan otro tipo de aguas residuales, que son las que proceden de las tuberías de los aseos del personal de la fábrica. Finalmente, estas aguas suelen ir a parar directamente a la red de alcantarillado más cercana.

9.4.5 Gestión de residuos

En el transcurso del proceso de producción de los materiales cerámicos, algunas piezas aparecen agrietadas ya sea por una sobrecocción o por una cocción pobre, que, al no poder seguir en la línea de producción y ser considerado como material rechazado suelen ir a parar en vertederos.

Las fábricas ladrilleras también generan otro tipo de residuos, tales como pallets de madera que han sufrido roturas u otro desgaste, papel desechado por la parte administrativa y plástico empleado para embalar los productos acabados.

Una forma de evitar que estos residuos se acumulen en los vertederos y que contaminen el medio ambiente, es someterlos a un proceso de reciclado.

Los tratamientos que vayan a recibir estos desechos, los gestionará la empresa RESURJA, cuya labor consiste en tratar y eliminar los residuos urbanos de la provincia de Jaén.

10. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En este apartado se examinará la rentabilidad económica del proyecto.

Nota: Se ha aplicado el Impuesto de Valor Añadido sobre las diferentes unidades que forman parte de la obra.

10.1 Inversión inicial

La inversión inicial es el monto total que requiere llevar a cabo la actividad productiva. En la inversión inicial entran los equipos y maquinaria, parcela y construcción de la nave industrial, taller de herramientas básicas y otros activos.

Nombre	Coste total (€)
PARCELA	370273
CONSTRUCCIONES	586433
Equipos y maquinaria	774983
Taller de herramientas	5000
Otros activos	2910
Total	1739599

Tabla 30. Inversión inicial

10.1.1 Parcela y construcciones

Los costes de la parcela y de construcción de la nave son que se indican en la Tabla 31.

Nombre	Área (m ²)	Precio (€/m ²)	Coste total (€)
Parcela	4687	79	370273
Construcción nave industrial	4687	60	586433
Total			956706

Tabla 31. Parcela y construcciones

10.1.2 Equipos y maquinaria

Los costes de los equipos principales se han obtenido de facturas que se presentan en los anexos y a través de internet. Estos costes son los que se aprecian en la Tabla 32.

Nota: Se han estimado algunos precios teniendo en cuenta los del mercado.

Equipos	Fabricante	Cantidad	Precio (€/Ud)	Coste total (€)
Desmenuzador	BONFANTI	1	15200	15200
Desintegrador	METALURGICA SOUZA	1	22675	22675
Laminador	BONFANTI	1	47889	47889
Mezclador	RIETER MORANDO	1	30384	30384
Extrusora	BONFANTI	1	56323	56323
Cortadora	BONFANTI	1	23581	23581
Secadero	EQUIPCERAMIC	1	200000	200000
Horno	EQUIPCERAMIC	1	300000	300000
Cintas transportadoras	TUSA	7	4000	28000
Compresor	AP MAQUINARIA	1	744	744
Molde para adoquín	CERAMOLDES	2	7100	14200
Molde para ladrillo	CERAMOLDES	2	6300	12600
Minicargadora	LIONGONG	1	11529	11529
Carretillas elevadoras	JUNGHEINRICH	2	5929	11858
Total				774983

Tabla 32. Equipos y maquinaria

10.1.3 Otros activos

En la Tabla 33 se indican los costes de los muebles y equipos utilizados por la parte administrativa.

Descripción	Cantidad	Precio (€/ud)	Coste total (€)
Ordenador de sobremesa	4	175	700
Sillas	8	159	1272
Teléfono	2	19	38
Impresora	2	50	100
Archivador	2	160	320
Escritorio	4	120	480
Total			2910

Tabla 33. Equipos y muebles de oficina

10.2 Costes directos

Los costes directos son aquellos que están implicados directamente con todo el proceso productivo. Entre ellos se destacan los costes de la materia prima, el consumo de energía, los salarios de la mano de obra directa y lo que se gasta en los insumos (pallets y plástico estirable).

10.2.1 Consumo energético de los equipos

El consumo eléctrico generado por los equipos industriales se ha calculado teniendo en consideración la potencia de cada equipo, mientras que el consumo de energía según las horas trabajadas. Para llevar a cabo los cálculos desarrollados en la Tabla 34, se ha establecido que la planta industrial estará operativa por 300 días al año y que el precio de la energía eléctrica es de 0,15318 €/kWh.

Equipos	Potencia (kW)	Horas efectivas (h/día)	Consumo energético diario (kWh/día)	Consumo de electricidad al año (€/año)
Alimentador	7,5	8	60	2757
Desmenuzador	22	8	176	8088
Desintegrador	11	8	88	4044
Laminador	18	8	144	6617
Mezclador	30	8	240	11029
Extrusora	55	8	440	20220
Cortadora	7	8	56	2573
Cintas transportadoras	17,64	8	141,12	6485
Compresor	2,2	8	17,6	809
Carretillas elevadoras	5,6	8	44,8	2059
Área de paletizado	40,44	8	323,52	14867
Total				79548

Tabla 34. Consumo eléctrico de los equipos

10.2.2 Coste de la materia prima

Las materias primas también constituyen parte de los costes directos de la planta industrial, ya que entran en el proceso productivo. En la Tabla 35, se establece el volumen de materia prima que se necesita para elaborar los productos y también sus correspondientes precios.

Año	Cantidad (Tn)	Precio (€/Tn)	Coste anual (€/año)
1	9588	3,15	30202
2	10175	3,20	32596
3	10820	3,25	35203
4	11530	3,30	38090
5	12311	3,35	41286
6	13170	3,40	44778
7	14116	3,45	48700
8	15155	3,50	53043
9	16299	3,55	57861
10	17556	3,60	63202

Tabla 35. Costes anuales de la materia prima

10.2.3 Consumo del secadero y horno

Entre los costes directos también viene incluido lo que consume el horno y secadero. En las Tablas 36, 37, 38 y 39. se muestran los gastos generados a causa de la cocción y secado de los productos.

El consumo eléctrico de una tonelada de ladrillos cocidos equivale a 55 kWh/Tn. Los adoquines al ser macizos necesitan más energía, por lo que, se ha estimado que para cocer una tonelada de adoquines se requiere de 70 kWh.

En el caso del secado se necesitará menos energía ya que la temperatura de secado normalmente oscila entre 40 - 70 °C, por lo tanto, se ha estimado que por tonelada se consume entre 18 - 20 kWh/Tn.

Nota: El precio del kWh del gas natural es de 0,042 €.

Año	Adoquines fabricados al año (Tn)	Consumo de energía (kWh/Tn)	Precio (€/kWh)	Coste total(€/año)
1	2536,50	20	0,0420	2131
2	2790,15	20	0,0427	2384
3	3069,16	20	0,0434	2665
4	3376,08	20	0,0441	2979
5	3713,69	20	0,0448	3329
6	4085,06	20	0,0455	3719
7	4493,56	20	0,0462	4152
8	4942,92	20	0,0469	4636
9	5437,21	20	0,0476	5176
10	5980,93	20	0,0483	5778

Tabla 36. Consumo del secado de los adoquines cerámicos

Año	Ladrillos fabricados al año (Tn)	Consumo de energía (kWh/Tn)	Precio (€/kWh)	Coste total(€/año)
1	4846,20	18	0,0420	3664
2	5330,82	18	0,0427	4099
3	5863,91	18	0,0434	4582
4	6450,3	18	0,0441	5122
5	7095,33	18	0,0448	5723
6	7804,86	18	0,0455	6394
7	8585,34	18	0,0462	7140
8	9443,88	18	0,0469	7973
9	10388,27	18	0,0476	8901
10	11427,09	18	0,0483	9935

Tabla 37. Consumo del secado de los ladrillos

Año	Adoquines fabricados al año (Tn)	Consumo de energía (kWh/Tn)	Precio (€/kWh)	Coste total(€/año)
1	2536,50	70	0,0420	7457
2	2790,15	70	0,0427	8342
3	3069,16	70	0,0434	9327
4	3376,08	70	0,0441	10425
5	3713,69	70	0,0448	11650
6	4085,06	70	0,0455	13015
7	4493,56	70	0,0462	14532
8	4942,92	70	0,0469	16228
9	5437,21	70	0,0476	18117
10	5980,93	70	0,0483	20222

Tabla 38. Consumo de la cocción de los adoquines cerámicos

Año	Ladrillos fabricados al año (Tn)	Consumo de energía (kWh/Tn)	Precio (€/kWh)	Coste total(€/año)
1	4846,20	55	0,0420	11195
2	5330,82	55	0,0427	12524
3	5863,91	55	0,0434	14002
4	6450,30	55	0,0441	15650
5	7095,33	55	0,0448	17488
6	7804,86	55	0,0455	19538
7	8585,34	55	0,0462	21815
8	9443,88	55	0,0469	24360
9	10388,27	55	0,0476	27196
10	11427,09	55	0,0483	30356

Tabla 39. Consumo de la cocción de los ladrillos

Nota: El consumo térmico de los secaderos es de 180 - 200 kWh/Tn, mientras que el consumo térmico del horno suele estar comprendido entre 350 - 550 kWh/Tn.

10.2.4 Mano de obra directa

La mano de obra directa la componen los trabajadores relacionados con el proceso de producción. Su desempeño es esencial, ya que son los que transforman

las materias primas en productos terminados. Los salarios correspondientes al personal de producción son los que se indican en la Tabla 40.

Puesto de trabajo	Nº de empleados	Salarios (€/mes)	Salarios (€/año)
Jefe de producción	1	1600	19200
Ingenieros de planta	1	1500	18000
Operarios de producción	12	1200	172800
Despachadores	2	1100	26400
Total			236400

Tabla 40. Salarios de mano de obra directa

10.2.5 Costes de los insumos

Entre los costes directos también se incluyen también los pallets de madera que se utilizan para almacenar el material fabricado y el plástico utilizado para embalar dichos pallets. Los precios correspondientes de estos materiales son los que figuran en la Tabla 41.

Producto	Proveedor	Cantidad	Precio (€/ud)	Coste total (€)
Pallet	CHEP	1000	30,00	30000
Plástico estirable	PALETIZA	500	4,10	2050
Total				32050

Tabla 41. Costes de los insumos

La Tabla 42 es el resumen de los costes directos totales que genera la planta industrial. Entre los cuales están incluidos los salarios del personal de producción, el coste de la materia prima, el consumo de energía, el coste de los insumos. Considerando que se está estimando lo que gastaría la planta en un periodo de 10 años, se le ha aplicado un 1,7% de inflación, esto se traduce como aumento en los gastos cada año.

Año	Consumo energético (€)	Salarios (€)	Insumos (€)	Materia prima (€)	Costes directos (€)
1	103994	236400	32050	30202	402646
2	108249	240419	32595	32596	413858
3	112829	244438	33140	35203	425609
4	117781	248456	33685	38090	438012
5	123147	252475	34229	41286	451138
6	128975	256494	34774	44778	465021
7	135301	260513	35319	48700	479833
8	142211	264532	35864	53043	495650
9	149757	268550	36409	57861	512577
10	158009	272569	36954	63202	530734

Tabla 42. Costes directos en un periodo de 10 años

10.3 Costes indirectos

Los costes indirectos son los costes que no entran en el proceso productivo, a pesar de ello, son imprescindibles para el buen funcionamiento de la empresa.

Se considerarán como costes indirectos los salarios del personal administrativo, los suministros de electricidad, agua, seguros, material de oficina, servicios de telefonía y de internet.

10.3.1 Mano de obra indirecta

Entre los costes indirectos que se generan en la empresa, se encuentran los salarios de los administrativos. La mano de obra indirecta hace referencia a los trabajadores que no participan de forma directa en la actividad productiva, sin embargo, no pueden desligarse de la misma. En la Tabla 43 se ven reflejados los salarios asignados a cada trabajador.

Puesto de trabajo	Nº de empleados	Salarios (€/mes)	Salarios (€/año)
Gerente general	1	1700	20400
Administrativo	2	1300	31200
Mecánico	1	1400	16800
Personal de limpieza	1	1000	12000
Ayudante laboratorio	1	1500	18000
Jefe de laboratorio	1	1700	20400
Total	7	8600	118800

Tabla 43. Salarios del personal administrativo

10.3.2 Consumo de agua

La cantidad de agua consumida el año se muestra en la Tabla 44.

Suministro	Cantidad	Precio (€/m ³)	Coste total (€/año)
Agua	1000	1,93	1930

Tabla 44. Consumo anual de agua

Los suministros de electricidad de la planta industrial se han estimado en 30000 €/año. Por otro lado, los servicios de telefonía, seguros y material de oficina generan un gasto anual equivalente a 20000 €. Por lo tanto, los suministros alcanzan un valor de 51930 €/año como se puede ver en la Tabla 45. Para calcular los gastos indirectos generados por la empresa se ha tenido en cuenta que tasa de inflación (IPC) es igual a 1,7%.

Año	Suministros (€)	Salarios (€)	Transporte de las arcillas (€)	Costes indirectos (€)
1	51930	118800	35000	205730
2	52813	120820	35595	209227
3	53696	122839	36190	212725
4	54578	124859	36785	216222
5	55461	126878	37380	219720
6	56344	128898	37975	223217
7	57227	130918	38570	226714
8	58110	132937	39165	230212
9	58992	134957	39760	233709
10	59875	136976	40355	237207

Tabla 45. Costes indirectos de la planta industrial

10.4 Ingresos o ventas

En este apartado se calculan las ganancias obtenidas por la venta de los ladrillos y adoquines cerámicos fabricados en la planta. El precio del adoquín cerámico se ha establecido en 0,42 €, mientras que el del ladrillo en 0,56 € como se ve reflejado en las Tablas 46 y 47.

Nota: Los precios fijados son en función de los existentes en el mercado.

AÑO	Ladrillos fabricados/año	Precio (€/ladrillo)	Ingresos anuales (€)
1	1268638	0,56	710437
2	1395503	0,58	809392
3	1535053	0,60	921032
4	1688558	0,62	1046906
5	1857414	0,64	1188745
6	2043155	0,66	1348482
7	2247471	0,68	1528280
8	2.472218	0,70	1730553
9	2719440	0,72	1957997
10	2991384	0,74	2213624

Tabla 46. Ingresos anuales de los ladrillos fabricados

AÑO	Adoquines fabricados/año	Precio (€/adoquín)	Ingresos anuales (€)
1	957169	0,42	402011
2	1052887	0,44	463270
3	1158175	0,46	532761
4	1273993	0,48	611517
5	1401392	0,50	700696
6	1541532	0,52	801597
7	1695685	0,54	915670
8	1865253	0,56	1044542
9	2051778	0,58	1190031
10	2256956	0,60	1354174

Tabla 47. Ingresos anuales de los adoquines cerámicos fabricados

En la Tabla 48 se indican las ventas que generaría la empresa en un lapso de 10 años, que corresponde a una suma total de 21471715 €.

AÑO	Ingresos totales (€)
1	1112448
2	1272662
3	1453792
4	1658423
5	1889441
6	2150079
7	2443950
8	2775094
9	3148028
10	3567798
Total	21471715

Tabla 48. Ingresos totales de los productos fabricados en la planta industrial en un periodo de 10 años

10.5 Costes totales, ingresos y beneficios

El beneficio se obtiene tras restar los ingresos totales y los costes totales de las unidades producidas. Se puede decir que el beneficio es lo que genera la empresa por los productos vendidos y subsanados los costes que generan la elaboración de los mismos.

Los costes totales se han obtenido mediante la sumatoria de los costes directos y los costes indirectos.

Los costes totales, ventas de las unidades y ganancias obtenidas de la planta en un periodo de 10 años son los que se indican en la Tabla 49. Los beneficios brutos se obtienen al restar los ingresos totales y los costes totales. Los beneficios netos se han calculado al descontar el 15% de los beneficios brutos.

Nota: El 15% corresponde a los impuestos tributarios.

AÑO	Costes totales (€)	Ventas (€)	Beneficios brutos (€)	Beneficios netos (€)
1	621377	1112448	491071	417411
2	637629	1272662	635033	539778
3	654594	1453792	799198	679319
4	672409	1658423	986014	838112
5	691167	1889441	1198274	1018533
6	710927	2150079	1439152	1223279
7	731882	2443950	1712068	1455258
8	754152	2775094	2020943	1717801
9	777870	3148028	2370158	2014635
10	803193	3567798	2764605	2349914

Tabla 49. Ganancias de la planta industrial

10.6 Amortización

La amortización implica la cantidad de años para que se devuelva o recupere el capital invertido en un proyecto.

$$\begin{aligned}
 \text{Cuota anual} &= \frac{\text{equipos y maquinaria} + \text{herramientas} + \text{otros activos}}{10} \\
 &= \frac{774983 + 2910 + 5000}{10} = 78289
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la cuota anual amortizable es de 78289 €.

10.7 Flujo de caja

El flujo de caja hace referencia a las ganancias y gastos que genera una empresa. El flujo de caja se ha calculado sumando los beneficios netos y la amortización en un periodo de tiempo de diez años.

AÑO	Flujo de caja (€)
1	495700
2	618067
3	757608
4	916401
5	1096822
6	1301568
7	1533547
8	1796090
9	2092924
10	2428203

Tabla 50. Flujos de caja

10.8 Valor actual neto

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero que nos permite determinar la viabilidad de un proyecto. Para calcular su valor, se comparan los flujos de caja que se pueden llegar a alcanzar con la inversión inicial como se puede ver en la Tabla 51.

El Valor Actual Neto se calcula a partir de la siguiente fórmula:

Ecuación 1

$$VAN = \frac{F_c}{(1 + I_r)^n} - I_o$$

De donde:

I_o = inversión inicial

FC_{netos} = flujos de caja netos

I_r = tasa de interés real

n = número de periodos

- Si el VAN es igual a 0, el proyecto no genera ni pérdidas ni beneficios, por lo que se puede decir que la inversión es nula.

- Si el VAN es mayor que 0, el proyecto es viable, ya que los beneficios son superiores a las pérdidas.
- Cuando el VAN es menor que cero, implica que el proyecto no es viable, porque solo se obtendrán pérdidas.

El interés real se ha calculado mediante la diferencia entre el interés nominal (3,75%) y la tasa de inflación (1,7%) arrojando un valor de 2,21%.

AÑO	Flujos de caja (€)	$(1+i_r)^n$	$FC/(1+i_r)^n$
1	446592	1,0221	436953
2	554564	1,0446	530884
3	677688	1,0676	634749
4	817799	1,0912	749451
5	976994	1,1153	876017
6	1157653	1,1399	1015601
7	1362340	1,1650	1169376
8	1593996	1,1907	1338690
9	1855908	1,2170	1525013
10	2151743	1,2438	1729942
	Total FCnetos		11363610
Io	1739599		
VAN			9624011

Tabla 51. Determinación del valor del VAN

El VAN obtenido es de mayor que cero, por lo tanto, el proyecto es viable si el proyecto se estima en un periodo de diez años.

El VAN = 9624011 > 0 $\longrightarrow$ implica que el proyecto es rentable

10.9 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno o (TIR) nos permite estimar la viabilidad de un proyecto en el que se pretende invertir. La TIR es una tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea igual a cero.

Para garantizar la rentabilidad de este proyecto, el valor de la tasa interna de retorno deberá ser superior a la tasa de interés nominal.

El cálculo del TIR se ha realizado a base de sucesivas iteraciones y es igual a 42,13%, por lo que, la realización de este proyecto es viable.

10.10 Periodo de retorno de inversión

El periodo de recuperación de la inversión es el plazo en el que se recupera la cantidad de dinero invertido en el proyecto.

En la Tabla 52 se puede constatar que a partir cuarto año es cuando se empieza a recuperar el monto invertido en el proyecto.

Concepto	Valor
Valor Actual Neto (VAN)	9624011 €
Tasa Interna de Retorno (TIR)	42,13%
Periodo de recuperación de inversión (PRI)	4 años
Periodo de vida del proyecto	10 años

Tabla 52. Resumen de la evaluación económica del proyecto

11. PLANIFICACIÓN DE OBRA

En este apartado se detalla el tiempo invertido en realizar este proyecto mediante el uso del Diagrama de Gantt. De acuerdo a la Ilustración 39 el proyecto tendrá una duración aproximada de 10 meses (295 días).

Tarea	Duración en días	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Arreglos del terreno	25	19-sep	09-oct
Obra civil	180	20-oct	17-abr
Instalación de las máquinas	60	01-may	30-jun
Instalación de fontanería	15	01-jul	16-jul
Instalación eléctrica	15	25-jul	09-ago

Ilustración 38. Tareas y duración de las mismas

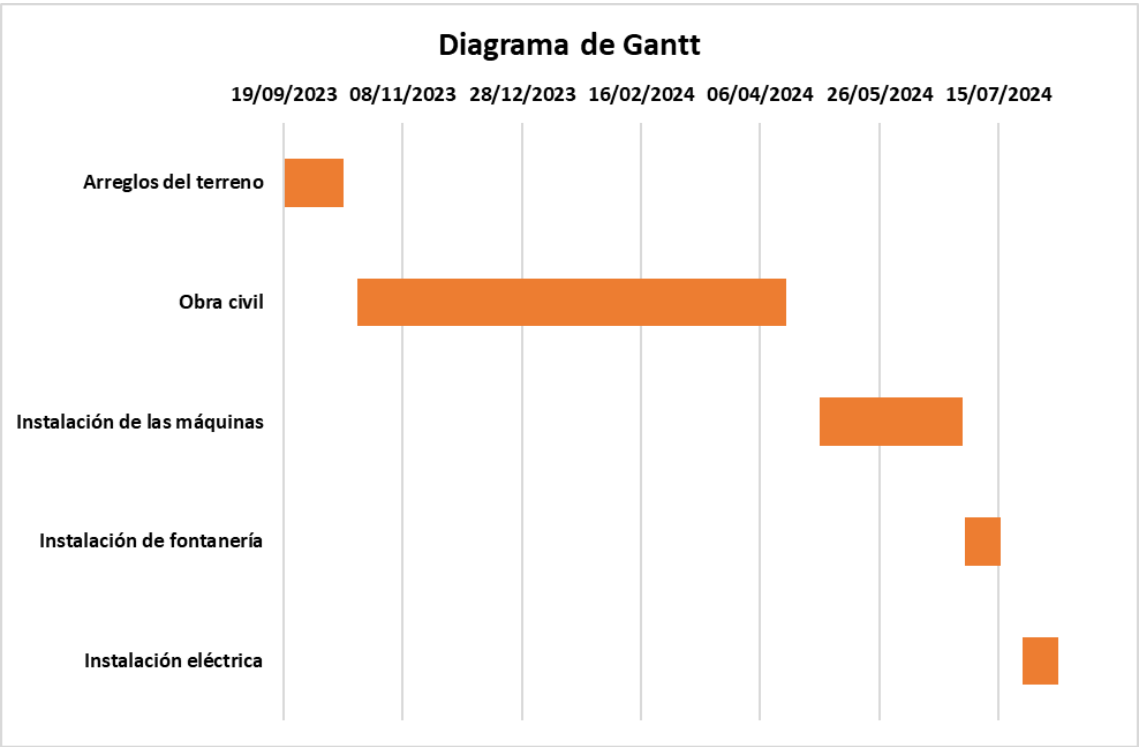


Ilustración 39. Diagrama de Gantt

12. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

12.1 CONCLUSIONES

Durante la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado se ha constatado que el proceso de producción de materiales cerámicos requiere un gran consumo energético y al mismo tiempo supone la emisión de gases peligrosos en la atmósfera, en especial el CO₂.

En modo de comparativa, los adoquines cerámicos consumen más energía que los ladrillos, ya que al ser macizos necesitan más tiempo y a su vez una temperatura superior para ser cocidos.

La tecnología empleada para la fabricación de los productos es óptima, porque permite a la empresa funcionar con un ritmo productivo satisfactorio.

Los precios establecidos para los productos que comercializará la empresa son estimativos, por lo que, es posible encontrarlos a un precio menor o mayor en el mercado. Sin embargo, estos precios unitarios nos han permitido conseguir grandes ganancias, por lo tanto, hacen posible que esta actividad productiva sea rentable.

El análisis económico realizado confirma que es rentable llevar a cabo el proyecto, al obtener valores positivos del Valor Actual Neto (9624011 €) y una Tasa Interna de Retorno (42,13%) superior a la tasa de interés nominal.

12.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El proceso de producción de los ladrillos y adoquines cerámicos genera la emisión de grandes cantidades de CO₂ en la atmósfera y, por otro lado, su producción requiere un elevado consumo de energía.

En los últimos años se ha constatado el aumento desorbitado de los costes de derecho de emisión de gases de CO₂. Lo que se pretende con esta solución es promover la reducción de entre 60 - 80% de la emisión de estos gases.

Para darle solución a este problema, se propone las siguientes alternativas que pueden servir como guía para la realización de futuros trabajos:

La primera alternativa consiste en la fabricación de estos productos cerámicos utilizando como aditivo cenizas de cascarillas de arroz. Es un producto formado a partir de la combustión de cáscaras de arroz en hornos a elevadas temperaturas. Los ladrillos y adoquines fabricados a partir de arcilla y cáscaras de arroz son muy resistentes y de gran vida útil gracias a su alto contenido en sílice. Además, la utilización de cenizas de cáscaras de arroz reduce el consumo energético durante el proceso de cocción. Lo que se busca con esta solución es producir ladrillos y adoquines que no contaminen mucho y de fabricación mucho más económica.

La segunda línea de investigación podría ser la reutilización de desechos cerámicos para elaborar materiales cerámicos como ladrillos, adoquines, tejas, etc. Se trata de desechos que disponen las empresas pertenecientes al sector cerámico o escombros generados tras la demolición de edificios. Una forma de preservar el medioambiente y evitar la acumulación de grandes volúmenes de material cerámico en los vertederos, es el reciclado de estos residuos para crear nuevos productos promoviendo así la economía circular.

En resumen, las soluciones planteadas promueven la sostenibilidad ambiental, social y económica.

13. NORMATIVA APLICADA Y BIBLIOGRAFÍA

13.1 NORMATIVA APLICADA

- Norma UNE 67019. Ladrillos cerámicos de arcilla cocida. Definiciones, clasificación y especificaciones.
- Norma UNE-EN 1344:2015. Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

13.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Admin. (2022). Adoquín cerámico. Urbipedia.

https://www.urbipedia.org/hoja/Adoqu%C3%ADn_cer%C3%A1mico

Adoquín Cerámico – Construmatica. (s.f.)

https://www.construmatica.com/construpedia/Adoqu%C3%ADn_Cer%C3%A1mico

Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2012).

Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. Ciencia e ingeniería neogranadina, 22(1), 43-58.

Bender, Willi and Frank Handle. (1985). *Brick and Tile Making*. Bauverlag GmbH,

C. (2020, 30 enero). *Pavimentos de Adoquines, un poco de Historia*. Hiperpiedras.

<https://hiperpiedras.com/pavimentos-de-adoquines/>

Cerem Global Business School. (s. f.). *Impacto Ambiental del Sector Cerámico*.

<https://www.cerem.es/blog/impacto-ambiental-del-sector-ceramico>

Charioteer. (2023, 15 febrero). *La Historia del ladrillo* - Empresa de reformas Madrid.
<https://www.honra2.com/blog/la-historia-del-ladrillo>

Cobas, C. (2019). *El pavimento de adoquines a lo largo de los siglos*. Fenollar.
<https://alfredofenollar.com/el-pavimento-de-adoquines-a-lo-largo-de-los-siglos/>

Dominic, B. N. (2022, 21 agosto). *Tipos de ladrillos*. Cursos Online Web.
<https://cursosonlineweb.com/tipos-ladrillos.html>

GARCIA, R. (2004). Manual para el uso del adoquín cerámico.

HISPALYT - Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla
Cocida - Proceso de fabricación. <https://www.hispalyt.es/es/ceramica-para-construir/proceso-de-fabricacion>

Huq, R. S., & Farhana, C. (2018). *Use of rice husk ash as substitute to make clay bricks*. International Journal of Engineering Research and Applications, (10).

Instituto promoció cerámica: *Absorción/succión*. (s. f.).
http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/sopor_sup_colocacion/superficie_colocacion/absorcion.html

Jones, J. T. and M. F. Berard. (1972). *Ceramics: Industrial Processing and Testing*. Iowa State University Press.

Ladrillo. (s. f.). <https://www.quimica.es/enciclopedia/Ladrillo.html>

Legorreta-García, Felipe, Hernández-Cruz, Leticia, & Mata Muñoz, Pablo F. (2013). Estudio de la remoción de impurezas de arcillas caoliníticas del estado de Hidalgo (México). *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 33(2), 308-315. Recuperado en 08 de febrero de 2023, de
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522013000200016&lng=es&tlng=es

- Maldonado, Y. (2021, 27 octubre). Ladrillo. Tipos, Propiedades, Características y Usos. GEOLOGIAWEB. <https://geologiaweb.com/materiales/ladrillo/>
- MaqCarran, A. (2021, 29 abril). Los ladrillos, Una maravilla ancestral que no pasa de moda - Maquinaria Carrán. Maquinaria Carrán. <https://www.maquinariacarran.cl/los-ladrillos-una-maravilla-ancestral-que-no-pasa-de-moda-2/>
- Moore, F. (1965). *Rheology of ceramic systems*. Elsevier.
- Parera, A. (2022, 1 enero). *Pavimentos flexibles y pavimentos rígidos*. UNIFORT. <https://www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos/>
- Quintero, M. P. M., Acevedo, Y. A. P., Illera, L. C., & Niño, J. C. (2019). Influencia de la molienda húmeda en el comportamiento estructural y mecánico de productos cerámicos conformados por extrusión de una arcilla del Zulia (Norte de Santander, Colombia). *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 58(5), 190-198.
- REVISTA CONSTRUYE - Las ventajas de construir con ladrillos de arcilla. (s. f.). <https://www.revistaconstruye.com.mx/otras-secc-menu/innovaci%C3%B3n/2955-las-ventajas-de-construir-con-ladrillos-de-arcilla.html>
- Robinson, Gilbert C. (1992). *Ceramics and Glasses*. ASM International, pp. 943-950
- Santos Amado, J. D., Malagón Villafrades, P. Y., & Córdoba Tuta, E. L. C. Y. (2011). *Caracterización de arcillas y preparación de pastas cerámicas para la fabricación de tejas y ladrillos en la región de Barichara, Santander*. *Dyna*, 78(167), 50-58.
- Sociedad Española de Arcillas (2001). *Curso de Materias primas y métodos de producción de materiales cerámicos*.

Spínola Romero, R. (2000). *Tecnología de Arcillas*. Sevilla: Monografías de arte

Tomé, J. S. (2021, 23 noviembre). *Arrevol Arquitectos: Ladrillos en la construcción. Guía visual: medidas, tipos y colocaciones*. Arrevol.
<https://www.arrevol.com/blog/ladrillos-en-la-construccion-guia-visual-medidas-tipos-y-colocaciones>

Unknown. (s. f.). *Balance de materiales (másico), Balance Energético. Preparación y Evaluación de Proyectos*.
<https://preparacionyevaluacionproyecto.blogspot.com/2013/10/balance-de-materiales-masico-balance.html>

Victoria CG. (2021, abril 21). *El ladrillo*. Santiago Criado
<https://santiagocriado.com/ladrillo/>

Weaver, C.E. (1989). *Clays, Muds, and Shales*. Amsterdam: Elsevier, 819 pp.

TRABAJOS FIN DE CARRERA CONSULTADOS

Abad Jaramillo, M. P. (2013). *Guía del proceso industrial para la fabricación de baldosas cerámicas* [Tesis de Licenciatura, Universidad Internacional de Ecuador]. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/583>

Barranzuela Lescano, J. E. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura* [Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil, Universidad de Piura]. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. <https://hdl.handle.net/11042/1755>

Cornelles, F., Olivera, R. (2019). *Fabricación de ladrillo cerámico hueco* [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica Nacional].

<https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4372/Fabricaci%C3%B3n%20de%20ladrillo%20cer%C3%A1mico%20hueco.pdf?sequence=1&isAllowed>

Hernández Chica, P.J. (2018). *Desarrollo y evolución de la cerámica artística y estructural del municipio de Bailén* [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Jaén]. <https://hdl.handle.net/10953.1/8254>

Martín Miguel, M. (2019). *Diseño de una planta industrial para fabricar adoquines mediante activación alcalina* [Trabajo Fin de Grado, Universitat Jaume I]. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/583>

Narváez Padilla, F.E. (2012). *Utilización a nivel de laboratorio de los desechos de cerámica sanitaria generados en la fábrica Edesa para la fabricación de adoquines cerámicos* [Tesis de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5334>

Núñez, K. A. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto* [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/14775>

Sacoto Romo, J. F. (2013). *Diseño del Proyecto de Implementación de una fábrica productora de ladrillos en la ciudad de Azogues* [Tesis de Licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5700>

SOFTWARES UTILIZADOS

- Microsoft Excel 2019
- Microsoft Word 2019
- AutoCAD 2022

ANEXOS

ANEXO A. CATÁLOGOS DE LOS EQUIPOS

1.1 Desmenuzador, laminador, extrusora y cortador automático (Bonfanti)



Leme/SP, 06 de abril de 2023

At. **Patrocinia Mangue Edjang Abang**

Telf. +34 604 880510

e-mail: mmanguet02@gmail.com

Estimados Señores

En atención a V.Sa. solicitud, presentamos nuestra factura pro forma nº. ECM-045 /23, con precio y condiciones, para sus estudios y comparaciones:

Item	Cant	Descripción de los Equipos	Precio US\$
<u>EQUIPOS PARA PREPARACIÓN Y EXTRUSIÓN DE ARCILLA</u> <u>Capacidad de producción de 8 a 26 Ton/Hora de material en húmedo</u>			
A	01	Desterrenador Bonfanti, modelo DB-600/3 Con tres ejes: Un eje con picador y dos ejes con anillos dentados y dientes intercambiables en acero fundido SAE 1045 Con embrague neumática y accesorios de montaje, sin motor eléctrico;	16.474,60
B	01	Laminador Refinador Bonfanti – modelo LB- 500 x 500 • Diámetro de 500 mm y mesa de 500 mm; • Cuchillos con accionamiento de resorte; • Protecciones metálicas de los cilindros; • Protecciones metálicas de las polea volante y polea motora; • Con sus accesorios de montaje; • Con motor eléctrico de 25 HP-V1 polos	52.800,00
C	01	Extrusora al Vacío Bonfanti – modelo DELTA-320 • Hélice final de salida 320 mm; • Embrague automático; • Bomba al vacío MB-185 con motor de 10 HP; • Protecciones metálicas de las polea volante y polea motora; • Con sus accesorios de montaje; • Con motor eléctrico de 75 HP-V1 polos	62.100,00
D	01	Cortador automático Bonfanti CAB-1 Serie B • Con sus accesorios de montaje; • 01- Conjunto de corte normal, a ser elegido pelo comprador • 01- Conjunto de corte laminado, a ser elegido pelo comprador	26.000,00
PRECIO TOTAL FOB - SANTOS/SP/BRASIL - Incoterms-2020			157.374,60

Forma de Pago: À Tratar

Datos de la cuenta para envío de la orden:

Nombre del Beneficiario: MECANICA BONFANTI S.A.
Dirección del Beneficiario: Rua João Arrais Seródio| 17 – Leme – SP – Brasil
Telefone: 55 (19) 3573.4406
Cuenta del Beneficiario: 103005-1
IBAN: BR7600000000031490001030051C1
CNPJ/TAX ID: 51.378.321/0001-65
Banco Beneficiario: **Banco do Brasil S.A.**
Agencia Piracicaba: Nº. 3149-6
Dirección de la Agencia: Rua Tiradentes, 1174/1200 7º andar – Piracicaba/SP - Brasil
Swift: BRASBRRJCAS
Banco Correspondente: Banco do Brasil S/A
Ciudad: New York - USA
Swift: BRASUS33

Plazo de entrega en fábrica: 150 / 180 días de la confirmación del pedido;

Garantía del equipo: Los equipos son garantizados por plazo de 06 (seis) meses a partir de la fecha de puesta en marcha ó 12 (doce) meses a partir de la entrega en nuestra fábrica, lo que ocurrir primero, siempre y cuando la puesta en marcha sea efectuada por nuestros técnicos y se observe las condiciones normales de trabajo de los equipos. No se incluyen en esta garantía las piezas de desgaste natural en la operación de los equipos.

Responsabilidades del comprador:

- Construcción de la base del equipo en albanaría conforme las medidas e instrucciones constantes del Manual de Operación y Manutención del equipo y/o del dibujo de instalación;
- Redes de eléctrica completas;
- Montaje del equipo sobre la base;
- Detector de metales, caso sea necesario;
- Transportadores de arcilla;
- Aceites lubricantes;
- Bomba al vacío;
- Puesta en Marcha, pasajes aéreos, alimentación, hospedaje y transportes internos de nuestros técnicos.
- Diarias de nuestros técnicos vigentes en la época y respectivos gastos halen del período previsto diestra oferta caso sea necesario o caso las responsabilidades del comprador no sean ultimadas, causando atrasos a nuestros servicios;
- Otros servicios y componentes no relacionados necesarios al buen funcionamiento de los equipos adquiridos;

Mecânica Bonfanti S.A.
Bruno Lago

Gerente de Comercio exterior

1.2 Alimentador

Box Feeder
Type BXF/BXFR

Box feeders are used for processing of raw materials which come from the pit as well as prepared mixes and additives such as sand, sawdust, ashes, paper factory waste and so on, fulfilling the following functions:

primary functions: feeding, proportioning, intermediate storage, final storage;

secondary functions: mixing, preliminary crushing of friable lumps, pre-humidification.

The BXF / BXFR box feeders are characterized by heavy-duty supporting structures to withstand heavy loads. On the BXF models, the metallic belt is made of pressed steel plates running on multiple (depending on the width) slides, to minimize the bending effect. On the BXFR models, the rubber conveyor belt is supported by a set of narrow rollers and an adequate tensioning unit keeps it constantly stretched.

All machines in these series feature variable speed drive on the main motor, thus allowing fine regulation of the throughput. The feeding blades, mounted on an independently driven shaft, adjustable in its horizontal position, assure the uniformity of the clay feeding.

Different types of reel knives stand for the finest dosing of the treated raw material.

We can supply a wide range of box feeders with metallic belt (with widths from 1100 up to 2500 mm and outputs from 12 up to 150 m³ /h) or rubber belts (with widths from 1000 up to 1200 mm and outputs from 4 up to 60 m³ /h).



BXF / BXFR BOX FEEDER

	BXF 12 4-6-8	BXFR* 4-6-8	BXF 15 6-8-10	BXF 20 8-10-12
Output up to (t/h)	18	30	120	150
Gravel width (mm)	1200	1200	1200	2000
Length (m)	4-6-8	4-6-8	8-8-10	8-10-12
Belt installed power (kW)	4-4-4	4-4-4	4-6.5-8.5	7.5-7.5-11
Driveline wheel installed power (kW)	2.5-2.5-2.5	2.5-2.5-2.5	2.5-2.5/11-2.5/11	2.5/11-2.5/11-2.5/11
Weight (kg)	4 480 - 1 800 - 1 500	4 500 - 4 500 - 5 100	800 - 9 300 - 10 300	1 500 - 11 500 - 18 300

* the Box BXFR is supplied with rubber conveyor belt.

1.3 Mezclador



MBA - MEZCLADORA AMASADORA

La mezcladora de doble eje tiene la función de amalgamar la materia prima con el fin de obtener un material homogéneo y plástico para la línea de alimentación.

MBA MEZCLADORA DE DOS EJES

	MBA 5	MBA 6	MBA 7	MBA 8	MBA 8L
Producción máx. (t/h)	45	70	120	200	270
Diámetro de palas (mm)	565	620	730	860	860
Dimensiones de la cuba (largo x ancho de cuba) (mm)	3000 x 1000	3110 x 1150	3100 x 1300	3100 x 1547	3735 x 1567
Velocidad de rotación de las palas (rpm)	21	23	26	26	26
Potencia instalada (kW)	30	45	90	160	200
Peso (kg)	4.500	7.500	11.000	13.000	14.500

* Otras versiones disponibles: MBA 3 y MBA 4 - rendimiento máx. 20 ó 30 t/h

La acción de mezcla se realiza mediante la rotación de una serie de paletas montadas en un doble árbol contrarrotatorio que fuerza el material que ha de pasar de un lado a otro de la cuba esparciéndolo y realizando la homogeneización.

La acción de humidificación se lleva a cabo mediante boquillas bajo presión, colocadas en distintas posiciones a lo largo de la cuba.

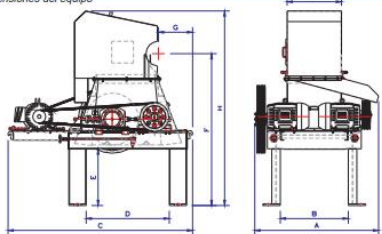
Las espas mezcladoras se pueden entregar con un tratamiento antidesgaste y con revestimiento doble de cromo.

Se hallan disponibles en largos de 2500 a 3735 mm y con espas con un diámetro variable de 420 hasta 860 mm para una producción aproximada de 15 a 200 m³/h.

- Estructura portante realizada en acero electrosoldado;
- Aspas mezcladoras montadas en árboles de sección cuadrada hechas en acero electrosoldado tratado con revestimiento antidesgaste y cromo;
- Revestimientos de la esclusa intercambiables y cromados;
- Soporte delantero de los árboles con cojinetes de rodillos esféricos;
- Rejilla de protección de la zona de mezclado;

1.4 Desintegrador

DIMENSÃO DA MÁQUINA
Dimensiones del equipo



MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
DES - 400	1.050	580	1.810	630	630	1.770	100	2.220	440
DES - 500	1.350	680	1.850	800	650	1.680	350	2.150	525
DES - 600	1.450	780	2.150	850	650	1.750	400	2.250	625

Características técnicas

MODELO	DES - 400	DES - 500	DES - 600
Produção (kg) / Producción (kg)	7 a 15	15 a 25	25 a 40
Produção (m³/h) / Producción (m³/h)	5 a 7,5	10 a 15	15 a 30
Ø Cilindro Lixo (mm) / Ø Cilindro Lixo (mm)	400	500	600
Ø Cilindro Desintegrador (mm) / Ø Cilindro Desintegrador (mm)	250	250	230
Equipamento desintegrador (mm) / Equipamento desintegrador (mm)	400	400	350
Material dos Cilindros / Material de los Cilindros	Chapa Acabada com Espalhamento de Cascalho		
Máquina Máxima de Entrada das Tercias (mm) / Máquina Máxima de Entrada de las Tercias (mm)	150	150	200
Desmontagem de Saco (mm) / Desmontaje de Saco (mm)	5,0 a 20,0	5,0 a 20,0	5,0 a 20,0
Redutores Autocompensadores de Rolos / Reductores Autocompensadores de Rodillos	50x50	50x50	50x50
Press (kg) / Press (kg)	680	780	2.200
Consumo (kW) / Consumo (kW)	6,30	6,50	6,60

40 Anos Ajudando na Construção de Brasil
MARCA DE FORÇA

Máquinas, Equipamentos e Secadores para Cerâmica
mosouza@mosouza.com.br / vendas@mosouza.com.br
www.mosouza.com.br
Telef: (48) 628.0123 - Telefax Grátis: 0800.486.123
Tubarão - Santa Catarina - Brasil

Desintegrador DES-400/500/600
DESINTEGRADOR DES-400/500/600



- Robustez, versatilidade e alto rendimento;
Robustez, versatilidad y alto rendimiento.
- Granulometria de saída: 5,0mm a 20mm;
Granulometría máxima de saída: 5,0mm a 20mm;
- Produção de 70h até 400h;
Producción de 70h hasta 400h.
- Eixos temperados e revenidos de alta resistência mecânica e montados sobre rolamentos autocompensadores de rolos;
Ejes templados y revenidos de alta resistencia mecánica, montados sobre rulemanes autocompensados de rodillos.
- Ø do cilindro liso: 400mm, 500mm e 600mm.
Ø del cilindro liso: 400mm, 500mm y 600mm.

40 Anos Ajudando na Construção de Brasil
MARCA DE FORÇA

1.5 Compressor de aire comprimido

APMAQUINARIA

Busca en nuestro catálogo

Construcción Generadores eléctricos Soldadura Aire comprimido Agrícola, jardinería y hogar Taller



Compressor de correa portátil
Uniair FP-200-3M

Referencia FP-200-3M

Precio:
744,00 €
Impuestos incluidos

ENVÍO DESDE ESPAÑA
ENVÍO GRATIS A PENÍNSULA

Monofásico/Trifásico
3 CV / 10 Bares
Caudal 345 L/min
200 Litros

1 COMPRAR

bizum

1.6 Moldes



OFERTA

54311
30-mar-23

CERAMOLDES, S.L.

Cliente: Patrocinia Mangué

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Precio
1	Molde adoquín <u>Características:</u> Marco y tacos para Molde en metal duro WIDIA.	7.100,00
1	Molde ladrillo hueco <u>Características:</u> Marco y tacos para Molde en metal duro WIDIA.	6.300,00

CONDICIONES DE PAGO: 100% al pedido.

PLAZO DE VALIDEZ: 2 meses.

PLAZO DE ENTREGA: 5 semanas de la fecha de pedido.

EMBALAJE: no incluido.

PORTES: Por cuenta del cliente.

Quedando a su disposición para cualquier aclaración al respecto.
Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ANEXO B. OTROS ACTIVOS

1.1 Ordenador de sobremesa

Carrefour.es > Informática > Ordenadores Sobremesa > Hp Elite 8300 - Ordenador De Sobremesa Completo + Tft 22"
(intel Core i5-3470, 8gb Ram, disco Hdd 500gb, Wifi, Windows 10 Profesional 64 Bits)

Hp Elite 8300 - Ordenador De Sobremesa Completo + Tft 22" (intel Core i5-3470, 8gb Ram, disco Hdd 500gb, Wifi, Windows 10 Profesional 64 Bits)

EXCLUSIVO ONLINE



Vendido por **IBERICA INFOCOMPUTER**

Vendedor Nacional
★★★★☆ (226 valoraciones)

699€ **174,94 €**

Añadir

ENVÍO GRATIS

Reacondicionado +info

Cópralo por **58,31 €/mes**

En 3 meses. TIN 0 % Y TAE 0 % Más info

Para financiar tu compra es necesaria la tarjeta PASS. Consíguela aquí

Fecha estimada de entrega del 18 al 22 de Mayo gratis

Ver más información y condiciones del vendedor

Vendido por **VORPC**

Vendedor Nacional
★★★★☆ (10 valoraciones)

599€ **174,95 €** - Reacondicionado +info

Añadir

ENVÍO GRATIS

1.2 Impresora

-20% 49,99
€39,99
IVA incl., envío no incl.

Color (por fabricante): Negro



● Disponible online

Entrega 15/05/2023 - 16/05/2023

+ 3,99 €

● Recogida

Selecciona una tienda **Seleccionar tienda**

Añadir al carrito



1.3 Teléfono

Alcatel Temporis 76- Teléfono Sobremesa con Cable, Color Negro



Pasa el ratón por encima de la imagen para ampliarla



Visita la tienda de Alcatel

4,1 ★★★★★ 197 valoraciones

-44 % 14⁹⁰ €

Precio recomendado: 26,59 €

Devoluciones GRATIS

Los precios incluyen IVA. El precio final a pagar al finalizar la compra puede variar según la dirección de entrega. [Ver detalles](#)

Marca Alcatel

Aparatos compatibles Monitores

Componentes Teléfono con Cable

Incluidos

Función especial Inalámbrico

Color Negro

Ver más

Acerca de este producto

- Diseño elegante y creativo
- Calidad óptima para los requisitos del cliente
- Hecho de material resistente para un uso prolongado
- Producto útil y práctico

[Ver más detalles](#)

[Informar sobre información de producto errónea.](#)

1.4 Escritorio

Homcom Mesa Esquinera Oficina 136x130x72cm Negra

107,49 € ^{PROP.} 119,99 € ^{OFERTA} -10%

★★★★★ (13) | [Review](#)

Vendido y enviado por **Aosom** ★★★★★ (801) [1](#)

Otros vendedores 1



Mira la selección de ofertas de Días Naranjas

[Ver ofertas](#)

Marca Homcom - P/N: 833-378BK | Cod. Artículo: 205751

Envío: **Envío GRATIS**

Financiación: **oney** 27,46€ hoy y 27,43€/mes en 3 plazos

1.5 Archivador



Archivador HUT 5 CAJONES, 69x28x44 cm, en Acero color Gris

159,90 € 109,90 € ^{OFERTA} -31% (132,98 € IVA incluido)

- 1 +

AÑADIR A LA CESTA

Compra ahora y lo recibirás entre el **mié 17/05/2023** y el **vie 19 mayo**

Envío GRATIS [1](#) **En Stock. Listo para Enviar**



Con Cajones

1.6 Sillas



Última Ud

EXPRESS | Silla Oficina Giratoria Brazos 1D
Idoia de Actiu

Producto Reacondicionado

Precio

131,41 €

(159,01 € IVA incl.)

Anterior (IVA excl.)

159,00 €

Dito

-21% IVA

¡Última unidad!

Cantidad:

-

 1

+

>

Añadir al carrito

Comprar

Marca

Actiu

Entrega

4 a 6 días laborables

Montaje

 Se entrega montada

Tipos de Base



Tipos de Brazo

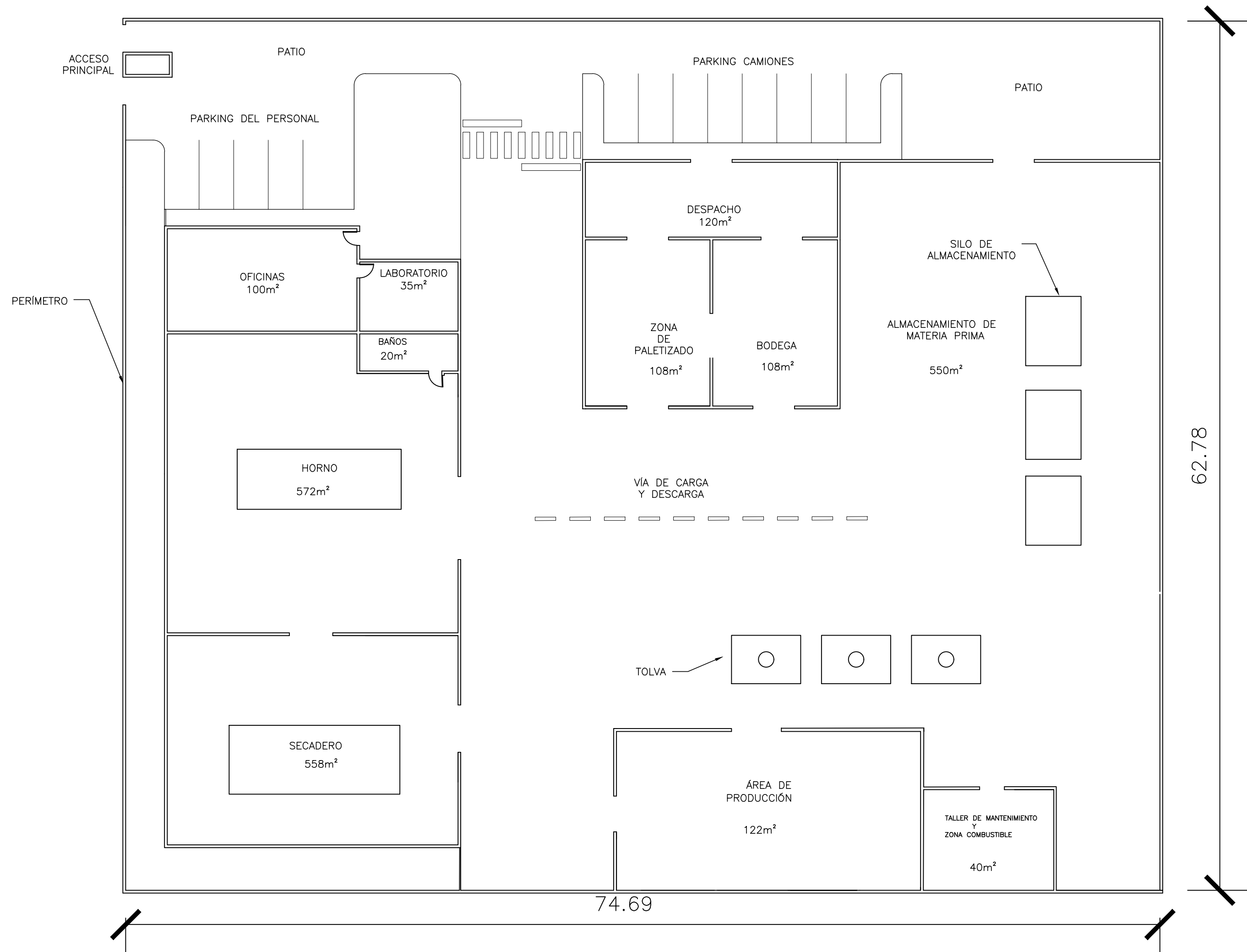


DOCUMENTO N° 2

PLANOS

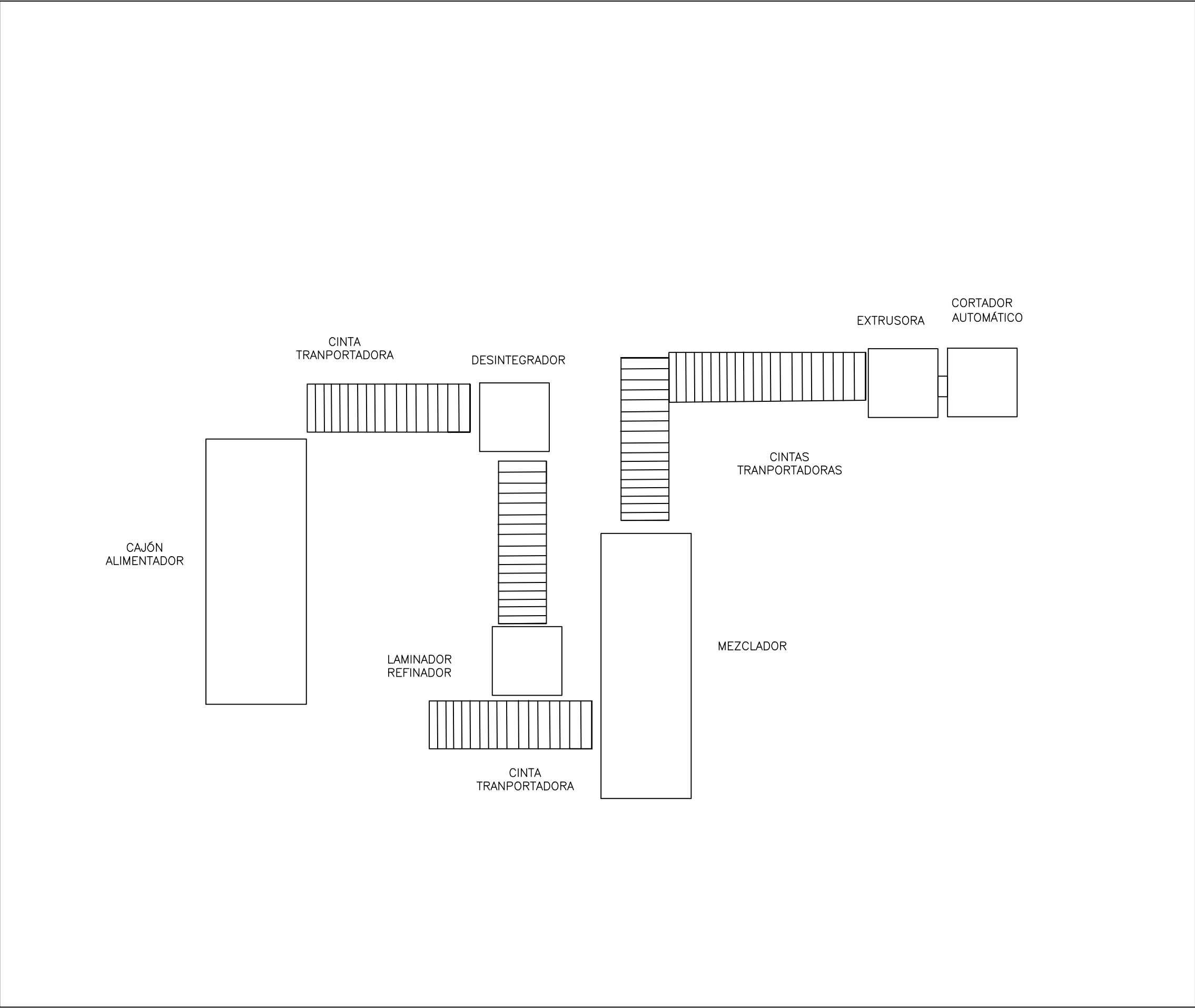
ÍNDICE

1. Distribución en planta.....	121
2. Área de producción	122



DIMENSIONES POR ÁREAS	
ALMACENAMIENTO ARCILLAS	550m ²
PRODUCCIÓN	122m ²
LABORATORIO	35m ²
DESPACHO	120m ²
OFICINAS	100m ²
BAÑOS	20m ²
HORNO	558m ²
SECADERO	572m ²
ZONA PALETIZADO	108m ²
BODEGA	108m ²
TALLER DE MANT Y ZONA COMBUSTIBLE	40m ²
PARKING	200m ²
ÁREA TOTAL	2533m ²

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	28/05/23	Patrocinia Manque			
COMPROBADO					
ESCALA:	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA			Nº PLANO	
1:250				1	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	28/05/23	Patrocinia Mangue			
COMPROBADO					
ESCALA:	ÁREA DE PRODUCCIÓN			Nº PLANO	
1:250				2	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

DOCUMENTO N° 3

PLIEGO DE CONDICIONES

TÉCNICAS

PARTICULARES

ÍNDICE

1.	Pliego De Condiciones Generales	4
1.1	Objeto del Pliego.....	4
1.2	Plan de ejecución.....	4
1.3	Modificaciones	4
1.4	Recisión	5
1.5	Demandas.....	5
2.	Pliego De Condiciones Técnicas	6
2.1	Condiciones de materiales	6
2.1.1	Calidad de los materiales	6
2.1.2	Pruebas y ensayos de materiales	6
2.2	Instalación eléctrica.....	6
2.3	Instalación de tuberías	6
2.4	Instalación de los equipos	7
2.5	Control del edificio terminado	7
3.	Pliego De Condiciones Facultativas.....	8
3.1	Agentes que participan en la edificación y sus funciones	8
3.1.1	El Promotor	8
3.1.2	El Projectista	8
3.1.3	El Constructor	8
3.1.4	Director de Obra	8
3.1.5	Director de ejecución de Obra.....	9
3.1.6	Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación	9
3.1.7	Los suministradores de productos.....	9
4.	Pliego De Condiciones Económicas	10
4.1	Fianzas	10
4.2	Precios.....	10

4.3	Obras por administración	10
4.4	Indemnizaciones mutuas.....	10
4.4.1	Por retraso del plazo de terminación de las obras.....	10
4.4.2	Demora de los pagos por parte del propietario.....	11
5.	Pliego De Condiciones Legales	12

1. Pliego De Condiciones Generales

El Pliego de Condiciones Generales describe de forma general los aspectos técnicos, económicos, facultativos administrativos y legales del proyecto.

La redacción del presente Pliego de Condiciones se ha hecho en base a la información contenida en el CTE (código técnico de la edificación) autorizado por medio del real decreto 314/2006, de 17 de marzo.

1.1 Objeto del Pliego

En este contrato de obra se establecen las cláusulas que debe cumplir el Contratista para la construcción de una planta industrial dedicada a la fabricación de ladrillos y adoquines cerámicos.

Para llevar a cabo se emplearán los siguientes documentos: Memoria, Anexos, Planos, Mediciones y Presupuesto.

1.2 Plan de ejecución

En el Pliego de Condiciones se incluirán el orden de los trabajos a realizar, así como el plazo de ejecución de obra.

1.3 Modificaciones

Una vez que ambas partes hayan firmado el contrato, no será posible modificar ninguna de las sin el consentimiento del director de obra. Por lo tanto, el director de obra deberá hacérselo saber al Constructor mediante un escrito. En el Pliego se preverá una cláusula en la que se establecerá las tasas que le correspondería pagar la empresa Contrata por la demolición.

1.4 Recisión

Existen casos en los que no se puede continuar con la obra, como pueden ser: fallecimiento, incumplimiento del Contratista; en este caso se aplicarán las sanciones pertinentes a la empresa Contrata que se establecen en alguna de las cláusulas del contrato de obra.

1.5 Demandas

En caso de incumplimiento de alguna de las partes del contrato, se establecerá en una de las cláusulas, la jurisdicción de los tribunales a que se someterán los pleitos producidos.

2. Pliego De Condiciones Técnicas

2.1 Condiciones de materiales

2.1.1 Calidad de los materiales

Según el artículo 7.2 del CTE, los materiales que van a ser utilizados en el proyecto deberán cumplir las certificaciones adecuadas de calidad.

2.1.2 Pruebas y ensayos de materiales

Además, los materiales empleados en la obra deberán ser sometidos por varios ensayos para comprobar su calidad, que correrá a cargo del Contratista. La finalidad de este proceso es determinar la aceptación o rechazo de los mismos.

2.2 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica la realizará la entidad especializada, que en por otra parte debe contar reglamentación vigente. Asimismo, el personal encargado debe estar en posición de Certificación que les autorice realizar este tipo de obras.

Para llevar a cabo la instalación, el Constructor le hará llegar los planos de las canalizaciones. Finalizada la obra, se pondrá a disposición del Constructor los nuevos planos.

2.3 Instalación de tuberías

En la planta industrial se instalarán tuberías sanitarias y otras para la limpieza de la maquinaria.

Las tuberías instaladas deberán tener un acabado liso, homogéneo. En caso contrario, se deberá contar con la aprobación del Director de obra para las posibles reparaciones que hagan falta.

Estas tuberías deberán cumplir las siguientes condiciones atendiendo al CTE y el R.D. 140/2003:

- Deben ser capaces de aguantar temperaturas cercanas a 40 °C
- El material del que estén hechas las tuberías de ser resistente a la corrosión interna.
- Deberán tener un funcionamiento en las condiciones establecidas.

Nota: La información contenida en el apartado 2.3 se puede encontrar en la siguiente página web: <https://www.aristegui.info/a-que-normativa-estan-sujetas-las-instalaciones-de-tuberias-plasticas/>

2.4 Instalación de los equipos

La instalación de los equipos será a cargo del suministrador o del fabricante.

2.5 Control del edificio terminado

En el artículo 7.4 del CTE se establece que, una vez finalizada la construcción del edificio, se debe realizar ciertas pruebas o bien revisiones de servicio del proyecto por los técnicos encargados de la ejecución de la obra y acorde a las normas establecidas.

3. Pliego De Condiciones Facultativas

En este apartado de Pliego de Condiciones se definen los diferentes agentes que participan en la edificación y también sus respectivas funciones, acorde a lo dispuesto en la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

3.1 Agentes que participan en la edificación y sus funciones

3.1.1 *El Promotor*

El promotor de un proyecto es una persona física o jurídica que tiene por misión promocionar los proyectos con la finalidad de vendérselos a terceros.

3.1.2 *El Proyectista*

El proyectista es la persona, que cuya función es la realización del proyecto por encargo del promotor.

3.1.3 *El Constructor*

Se le conoce como Contratista a la persona o empresa Contrata encargada de ejecutar el proyecto.

3.1.4 *Director de Obra*

El director de obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

3.1.5 *Director de ejecución de Obra*

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo instalado.

3.1.6 *Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación*

Son entidades de control de calidad de la instalación aquellas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la instalación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de la obra.

3.1.7 *Los suministradores de productos*

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

4. Pliego De Condiciones Económicas

En este apartado se detallan los aspectos económicos relacionados con el desarrollo del proyecto.

4.1 Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra.

4.2 Precios

Los precios unitarios de la obra se obtienen tras sumar los gastos directos, indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

4.3 Obras por administración

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por si o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. Las obras por administración se clasifican en las dos categorías:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

4.4 Indemnizaciones mutuas

4.4.1 Por retraso del plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

4.4.2 Demora de los pagos por parte del propietario

Al Contratista se le abonará un 5% anual en caso de no el propietario de la obra no se realice el pago en el periodo pactado.

5. Pliego De Condiciones Legales

En este apartado se describen las condiciones legales que el Contratista deberá cumplir.

Responsabilidades del Contratista:

- El Contratista está obligado a cumplir con la ejecución de obra en el plazo establecido, del pago de los materiales y del personal contratado, también de facilitar la maquinaria.
- El Contratista no tendrá derecho a indemnizaciones en el caso de que el precio pactado sea inferior al coste verdadero de la obra.
- El pago de los impuestos relacionados con las unidades de la obra correrá a cargo del Contratista.
- El contratista es el responsable de los posibles daños a terceros que se puedan producir, teniendo la obligación de abonar todos los gastos que estos produzcan.
- La empresa Contrata deberá asegurarse que se cumplan las medidas de Seguridad e Higiene en el lugar de obra, a fin de prevenir accidentes laborales. Para ello es recomendable utilizar ropa adecuada y elementos de seguridad personal como pueden ser guantes, cascos, gafas, calzado de seguridad, monos, etc.
- El Contratista es el que se encargará de los daños que pueda sufrir el personal de obra al igual que de los pagos de hospitalizaciones.

El desistimiento del contrato sólo será posible y acorde al Reglamento General de Contratación para Aplicación de la Ley de Contratos de Estado, si se dan las siguientes situaciones:

- Incumplimiento del contrato o de las condiciones de o
- Acuerdo entre las dos partes
- Fallecimiento del Contratista
- Modificación no justificada del proyecto.

DOCUMENTO N° 4

ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE

1. Mediciones.....	3
1.1 Parcela y construcciones	3
1.2 Equipos y maquinaria	3

1. Estado de mediciones

El estado de mediciones es un documento en el que se incluyen las mediciones todas las unidades de obra de un proyecto.

1.1. Parcela y construcciones

En la Tabla 1 se indica lo que medirá tanto parcela como la nave industrial que se desea proyectar.

Elemento	Cantidad	Unidad
Parcela	4687	m ²
Construcción nave industrial	4687	m ²

Tabla 1. Estado de mediciones de la parcela y construcciones

1.2. Equipos y maquinaria

En la Tabla 2 se determina el número de equipos que entran en el proceso de fabricación.

Equipos	Cantidad	Unidad
Desmenuzador	1	Ud.
Desintegrador	1	Ud.
Laminador	1	Ud.
Mezclador	1	Ud.
Extrusora	1	Ud.
Cortadora	1	Ud.
Secadero	1	Ud.
Horno	1	Ud.
Cintas transportadoras	7	Ud.
Compresor	1	Ud.
Molde para adoquín	2	Ud.
Molde para ladrillo	2	Ud.
Minicargadora	1	Ud.
Carretillas elevadoras	2	Ud.

Tabla 2. Estado de mediciones de los equipos

DOCUMENTO N° 5

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1.	Presupuesto de Ejecución Material.....	3
1.1	Parcela y construcciones	3
1.2	Equipos y maquinaria.....	3
1.3	Otros activos	4
1.4	Taller de herramientas básicas	5
1.5	Mano de obra.....	5
2.	Presupuesto de Ejecución por Contrata.....	6

1. Presupuesto de Ejecución Material

El Presupuesto de Ejecución Material abarca el coste de la mano de obra y todos los materiales que se necesitan para llevar a cabo el proyecto.

1.1 Parcela y construcciones

El presupuesto de esta partida asciende a una cantidad 956706 € como se muestra en la Tabla 1.

Concepto	Área (m ²)	Precio (€/m ²)	Coste total (€)
Parcela	4687	79	370273
Construcción nave industrial	4687	60	586433
Total			956706

Tabla 1. Presupuesto de la parcela y construcción de la nave industrial

1.2 Equipos y maquinaria

En la Tabla 2 se indica el presupuesto correspondiente a los equipos utilizados en la planta industrial, cuya suma es de 774983 €.

Equipos	Cantidad	Precio (€/Ud)	Coste total (€)
Desmenuzador	1	15200	15200
Desintegrador	1	22675	22675
Laminador	1	47889	47889
Mezclador	1	30384	30384
Extrusora	1	56323	56323
Cortadora	1	23581	23581
Secadero	1	180000	200000
Horno	1	300000	300000
Cintas transportadoras	7	4000	28000
Compresor	1	744	744
Molde para adoquín	2	7100	14200
Molde para ladrillo	2	6300	12600
Minicargadora	1	11529	11529
Carretillas elevadoras	2	5929	11858
Total			774983

Tabla 2. Presupuesto de los equipos y maquinaria de la planta

1.3 Otros activos

Los muebles y equipos destinados para la administración alcanzan un coste total de 2910 € como se puede ver en la Tabla 3.

Concepto	Cantidad	Precio (€/ud)	Coste total (€)
Ordenador de sobremesa	4	175	700
Sillas	8	159	1272
Teléfono	2	19	38
Impresora	2	50	100
Archivador	2	160	320
Escritorio	4	120	480
Total			2910

Tabla 3. Presupuesto de los equipos y muebles utilizados por la administración

1.4 Taller de herramientas básicas

En la planta industrial se dispondrá de un pequeño espacio en el que se almacenarán las herramientas comúnmente utilizadas para reparar las máquinas que puedan presentar averías. El coste de esta partida es de 5000 €.

1.5 Mano de obra

Para la realización de este proyecto se ha estimado que el coste de la mano de obra es de un 20%, que aplicado al resto de unidades corresponde a una suma total de 347920 € como se indica en la Tabla 4.

Concepto	Coste (€)
Parcela y construcción de nave	956706
Equipos y maquinaria	774983
Otros activos	2910
Taller herramientas	5000
Mano de obra	347920
Total	2087519

Tabla 4. Presupuesto de Ejecución Material

2. Presupuesto de Ejecución por Contrata

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es la suma total que se le asigna al contratista por llevar a cabo el proyecto. Además, se le suele añadir dos porcentajes: el primero hace alusión a los gastos generales y el segundo corresponde al beneficio industrial.

Concepto	Coste (€)
PEM	2087519
13% Gastos Generales	271377
6% Beneficio Industrial	125251
PEC	2484147

Tabla 5. Presupuesto de Ejecución por contrata

La ejecución de este proyecto requiere de una suma total de **DOS MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS (2484147)**.