DISEÑO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ADHESIVOS CERÁMICOS DE 10 TONELADAS / HORA Y SELECCIÓN DE SUS EQUIPOS COMPLEMENTARIOS.

WILMER ALEJANDRO MORALES GOMEZ

IVAN MAURICIO MORALES PLAZAS

DIRECTOR

ING. CARLOS ARTURO BOHORQUEZ M.SC

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD TECNOLOGICA

INGENIERIA MECANICA

2022

DISEÑO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ADHESIVOS CERÁMICOS DE 10 TONELADAS / HORA Y SELECCIÓN DE SUS EQUIPOS COMPLEMENTARIOS.

WILMER ALEJANDRO MORALES GOMEZ

IVAN MAURICIO MORALES PLAZAS

MONOGRAFIA PARA OPTAR POR GRADO DE INGENIEROS MECANICOS

DIRECTOR

ING. CARLOS ARTURO BOHORQUEZ M.SC

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD TECNOLOGICA

INGENIERIA MECANICA

2022

1. AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de esta etapa de nuestras vidas hemos contado con una gran cantidad de personas a las cuales quisiéramos dedicarles un espacio de agradecimiento en este documentos, pero primeramente queremos reconocer a nuestras familias, las cuales con su apoyo incondicional nos inspiraron y apoyaron en este camino para lograr nuestro desarrollo profesional, a la Universidad Distrital Francisco José De Caldas y su cuerpo docente, quienes entregaron sus conocimientos con el fin de formar nuevos profesionales de este país, con bases académicas sólidas y éticas, ejerciendo su vocación docente al servicio de nosotros sus estudiantes, a nuestro tutor el ingeniero Carlos Arturo Bohórquez, quien puso su confianza y apoyo en nuestro proyecto y por ultimo a todos nuestros compañeros con los que comenzamos este camino y con aquellos que terminamos, para los cuales solo tenemos deseos de éxitos y prosperidad en las etapas que vienen en nuestras vidas.

2. RESUMEN

En la actualidad el sector de la construcción presenta una gran diversidad en la selección de materiales para el desarrollo de los proyectos urbanísticos realizando un gran aporte al desarrollo del país, tanto rural como urbano, para lo cual, las empresas constructoras invierten un gran capital en la adquisición de insumos y materias primas de buena calidad con el fin de garantizar los proyectos a desarrollar.

Con el fin de generar una alternativa viable se plantea el desarrollo de este proyecto que busca ofrecer una alternativa de producción a partir de la implementación de un sistema de dosificación de una planta de producción de Adhesivos cerámicos gracias a la gran demanda y a la versatilidad del producto se ha requerido tecnificar la fabricación aplicando una metodología establecida a lo largo del documento buscando detallar cada proceso que será abordado en el desarrollo del proyecto.

De esta forma buscamos aportar una solución a las empresas del sector ofreciendo alternativas de fabricación de este tipo de materia prima con una mejor calidad del producto y de manera óptima y viable buscando suplir la necesidad de mejora de cara a los clientes, distribuidores y a las mismas empresas en aspectos financieros.

3. ABSTRACT

At present, the construction sector presents a great diversity in the selection of materials for the development of urban projects, making a great contribution to the development of the country, both rural and urban, for which construction companies invest a large capital in the acquisition of inputs and raw materials of good quality to guarantee the projects to be developed.

To generate a viable alternative, the development of this project seeks to offer a production alternative through the implementation of a dosing system for a ceramic adhesives production plant. Due to the high demand and versatility of the product, it has been required to technify the manufacturing process by applying a methodology established throughout the document, seeking to detail each process that will be addressed in the development of the project.

In this way we seek to provide a solution to the companies in the sector by offering manufacturing alternatives of this type of raw material with a better product quality and in an optimal and viable way, seeking to supply the need for improvement for customers, distributors, and the companies themselves in financial aspects.

Contenido

1. AGRADECIMIENTOS 3

2. RESUMEN.....4

3. ABSTRACT.....5

4. INDICE DE ILUSTRACIONES.....9

5. INDICE DE TABLAS 15

6. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

7. ANTECEDENTES.....2

7.1 Estudio de factibilidad para la construcción de una planta productora de pegante en polvo para cerámica en la ciudad de Bogotá. (2017) por Duván Guillermo Benavides Benavides Y Juan Jair Castro Reinoso.....2

7.2 Plan de dirección de proyecto - diseño fabricación y montaje de una planta de mortero seco con una capacidad de 10 ton/hora en el barrio la luz – barranquilla (2014) por Jennifer Andrés Cepeda Martínez / Edwin Castillo Burgos 2

7.3 Plan de negocio de la empresa sumicol s.a. filial de la organización corona para el montaje de una planta de produccion de pegante ceramico en la ciudad de bucaramanga (2013) por Diana Carolina Mendieta Torres.....3

7.4 Plan de negocio de la empresa sumicol s.a. filial de la organización corona para el montaje de una planta de producción de pegante cerámico en la ciudad de Bucaramanga (2013) por Diana Carolina Mendieta Torres 4

7.5 Diseño y elaboración de propuesta de montaje para la planta am 60s 4a para la empresa altron ingeniería (2016) por María José Campillo Cárdenas 4

7.6 Diseño de una maquina trituradora de arcilla de 20 ton/día de capacidad para la elaboración de pegantes cerámicos en polvo - empresa "mega negocios el oferton sac (2019) por Edwin Alcides Tarrillo Tapia 4

8. OBJETIVOS 5

8.1 OBJETIVO GENERAL 5

8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5

9. MARCO LEGAL 6

10. MARCO TEORICO 7

10.1 ADHESIVOS CERAMICOS 11

11. METODOLOGIA 13

11.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS 14

11.1.1 PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE ARENA 16

11.1.2 SECADO Y CLASIFICACIÓN 19

11.1.2.2 LINEA DE CLASIFICACION DE ARENA 20

11.1.3 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA 24

11.1.4 SISTEMA DE DOSIFICADO 31

12. DISEÑO SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADHESIVOS CERAMICOS 36

12.1 BASCULAS Y TOLVAS 38

12.2 DISEÑO DE LAS BASCULAS Y TOLVA 40

13. CUADRO COSTOS ESTIMADOS 69

14. DISTRIBUCION GENERAL DE LA PLANTA 71

15. CONCLUSIONES 73

16. BIBLIOGRAFIA 74

17. ANEXOS 76

4. INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proyección de crecimiento PIB 2021 – 2022 (CAMACOL, 2021a) 8

Ilustración 2. Proyección PIB centros de investigación 2021 – 2022(CAMACOL, 2021a) 9

Ilustración 3. Incremento costo materiales indicador ICCV (CAMACOL, 2021b) 10

Ilustración 4. línea de producción de adhesivos cerámicos 15

Ilustración 5. Cargador frontal CAT914 catalogo caterpillar 16

Ilustración 6- Tolva arena base 17

Ilustración 7. Modelo CAD Banda transportadora de arena base 18

Ilustración 8. Modelo CAD banda de arena base (Dimensiones en mm) 18

Ilustración 9. Horno secador rotativo catalogo DIRECT INDUSTRY 19

Ilustración 10. Modelamiento CAD horno de secado rotativo para arena 20

Ilustración 11. Modelo CAD Modulo de linea de clasificacion de arena 20

Ilustración 12. Modelo CAD criba/zaranda de arena 21

Ilustración 13. Modelo CAD banda transportadora de arena tamizada 22

Ilustración 14. Dimensiones banda de arena fina (mm) 22

Ilustración 15. Modelo CAD banda de arena de rechazo 23

Ilustración 16. Dimensiones (mm) banda arena de rechazo de material 23

Ilustración 17. Modelo CAD elevador de cangilones 24

Ilustración 18. Modelo dimensionado (mm) elevador de cangilones 25

Ilustración 19. Silos de almacenamiento de arena y cemento Modelo CAD 26

Ilustración 20. Silos de almacenamiento (dimensiones en mm) 26

Ilustración 21. Modelado CAD Sinfin de cemento 27

Ilustración 22. dimensiones en mm sinfin de cemento 28

Ilustración 23. Dimensiones en mm sinfin de arena 28

Ilustración 24. Modelado CAD sinfin de aditivos 29

Ilustración 25. Dimensiones en mm sinfin de aditivos 29

Ilustración 26. Tolva de aditivos 30

Ilustración 27. dimensiones en mm de tolva de aditivos 30

Ilustración 28. Imagen general del sistema de dosificado.....31

Ilustración 29. Detalle interno mezclador de mezcla seca 32

Ilustración 30. Modelo CAD mezclador 33

Ilustración 31. Modelado CAD tolva adhesivo.....34

Ilustración 32. dimensiones en mm de tolva de aditivos.....34

Ilustración 33. Maquina empacadora capacidad de sacos de 25k 34

Ilustración 34.Bandas de lineas de empaque.....35

Ilustración 35. Montacarga CAT catalogo caterpillar.....36

Ilustración 36.Isométrico de torre de sistema de dosificación de adhesivos.....36

Ilustración 37. Dimensiones generales de torre de sistema de dosificación de adhesivos.....37

Ilustración 38. Presiones de llenado en paredes verticales (Campillo, 2016).....41

Ilustración 39. Análisis de esfuerzos según presiones en caras laterales. Bascula de arena.....44

Ilustración 40.Análisis de deformación máxima en caras laterales con la presión calculada. Bascula de arena.....45

Ilustración 41. Análisis de Factor de seguridad mínimo en caras laterales. Bascula de arena. 45

Ilustración 46. Presiones en las paredes inclinadas de una tolva 47

Ilustración 47.Esfuerzo máximo en paredes inclinadas de la báscula.....49

Ilustración 48. Deformación máxima en paredes inclinadas de la báscula.....49

Ilustración 49. Análisis de Factor de seguridad mínimo en caras inclinadas. Bascula de arena....50

Ilustración 50. Isométrico Bascula de arena.....50

Ilustración 51. Dimensiones generales. Bascula de Arena.....51

Ilustración 52. Esfuerzo máximo de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de cemento.....52

Ilustración 53. Deformaciones máximas con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de cemento.....53

Ilustración 54, Factor de seguridad mínimo con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de cemento.....53

Ilustración 55. Isométrico Bascula de Cemento.....54

Ilustración 56. Dimensiones generales. Bascula de Cemento.....55

Ilustración 57. Esfuerzo máximo de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de aditivo. 56

Ilustración 58. Deformaciones máximas con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de aditivo. 56

Ilustración 59. Factor de seguridad mínimo con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de aditivos..... 57

Ilustración 60. Isométrico Bascula de Aditivo 57

Ilustración 61. Dimensiones generales. Bascula de Aditivo. 58

Ilustración 62 Esfuerzo máximo de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Tolva de Adhesivos 59

Ilustración 63 Deformaciones máximas con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Tolva de Adhesivos. 60

Ilustración 64 Factor de seguridad mínimo con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Tolva de Adhesivos,..... 60

Ilustración 65. Isométrico Tolva de Adhesivos 61

Ilustración 66 Dimensiones generales. Tolva de Adhesivos 61

Ilustración 67. Imagen Carga del mezclador en la estructura de soporte mezclador 62

Ilustración 68. Imagen Carga de la estructura de soporte de las basculas sobre la estructura de soporte mezclador. 63

Ilustración 69. Esfuerzo máximo de las fuerzas sobre la estructura de soporte mezclador 63

Ilustración 70. Desplazamientos de la estructura de soporte mezclador.....64

Ilustración 71. Factor de seguridad de la estructura de soporte mezclador.....64

Ilustración 72. Isométrico de la estructura de soporte mezclador 65

Ilustración 73.Dimensiones generales de la estructura de soporte mezclador 66

Ilustración 74. Imagen del esfuerzo máximo de la estructura soporte de basculas del sistema de adhesivos 67

Ilustración 75. Desplazamientos de la estructura de soporte basculas del sistema de adhesivos. .67

Ilustración 76. Factor de seguridad de la estructura de soporte basculas del sistema de adhesivos 68

Ilustración 77. Isométrico de estructura de soporte de basculas. 69

Ilustración 78. Dimensiones generales de la estructura de soporte de las basculas. 69

Ilustración 79. Distribucion general de la planta de adhesivos ceramicos 10 Ton/Hora 71

Ilustración 80. rendel distribucion y montaje de la planta adhesivos ceramicos 10 Ton/hora.....72

Ilustración 81. plano general de distribución de la planta.....72

5. INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Clasificación de adhesivos según norma NTC 6050.....11

Tabla 2.Descripción de adhesivos según norma NTC 6050 12

Tabla 3.Tipo de pegante adhesivo según norma NTC 6050 13

Tabla 4.Relación de equipos planta de pegantes cerámicos.....15

Tabla 5.Proporciones para 1 Tonelada Adhesivo Cerámico Tipo C1.....38

Tabla 6.Capacidad mínima de volumen por cada bascula.....39

Tabla 7.Capacidad real de volumen por cada bascula 40

Tabla 8. Datos iniciales para cálculo de presiones verticales en báscula de arena 42

Tabla 9. Factores para el cálculo de presiones verticales en báscula de arena 42

Tabla 10. Parámetros para simulación de báscula.....44

Tabla 14. Datos iniciales para el cálculo de la presión en caras inclinadas 48

Tabla 15. Presiones en sección inclinada de báscula 48

Tabla 16. Presiones normales en paredes inclinadas.....48

Tabla 17. Características generales de la Bascula de Agregados.....51

Tabla 18. sección vertical. Bascula de cemento.....52

Tabla 19. Presiones sección Inclinada. Bascula de Cemento.....52

Tabla 20. Características generales de la Bascula de cemento 55

Tabla 21.Presiones sección vertical. Bascula de Aditivo.....55

Tabla 22.Presiones sección Inclinada. Bascula de Adhesivos. 55

Tabla 23. Características generales de la Bascula de Aditivos. 58

Tabla 24.Presiones sección vertical. Tolva de adhesivos.....59

Tabla 25.Presiones sección Inclinada. Tolva de adhesivos.....59

Tabla 26. Características generales de la tolva de aditivos.....62

Tabla 27. Estimacion costos montaje y administración planta de adhesivos ceramicos.....70

6. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como consecuencia del impacto generado en la economía del país debido a las complejas coyunturas que afectaron la economía como la pandemia y las manifestaciones del paro nacional entre el 2020 y el 2021 el sector de la construcción, siendo uno de los más importantes en el país por la generación de empleo e inversión, debe buscar alternativas para su recuperación económica reduciendo el impacto en los precios de sus insumos y materiales de construcción con el fin de obtener mejores resultados en el ejercicio. Dentro de los principales materiales usados en la construcción se encuentran los morteros que son productos compuestos de cemento, arena y agua, y se usa principalmente para rellenar los espacios que quedan entre los bloques o ladrillos, para aplanado de muros o como revestimiento de paredes y fachadas, lo que lo convierte en un material indispensable en la industria de la construcción.

Gracias a la gran demanda y a la versatilidad del producto se ha requerido tecnificar la fabricación del mortero, pero su implementación no cuenta con los suficientes estudios al respecto lo que hace que los proyectos de diseño, instalación y montaje de estas plantas de producción se realicen bajo mucha incertidumbre y los resultados en este tipo de proyectos no sean los mejores.

Partiendo de esta necesidad este proyecto pretende diseñar un sistema de dosificación de una planta de producción de Adhesivos cerámicos de 10 Toneladas / Hora y la selección de sus equipos complementarios, y así poder tener un estudio de los aspectos principales que se deben

contemplar a la hora de desarrollar un proyecto de producción de adhesivos cerámicos a nivel industrial.

7. ANTECEDENTES

Durante la investigación hemos encontrado proyectos encaminados a el estudio de la factibilidad y viabilidad del montaje de una planta de mortero especialmente diseñadas para empresas especificas con condiciones particulares

7.1 Estudio de factibilidad para la construcción de una planta productora de pegante en polvo para cerámica en la ciudad de Bogotá. (2017) por Duván Guillermo Benavides Benavides Y Juan Jair Castro Reinoso

En el presente proyecto se presenta un análisis de los problemas que se pueden generar debido a la variedad en la oferta. Un análisis de soluciones posibles y finalmente una serie de estudios de carácter técnico, de mercado, administrativo y financiero del producto pegante para pisos cerámicos, considerando caracterizaciones del producto, de la demanda, de la oferta y del precio, para la comercialización de estas dadas determinadas condiciones".(BENAVIDES BENAVIDES,DUVAN GUILLERMO , CASTRO REINOSO, 2017)

7.2 Plan de dirección de proyecto - diseño fabricación y montaje de una planta de mortero seco con una capacidad de 10 ton/hora en el barrio la luz – barranquilla (2014) por Jennifer Andrés Cepeda Martínez / Edwin Castillo Burgos

En este documento se tiene como objetivo general implementar el plan de dirección

para el proyecto del diseño, fabricación y montaje de una planta de mortero seco, con el fin de brindar un producto que cumpla con los requerimientos del cliente según el alcance determinado"(CEPEDA MARTÍNEZ, 2014)

7.3 Plan de negocio de la empresa sumicol s.a. filial de la organización corona para el montaje de una planta de produccion de pegante ceramico en la ciudad de bucaramanga (2013) por Diana Carolina Mendieta Torres.

Este proyecto es un plan de negocios para llevar exitosamente la creación de la planta de pegantes cerámicos dentro de una empresa ya constituida (Sumicol) en un mercado desarrollado (pegantes cerámicos para el mercado de los Santanderes), con el fin de suplir una necesidad de mejora de cara al cliente, al canal de distribución y los indicadores financieros de la empresa"

La información que presentan los anteriores documentos nos muestra un contexto de los aspectos generales que rodean el montaje de una planta de mortero o de adhesivos cerámicos, información importante para el desarrollo de nuestro proyecto.

Pero por otro lado encontramos proyectos enfocados en el desarrollo del diseño de plantas de producción de concreto (un material principal en el sector de la construcción) (MENDIETA TORRES, 2013)

7.4 Plan de negocio de la empresa sumicol s.a. filial de la organización corona para el montaje de una planta de producción de pegante cerámico en la ciudad de Bucaramanga (2013) por Diana Carolina Mendieta Torres

Este proyecto es un plan de negocios para llevar exitosamente la creación de la planta de pegantes cerámicos dentro de una empresa ya constituida (Sumicol) en un mercado desarrollado (pegantes cerámicos para el mercado de los Santanderes), con el fin de suplir una necesidad de mejora de cara al cliente, al canal de distribución y los indicadores financieros de la empresa"

La información que presentan los anteriores documentos nos muestra un contexto de los aspectos generales que rodean el montaje de una planta de mortero o de adhesivos cerámicos, información importante para el desarrollo de nuestro proyecto.(MENDIETA TORRES, 2013)

7.5 Diseño y elaboración de propuesta de montaje para la planta am 60s 4a para la empresa altron ingeniería (2016) por María José Campillo Cárdenas

El objeto principal del desarrollo de este proyecto es diseñar una máquina que entregue eficientemente la producción requerida por el cliente, garantizando la calidad del producto que ofrece, y que además su puesta en funcionamiento se haga de manera correcta, segura y eficiente".(Campillo, 2016)

7.6 Diseño de una maquina trituradora de arcilla de 20 ton/día de capacidad para la elaboración de pegantes cerámicos en polvo - empresa "mega negocios el oferton sac (2019) por Edwin Alcides Tarrillo Tapia.

En este proyecto la empresa Mega Negocios el Oferton S.A.C. tuvo la necesidad de implementar en sus productos una línea de pegantes cerámicos en polvo, por lo cual se encontró con una necesidad de requerir una trituradora de arcilla con una buena eficiencia, para que trabaje sin interrupciones para generar una mayor rentabilidad. En el cálculo y diseño que presento en este proyecto, está en la posibilidad de construir una máquina trituradora de arcilla, para que la empresa logre satisfacer con las expectativas requeridas y demandas de producto".(Tarrillo Tapia, 2019)

8. OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de dosificación para una planta de producción de Adhesivos cerámicos de 10 Toneladas / Hora y selección de sus equipos complementarios.

8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Dimensionar los componentes del sistema de dosificación de la planta de producción de adhesivos capacidad de 10 toneladas por hora.
- Diseñar los elementos necesarios en la planta del sistema de dosificación de la plata de producción de adhesivos capacidad 10 toneladas por hora
- Seleccionar los equipos complementarios de la planta de producción

- Estimar los costos de materiales y equipos complementarios del sistema de dosificación de la planta de producción de adhesivos capacidad 10 toneladas por hora.
- Determinar la distribución de la planta para el sistema.

9. MARCO LEGAL

Norma técnica colombiana NTC 3356 bajo la cual se establece el manejo de los métodos de ensayo para la evaluación, en laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada en la cual encontramos las siguientes normas para el manejo de materias primas.

Norma técnica colombiana NTC 3459 tiene como objetivo determinar el método para establecer por medio de ensayos, si el agua es apropiada para la elaboración del concreto y otros materiales asociados debido al alto contenido de cloruros en el agua de mezclado puede producir corrosión en el acero de refuerzo o en los cables de tensionamiento de un concreto pre-esforzado.

Norma técnica colombiana NTC 1299 (ASTM C 494) utiliza una clasificación específica para los aditivos en el concreto, los cuales brindan versatilidad en obra y así mitigar problemas presentados. Con el uso de cualquier aditivo se puede llegar a obtener más durabilidad, resistencia, evitar más fisuramiento, entre otras.

Decreto 948 de 1995 ministerio del medio ambiente El presente decreto tiene por objeto definir el marco de las acciones y los mecanismos administrativos de que disponen las

autoridades ambientales para regular y preservar la calidad del aire, y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente producido por la actividad realizada.

10. MARCO TEORICO

El sector de la construcción representa uno de los pilares de la economía colombiana con grandes ventajas competitivas, debido al fortalecido tejido empresarial conformado por la cadena de productos proveedores para el uso estructural como cemento, hormigón, acero estructural y otros, mejorando la productividad y valor agregado en sus condiciones, incentivando así la generación de inversión en nuevos proyectos de infraestructura, siendo uno de los principales generadores de empleo en el país, tal y como se refleja en el boletín del 07 de junio emitido por el DANE donde expone que “En abril de 2022, el número de ocupados en el total nacional fue 21.957 miles de personas. La Construcción como rama de actividad económica participó con el 6,9% de los ocupados”, así mismo presento un crecimiento con relación al mismo periodo de tiempo del año anterior del 1.0%.(DANE, 2022).

Cabe resaltar que para el 2020 el sector presento una disminución en sus indicadores debido al impacto generado por la pandemia de covid-19 lo que represento en un duro golpe al desarrollo de la economía tanto a nivel de generación de empleos como de inversión, alcanzando cifras alarmantes en el sector de la construcción con un indicador de -24.4% presentando un panorama retador para el 2021 y 2022, toda vez que se proyectaron metas ambiciosas con in incremento

anual en el PIB de edificaciones 14.8% para el 2021 y de 17.7% para el año 2022, teniendo en cuenta que este subsector comprende una participación total del 53% sobre el sector de la construcción total.

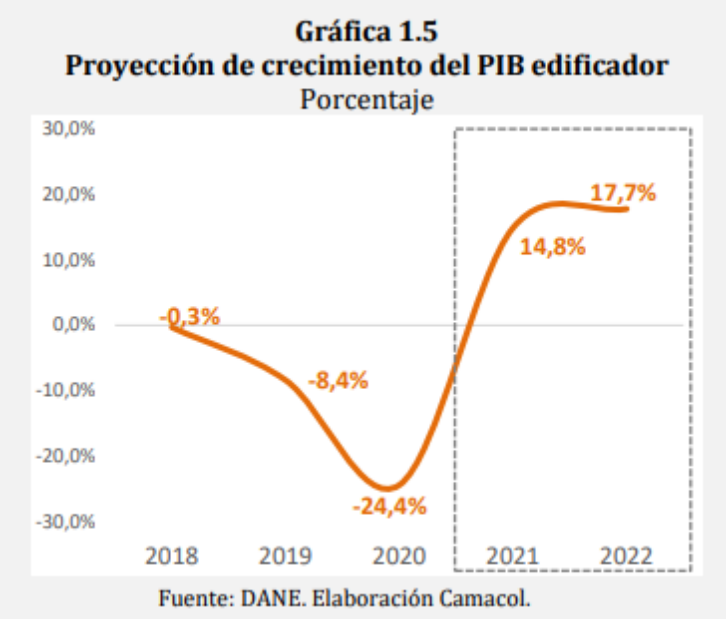


Ilustración 1. Proyección de crecimiento PIB 2021 – 2022 (CAMACOL, 2021a)

De acuerdo con los indicadores entregados por Camacol en el informe de junio 2022, nos muestra que, para el acumulado de los tres primeros trimestres, la construcción de edificaciones residenciales y no residenciales muestran un crecimiento importante del 7%, mientras que el PIB total lo hace en 10,3% lo que muestra una excelente dinámica de reactivación. Así muestran las estimaciones del PIB generadas por diferentes centros de investigación para el cierre de los años 2021 y 2022 proyectando crecimientos en el sector entre 7% y 9% para el 2021 y entre 3.5% y 4.5% para el 2022 tal como lo refleja la siguiente grafica.(CAMACOL, 2021a)

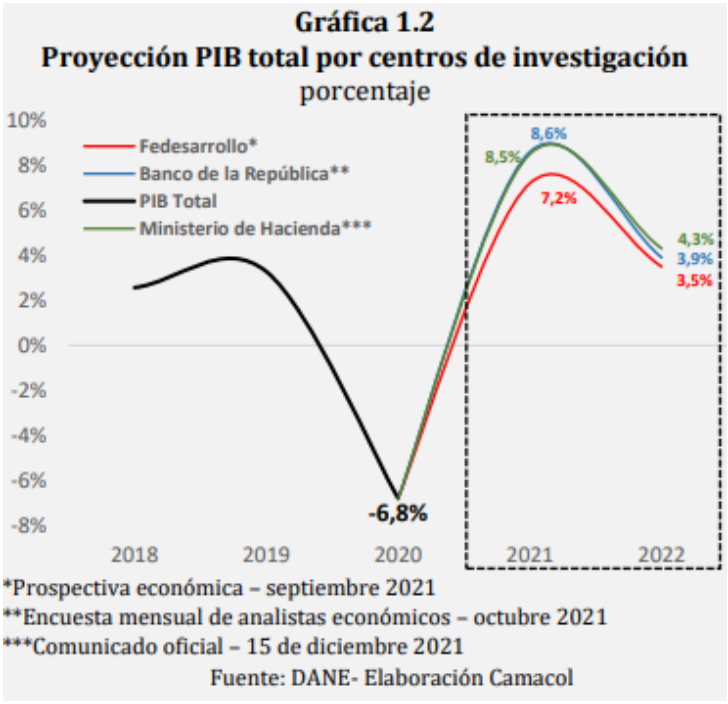


Ilustración 2. Proyección PIB centros de investigación 2021 – 2022(CAMACOL, 2021a)

Frente a este escenario positivo también se presentan inconvenientes en el precio de los materiales, esto debido a diferentes afectaciones de los mercados como el incremento de la inflación donde el año 2021 cerró con una inflación de 5,6%, la más alta en 5 años, y durante 2022 el DANE ha reportado tasas inflacionarias cada vez más altas, hasta llegar a 9,2% anual en abril. Impactando así las principales actividades productivas. La autoridad estadística colombiana señala que el Índice de Precios al Productor - IPP registró un incremento de 35,7% anual en el cuarto mes de 2022, frente a 16,5% en 2021, como lo muestra el informe de tendencias de la construcción de junio 2022.

Teniendo en cuenta los escenarios económicos recientes y el crecimiento en el sector de las edificaciones, el costo de los materiales utilizados para el desarrollo de los proyectos viene en aumento, impactando la viabilidad de los proyectos y más un conociendo las estimaciones presentadas por Camacol donde informan que cerca de 250mil Viviendas de Interés Social, ya prevendidas y próximas de entrar en su fase de construcción, podrían ser inviables si continúa el alza sin precedentes en el precio de los materiales de construcción.

De esta forma los índices de costos en el sector de la construcción presento su indicador más alto para el mes de septiembre 2021 con un 7.7% en su variación anual siendo el componente de materiales el que mostro mayor incremento con un indicador de 10.5%. lo que llama la atención son los niveles altos que registraron al cierre del año con un 6,9% para ICCV (Índice de Costos de Construcción de Vivienda) y 9,1% para los materiales de construcción.(CAMACOL, 2021b)

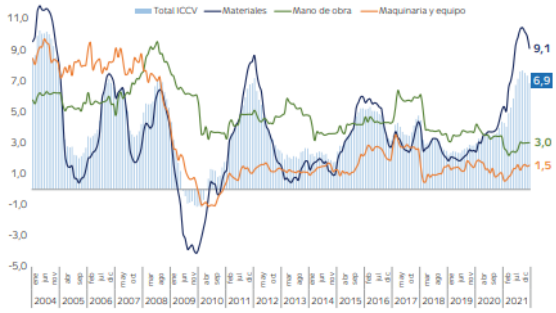


Ilustración 3. Incremento costo materiales indicador ICCV (CAMACOL, 2021b)

10.1 ADHESIVOS CERAMICOS

Los adhesivos cerámicos son mezclas cementícias adhesivas impermeables a base de una mezcla de materiales como cemento, arenas y aditivo en mezclas controladas. Adhiere sobre revoque a la cal, mortero, hormigón, bloques, elementos premoldeados, etc. Este producto es utilizado ampliamente en el sector de la construcción.

Estos adhesivos están regulados por la norma NTC 6050 la cual regula el uso de adhesivos de revestimientos, vigente desde el 2014 en el territorio nacional, clasificando los adhesivos de la siguiente forma:

CLASIFICACION Y DESIGNACION DE LOS ADHESIVOS EN LA NTC 6050		
CEMENTICIO (C)	*DISPERSION (D)*	*RESINAS REACTIVAS (R)*
Endurece por hidratación del cemento	*Endurece por secado*	*Endurece por reacción química*

Tabla 1.Clasificación de adhesivos según norma NTC 6050

https://maestros.com.co/buenas-practicas/norma-ntc-6050-todo-en-adhesivos-de-revestimiento/

La UNE EN 12004 distingue tres tipos de adhesivos:

- Adhesivo cementoso (C). Mezcla de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales, y aditivos orgánicos, que solo tiene que mezclarse con agua justo antes de su uso.
- Adhesivo en dispersión (D). Mezcla de conglomerante(s) orgánico(s) en forma de polímero en dispersión acuosa, aditivos orgánicos y cargas minerales, que se presenta lista para su uso.

- Adhesivo de resinas reactivas (R). Mezcla de resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales cuyo endurecimiento resulta de una reacción química. Están disponibles en forma de uno o más componentes.

Independiente de su identificación todo tipo de adhesivo debe contar con las siguientes características fundamentales.

- Adherencia inicial
- Adherencia tras inmersión en agua
- Adherencia tras envejecimiento con calor
- Adherencia tras ciclos de hielo- deshielo
- Tiempo abierto

Y su clasificación en la norma solo pueden ser 1 o 2 así:

CLASIFICACION	*DESCRIPCION*
1	*ADHESIVO NORMAL*
2	*ADHESIVO MEJORADO*

Tabla 2.Descripción de adhesivos según norma NTC 6050

https://maestros.com.co/buenas-practicas/norma-ntc-6050-todo-en-adhesivos-de-revestimiento/

De igual manera la norma NTC 6050 establece parámetros para los atributos del adhesivo, como lo son el tiempo de abierto máximo luego de ser utilizado y cumplir con una adherencia mínima de 0.5 Mpa.

TIPO DE PEGANTE	TIPO DE ENSAYO	NTC6050
C1 Adhesivo normal con absorción >6% en uso interior	tiempo abierto (20 min)	0,5Mpa 15% de absorción
	Ambiente	0,8Mpa Interior
	Inmersión	0,5Mpa Interior
C2 Adhesivo mejorado para todo tipo de revestimientos en uso exterior e interior	tiempo abierto (20 min)	0,5Mpa 15% de absorción
	Ambiente	1,0Mpa porcelánico
	Calor	0,5Mpa porcelánico
	Inmersión	0,5Mpa porcelánico

Tabla 3.Tipo de pegante adhesivo según norma NTC 6050

https://maestros.com.co/buenas-practicas/norma-ntc-6050-todo-en-adhesivos-de-revestimiento/

Para el desarrollo del producto producido por la planta se tomará como referencia un adhesivo cementicio (C) con características básicas (1) cumpliendo con lo establecido en la norma NTC 6050, cumpliendo con una mezcla optima esta debe contar con un porcentaje de humedad del 4%, y su tamaño de grano debe ser menor a 1.68 mm o malla No 12 y una densidad en el adhesivo del 0.85 Kg/m^3.

11. METODOLOGIA

Para el desarrollo de este proyecto se tomó como referencia la elaboración de la matriz QFD aplicada al desarrollo del diseño de la planta de producción de pegantes cerámicos, partiendo de los requerimientos planteados por el cliente, así como los criterios de diseño que se establecieron para la correcta implementación.

De esta manera establecimos las necesidades prioritarias y el tipo de metodología para desarrollar el proyecto, la cual dividiremos en dos procesos:

- **Selección de equipos**

En este proceso nos enfocaremos en seleccionar los equipos utilizados en el mercado para el desarrollo de los procesos en la planta, lo que contribuirá a la reducción de costos de diseño y optimización del tiempo de entrega del proyecto.

- **Diseño del sistema de dosificación de la planta**

Para el proceso de diseño y una vez seleccionado los equipos complementarios, nos enfocaremos en el dimensionamiento de los componentes que corresponden al sistema de dosificación de la mezcla con el fin de obtener un producto de alta calidad.

11.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Como parte del montaje de la planta es necesario tener en cuenta una serie de equipos que complementan el proceso de generación de pegantes cerámicos, que para este caso lo denominaremos equipos complementarios, toda vez que su nivel de importancia dentro de la línea de producción es indispensable en cada una de las etapas. A continuación, detallaremos cada uno de ellos de acuerdo con lo relacionado en la ilustración 4 - línea de producción de adhesivos cerámicos y en la tabla 4 detalle de equipos complementarios.

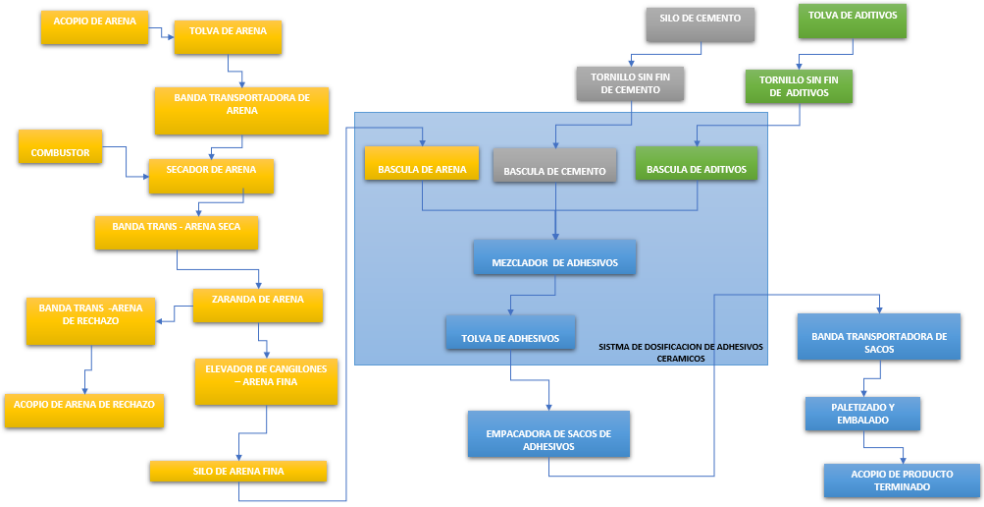


Ilustración 4. línea de producción de adhesivos cerámicos

Listado de equipos y dimensionamiento - Produccion 10 Ton / Hora		
Proceso	Iter	Elemento
Alimentacion Arena	1	Patio de Arena
Alimentacion Arena	2	Cargador Frontal
Alimentacion Arena	3	Tolva de arena
Alimentacion Arena	4	Banda de arena
Secado y clasificacion	5	Secador de arena
Secado y clasificacion	6	banda de cargue criba
Secado y clasificacion	7	Zaranda de Arena
Secado y clasificacion	8	Banda de arena fina
Secado y clasificacion	9	Banda de arena de rechazo
Secado y clasificacion	10	Elevador de cangilones
Precargue materias primas	11	Silo de arena fina
Precargue materias primas	12	Silo de cemento
Precargue materias primas	13	Tornillo sin fin de arena
Precargue materias primas	14	Tornillo sin fin de cemento
Precargue materias primas	15	Tolva de aditivos
Precargue materias primas	16	Sin fin de aditivos
Dosificado	17	Bascula de arena
Dosificado	18	Bascula de cemento
Dosificado	19	Bascula de aditivos
Dosificado	20	Mezclador
Dosificado	21	Tolva de Mortero
Empaque y almacenamiento	22	Empacadora
Empaque y almacenamiento	23	Estibado
Empaque y almacenamiento	24	Montacarga
Empaque y almacenamiento	25	Bodega de Almacenamiento

Tabla 4.Relación de equipos planta de pegantes cerámicos

11.1.1 PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE ARENA

11.1.1.1 CARGADOR FRONTAL

Los cargadores frontales son maquinarias utilizadas para manipular cargas y acarreo de material en espacios reducidos, muy utilizados en el sector de la construcción y en el sector minero, su funcionalidad depende de la capacidad de la pala dependiendo de la cantidad de material a mover. Se recomienda usar el cargador CAT 914.



Ilustración 5. Cargador frontal CAT914 catalogo caterpillar

11.1.1.2TOLVA DE ARENA

Las tolvas son contenedores que tiene como finalidad almacenar y encausar el material ya sea grava, mortero o arena en este caso puntual, debido a las propiedades de la arena es común que

cuente con un vibrador que busca evitar que el material se adhiera a las paredes de la tolva.

La capacidad de la tolva para este proceso debe ser de 2 tonelada que es la misma que tiene la pala del cargador CAT 914



Ilustración 6- Tolva arena base

11.1.1.3BANDAS DE ARENA

Son bandas transportadoras fabricadas generalmente en perfil tipo C, las cuales dependiendo de su longitud cuando es muy larga se debe hacer una estructura tipo cercha. Como tal la banda es fabricada en caucho reforzado con una malla de acero, dependiendo de su inclinación cambia el tipo de superficie, para los casos que supere los 25° se debe utilizar caucho tipo CHEVRON el cual consiste en un labrado con relieve para evitar que se deslice el material. Para este proceso se requiere una banda de 17.75 metros de largo y con una

inclinación de 23° que tenga la capacidad de transportar 13 toneladas por hora, debe estar diseñanada bajo la norma ANSI/CEMA para cintas transportadoras de agregados.



Ilustración 7. Modelo CAD Banda transportadora de arena base

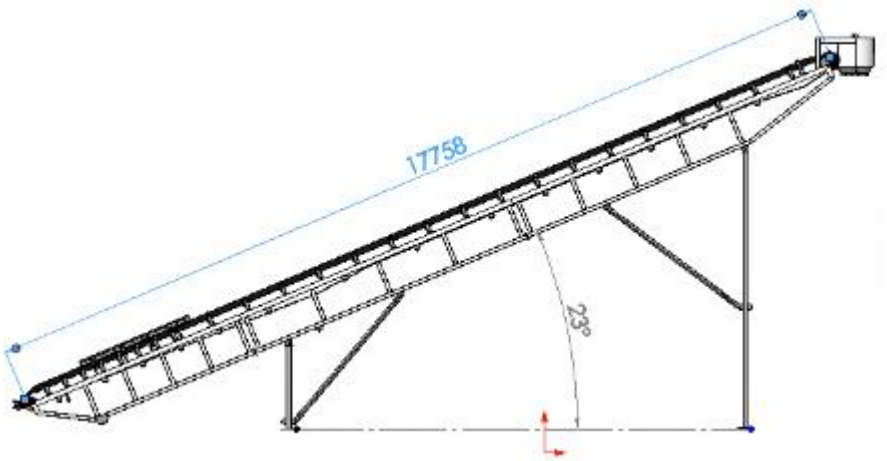


Ilustración 8. Modelo CAD banda de arena base (Dimensiones en mm)

11.1.2 SECADO Y CLASIFICACIÓN

En este punto iniciamos con el proceso de secado y clasificación del material, proceso de gran importancia teniendo en cuenta el punto de calidad de la arena en la mezcla final el cual se obtiene con un adecuado proceso de secado y tamizado a la arena.

11.1.2.1 HORNO SECADOR DE ARENA

Para el proceso de secado utilizaremos un horno de secado rotativo debido a su funcionamiento que busca un mejor resultado en el secado de la arena, la eficiencia de este tipo de secadores se encuentra en la diferencia de temperaturas de entrada y salida buscando un proceso de transferencia de calor por medio de dispositivos elevadores y la velocidad de rotación del cuerpo cilindro del secador contemplando el tiempo de residencia de las partículas dentro del secador y la velocidad de evaporación del agua de las partículas del material. Este se selecciona con base al estudio realizado en (JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, 2019), en el cual se evaluaron distintos tipos de secadores encontrado el mejor resultado en el horno de secado rotativo para este tipo de procesos.



Ilustración 9. Horno secador rotativo catalogo DIRECT INDUSTRY

DIRECT INDUSTRY, Secador rotativo [en línea] 14 de marzo del 2.011, [Citado 23 de mayo del 2018], Disponible en <http://www.directindustry-china.cn/prod/arcen-engenharia-s-a/product-56888-1667658.html>

Para el caso de la planta de adhesivos desarrollada en este proyecto, la capacidad de secado debe ser de 10 toneladas /hora y que garantice a la salida una humedad máxima de 8%. Debe venir con su sistema colector de aire caliente y control de polución de finos.

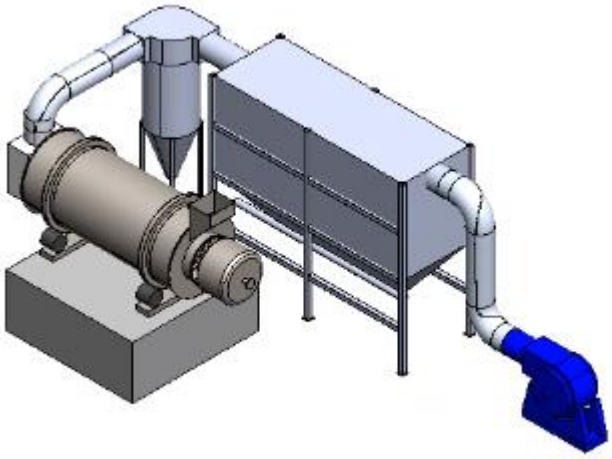


Ilustración 10. Modelamiento CAD horno de secado rotativo para arena

11.1.2.2 LINEA DE CLASIFICACION DE ARENA

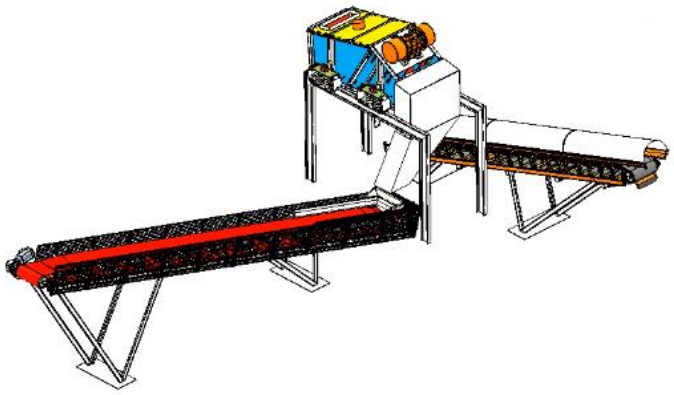


Ilustración 11. Modelo CAD Modulo de linea de clasificacion de arena

11.1.2.3 ZARANDA DE ARENA

Es una malla de tramado fina utilizado para refinar la arena posterior al proceso de secado, con el fin de obtener un grano fino para la mezcla final. Para este caso se necesita un equipo de alta frecuencia con un resultado de clasificación de malla n° 12 (1.68mm) y una producción de 10 ton/hora

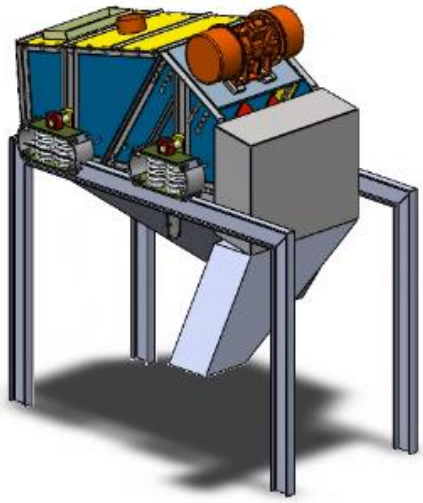


Ilustración 12. Modelo CAD criba/zaranda de arena

11.1.2.4 BANDA DE ARENA FINA

Esta banda transportadora sale de la criba, en la cual se utiliza como base una banda tradicional, determinando el ancho que permita el transporte del material de forma óptima; debido a la importancia del proceso anterior de secado, es de vital importancia que la banda

este sellada o cubierta, con el fin de evitar contratiempos y contaminación del material por lluvia o humedad del ambiente. Para este proceso se requiere una banda de 7 metros de largo y con una inclinación de 18° que tenga la capacidad de transportar 10 toneladas por hora.

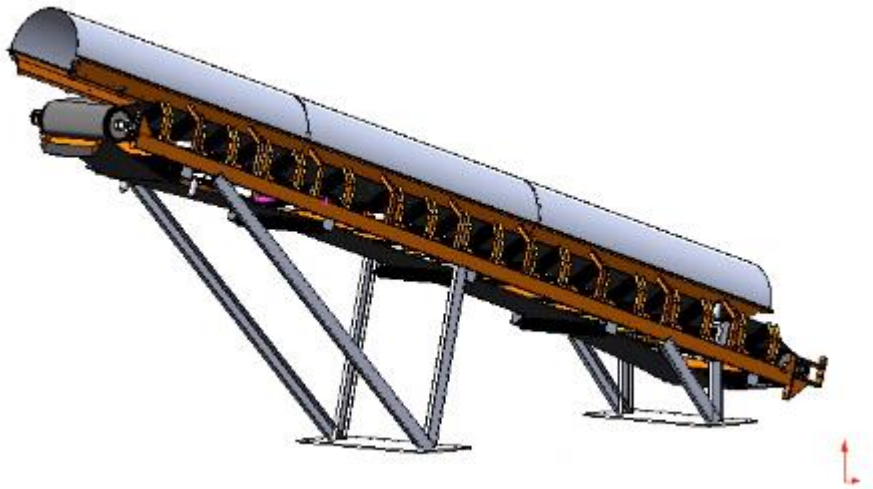


Ilustración 13. Modelo CAD banda transportadora de arena tamizada

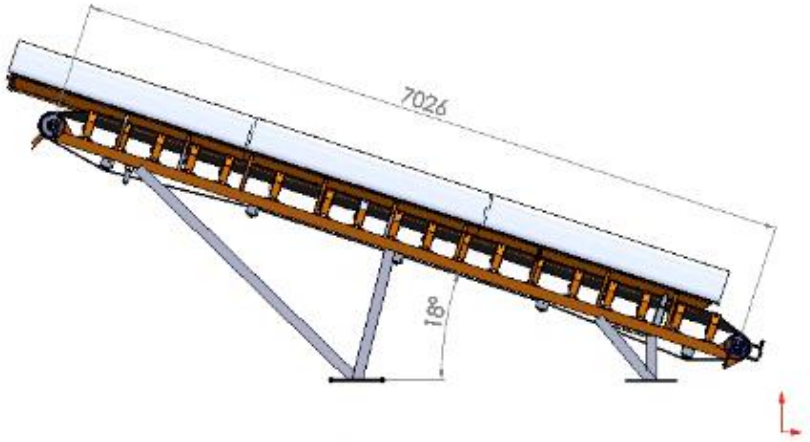


Ilustración 14. Dimensiones banda de arena fina (mm)

11.1.2.5 BANDA DE ARENA DE RECHAZO

Esta banda se encarga de transportar el material rechazado posterior al proceso de selección en la criba, Para este proceso se requiere una banda de 10.23 metros de largo y con una inclinación de 16° que tenga la capacidad de transportar 5 toneladas por hora.

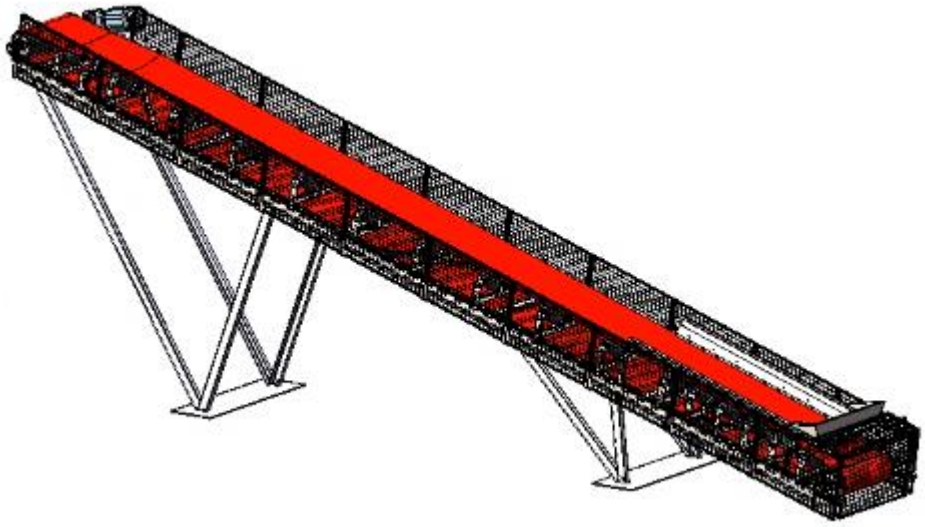


Ilustración 15. Modelo CAD banda de arena de rechazo

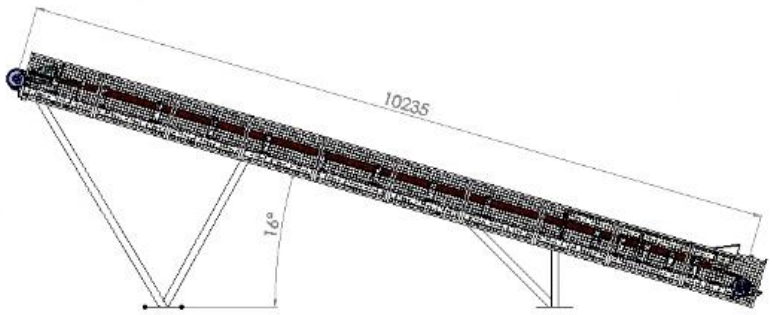


Ilustración 16. Dimensiones (mm) banda arena de rechazo de material

11.1.3 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

11.1.3.1 ELEVADOR DE CANGILONES

El elevador de cangilones es un mecanismo utilizado para transportar verticalmente material granulado, fundamental en el proceso para elevar la arena fina a los silos de almacenamiento. Este mecanismo consta de un dispositivo de tracción a través de una banda o cadena en las que se ubican los cangilones movilizados alrededor de una tambora motriz, cubierta por una estructura metálica como protección del mecanismo. El sistema de propulsión del mecanismo está ubicado en la parte superior generando un funcionamiento de manera continua, alimentado por la banda de arena fina. El mecanismo requerido para este proceso debe tener una altura de 13.45 metros

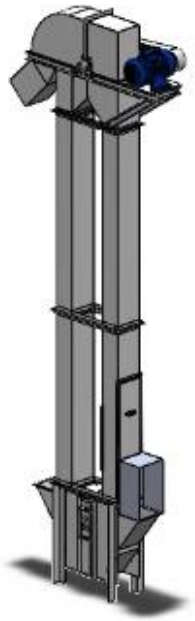


Ilustración 17. Modelo CAD elevador de cangilones

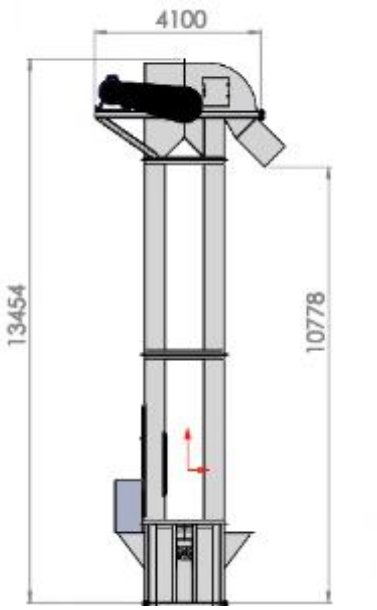


Ilustración 18. Modelo dimensionado (mm) elevador de cangilones

11.1.3.2 SILOS ARENA FINA Y CEMENTO

Los silos son contenedores cilíndricos para almacenar materias primas granuladas en los cuales el material se guarda y protege de humedad u otros agentes que puedan afectar las propiedades necesarias para el producto. Para nuestro caso serán los encargados de almacenar los componentes utilizados para la fabricación del adhesivo cerámico, tales como arena y cemento. Para el desarrollo de este proyecto se requiere silos con una capacidad de 50m3 y con una capacidad de almacenamiento con una densidad de (1600Kg/m3), para la arena lo que representa una capacidad total de 80 toneladas, para el silo de cemento la densidad que se maneja es de (1300Kg/ m3), para una capacidad total de 65 toneladas.



Ilustración 19. Silos de almacenamiento de arena y cemento Modelo CAD

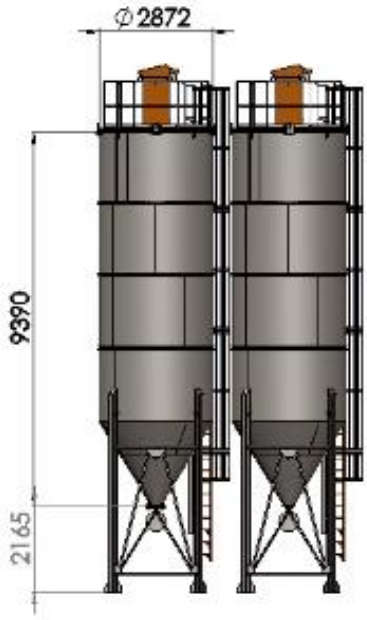


Ilustración 20. Silos de almacenamiento (dimensiones en mm)

11.1.3.3 TORNILLO SINFIN DE ARENA, CEMENTO Y ADITIVOS

El tornillo sinfín es utilizado para el transporte del material hacia los silos de almacenamiento, generalmente fabricados en tubería estructural y deben trabajar a menos de 45° de inclinación, de igual manera y dependiendo del material a mover es necesario que sus aspas sean gruesas y de material más resistente con el fin de evitar la abrasión. Para este proyecto se requiere:

- Un sinfín de arena de 9.7m longitud con un grado de inclinación de 40° y una capacidad de transporte 10 ton/hora.
- Un sinfín de cemento de 9.4m longitud con un grado de inclinación de 40° y una capacidad de transporte 3 ton/hora.
- Un sinfín de cemento de 1m longitud y una capacidad de transporte 200 K/hora



Ilustración 21. Modelado CAD Sinfin de cemento

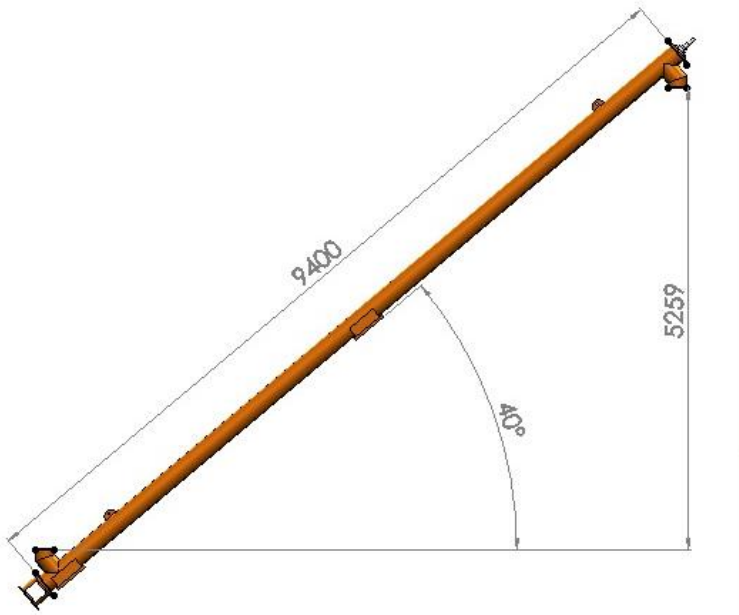


Ilustración 22. dimensiones en mm sinfin de cemento

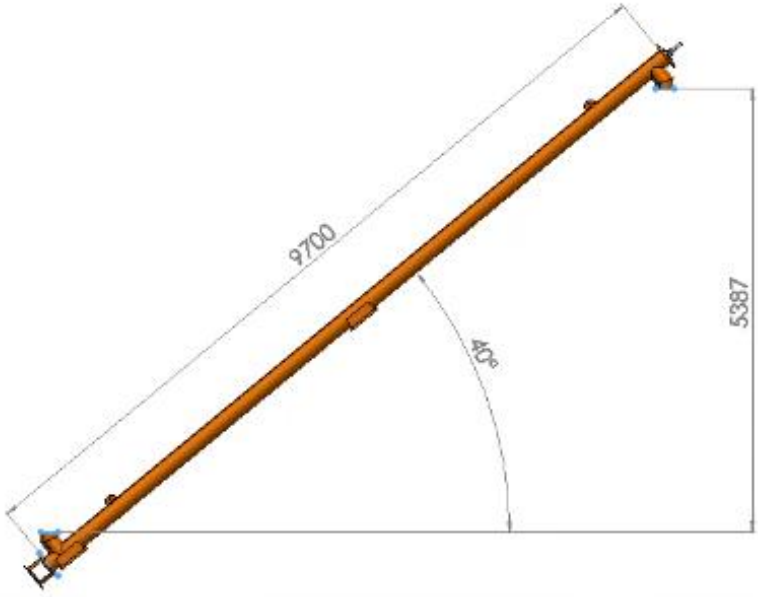


Ilustración 23. Dimensiones en mm sinfin de arena

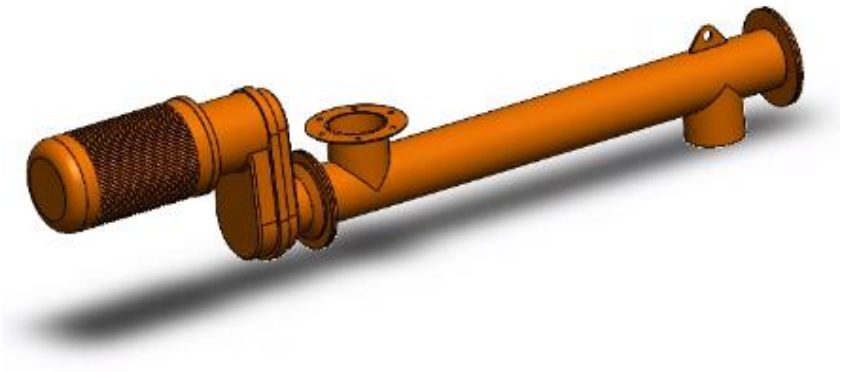


Ilustración 24. Modelado CAD sinfin de aditivos

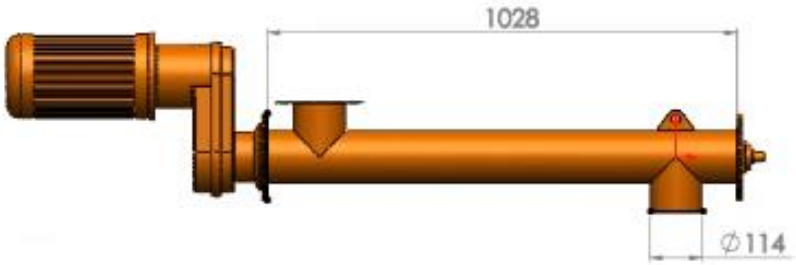


Ilustración 25. Dimensiones en mm sinfin de aditivos

11.1.3.4 TOLVA DE ADITIVOS

Teniendo en cuenta que este es el material de menor porcentaje en la mezcla la tolva que se utilizará para su almacenamiento será de menor tamaño con relación a la de arena o la de cemento, pero cumpliendo con el mismo objetivo de almacenar el material previo al transporte por el tornillo sinfín. La capacidad de la tolva para este proceso debe ser de 200 kg/hora de almacenamiento.

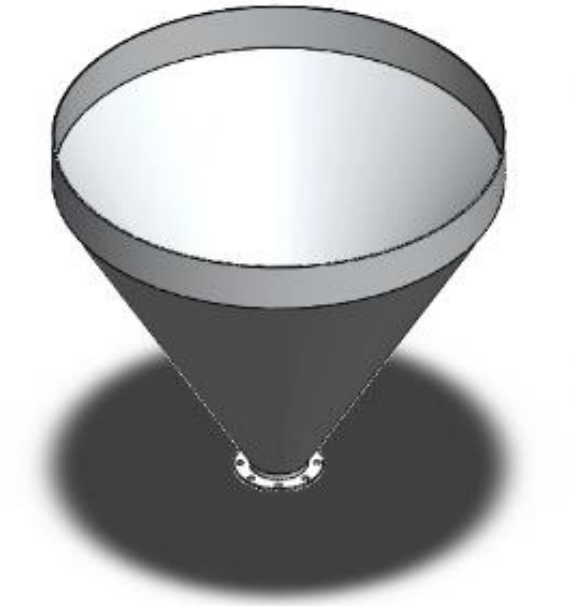


Ilustración 26. Tolva de aditivos

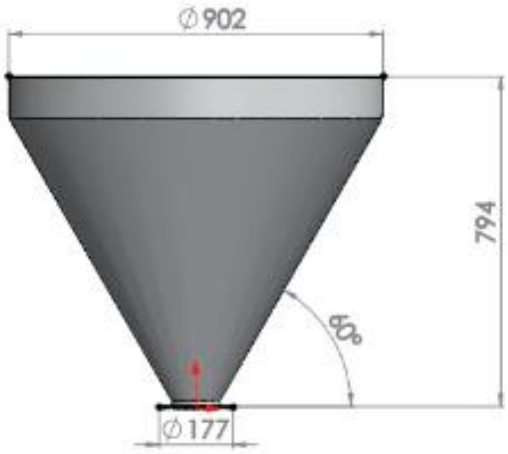


Ilustración 27. dimensiones en mm de tolva de aditivos

A partir de este punto conoceremos los equipos necesarios para el proceso final de una planta de producción de pegantes cerámicos, en el proceso de dosificado y empaque.

11.1.4 SISTEMA DE DOSIFICADO

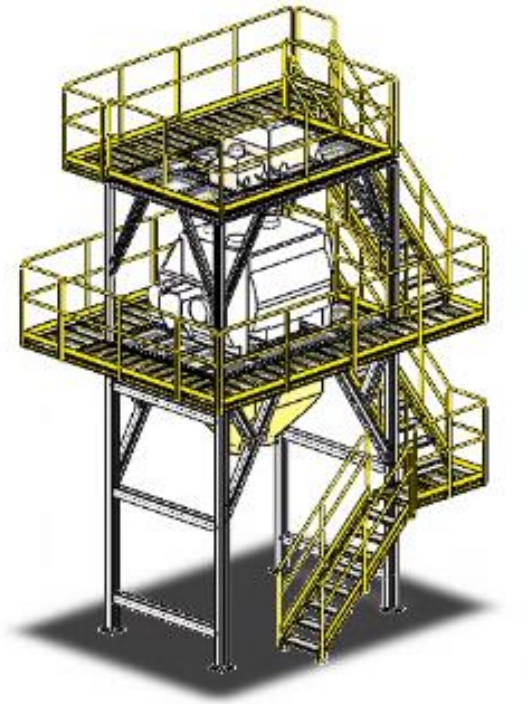


Ilustración 28. Imagen general del sistema de dosificado

11.1.4.1 MEZCLADOR PARA MEZCLAS SECAS – 1 TONELADA EFECTIVA

Existen dos tipos de mezcladores más comunes en el mercado, el planetario que va desde 10 hasta 4000 litros de hormigón vibrado, utilizado desde pequeños procesos hasta grandes plantas de producción siendo las mezcladoras planetarias SICOMA-OMG quienes generan una mezcla más homogénea; igualmente tenemos el mezclador de doble eje horizontal el cual utilizado con excelentes prestaciones para producción de hormigo premezclado.

Para el desarrollo del proyecto se utilizará un mezclador para mezclas secas de doble eje con paleta mezcladora, cuanta con dos contadores con eje de rotación que se encuentran equipadas con diez palas, que se superponen a raíz de la unidad impulsada, generando la fuerza centrífuga durante la rotación de alta velocidad, derramando el material a la parte superior del barril, luego la caída de material.

Impulsada por las hojas, el material se mezcla de ida y vuelta; También cortado y separado por el acoplamiento espacio entre los dos ejes; Rápido y uniformemente mezclado en el extremo.



Ilustración 29. Detalle interno mezclador de mezcla seca

https://es.made-in-china.com/co_blender1985/product_Heavy-Duty-Mixer-Equipment-WZL-_hgsihiirg.html

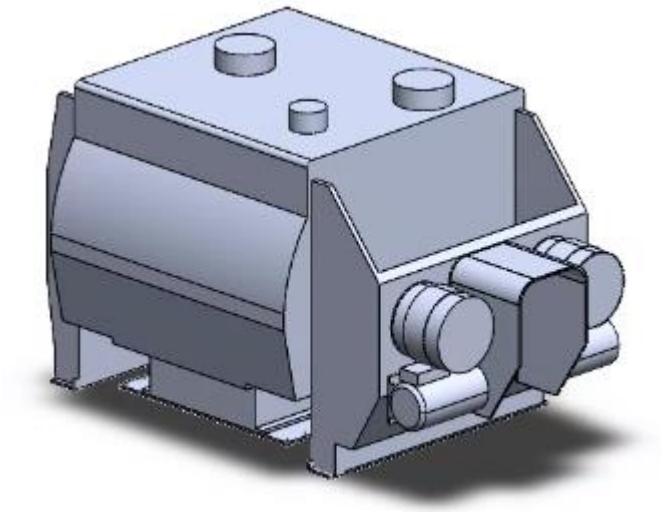


Ilustración 30. Modelo CAD mezclador

11.1.4.2 TOLVA DE ADHESIVOS

Esta tolva es el punto de almacenamiento que recibe el producto una vez sale del mezclador previo al proceso de empaque y alistamiento, también es conocida como tolva de paso.

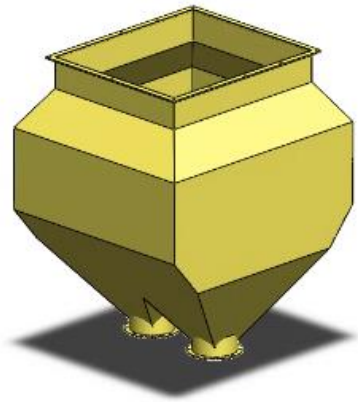


Ilustración 31. Modelado CAD tolva adhesivo

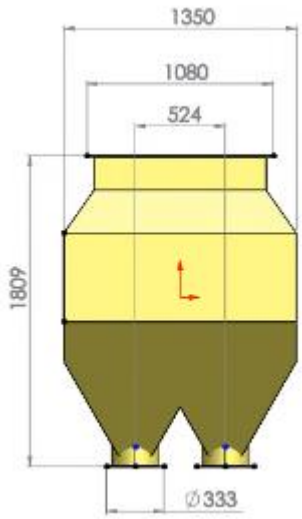


Ilustración 32. dimensiones en mm de tolva de aditivos

11.1.4.3 EMPACADORA

Para el proceso de empaque del producto final, se requiere una maquina empacadora con la capacidad de dosificar bultos de 25 kilos de adhesivo cerámico cementoso.

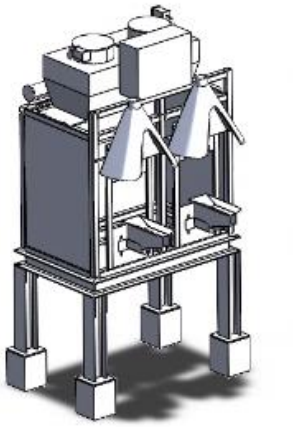


Ilustración 33. Maquina empacadora capacidad de sacos de 25k

11.1.4.4 BANDAS DE LINEA DE EMPAQUE

Para el traslado de los sacos de material obtenidos en el proceso de empaque, es necesario un sistema de bandas transportadoras para su almacenamiento y bodegaje, para ello es necesario una banda horizontal de 1.3 m de longitud, una banda inclinada de 3.15 m y 10° de inclinación y finalizando la línea una banda de rodillos.

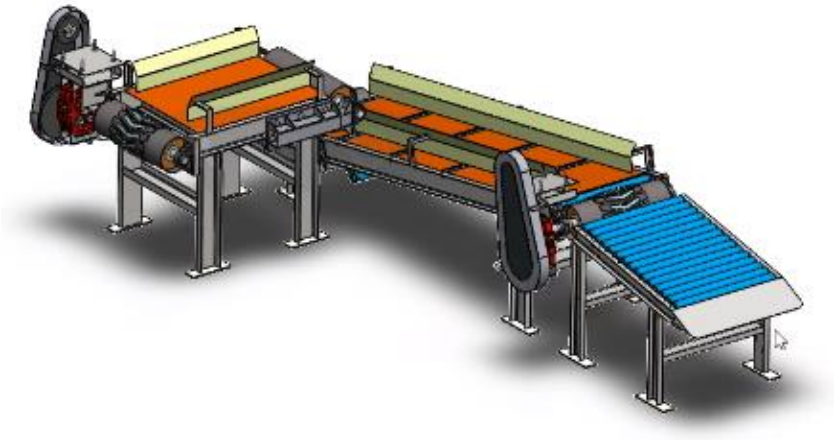


Ilustración 34.Bandas de lineas de empaque

11.1.4.5 MONTACARGA

Se requiere un montacarga con capacidad de carga de 3 toneladas para transportar material estibado.



Ilustración 35. Montacarga CAT catalogo caterpillar

12. DISEÑO SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADHESIVOS CERAMICOS

El sistema de dosificación de adhesivos es la encargada de pesar cada uno de los materiales del adhesivo cerámico y mezclarlo con un equipo especializado en homogenizar el producto y por último almacenarlo antes de ser empacado.

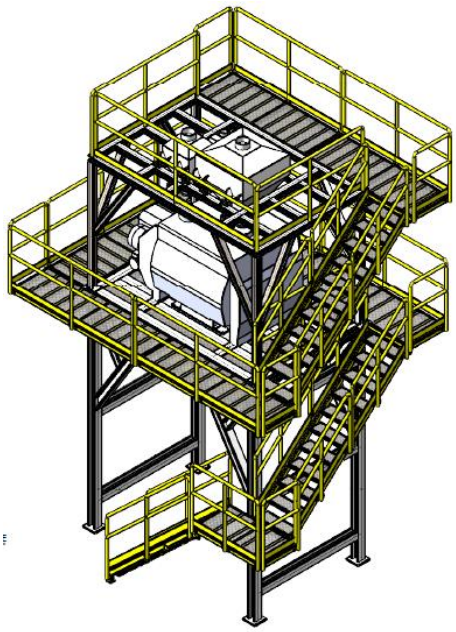


Ilustración 36.Isométrico de torre de sistema de dosificación de adhesivos.

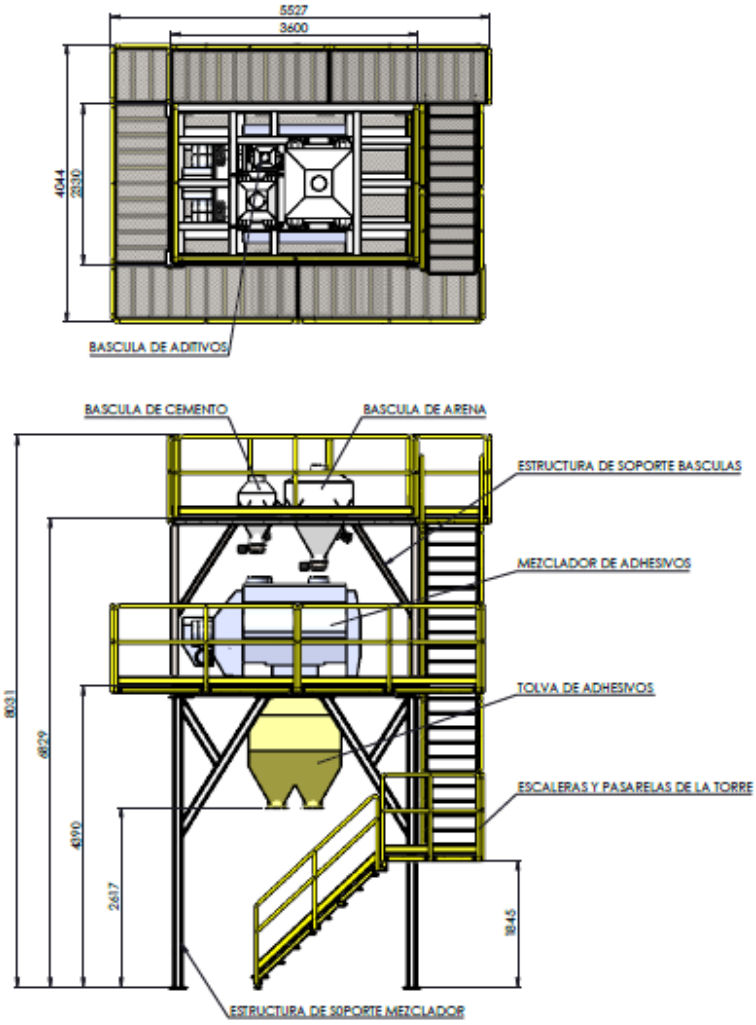


Ilustración 37. Dimensiones generales de torre de sistema de dosificación de adhesivos

El sistema de dosificación de adhesivos se conforma de una estructura donde se encuentran las basculas de pesaje, y el sistema de mezclado y almacenamiento de producto terminado. Esta torre se conforma por:

- Bascula de arena
- Bascula de cemento
- Bascula de aditivos
- Mezclador doble eje
- Tolva de adhesivos
- Estructura de soporte basculas.
- Estructura de soporte de mezclador.
- Escaleras y pasarelas de acceso de la torre.

12.1 BASCULAS Y TOLVAS

En la planta de dosificación de adhesivo se utilizan 3 tipos de materias primas: arena fina, cemento y aditivo. Por lo tanto, se requieren de 3 basculas que pesen las cantidades de materiales para la correcta mezcla del adhesivo cerámico. Dicha cantidad está determinada por las proporciones establecidas para fabricar un adhesivo tipo C1.

Adhesivo Cerámico Tipo C1 Cantidad x Tonelada		
Arena fina	*Cemento*	*Aditivo*
798 Kg	*200 Kg*	*2 Kg*

Tabla 5.Proporciones para 1 Tonelada Adhesivo Cerámico Tipo C1

Teniendo en cuenta que se van a hacer entregas de 1 tonelada, de acuerdo con la capacidad del mezclador, el volumen mínimo que debe tener cada báscula es:

	Masa (Kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen (m3)
Arena	798	1600	0,5
Cemento	200	1300	0,15
Aditivo	2	800	0,003

Tabla 6.Capacidad mínima de volumen por cada bascula

Sin embargo, hay que contemplar otros factores, como el ángulo de rozamiento interno de la arena, el cemento y el aditivo.

También el ángulo de reposo es el ángulo máximo con que un montículo de suelo se mantiene estable sin que se produzca una falla por deslizamiento (Rodas & Rousé, 2010). Este ángulo es muy importante en la definición de la báscula, ya que, si en la báscula se generan ángulos menores al ángulo de deslizamiento del material, éste no se deslizará y, por lo tanto, se acumulará dentro de la tolva, haciendo que el remanente que no baje de las basculas descalibre los equipos y/o genere errores en las mediciones del peso. Este también nos muestra la forma de llenado de las basculas y como dejaran espacios internos sin llenar lo que nos indica que debemos contemplar un volumen adicional al mínimo requerido por la fórmula de la mezcla.

	Volumen (m3)	Volumen + 25% (m3)
Arena	0,5	0,62
Cemento	0,15	0,19
Aditivo	0,003	0,004

Tabla 7.Capacidad real de volumen por cada bascula

12.2 DISEÑO DE LAS BASCULAS Y TOLVA

Las presiones que se generan en las caras de las tolvas se calcularon teniendo en cuenta la norma UNE-ENV 1991-4, apartado 4, (silos y tanques), del Eurocódigo 1 (EUROPEAN COMMITTE FOR STANDARDIZATION, 2006). En las cuales se clasifican las cargas que actúan sobre las paredes verticales, y cargas sobre las paredes inclinadas de una tolva. (Campillo, 2016)

12.2.1 CARGAS EN LAS PAREDES VERTICALES

Para las cargas en las paredes verticales las basculas con caras planas como las de este proyecto se consideran tres tipos de presiones de llenado: La presión horizontal p_{hf}, presión por fricción p_{wf} y la presión vertical p_{vf}, las cuales se calculan según el método indicado en el apartado 5.2.2.1 del Eurocódigo 1.

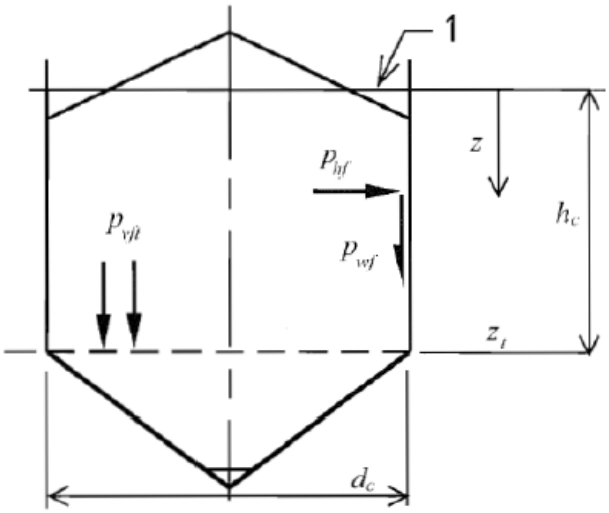


Ilustración 38. Presiones de llenado en paredes verticales (Campillo, 2016)

La expresión 5.1, de la norma nos indica cual es la presión horizontal sobre las paredes y se calcula como:

$$p_{hf}(z) = p_{ho} y_J(z)$$

En la cual

$$p_{ho} = \gamma K z_0$$

$$z_0 = \frac{1}{K\mu}\frac{A}{U}$$

$$y_J(z) = 1 - e^{-z/z_0}$$

Donde:

γ *es el peso específico del material a almacenar, en este caso la arena.*

μ *es el coeficiente de rozamiento entre el material y la pared de la tolva.*

K es un valor característico de la relación de presión lateral.

z es la distancia bajo la superficie equivalente del solido 21.

A es el área de la sección transversal de la tolva.

U es el perímetro interno de la sección transversal de la tolva.

Bascula de Arena - Datos Base		
Propiedad	Valor	Referencia
γ	16 KN/m^3	N/A
μ	0,44	(Anexo 1, pg. 99)(Anexo 1, pg. 99)
K	0,49	(Anexo 1, pg. 99)(Anexo 1, pg. 99)
A	0,37 m^3	N/A
U	2,75 m	N/A
z	0,37 m	N/A

Tabla 8. Datos iniciales para cálculo de presiones verticales en báscula de arena

Factores	
Ph_0	4,89 KN/m^2
z_0	0,62 m
$Y_J(Z)$	0,553

Tabla 9. Factores para el cálculo de presiones verticales en báscula de arena

La presión será evaluada en z= 0,37m, que es la zona de transición entre la pared vertical y la pared inclinada de la tolva, ya que allí se dará el mayor valor. Por lo tanto, la presión horizontal es:

$$p_{hf}(z) = 2{,}70\ KN/m^2$$

La presión debido a la fricción se calcula siguiendo la expresión 5.2 del Eurocódigo:

$$p_{wf}(z) = \mu p_{ho} y_J(z)$$

Por lo tanto:

$$p_{wf}(z) = 1{,}19\ KN/m^2$$

Para determinar el valor de la presión vertical ejercida por el material, se utiliza la expresión 5.3 de la norma.

$$p_{vf}(z) = \frac{p_{ho}}{K} y_J(z)$$

Por lo tanto:

$$p_{vf}(z) = 5{,}52\ KN/m^2$$

Con los resultados de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas de la báscula para arena se procede a realizar una simulación por elementos finitos.

Los parámetros para el análisis son:

Datos de Entrada	
Material	Acero A-36
Tipo	Lamina HR
Espesor	4,76 mm

Tabla 10. Parámetros para simulación de báscula

Este análisis se realiza con el software Solidworks en el módulo de simulación para análisis estático:

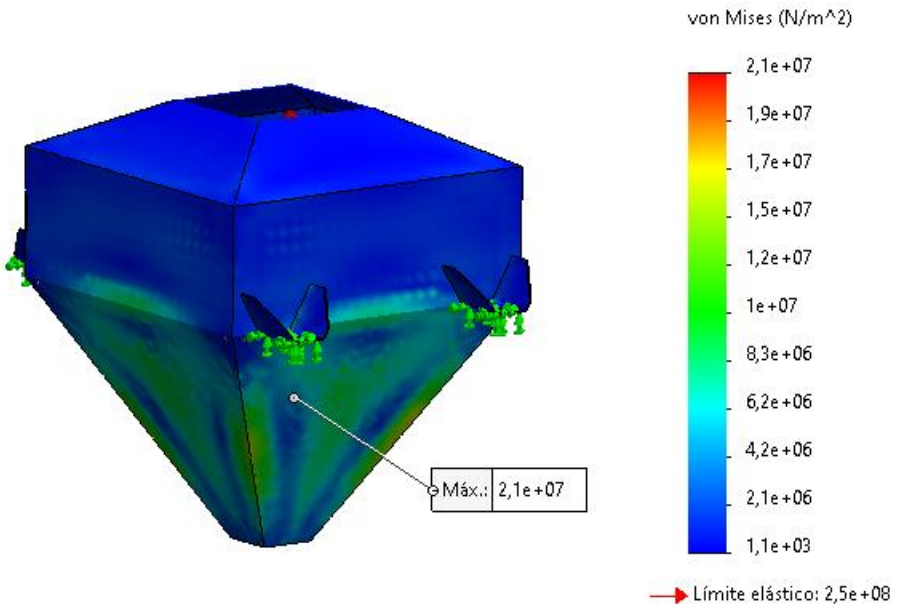


Ilustración 39. Análisis de esfuerzos según presiones en caras laterales. Bascula de arena

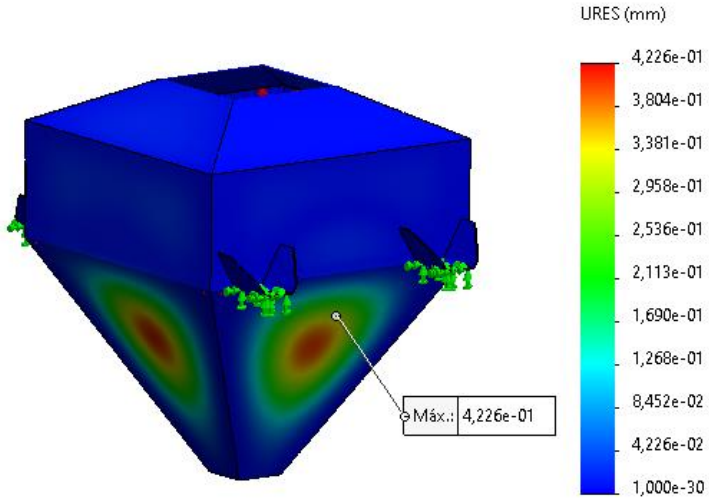


Ilustración 40.Análisis de deformación máxima en caras laterales con la presión calculada. Bascula de arena.

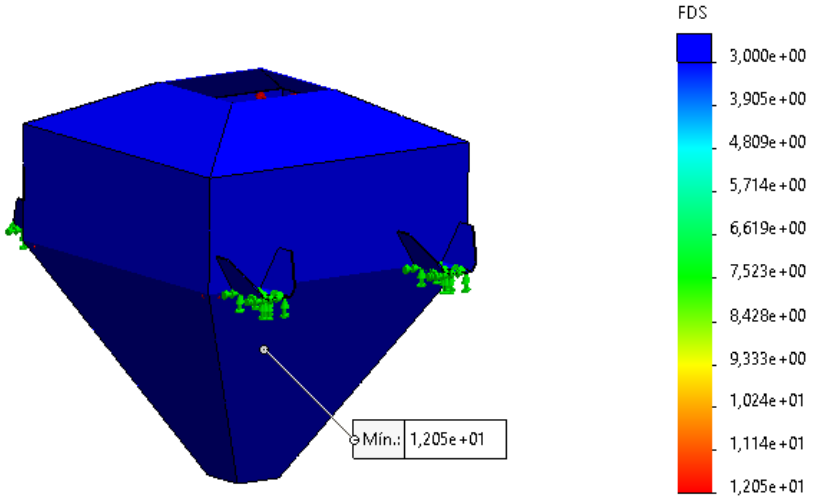


Ilustración 41. Análisis de Factor de seguridad mínimo en caras laterales. Bascula de arena.

De acuerdo con los análisis realizados, se obtiene que la deformación máxima es de 0,43 mm y se presenta en el centro de la cara inclinada de la tolva. (Imagen 41). También se observa que el esfuerzo máximo es de 21 MPa y se presenta en los apoyos de la báscula. Estos valores son admisibles, ya que el límite de fluencia para el acero A36 es de 250MPa, por lo tanto, tenemos un factor de seguridad mínimo es de 12.

12.2.2 CARGAS EN LAS PAREDES INCLINADAS

Para calcular las presiones que se generan en la zona de las láminas inclinadas, se utilizan las expresiones del anexo G, del Eurocódigo 1.

Inicialmente se calcula la presión normal (Pn), utilizando la ecuación G.4 de la norma, la cual es:

$$P_n = P_{n3} + P_{n2} + (P_{n1} - P_{n2})\frac{X}{l_h}$$

en donde:

$$P_{n1} = P_{vf}(C_b sin^2\beta + cos^2\beta)$$

$$P_{n2} = P_{vf} C_b sin^2\beta$$

$$P_{n3} = 3{,}0\frac{A}{U}\frac{\gamma K}{\sqrt{\mu_h}}$$

β es el ángulo de inclinación con la vertical

x es una longitud entre 0 y l_h

Pn^1 *y* Pn^2 definen las presiones debido a la presión vertical del material almacenado en la zona de transición

Pn^3 es la presión en la tolva debido al sólido almacenado en la zona de paredes inclinadas

C_b es el coeficiente de mayoración en el fondo de la tolva

P_{vf} es la presión vertical ejercida por el sólido almacenado

μ_h es el coeficiente de rozamiento entre el material y la pared de la tolva. (Coeficiente mínimo)

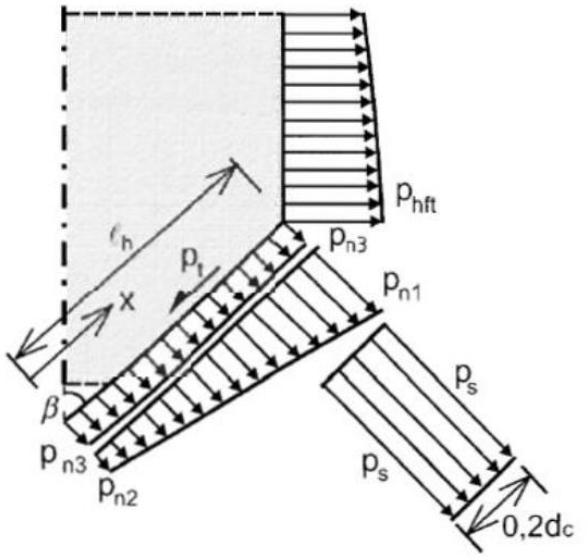


Ilustración 42. Presiones en las paredes inclinadas de una tolva

Propiedad	Valor	Referencia
Pv_f	5,52 KN/m^3	N/A
μ_h	0,33	(Anexo 1, pg. 99)(Anexo 1, pg. 99)
K	0,4	(Anexo 1, pg. 99)(Anexo 1, pg. 99)
C_b^{iii}	1,3	N/A
β	60°	N/A

Tabla 11. Datos iniciales para el cálculo de la presión en caras inclinadas

P_{n1}	5,67
P_{n2}	0,67
P_{n3}	5,51

Tabla 12. Presiones en sección inclinada de báscula

Para el cálculo de la presión normal, se toman dos distancias x=lh con la cual se determina la presión de transición, y x=0, para determinar la presión en el vértice de la tolva. De acuerdo con esto las presiones obtenidas son:

Presiones normales en las caras inclinadas	
P_n $[KN/m^2]$	x
11,18	$x = l_h$
6,18	$x = 0$

Tabla 13. Presiones normales en paredes inclinadas

Adicionalmente, se debe calcular la presión de fricción mediante la expresión G.8 del Eurocódigo 1, la cual es**:**

$$Pt = Pn\mu h = 3.69\ KN/m^2$$

En este caso, se toma el valor Pn máximo obtenido (x=lh).

Teniendo en cuenta las presiones calculadas en la sección inclinada de la báscula, se procede a realizar un análisis estructural con los mismos parámetros iniciales, utilizados para el análisis en las paredes verticales.

Dicha simulación muestra los siguientes resultados:

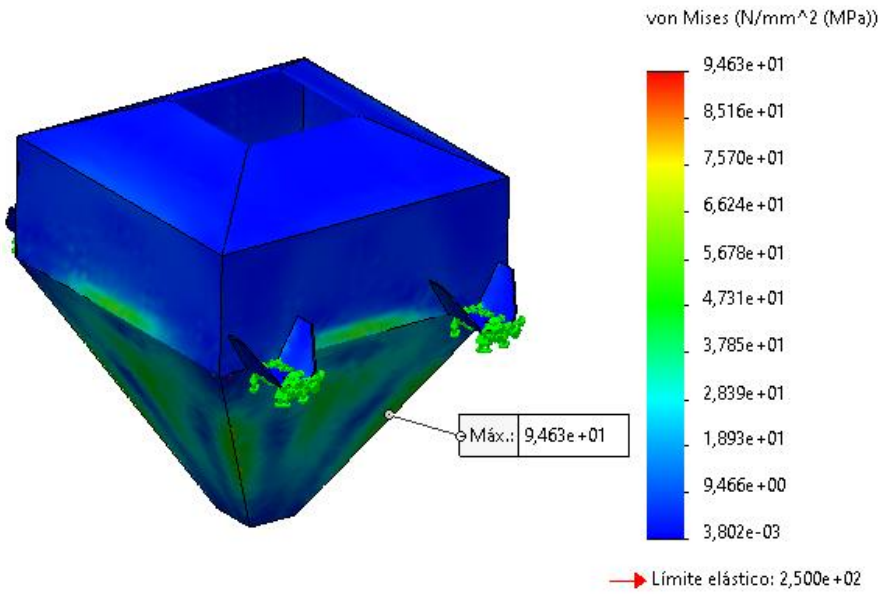


Ilustración 43.Esfuerzo máximo en paredes inclinadas de la báscula

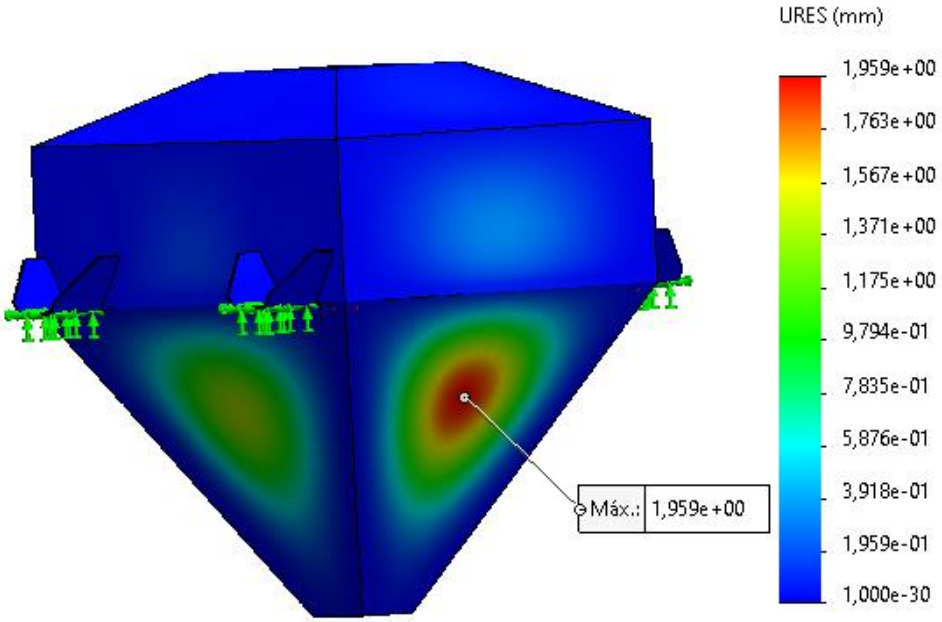


Ilustración 44. Deformación máxima en paredes inclinadas de la báscula

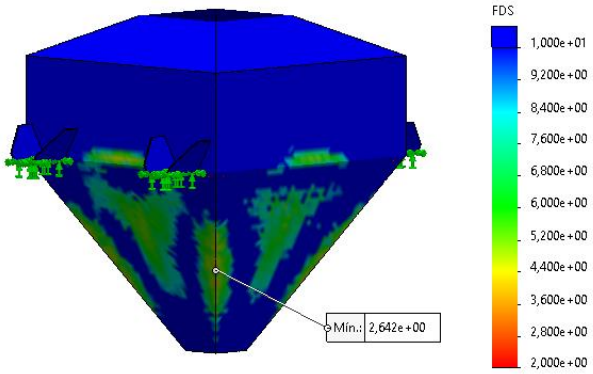


Ilustración 45. Análisis de Factor de seguridad mínimo en caras inclinadas. Bascula de arena

De acuerdo con los análisis realizados, se obtiene que la deformación máxima es de 1,96 mm y se presenta en el centro de las caras inclinadas. También se observa que el esfuerzo máximo es de 94,63 MPa y se presenta en los bordes de la tolva. Por lo tanto, el factor de seguridad mínimo del elemento es de 2,64.

Modelo final

A partir de los análisis realizados y de los requerimientos iniciales se llega al siguiente modelo:

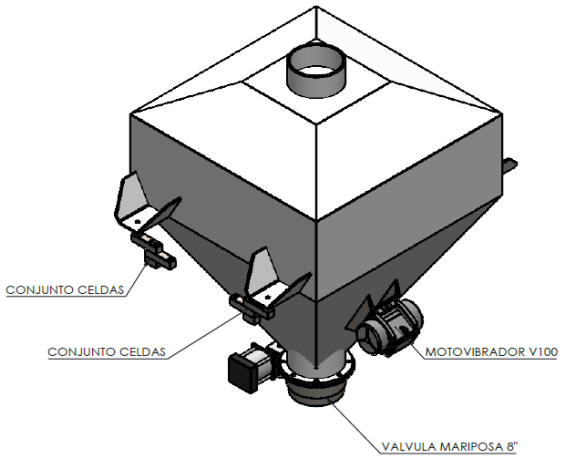


Ilustración 46. Isométrico Bascula de arena

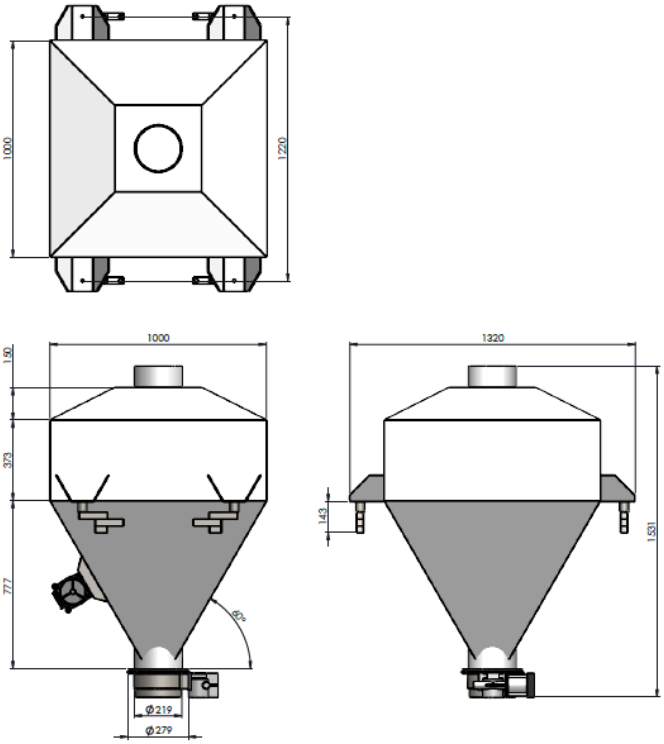


Ilustración 47. Dimensiones generales. Bascula de Arena

Descripción general del equipo	
Capacidad	0,74 m3
Material	Acero ASTM 36
Manufactura	Lamina HR 4.5 mm
Peso (Sin Arena)	180 Kg
Sistema de pesaje	Celdas tipo Barra
Dosificación	Válvula Mariposa 8"

Tabla 14. Características generales de la Bascula de Agregados

12.3 BASCULA DE CEMENTO

El análisis de presiones sobre la báscula de cemento se hace utilizando el mismo método, normatividad y propiedades de material, empleados en el estudio de la báscula de arena. A partir de esto, se obtuvieron las siguientes presiones:

Presiones Seccion Vertical	
$Ph_f(z)$	2,00 KN/m^2
$Pw_f(z)$	0,88 KN/m^2
$Pv_f(z)$	4,07 KN/m^2

Tabla 15. sección vertical. Bascula de cemento

Presiones de la sección inclinada	
P_{n1}	4,19 $[KN/m^2]$
P_{n2}	0,49 $[KN/m^2]$
P_{n3}	3,29 $[KN/m^2]$
P_{n1}	7,47 $[KN/m^2]$
P_t	2,40 $[KN/m^2]$

Tabla 16. Presiones sección Inclinada. Bascula de Cemento

Los parámetros iniciales para realizar la simulación son los mismos utilizados para la báscula de arena.

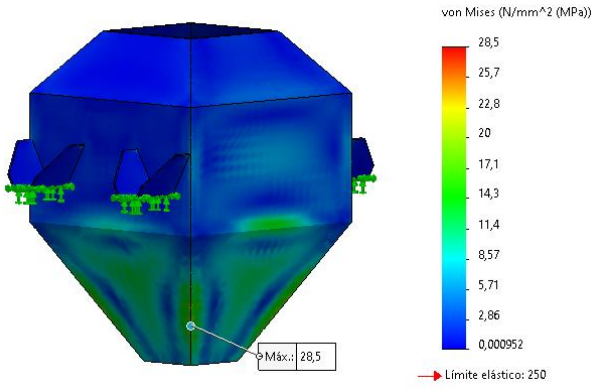


Ilustración 48. Esfuerzo máximo de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de cemento

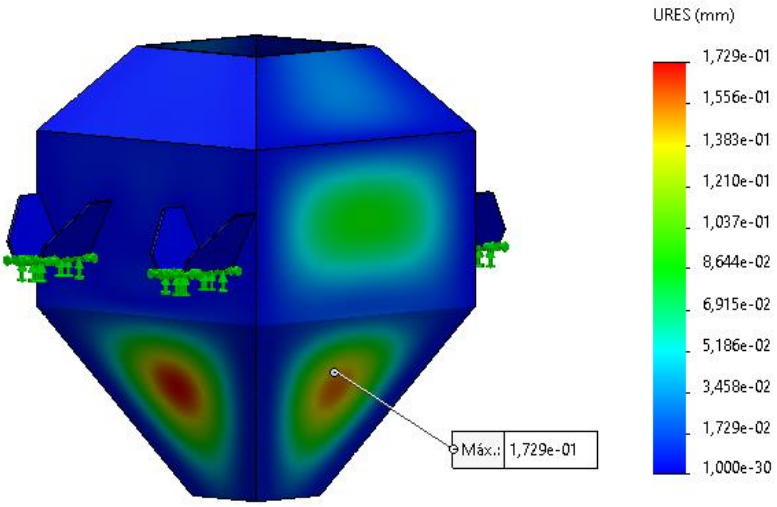


Ilustración 49. Deformaciones máximas con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de cemento

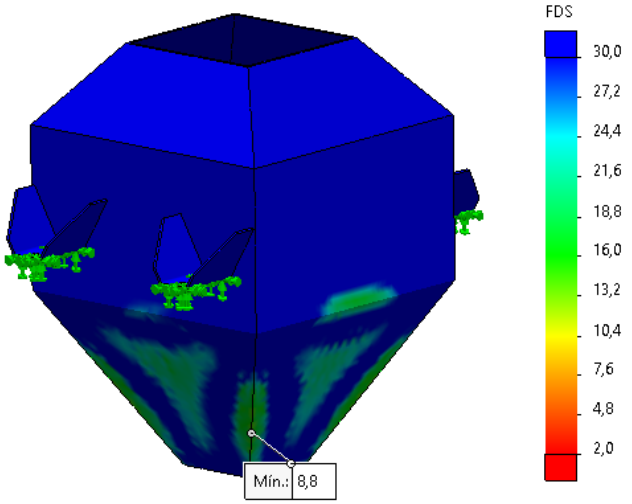


Ilustración 50, Factor de seguridad mínimo con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de cemento

Modelo final

A partir de los análisis realizados y de los requerimientos iniciales se llega al siguiente modelo

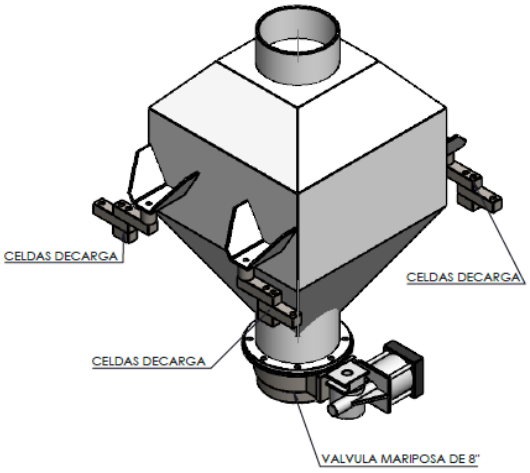


Ilustración 51. Isométrico Bascula de Cemento

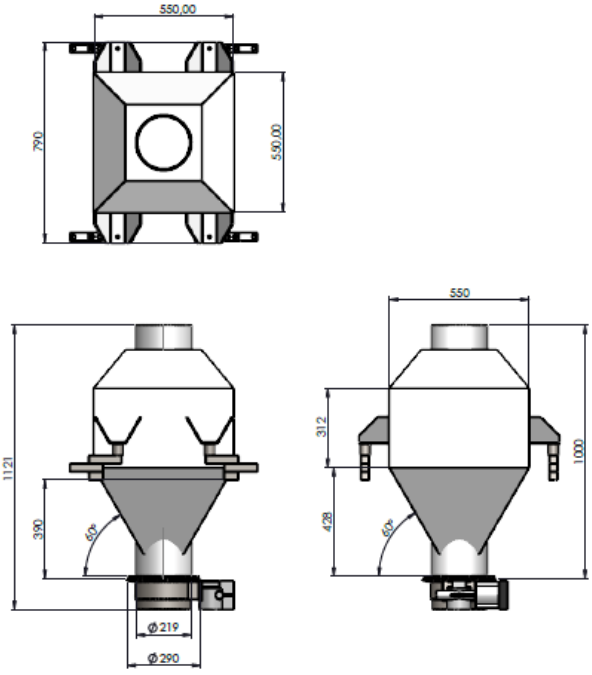


Ilustración 52. Dimensiones generales. Bascula de Cemento

Descripción general del equipo	
Capacidad	*0,17 m3*
Material	*Acero ASTM 36*
Manufactura	*Lamina HR 4.5 mm*
Peso (Sin Cemento)	*75 Kg*
Sistema de pesaje	*Celdas tipo Barra*
Dosificación	*válvula Mariposa 8"*

Tabla 17. Características generales de la Bascula de cemento

12.4 BÁSCULA DE ADITIVO

El análisis de presiones sobre la báscula de aditivo se hace utilizando el mismo método, normatividad y propiedades de material, empleados en el estudio de la báscula de arena. A partir de esto, se obtuvieron las siguientes presiones**:**

Presiones Seccion Vertical	
$Ph_f(z)$	0,25 KN/m^2
$Pw_f(z)$	0,11 KN/m^2
$Pv_f(z)$	0,51 KN/m^2

Tabla 18.Presiones sección vertical. Bascula de Aditivo

Presiones de la sección inclinada	
P_{n1}	0,52 $[KN/m^2]$
P_{n2}	0,06 $[KN/m^2]$
P_{n3}	0,87 $[KN/m^2]$
P_{n1}	1,39 $[KN/m^2]$
P_t	0,46 $[KN/m^2]$

Tabla 19.Presiones sección Inclinada. Bascula de Adhesivos.

Los parámetros iniciales para realizar la simulación son los mismos utilizados para la báscula de arena.

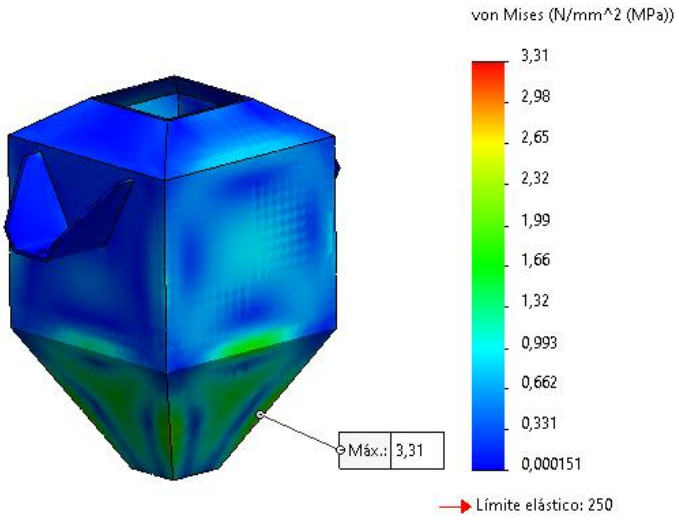


Ilustración 53. Esfuerzo máximo de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de aditivo.

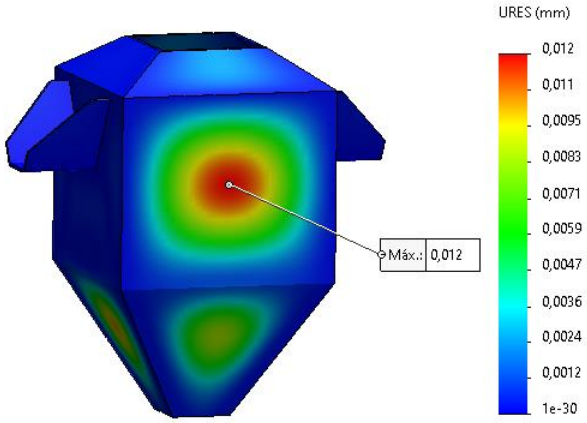


Ilustración 54. Deformaciones máximas con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de aditivo.

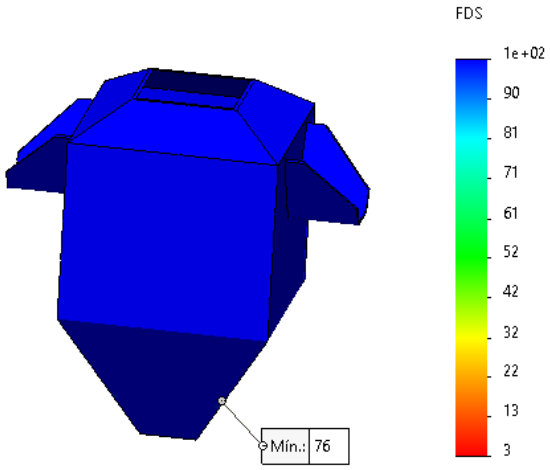


Ilustración 55. Factor de seguridad mínimo con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Bascula de aditivos.

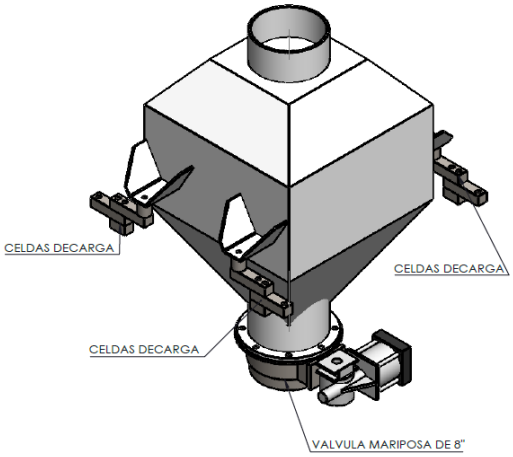


Ilustración 56. Isométrico Bascula de Aditivo

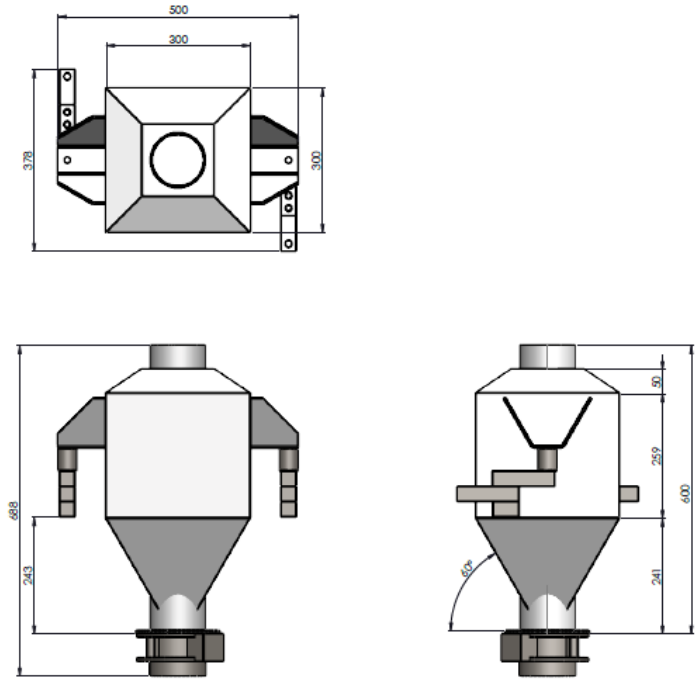


Ilustración 57. Dimensiones generales. Bascula de Aditivo.

Descripción general del equipo	
Capacidad	*0,03*
Material	*Acero ASTM 36*
Manufactura	*Lamina HR 3,15 mm*
Peso (Sin Cemento)	*18 Kg*
Sistema de pesaje	*Celdas tipo Barra*
Dosificación	*válvula Mariposa 4"*

Tabla 20. Características generales de la Bascula de Aditivos.

12.5 TOLVA DE ADHESIVO CERÁMICO

El análisis de presiones sobre la tolva de adhesivo cerámico se hace utilizando el mismo método, normatividad y propiedades de material, empleados en el estudio de la báscula de arena. A partir de esto, se obtuvieron las siguientes presiones

Presiones Seccion Vertical	
$Ph_f(z)$	0,03 KN/m^2
$Pw_f(z)$	0,01 KN/m^2
$Pv_f(z)$	0,06 KN/m^2

Tabla 21.Presiones sección vertical. Tolva de adhesivos

Presiones de la sección inclinada	
P_{n1}	0,06 $[KN/m^2]$
P_{n2}	0,01 $[KN/m^2]$
P_{n3}	2,12 $[KN/m^2]$
P_{n1}	2,18 $[KN/m^2]$
P_t	0,72 $[KN/m^2]$

Tabla 22.Presiones sección Inclinada. Tolva de adhesivos

Los parámetros iniciales para realizar la simulación son los mismos utilizados para la báscula de arena.

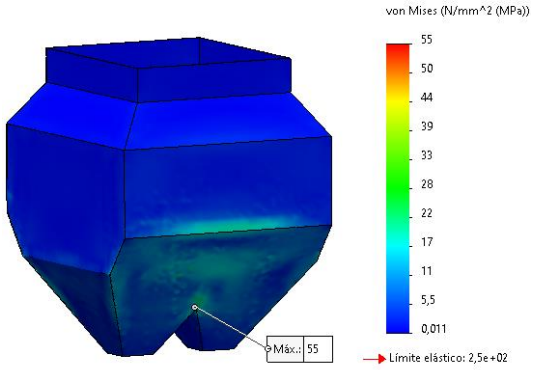


Ilustración 58 Esfuerzo máximo de las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Tolva de Adhesivos

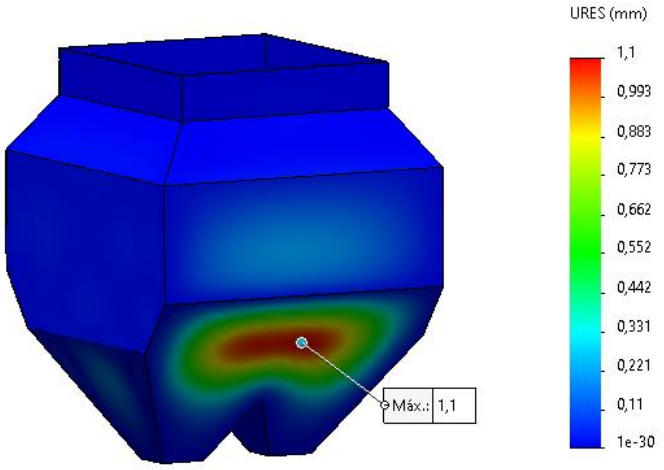


Ilustración 59 Deformaciones máximas con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Tolva de Adhesivos.

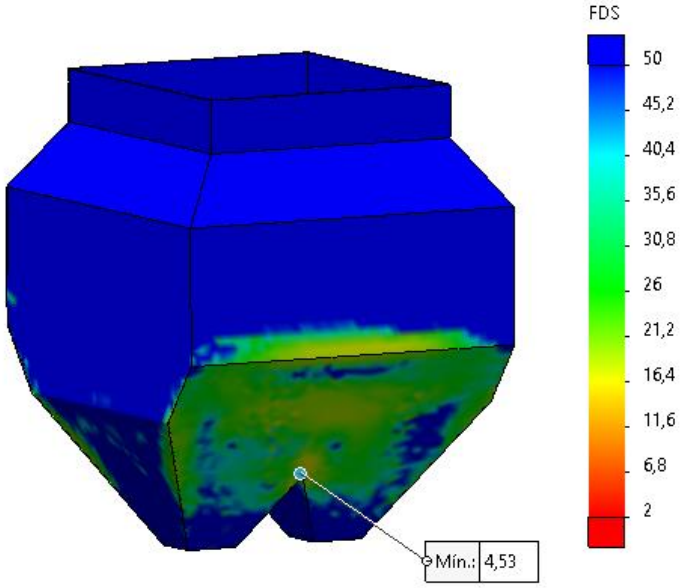


Ilustración 60 Factor de seguridad mínimo con las presiones sobre las caras verticales e inclinadas. Tolva de Adhesivos,

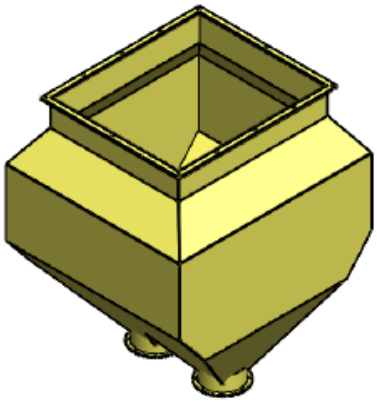


Ilustración 61. Isométrico Tolva de Adhesivos

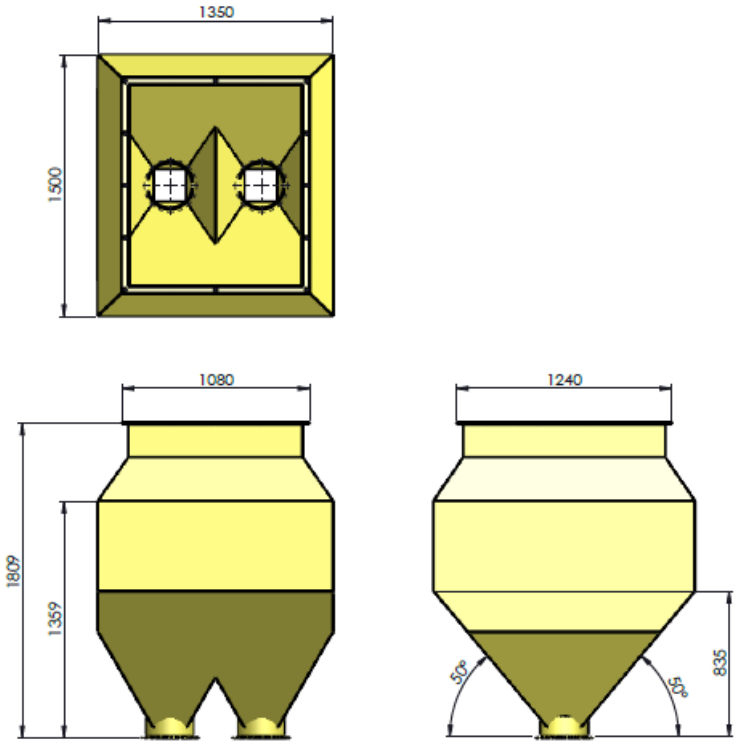


Ilustración 62 Dimensiones generales. Tolva de Adhesivos

Descripción general del equipo	
Capacidad	*2,46 m3*
Material	*Acero ASTM 36*
Manufactura	*Lamina HR 4.5 mm*
Peso (Sin Cemento)	*370 Kg*
Dosificación	*válvula Mariposa 8" (Empacadora)*

Tabla 23. Características generales de la tolva de aditivos

12.6 ESTRUCTURA DE SOPORTE MEZCLADOR

La estructura de soporte del mezclador es la base de la torre del sistema de dosificación. Para dicha estructura realizaremos una validación su estabilidad mediante un análisis por elementos finitos.

Para el análisis le aplicaremos a la estructura las siguientes cargas:

- Mezclador: 7,5 Toneladas (Masa del equipo + carga dinámica de equipo en operación)

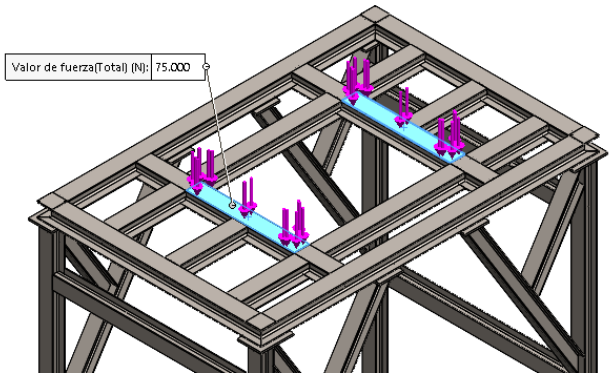


Ilustración 63. Imagen Carga del mezclador en la estructura de soporte mezclador

- Carga de estructura de soporte basculas: 2250 kg (Masa de la estructura + Masa de las basculas cargadas)

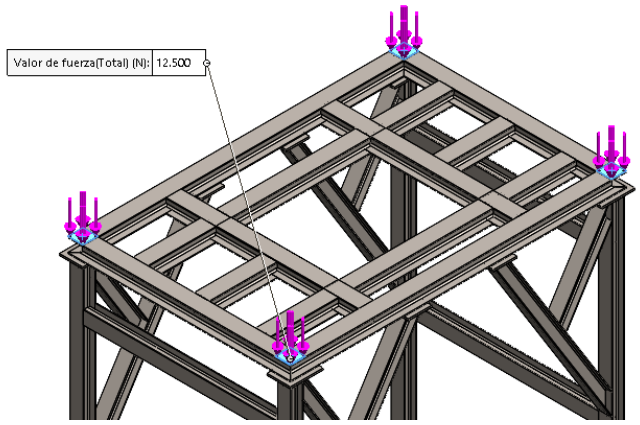


Ilustración 64. Imagen Carga de la estructura de soporte de las basculas sobre la estructura de soporte mezclador.

Con estas cargas procedemos a revisar los resultados del análisis por elementos finitos:

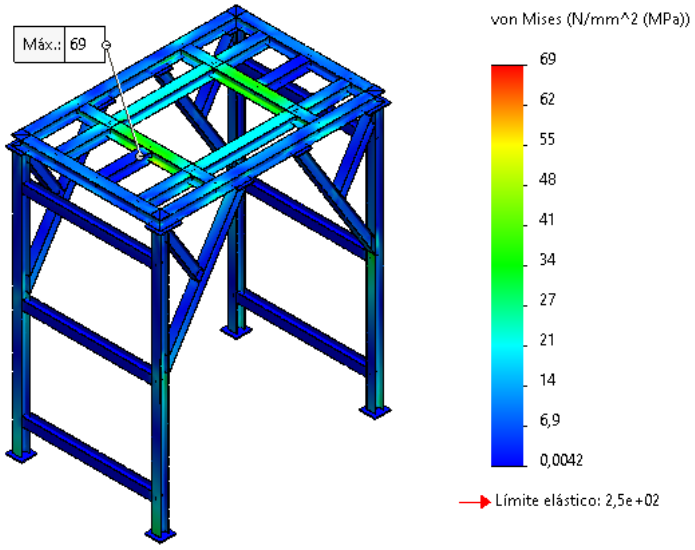


Ilustración 65. Esfuerzo máximo de las fuerzas sobre la estructura de soporte mezclador

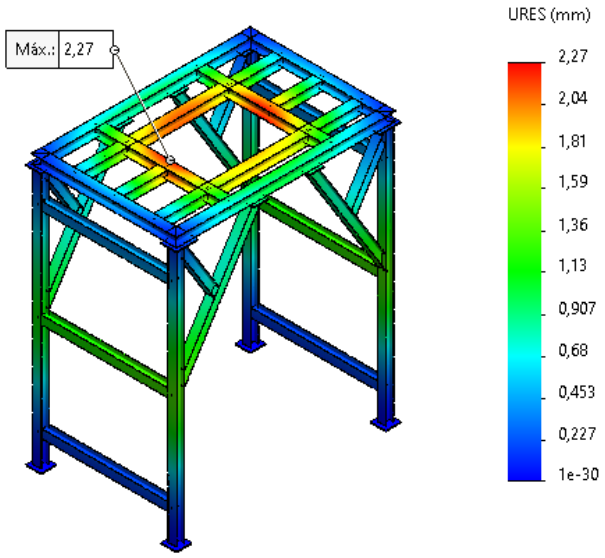


Ilustración 66. Desplazamientos de la estructura de soporte mezclador

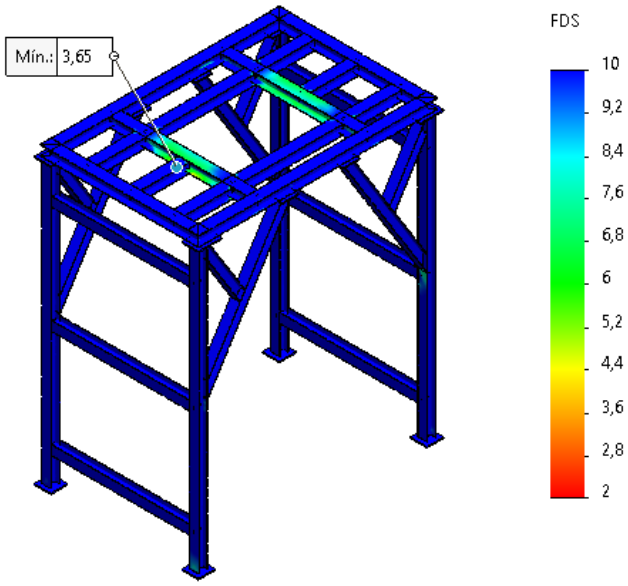


Ilustración 67. Factor de seguridad de la estructura de soporte mezclador

El esfuerzo máximo de la estructura es de 69 MPA muy por debajo del límite de fluencia de la materia determinada de 250 MPA. El desplazamiento máximo que puede llegar a tener la estructura en su operación es de 2,27mm, y el resultado del cálculo del factor de seguridad es de mínimo 3,65, lo que nos reporta una estructura muy confiable para el proceso.

Con los resultados obtenidos de los análisis por elementos finitos la configuración general de la estructura soporte mezclador es:

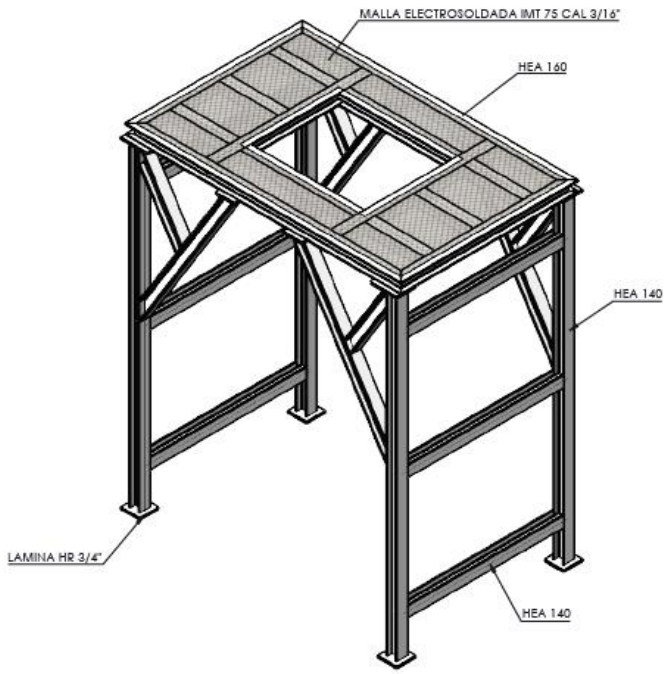


Ilustración 68. Isométrico de la estructura de soporte mezclador

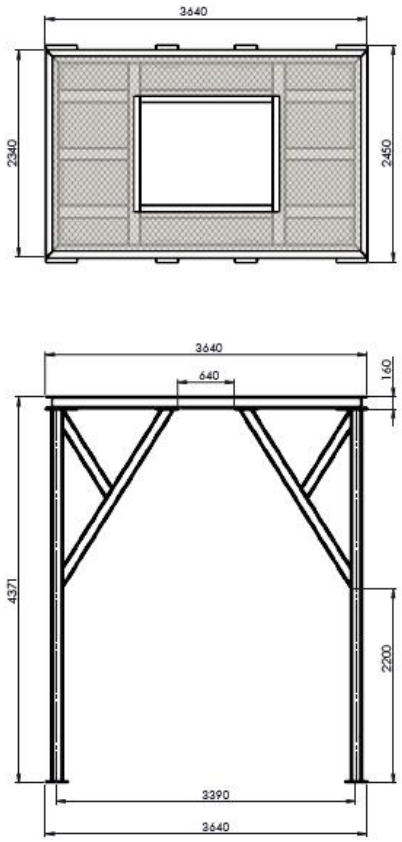


Ilustración 69.Dimensiones generales de la estructura de soporte mezclador

12.7 ESTRUCTURA DE SOPORTE BASCULAS.

La estructura de soporte de las basculas la analizaremos mediante un análisis por elementos finitos.

Para el análisis le aplicaremos a la estructura las siguientes cargas:

- Bascula de arena: 1364 Kg
- Bascula de cemento: 296 Kg
- Bascula de aditivos: 51 Kg

Con esta información procedemos a realizar el análisis:

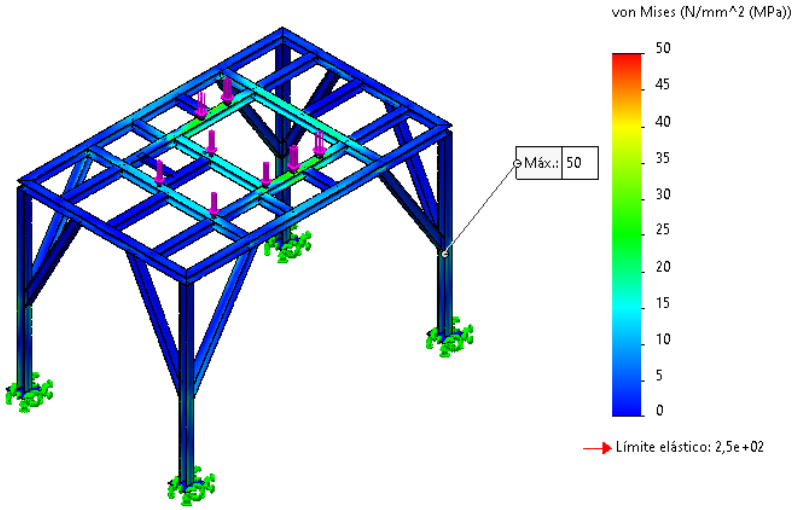


Ilustración 70. Imagen del esfuerzo máximo de la estructura soporte de basculas del sistema de adhesivos

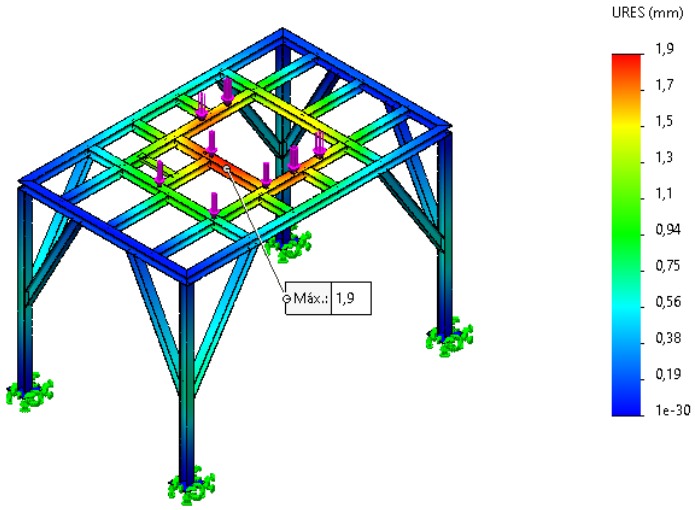


Ilustración 71. Desplazamientos de la estructura de soporte basculas del sistema de adhesivos.

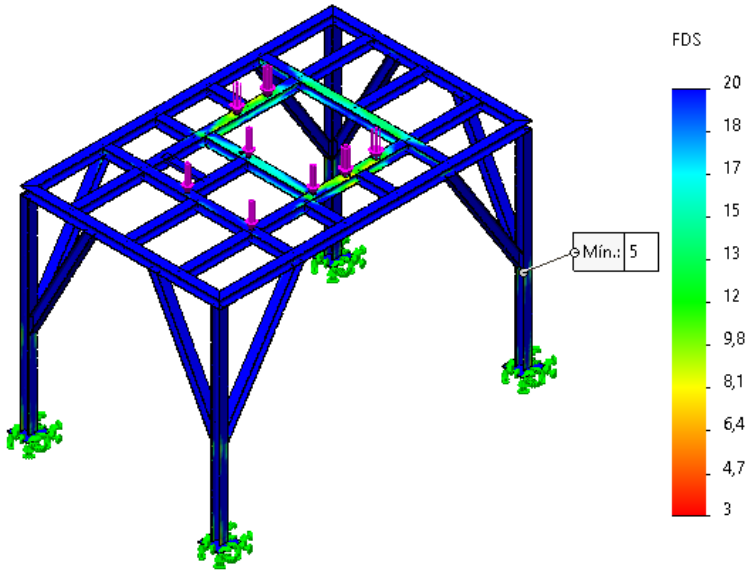


Ilustración 72. Factor de seguridad de la estructura de soporte basculas del sistema de adhesivos

El esfuerzo máximo de la estructura es de 50 MPA muy por debajo del límite de fluencia de la materia determinada de 250 MPA. El desplazamiento máximo que puede llegar a tener la estructura en su operación es de 1,9 mm, y el resultado del cálculo del factor de seguridad es de mínimo 5, lo que nos reporta una estructura muy confiable para el proceso.

Con los resultados obtenidos de los análisis por elementos finitos la configuración general de la estructura soporte de las basculas es:

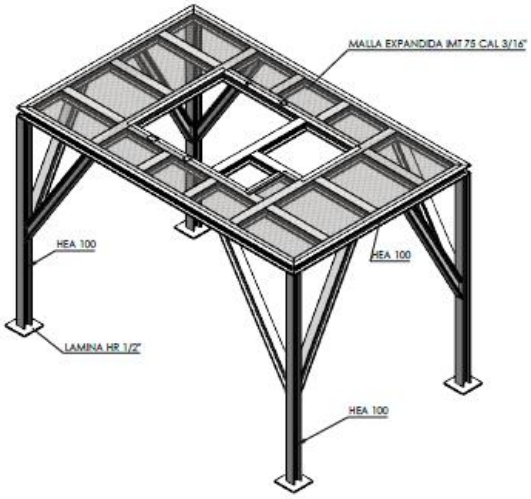


Ilustración 73. Isométrico de estructura de soporte de basculas.

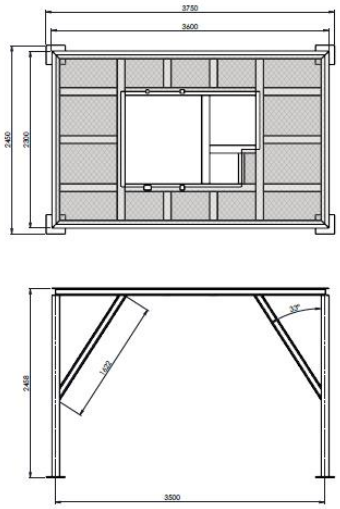


Ilustración 74. Dimensiones generales de la estructura de soporte de las basculas.

13. CUADRO COSTOS ESTIMADOS

Para el montaje del proyecto se realiza estimación de costos basado en un sondeo de precios de mercado. Estos costos se dividieron en 6 especialidades, las cuales son:

- Compra de equipos
- Obras civiles
- Montaje mecánico
- Montaje hidráulico
- Montaje neumático
- Montaje de sistema de control

El detalle de la estimación se muestra en la siguiente tabla x de relación de costos.

Item	Elemento	Compra de equipos	Obras civiles	Montaje Mecanico	Montaje electrico	Montaje Neumatico	Montaje Sist. de control	Total
1	Tolva de patio	$ 22.000.000	$ 10.000.000	$ 2.500.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 34.500.000
2	Banda de arena	$ 65.000.000	$ 5.000.000	$ 10.000.000	$ 5.000.000	$ 0	$ 0	$ 85.000.000
3	Secador con filtro y combustor	$ 680.000.000	$ 65.000.000	$ 25.000.000	$ 7.500.000	$ 15.000.000	$ 85.000.000	$ 877.500.000
4	Criba	$ 125.000.000	$ 20.000.000	$ 5.000.000	$ 5.000.000	$ 0	$ 0	$ 155.000.000
5	Banda de arena de rechazo	$ 55.000.000	$ 5.000.000	$ 10.000.000	$ 5.000.000	$ 0	$ 0	$ 75.000.000
6	Acopio de arena de rechazo	$ 0	$ 12.000.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 12.000.000
7	Banda de arena fina	$ 65.000.000	$ 5.000.000	$ 10.000.000	$ 5.000.000	$ 0	$ 0	$ 85.000.000
8	Elevador de cangilones	$ 180.000.000	$ 25.000.000	$ 25.000.000	$ 5.000.000	$ 0	$ 0	$ 235.000.000
9	Silo para Arena 50 m3	$ 95.000.000	$ 25.000.000	$ 10.000.000	$ 1.500.000	$ 2.500.000	$ 0	$ 134.000.000
10	Silo para cemento 50 m3	$ 95.000.000	$ 25.000.000	$ 10.000.000	$ 1.500.000	$ 2.500.000	$ 0	$ 134.000.000
11	Compresor Soplador	$ 35.000.000	$ 1.500.000	$ 2.500.000	$ 2.000.000	$ 1.500.000	$ 500.000	$ 43.000.000
12	Tornillo sin fin de arena	$ 35.000.000	$ 0	$ 2.500.000	$ 2.500.000	$ 0	$ 0	$ 40.000.000
13	Tornillo sin fin Cemento	$ 42.000.000	$ 0	$ 2.500.000	$ 2.500.000	$ 0	$ 0	$ 47.000.000
14	Torre de dosificacion	$ 140.000.000	$ 30.000.000	$ 12.500.000	$ 25.000.000	$ 15.000.000	$ 85.000.000	$ 307.500.000
15	Compresor de operación	$ 60.000.000	$ 2.500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 5.000.000	$ 500.000	$ 69.000.000
16	Mezclador doble eje	$ 95.000.000	$ 1.500.000	$ 2.500.000	$ 2.000.000	$ 1.500.000	$ 0	$ 102.500.000
17	Empacadora	$ 65.000.000	$ 10.000.000	$ 2.500.000	$ 2.000.000	$ 4.000.000	$ 0	$ 83.500.000
18	Bandas de linea de empaque	$ 35.000.000	$ 5.000.000	$ 5.000.000	$ 6.000.000	$ 0	$ 0	$ 51.000.000
19	Cubierta para almacenaje	$ 75.000.000	$ 25.000.000	$ 7.500.000	$ 2.000.000	$ 0	$ 0	$ 109.500.000
20	Montacarga de 2.5 T	$ 120.000.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 120.000.000
21	Cargador 914	$ 380.000.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 380.000.000
22	Contenedor 20Ft	$ 35.000.000	$ 5.000.000	$ 2.000.000	$ 1.000.000	$ 0	$ 0	$ 43.000.000
23	Contenedor 40 Ft Admin	$ 55.000.000	$ 5.000.000	$ 2.000.000	$ 1.000.000	$ 0	$ 0	$ 63.000.000
24	Contenedor 40 FT Caf. Vest. Baños	$ 75.000.000	$ 15.000.000	$ 2.000.000	$ 1.000.000	$ 0	$ 0	$ 93.000.000
25	PTAR	$ 35.000.000	$ 5.000.000	$ 2.000.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 42.000.000
26	Talanqueras	$ 8.000.000	$ 3.000.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 0	$ 0	$ 12.000.000
27	Area de trafico vehicular	$ 0	$ 125.000.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 125.000.000
28	Iluminacion	$ 35.000.000	$ 5.000.000	$ 0	$ 25.000.000	$ 0	$ 0	$ 65.000.000
	Total	$ 2.707.000.000	$ 435.500.000	$ 154.000.000	$ 108.500.000	$ 47.000.000	$ 171.000.000	$ 3.623.000.000

Tabla 24. Estimacion costos montaje y administración planta de adhesivos ceramicos

Teniendo en cuenta la información obtenida el costo del montaje de la planta de adhesivos cerámicos se estima en $ 3.623.000.000 fuera de impuestos.

Así mismo es importante tener en cuenta en la estimación, es el valor del arriendo del predio donde se realizará el montaje de la planta, para lo cual se tuvo en cuenta el valor del m^2 en la ciudad de Bogotá, el cual es de 20.000 pesos en promedio para uso industrial. Teniendo en cuenta que el montaje de la planta propuesta abarca un área de 2800m^2 el presupuesto que se debe tener en cuenta para este gasto es de $ 56.000.000 mensuales.

14. DISTRIBUCION GENERAL DE LA PLANTA

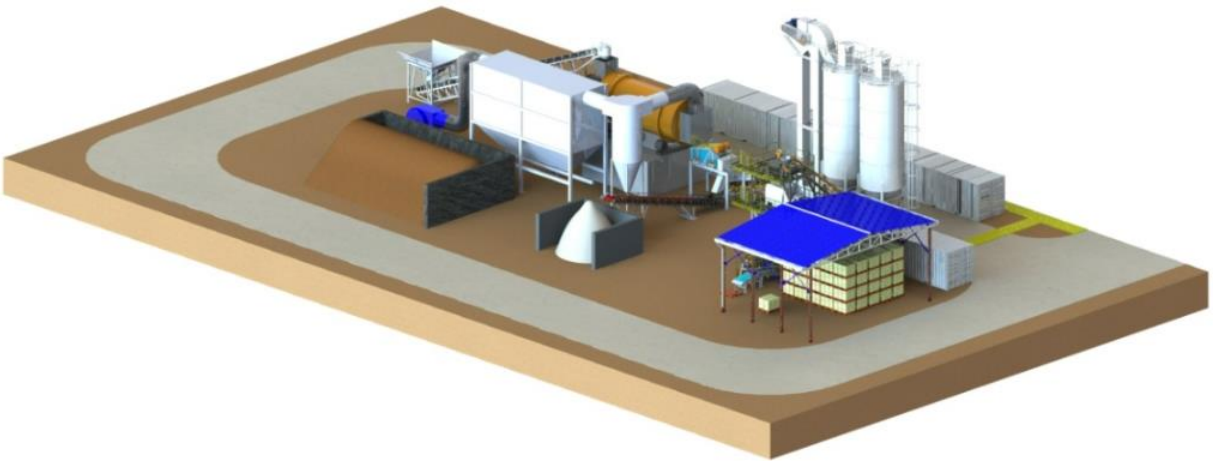


Ilustración 75. Distribucion general de la planta de adhesivos ceramicos 10 Ton/Hora

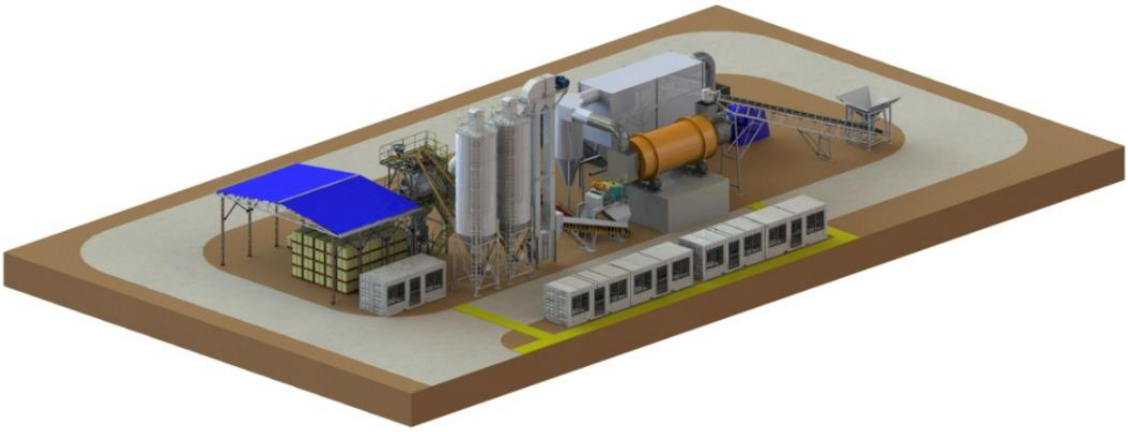


Ilustración 76. rendel distribucion y montaje de la planta adhesivos ceramicos 10 Ton/hora

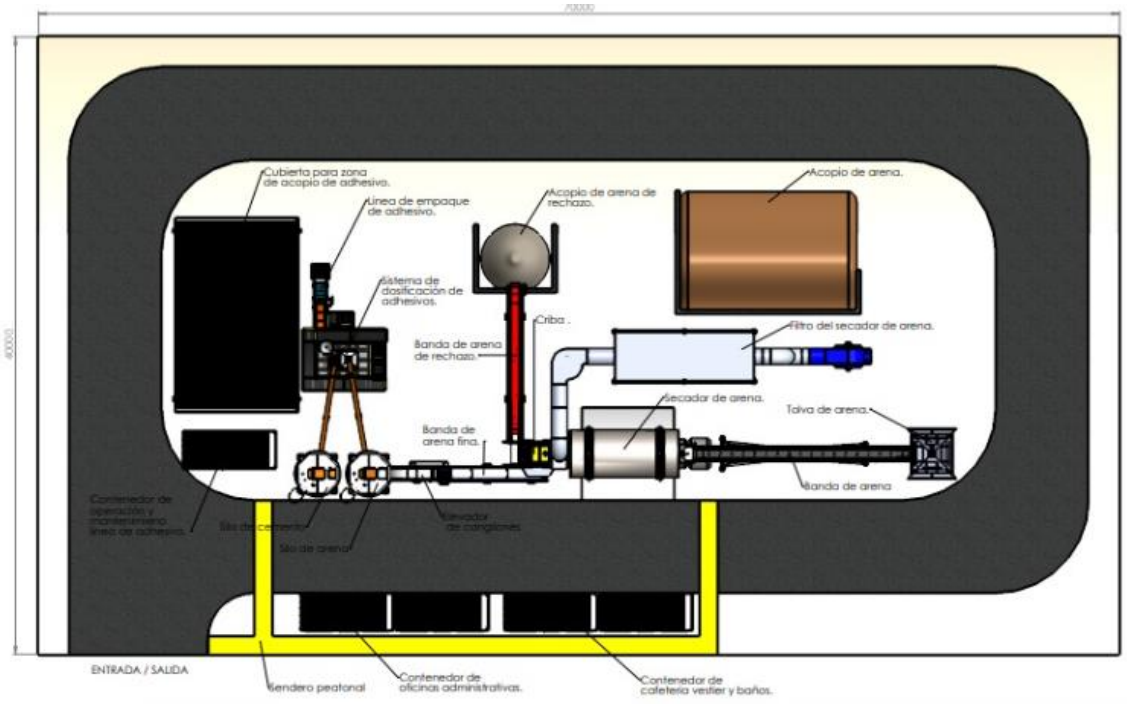


Ilustración 77. plano general de distribución de la planta

15. CONCLUSIONES

- Basados en el flujo de producción de la planta de 10 ton/hora, dimensionamos el tamaño de los equipos requeridos en el sistema de dosificación, como lo son las basculas de cemento, ceniza y aditivo, la capacidad requerida de producción del mezclador y el tamaño de las tolvas de adhesivo cerámico que alimentara la línea de empaque.1

- Se garantizo la resistencia estructural de las basculas, tolvas y estructuras de soporte con el fin de garantiza la confiabilidad al diseño propuesto en este proyecto, los resultados de esfuerzos máximos, las deformaciones unitarias y los factores de seguridad reflejan la confianza de los diseños y la viabilidad del montaje del sistema de dosificación.2

- Durante el ejercicio del dimensionamiento de la planta se logró determinar el tamaño general y la capacidad de cada uno de los equipos involucrados en el proceso de producción del adhesivo cerámico, garantizando la producción y abastecimiento de la planta de 10 ton/hora.

  De la misma manera se determinó el área requerida para el montaje de esta operación la cual es de 2800m^2, y la correcta distribución de los equipos seleccionados.

- Se realiza una estimación de costos basados en los valores del mercado a la fecha de las comparas de los equipos principales, periféricos, de operación y costos de la infraestructura para el personal de la administración de la planta. El resultado de este ejercicio no da un valor de montaje de $ 3.623.000.000 fuera de impuestos, mas un costo de arriendo del área de las plantas de $56.000.000 mensuales.

- El ejercicio realizado en este proyecto pretende generar una percepción general del costo base que puede llegar a tener el montaje de una planta de este tipo y establecer una base de la ingeniería, los costos y la logística general, para el montaje de una planta de adhesivos cerámicos de 10 ton/hora de producción

16. BIBLIOGRAFIA

BENAVIDES BENAVIDES,DUVAN GUILLERMO , CASTRO REINOSO, J. J. (2017). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PEGANTE EN POLVO PARA CERÁMICA, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. 92.

CAMACOL. (2021a). Proyección sectorial: PIB edificador 2022. *Informe Económico 112*, 1–12. www.camacol.co

CAMACOL. (2021b). TENDENCIAS DE LA CONSTRUCCIóN VIGÉSIMA EDICIÓN - Economía y Coyuntura Sectorial 20. *Coordenada Urbana*, *22*, 1–38.

ttps://camacol.co/sites/default/files/Tendencias de la Construcción 20.pdf

Campillo, M. (2016). *Diseño Y Elaboración De Propuesta De Montaje Para La Planta Am 60S 4a Para La Empresa Altron Ingenieria*. 1–74. http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5298/1/CampilloCardenasMariaJose2017.pdf

CEPEDA MARTÍNEZ, J. A. (2014). *PLAN DE DIRECCIÓN DE PROYECTO: DISEÑO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UNA PLANTA MORTERO SECO CON UNA CAPACIDAD DE 10 Tn/h EN EL BARRIO LA LUZ*.

DANE. (2022). *Boletín Técnico Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC) Corte junio 07 de 2022 Bogotá Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)*. 1–41.

GALVIS ARAGÓN, R. A. (2018). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE MORTERO SECO EN ANTIOQUIA*. 132. http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf%0Ahttps://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf%0Ahttps://www.bitkom.org/ sites/default/files/ pdf/Presse/Anhaenge-an-PIs/ 2018/180607 -Bitkom-KPM

JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ. (2019). *DISEÑO DE UN SECADOR ROTATIVO PARA 30 TON/H DE ARENA, PARA LA EMPRESA ECOMINESA S.A*. 259. https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results

Mateus Ramírez, C. A., & Gelves Peña, D. A. (2020). Mecánica a Compresión En Morteros Evaluación De Resistencia En Morteros De Cemento Con Agregado Rcd Carlos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 153.

MENDIETA TORRES, D. C. (2013). *PLAN DE NEGOCIO DE LA EMPRESA SUMICOL S.A., FILIAL DE LA ORGANIZACIÓN CORONA PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PEGANTE CERÁMICO EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA*. 171.

Orellana Mendieta, I. A. (2014). *Estudio de Factibilidad para la Elaboración de Pegantes Cerámicos"*.

Tarrillo Tapia, E. A. (2019). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE ARCILLA DE 20TN/DÍA DE CAPACIDAD PARA LA ELABORACION DE PEGANTES CERÁMICOS EN POLVO - EMPRESA "MEGA NEGOCIOS EL OFERTON S.A.C."*

17. ANEXOS