

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Desarrollo de material reutilizando llantas usadas para empresa Polímeros y Hules de Guatemala"

PROYECTO DE GRADO

ANA ISABEL CRUZ CASELLAS
CARNET 12098-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

"Desarrollo de material reutilizando llantas usadas para empresa Polímeros y Hules de Guatemala"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
ANA ISABEL CRUZ CASELLAS

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTORA DE CARRERA: LIC. MARIA REGINA ALFARO MASELLI

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. HERNÁN OVIDIO MORALES CALDERÓN
MGTR. JUAN PABLO SZARATA
LIC. LUIS RENE RUANO HERNANDEZ



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño

Departamento de Diseño Industrial

Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2773

Fax: 2474

**Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16
Guatemala, Ciudad. 01016**

Guatemala, 23 de julio de 2018

**Señores
Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar**

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado **“Desarrollo de material, reutilizando llantas usadas para empresa Polímeros y Hules de Guatemala.”**, elaborado por la estudiante **Ana Isabel Cruz Casellas** número de carné 1209813, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la **PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE DISEÑO.**

Atentamente,

**MA. Christopher Toledo Kolter
Asesor**



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante ANA ISABEL CRUZ CASELLAS, Carnet 12098-13 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03158-2018 de fecha 6 de noviembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Desarrollo de material reutilizando llantas usadas para empresa Polímeros y Hules de Guatemala"

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de noviembre del año 2018.



**MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar**

Resumen Ejecutivo

El siguiente proyecto presenta la necesidad de una empresa dedicada al calzado de diversificar en su línea de productos, por medio del programa de Responsabilidad Social Empresarial, reduciendo el impacto ambiental que ocasionan las llantas en desuso en la ciudad de Guatemala.

El diseño industrial en este proyecto permitió la generación de un material, un material reciclado, que se pueda aplicar a diferentes productos, reduciendo costos de fabricación por el bajo precio del material.

Se busca crear un material de bajo costo, adaptándose a las características de la línea de productos nuevos que la empresa producirá, experimentando con materiales y procesos de transformación de fórmulas. En el proceso se realizan pruebas de laboratorio para medir resistencias y propiedades del material.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.1.1. Grupo Cobán	2
1.1.2. Mercado nacional de calzado	2
1.1.3. Matriz de <i>Ansoff</i>	3
1.1.4. Responsabilidad Social Empresarial	5
1.1.5. Desechos Sólidos y reutilización	7
1.1.1. Productos de seguridad vial	11
1.2. Necesidad	13
1.3. Actores involucrados	15
1.4. Consumidores y usuarios	17
1.5. Análisis de soluciones existentes	20
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
3. MARCO LÓGICO DEL PROYECTO	33
4. REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS	34
5. CONCEPTUALIZACIÓN	36
5.1. Diseño estratégico – innovación y sustentabilidad	37
5.2. Diseño socialmente responsable	38
5.3. Diseño ecológico y sostenible	39
5.4. Desarrollo de Material	41
5.5. Propuestas de solución	46
5.6. Comparación, análisis e interpretación de 4 pruebas de laboratorio	47
5.7. Demostración de producción de material con fotografías reales	53
5.8. Evaluación del uso del material	54
5.9. Demostración de pruebas de laboratorio realizadas	55
6. Aplicación al producto final	58
6.1 Bocetaje	59

6.2	Segundas propuestas	62
6.3	Evolución de propuestas	66
6.4	Instalación o ensamblaje	70
6.5	Herramienta ensamblaje al piso	72
6.6	Prueba de materiales	80
6.5	Primera prueba – aplicación de material al producto (proceso de fundido)	83
6.6	Segunda prueba – aplicación de color amarillo al producto (proceso de fundido)	84
6.7	Proceso de instalación sin herramienta	85
6.8	Proceso de instalación con herramienta	85
7.	Validación	88
8.	Materialización	102
9.	Planos técnicos	112
10.	Costos	135
	Rol del diseñador consultor practicante	135
	Tabla de costos	135
	Precio de venta	136
	Proyección de venta anual	138
11.	Conclusiones	139
12.	Recomendaciones	140
13.	Bibliografía	142
14.	Anexos	148
	Anexo 1: carta	148
	Anexo 2: video proceso completo	148
	Anexo 3: video validación	148
	Anexo 4: encuestas	149

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala existe una gran competencia en el calzado nacional, de acuerdo Cámara de Industria de Guatemala en un artículo de Prensa Libre (2017), se fabrican 40 millones de zapatos anuales, pero la competencia real es al momento de la cantidad de zapatos que importan, 120 millones de zapatos anuales aproximadamente. Grupo Cobán, empresa dedicada al calzado por más de 50 años, ha detectado esta saturación y aprovechó la oportunidad para incursionar en nuevos mercados. Por esta razón, hace 3 años, ha estado experimentando en el área de seguridad vial, aprovechando el caucho y otras materias primas comunes en la industria del mismo para la fabricación de dichos productos a través de una de sus empresas, Polímeros y hules. Adicional a esto, Polímeros y hules, desea integrar un proyecto de reducción del impacto ambiental como parte de su programa de Responsabilidad Social Empresarial.

De esta manera, con intervención del diseño industrial, se ha detectado la oportunidad de desarrollar una nueva línea de productos, utilizando el caucho de las llantas, que actualmente se encuentra en desuso, para la formulación de un nuevo material que pueda adaptarse a la fabricación de productos para la seguridad vial.

Por medio del Diseño Industrial, se desarrolla un nuevo material que integra polvo de llanta con otros compuestos, se analiza las materias primas y la transformación de una fórmula con el fin de mejorar producción, tiempos y costos. El valor agregado y la innovación del proyecto se ven reflejados al desarrollar un producto con un material resistente, sustentable y ecológico, y que logre competir con las soluciones actuales con las que cuenta el país.

1.1. Antecedentes

A continuación, se presentan los temas desarrollados, que están ligados al proyecto, con el fin de tener la mayor comprensión de los temas que abarca el mismo y analizar la problemática causada por las llantas.

1.1.1. Grupo Cobán

Grupo Cobán se fundó en 1914, como una propiedad en San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz. En 1921, se establece un taller completo de fabricación del calzado. En 1950 lo compra un guatemalteco y abren la primera sucursal de Zapaterías Cobán, en zona 1 en 1955. A la fecha continúan con sus operaciones, contando con más de 600 empleados, exportando su calzado a diferentes países.

1.1.2. Mercado nacional de calzado

El mercado del calzado nacional en los últimos años se ha visto afectado y está en una batalla por su supervivencia. «En ocho años han cerrado el 30 % de fábricas, reduciéndose plazas en 50 %», según Byron Almorza

(2017),» presidente de la Gremial de Fabricantes de Calzado y Productos Afines (Grecalza), informa que uno de los principales problemas es la subfacturación del calzado que entra del extranjero. Además, explica que la paradoja de las instituciones gasta dinero en atracción de inversión extranjera para generar empleos, esto hace que las empresas nacionales se marchiten, ya que 70 % de la producción nacional es zapato de cuero y el 30 % es sintético. Almorza dice que esta industria puede desaparecer en 10 a 15 años, refiriéndose grandes industrias como: Cobán, Roy, Rio Vinil, Magus, entre otras.

De acuerdo al Banco de Guatemala (Banguat), en 2012 las exportaciones eran de \$35 millones, pero en 2014 descendió a los \$30,8 millones. Por el otro lado, las importaciones, pasaron de \$140,9 millones a \$143,7 millones en el 2012 y en 2014, \$150,6 millones.

La Cámara de Industria de Guatemala (CIG), en un artículo publicado por Prensa Libre (2017), informa que el

país produce 40 millones de pares por año, sin embargo, se importan 120 millones sin tomar en cuenta lo que ingresa al país de contrabando. CIG asegura que esta situación de importación afecta a todas las ramas de la industria, incluyendo Polímeros y hules. La empresa, Polímeros y Hule, una empresa de Luces del Norte S.A. - empresa industrial de Grupo Cobán-, integrados verticalmente con las plantaciones de caucho y zapatería Cobán, dedicada a la producción serie de diferentes productos entre estos: suelas sólidas, suelas micro y botas, se ven afectados por la situación y desean ampliar su línea de productos, incluyendo en ella, piezas de seguridad vial.

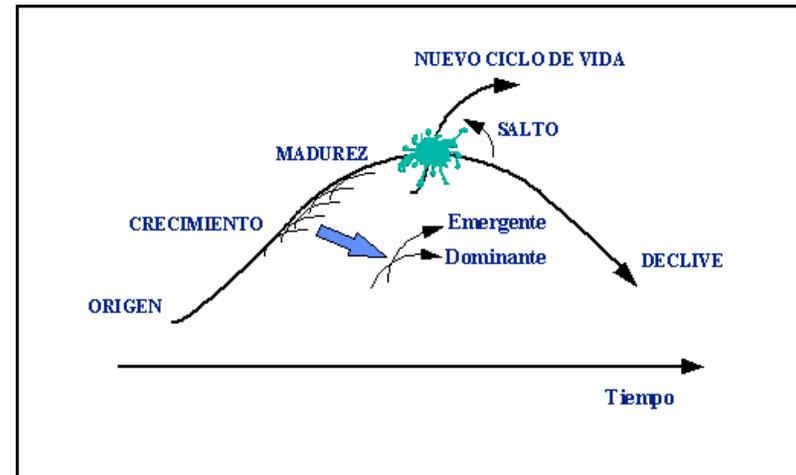


Ilustración 1: ciclo de vida y cambios

1.1.3. Matriz de Ansoff

Luego de utilizar el ciclo de vida de la empresa, con la ayuda de la matriz de Ansoff, se analiza el concepto y se buscan estrategias de crecimiento. Buscando comparar la situación actual o tradicional que cuenta la empresa Polímeros y hules, con los nuevos desarrollos tanto de productos como de mercados.

	PRODUCTOS ACTUALES	NUEVOS PRODUCTOS
MERCADOS ACTUALES	PENETRACION EN EL MERCADO	DESARROLLO DE PRODUCTO
NUEVOS MERCADOS	DESARROLLO DEL MERCADO	DIVERSIFICACIÓN

Ilustración 2: matriz de Ansoff

De acuerdo al artículo “Diversifica: conclusiones y herramientas para el sector industrial auxiliar” de la Universidad para la Diversificación Industrial y tecnológica de Zaragoza (2011), la estrategia de crecimiento seleccionada es por diversificación, en esta estrategia, la empresa introduce nuevas actividades, los nuevos productos y mercados obligan a la empresa a actuar. Es un reto debido a que cambian los clientes, producto, procesos productivos y competencia. Existen 4 estrategias: horizontal, vertical, concéntrica y conglomerada. En este caso, la empresa utiliza la diversificación relacionada, ya que la empresa utiliza sus

recursos disponibles. También utiliza la diversificación horizontal, ya que la empresa utilizara una cadena de valor para la fabricación del mismo, creando productos complementarios a los que ya comercializa.

Muchas empresas buscan cambios, implicando nuevas ideas y mercados que visualicen grandes oportunidades de crecimiento o expansión. Polímeros y hules se dirige a la ampliación de línea, creando un grupo de productos relacionados entre sí que se venden a un mismo mercado.

Esta herramienta es una estrategia de marketing, la cual se utiliza para penetrar nichos de mercados donde está la marca o no presente, como defensa de nuevos productos de la competencia o cuando el segmento es realmente atractivo. En este caso, para tener un valor agregado, la empresa tome en consideración la cadena de valor incluyendo la responsabilidad social empresarial.

1.1.4. Responsabilidad Social Empresarial

Para una empresa, la Responsabilidad Social Empresarial genera fidelidad, mejora la imagen y favorece la rentabilidad de la misma. Actualmente en la sociedad, existe una preocupación sobre los problemas ambientales y sociales que se presentan, por lo que una empresa tenga un compromiso garantiza una mayor sostenibilidad y crecimiento económico para la misma. Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en artículo “Iniciativa InFocus sobre responsabilidad social de la empresa, Consejo de Administración, 295.ª reunión” Ginebra (2006), la responsabilidad social es el conjunto de acciones que toman en consideración las empresas para que sus actividades tengan repercusiones positivas sobre la sociedad y que afirman los principios y valores por los que se rigen, tanto en sus propios métodos y procesos internos como en su relación con los demás actores.

«La Responsabilidad social es uno de los aspectos más destacados en la agenda global, tanto a nivel de la

empresa como de otras instituciones públicas o privadas. El apoderamiento de la tecnología, la globalización y una creciente sensibilización ciudadana crean la necesidad de adoptar un modelo de empresa que opera y preserva ecosistemas sociales y ambientales. Vivimos en un planeta en que persisten -Importancia de la Responsabilidad Social Empresarial importantes desequilibrios que requieren una respuesta armónica y coordinada por parte de todos los agentes socioeconómicos.» El informe forética sobre el estado de la RSE en España (2015).

Para polímeros y hules, ser una empresa con RSE, trae muchos beneficios, entre ellos:

- Su imagen se vuelve positiva ante consumidores y clientes.
- Atrae inversionistas.
- Aumentan la lealtad de sus empleados.
- Mejoran la relación con el entorno y la influencia que tiene la empresa en la sociedad.

- Reducen costos operativos, especialmente al reducir la contaminación del medio ambiente.
- Posiciona la marca sobre la competencia. La diferencia y le otorga un valor agregado.

Por medio de la cadena de valor, Polímeros y hules (PYH) se une con Super Llantas Petapa, importadora de llantas, su negocio consiste en vender llantas nuevas y usadas en buen estado en la zona 12 y la Roosevelt de la ciudad de Guatemala.

Super Llantas Petapa cuenta con el problema de que, al momento de vender las llantas, un 40 % de sus clientes dejan las mismas, ya que estas ya no les sirven.

	MES	ANUAL
VENTAS	1400 LLANTAS	16,800 LLANTAS

40 % DE DESECHO	560 LLANTAS	6,720 LLANTAS
-----------------	-------------	---------------

Ilustración 3: cantidad de llantas vendidas y desecho super llantas

Petapa

La empresa Super Llantas Petapa, propone que PYH recoja las llantas, las cuales para ellos ocupan un espacio en bodega. Con estas llantas, PYH realiza el proceso de triturar y utilizar el polvo de caucho que queda de las mismas, evitando que las llantas que Super Llantas desecha terminen en el lago de Amatitlán, lo cual ocurre actualmente.

Al recaudar mes a mes aproximadamente 2.925 kilogramo por llanta, PYH recaudaría aproximadamente 1638 kilogramos por mes con las llantas que desecha Super Llantas para la creación del nuevo material.

1.1.5. Desechos Sólidos y reutilización

«Los desechos sólidos son todo material descartado por la actividad humana, que no teniendo utilidad inmediata se transforma en indeseable» Hilary Theisen (1993). Según el informe Nacional Sobre el Desarrollo Sostenible (2009), los desechos sólidos pueden ser: industriales, refiriéndose a desechos hospitalarios, tóxicos, refiriéndose a las baterías y domésticas, como papel, vidrio o aluminio. El manejo integral de los desechos sólidos.

Según El Instituto Nacional de Estadística (INE) (2012), «En los últimos cinco años, la generación de residuos sólidos presentó una tendencia creciente, alcanzando en 2012 un total de 2, 065,413 toneladas, volumen superior en 2.4 % al total generados en 2011, cuando se registraron 2, 017,481 toneladas.»

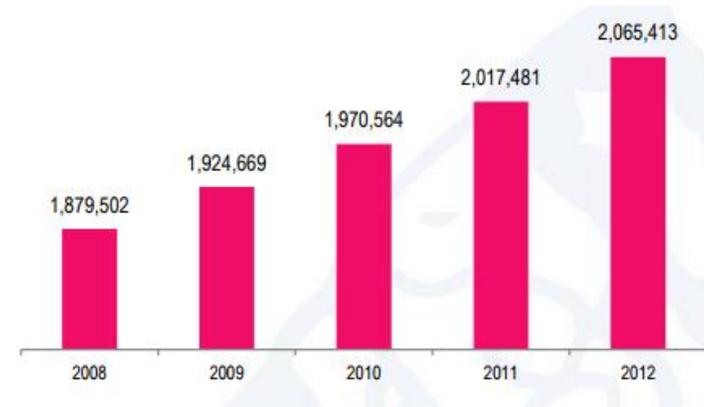


Ilustración 4: generación de residuos sólidos (toneladas)

Entre los desechos sólidos más abundantes se encuentran las llantas, ya que se utilizan y se desecha una cantidad muy grande y ocupan un amplio espacio. Es considerado uno de los desechos sólidos contaminantes más preocupantes a nivel mundial según un estudio realizado por Oak Ridge National Laboratory (2007)

Según un estudio realizado por Proverde (2017) estiman que se generan aproximadamente 100,000 toneladas de desechos sólidos de llanta anualmente de todo tipo de

vehículo en Guatemala. «La mala disposición final de las llantas de desecho tiene un alto impacto en el medio ambiente cuando estas son quemadas a cielo abierto produciendo una gran cantidad de partículas contaminantes para el medio ambiente. Por otro lado, su disposición en basureros no controlados, son riesgo de acumulación de agua y fuente de producción del mosquito del dengue afectando la salud de los guatemaltecos.» Ellos cuentan con una alternativa de reciclaje con el fin de utilizar las llantas de desecho como reciclaje, evitando que terminen en basureros no controlados, Proverde cuenta con un programa para procesarlas. Con esto en el año 2011, recolectaron 1,000 toneladas, en el 2012, recolectaron 3,300 y así año tras año esperan recolectar más con el fin de evitar su mala disposición.

Según El Instituto Nacional de Estadística (INE) (2012), «En 2012, la principal causa de defunciones asociadas a factores ambientales, fue: Neumonía, con 47.2 %; en tanto que la que presentó una menor incidencia fue: Desnutrición proteico-calórica, con 14.4 %.»

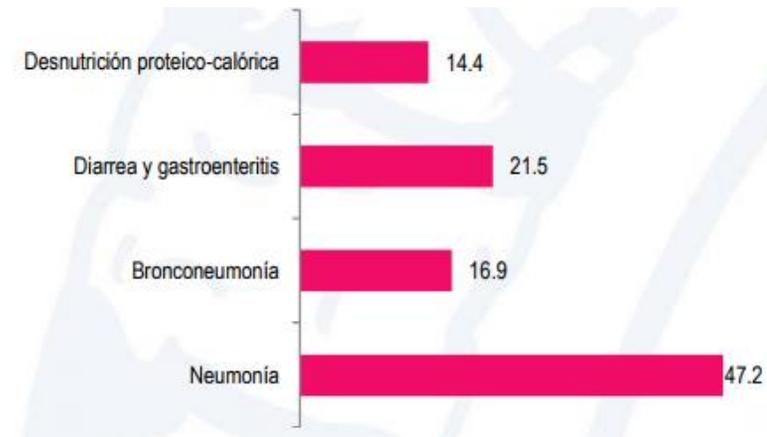


Ilustración 5: causas de defunciones asociadas a factores ambientales

El caucho es una de las materias primas más importantes del mundo y Guatemala, este procede del látex que se extrae de plantas tropicales.

Se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica, aislante de la temperatura, resistente a ácidos y sustancias alcalinas. La mayor parte es para la industria automotriz.

El caucho natural usualmente lo vulcanizan, en la empresa Polímeros y hule, para ello se utiliza azufre, este hace que la formula se vuelva más dura y resistente a temperaturas extremas, ya que esto lo que hace es lograr el enlace de las cadenas elastómeras, con esto mejoran su resistencia cuando la temperatura y la elasticidad varían. Un 80 % de las veces se utiliza fundido.

El caucho cuenta con excelentes propiedades de flexión, tracción, compresión, eléctricas y mecánicas. Tiene una buena adhesión con tejidos y metales. Su resistencia al desgarre y la abrasión son muy buenas.



Ilustración 6: árbol de Caucho

Las llantas están formadas por una banda de rodadura de goma labrada, para evitar el derrape del vehículo, una estructura (carcasa) formada por cables y capas incorporadas al caucho cumpliendo con las necesidades de cada vehículo, como se muestra en la tabla 1 donde se ve la composición de acuerdo al tamaño de la llanta y el peso que esta va a soportar.

MATERIAL	COMPOSICIÓN (%)	
	AUTOMÓVILES	CAMIONES
Caucho natural	14	27
Caucho sintético	27	14
Negro de humo	28	28
Antioxidantes y rellenos	17	16

Ilustración 7: Estructura de la llanta

Según el fabricante de llantas *Bridgestone*, se componen de diferentes partes como: banda de rodamiento, hombro, perfiles o paredes laterales, talón, pestaña, carcasa,

protector, aislamiento interior, pliegues de acero y nylon y pestaña.

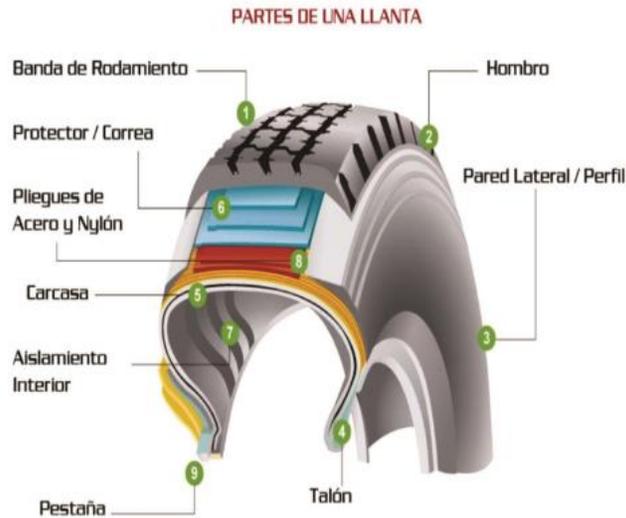


Ilustración 8: Principales partes de una llanta.

De la imagen de la página anterior, Grupo Lodi (2017) explica cada parte. Las partes de las llantas que contiene caucho para reciclarlo son: la banda de rodamiento (1), Hombro (2), pared lateral/perfil (3), Talón (4), Carcasa (5), Protector/correa (6), Aislamiento interior (7), Pliegues de acero y nylon (8), Pestaña (9).

Leticia Baselga, de residuos de la ONG Ecologistas en Acción Colombia (2010), dice que «un neumático puede tener más de 200 componentes, depende de su precio y tamaño, pero el porcentaje medio de los materiales que intervienen en su fabricación es como sigue: caucho (45-47 por ciento), negro de carbono (21,5-22 por ciento), acero (16,5-25 por ciento), textil (5,5 por ciento sólo para autos), óxido de cinc (1-2 por ciento), azufre (1 por ciento), y otros aditivos (5-7,5 por ciento). Los metales pesados presentes son cobre, cadmio y plomo».

Según estudio de Valorización Material y energética de Neumáticos fuera de Uso, de Encarnación Cano Serrano, los neumáticos están compuestos de caucho sintético, caucho natural, negro de carbono, óxido de Zinc, azufre, acero, material textil y otros aditivos y acelerantes.

Según el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial en Colombia (2009), dicen que existe una gran oportunidad de mercado por la alta generación de

residuos y por la poca tecnología que existe para reciclar el mismo.

Con el ciclo de vida de un producto se entiende que pasa con un producto desde que se crea hasta su fin. Según la Guía para el manejo de Llantas Usadas, Cámara de Comercio de Bogotá, (2006) el ciclo de vida de una llanta cuenta con cuatro etapas, la primera es con los proveedores conseguir la materia prima, se procesa y transporta, luego se fabrica, se empaca y se distribuye, se utiliza por cierto tiempo y se reutiliza, recicla o se tira.

Según estudios del Instituto Nacional de Ecología, de México (2010) en países europeos como Francia y Alemania reciclan un 60 % de sus llantas usadas, en los países de latino américa no existe tanta conciencia ambiental y un ineficiente control de recuperación de llantas. Se dice que existe aproximadamente 440 millones de toneladas se desechan actualmente, de las cuales el 91 % terminan en lotes baldíos, ríos y carreteras, esto genera incendios y problemas para la salud.

Según la Dirección General de Salud Ambiental Perú (2013), la quema de llantas genera gases tóxicos, los cuales a largo plazo producen cáncer. La combustión emana toxinas y furano, los cuales entran por las vías respiratorias y la piel de las personas. Atacan el sistema respiratorio y producen ahogos respiratorios y bronco-respiratorios. Según especialistas (2013), «Al ingresar al organismo, estos gases se acumulan básicamente en el tejido graso. Su efecto no es inmediato, sino por acumulación. Si la persona quema residuos sólidos como estos durante años, es muy probable que desarrolle cáncer en alguna parte de su cuerpo».

1.1.1. Productos de seguridad vial

De acuerdo a Unimat traffic Mexico (2018), la seguridad vial es un problema que atañe a todas las personas, implementar medidas activas para aumentar la seguridad vial es un problema que atañe a todas las personas, implementar medidas activas para aumentar la seguridad en nuestras calles, sobre todo en los alrededores de parques, colegios, estadios, etc., lugares en los que se

tiene un alto número de personas movilizándose, tanto en vehículos como a pie. Una de las medidas mejor valoradas son los reductores de velocidad vial, estos obligan a los conductores a reducir la velocidad al acercarse a uno, evitando que las zonas más conflictivas o con mayor número de siniestralidad sean peligrosas. Los reductores suelen estar fabricados en hule, goma o caucho reforzado, con colores llamativos para atraer la atención del conductor, además de que se puedan ver por la noche. Son fáciles de instalar y no requieren de mantenimiento, lo que sí es aconsejable, por no decir obligatorio, es colocar una señal de aviso, antes del reductor.

La implementación de reductores de velocidad en cruces conflictivos de las calles, ha contribuido a la reducción de accidentes de tráfico, ya que estos obligan a reducir la velocidad a su paso. Esta y otras medidas de las mismas características son imprescindibles para la seguridad de los conductores y peatones.

En nuestro país contamos con varios tipos de reductores de velocidad, como los mencionados en la ilustración de abajo.



Ilustración 9: productos de seguridad vial.

1.2. Necesidad

En el siguiente proyecto existen dos necesidades. La primera, se deriva la necesidad que tiene Grupo Cobán, específicamente la empresa Polímeros y Hule en la ampliación de línea para competir en el mercado de calzado, ya que el calzado nacional se encuentra en declive. Según cifras mostradas por el Banco de Guatemala (banguat) (2017), «durante el 2012 la exportación de calzado generó \$35 millones, mientras que al cierre del 2014 dicha cifra registraba una reducción de \$4,2 millones. Caso contrario se presenta con la importación, que entre el 2012 y 2013 ascendió a \$143 millones y en 2014 aumentaron en \$7 millones.»

«...El principal problema es la práctica de la triangulación. El calzado ingresa a Guatemala bajo el origen estadounidense cuando proviene de China. Es ilegal y va contra el Tratado de Libre Comercio suscrito con Estados Unidos. Ese problema no es nuevo ya se advirtió de él hace años. »

Según experto en comercio exterior Enrique Lacs (2015).

Grupo Cobán, detecta la necesidad que existe para diversificar su mercado y busca la manera de hacerlo por medio de la ampliación de línea de la empresa, innovando en productos de seguridad vial. Con el estudio anteriormente mencionado, se analiza que producto es el que se vende en cantidades mayores con el fin de que sea un producto que genere ganancias para la empresa y además, tenga un impacto en reducir la cantidad de desechos que existen por las llantas. La empresa Polimeros y Hules junto con el diseñador, deciden que el producto adecuado para comenzar con la ampliación de línea, adicional a los túmulos y topes que ellos ya manejan, serán las boyas para restringir un acceso o bien, reducir velocidad.

Necesitan el desarrollo de un proyecto sustentable, el cual consiste en mejorar una de sus fórmulas actuales por medio de agregarle polvo de llanta (llantas sometidas a un proceso de molienda, entre los beneficios del mismo es la

reutilización completa de la llanta y el bajo precio) con el fin de reducir costos y crear un producto. Este producto debe tener de excelentes propiedades mecánicas de tracción, flexión y compresión, teniendo un precio de venta competitivo para mercado actual que existe en Guatemala de piezas de tráfico.

La segunda necesidad es nacional, específicamente capitalina, en donde se quiere reducir la cantidad de llantas que se desperdician en Guatemala, evitando el impacto ambiental y de salud que estas ocasionan mencionadas anteriormente.

En el diagrama 1 se explica con mayor detalle.



Ilustración 10: diagrama de la oportunidad de diseño encontrada a partir de la necesidad.

1.3. Actores involucrados

Para comprender los actores involucrados cruciales del proyecto se realiza diagrama, presentado abajo.



Ilustración 11: actores involucrados cruciales.

La empresa, Polímeros y hule, una empresa de Luces del Norte S.A. -empresa industrial de Grupo Cobán-, integrados verticalmente con las plantaciones de caucho y zapatería Cobán, dedicada a la producción serie de diferentes productos entre estos: suelas sólidas, suelas micro, botas, banda, piezas de tráfico, entre otros. Presenta una necesidad de reducción de costos en fórmulas para generar productos de piezas de tráfico por medio del reciclaje, manteniendo las propiedades o mejorando la fórmula madre.

Esta situación, presenta una oportunidad de diseño para mejorar dichas formulas (desarrollo de material) y crear un nuevo producto de consumo (diseño de producto), reduciendo costos, reduciendo desperdicio de material, ayudando al medio ambiente y compitiendo con productos del mercado realizados con otros materiales como plástico y metal.

Para el proyecto se debe tomar en cuenta que el cliente está certificado con las normas ISO y las políticas de seguridad con las que cuenta la empresa.

Para la realización del proyecto de grado el alumno cuenta con todos los recursos y capacidad instalada de la empresa.

El proceso contara con fases, la fase 1 es analizar con pruebas de laboratorio apoyadas por un ingeniero, con el fin de tener un estandarizado de las capacidades físicas de la formula madre, la fase 2 es ir realizando diferentes pruebas en donde se le agregue el polvo de llanta para ver cómo se va comportando la formula, hablando sobre propiedad físicas, mecánicas y costos.

Al tener la formula compuesta que mejor cumpla con todas las propiedades de la formula madre, el estudiante inicia a fabricar el producto, validando la aceptación del mismo con personas que utilizaran el mismo como constructoras e instaladores

ACTORES INVOLUCRADOS

FASE 1 RE UTILIZACIÓN DE MATERIAL

¿DISEÑO INDUSTRIAL? DESARROLLO DE MATERIAL (FÓRMULA NUEVA)



FASE 2 PRODUCTO FINAL

¿DISEÑO INDUSTRIAL? DISEÑO DE PRODUCTO



Ilustración 12: actores Involucrados

1.4. Consumidores y usuarios

A continuación, se plantean los posibles usuarios. Los consumidores en este caso son industriales.

Los usuarios primarios son los que tendrán contacto con la instalación de la boya. Son los principales consumidores ya que la instalación de la misma debe ser un trabajo más rápida, segura y eficiente al actual. En este caso son los clientes con los que la empresa cuenta actualmente y les compran las piezas de tráfico, en Guatemala, de acuerdo a Páginas Amarillas, hay aproximadamente 40 empresas registradas que venden productos de señalización. El sector comercial de los mismos se enfoca en comercializar productos de seguridad vial. Estas empresas venden sus productos de seguridad vial por unidad o por mayor.

Como se observa en las ilustraciones 12 y 13, las empresas usualmente realizan cotizaciones de 100 unidades hasta 1000.

Según Diana Ruiz, asesora de ventas de Trayco S.A. (2017), las ventas promedio de boyas son de 500 unidades.



GENERAL SAFETY GUATEMALA, S.A.
 AVENIDA LAS AMERICAS 20 79 ZONA 14 GUATEMALA
 Tel./ Fax: 23670013 23670014
 correo@generalsafety.com.gt

PROFORMA No. 04COT 2000
 GUATEMALA 9 JUNIO 2,017

CLIENTE: 2383039-5
 COMPUMANIA, S.A.
 AV. PETAPA 15-60 ZONA 12
 ATENCION: JOSÉ CRUZ

REFERENCIA: VER TIEMPO DE ENTREGA EN CORREO

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO	SUBTOTAL
723.00	BMR	BOYA METALICA CON REFLECTIVO MEDIDAS 9" X 9" X 2.75" DE ALTO	64.00	46,080.00
158.00	PEH80	PROTECTOR DE ESQUINAS CON 4 FRANJAS REFLECTIVAS AMARILLAS, FABRICADO DE HULE NEGRO, 80CM DE ALTURA, GROSOR 1CM (NO INCLUYE HERRAJES DE INSTALACION). MODELO PEH80 MARCA SAFETYW1	43.00	6,794.00
200.00	TPP60X12	TOPE PARA ESTACIONAMIENTO, COLOR NEGRO CON 3 FRANJAS AMARILLAS REFLECTIVAS, FABRICADO DE HULE, MEDIDAS 60X12X10CMS. (NO INCLUYE HERRAJES DE INSTALACION). MODELO TPP60X12 MARCA SAFETYW1	71.00	14,200.00
** SESENTA Y SIETE MIL SETENTA Y CUATRO QUETZALES EXACTOS **			TOTAL	67,074.00

PRECIOS INCLUYEN IVA
 OBSERVACIONES:
 TIEMPO DE ENTREGA: ENTREGA INMEDIATA SUJETO A PREVIA VENTA
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS
 FORMA DE PAGO: 0 CONTADO

FIRMA: _____
 MYNOR CHAN
 ventas4@generalsafety.com.gt
 5104-1890

Ilustración 13: cotización a distribuidor

TRAYCO, S.A.

 Distribuidora Trayco, S.A.
 13 calle 5-10a zona 10
 Guatemala GUATEMALA 01010
 Guatemala

Cotización
 Cotización n.º COT-1054

Fecha de la cotización : 13 nov 2017
 Fecha de vencimiento : 30 nov 2017
 Referencia n.º : Boyas

Facturar a
 Silvia De Cruz

Artículo & Descripción	Cant.	Precio	Cantidad
 Boya metálica color amarillo Boya metálica fabricada con lamina de acero troquelada de 1/8", pintada amarillo con esmalte al horno, con sticker reflectivo. Medidas 9" de largo x 9" de ancho x 2.625" de alto. Incluye herrajes de anclaje	100.00 unidad	120.00	12,000.00
 Boya plástica color amarillo Boya plástica fabricada con polipropileno de alta densidad color amarillo, con insertos reflectivos. Medidas 7.5" de largo x 7.5" de ancho x 2.625" de alto. Incluye herrajes de anclaje	100.00 unidad	140.00	14,000.00
 Instalación de Boya	100.00	150.00	15,000.00
		Subtotal	41,000.00
		Total	Q41,000.00

Notas
 Atentamente,
 Diana Ruiz
 Tel: 2313-0100 Ext. 102

Términos y condiciones
 Tiempo de entrega: 5 días después de autorizada la cotización.
 Extender cheques pagaderos a nombre de TRAYCO, S.A.
 Cotización Válida de 30 días.
 Para poder autorizar dicha cotización se debe de enviar cotización firmada autorizada u orden de compra, 80% anticipo y 20% contra entrega.
 Los precios ya incluyen 12% IVA

Ilustración 14: cotización Trayco

Por otro lado, el usuario final es el conductor. El conductor busca que sus llantas se utilicen de la mejor manera posible, al reducir el impacto que se reduce cuando la llanta toca la boya, el desgaste de la llanta será menor, disminuyendo también la resistencia de rodada y durabilidad de la misma. Al tener un material con mayor tracción la respuesta de manejo será rápida y precisa.

En México (2017), La dirección de Tránsito y Vialidad de Ciudad Madero, retiro boyas metálicas de velocidad instaladas en las principales avenidas, ya que las mismas se encuentran deterioradas y no se adaptan a las especificaciones establecidas por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), esto causa que la salud de los conductores y los vehículos se dañen.

Martin Novelo, subdirector de Estrategia Vial, indico (2017): «se detectó que los reductores metálicos ya daban un mal aspecto por el deterioro, además de estar excedidos en dimensiones, afectando los autos e incluso a los conductores».

La SCT establece (2017), «la altura de las boyas no debe exceder los 5.5 centímetros», ya que al ser más altas se producen daños en los neumáticos, en el sistema de suspensión y dificulta el transitar en la ciudad, esto incluso por el impacto puede causar daños en los pasajeros como: columna, cervicales o incluso desprendimiento de retina.

A continuación, dos infografías describen los mencionados anteriormente.

USUARIO Y CONSUMIDORES

CONSUMIDOR INDUSTRIAL



..... **INSTALADOR**

EMPLEADO DE EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE EQUIPO DE SEGURIDAD VIAL

- Sector Comercial: enfocados en comercialización de equipos, entre estos seguridad vial.
- son personas que instalan boyas, tumulos y topes.

USUARIO **CONDUCTOR**



EMPLEADO DE EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE EQUIPO DE SEGURIDAD VIAL

- cualquier persona que conduce un automóvil.
- busca que sus llantas se utilicen de la mejor manera posible, tratando de reducir el desgaste de sus llantas

Ilustración 15: consumidores y Usuario

1.5. Análisis de soluciones existentes

A continuación, se presentan soluciones existentes. En la que se analizaron las técnicas de reciclar llantas que utilizan en Guatemala actualmente. Por otro lado, se analizan los productos de tráfico que actualmente existen. De ambas tablas y diagrama se presenta un análisis de aspectos positivos, interesantes y negativos, contando incluso con precios de mercado.

Reutilización de llantas

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
<p>Aglomerado</p>	<p>Aglomerado – Son fabricados mezclando el polvo de llanta agregando poliuretanos de alta densidad, como aglutinante (resina que se fusiona a 100 grados centígrados) se hace por temperatura y presión. (se pueden pigmentar) Sus productos de estéticos, de confort, seguridad, higiene y calidad, cuentan con excelente resistencia mecánica, adherencia al paso y dan seguridad. USOS: Pisos, bloques, pisos hechos directamente en el lugar, túmulos (menor resistencia), laminas (techos impermeabilizados), alfombras (welcome)</p>
	<p>POSITIVO Entre sus propiedades esta su elevada resistencia a la abrasión, absorción de sonido, aislante eléctrico y térmico, es antideslizante.</p>
<p>Ilustración 16: aglomerado</p> 	<p>INTERESANTE Crea un ambiente confortable, crean climas adecuados cualquier época del año, por su bajo nivel de deslizamiento, se colocan en lugares como escaleras, rampas y pasillos</p>
 <p>Ilustración 17: túmulo</p>	<p>NEGATIVO Es un producto que se desgasta fácilmente con el uso ya que las partículas se desprenden con facilidad.</p>

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
Quemarlo como combustible	<p>Esto se produce en galeras, la única certificada es una de cementos progreso, es el proceso en el que convierten los residuos de llantas u otros materiales en un material que se considera un combustible, en el caso de cementos progreso, el combustible es utilizado para fabricación de cemento. De acuerdo a la Asociación de Fabricación de Caucho “en 2005 el 52% de los neumáticos usados en Estados Unidos fueron quemados como combustible.” Y según la Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho (ETRMA), en Europa la cifra baja a un 31%.”</p>
	<p>POSITIVO</p>
	<p>Es positivo en cementos progreso ya que le encuentran un uso, cuentan con certificaciones Normas internacionales ISO14000 y OHSAS18000, también cuentan con la aprobación de Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN para que el mismo sea un proceso ambientalmente seguro.</p>
	<p>INTERESANTE</p>
	<p>Solo existe una galera certificada, cementos progreso, ellos compran la llanta a un precio muy bajo, evitando que las mismas terminen en botaderos clandestinos, los cuales impactan negativamente el medio ambiente.</p>
	<p>NEGATIVO</p>
<p>Ilustración 19: caucho proceso combustible</p>	<p>Este proceso desarrollado de una mala manera tiene riesgos para la salud y seguridad de los colaboradores y no tienen un manejo seguro de los mismos desechos.</p>

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
Combustible Alternativo	Según Jorge Medina Valtierra y a Marisol Guerra Esparza, investigadores del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Aguascalientes (ITA), “la pirolisis católica Se trata de un tratamiento que degrada los componentes de la llanta sin quemarla, gracias a la ausencia de oxígeno y a la presencia de nitrógeno durante la descomposición, lo que evita la emisión de gases contaminantes durante todo el proceso.”
	POSITIVO
	De acuerdo a estudios realizados, se aprovecha un poco más del 60% del hule de la llanta
	INTERESANTE
	Este tratamiento evita que las llantas liberen contaminantes a la atmosfera
Ilustración 20: combustible alternativo	NEGATIVO
	La llanta sigue ocupando un espacio físico la cual puede terminar en basureros no controlados.
NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
Carreteras Asfalto	Las carreteras de asfalto, consisten en un asfalto modificado con polvo de llanta. Este proceso es el menos utilizado en Guatemala y ayuda a que no se desgasten tanto las llantas, la capa de asfalto no se rompe tan fácil ya que es disipador de calor.
	POSITIVO
	Mejora la Resistencia, tiene una mayor vida, son menos ruidosas, mayor seguridad vial ya que las llantas se adhieren mejor.
	INTERESANTE
	Al usar las llantas para el desarrollo de carreteras, se evita que las mismas se quemen, el ruido de los carros con la carretera se reducen y ahorran energía y durabilidad de las llantas.
Ilustración 21: asfalto modificado con polvo de llanta	NEGATIVO
	No se reducen los costos entonces en Guatemala es lo que menos se utiliza, ya que no le ven el valor agregado y no tiene la maquinaria.

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
<p>canchas de fútbol</p> 	<p>Según un estudio realizado por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) el caucho reciclado en instalaciones deportivas de césped artificial, es una solución buena, ayuda a que el balón se frene, cumple la función de la tierra en el campo de césped natural</p>
	POSITIVO
	El caucho ayuda a amortiguar golpes cuando los futbolistas se caen.
	INTERESANTE
	Se siente la diferencia entre el piso normal y las canchas por la amortiguación del mismo, ayuda a que la pelota se frene y se salga del campo con tanta facilidad
	NEGATIVO
<p>Ilustración 18: túmulo</p>	<p>Es incómodo para los jugadores ya que se les mete en los ojos y en los zapatos. "La hierba artificial resulta un terreno más duro, más cansado y con más riesgo de lesión, por lo que personalmente prefiero el césped natural." opinión del jugador profesional Álvaro Zazo, jugador del Tenerife en 2ª división "B"</p>

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
<p>Formas creativas para reciclar neumáticos usados</p> 	<p>En este se utiliza la llanta entera unida por medio de diferentes aplicaciones, normalmente les aplican pintura o algo para forrar. Normalmente es un proceso artesanal o hecho en casa. Es una idea de "hazlo tú mismo", no es recomendable usarlo para algo comestible, ya que pueden liberar químicos tóxicos.</p>
	POSITIVO
	Es un proyecto que se puede realizar en casa, tiene muchas posibilidades como camas de perros, lámparas, sillones, mesas, juegos de niños, como columpios y areneros.
	INTERESANTE
<p>Ilustración 22: sillón con llanta</p> 	<p>Crea un ambiente confortable, crean climas adecuados cualquier época del año, por su bajo nivel de deslizamiento, se colocan en lugares como escaleras, rampas y pasillos</p>
	NEGATIVO
<p>Ilustración 23: juego elaborado de llantas</p>	<p>La gente no compraría estos productos a un costo elevado, ya que es algo que podría hacer uno mismo.</p>

Productos de seguridad vial

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
Boyas para control vial Metalica	Boya metálica tiene la función de reducir la velocidad, fabricada con lámina de acero, pintada amarillo con esmalte al horno, con sticker reflectivo. Medidas 9" de largo x 9" de ancho x 2.625" de alto. Precio del mercado Q.89-Q.110
	POSITIVO
	resistente a golpes e impactos, resistente a fricción.
	INTERESANTE
Ilustración 24: boya metálica	visibles durante el día y noche, sirven para delimitar espacios, material compatible a diferentes superficies
	NEGATIVO
Ilustración 24: boya metálica	El metal puede llegar a astillarse y lastimar las llantas, además la pintura se quita.
	Ilustración 25: boya metálica dañada 

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
boyas para control vial Plástica	Boya plástica, reduce la velocidad de los vehículos. Fabricada con polipropileno color amarillo, alta permanencia de color. Medidas 7.5" de largo x 7.5" de ancho x 2.625" de alto. Se utiliza para delimitar carriles, aumentar visibilidad en bifurcaciones o carriles exclusivos. Precio de venta Q.100-Q.150
	POSITIVO
	Resistencia alta al impacto y al desgarramiento, debido a su material el cual es un polipropileno de alto impacto
	INTERESANTE
Ilustración 26: boya plástica	El color tiene una vida útil de aproximadamente 10 años
	NEGATIVO
Ilustración 26: boya plástica	Es menos resistente que la metálica, sus reflectores duran menos de los 10 años, aproximadamente 7.

NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
<p>Cuña de Hule para bloqueo de llanta</p>	<p>Las cuñas de hule para bloqueo de llantas hacen que no se pueda mover el vehículo, lo detiene. Por ser de hule reciclado, son fuertes, seguras, y resistentes al daño de UV, de la humedad, de la sal y de los aceites. Por el material, el neumático no se daña y el pavimento tampoco. El diseño de tracción agarra el neumático y el camino. Es ideal para mantener los remolques de los camiones en su lugar durante las operaciones de carga y descarga. Medida: 19.5cm alto x 24cm largo x 16.5cm ancho Peso: 5Kg. Precio Q. 180</p>
	<p>POSITIVO Resisten diferentes climas, como rayos ultravioletas o la capa de ozono. Fabricados en nylon y poliéster por lo que es un material que no daña las llantas.</p>
<p>Ilustración 27: cuña</p>	<p>INTERESANTE</p>
	<p>Son muy buenos para cuando el suelo no está uniforme, para frenar los carros, montacargas o camiones, evitando accidentes ocasionados por deslizamientos. Por las propiedades del hule, el diseño causa una tracción la cual agarra el neumático y el camino</p>
	<p>NEGATIVO</p>
	<p>Con el tiempo, la abrasión es mayor en un hule que un metal o un plástico</p>
NOMBRE DE LA PROPUESTA	INFORMACIÓN BÁSICA DE LA SOLUCIÓN
<p>Túmulos para reducir velocidad</p>	<p>Los túmulos son la forma más efectiva de reducir la velocidad o también se utiliza para proteger cables o mangueras. Se puede instalar en cualquier superficie. Está fabricado de hule reciclado, material fuerte y duradero. Este asegura un mejor agarre aunque este mojado. Contiene 5 Franjas amarillas reflectivas resistentes al clima.</p>
	<p>POSITIVO tienen una larga durabilidad sin mantenimiento</p> <p>INTERESANTE es resistente al exterior y su instalación es sencilla</p> <p>NEGATIVO</p>
<p>Ilustración 28: tumulo</p>	<p>Analizando los que están puestos notamos que donde pasan todos los carros se van desgastando poco a poco y también la pintura se va quitando o si es sticker se despegan</p>

Conclusiones

Precio Accesible, el precio promedio de los productos son elevados como podemos observar en ilustración 29. En donde un túmulo promedio cuesta Q800, una boya metálica Q100 y una plástica Q185.

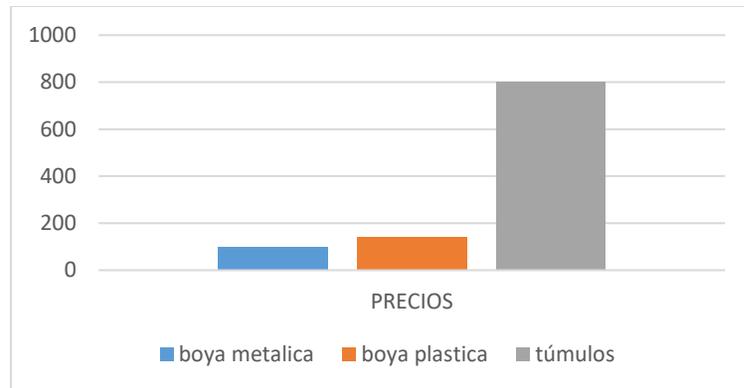


Ilustración 29: análisis precio accesible

En los túmulos y cuñas, se puede apreciar las propiedades del caucho, como este tiene mejor agarre a pesar de estar mojado, esto permite que el carro no se resbale.

Los productos de hule reciclado, son fuertes, seguros, resisten a la luz UV, son repelentes a la humedad, entre otros aspectos positivos.

Los productos existentes de tráfico son en su mayoría de metal o de plástico. El diferenciador en este producto son las propiedades del material y el costo competitivo del mismo.

Los productos hechos de caucho tienen un menor grado de mantenimiento comparado con el metal y el plástico.

Los materiales duros como el metal pueden ocasionar vértices peligrosos, los cuales pueden dañar el automóvil.

Los productos duros como el plástico, concreto y el metal pueden afectar la suspensión del carro y cuando las personas pasan por los mismos estos productos, ya sean túmulos de concreto o boyas de metal la suspensión del carro y la columna de las personas pueden sufrir consecuencias.

Canvas estratégico

Para obtener lo mejor de cada solución, se utilizó la herramienta de «canvas estratégico», para reducir y eliminar factores que afectan en la solución.

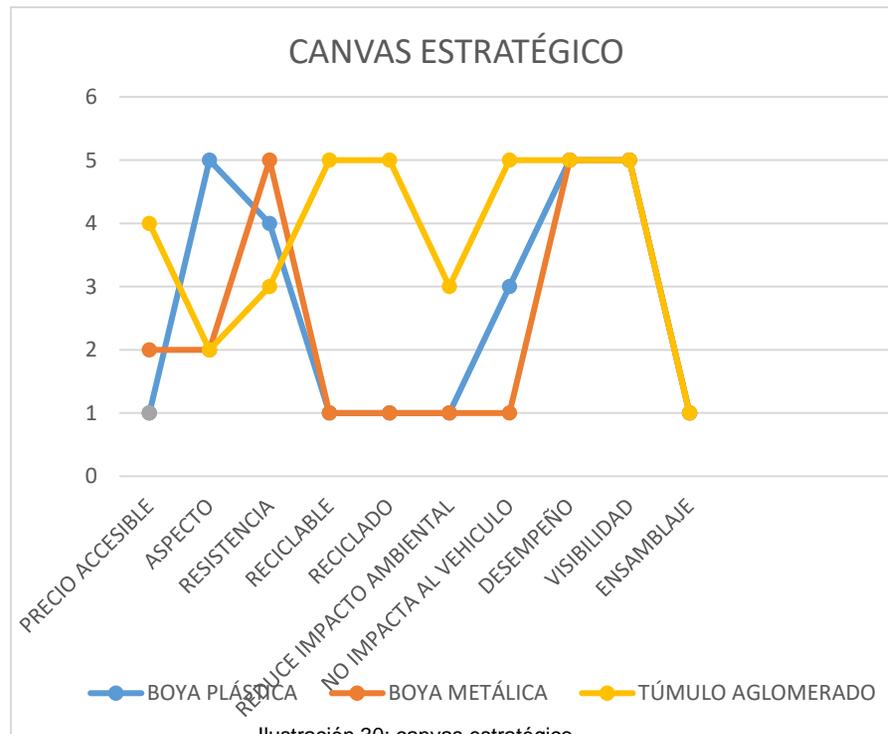


Ilustración 30: canvas estratégico

Conclusiones

El Canvas Estratégico es una herramienta con el fin de crear un modelo de solución que mejor se adapte a las necesidades del cliente. Las respuestas se obtuvieron por medio de una investigación cuantitativa y cualitativa, preguntas a usuarios y datos, resultados en Anexo 4 (página 149).

Al momento de utilizar esta herramienta, los temas en donde el producto nuevo debe resaltar, es en el tema de reciclaje, reducción del impacto ambiental y el impacto que el mismo pueda ocasionar en el vehículo.

Otro tema crucial en las piezas de control de tráfico es el tema del ensamblaje, ya que es una tarea que a los instaladores les requiere mucho tiempo y una postura inadecuada.

El precio de la pieza debe ser accesible para poder entrar en el mercado e incluso sobresalir del mismo.

El aspecto, resistencia, impacto al vehículo, desempeño y visibilidad, se obtuvieron por medio de los usuarios que transitan con sus vehículos encima de las mismas, resultados en Anexo 4 (página 149).

Para saber si era un producto reciclable o reciclado se realizó un análisis de las propiedades de cada material, al igual que el impacto ambiental que tiene la misma.

El reciclaje de llantas es un tema que surge de la necesidad de reducir los daños que estas ocasionan tanto para el medio ambiente como para la salud.

A pesar de que existen varias aplicaciones para reciclar las llantas, en Guatemala no se tiene la conciencia de reciclar, ni los recursos necesarios para hacerlo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gran competencia que existe en el país del calzado nacional, causado especialmente por las importaciones que existen, Grupo Cobán detecta la necesidad de crear otra línea de mercado, ya que si ellos no empiezan a innovar en los productos y las líneas que manejan y continúan con lo que actualmente venden, pueden quedar fuera del mercado ya que no van a tener el presupuesto suficiente y la competencia va a ofrecer nuevas cosas, haciendo que ellos se queden atrás. Es importante innovar en toda empresa para poder sobrevivir y siempre ofrecerle algo mejor al cliente, ya que, si no lo ofrecen ellos, alguien más lo puede llegar a ofrecer. Si esto sucede y la empresa Grupo Cobán únicamente continúa sobre su línea de calzado, según estadísticas la empresa puede desaparecer, ya que la demanda del calzado cada vez es menor. «En ocho años han cerrado el 30 % de fábricas», comenta Byron Almorza, presidente de la Gremial de Fabricantes de Calzado y Productos Afines (2017), el

comenta que adicional a esto, se redujeron 50 % de empleos y que, si el calzado sigue así, en 10 o 15 años todas las fábricas van a desaparecer.

En esta ocasión, Grupo Cobán, busca la manera de diversificar su mercado por medio de la ampliación de línea de la empresa integrándolo con la Responsabilidad Social Empresarial, programa de mucha importancia para las empresas. El impacto del producto a desarrollar puede ser muy grande para la empresa, ya que representaría la atracción de una mayor cantidad de clientes, por consiguiente, tener más ventas, aumentaría el ingreso de la empresa en términos económicos.

Es de suma importancia solucionar esta problemática para que el ciclo de vida de la misma no se vea afectado por un declive, si no que sepan continuar arriba atendiendo y dándole lo mejor a sus clientes, incluso con otro nicho de mercado. Otro impacto que la solución le puede traer a la empresa para beneficiarlo sería el ingreso

que esta línea de mercado nueva significaría para la empresa.

Paralelamente a esta problemática, se detecta el problema que existe por causa de las llantas. Según estudios realizados por Proverde, se estima que en Guatemala se producen más de 100,000 toneladas de desechos de llantas actualmente de los distintos vehículos que existen y la mayor parte de estas terminan en basureros, lagos o quemadas a cielo abierto.

«La mala disposición final de las llantas de desecho tiene un alto impacto en el medio ambiente cuando estas son quemadas a cielo abierto produciendo una gran cantidad de partículas contaminantes para el medio ambiente. Por otro lado su disposición en basureros no controlados, son riesgo de acumulación de agua fuente de producción del mosquito del dengue afectando la salud de los guatemaltecos.» Programa de Recolección de llantas, Proverde, 2017.

El problema se presenta en la ciudad de Guatemala, en donde según cálculos realizados por la Comisión Nacional de Desechos Sólidos, CONADES (2015), el 70 % están en vertederos, generalmente no autorizados como en basureros, lagos, lagunas y ríos. El 15 % son rencauchados, ya sea artesanalmente o por importadoras y el 12 % es reciclado, en su mayoría para hacer polvo de llanta o combustible.

El problema se presenta en todo el año ya que las personas desechan sus llantas cuando se les descomponen y el número de carros que circulan en la ciudad de Guatemala cada vez es mayor, «En tan solo diez años la cantidad de vehículos en Guatemala se ha duplicado, de 1905 cuando llegó el primero al 2005 entraron en circulación aproximadamente un millón, de esa fecha a la presente el número de vehículos supera los dos millones, con algunas particularidades como la centralización de los automotores. Según información de la municipalidad de Guatemala anualmente el parque vehicular crecerá un 15 % haciendo que dentro de cinco

años las calles de la ciudad de Guatemala se encuentren completamente colapsadas.» Más de 2 millones de automóviles circulan en Ciudad de Guatemala, HispanTV 2015. La Superintendencia de Administración Tributaria - SAT-, anunció en el 2010, que la cantidad de vehículos es de dos millones sesenta y cuatro mil treinta y cinco (2,064,035).

Al analizar la cantidad de llantas de acuerdo a un estudio que realiza Cementos Progreso, «en el 2017 se lograron reutilizar 5,884 toneladas de llantas, incluyendo vehículos normales, camiones entre otras, se recopilan especialmente de pinchazos ubicados en la zona 8, villa nueva y Petapa.» Según Sandra de Proverde (2018)

Se cuenta con el apoyo de la empresa Polímeros y hules, la cual presenta una necesidad de la generación de un nuevo material, el cual sea reciclado. Esta empresa actualmente realiza diferentes productos con fórmulas estandarizadas, en el que, por medio de agregar polvo de llanta se genera un nuevo material con el fin de bajar

costos, tener un producto reciclado y mejorar o mantener las propiedades actuales y necesarias para el producto que será diseñado. Con el fin de tener un producto viable para la empresa, manteniendo el punto de vista ambiental, social, económico, con un alto potencial y proyección al futuro.

3. MARCO LÓGICO DEL PROYECTO

Objetivo General

- Ampliar la línea de señalización vial a través de la creación de un nuevo material reciclado de bajo costo, con el fin de incrementar las utilidades de la empresa y ampliar su cartera de clientes, creando un nuevo nicho de mercado e incorporando un programa de responsabilidad social empresarial para la reducción del impacto ambiental.

Objetivos Específicos

- Ampliar la línea de productos de señalización vial, aumentando los ingresos de la empresa en un 5 %.
- Competir con precios del mercado, disminuyendo costos de material aproximadamente en un 20 %, manteniendo las propiedades de la fórmula original para fabricación de boyas.

- Implementar un programa de RSE en la empresa enfocado en reduciendo el impacto ambiental de las llantas que son desechadas en la ciudad de Guatemala, a una razón de 1 llanta por 6 boyas.

4. REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS

Los requerimientos y parámetros fueron planteados de modo que el nuevo material funcione y tenga el uso correcto, cumpliendo con las características físicas requeridas.

REQUERIMIENTOS INDISPENSABLES		
REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALIDACIÓN
Precio menor a la competencia	El precio de venta del producto tiene que ser 15% inferior al de la competencia.	ANÁLISIS DE COMPETENCIA: Se realizarán llamadas o visitas a las competencias, para solicitar el precio y características de las boyas por medio de una cotización. Con el fin de comprobar y comparar las características y precios del producto. Se realizará una tabla comparativo de los precios de la competencia y los del producto, demostrando el porcentaje de cambio entre uno y el otro.
Utilizar polvo de llanta (Reciclaje)	La mezcla del material a utilizar llevará polvo de llanta para abaratar el producto final. Para esto el producto final tiene que tener entre un 15%-20% de polvo de llanta en su mezcla	PRUEBAS DE LABORATORIO: Por medio de las diferentes pruebas de laboratorio realizadas en la empresa, se dará a conocer el porcentaje de material reciclado que se utilizara en la prueba que cumpla con sus propiedades.
Que no se pierda el material por medio de fricción o paso de llantas	La perdida por metro cúbico de la boya no puede ser superior a 70% en una prueba de laboratorio.	PRUEBA DE ABRASIÓN: Se realiza una prueba de abrasión, donde el prototipo esta sujeto a una prueba donde una pieza recorre 2 minutos sobre una lija giratoria y el restante del material se pesa y con la ayuda de una formula se determina la perdida por metro cúbico.
Reducción de costos por producto - material con polvo de llanta vrs. material sin polvo de llanta	Costo por kilogramo de material con polvo de llanta, debe ser un 25% menor al material que se utiliza actualmente.	CUADRO COMPARATIVO: Se realiza un cuadro comparativo de costo por KG de material con polvo y material sin polvo. Con una tabla en Microsoft Excel muestra el precio final de cada kg, el cual debe disminuir al menos 25%

Reducir el impacto en los vehículos	La boya necesita mantener su forma a pesar de ser sometida al peso de hasta 10 toneladas. La boya al momento de que el peso pasa por encima no debe deformarse.	Realizar grabaciones de diferentes vehículos con pesos varios. Se realizan pruebas de campo, fotografías del antes y despues para poder ver si se daña la boya con la deformación.
REQUERIMIENTOS DESEABLES		
REQUERIMIENTO	PARÁMETRO	MÉTODO DE VALIDACIÓN
Tiempo de instalación	El tiempo de instalación del producto con la herramienta necesita ser 30% más eficaz (rápido) que instalarlo sin ella.	CUADRO COMPARATIVO: Se realiza una tabla comparativa con el tiempo inicial de instalación vrs el tiempo de intalación con la herramienta.
Mejora de posturas y riesgo postural	Los operarios no deben someterse a una puntuacion superior o en la tabla "high" (alta) en el QEC	PRUEBA DE QEC: Con la prueba QEC, se analizan los cambios de posturas que los operarios tienen al principio y luego con la ayuda de la herramienta
Visibilidad para conductores	La boya debe cumplir una visibilidad sin dificultad al ser observada desde un camión/carro polarizado dentro de un horario de 20:00 a 4:00 horas.	PRUEBA DE CAMPO: Se realizan pruebas de visibilidad desde diferentes puntos, dentro de un automóvil

5. CONCEPTUALIZACIÓN

A continuación, se plantea el desarrollo del proyecto por etapas, la primera fase enfocada en la ampliación de línea y la responsabilidad social empresarial que aplica la empresa Polímeros y hules. La segunda fase es la creación de un material por medio de la reutilización de llantas.

DESARROLLO DEL PROYECTO

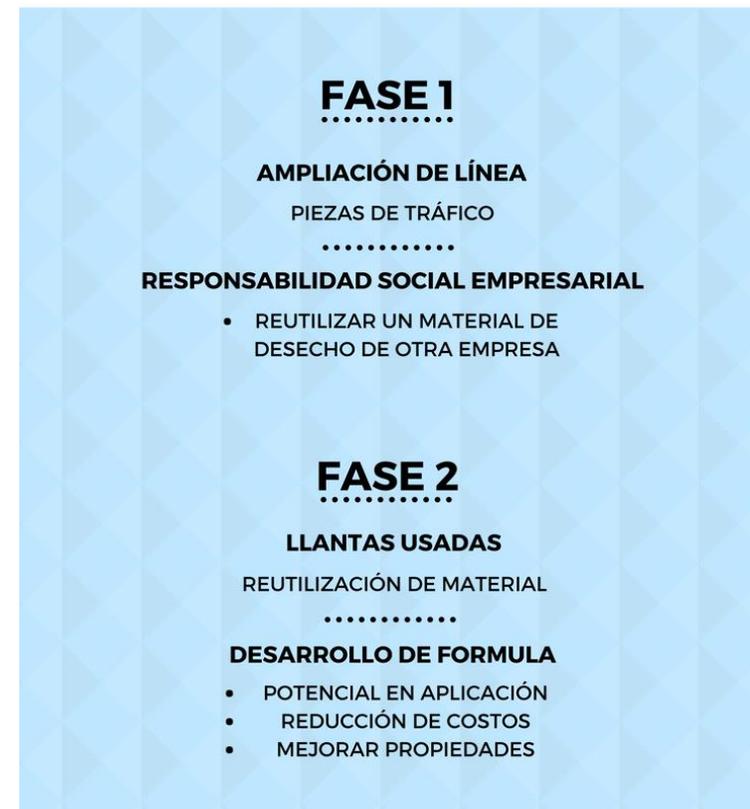


ilustración 31: Desarrollo del proyecto

En esta etapa, se explican algunas herramientas, teorías y conceptos que se utilizan con el fin de tener un proceso metodológico claro por medio del Diseño Industrial.

5.1. Diseño estratégico – innovación y sustentabilidad

Según un artículo de la revista Forbes (2013), en la era de la democratización de la información y el empoderamiento de los individuos, la voz que más resuena es la que pide un cambio en la responsabilidad que las empresas asumen frente a los desafíos ambientales y sociales.

Según Verganti (2009), en una empresa, la innovación se compone de tecnología y se añade el factor diseño, esto aumenta la capacidad de innovación de la misma, su productividad y crecimiento, haciéndola diferente de otros mercados.

Según Gary Hamel (2016), muchas empresas utilizan la formulación estratégica, esto determina el futuro de una

empresa, ya que no pueden estar únicamente fijados por los estudios y análisis de mercado, las empresas deben innovar en los negocios y en las políticas de la misma.

En un estudio realizado de UCPR (2009), hablan de las diferentes metodologías que el diseño estratégico sigue:

- Innovación – quien, qué y cómo
«La innovación es el ejercicio mediante el cual resulta una ejecución que se ha comunicado primeramente como una visión e invención de una idea. A la hora de innovar es necesario tener en cuenta las tres variantes de innovación:
 1. ¿Como obtener la información?
 2. ¿Qué hacer con esa información?
 3. ¿Cuál es la estrategia?»
- Contexto
Conocer el contexto en donde se va a trabajar y saber elegir los usuarios, sin que estos tengan

relación con los estudios, menciona Martha Liliana Marín Montoya (2009).

- Realizar un estudio de usuario «Se debe tener definir claramente al usuario dentro de la investigación, dándole la importancia siempre a: lo que hace, lo que quiere, lo que tiene y lo que piensa. Y analizar su entorno y contexto a partir de las diferentes metodologías de investigación mencionadas.»

5.2. Diseño socialmente responsable

Es una teoría que inicio en el siglo XIX, cuestionando la contaminación ambiental y mejorar las condiciones de las personas. Según Alvaro Davila Ladron (1996) «Capacidad de valorar las consecuencias que tienen en la sociedad las acciones y decisiones que tomamos para lograr los objetivos y metas en nuestras organizaciones. Esta responsabilidad social surge de la conciencia creciente de que todas nuestras decisiones tienen un efecto que va más allá de nuestras organizaciones. Compromiso de las entidades de contribuir en el bienestar, el desarrollo y

mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores, sus familias y la sociedad.» Esta teoría busca las necesidades que tiene las poblaciones, surge de movimientos sociales y sindicatos en Estados Unidos y Europa por el monopolio que existe. Esta teoría cumple con categorías de las acciones de responsabilidad social y medioambiental de las empresas:

- Medio ambiente: abarca los temas de contaminación, daños ambientales.
- Energía: ahorro y eficiencia
- Ética empresarial: igualdad
- Recursos humanos: salud y seguridad
- Producto: reducción de contaminación al momento de realizar un producto

Se busca encontrar soluciones a través del diseño, creando nuevas plataformas de desarrollo, interacción y comunicación. Según Victor Papanek (2015) plantea que el diseñador es el generador de cambios produciendo

productos más ecológicos, seleccionando cuidadosamente los materiales y los procesos.

Según Moholy Nagy (2010), «el diseño es la organización de materiales y procesos de la forma más productiva, en sentido económico. Con un balance de todos los elementos necesario para cumplir una función.»

5.3. Diseño ecológico y sostenible

El diseño ecológico consiste en diseñar teniendo en cuenta el impacto ambiental del producto y de su fabricación. Según Rieradevall y Vinyets (2000) «El eco diseño implica diseñar para el medio ambiente, puede definirse como las acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento.»



Ilustración 32: diseño ecológico.

El diseño sustentable es «un desarrollo que considera las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones» Gilplin Alan (1998), esto significa el desarrollo con sus componentes, como por ejemplo económicos, ambientales y sociales, lo explica Charter (1998), «Refiere a tres componentes esenciales, que son el social, ambiental, y el económico.»

Según Howarth y Haldfield (2006) «Lo que un modelo de diseño sustentable ofrece es una forma de relacionar los objetivos del diseño sustentable con el desarrollo de un

producto. Esto conlleva a que en el mercado se compita con productos más sustentables.»

En el diseño sustentable y ecológico se puede ver los beneficios tanto para el medioambiente como para las

empresas, como por ejemplo menor costo a la venta, menores gastos para una empresa, un producto con un valor agregado, beneficiando el medioambiente. El diseño de materiales permite la transformación de uno actual a uno mejor y ecológico, reduciendo costos.



Ilustración 33: Diseño Sustentable: Ciclo de Vida

5.4. Desarrollo de Material

Para entender el proyecto a lo largo del recorrido se presentarán, por medio de tablas, etapas importantes del proyecto con el fin de encontrar el material adecuado. Se empieza por modificar la fórmula para cumplir con los objetivos, mantener las propiedades y reducir costos para tener un producto con precios competitivos en el mercado. A continuación, se presentan pruebas de laboratorio y se explica la modificación en cada una de estas, como por ejemplo cuanto polvo se le agrega a cada prueba y si tiene algún otro componente que se modifica.

Se realizaron 4 diferentes pruebas, la primera es la fórmula madre, original, la cual no tiene polvo de llanta.

PRUEBA 1

La primera prueba es la fórmula base, la formula con la que se basa el proceso. Consiste en una formula con diferentes cantidades de compuestos clasificados de la siguiente manera

Hules y resinas

- Hule SBR 1502
- Hule natural TSR-10
- Hule regenerado F28-E CR
- Resina alto estireno



Ilustración 34: Hules y resinas

Compuestos en polvo

- Dióxido de silicio
- Caolín
- Aceite Nafteno
- Carbonato de Calcio
- Brea de Pino
- Polietilenglicol
- Óxido de Zinc
- Ácido Esteárico
- Retardante PVI



Ilustración 35: Compuestos en polvo

Acelerantes

- M.B.T.S.
- Tuex Powder
- Azufre Micronizado



Ilustración 36: Acelerantes

Se buscó una formula madre adaptándose a las necesidades del producto que se quiere lograr, un material con alta dureza. En la tabla de abajo se explican las propiedades y especificaciones técnicas que tiene la formula, así como el costo por litro que tiene la misma. Dichas pruebas se realizan en el laboratorio de Polímeros

y hule, en donde con un reómetro y un viscosímetro se analiza la mezcla para pasar a la prensa de fusión, donde la mezcla se funde por 6 minutos y con esto se realizan las demás pruebas: densidad, dureza, abrasión, tensión y desgarre, las cuales son clave para el desarrollo del material adecuado.

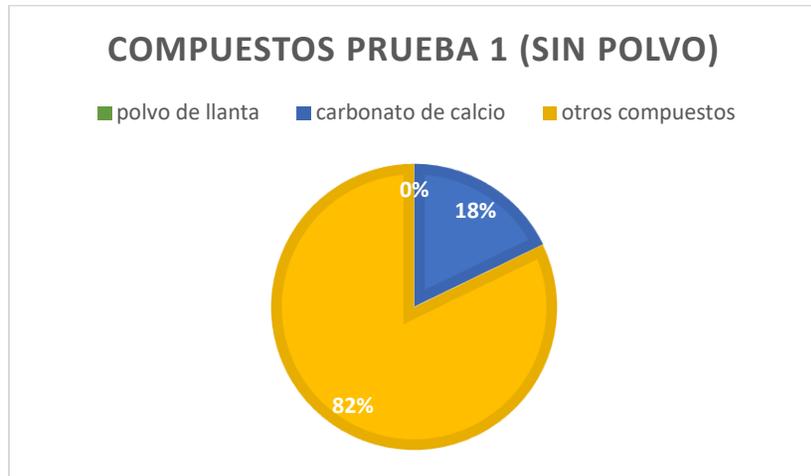


Ilustración 37: gráfica de compuestos prueba 1

PRUEBA 1			
MODIFICACIÓN: 97.03/544.73 partes de bicarbonato de calcio			
	PROPIEDADES	VALOR	UNIDAD DE MED.
ESPECIFICACIONES TECNICAS REQUERIDAS	DENSIDAD	1.527	g/cm3
	DUREZA	92	shore A2
	ABRASIÓN	855	mm3
	TENSIÓN	47	kg/cm2
	DESGARRE	23.4	kg/cm
COSTO	Quetzales por litro		Q 13.73
	% AHORRO		-

Ilustración 38: especificaciones técnicas requeridas y costo de fórmula original

PRUEBA 2

Al tener las propiedades de la primera fórmula, se agrega 50 partes de polvo de llanta (partes totales de la fórmula: 544.73) y se analizan las propiedades de la fórmula para ver qué cambio y analizar si se le puede agregar más polvo de llanta.

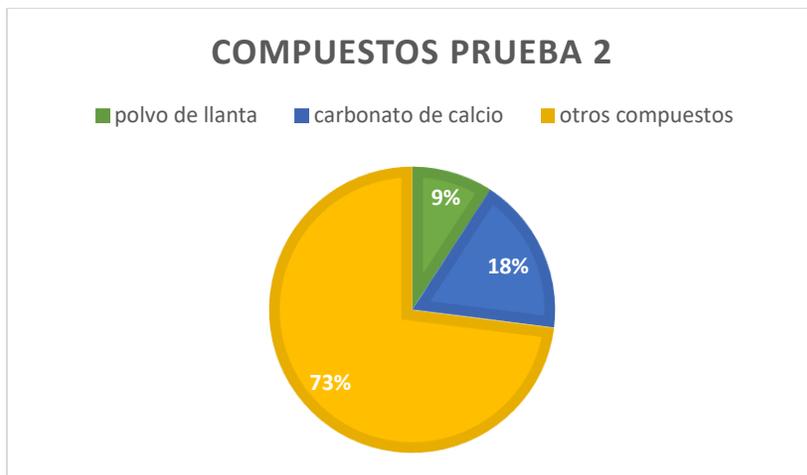


Ilustración 39: gráfica de compuestos prueba 2

PRUEBA 2			
MODIFICACIÓN: 50/544.73 partes de polvo de llanta 97.03/544.73 partes de bicarbonato de calcio			
	PROPIEDADES	VALOR	UNIDAD DE MED.
ESPECIFICACIONES TECNICAS REQUERIDAS	DENSIDAD	1.48	g/cm ³
	DUREZA	91	shore A2
	ABRASIÓN	736	mm ³
	TENSIÓN	45.7	kg/cm ²
	DESGARRE	23.5	kg/cm
COSTO	Quetzales por litro		Q 13.23
	% AHORRO		4%

Ilustración 40: especificaciones técnicas requeridas y costo de prueba 2

En la tabla anterior, se analizan las propiedades de la mezcla prueba 2, en la cual la diferencia a la original son las 50 partes de polvo de llanta mesh 60.

Al analizar las propiedades, la diseñadora junto con el equipo del laboratorio, se dan cuenta que la fórmula todavía resiste más cambios ya que en algunos aspectos mejoro y en otros se mantuvo. Por lo que se procede a realizar otra prueba.

PRUEBA 3

Gracias a la prueba anterior, nos damos cuenta que necesitamos reducir la cantidad de Carbonato de Calcio, ya que es necesario bajar la densidad de la pieza con el fin que al momento de producirlo necesite una menor cantidad de material para llenarse y también se reduzca la flexibilidad del material, ya que se necesita una mezcla rígida. Además se le agregan 75 partes de hule de llanta para ver cómo se comporta la misma.

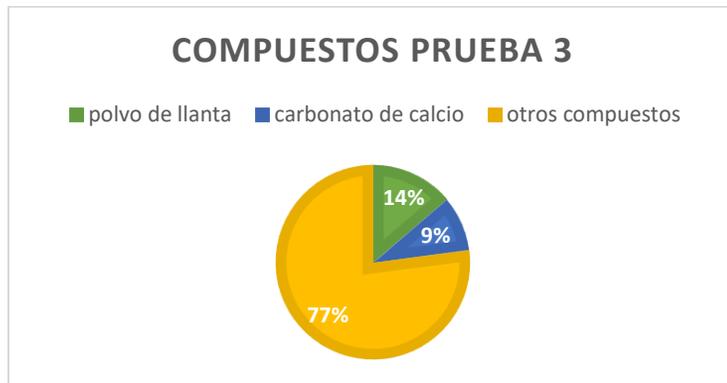


Ilustración 41: gráfica de compuestos prueba 3

PRUEBA 3			
MODIFICACIÓN: 75/544.73 partes de polvo de llanta 50/544.73 partes de bicarbonato de calcio			
	PROPIEDADES	VALOR	UNIDAD DE MED.
ESPECIFICACIONES TECNICAS REQUERIDAS	DENSIDAD	1.411	g/cm ³
	DUREZA	88	shore A2
	ABRASIÓN	663	mm ³
	TENSIÓN	45	kg/cm ²
	DESGARRE	24	kg/cm
COSTO	Quetzales por litro		Q 11.32
	% AHORRO		18%

Ilustración 42: especificaciones técnicas requeridas y costo de prueba 3

En la tabla anterior, se analizan las propiedades de la prueba #3, en la cual se logra que la densidad se disminuya al 1.411 g/cm³. Además, por las excelentes propiedades que tiene el polvo de llanta, la abrasión mejora a 663 mm³.

Al analizar las propiedades, se toma la decisión de realizar una última prueba para ver si con 100 partes de polvo de llanta, las propiedades se mantienen y el costo por litro se

disminuye a menos de Q11.00, para poder reducir el precio por litro Q3.00

5.5. Propuestas de solución

PRUEBA 4: BOYA 04

Como última prueba, se mantiene el bicarbonato de calcio y se sube a 100 partes de polvo de llanta.

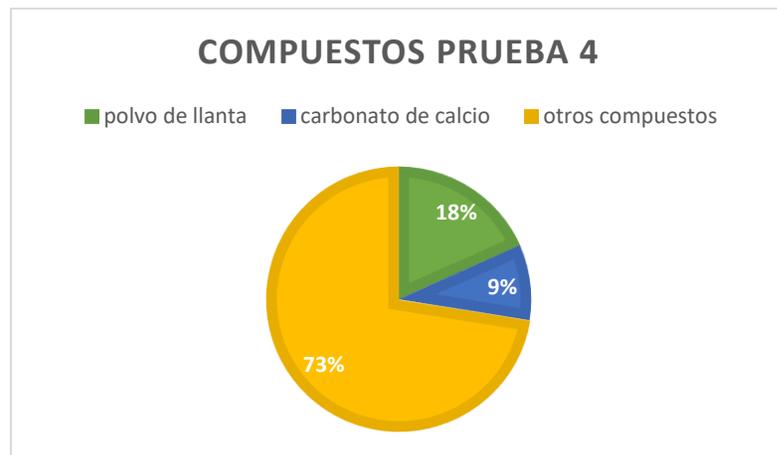


Ilustración 43: gráfica de compuestos prueba 4

PRUEBA 4			
MODIFICACIÓN: 100/544.73 partes de polvo de llanta 50/544.73 partes de bicarbonato de calcio			
	PROPIEDADES	VALOR	UNIDAD DE MED.
ESPECIFICACIONES TECNICAS REQUERIDAS	DENSIDAD	1.403	g/cm ³
	DUREZA	89	shore A2
	ABRASIÓN	615	mm ³
	TENSIÓN	45	kg/cm ²
	DESGARRE	24.07	kg/cm
COSTO	Quetzales por litro		Q 10.13
	% AHORRO		26%

Ilustración 44: especificaciones técnicas requeridas y costo de fórmula 04

En la prueba #4, el material tiene las propiedades cercanas a un modelo de solución viable, en donde la densidad se redujo a 1.403 g/cm³, la dureza se mantuvo entre los 85-95 que se necesitan, la cual al momento de dejar que pasen los días de fundición, va a subir a 93 shore A2, la abrasión o la pérdida de material se ha reducido un 28 %, la tensión y el desgarre se mantuvo. El costo por litro se redujo Q3.60 (26 %).

5.6. Comparación, análisis e interpretación de 4 pruebas de laboratorio

A continuación, se muestra una serie de fotografías del proceso para realizar el análisis de las pruebas de laboratorio con el fin de interpretar los datos.

Prueba de abrasión

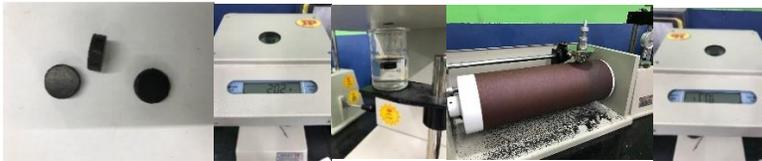


Ilustración 45: Instrumentos de laboratorio para control de calidad

ANÁLISIS POSIBLES MEZCLAS		
PRUEBA	ABRASIÓN (MM ³)	MEJOR OPCIÓN
ORIGINAL	855	
1	736	
2	663	
3	615	X

Ilustración 46: tabla de resultados comparativos de abrasión

En el caso de la prueba de abrasión, mientras menor sea el número de pérdida por mm³ es mejor, por lo que la última prueba es la que se desgasta con menor facilidad.

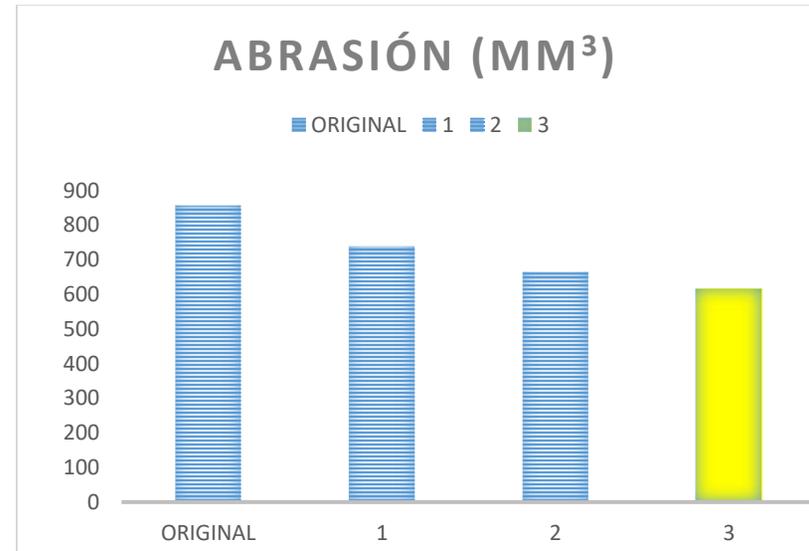


Ilustración 47: gráfica de resultados comparativos de abrasión

Prueba de densidad



Ilustración 48: Densidad – instrumentos de laboratorio para control de calidad

ANÁLISIS POSIBLES MEZCLAS		
PRUEBA	DENSIDAD (g/cm ³)	MEJOR OPCIÓN
ORIGINAL	1.527	
1	1.48	
2	1.411	
3	1.403	X

Ilustración 49: Tabla de resultados comparativos de densidad

En el caso de la prueba de densidad, mientras menor sea el numero por g/cm³ es mejor, ya que se necesita menos material para llenar el molde. En este caso la última prueba necesitara menos cantidad de material.

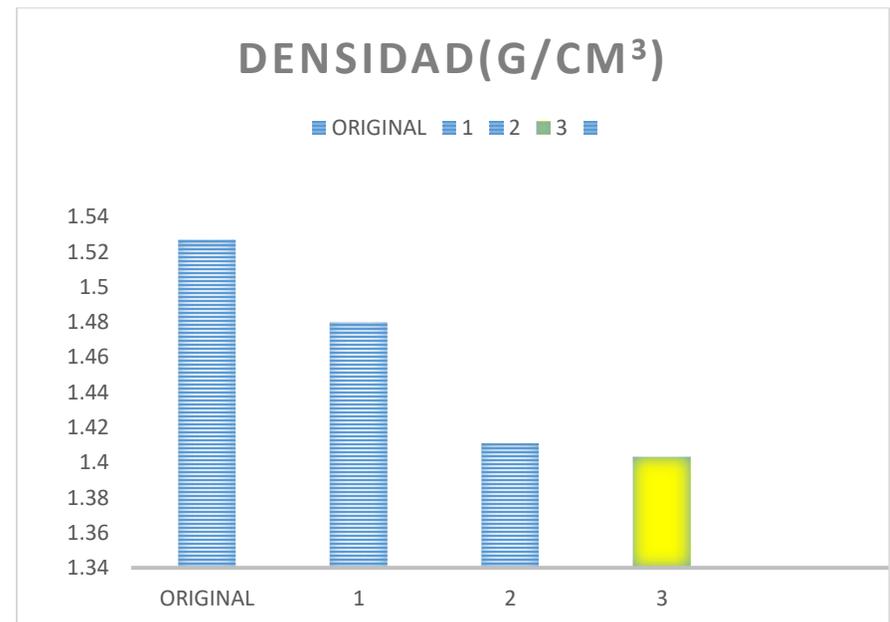


Ilustración 50: Gráfica de resultados comparativos de densidad

Prueba de dureza

ANÁLISIS POSIBLES MEZCLAS		
PRUEBA	DUREZA (shore A2)	MEJOR OPCIÓN
ORIGINAL	92	X
1	91	
2	88	
3	89	

Ilustración 51: Tabla de resultados comparativos durómetro

En el caso de las piezas de tráfico, la dureza se debe mantener entre 85-95 shoreA2 para cumplir con su función. Mientras más dura es la pieza, mejor, en este caso la prueba 1 es la de mayor dureza con un índice de 92 shore A2.

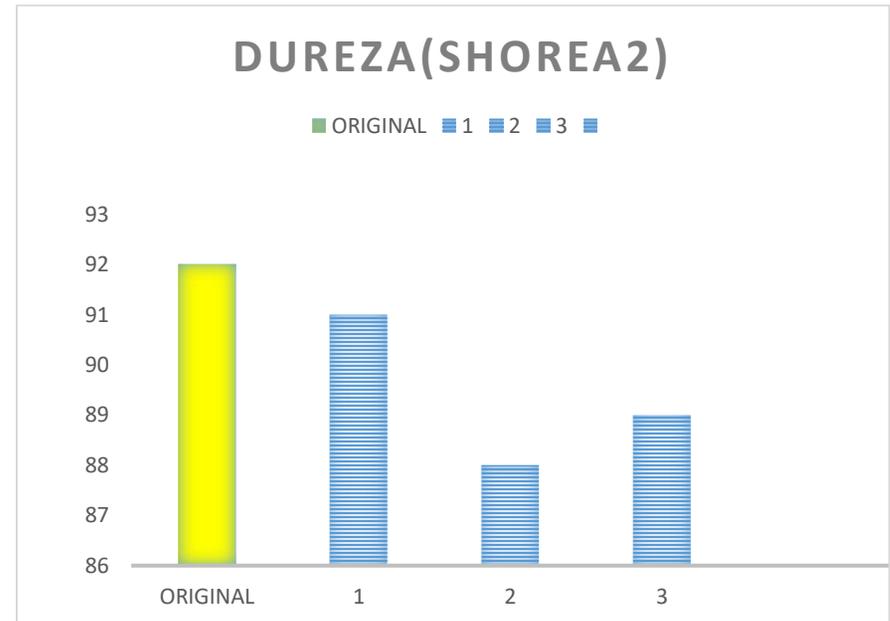


Ilustración 52: Gráfica de resultados comparativos de durómetro

Prueba de tensión



Ilustración 53: Dinamómetro – instrumentos de laboratorio para control de calidad

ANÁLISIS POSIBLES MEZCLAS		
PRUEBA	tensión (kg/cm3)	MEJOR OPCIÓN
ORIGINAL	47	X
1	45.7	
2	45	
3	45	

Ilustración 54: Tabla de resultados comparativos de tensión

En el caso de la prueba de tensión, mientras mayor sea mejor, ya que su ruptura será más lenta. Esto aplica para la forma de sujetar las piezas de transito al suelo.

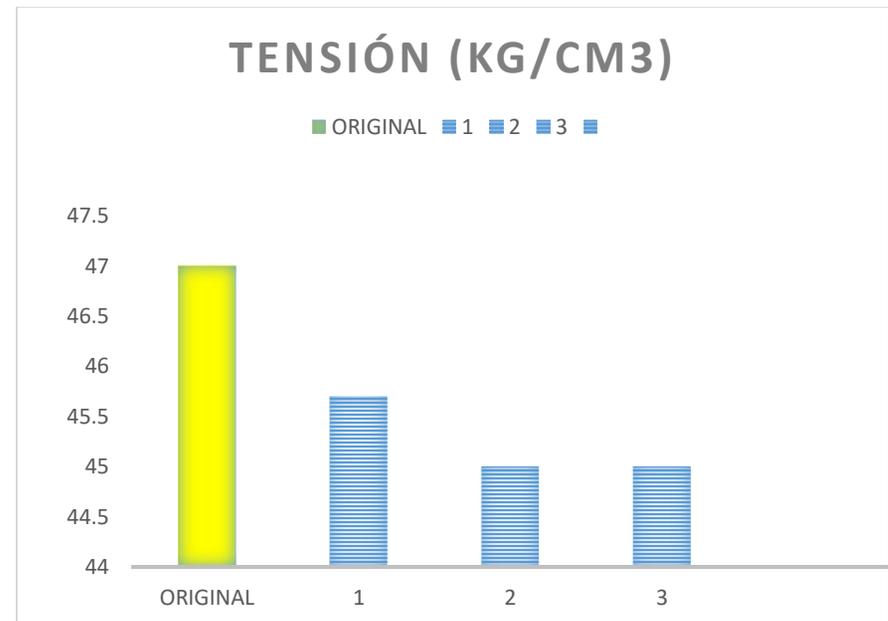


Ilustración 55: Gráfica de resultados comparativos de tensión

Prueba de desgarre



Ilustración 56: Dinamómetro – instrumentos de laboratorio para control de calidad

ANÁLISIS POSIBLES MEZCLAS		
PRUEBA	DESGARRE (kg/cm ²)	MEJOR OPCIÓN
ORIGINAL	23.4	
1	23.5	
2	24	
3	24.07	X

Ilustración 57: Tabla de resultados comparativos de desgarre

En el caso de la prueba de desgarre, mientras mayor es el valor, mejor, esto ayuda a que las perforaciones que se le harán a las piezas de tráfico sean resistentes.

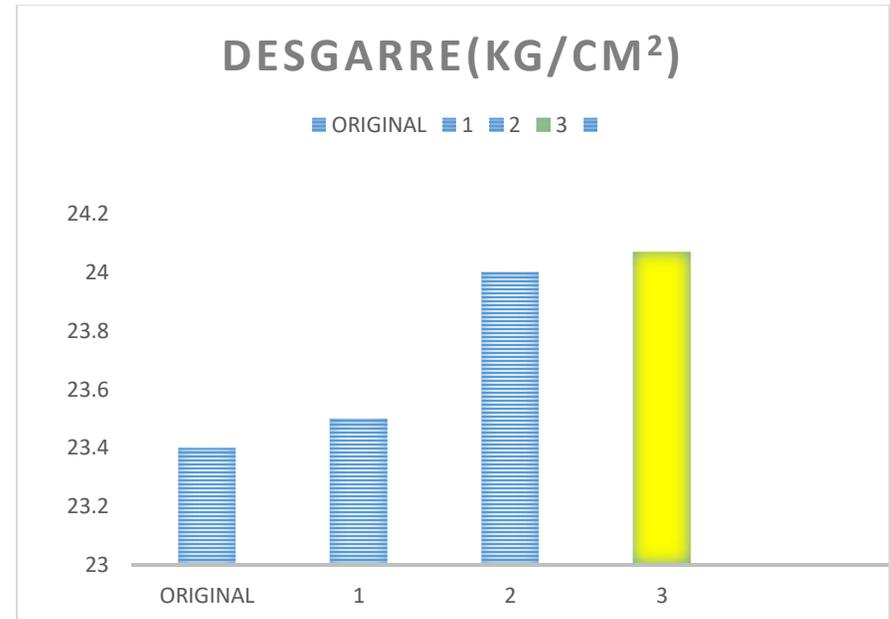


Ilustración 58: Gráfica de resultados comparativos de desgarre

Conclusiones

Con la interpretación de resultados, se logra realizar la comparación con los datos de todas las pruebas. Esto permite deducir lo que el material resiste y cuál de las opciones es la mejor.

La prueba 1 tiene mejor grado tanto de dureza como de tensión, debido a sus componentes, esta tiene el mayor costo debido a que no tiene polvo de llanta reciclada.

La prueba número 4, es la que mejor cumple con la mayoría de las pruebas.

Entre estas se encuentra la prueba de abrasión, la cual es crucial el menor número posible, ya que es el desgaste que va a tener la misma con el paso de carros sobre ella, por lo que la opción 4, es la mejor.

La dureza de la pieza todavía se puede incrementar, esto se modifica por el tiempo de fusión.

5.7. Demostración de producción de material con fotografías reales

Demostración de producción de material con fotografías reales					
PASO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA	PASO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
1	Se seleccionan todos los componentes para la formula necesarios y se prepara para la medición.		2	Se miden los hules y resinas	
3	Se miden los polvos y se dejan en una cubeta		4	Se miden los acelerantes	
5	Se procede a poner en el molino los hules		6	Cuando ya se tiene mezclado se agrega la resina alto estireno	
7	Se agregan los compuestos en polvo poco a poco		8	Para lograr que se mezcle totalmente, se cortan la mezcla para poder unificar la misma.	
9	Para realizar las pruebas 2,3 y 4 se agrega el polvo de llanta		10	Cuando se tiene una mezcla uniforme, se deja reposar un tiempo (prueba laboratorio – 20 minutos, mezcla final – 1 día)	
11	Al pasar el tiempo de reposado se le agregan los acelerantes		12	Mezcla lista para realizar pruebas de laboratorio	

Ilustraciones 59-70: Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017

5.8. Evaluación del uso del material

Al tener los materiales con sus diferentes propiedades físicas, se procede a evaluar las mismas de forma técnica. En esta etapa, se presenta la validación del material por medio de pruebas realizadas en el laboratorio de Polímeros y hule, el cual cuenta con máquinas de INDUSTRIA HP, utilizada para la fabricación de instrumentos de laboratorio para el control de calidad de muchos materiales, entre estos cauchos.



Ilustración 71 Laboratorio de Polímeros y Hule, Guatemala, 2017.

Con las pruebas de laboratorio que se realizaron se obtuvieron datos sobre

Reómetro: se utiliza para analizar el control de calidad de las mezclas que van a ser utilizadas para elaborar los productos. Este genera una gráfica de «torque vs. tiempo», insertando un poco de mezcla en un rotor oscilante con un motor realiza la fundición.

Viscosímetro: determina la viscosidad y relajación de la mezcla antes de ser fundido.

Durómetro: instrumento para medir la dureza del caucho fundido.

Abrasímetro: mide la resistencia del caucho fundido al desgaste causado por la abrasión. Una muestra de goma se fricciona contra un abrasivo por 2 minutos, el resultado se expresa en la pérdida por mm cúbicos.

Gravitometro: equipo utilizado para medir la densidad, se miden los materiales fuera y dentro del agua, ambos

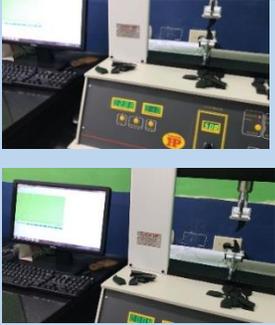
valores se ingresan a una fórmula para calcular la densidad.

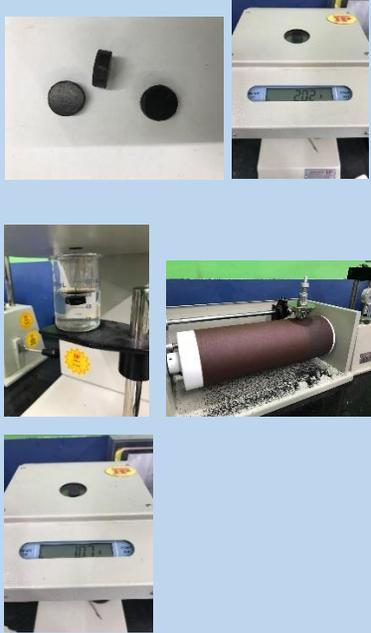
Dinamómetro: se utiliza para medir los módulos de elasticidad, tensión, desgarre y elongación de las muestras de caucho fundido. Genera una gráfica de

fuerzas versus estiramiento, sirve para analizar las propiedades mecánicas de un material.

5.9. Demostración de pruebas de laboratorio realizadas

PRUEBA	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
REOMETRO	Esta prueba consiste en analizar si la prueba llegara a su fundición correcta, el tiempo de este ensayo son 4 minutos y la fuerza máxima estimada es 15 kg y la temperatura de los platos es de 177 *c.	
VISCOSIMETRO	Esta prueba determina la viscosidad y relajación de la mezcla antes de ser fundido. El tiempo de ensayo son 4 minutos y el tiempo de relajación es 1 minuto. La temperatura de los platos es de 100 *c y la fuerza máxima es de 100 MU	

<p>VULCANIZADO</p>	<p>La fase de vulcanizado consiste en poner las mezclas en los moldes necesarios para hacer las pruebas de dureza, tensión, abrasión, etc. La temperatura que llega cada plancha es de 160*c y las pruebas duran 6 minutos.</p>	
<p>TENSIÓN</p>	<p>Con las mezclas ya vulcanizadas, se realizan 3 pruebas de tensión, en la cual se mide el espesor de cada una de ellas (aprox. 2.5 mm), la velocidad del ensayo llega a 500 mm/min y la fuerza estimada es de 15 kg.</p>	
<p>DESGARRE</p>	<p>Se realiza la prueba en la misma máquina de la tensión, dinamómetro, con las mezclas ya vulcanizadas, se realizan 3 pruebas de desgarre, en la cual se mide el espesor de cada una de ellas (aprox. 2.5 mm), la velocidad del ensayo llega a 500 mm/min y la fuerza estimada es de 15 kg.</p>	

<p>DUREZA</p>	<p>Con la ayuda de un durómetro se saca el shore A2 de la prueba, este solo mide de 1-100, un hule muy fuerte es de 100 y ya casi no tendría las propiedades de hule, se vuelve casi un polímero, la dureza de las piezas puede variar depende del tiempo que se funda.</p>	
<p>ABRASIÓN</p>	<p>La prueba de abrasión consiste en varias fases: De primero se funde en un molde 3 probetas, luego se pesa cada una de ellas, su peso inicial y su peso sumergido en agua. Se pasa por la prueba de abrasión por 2 minutos y se mide el peso final luego de ser sometida a la prueba. Con la ayuda de una formula y estos datos, se calcula la abrasión (perdida en mm³) y se calcula la densidad de la mezcla.</p>	

Ilustraciones 72-85: Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017

6. Aplicación al producto final

Paralelamente con el desarrollo de material, se analiza que producto se puede implementar para la ampliación de línea de la empresa de zapatos. Al tener Polímeros y hules algunos productos de piezas de tránsito, se analiza que otro producto existe en esta línea. El propósito es contar con una línea de piezas de tránsito completa para poder competir con las empresas que se dedican a esto actualmente y ofrecerles a sus distribuidores otra alternativa de negocio. Además, el material creado se puede adaptar a más productos.

Polímeros y hules cuentan actualmente con moldes de túmulos y topes para parqueo, por lo que se propone realizar un molde para boyas, ya que las boyas tienen distintos usos y las ventas son por cantidades elevadas por lo que representan para la empresa una buena fuente de ingresos.

Se comienza a diseñar el producto final de piezas de tránsito, seleccionando como producto final boyas de

tráfico, «señalamientos que se utilizan para delimitar áreas o como reductores» actualmente se fabrican de dos materiales: «plástico con protección UV o en acero troquelado.» Paont (2017), se selecciona este producto por la cantidad que existen en las calles y por la versatilidad que el material puede tener en contacto con las llantas.

Se comienza el proceso de bocetaje con ideas centrales, analizando la manera más eficiente de aplicar y adaptar el material, sin dejar a un lado las boyas de plástico y metal que existen en el mercado. El cliente solicita que la forma de la boya no salga de los parámetros estandarizados, en el anexo 1 (pagina 148) se encuentra la carta.

Para la realización de este producto, es necesario realizar un molde de acero para el proceso de fundición que tiene el producto. Con el prototipo de la boya, se realiza el molde. Se realiza un negativo del prototipo creando un molde macho y hembra.



Ilustración 86: Molde de acero

Los moldes que utiliza la empresa Polímeros y hules son usualmente de acero o si es un tiraje corto de aluminio. En este caso se realizará uno de acero de una pieza y en un futuro se crearían más moldes para sacar una mayor cantidad de productos.

6.1 Bocetaje

Al tener claros los objetivos y requerimientos del proyecto, se procedió a dar inicio al proceso de conceptualización. Se comienza por un bocetaje de forma conceptual donde se incluyen propuestas que podrían funcionar, explorando la forma que se podría emplear. Con estas propuestas, se estableció una matriz, guiada con los requerimientos y otros puntos a tomar en consideración para poder seguir evolucionando.

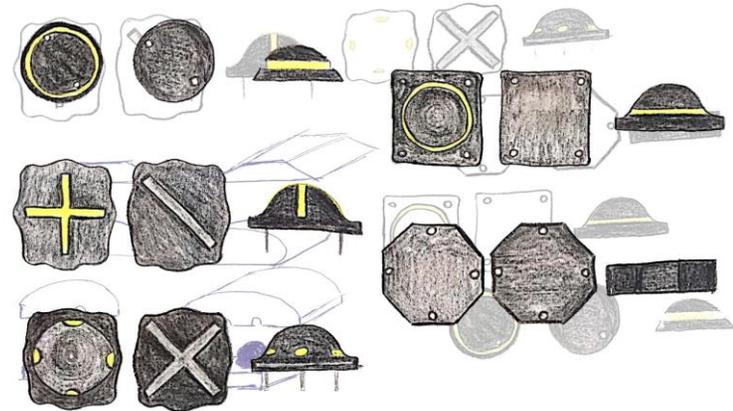
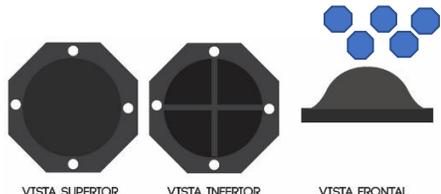


Ilustración 87: Primera generación de conceptos- bocetaje.

Posterior a la primera generación de conceptos, se evaluaron las propuestas más interesantes, las cuales cumplen mejor las expectativas del proyecto. A continuación, se encuentran los resultados de dicha evaluación, analizando lo positivo, negativo e interesante de cada propuesta.

PROPUESTA	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
 <p>VISTA SUPERIOR VISTA INFERIOR VISTA FRONTAL</p> <p>Ilustración 88: bocetaje digital</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Contiene un 100% de material reciclado * No tiene agujeros ya que tiene pines que se insertan en el concreto 	<ul style="list-style-type: none"> * Para colocar los pines, deben utilizar un tipo de petamento, lo cual puede tardar mucho tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> * La forma de la colocación de los reflectores es atractiva visualmente * La hembra de metal le proporciona una mayor resistencia
 <p>VISTA SUPERIOR VISTA INFERIOR VISTA FRONTAL</p> <p>Ilustración 89: bocetaje digital</p>	<ul style="list-style-type: none"> * El inferior le da una resistencia elevada debido a que esta 90% relleno. 	<ul style="list-style-type: none"> * Por su diseño modular, es util para reducir velocidad pero para restringir un área no es conveniente. * Al tener el 90% de relleno se gasta más material 	<ul style="list-style-type: none"> * La boya tiene una forma octogonal, lo que permite poner las boyas y realizar un diseño modular
 <p>VISTA SUPERIOR VISTA INFERIOR VISTA FRONTAL</p> <p>Ilustración 90: bocetaje digital</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Los ojos reflectivos permiten que la boya se mire y el conductor pueda reducir la velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> * Los ojos reflectivos están en el mercado a un precio de Q.10 c/u por lo que el precio de la boya no podría competir con la competencia. 	<ul style="list-style-type: none"> * La instalación es macho y hembra con 4 pines, el inferior de la boya es reforzado con 2 hembras de metal.
 <p>VISTA SUPERIOR VISTA INFERIOR VISTA FRONTAL</p> <p>Ilustración 91: bocetaje digital</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Boya con hule negro y una tira de hule amarillo (insertado) 	<ul style="list-style-type: none"> * El tamaño de la misma es más pequeña y unicamente tiene 2 puntos de instalación, se instala de igual forma que los túmulos. 	<ul style="list-style-type: none"> * La forma es atractiva visualmente y no tiene un costo elevado ya que utiliza el mismo hule.

A partir de la generación de conceptos y el análisis de las mismas, se concluyeron ciertos puntos importantes para el desarrollo del producto:

- Reflectivos: se concluye que los reflectivos pegados o incorporados no duran lo suficiente por lo que se propone algo mas estable como un injerto de hule amarillo
- Es necesario encontrar una forma de instalación de la manera mas eficiente.
- Las formas de la boya no pueden cambiar tan repentinamente por temas de funcionalidad y aceptación de las personas.
- El color negro de la boya puede perderse en la noche y los carros topar en boyas que deberían evitarlo

6.2 Segundas propuestas

OPCIÓN 1

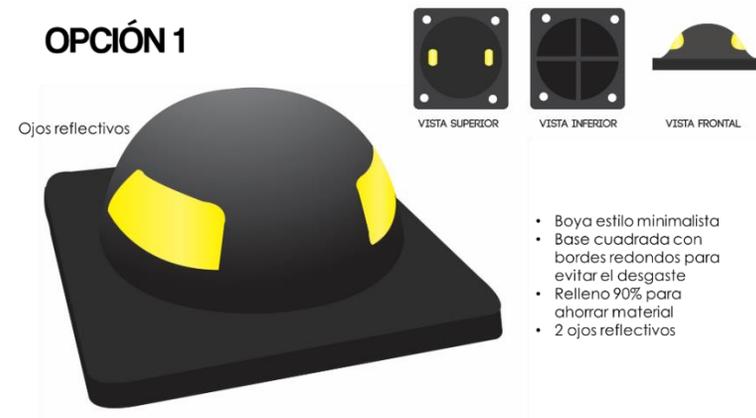


Ilustración 92: Bocetaje digital

OPCIÓN 2

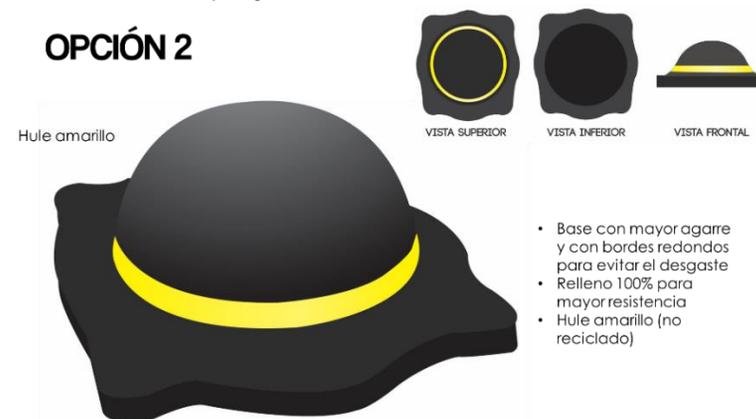


Ilustración 93: bocetaje digital

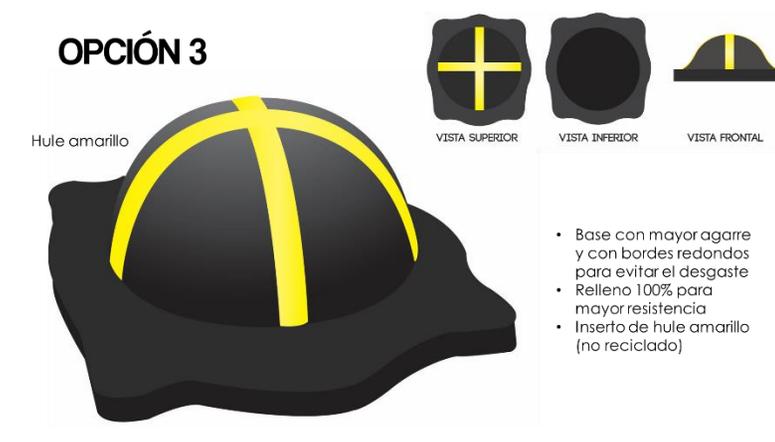


Ilustración 94: Bocetaje digital

Maquetaje

Se da inicio al maquetaje luego de realizar conceptos evolucionados de la segunda generación, analizando lo que mejor se acopla a los requerimientos establecidos.

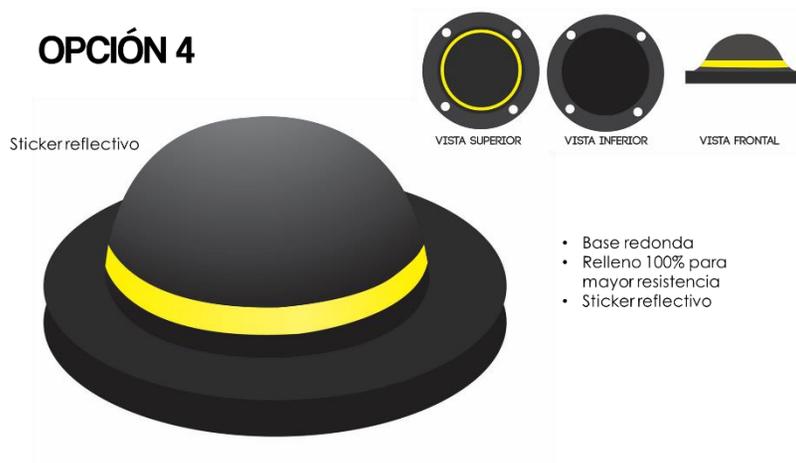


Ilustración 95: Bocetaje digital

MAQUETA- FOTOGRAFÍA	EXPLICACIÓN- ANÁLISIS
	<p>Se realizo una maqueta basada en las ideas bocetadas, con el objetivo de analizar el tipo de instalación realizado con una hembra, se presentaron problemas ya que el precio de la boya se elevaría y la instalación no es eficiente ya que los operarios tendrian que abrir un agujero y luego ponerle pegamento e insertar los punzones.</p>
	<p>Se realiza una segunda opcion con reflectivos y se determina que al momento de utillizar reflectores de sticker, estos se tienden a despegar por lo que la boya no tendría la visibilidad correcta en la noche.</p>
	<p>La forma que tiene la boya permite que esta tenga una mayor estabilidad y adaptación al piso, el injerto de hule permite que sea una misma pieza y esta no se despegue como en el caso de los reflectores.</p>

Ilustraciones 96-100: Maquetaje

A partir de las primeras maquetas, se concluyeron puntos importantes para el desarrollo del producto:

- El diseñador analiza que debe buscar una forma donde la boya resalte más, ya que las personas están acostumbradas a ver boyas amarillas y no boyas negras.
- La boya debe proporcionar visualmente estabilidad para que los conductores se sientan seguros.
- La instalación de la misma debe ser rápida e intuitiva.
- El secado del pegamento se debe considerar ya que debido al clima esto se puede ver perjudicado.
- Se continúa la evolución de los bocetos, manteniendo los resultados que más les llaman la atención a los posibles consumidores.

6.3 Evolución de propuestas

EVOLUCIÓN 1



VISTA SUPERIOR



VISTA INFERIOR

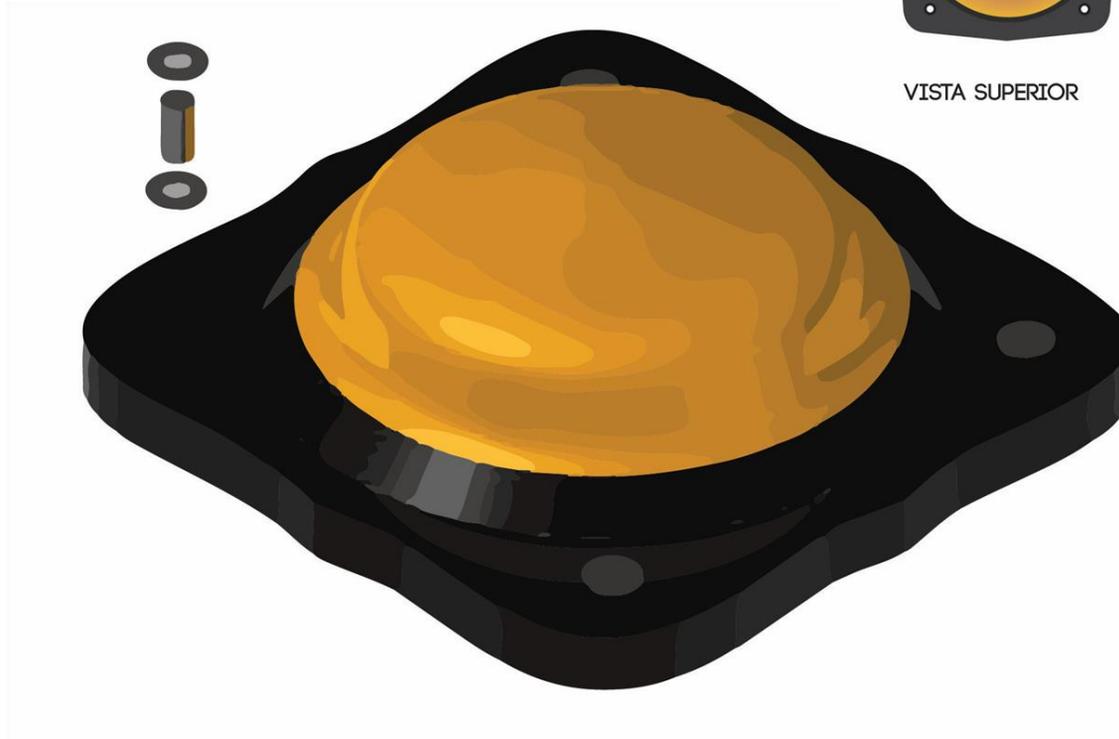


VISTA FRONTAL

- Base con mayor agarre y con bordes redondos para evitar el desgaste
- Tubo de metal para mayor resistencia de agujeros
- Relleno 90%, ahorro de material
- Inserto hule amarillo (retazos de suelas amarillas)

Ilustración 101: Evolución bocetaje digital

EVOLUCIÓN 2



VISTA SUPERIOR



VISTA INFERIOR

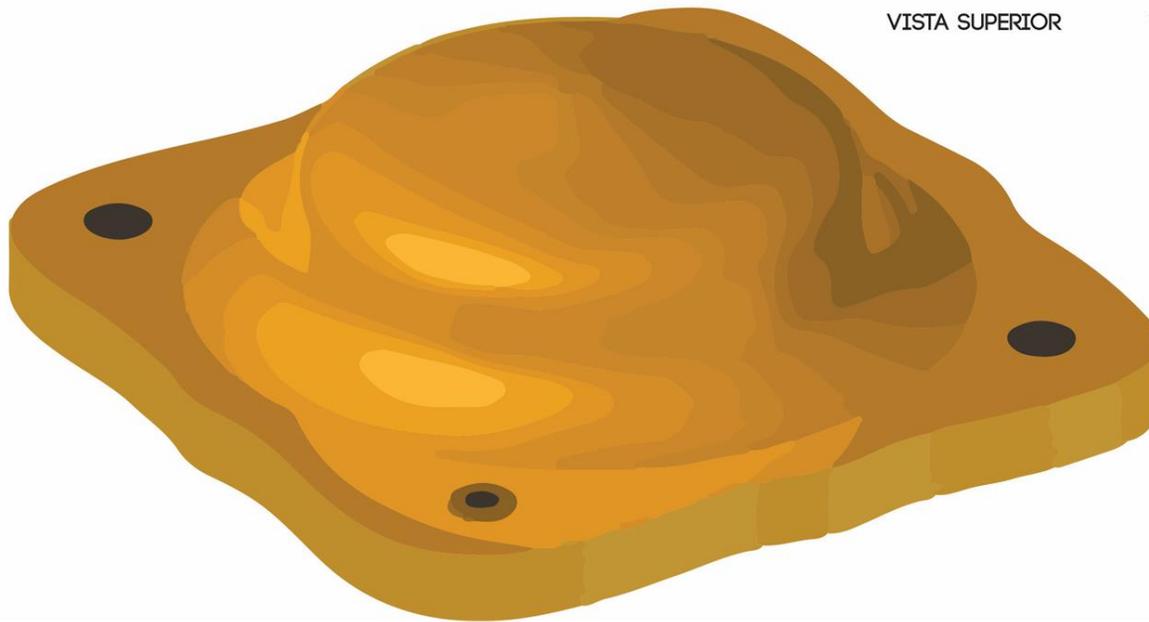


VISTA FRONTAL

- Base con mayor agarre y con bordes redondos para evitar el desgaste
- Tubo de metal para mayor resistencia de agujeros
- Relleno 90%, ahorro de material
- Inserto hule amarillo (retazos de suelas amarillas)

Ilustración 102: Evolución Bocetaje digital

EVOLUCIÓN 3



- Base con mayor agarre y con bordes redondos para evitar el desgaste
- Tubo de metal para mayor resistencia de agujeros
- Relleno 90%, ahorro de material
- Base hule negro, contorno hule amarillo (retazos de suelas amarillas)

Ilustración 103: Evolución Bocetaje digital

PROPUESTA	RESULTADO-ANÁLISIS
<p>EVOLUCIÓN 1</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Base con mayor agarre y con bordes redondos para evitar el desgaste • Tubo de metal para mayor resistencia de agujeros • Relleno 90%, ahorro de material • Inserto hule amarillo (retazos de suelas amarillas) 	<p>En esta evolución la base tiene un mayor agarre, adicional a esto, los bordes redondeados evitan el desgaste de la pieza. Contiene en los agujeros unos tubos de metal, los cuales evitan que la pieza pueda desgastarse. El relleno es de 90% para ahorrar material. Contiene un inserto de hule amarillo para que la boya se logre visualizar.</p>
<p>EVOLUCIÓN 2</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Base con mayor agarre y con bordes redondos para evitar el desgaste • Tubo de metal para mayor resistencia de agujeros • Relleno 90%, ahorro de material • Inserto hule amarillo (retazos de suelas amarillas) 	<p>La evolución 2 tiene toda la base amarilla, se utilizaría retazos de suelas que se encuentran en la fabrica. El relleno de la pieza es 90% y su instalación es sencilla pero contiene el tubo de metal para evitar que el tornillo tenga contacto directo con el hule.</p>
<p>EVOLUCIÓN 3</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Base con mayor agarre y con bordes redondos para evitar el desgaste • Tubo de metal para mayor resistencia de agujeros • Relleno 90%, ahorro de material • Base hule negro, conlomo hule amarillo (retazos de suelas amarillas) 	<p>La evolución 3 está formada por capas, en este caso se pone una capa delgada de material amarillo y luego se pone el hule negro, por lo que solo una pequeña capa es hule amarillo, lo que hace que la pieza se reduzca en costos. Adicional a esto, con el hule amarillo se logra 100% la visualización de la pieza de noche, ya que en los requerimientos se especifica que el conductor pueda tener visualización de la misma tanto en el día como en la noche.</p>

Ilustraciones 101-103: Evolución Bocetaje digital

Conclusiones:

Al analizar las evoluciones de boyas, el que tiene todo el contorno amarillo es el que se aprecia mejor en el suelo con o sin luz, ya que por seguridad es necesario para que los conductores sepan que deben reducir la velocidad o deben tener cierta precaución en el área que están pasando.

El tubo de metal insertado en los 4 extremos de la boya tiene el fin de volver más resistente el hule para que el tornillo, tarugo o perno que se le coloque no lastime directamente el hule y este no se rompa o se desgaste por la fricción que esto ocasionará. Esto se debe considerar únicamente si el hule no es lo suficientemente resistente.

Se selecciona el 90 % de relleno ya que con esto se disminuyen costos tanto de material, se utiliza una menor cantidad de mezcla y además se disminuye el costo en fabricación de la pieza, ya que el tiempo de fundición de la prueba es menor mientras menos material tenga.

6.4 Instalación o ensamblaje

Otra parte importante a considerar para la fabricación de este producto es la forma en que se va a instalar al piso, las boyas de plástico o metal actualmente se instala con 4 tornillos, estos son más resistentes en concreto que en asfalto.



Ilustración 104: Clavos para boyas

Para analizar qué tipo de ensamble debería de llevar se analizan 4 posibles tarugos o pernos, y como otra opción siempre está la que utilizan actualmente, tornillos de boyas, pero en esta opción las personas que compran

boyas han tenido problemas que no resisten y se salen los clavos.

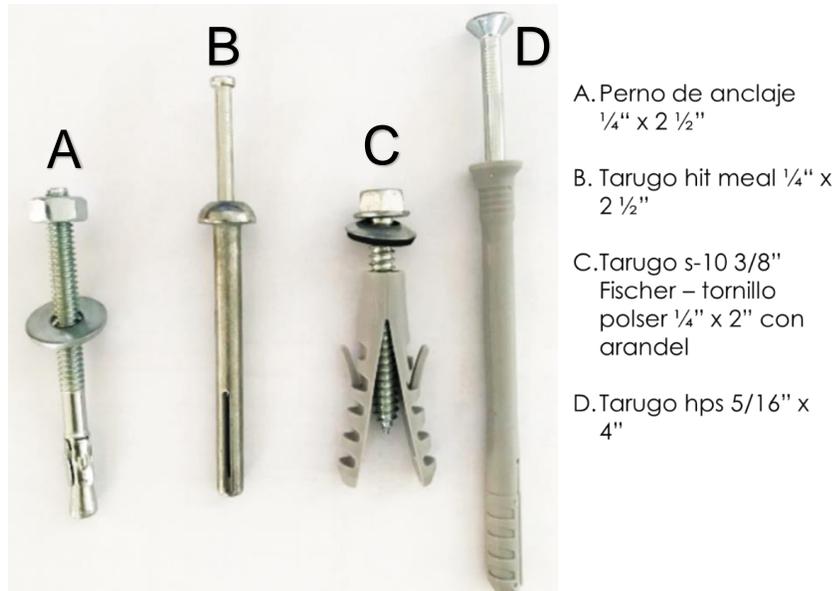


Ilustración 105: Posible instalación

Conclusiones:

El “tarugo hit metal 1/4” X 2 1/2” es metal, el material se mira resistente y funcional con el caucho y asfalto o concreto, el plástico usualmente se utiliza para paredes.

El “perno de anclaje 1/4” X 2 1/2” “es una opción ya que resiste al concreto. Por lo que, si no funciona de la manera adecuada el anclaje B, se realizaran las pruebas con el anclaje A.

No se debe descartar la opción de los clavos para boyas, ya que esas son las que se utilizan en estos productos producidos de otros materiales.

El tubo de metal no es indispensable, ya que el material de la boya es resistente y el contacto con el tornillo no hará que pierda el material o que se produzca fricción.

El tarugo “hit metal” tiene una colocación rápida y sirve idealmente para concreto, es de buena calidad y se ahorra tiempo ya que solo con un golpe se coloca.

6.5 Herramienta ensamblaje al piso

Revisando el proceso de instalación de las boyas existentes, se observa que es un proceso largo e incómodo para los operarios. Aproximadamente se demoran 18 segundos en marcar con el barreno donde se instalará cada boya por boya y los operarios tienen que tener la boya físicamente para el marcaje de donde va cada boya. Por la forma de la misma, es un proceso incomodo ya que no tiene ningún agarrador para que el movimiento del mismo sea menos complicado.



Ilustración 106: colocación de boyas



Ilustración 107: colocación de boyas



Ilustración 108: colocación de boyas



Ilustración 109: colocación de boyas

Se busca optimizar el proceso de marcaje de la instalación de la boya, optimizar el tiempo total de boyas, se analiza la forma actual, la cual consiste en marcar en donde se colocará cada boya con la boya actual y la ayuda de un barreno.

Para optimizar este proceso se realiza una herramienta para marcar el piso sin necesidad de tener la boya física, ya que el sostener la boya y quitarla es un proceso incómodo y usar el barreno para solo marcar también hace que el proceso sea ineficiente.

Al analizar QEC *Quick Exposure Guide*, se toman en cuenta la ergonomía que tienen los instaladores de las

boyas, tomando como los principales puntos de dolor siendo la espalda, cuello y brazo, la vibración que este trabajo produce y la eficacia del mismo. En cada uno de estos existen factores de riesgo diferentes.

Se realizan las pruebas QEC con los operarios observando sus posturas y preguntándoles a ellos sus opiniones acerca de la instalación de las mismas, específicamente del proceso de marcaje de la instalación de la boya.

Observer's Assessment	Worker's Assessment
<p>Back</p> <p>A When performing the task, is the back (select worse case situation)</p> <p>A1 <input type="checkbox"/> Almost neutral? A2 <input type="checkbox"/> Moderately flexed or twisted or side bent? A3 <input checked="" type="checkbox"/> Excessively flexed or twisted or side bent?</p> <p>B Select ONLY ONE of the two following task options:</p> <p>EITHER</p> <p>For seated or standing stationary tasks. Does the back remain in a <u>static</u> position most of the time?</p> <p>B1 <input type="checkbox"/> No B2 <input checked="" type="checkbox"/> Yes</p> <p>OR</p> <p>For lifting, pushing/pulling and carrying tasks (i.e. moving a load). Is the <u>movement</u> of the back?</p> <p>B3 <input type="checkbox"/> Infrequent (around 3 times per minute or less)? B4 <input checked="" type="checkbox"/> Frequent (around 8 times per minute)? B5 <input type="checkbox"/> Very frequent (around 12 times per minute or more)?</p> <p>Shoulder/Arm</p> <p>C When the task is performed, are the hands (select worse case situation)</p> <p>C1 <input type="checkbox"/> At or below waist height? C2 <input type="checkbox"/> At about chest height? C3 <input checked="" type="checkbox"/> At or above shoulder height?</p> <p>D Is the shoulder/arm movement</p> <p>D1 <input type="checkbox"/> Infrequent (some intermittent movement)? D2 <input checked="" type="checkbox"/> Frequent (regular movement with some pauses)? D3 <input type="checkbox"/> Very frequent (almost continuous movement)?</p> <p>Wrist/Hand</p> <p>E Is the task performed with (select worse case situation)</p> <p>E1 <input type="checkbox"/> An almost straight wrist? E2 <input checked="" type="checkbox"/> A deviated or bent wrist?</p> <p>F Are similar motion patterns repeated</p> <p>F1 <input type="checkbox"/> 10 times per minute or less? F2 <input type="checkbox"/> 11 to 20 times per minute? F3 <input checked="" type="checkbox"/> More than 20 times per minute?</p> <p>Neck</p> <p>G When performing the task, is the head/neck bent or twisted?</p> <p>G1 <input type="checkbox"/> No G2 <input checked="" type="checkbox"/> Yes, occasionally G3 <input type="checkbox"/> Yes, continuously</p> <p><small>Additional details for L, P and Q if appropriate</small></p> <p>L</p>	<p>Workers</p> <p>H Is the maximum weight handled MANUALLY BY YOU in this task?</p> <p>H1 <input checked="" type="checkbox"/> Light (5 kg or less) H2 <input type="checkbox"/> Moderate (6 to 10 kg) H3 <input type="checkbox"/> Heavy (11 to 20kg) H4 <input type="checkbox"/> Very heavy (more than 20 kg)</p> <p>J On average, how much time do you spend per day on this task? (depende cantidad de cosas.)</p> <p>J1 <input type="checkbox"/> Less than 2 hours J2 <input checked="" type="checkbox"/> 2 to 4 hours J3 <input checked="" type="checkbox"/> More than 4 hours</p> <p>K When performing this task, is the maximum force level exerted by one hand?</p> <p>K1 <input type="checkbox"/> Low (e.g. less than 1 kg) K2 <input type="checkbox"/> Medium (e.g. 1 to 4 kg) K3 <input checked="" type="checkbox"/> High (e.g. more than 4 kg)</p> <p>L Is the visual demand of this task</p> <p>L1 <input type="checkbox"/> Low (almost no need to view fine details?) L2 <input checked="" type="checkbox"/> High (need to view some fine details?) * If High, please give details in the box below Puede lastimar la boca al no ver bien</p> <p>M At work do you drive a vehicle for</p> <p>M1 <input type="checkbox"/> Less than one hour per day or Never? M2 <input checked="" type="checkbox"/> Between 1 and 4 hours per day? M3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours per day?</p> <p>N At work do you use vibrating tools for</p> <p>N1 <input type="checkbox"/> Less than one hour per day or Never? N2 <input type="checkbox"/> Between 1 and 4 hours per day? N3 <input checked="" type="checkbox"/> More than 4 hours per day?</p> <p>P Do you have difficulty keeping up with this work?</p> <p>P1 <input type="checkbox"/> Never P2 <input checked="" type="checkbox"/> Sometimes P3 <input type="checkbox"/> Often * If Often, please give details in the box below proceso tecnico.</p> <p>Q In general, how do you find this job</p> <p>Q1 <input type="checkbox"/> Not at all stressful? Q2 <input type="checkbox"/> Mildly stressful? Q3 <input checked="" type="checkbox"/> Moderately stressful? Q4 <input type="checkbox"/> Very stressful? * If Moderately or Very, please give details in the box below proceso tecnico.</p>

Ilustración 110: prueba QEC

Back	Shoulder/Arm	Wrist/Hand	Neck																																																						
<p>Back Posture (A) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	A1	A2	A3	H1	2	4	H2	4	6	H3	6	8	H4	8	10	<p>Height (C) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><th>C1</th><th>C2</th><th>C3</th></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	C1	C2	C3	H1	2	4	H2	4	6	H3	6	8	H4	8	10	<p>Repeated Motion (F) & Force (K)</p> <table border="1"> <tr><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	F1	F2	F3	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	<p>Neck Posture (G) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>G1</th><th>G2</th><th>G3</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	G1	G2	G3	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8
A1	A2	A3																																																							
H1	2	4																																																							
H2	4	6																																																							
H3	6	8																																																							
H4	8	10																																																							
C1	C2	C3																																																							
H1	2	4																																																							
H2	4	6																																																							
H3	6	8																																																							
H4	8	10																																																							
F1	F2	F3																																																							
K1	2	4																																																							
K2	4	6																																																							
K3	6	8																																																							
G1	G2	G3																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
<p>Back Posture (A) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	A1	A2	A3	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Height (C) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>C1</th><th>C2</th><th>C3</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	C1	C2	C3	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Repeated Motion (F) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>F1</th><th>F2</th><th>F3</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	F1	F2	F3	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Visual Demand (L) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>L1</th><th>L2</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	L1	L2	J1	2	J2	4	J3	6										
A1	A2	A3																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
C1	C2	C3																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
F1	F2	F3																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
L1	L2																																																								
J1	2																																																								
J2	4																																																								
J3	6																																																								
<p>Duration (J) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><th>J1</th><th>J2</th><th>J3</th></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 3</p>	J1	J2	J3	H1	2	4	H2	4	6	H3	6	8	H4	8	10	<p>Duration (J) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><th>J1</th><th>J2</th><th>J3</th></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 3</p>	J1	J2	J3	H1	2	4	H2	4	6	H3	6	8	H4	8	10	<p>Duration (J) & Force (K)</p> <table border="1"> <tr><th>J1</th><th>J2</th><th>J3</th></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 3</p>	J1	J2	J3	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	<p>Total score for Neck Sum of Scores 1 to 2</p> <p>12</p>												
J1	J2	J3																																																							
H1	2	4																																																							
H2	4	6																																																							
H3	6	8																																																							
H4	8	10																																																							
J1	J2	J3																																																							
H1	2	4																																																							
H2	4	6																																																							
H3	6	8																																																							
H4	8	10																																																							
J1	J2	J3																																																							
K1	2	4																																																							
K2	4	6																																																							
K3	6	8																																																							
<p>Static Posture (B) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>B1</th><th>B2</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td></tr> </table> <p>Score 4</p>	B1	B2	J1	2	J2	4	J3	6	<p>Frequency (D) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><th>D1</th><th>D2</th><th>D3</th></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 4</p>	D1	D2	D3	H1	2	4	H2	4	6	H3	6	8	H4	8	10	<p>Wrist Posture (E) & Force (K)</p> <table border="1"> <tr><th>E1</th><th>E2</th></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td></tr> </table> <p>Score 4</p>	E1	E2	K1	2	K2	4	K3	6	<p>Total for Driving</p> <p>4</p>																							
B1	B2																																																								
J1	2																																																								
J2	4																																																								
J3	6																																																								
D1	D2	D3																																																							
H1	2	4																																																							
H2	4	6																																																							
H3	6	8																																																							
H4	8	10																																																							
E1	E2																																																								
K1	2																																																								
K2	4																																																								
K3	6																																																								
<p>Frequency (B) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><th>B3</th><th>B4</th><th>B5</th></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 5</p>	B3	B4	B5	H1	2	4	H2	4	6	H3	6	8	H4	8	10	<p>Frequency (D) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>D1</th><th>D2</th><th>D3</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 5</p>	D1	D2	D3	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Wrist Posture (E) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>E1</th><th>E2</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td></tr> </table> <p>Score 5</p>	E1	E2	J1	2	J2	4	J3	6	<p>Total for Vibration</p> <p>9</p>																			
B3	B4	B5																																																							
H1	2	4																																																							
H2	4	6																																																							
H3	6	8																																																							
H4	8	10																																																							
D1	D2	D3																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
E1	E2																																																								
J1	2																																																								
J2	4																																																								
J3	6																																																								
<p>Frequency (B) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>B3</th><th>B4</th><th>B5</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 6</p>	B3	B4	B5	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Frequency (D) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>D1</th><th>D2</th><th>D3</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 6</p>	D1	D2	D3	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Wrist Posture (E) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><th>E1</th><th>E2</th></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td></tr> </table> <p>Score 6</p>	E1	E2	J1	2	J2	4	J3	6	<p>Total for Work pace</p> <p>4</p>																						
B3	B4	B5																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
D1	D2	D3																																																							
J1	2	4																																																							
J2	4	6																																																							
J3	6	8																																																							
E1	E2																																																								
J1	2																																																								
J2	4																																																								
J3	6																																																								
<p>Additional details for L, P and Q if appropriate</p> <p>L</p>	<p>Additional details for L, P and Q if appropriate</p> <p>L</p>	<p>Additional details for L, P and Q if appropriate</p> <p>L</p>	<p>Additional details for L, P and Q if appropriate</p> <p>L</p>																																																						
<p>22</p>	<p>28</p>	<p>40</p>	<p>9</p> <p>sin herramienta</p>																																																						

Ilustración 111: puntuación Prueba QEC

		marcacion de
		sin herramienta
Exposure Legend	Total Back Exposure (Static)	
None	Total Back Exposure (Moving)	28
Low	Total Shoulder/Arm Exposure	20
Moderate	Total Wrist/Hand Exposure	40
High	Total Neck Exposure	12
Very High	Total Driving Exposure	4
	Total Vibration Exposure	9
	Total Work Pace Exposure	4
	Total Stress Exposure	9

Ilustración 112: puntuación Prueba QEC

Con la ayuda de esta herramienta, nos podemos dar cuenta que a los operarios lo que más les molesta es la mano al hacer este trabajo, el cuello lo tienen altamente flexionado y también la vibración que el barreno produce es alto.



Ilustración 113: dolencia cuello y espalda



Ilustración 114: vibración de barreno



Ilustración 115: dolencia muñeca doblada

A continuación, se presenta la herramienta propuesta para optimizar dicho proceso.

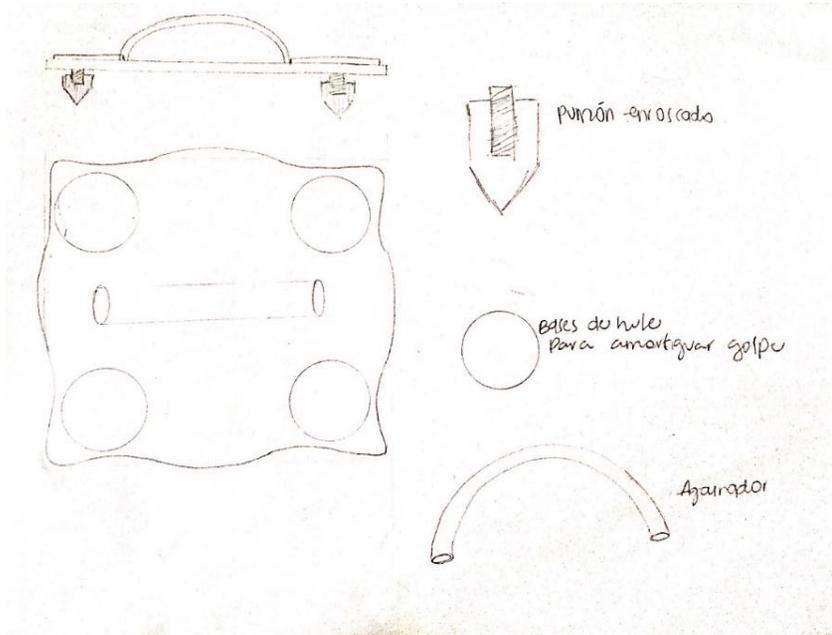


Ilustración 116: propuesta herramienta

Primera evolución:

En esta primera evolución la plancha de metal tiene unos tornillos en donde se adaptan los punzones y se van cambiando conforme se van desgastando, tiene 4 bases de hule para amortiguar el golpe.

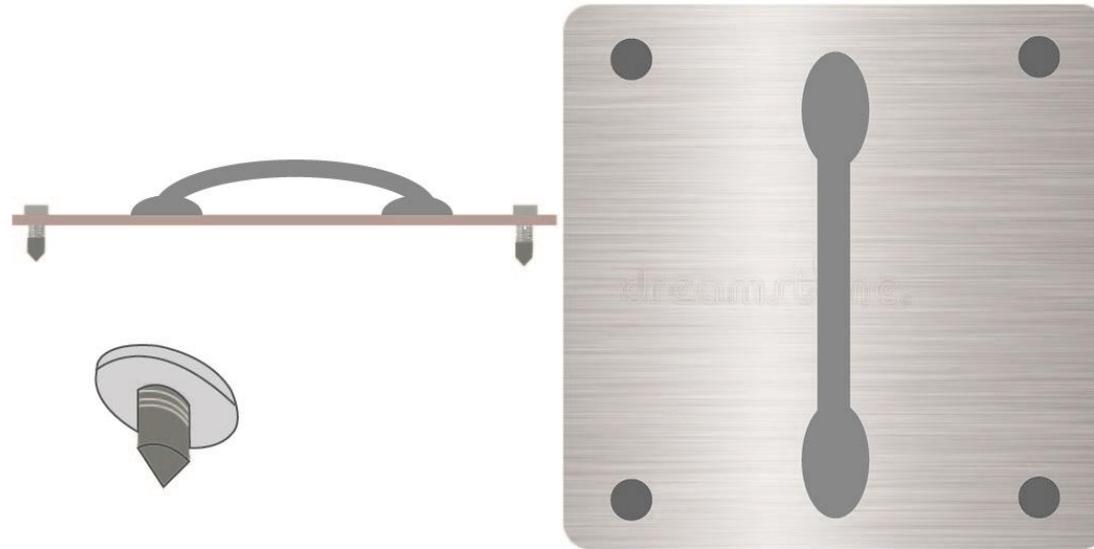


Ilustración 117: evolución propuesta herramienta

Segunda evolución

Los punzones se insertan en la base y se aseguran con las bases donde se produce el golpe. Material propuesto: hembra de metal.

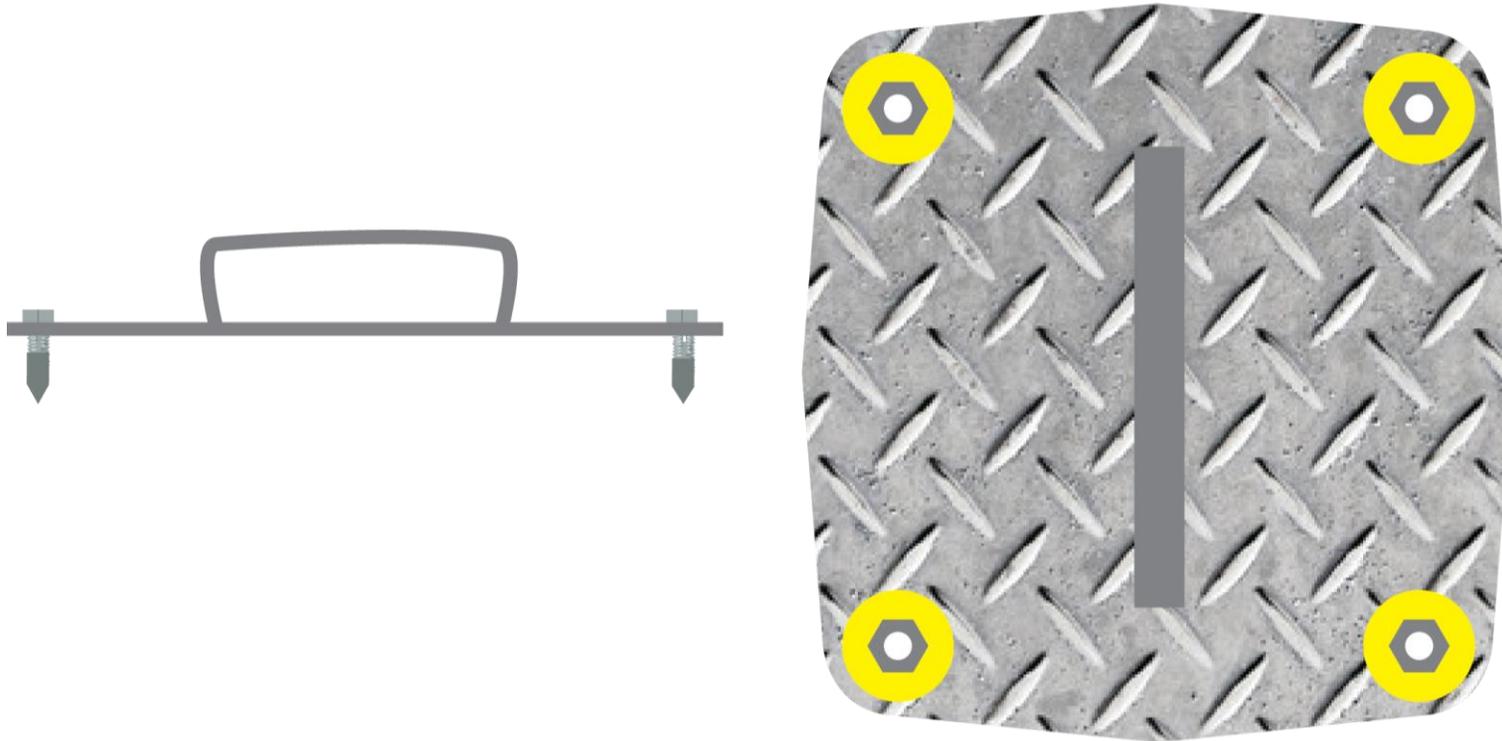


Ilustración 118: Evolución propuesta herramienta

Tercera evolución:

Los punzones se atornillan en la base y se aseguran con 2 turcas en cada extremo de la plancha de acero. El golpe se produce en cada tuerca, lo que permite que no se pierda la fuerza y que los punzones no se aflojen. Adicional a esto, contiene unas distinciones de colores para que el operario sepa donde debe impactar con el martillo. El agarrador sirve específicamente para mover la herramienta y hacer el proceso más rápido y fácil. Los punzones se van limando conforme pierden su punta o se pueden cambiar al momento que termina su vida útil.

6.6 Prueba de materiales

Además de las pruebas de laboratorio, se realiza una prueba de combinación de material, en donde se mira cómo se comporta el hule amarillo con el negro.

Para realizar esta prueba, es necesario realizar ambas mezclas. Para realizar cualquier mezcla, se realiza de igual manera que el punto «5.8 Demostración de producción de material con fotografías reales.»



Ilustración 119: mezcla material amarillo

Como siguiente paso, se colocan las piezas en el molde (hule amarillo abajo y arriba hule negro). Se mete a la prensa en donde se funde el producto. Para las pruebas, se funde por 6 minutos.



Ilustraciones 120-121: insertan mezclas en el molde – se inserta en prensa. Fuente: imagen propia

Al concluir los 6 minutos, se saca la pieza y se deja enfriar por un día, con el fin de que la pieza se vuelva más dura.



Ilustraciones 122-123: retiro de mezclas del molde – se inserta en prensa



Ilustración 124: mezcla fundida

Luego de ver que los materiales se adhieren bien y los colores no se mezclan, se procede a realizar unas pruebas donde un *pickup* de aproximadamente 3,887–4,140 lb pasa encima de la pieza para ver qué sucede con la misma.



Ilustraciones 125-127: validación pickup encima de pieza de hule



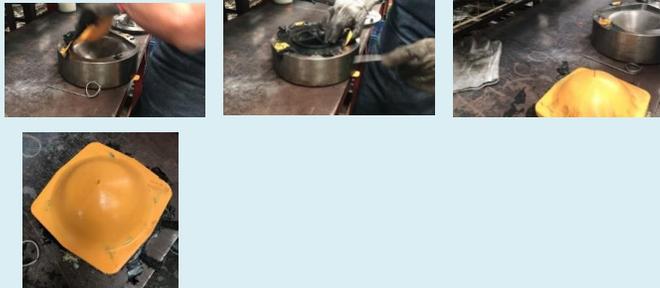
Ilustraciones 128-129: resultado validación pickup encima de pieza de hule

6.5 Primera prueba – aplicación de material al producto (proceso de fundición)

PASO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
1	Se corta el material en cuadros con el fin de que quepan en el molde y se inserta en el molde (al molde se le pone silicón para que la pieza salga con mayor facilidad).	
2	Se inserta el molde en la prensa y se vulcaniza por 20 minutos	
3	Al pasar los 20 minutos, se procede a abrir el molde y sacar la pieza, por ser la primera pieza, este proceso es más complicado ya que el molde no está terminado, normalmente los moldes están enganchados a la prensa lo cual hace el proceso más fácil de sacar. Al producto se le quita el exceso y se deja vulcanizar por el mínimo de 1 día para realizar las pruebas de campo.	

Ilustraciones 130- 138: aplicación de material al producto (fundición)

6.6 Segunda prueba – aplicación de color amarillo al producto (proceso de fundido)

PASO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
1	Se corta el material en cuadros con el fin de que quepan en el molde, se utilizan aproximadamente 160 gramos de material amarillo y 1100 gramos de material (incluyendo el material sobrante)	
2	Se inserta en el molde (al molde se le pone silicón para que la pieza salga con mayor facilidad).	
3	Se inserta el molde en la prensa y se vulcaniza por 15 minutos	
4	Al pasar los 15 minutos, se procede a abrir el molde y sacar la pieza, por ser la prueba de molde, este proceso es más complicado ya que el molde no está terminado, normalmente los moldes están enganchados a la prensa lo cual hace el proceso más fácil de sacar. Al producto se le quita el exceso y se deja vulcanizar por el mínimo de 1 día para realizar las pruebas de campo.	

Ilustraciones 139- 151: aplicación de material al producto (fundición)

6.7 Proceso de instalación sin herramienta

PROCESO	IMAGEN
Se marca con la boya el concreto o asfalto donde se vaya a colocar (15- 18 segundos)	
se retira la boya y con una broca de ¼" (concreto) se perfora la distancia que entra el tarugo de metal	
Se insertan los tarugos hit de metal de 2 ½ ", hasta donde lleguen	
Con la ayuda de un martillo, se presiona cada tarugo con el fin de que se expanda en el concreto	
Boya colocada, lista para su uso.	

Ilustraciones 151-159: proceso de instalación sin herramienta

6.8 Proceso de instalación con herramienta

PROCESO	IMAGEN
Se marca con la herramienta y un martillo el concreto o asfalto donde se vaya a colocar (4- 7 segundos)	
se retira la boya y con una broca de ¼" (concreto) se perfora la distancia que entra el tarugo de metal	
Se insertan los tarugos hit de metal de 2 ½ ", hasta donde lleguen	
Con la ayuda de un martillo, se presiona cada tarugo con el fin de que se expanda en el concreto	
Boya colocada, lista para su uso.	

Ilustraciones 160-167: proceso de instalación con herramienta

La herramienta facilita el proceso tanto en tiempo como mejorando las posturas de los operarios, para evaluar el resultado del mismo se realizan nuevamente las pruebas QEC.

Observer's Assessment	Worker's Assessment
<p>Back</p> <p>A When performing the task, is the back (select worse case situation)</p> <p>A1 <input type="checkbox"/> Almost neutral? A2 <input checked="" type="checkbox"/> Moderately flexed or twisted or side bent? A3 <input type="checkbox"/> Excessively flexed or twisted or side bent?</p> <p>B Select ONLY ONE of the two following task options:</p> <p>EITHER</p> <p>For seated or standing stationary tasks. Does the back remain in a <u>static</u> position most of the time?</p> <p>B1 <input type="checkbox"/> No B2 <input checked="" type="checkbox"/> Yes</p> <p>OR</p> <p>For lifting, pushing/pulling and carrying tasks (i.e. moving a load). Is the <u>movement</u> of the back</p> <p>B3 <input type="checkbox"/> Infrequent (around 3 times per minute or less)? B4 <input checked="" type="checkbox"/> Frequent (around 8 times per minute)? B5 <input type="checkbox"/> Very frequent (around 12 times per minute or more)?</p> <p>Shoulder/Arm</p> <p>C When the task is performed, are the hands (select worse case situation)</p> <p>C1 <input type="checkbox"/> At or below waist height? C2 <input checked="" type="checkbox"/> At about chest height? C3 <input type="checkbox"/> At or above shoulder height?</p> <p>D Is the shoulder/arm movement</p> <p>D1 <input type="checkbox"/> Infrequent (some intermittent movement)? D2 <input checked="" type="checkbox"/> Frequent (regular movement with some pauses)? D3 <input type="checkbox"/> Very frequent (almost continuous movement)?</p> <p>Wrist/Hand</p> <p>E Is the task performed with (select worse case situation)</p> <p>E1 <input checked="" type="checkbox"/> An almost straight wrist? E2 <input type="checkbox"/> A deviated or bent wrist?</p> <p>F Are similar motion patterns repeated</p> <p>F1 <input type="checkbox"/> 10 times per minute or less? F2 <input checked="" type="checkbox"/> 11 to 20 times per minute? F3 <input type="checkbox"/> More than 20 times per minute?</p> <p>Neck</p> <p>G When performing the task, is the head/neck bent or twisted?</p> <p>G1 <input type="checkbox"/> No G2 <input checked="" type="checkbox"/> Yes, occasionally G3 <input type="checkbox"/> Yes, continuously</p>	<p>Workers</p> <p>H Is the maximum weight handled MANUALLY BY YOU in this task?</p> <p>H1 <input checked="" type="checkbox"/> Light (5 kg or less) H2 <input type="checkbox"/> Moderate (6 to 10 kg) H3 <input type="checkbox"/> Heavy (11 to 20kg) H4 <input type="checkbox"/> Very heavy (more than 20 kg)</p> <p>J On average, how much time do you spend per day on this task?</p> <p>J1 <input type="checkbox"/> Less than 2 hours J2 <input checked="" type="checkbox"/> 2 to 4 hours J3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours</p> <p>K When performing this task, is the maximum force level exerted by one hand?</p> <p>K1 <input type="checkbox"/> Low (e.g. less than 1 kg) K2 <input checked="" type="checkbox"/> Medium (e.g. 1 to 4 kg) K3 <input type="checkbox"/> High (e.g. more than 4 kg)</p> <p>L Is the visual demand of this task</p> <p>L1 <input checked="" type="checkbox"/> Low (almost no need to view fine details?) +L2 <input type="checkbox"/> High (need to view some fine details?) * If High, please give details in the box below</p> <p>M At work do you drive a vehicle for</p> <p>M1 <input type="checkbox"/> Less than one hour per day or Never? M2 <input checked="" type="checkbox"/> Between 1 and 4 hours per day? M3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours per day?</p> <p>N At work do you use vibrating tools for</p> <p>N1 <input type="checkbox"/> Less than one hour per day or Never? N2 <input checked="" type="checkbox"/> Between 1 and 4 hours per day? N3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours per day?</p> <p>P Do you have difficulty keeping up with this work?</p> <p>P1 <input checked="" type="checkbox"/> Never P2 <input type="checkbox"/> Sometimes *P3 <input type="checkbox"/> Often * If Often, please give details in the box below</p> <p>Q In general, how do you find this job</p> <p>Q1 <input type="checkbox"/> Not at all stressful? Q2 <input checked="" type="checkbox"/> Mildly stressful? *Q3 <input type="checkbox"/> Moderately stressful? *Q4 <input type="checkbox"/> Very stressful? * If Moderately or Very, please give details in the box below</p>

Ilustración 168: pruebas QEC- instalación con herramienta

Back	Shoulder/Arm	Wrist/Hand	Neck
Back Posture (A) & Weight (H) A1 A2 A3 H1 2 4 6 H2 4 6 8 H3 6 8 10 H4 8 10 12 Score 1	Height (C) & Weight (H) C1 C2 C3 H1 2 4 6 H2 4 6 8 H3 6 8 10 H4 8 10 12 Score 1	Repeated Motion (F) & Force (K) F1 F2 F3 K1 2 4 6 K2 4 6 8 K3 6 8 10 Score 1	Neck Posture (G) & Duration (J) G1 G2 G3 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 1
Back Posture (A) & Duration (J) A1 A2 A3 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 2	Height (C) & Duration (J) C1 C2 C3 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 2	Repeated Motion (F) & Duration (J) F1 F2 F3 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 2	Visual Demand (L) & Duration (J) L1 L2 J1 2 4 J2 4 6 J3 6 8 Score 2
Duration (J) & Weight (H) J1 J2 J3 H1 2 4 6 H2 4 6 8 H3 6 8 10 H4 8 10 12 Score 3	Duration (J) & Weight (H) J1 J2 J3 H1 2 4 6 H2 4 6 8 H3 6 8 10 H4 8 10 12 Score 3	Duration (J) & Force (K) J1 J2 J3 K1 2 4 6 K2 4 6 8 K3 6 8 10 Score 3	Total score for Neck Sum of Scores 1 to 2 10
Now do ONLY 4 if static OR 5 and 6 if manual handling	Frequency (D) & Weight (H) D1 D2 D3 H1 2 4 6 H2 4 6 8 H3 6 8 10 H4 8 10 12 Score 4	Wrist Posture (E) & Force (K) E1 E2 K1 2 4 K2 4 6 K3 6 8 Score 4	Driving M1 M2 M3 1 X 9 Total for Driving 4
Static Posture (B) & Duration (J) B1 B2 J1 2 4 J2 4 6 J3 6 8 Score 4	Frequency (D) & Duration (J) D1 D2 D3 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 4	Wrist Posture (E) & Duration (J) E1 E2 J1 2 4 J2 4 6 J3 6 8 Score 5	Vibration N1 N2 N3 1 X 9 Total for Vibration 4
Frequency (B) & Weight (H) B3 B4 B5 H1 2 4 6 H2 4 6 8 H3 6 8 10 H4 8 10 12 Score 5	Frequency (D) & Duration (J) D1 D2 D3 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 5	Wrist Posture (E) & Duration (J) E1 E2 J1 2 4 J2 4 6 J3 6 8 Score 5	Work pace P1 P2 P3 X 4 8 Total for Work pace 1
Frequency (B) & Duration (J) B3 B4 B5 J1 2 4 6 J2 4 6 8 J3 6 8 10 Score 6	18	24	Stress Q1 Q2 Q3 Q4 X 4 8 Total for Stress 6

Ilustración 169: resultados pruebas QEC- instalación con herramienta

Exposure Legend
None
Low
Moderate
High
Very High

	marcacion de boya al piso	
	sin herramienta	con herramienta
Total Back Exposure (Static)		
Total Back Exposure (Moving)	28	24
Total Shoulder/Arm Exposure	20	24
Total Wrist/Hand Exposure	40	26
Total Neck Exposure	12	10
Total Driving Exposure	4	4
Total Vibration Exposure	9	4
Total Work Pace Exposure	4	1
Total Stress Exposure	9	4

Ilustración 170: resultados pruebas QEC- instalación con herramienta

7. Validación

En esta etapa se presentará de forma clara los resultados que se plantearon en el marco lógico del proyecto, dando los resultados inmediatos de cada requerimiento junto con su parámetro, explicando el método de validación del mismo. En los anexos 2 y 3 (página 148) se encuentran videos para observar el proceso completo y validación.

AMPLIACIÓN DE LINEA

Se realiza un análisis de costos, verificando los productos existentes en el mercado para saber cuál es el precio del mismo. Al tener el costo de la boya, se hace una proyección de venta la cual confirma que los ingresos de la empresa serán de Q.346,301.30 por año al vender 18,000 boyas.

¿Se validó?	SÍ																	
AMPLIACIÓN DE LÍNEA																		
PARÁMETROS	RESULTADOS	MODO DE VERIFICACIÓN																
Competir con precios del mercado	Se realiza un análisis de costos de productos existentes en el mercado en Guatemala. Precio promedio: boya metálica Q. 109 boya plástica Q. 126.75																	
Ampliar la línea de productos de señalización vial, aumentando los ingresos de la empresa en un 5%.	Se realiza una proyección de ventas anual en donde se puede observar que al vender 18,000 boyas, la utilidad será de Q. 346,301.30.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Proyecciones de ventas</th> <th>Mesuales</th> <th>Anual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ventas en unidades</td> <td>1500</td> <td>18000</td> </tr> <tr> <td>Ingreso por ventas</td> <td>Q. 92,347.01</td> <td>Q. 1,108,164.17</td> </tr> <tr> <td>Margen</td> <td>Q. 28,858.44</td> <td>Q. 346,301.30</td> </tr> <tr> <td>Ganacia adicional por Utilizar Reciclado</td> <td>Q. 5,340.37</td> <td>Q. 64,084.50</td> </tr> </tbody> </table>		Proyecciones de ventas	Mesuales	Anual	Ventas en unidades	1500	18000	Ingreso por ventas	Q. 92,347.01	Q. 1,108,164.17	Margen	Q. 28,858.44	Q. 346,301.30	Ganacia adicional por Utilizar Reciclado	Q. 5,340.37	Q. 64,084.50
Proyecciones de ventas	Mesuales	Anual																
Ventas en unidades	1500	18000																
Ingreso por ventas	Q. 92,347.01	Q. 1,108,164.17																
Margen	Q. 28,858.44	Q. 346,301.30																
Ganacia adicional por Utilizar Reciclado	Q. 5,340.37	Q. 64,084.50																
RSE- enfocado en reduccion de impacto ambiental causado por las llantas.	Se analiza cuantas boyas equivalen una llanta para realizar una proyección de la reducción de llantas.	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>6 boyas = 1 llanta</td> </tr> <tr> <td>18,000 boyas = 3,000 llantas</td> </tr> <tr> <td>anualmente 3,000 llantas</td> </tr> </tbody> </table>		6 boyas = 1 llanta	18,000 boyas = 3,000 llantas	anualmente 3,000 llantas												
6 boyas = 1 llanta																		
18,000 boyas = 3,000 llantas																		
anualmente 3,000 llantas																		

Ilustración 171: Precios de productos de seguridad vial

REUTILIZACIÓN DE LLANTA

Requerimiento	Parámetro	Método de validación
Utilizar polvo de llanta reciclado	Que el producto este compuesto de un 15 % - 20 % de polvo de llanta reciclado	Analizando la formula y sacando porcentajes de cada compuesto.

Ilustración 172: Tabla de requerimientos y parámetros

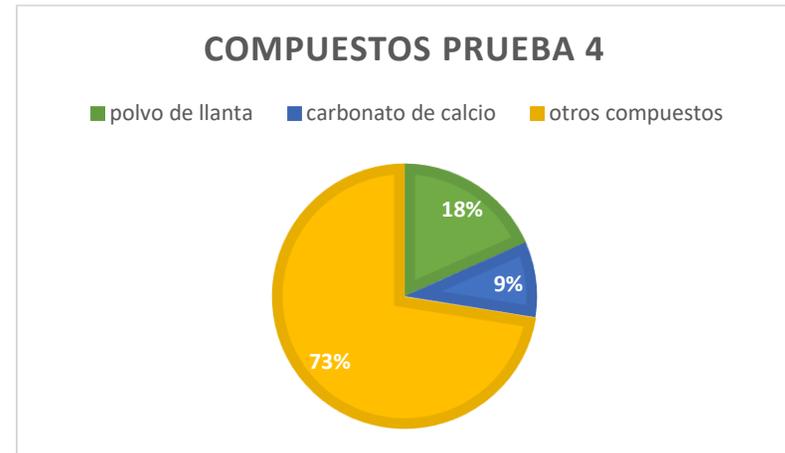


Ilustración 173: gráfica de compuestos prueba 4

La fórmula final contiene un 18 % - 22 % de polvo de llanta, equivaliendo a si es una fórmula de 10.2 kilos en total, lleva 2.3 kilos de polvo de llanta.

UTILIZACIÓN DE LLANTAS Y PASO DE LLANTAS

Requerimiento	Parámetro	Método de validación
Que no se pierda el material por medio de fricción o paso de llantas	Prueba de abrasión mayor de la formula sin polvo de llanta (855 mm ³)	Con una prueba de abrasión en el laboratorio interno de la empresa

Ilustración 174: tabla de requerimientos y parámetros



Ilustraciones 175-177: prueba de Abrasión

La primera prueba, formula sin polvo de llanta, de abrasión el resultado de desgaste fue de 855 mm³, es decir la prueba pierde del peso inicial siendo 2.00 gramos luego de la prueba termina en 0.60, es decir pierde un 70 %. La fórmula final, comienza con un peso de 1.96 y termina con 0.98, pierde únicamente un 50 %.

BOYA SIN POLVO LLANTA			
PESO INICIAL	2.00	1.99	2.09
PESO EN AGUA	1.32	1.32	1.33
PESO FINAL	0.60	0.57	0.64
ABRASIÓN	855 MM ³		
BOYA FINAL prueba 4			
PESO INICIAL	1.89	1.84	1.96
PESO EN AGUA	1.17	1.16	1.2
PESO FINAL	0.83	0.82	0.98
ABRASIÓN	663 MM ³		

Ilustración 178: resultado de prueba de abrasión, perdida

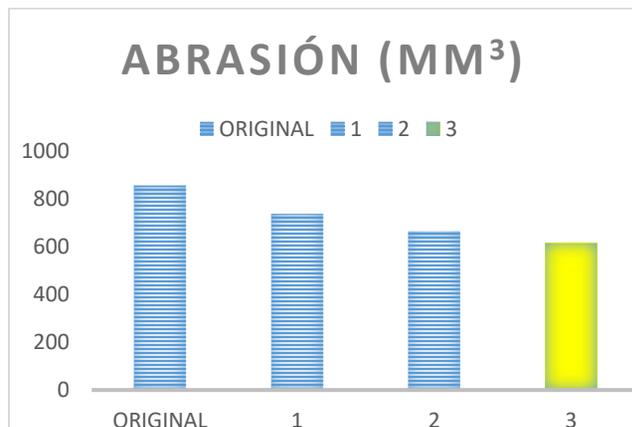


Ilustración 179: gráfica de resultados comparativos de abrasión

El material *vulcano* por la cantidad de polvo de llanta que tiene, en la prueba de abrasión fue el que mejor resultado obtuvo. La pérdida de 615 mm³, teniendo como referencia la primera prueba que era 855 mm³.

REDUCCION DE COSTOS POR PRODUCTO

Requerimiento	Parámetro	Método de validación
Reducción de costos por producto-material con polvo de llanta vs.	Análisis y comparación de costos	Cuadro comparativo, cálculos en Excel

Material sin polvo de llanta		
------------------------------	--	--

Ilustración 180: tabla de requerimientos y parámetros

PRUEBA 1			
COSTO	Quetzales por litro	Q	13.73
	% AHORRO		-

BOYA 04			
COSTO	Quetzales por litro	Q	10.13
	% AHORRO		26%

Ilustración 181: tabla de costos prueba 1 vs. prueba 4

Los costos se redujeron un 26 % al agregarle el polvo de llanta, un total de Q3.60 por litro.

REDUCIR EL IMPACTO EN VEHÍCULOS

Requerimiento	Parámetro	Método de validación
Reducir el impacto en los vehículos	La boya necesita mantener su forma a pesar de ser sometida al peso de hasta 10 toneladas. La boya al momento de que el peso pasa por encima no debe deformarse.	Realizar grabaciones de diferentes vehículos con pesos varios. Se realizan pruebas de campo, fotografías del antes y después para poder ver si se daña la boya con la deformación.

Ilustración 182: tabla de requerimientos y parámetros.

Se realizan las pruebas de campo con una camioneta de un peso aproximado de 3,500 libras, con el fin de ver si la

boya se dobla o se rompe con el peso del vehículo. Ver en Anexo 2 y 3 (página 148) videos para referencia.



Ilustraciones 183--186: pruebas resistencia de material

Se realizan más pruebas de campo con un camión de 5.5 toneladas.





Ilustraciones 187-194: pruebas resistencia de material

Se realizan otras pruebas con otro camión con carga de 10 toneladas (cargado de tierra)



Ilustraciones 195-200: pruebas camión resistencia de material

Al pasar diferentes vehículos encima de la misma, la forma de la boya se mantiene y no pierde su forma, debido a que el material tiene la dureza adecuada. Además, se observa la adhesión del material al piso y que la llanta tiene un menor impacto con la boya de hule que con la de metal, lo cual hace que las llantas no se dañen.

INSTALACIÓN

Requerimiento	Parámetro	Método de validación
Tiempo de instalación	Reducir el tiempo de marcaje de boya un 50 %	Datos de comparativos

Ilustración 201: tabla de requerimientos y parámetros

Proceso de Instalación

PROCESO	IMAGEN
Se marca con la herramienta y un martillo el concreto o asfalto donde se vaya a colocar (4- 7 segundos)	
se retira la boya y con una broca de 1/4" (concreto) se perfora la distancia que entra el tarugo de metal	
Se insertan los tarugos hit de metal de 2 1/2 ", hasta donde lleguen	
Con la ayuda de un martillo, se presiona cada tarugo con el fin de que se expanda en el concreto	
Boya colocada, lista para su uso.	

Ilustración 202- 209: proceso de instalación

El proceso de instalación es un proceso simple y rápido, el instalador se tardó 2:35 minutos en colocar la boya. Con la herramienta ellos mejoran ya que pueden hacer una serie de boyas juntas.

SIN HERRAMIENTA	15/18 segundos
CON HERRAMIENTA	4/7 segundos

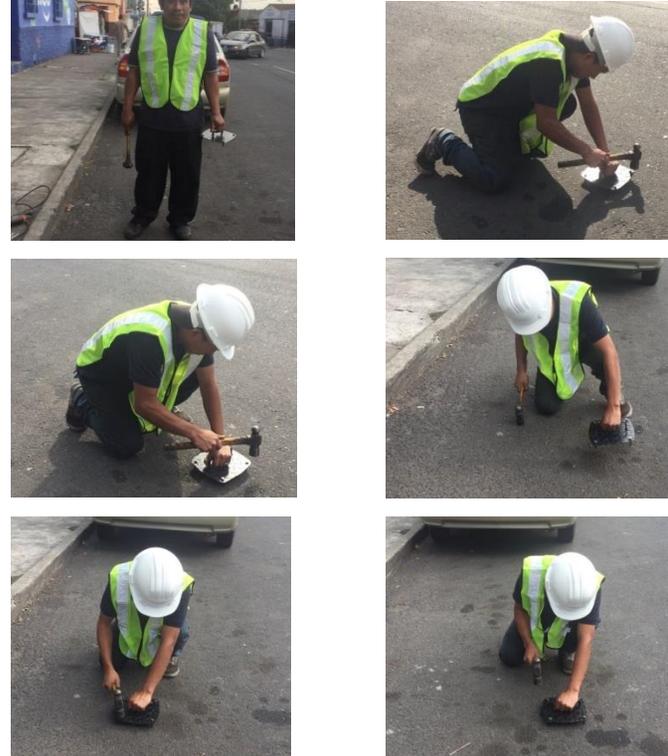
Ilustración 210: Tabla comparativa herramienta

Sin la herramienta, utilizando el barreno para marcar cada boya, ellos se tardan aproximadamente 15/18 segundos, además al no utilizar la herramienta, ellos hacen un trabajo más complejo y que necesita un grado de concentración mayor al igual que la fuerza que deben aplicar.

MEJORAS EN POSTURAS DE OPERARIOS

La herramienta facilita el proceso tanto en tiempo como mejorando las posturas de los operarios, para evaluar el

resultado del mismo se realizan nuevamente las pruebas QEC.



Ilustraciones 211-216: posturas con herramienta

Observer's Assessment	Worker's Assessment
<p>Back</p> <p>A When performing the task, is the back (select worse case situation)</p> <p>A1 <input type="checkbox"/> Almost neutral? A2 <input checked="" type="checkbox"/> Moderately flexed or twisted or side bent? A3 <input type="checkbox"/> Excessively flexed or twisted or side bent?</p> <p>B Select ONLY ONE of the two following task options:</p> <p>EITHER</p> <p>For seated or standing stationary tasks. Does the back remain in a static position most of the time?</p> <p>B1 <input type="checkbox"/> No B2 <input checked="" type="checkbox"/> Yes</p> <p>OR</p> <p>For lifting, pushing/pulling and carrying tasks (i.e. moving a load). Is the movement of the back</p> <p>B3 <input type="checkbox"/> Infrequent (around 3 times per minute or less)? B4 <input checked="" type="checkbox"/> Frequent (around 8 times per minute)? B5 <input type="checkbox"/> Very frequent (around 12 times per minute or more)?</p> <p>Shoulder/Arm</p> <p>C When the task is performed, are the hands (select worse case situation)</p> <p>C1 <input type="checkbox"/> At or below waist height? C2 <input checked="" type="checkbox"/> At about chest height? C3 <input type="checkbox"/> At or above shoulder height?</p> <p>D Is the shoulder/arm movement</p> <p>D1 <input type="checkbox"/> Infrequent (some intermittent movement)? D2 <input checked="" type="checkbox"/> Frequent (regular movement with some pauses)? D3 <input type="checkbox"/> Very frequent (almost continuous movement)?</p> <p>Wrist/Hand</p> <p>E Is the task performed with (select worse case situation)</p> <p>E1 <input checked="" type="checkbox"/> An almost straight wrist? E2 <input type="checkbox"/> A deviated or bent wrist?</p> <p>F Are similar motion patterns repeated</p> <p>F1 <input type="checkbox"/> 10 times per minute or less? F2 <input checked="" type="checkbox"/> 11 to 20 times per minute? F3 <input type="checkbox"/> More than 20 times per minute?</p> <p>Neck</p> <p>G When performing the task, is the head/neck bent or twisted?</p> <p>G1 <input type="checkbox"/> No G2 <input checked="" type="checkbox"/> Yes, occasionally G3 <input type="checkbox"/> Yes, continuously</p>	<p>Workers</p> <p>H Is the maximum weight handled MANUALLY BY YOU in this task?</p> <p>H1 <input checked="" type="checkbox"/> Light (5 kg or less) H2 <input type="checkbox"/> Moderate (6 to 10 kg) H3 <input type="checkbox"/> Heavy (11 to 20kg) H4 <input type="checkbox"/> Very heavy (more than 20 kg)</p> <p>J On average, how much time do you spend per day on this task?</p> <p>J1 <input type="checkbox"/> Less than 2 hours J2 <input checked="" type="checkbox"/> 2 to 4 hours J3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours</p> <p>K When performing this task, is the maximum force level exerted by one hand?</p> <p>K1 <input type="checkbox"/> Low (e.g. less than 1 kg) K2 <input checked="" type="checkbox"/> Medium (e.g. 1 to 4 kg) K3 <input type="checkbox"/> High (e.g. more than 4 kg)</p> <p>L Is the visual demand of this task</p> <p>L1 <input checked="" type="checkbox"/> Low (almost no need to view fine details)? L2 <input type="checkbox"/> High (need to view some fine details)? * If High, please give details in the box below</p> <p>M At work do you drive a vehicle for</p> <p>M1 <input type="checkbox"/> Less than one hour per day or Never? M2 <input checked="" type="checkbox"/> Between 1 and 4 hours per day? M3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours per day?</p> <p>N At work do you use vibrating tools for</p> <p>N1 <input type="checkbox"/> Less than one hour per day or Never? N2 <input checked="" type="checkbox"/> Between 1 and 4 hours per day? N3 <input type="checkbox"/> More than 4 hours per day?</p> <p>P Do you have difficulty keeping up with this work?</p> <p>P1 <input checked="" type="checkbox"/> Never P2 <input type="checkbox"/> Sometimes P3 <input type="checkbox"/> Often * If Often, please give details in the box below</p> <p>Q In general, how do you find this job</p> <p>Q1 <input type="checkbox"/> Not at all stressful? Q2 <input checked="" type="checkbox"/> Mildly stressful? Q3 <input type="checkbox"/> Moderately stressful? Q4 <input type="checkbox"/> Very stressful? * If Moderately or Very, please give details in the box below</p>

Ilustración 217: pruebas QEC- instalación con herramienta

Back	Shoulder/Arm	Wrist/Hand	Neck																																																																								
<p>Back Posture (A) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><td>A1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	A1	2	4	6	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Height (C) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><td>C1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	C1	2	4	6	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Repeated Motion (F) & Force (K)</p> <table border="1"> <tr><td>F1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	F1	2	4	6	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	<p>Neck Posture (G) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>G1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 1</p>	G1	2	4	6	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10
A1	2	4	6																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
C1	2	4	6																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
F1	2	4	6																																																																								
K1	2	4	6																																																																								
K2	4	6	8																																																																								
K3	6	8	10																																																																								
G1	2	4	6																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
<p>Back Posture (A) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>A1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	A1	2	4	6	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Height (C) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>C1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	C1	2	4	6	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Repeated Motion (F) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>F1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	F1	2	4	6	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Visual Demand (L) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>L1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 2</p>	L1	2	4	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8												
A1	2	4	6																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
C1	2	4	6																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
F1	2	4	6																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
L1	2	4																																																																									
J1	2	4																																																																									
J2	4	6																																																																									
J3	6	8																																																																									
<p>Duration (J) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Score 3</p>	J1	2	4	6	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Duration (J) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Score 3</p>	J1	2	4	6	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Duration (J) & Force (K)</p> <table border="1"> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 3</p>	J1	2	4	6	K1	2	4	6	K2	4	6	8	K3	6	8	10	<p>Total score for Neck Sum of Scores 1 to 2</p> <p>0</p>																
J1	2	4	6																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
K1	2	4	6																																																																								
K2	4	6	8																																																																								
K3	6	8	10																																																																								
<p>Now do ONLY 4 if static OR 5 and 6 if manual handling</p> <p>Static Posture (B) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>B1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 4</p>	B1	2	4	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Frequency (D) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><td>D1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Score 4</p>	D1	2	4	6	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Wrist Posture (E) & Force (K)</p> <table border="1"> <tr><td>E1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>K2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>K3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 4</p>	E1	2	4	K1	2	4	K2	4	6	K3	6	8	<p>Total for Driving</p> <p>4</p>																												
B1	2	4																																																																									
J1	2	4																																																																									
J2	4	6																																																																									
J3	6	8																																																																									
D1	2	4	6																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
E1	2	4																																																																									
K1	2	4																																																																									
K2	4	6																																																																									
K3	6	8																																																																									
<p>Frequency (B) & Weight (H)</p> <table border="1"> <tr><td>B3</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>H2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>H3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>H4</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr> </table> <p>Score 5</p>	B3	4	6	8	H1	2	4	6	H2	4	6	8	H3	6	8	10	H4	8	10	12	<p>Frequency (D) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>D1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 5</p>	D1	2	4	6	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Wrist Posture (E) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>E1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 5</p>	E1	2	4	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Total for Vibration</p> <p>4</p>																								
B3	4	6	8																																																																								
H1	2	4	6																																																																								
H2	4	6	8																																																																								
H3	6	8	10																																																																								
H4	8	10	12																																																																								
D1	2	4	6																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
E1	2	4																																																																									
J1	2	4																																																																									
J2	4	6																																																																									
J3	6	8																																																																									
<p>Frequency (B) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>B3</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 6</p>	B3	4	6	8	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Frequency (D) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>D1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td></tr> </table> <p>Score 6</p>	D1	2	4	6	J1	2	4	6	J2	4	6	8	J3	6	8	10	<p>Wrist Posture (E) & Duration (J)</p> <table border="1"> <tr><td>E1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J1</td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td>J2</td><td>4</td><td>6</td></tr> <tr><td>J3</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table> <p>Score 6</p>	E1	2	4	J1	2	4	J2	4	6	J3	6	8	<p>Total for Work pace</p> <p>1</p>																												
B3	4	6	8																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
D1	2	4	6																																																																								
J1	2	4	6																																																																								
J2	4	6	8																																																																								
J3	6	8	10																																																																								
E1	2	4																																																																									
J1	2	4																																																																									
J2	4	6																																																																									
J3	6	8																																																																									
<p>18</p>	<p>24</p>	<p>26</p>	<p>Q1 <input checked="" type="checkbox"/> Q2 <input type="checkbox"/> Q3 <input type="checkbox"/> Q4 <input type="checkbox"/></p> <p>herramienta</p>																																																																								

Ilustración 218: resultados pruebas QEC- instalación con herramienta

Exposure Legend
None
Low
Moderate
High
Very High

	marcacion de boya al piso	
	sin herramienta	con herramienta
Total Back Exposure (Static)		
Total Back Exposure (Moving)	28	24
Total Shoulder/Arm Exposure	20	24
Total Wrist/Hand Exposure	40	26
Total Neck Exposure	12	10
Total Driving Exposure	4	4
Total Vibration Exposure	9	4
Total Work Pace Exposure	4	1
Total Stress Exposure	9	4

Ilustración 219: resultados pruebas QEC- instalación con herramienta

Con las imágenes y las pruebas, podemos observar que la tensión que los operarios tenían antes, se reduce. El mayor impacto antes de tener la herramienta, lo tenían las manos y el cuello del operario. Además, la vibración que el barreno les producía y el estrés que manejaban al saber que tenían en riesgo el poder dañar la boya.

VISIBILIDAD PARA CONDUCTORES

Requerimiento	Parámetro	Método de validación
Visibilidad para conductores	Comparación de día y noche	Pruebas de campo, con vehículos día y noche

Ilustración 220: tabla de requerimientos y parámetros



Ilustración 221: tomada a las 11:00 am.



Ilustración 224: tomada desde carro. 8:30 pm



Ilustración 222: tomada a las 8:30 pm.



Ilustración 223: tomada a las 8:30 pm Luces encendidas.

Con las pruebas de campo que se realizan, nos damos cuenta que la prueba que tiene el material amarillo se mira más de día y de noche.

8. Materialización

En esta fase se realiza una descripción verbal y grafica del modelo de solución y como este se utiliza en conjunto.



Ilustración 225: vulcano – fórmula compuesta polvo de llanta

En este proyecto, el modelo de solución consta de un producto final, boya reductora de velocidad, utilizando el concepto de la simetría, según Wucius Wong en su libro Fundamentos del Diseño (200), «figuras regulares cuyas mitades izquierda y derecha se pueden obtener por reflexión en el espejo. Una recta indivisible, un eje, divide la figura en dos partes iguales.» Otro concepto que se utilizó, Wucius Wong menciona el concepto de la gravedad, el cual con este diseño de la boya se crea una tendencia estabilidad y pesantez, esto le da confianza al conductor de pasar encima y no tener la preocupación de dañar su neumático ya que esta realizada por un material compuesto de polvo de llantas, el cual se realiza por un proceso de fundición con un molde de acero, el cual mide 100 mm de alto y base 130 X 130 mm. Dicho molde de acero está fabricado de 2 táceles y el material que se inserta en él se funde por un tiempo de 15 minutos. Las dimensiones de la boya son: 7 cm de alto y una base de 19.4 x 19.4 cm.

Entre algunos detalles importantes de la solución, se puede mencionar que el material es amigable con las llantas, Vulcano «fórmula compuesta de polvo de llanta reciclado» es el nombre del modelo de solución del material creado, se le da este nombre por el proceso de fundición. Se utiliza el símbolo de tres flechas de reciclaje modificado formando la «V» de Vulcano, el cual significa recolección de un producto – el cual pasa a ser materias reciclables. Además, como la letra «O» se utiliza la llanta para dar a entender que el material tiene entre sus componentes polvo de llanta.

Para la creación de material fue necesario realizar una formula, la cual cuenta con proporciones y medidas específicas, las cuales generan el material tenga las propiedades que se necesita para suplir la necesidad y así poder producir los productos.

Para lograr llegar a esta solución y hacer un proceso eficiente y mejorado al actual, se utiliza la ergonomía, analizando las posturas de los operarios al hacer cada

parte de este proceso por lo que se llega a la conclusión, que la instalación de la boya es un punto crítico que se debe abordar.

Al analizar esto, se diseñó una herramienta para que facilite el proceso de instalación de boyas, de una altura de 42 mm por una base de 194 x 194 mm. Esta herramienta consiste de una plancha de metal compuesta por unos punzones de acero inoxidable, la cual permite que el marcaje al suelo sea más eficiente. Contiene distinciones de color para que el operario pueda saber con exactitud los lugares de impacto. Esta se utiliza con la ayuda de un martillo. Al momento de que los punzones se van desgastando por el uso, estos son intercambiables por medio de una rosca que tiene cada punzón incorporado, esta se desenrosca y se intercambia por una nueva manteniendo las tuercas de 1/8, ya que estas ayudan a que los punzones no se aflojen al momento del impacto.

Representación gráfica:

Para poder entender los detalles importantes de la propuesta, se presenta una serie de fotografías y un manual de uso.



Ilustraciones 226-228: boya



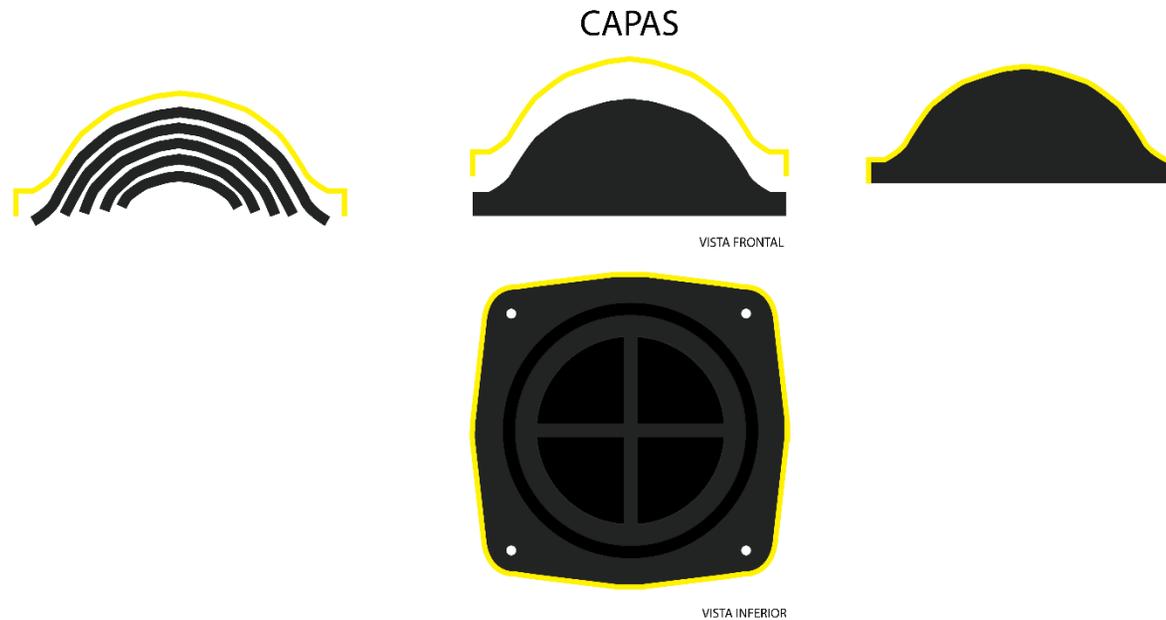
Ilustraciones 229-230: boya en uso



Ilustraciones 231-237: herramienta

Representación de capas

Para entender mejor, se plantea una presentación de capas de la boya. En la misma se puede observar que se pone una capa delgada de material amarillo para recubrir la boya, luego se ponen capas de material negro de un mayor grosor y se funde la mezcla.



MANUAL DE USO Y/O INSTALACIÓN



PASO 1

PREPARAR TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA DICHA INSTALACIÓN

- BOYAS
- HERRAMIENTA DE INSTALACIÓN
- BARRENO
- MARTILLO
- CASCO
- CHALECO REFLECTIVO



PASO 3

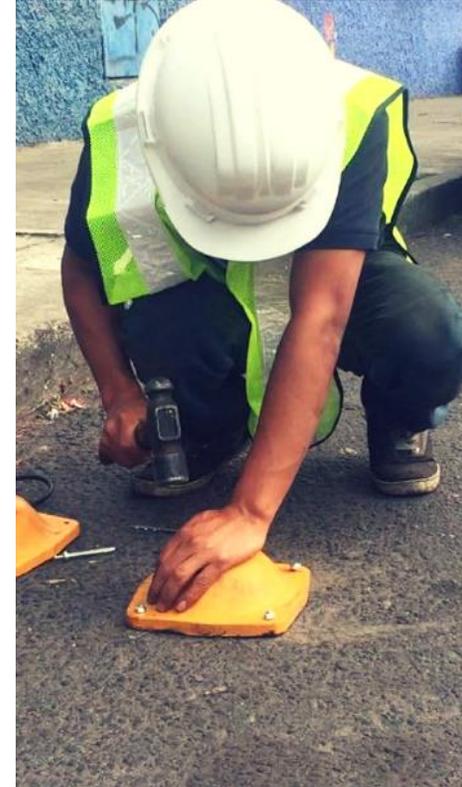
EN LAS MARCAS QUE DEJÓ LA HERRAMIENTA EN EL SUELO, PERFORAR CON UNA BROCA DE 1/4" LA ALTURA DE LOS TARUGOS DE METAL A COLOCAR, APROXIMADAMENTE 2.5"





PASO 4

SE INSERTAN LOS TARUGOS HIT DE METAL DE 2 ½ " ,
HASTA DONDE LO PERMITA CON LA MANO O BIEN AYUDA
DEL MARTILLO



PASO 5

CON LA AYUDA DE UN
MARTILLO, SE PRESIONA
CADA TARUGO CON EL FIN
DE QUE SE EXPANDA EN
EL CONCRETO



PASO 6

BOYA COLOCADA, LISTA PARA SU USO.

Ilustraciones 239-245: Manual de uso paso 1-6

9. Planos técnicos

A continuación, se presentan los planos constructivos de la boya, molde y herramienta, en el siguiente orden:

BOYA

- Vista isométrica superior
- Vista isométrica inferior
- Vistas ortogonales
- Detalle vista inferior boya
- Corte sección A1-A2

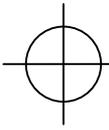
MOLDE

- Vista isométrica
- Despiece
- Vistas ortogonales
- Vista isométrica tapa molde superior
- Vista isométrica tapa molde inferior
- Vistas ortogonales tapa molde
- Detalle vista inferior tapa molde

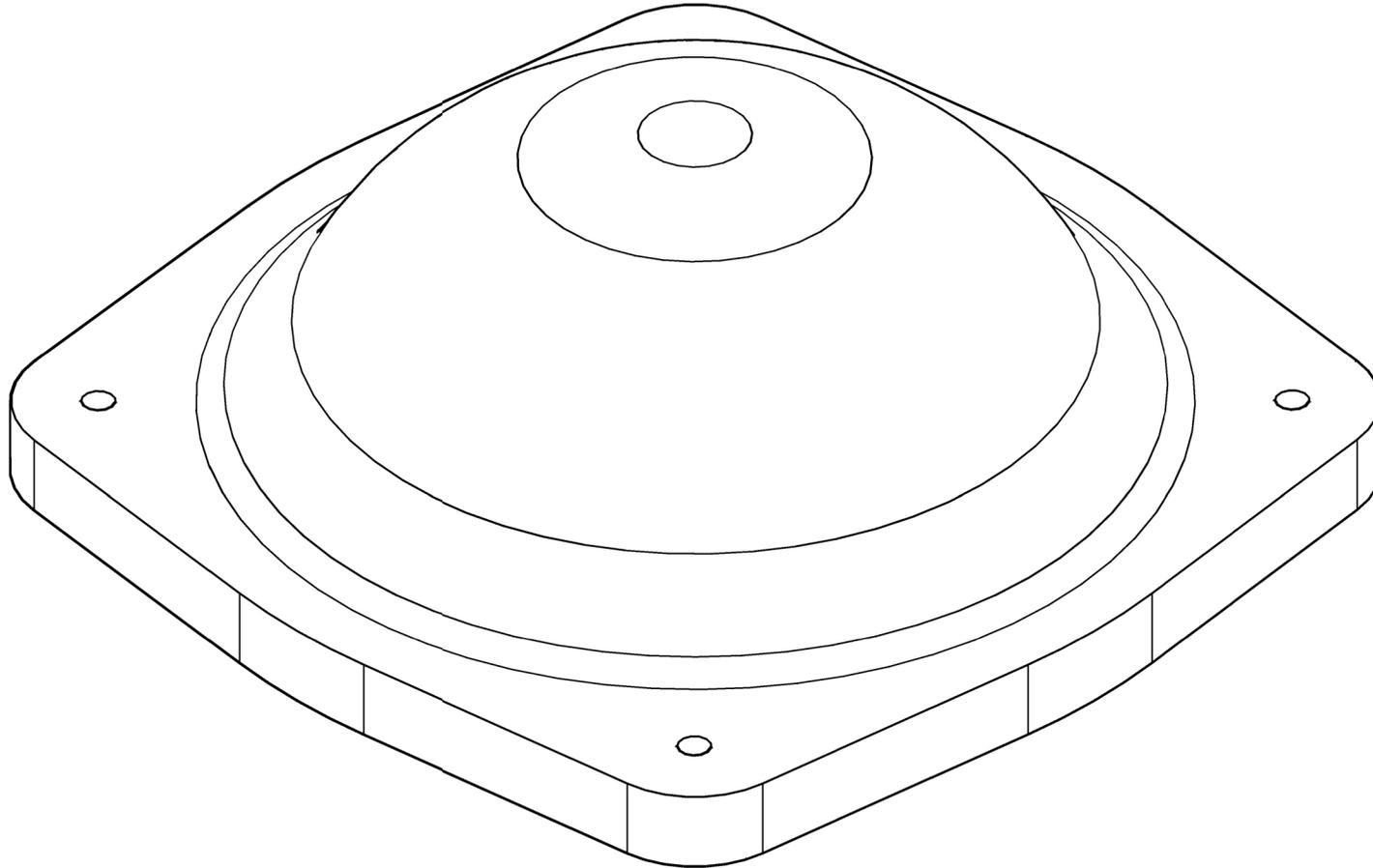
- Corte sección A1-A2
- Vista isométrica base molde
- Vistas ortogonales base molde
- Detalle vista superior base molde

HERRAMIENTA

- Vista isométrica herramienta para instalación
- Despiece herramienta para instalación
- Vistas ortogonales herramienta para instalación
- Vista isométrica pieza de herramienta para instalación
- Vistas ortogonales pieza herramienta para instalación
- Detalle frontal pieza de herramienta para instalación



VISTA ISOMÉTRICA SUPERIOR BOYA



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDIVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTA ISOMÉTRICA SUPERIOR BOYA

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

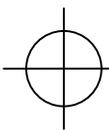
ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

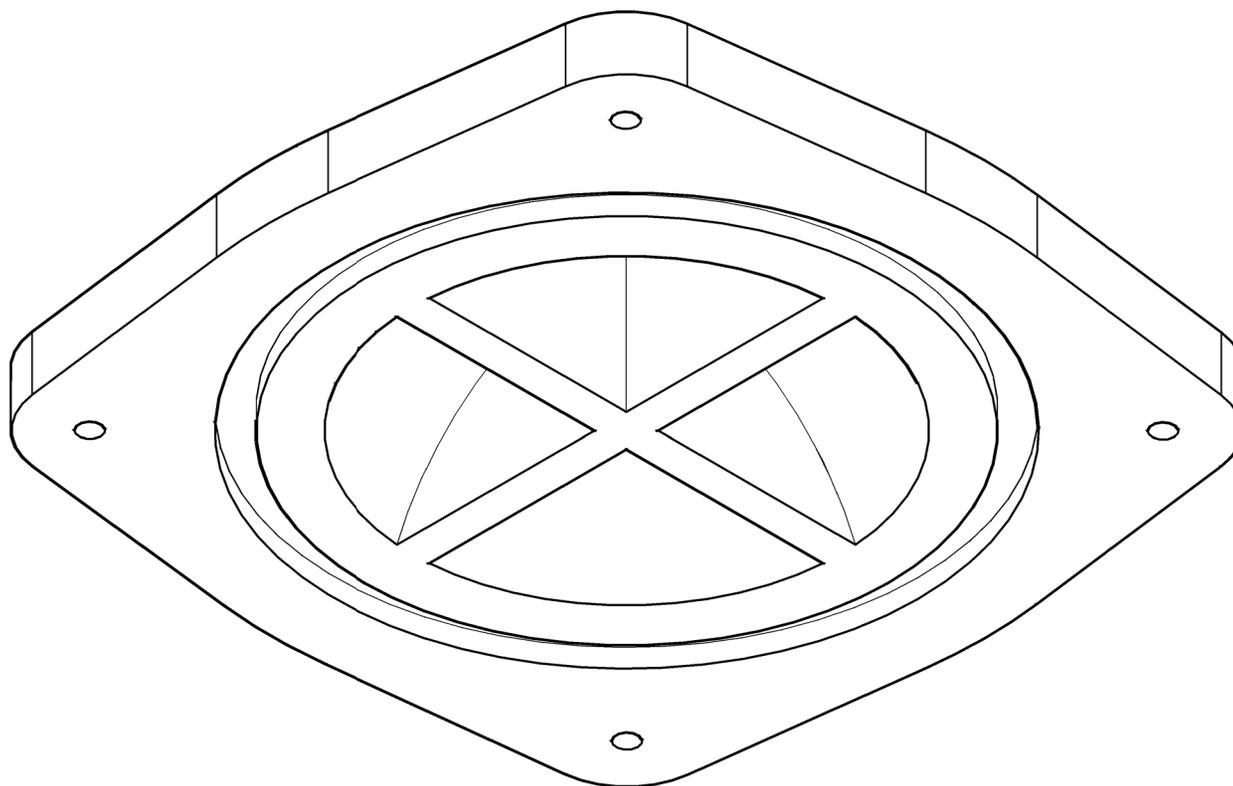
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:1.25

PLANO:
1/22



VISTA ISOMÉTRICA INFERIOR BOYA



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTA ISOMÉTRICA INFERIOR BOYA

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

ANA ISABEL CRUZ

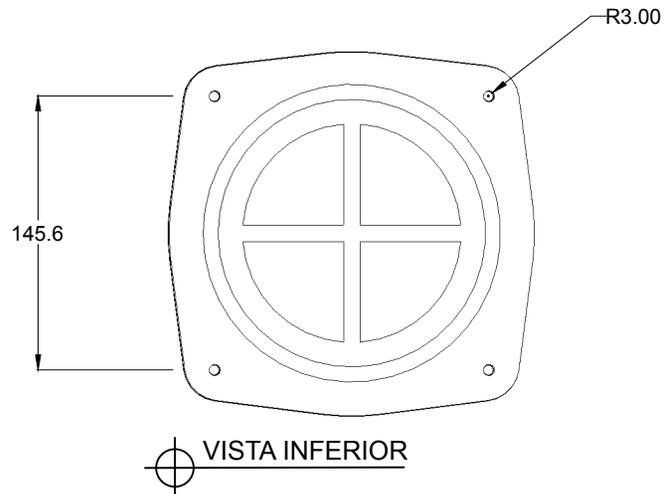
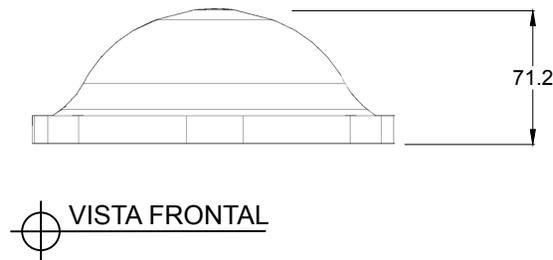
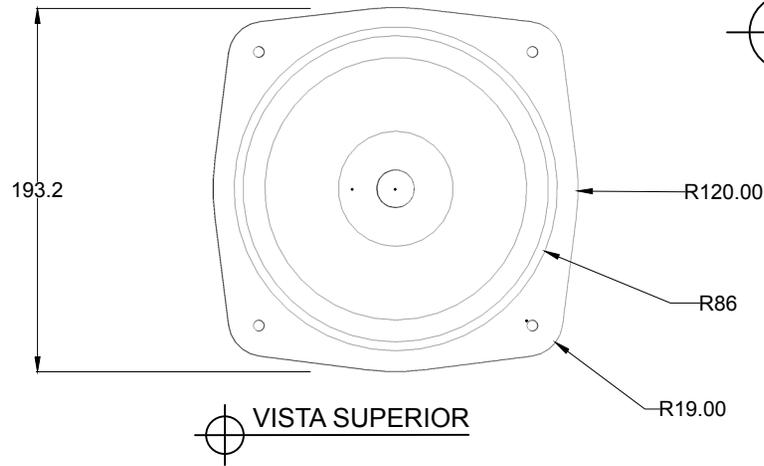
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

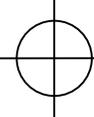
ESCALA:
1:1.25

PLANO:
2/22

VISTAS ORTOGONALES BOYA



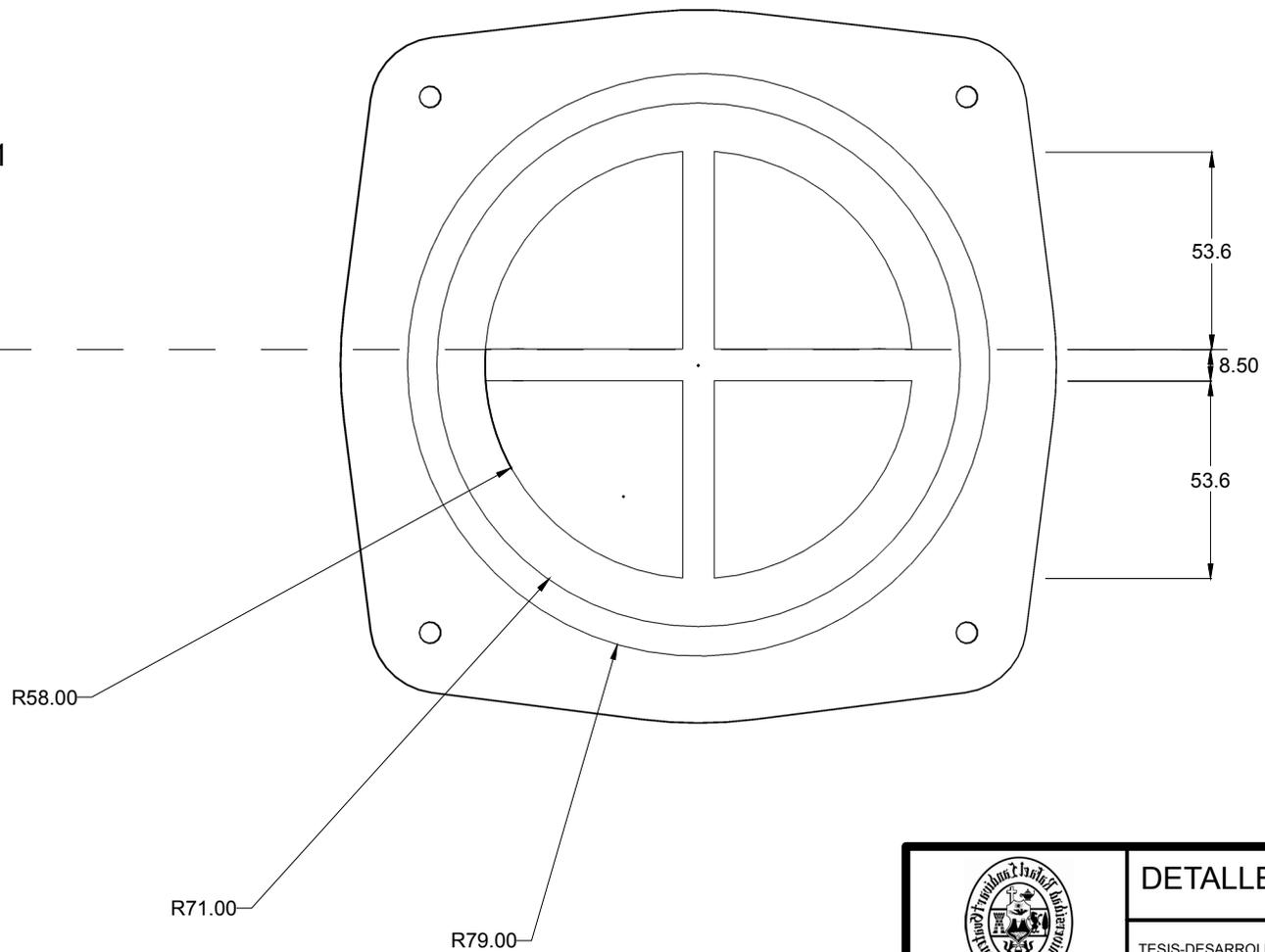
	VISTAS ORTOGONALES BOYA		
	TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	ANA ISABEL CRUZ		
	M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:4	PLANO: 3/22


**DETALLE VISTA
INFERIOR BOYA**

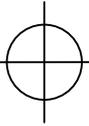
SECCIÓN A1



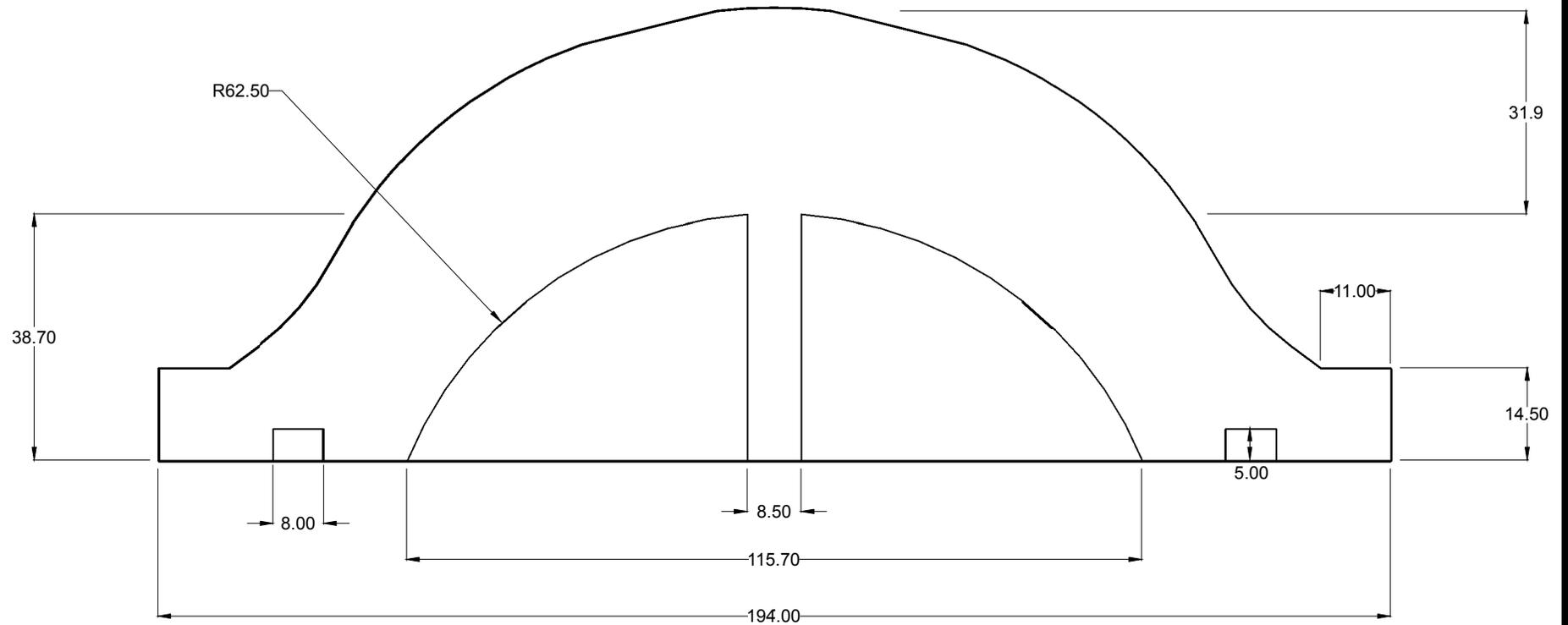
SECCIÓN A2



	DETALLE VISTA INFERIOR BOYA		
	TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	ANA ISABEL CRUZ		
	M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:2	PLANO: 4/22



CORTE SECCIÓN A1-A2



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

CORTE SECCIÓN A1-A2

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

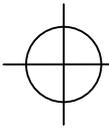
ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

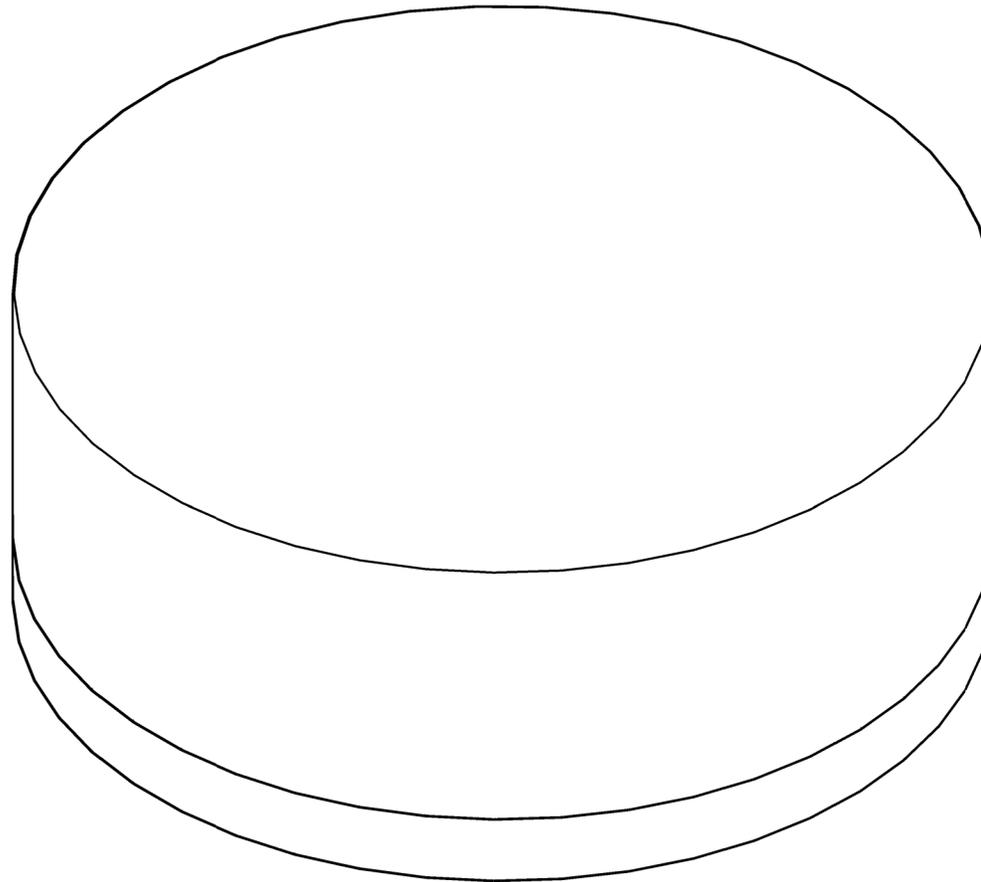
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:1

PLANO:
5/22



VISTA ISOMÉTRICA MOLDE



VISTA ISOMÉTRICA MOLDE

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

ANA ISABEL CRUZ

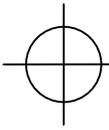
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

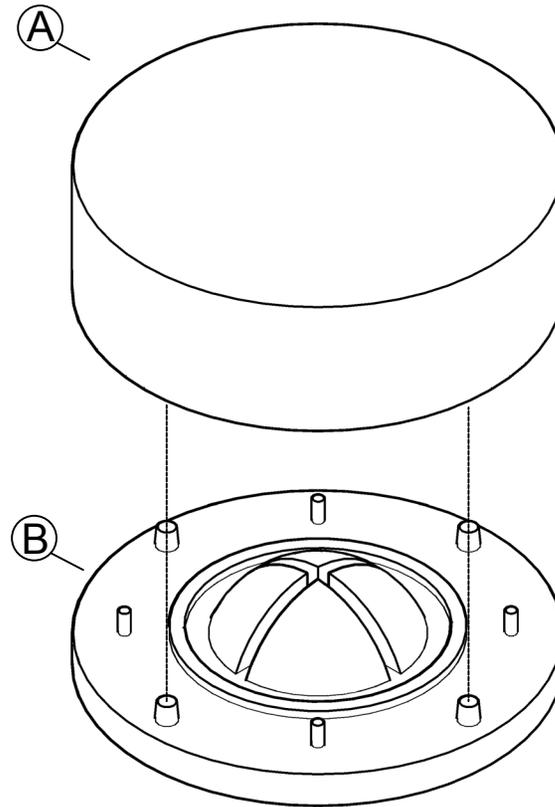
ESCALA:
1:2

PLANO:
6/22



DESPIECE MOLDE

LISTADO DE PIEZAS			
ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANT.
A	TAPA MOLDE	PIEZA DE ACERO INOXIDABLE PARA HACER PIEZA PLÁSTICA A PRESIÓN	1
B	BASE MOLDE	PIEZA DE ACERO INOXIDABLE PARA HACER PIEZA PLÁSTICA A PRESIÓN	1



DESPIECE DE MOLDE

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

ANA ISABEL CRUZ

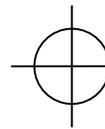
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

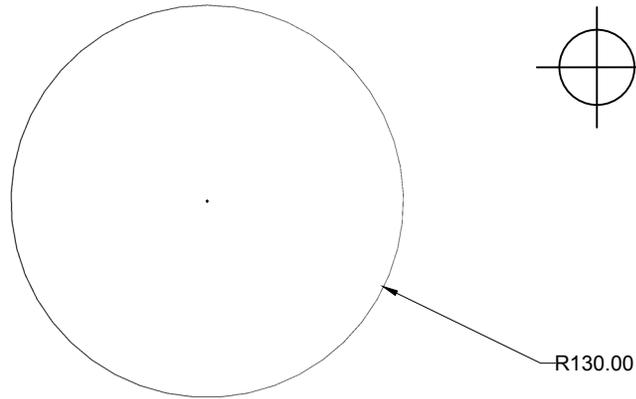
DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:4

PLANO:
7/22

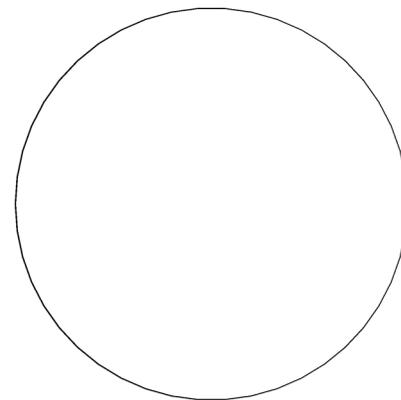
 **VISTAS ORTOGONALES
MOLDE**



 **VISTA SUPERIOR**

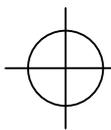


 **VISTA FRONTAL**

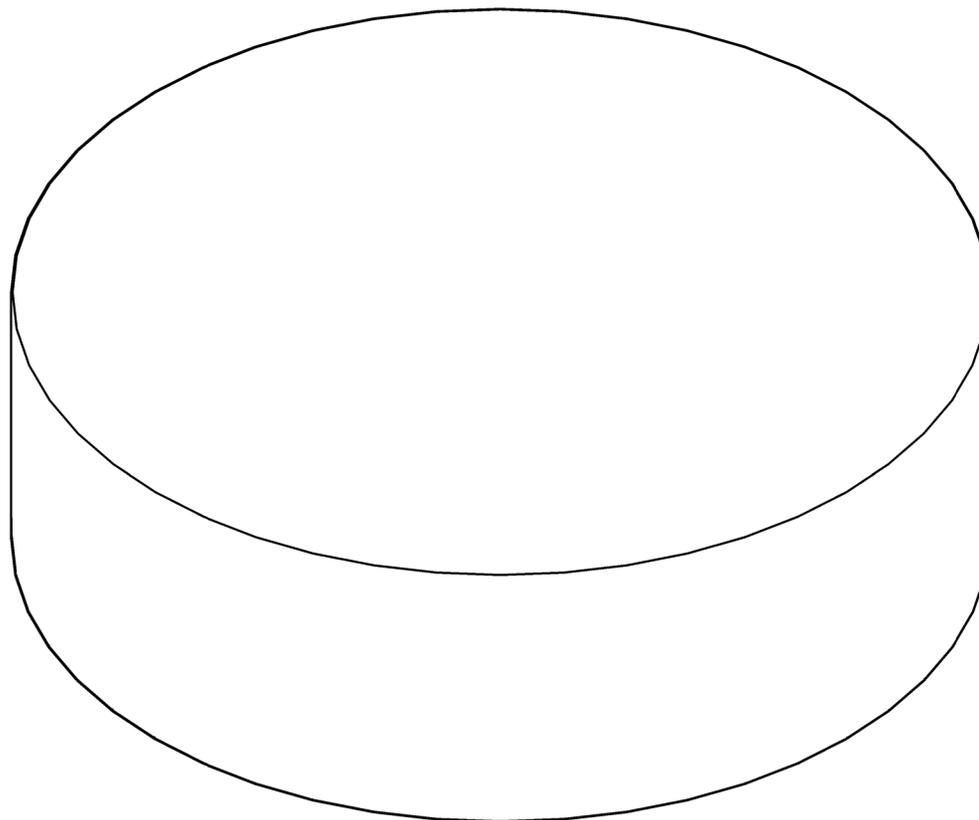


 **VISTA INFERIOR**

	VISTAS ORTOGONALES MOLDE		
	TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	ANA ISABEL CRUZ		
	M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:5	PLANO: 8/22



VISTA ISOMÉTRICA TAPA MOLDE SUPERIOR



VISTA ISOMÉTRICA TAPA MOLDE SUPERIOR

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDIVAR

ANA ISABEL CRUZ

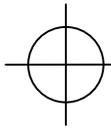
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

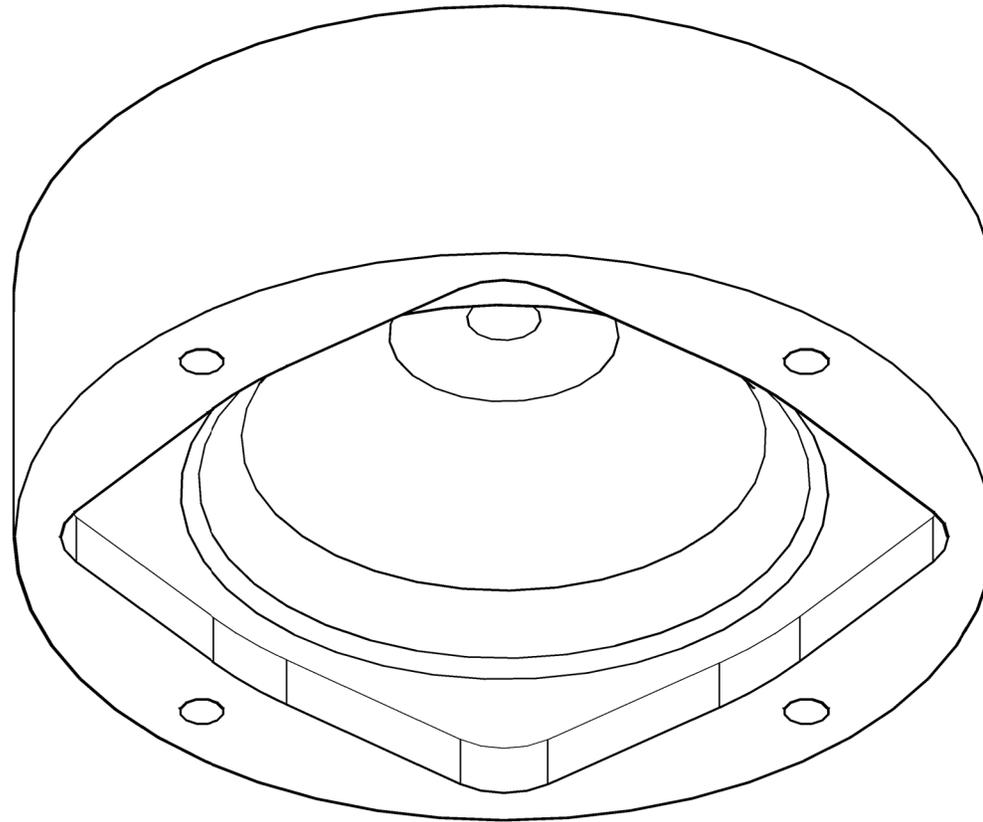
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:2

PLANO:
9/22



VISTA ISOMÉTRICA TAPA MOLDE INFERIOR



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTA ISOMÉTRICA TAPA MOLDE INFERIOR

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

ANA ISABEL CRUZ

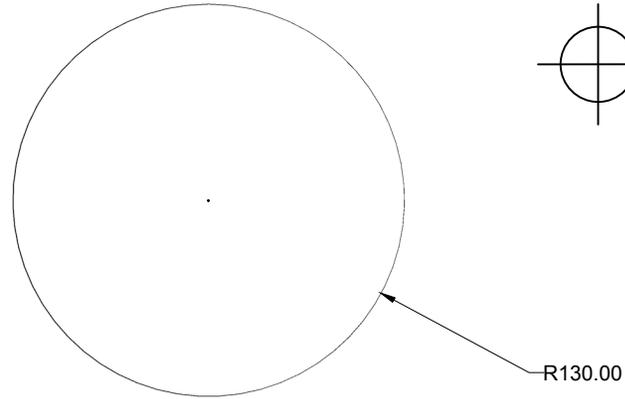
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

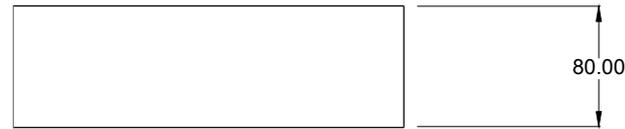
ESCALA:
1:2

PLANO:
10/22

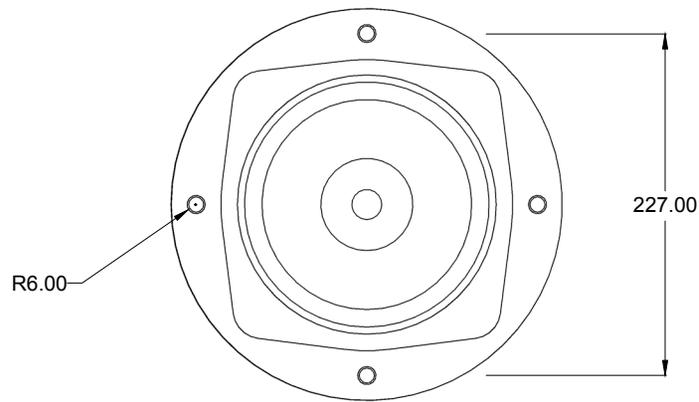
VISTAS ORTOGONALES
TAPA MOLDE



VISTA SUPERIOR

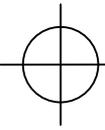


VISTA FRONTAL

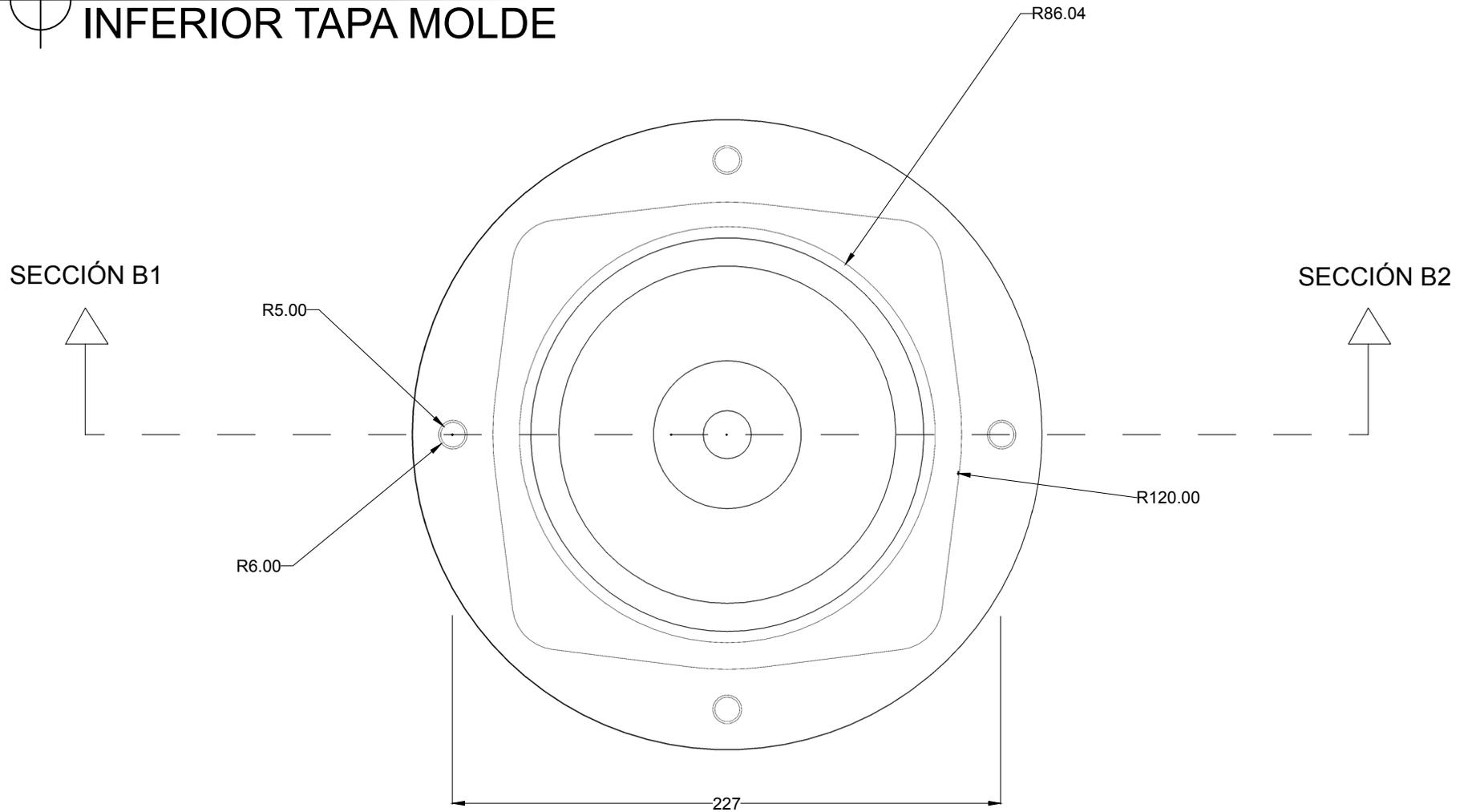


VISTA INFERIOR

	VISTAS ORTOGONALES TAPA MOLDE		
	TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLIMEROS Y HULES DE GUATEMALA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	ANA ISABEL CRUZ		
	M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:5	PLANO: 11/22



DETALLE VISTA INFERIOR TAPA MOLDE



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

DETALLE VISTA INFERIOR TAPA MOLDE

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

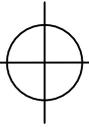
ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

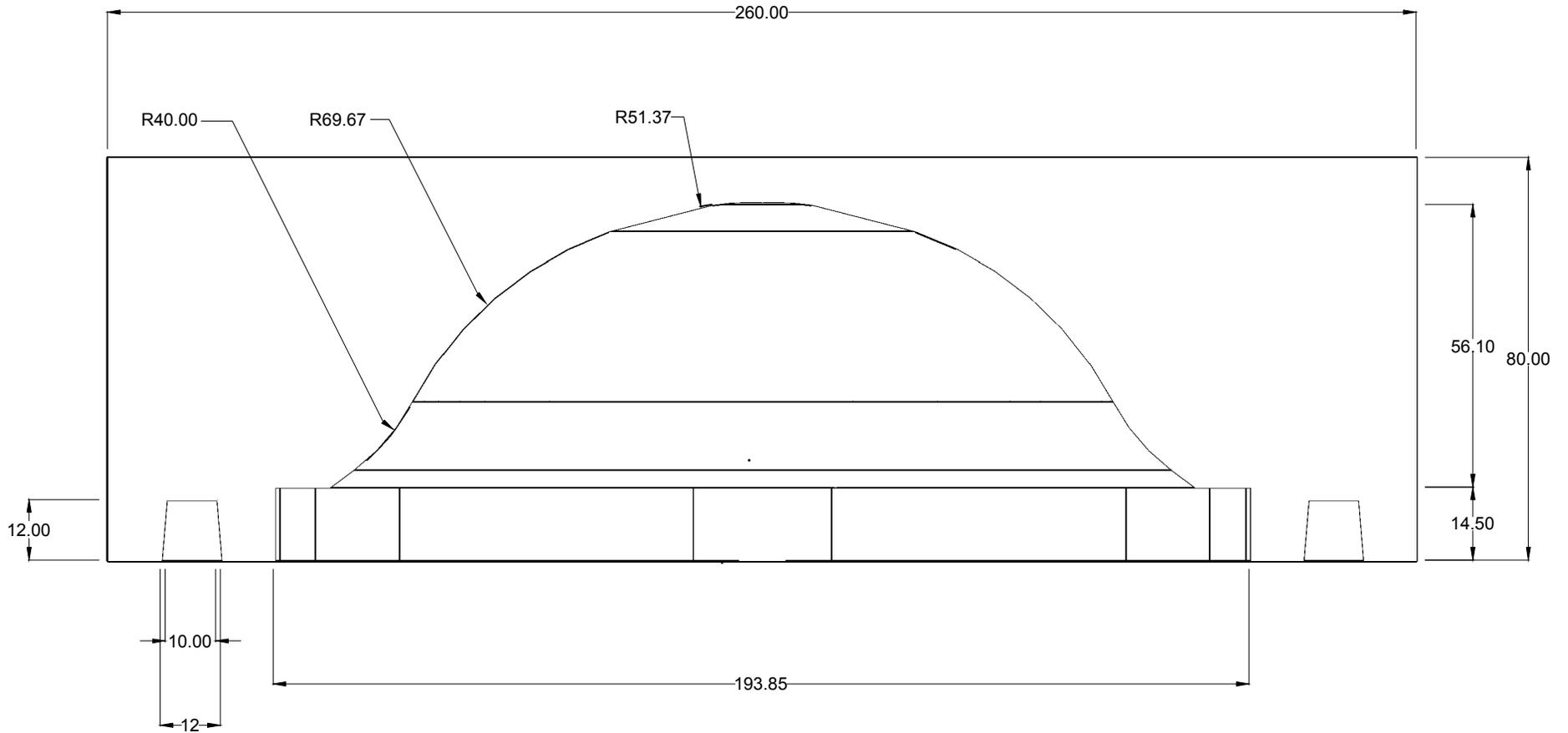
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:2.5

PLANO:
12/22



CORTE SECCIÓN A1-A2



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

CORTE SECCIÓN A1-A2

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

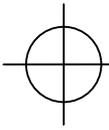
ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

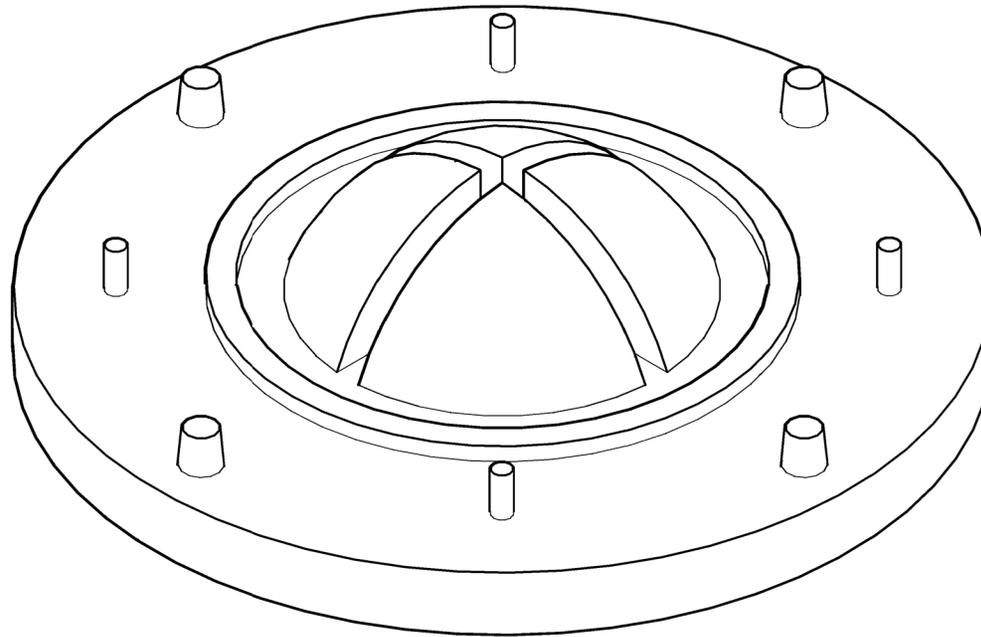
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:1.25

PLANO:
13/22



VISTA ISOMÉTRICA BASE MOLDE



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTA ISOMÉTRICA BASE MOLDE

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

ANA ISABEL CRUZ

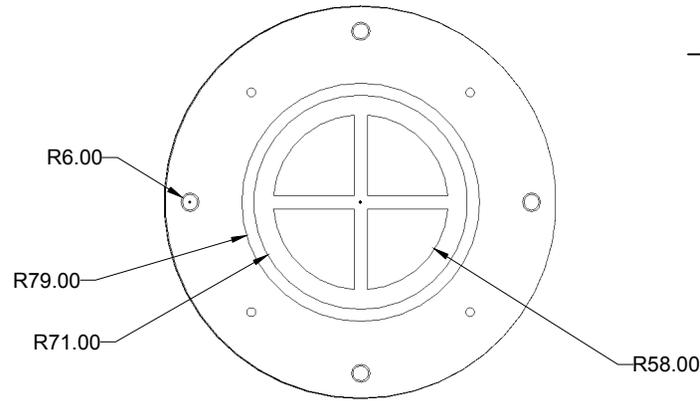
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

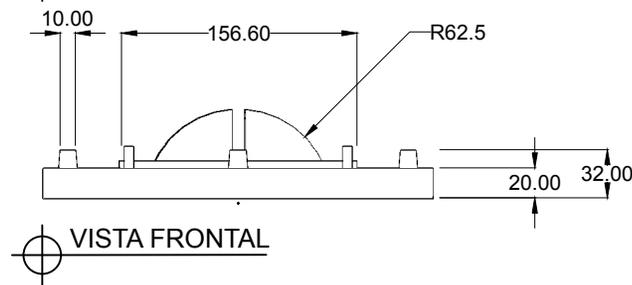
ESCALA:
1:2

PLANO:
14/22

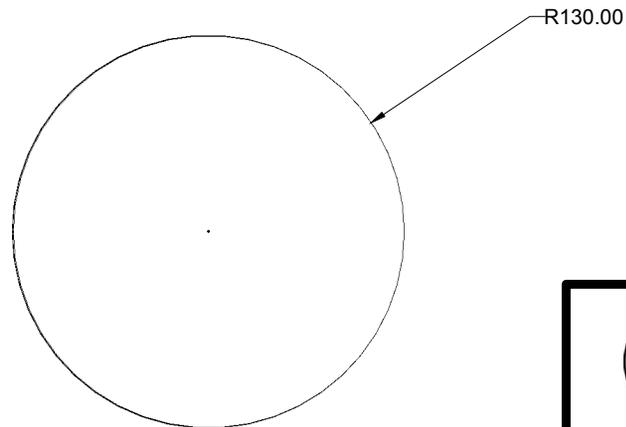
VISTAS ORTOGONALES BASE MOLDE



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA INFERIOR



VISTAS ORTOGONALES BASE MOLDE

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLIMEROS Y HULES DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

ANA ISABEL CRUZ

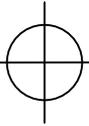
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

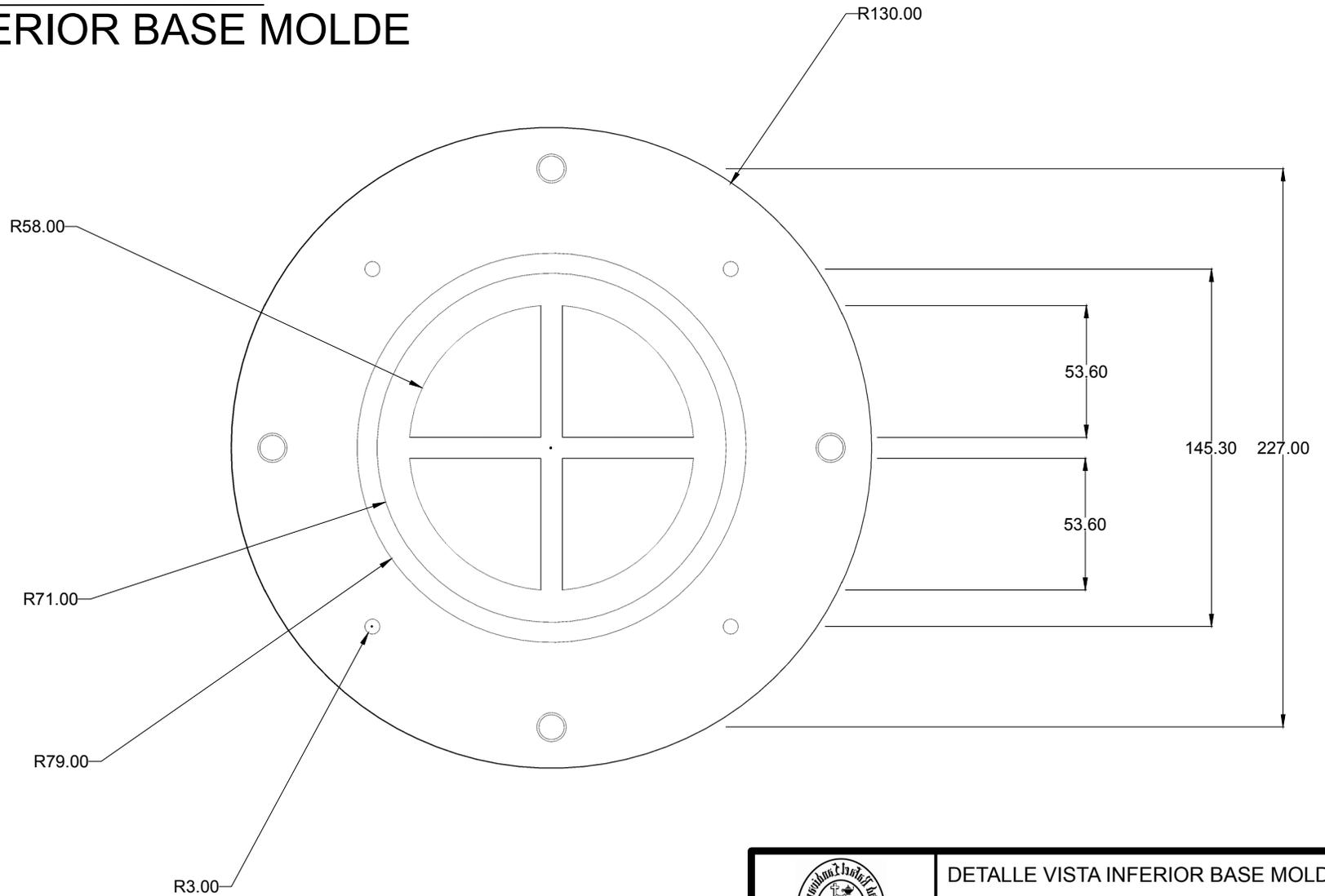
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:5

PLANO:
15/22



DETALLE VISTA SUPERIOR BASE MOLDE



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

DETALLE VISTA INFERIOR BASE MOLDE

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

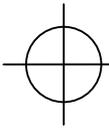
ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

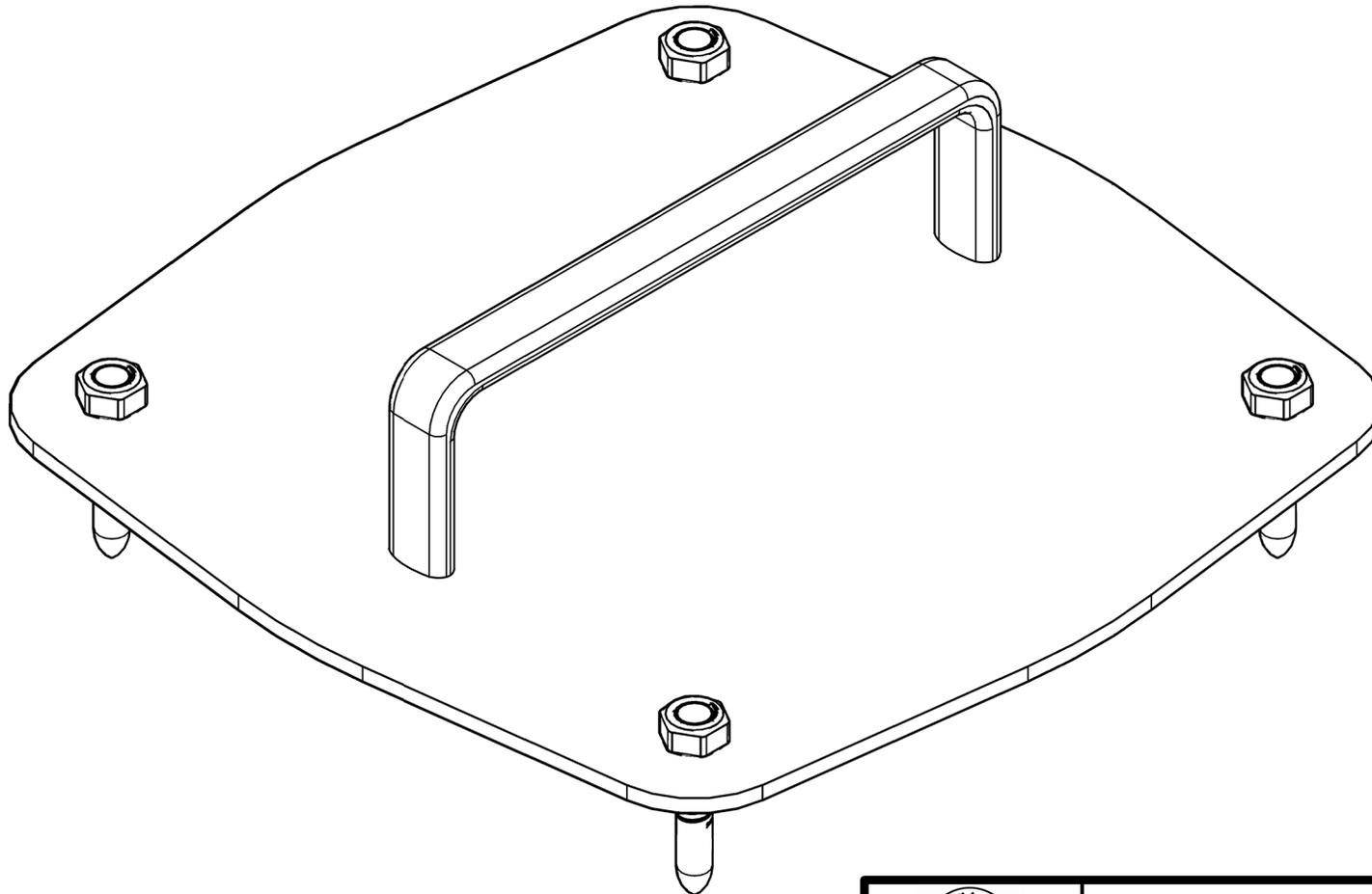
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:2.5

PLANO:
16/22



VISTA ISOMÉTRICA HERRAMIENTA PARA INSTALACIÓN



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTA ISOMÉTRICA HERRAMIENTA PARA
INSTALACIÓN

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

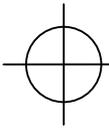
ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

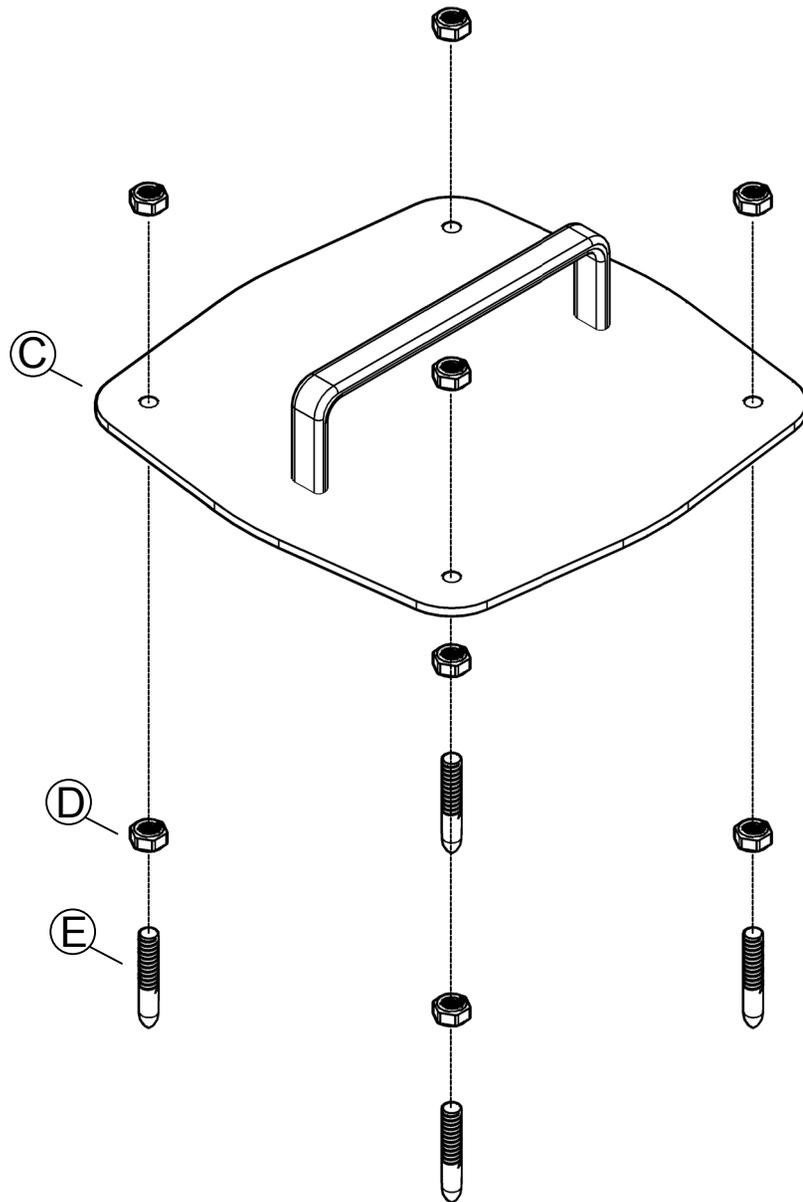
UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:1.25

PLANO:
17/22



DESPIECE DE HERRAMIENTA PARA INSTALACIÓN



LISTADO DE PIEZAS

ITEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANT.
C	HERRAMIENTA PARA INST.	PIEZA DE ALUMINIO CON MANIJA PARA INSTALAR BOYA	1
D	TUERCA DE 1/8	TUERCA METÁLICA E 1/8	8
E	TORNILLO CON PUNTA	TORNILLO DE 2 PULGADAS CON PUNTA AFILABLE	4



DESPIECE DE HERRAMIENTA PARA INSTALACIÓN

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

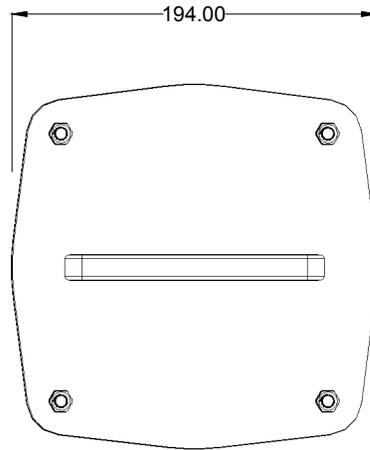
DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

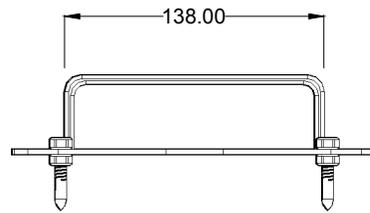
ESCALA:
1:2.5

PLANO:
18/22

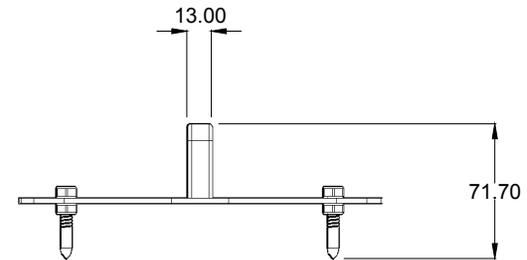
VISTAS ORTOGONALES HERRAMIENTA PARA INSTALACIÓN



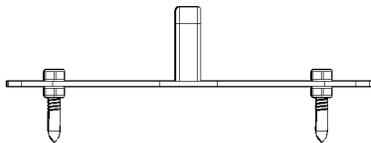
VISTA SUPERIOR



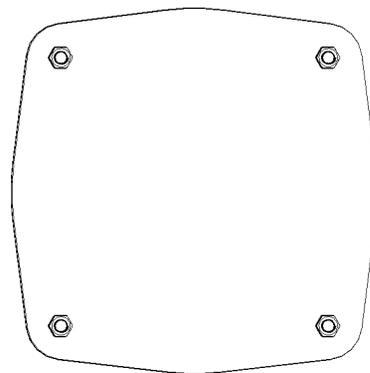
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA

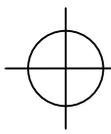


VISTA LATERAL IZQUIERDA

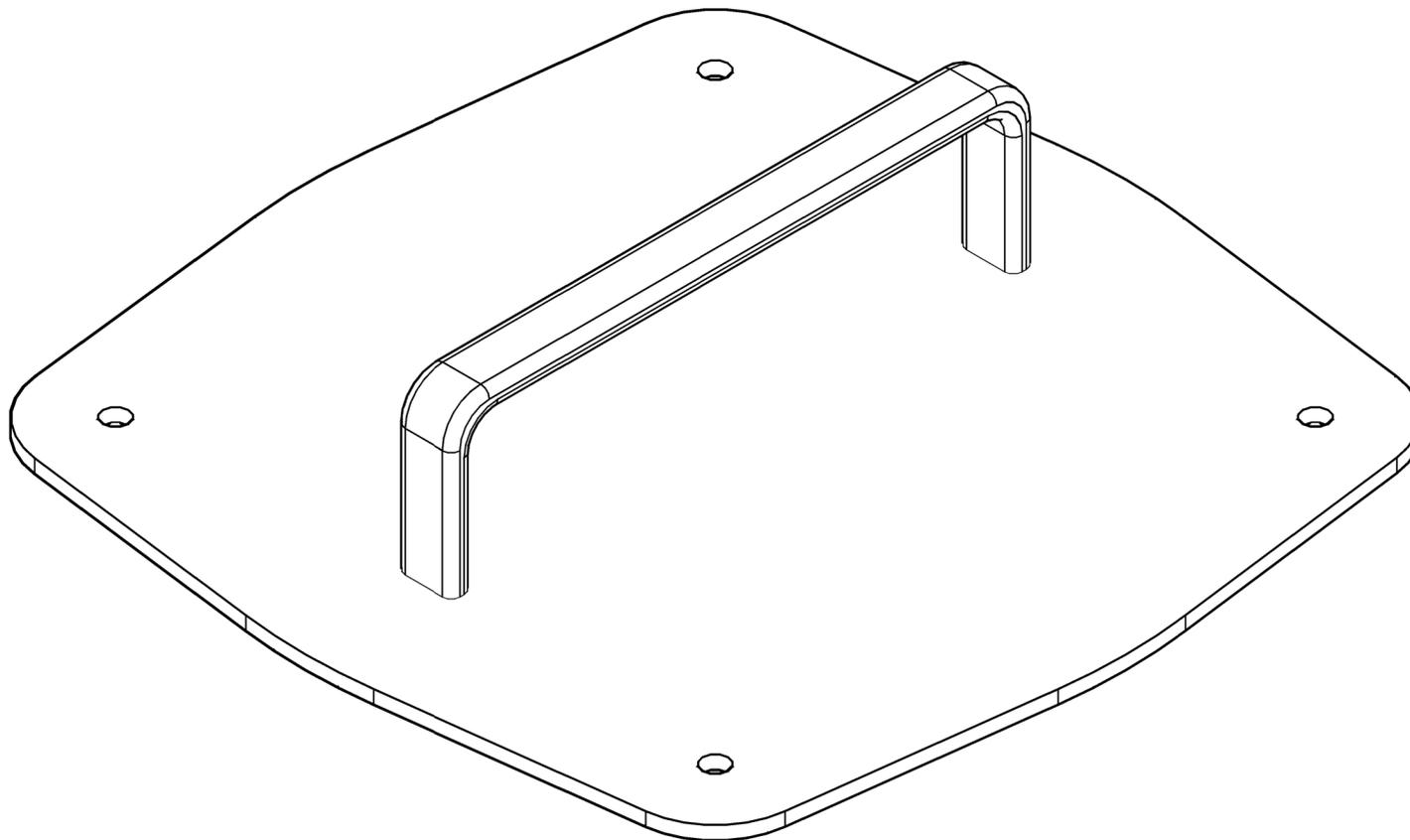


VISTA INFERIOR

	VISTAS ORTOGONALES HERRAMIENTA PARA INSTALACIÓN		
	TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	ANA ISABEL CRUZ		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:4	PLANO: 19/22



VISTA ISOMÉTRICA PIEZA DE HERR PARA INSTALACIÓN



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

VISTA ISOMÉTRICA PIEZA DE HERR. PARA
INSTALACIÓN

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

ANA ISABEL CRUZ

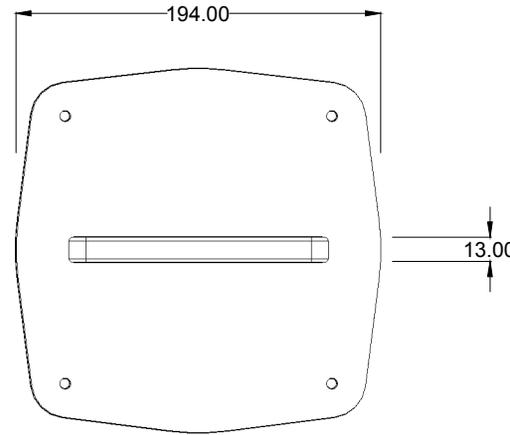
M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

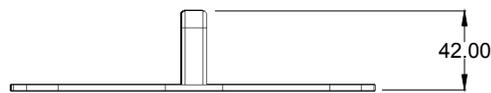
ESCALA:
1:1.25

PLANO:
20/22

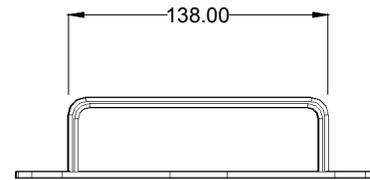
VISTAS ORTOGONALES PIEZA DE HERR. PARA INSTALACIÓN



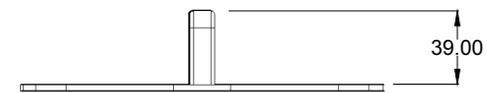
VISTA SUPERIOR



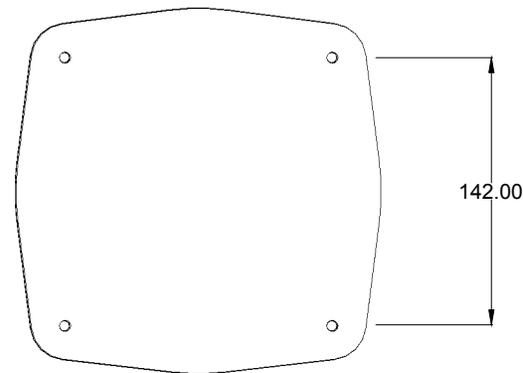
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

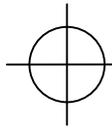


VISTA LATERAL DERECHA

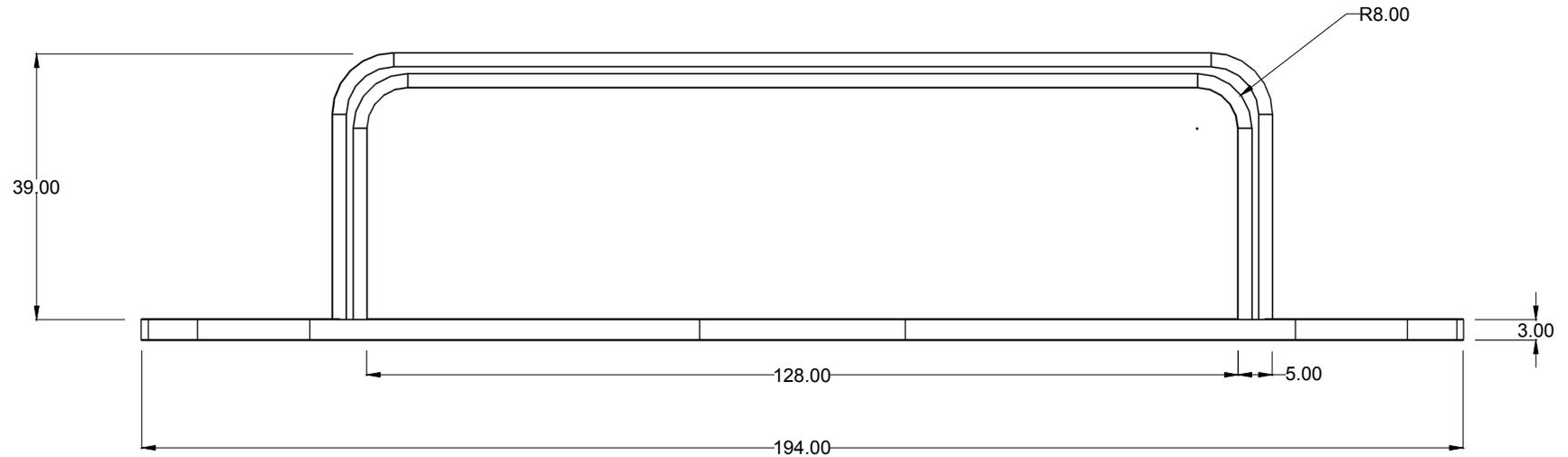


VISTA INFERIOR

	VISTAS ORTOGONALES PIEZA DE HERR. PARA INSTALACIÓN		
	TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS PARA EMPRESA POLIMEROS Y HULES DE GUATEMALA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR	ANA ISABEL CRUZ		
	M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER		
DISEÑO INDUSTRIAL PROYECTO DE GRADO	UNIDAD DE MEDIDA: MM	ESCALA: 1:4	PLANO: 21/22



DETALLE FRONTAL PIEZA DE HERR. PARA INSTALACIÓN.



UNIVERSIDAD
RAFAEL
LANDÍVAR

DISEÑO
INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO

DETALLE FRONTAL PIEZA DE HERR. PARA
INSTALACIÓN

TESIS-DESARROLLO DE MATERIAL REUTILIZANDO LLANTAS USADAS
PARA EMPRESA POLÍMEROS Y HULES DE GUATEMALA

ANA ISABEL CRUZ

M.A.D.I. CHRISTOPHER TOLEDO KOLTER

UNIDAD DE MEDIDA:
MM

ESCALA:
1:1

PLANO:
22/22

10. Costos

Rol del diseñador consultor practicante

En este proyecto el diseñador tomó el rol de consultor practicante. En donde debe cumplir con la necesidad planteada de la empresa, desarrollando un material, el cual se aplicará a productos de tránsito, con el fin de ampliar su gama de productos a la venta. Se eligió este rol, ya que el estudiante cuenta con todos los recursos necesarios de la empresa para desarrollar dicho proyecto. La empresa se beneficia de esto con: un material nuevo reciclado, el cual reduce costos de producción de la empresa y un estudio de laboratorio, además un nuevo producto de tránsito, que logre competir con los precios del mercado actual.

Tabla de costos

Materia Prima

A continuación, se presenta una tabla de los costos de la materia prima, tomando en cuenta hule negro con polvo de llanta y el hule amarillo, que se utilizan para el producto final y también se calculan los costos de la materia prima sin polvo de llanta para más adelante plantear el ahorro que se produjo con el polvo de llanta.

Costos de Produccion Variables	Costo por KG	Costo de Fabricacion Unitario por KG	Costo Total por KG	KG por boya	Total
Materia Prima Color Negro Con Reciclado	Q 7.39	Q 2.09	Q 9.48	1.17	Q 11.10
Materia Prima Color Negro	Q 10.42	Q 2.09	Q 12.51	1.17	Q 14.64
Materia Prima Amarilla	Q 15.37	Q 2.09	Q 17.46	0.17	Q 2.97

Ilustración 246: costos materia prima

El proceso de fundición de cada boya tiene un costo fijo que involucra: operarios, molde, tiempo de prensas, fundición (entre 15-18 minutos).

Costo Fijo	Por unidad
Costo Por vulcanizacion Unitario	Q 21.71

Ilustración 247: costo fijo vulcanización por boya

La siguiente tabla muestra los costos de producción que tienen al producir cada boya, involucrando la fundición y el material

Costo de produccion Unitario	
Costo Boya Reciclada (con polvo de llanta)	Q 35.73
Costo de Boya (sin polvo de llanta)	Q 39.29

Ilustración 248: costo fijo producción por boya. Fuente: tabla propia

Precio de venta

Para lograr establecer un precio de venta, que fuera factible, se realizó un análisis de costos de productos existentes en el mercado en Guatemala.

BOYAS



Metal
 Calibre: 3.17 mm
 Color: Amarillo tráfico
 Dimensiones: 22. x 22 cms y 8cms de alto
 Profundidad interior: 6.8 cms
 Peso: 1,125 kg **Q.99**



Polietileno
 Reflectivo 3M. Color amarillo tráfico, Dimensiones: 20x20 cms. y 8 cms, de alto.
 Profundidad interior 6 cms.
 Peso 1 Kg. **Q.150**

PROTECTOR DE ESQUINAS



Caucho de alta densidad con reflectivo.
 80 cms x 10.5 cms. por lado
 Grosor de 8 mm. hasta 12 mm.
Q.100

Byron Palencia.
 Cel.: (502) 4234-1859.
 ventas3@maquinariaeficiente.com




Ilustración 249: precios maquinaria eficiente

Ilustración 250: análisis de costos de productos existentes en el mercado en Guatemala

Análisis de costos de productos existentes en el mercado en Guatemala

Comparacion de Precios			
Empresa	Producto	Precio unidad	PRECIO SIN IVA
A	boya polietileno	Q 105.00	Q 92.40
	boya metalica	Q 85.00	Q 74.80
B	boya polietileno	Q 150.00	Q 132.00
	boya metalica	Q 99.00	Q 87.12
C	boya polietileno	Q 140.00	Q 123.20
	boya metalica	Q 120.00	Q 105.60
D	boya polietileno	Q 150.00	Q 132.00
	boya metalica	Q 150.00	Q 132.00
E	boya polietileno	Q 110.00	Q 96.80
	boya metalica	Q 110.00	Q 96.80
F	boya polietileno	Q 120.00	Q 105.60
	boya metalica	Q 120.00	Q 105.60
G	boya polietileno	Q 89.00	Q 78.32
	boya metalica	Q 89.00	Q 78.32
H	boya polietileno	Q 150.00	Q 132.00
	boya metalica	Q 99.00	Q 87.12
Precio promedio	boya polietileno	126.75	Q 111.54
	boya metalica	109	Q 95.92

Precio de venta a distribuidor

Luego de analizar los precios del mercado, se plantea como empresa, vender a distribuidores, con el fin de que ellos puedan re vender y competir con los precios de la competencia Q109-126.75 ya con IVA y su ganancia.

Precio de venta Boya Reciclado de Fabrica	
Margen deseado	35%
Precio Boya Reciclado	54.97
Precio mas IVA	61.56

Ilustración 251: precio de venta para distribuidor

Proyección de venta anual

Se realiza una proyección de venta, vendiendo 1,500 unidades al mes.

Proyecciones de ventas	Mesuales	Anual
Ventas en unidades	1500	18000
Ingreso por ventas	Q 92,347.01	Q 1,108,164.17
Margen	Q 28,858.44	Q 346,301.30
Ganacia adicional por Utilizar Reciclado	Q 5,340.37	Q 64,084.50

Ilustración 252: proyección de venta anual

Si la empresa vende 1,500 unidades al mes, su ingreso anual de ventas de boyas sería de Q1, 108,164.17, con un margen de 35 %, haciendo la utilidad bruta de Q346, 301.30.

Por utilizar polvo de llanta reciclado en sus fórmulas, polímeros y hules tiene una ganancia adicional de Q64.084.50 al vender las 18,000 unidades que tienen proyectado.

Adicional a esto, se realizan dos proyecciones más, teniendo una pesimista y una proyección óptima con el fin de que la empresa analice los distintos escenarios y analicen la capacidad de producción que necesitan tener.

Proyecciones de ventas - pesimista	Mesuales	Anual
Ventas en unidades	750	9000
Ingreso por ventas	Q 50,774.45	Q 609,293.35
Margen	Q 14,429.22	Q 173,150.65
Ganacia adicional por Utilizar Reciclado	Q 2,670.19	Q 32,042.25

Proyecciones de ventas - exitosa	Mesuales	Anual
Ventas en unidades	2,250	27000
Ingreso por ventas	Q 152,323.34	Q 1,827,880.04
Margen	Q 43,287.66	Q 519,451.96
Ganacia adicional por Utilizar Reciclado	Q 8,010.56	Q 96,126.75

Ilustración 253: proyección de venta anual pesimista y exitosa

11. Conclusiones

El proyecto de grado busca como objetivo principal la ampliación de línea, debido a que el mercado de calzado se encuentra saturado.

Por medio del programa de Responsabilidad Social Empresarial, Polímeros y hules, obtiene múltiples beneficios y mayor credibilidad. Además, lo más importante, produce reducción del impacto ambiental.

El proyecto presentado tiene potencial en convertirse en productos de tránsito vial por sus propiedades y beneficios como que no daña el automóvil, tiene una vida útil larga, la instalación es sencilla, resiste a cambios de temperatura, así como a humedad y luz UV. Además, es un producto que compite con el mercado actual ya que su precio es menor.

Este proyecto de grado presenta una alternativa para reducir la cantidad de llantas que no se reciclan en

Guatemala, además promueve la compra de productos reciclados y con menor impacto ambiental, con el fin de reducir la contaminación en Guatemala.

Con las pruebas de laboratorio, se analiza que, al momento de agregarle polvo de llanta a una fórmula de diferentes compuestos, las propiedades mejoran. Con esto se desarrolla un material con mayor resistencia al desgaste del paso de llantas.

El estudio de usabilidad del material se ve reflejado al utilizarlo en los productos y realizar las pruebas de campo y laboratorio necesarias.

El precio final de las boyas es un precio que compite con el mercado actual y está debajo de las boyas de polietileno que existen.

Al utilizar el hule amarillo, se evita el uso de los reflectores, los cuales duran aproximadamente 60 % de la vida útil de los productos de tránsito, ya que se desgastan o se despegan con el paso de carros.

Al sacar los costos, se analiza que el desarrollo de material si produce un ahorro y beneficia a la empresa, ya que estos pueden tener una ganancia adicional de 19 %, además tiene mejores propiedades por el material.

12. Recomendaciones

Se recomienda implementar este material en más productos tanto de transito como de uso diario, ya que es un material con múltiples beneficios y al utilizarlo más, se reduce en mayor cantidad las llantas que contaminan Guatemala y el mundo.

Se recomienda en un futuro cuando la producción del material sea mayor, a Polímeros y hules, conseguir más proveedores de llantas, como pinchazos u otros lugares donde realizan cambio de neumáticos.

A la empresa Polímeros y hules, se recomienda realizar más moldes para boyas, para hacer efectiva su

producción, ya que por el momento se realizan tirajes cortos de producción. Como un punto importante, se debe tomar en cuenta que el mercado actualmente maneja estos productos bajo pedido con un tiempo de entrega de aproximadamente un mes, lo cual es bueno para no tener tanto producto en el inventario.

Para poder patentar la formula, se comienza el proceso con Polímeros y Hules de certificación con la norma ISO 9000-74001.

Como otra investigación, se recomienda realizar un estudio del tiempo de vida del hule amarillo, en cuanto tiempo se produce el desgaste y la boya llega a su capa de color negro.

Se recomienda que, al momento de desgastarse el hule amarillo, se tenga prevista la utilización de pintura de tráfico para que las boyas se sigan viendo en la noche.

Se recomienda realizar una investigación para ampliar las condiciones de calor y el peso máximo que el producto soporta.

Se recomienda realizar una investigación para crear una herramienta para el marcaje, para que todas las boyas queden a la misma distancia, esto con el fin de seguir mejorando el tiempo de instalación.

A los estudiantes de Diseño Industrial, que van a realizar su proyecto de grado, se les recomienda tener como cliente a una empresa, de ser posible realizar sus prácticas ahí, con el fin de que su proyecto tenga un mayor impacto positivo.

13. Bibliografía

- A. Iniesta, Transforman llantas usadas en combustible alternativo, Mexico, 2017, recuperado el 20 de octubre del 2017 <https://goo.gl/mnwxhY>
- Carlos F. Fernández, La quema de llantas, un peligro para la salud pulmonar, Colombia, 2014 recuperado de <https://goo.gl/1teKwd>
- Charter Martin, tainable value: a discussion paper on sustainable product development and design, The Center for Sustainable Design, UK, 1998.
- Chemistry Select 2017 2 (18) pp 4975-4982 August 1, 2017
- Diseño para el mundo real, Victor Papanek, 1971
- Dinero, la oportunidad esta en la basura, 2009, <https://goo.gl/y5qrR8>
- Elizabeth Gómez, las llantas y su gran impacto ambiental, México, 2017, recuperado el 21 de octubre de <https://goo.gl/AXnpwX>
- Ejes de los Caballeros, Diversifica: conclusiones y herramientas para el sector industrial auxiliar, 17 de noviembre del 2011 <https://goo.gl/x4UhM5>
- Empodera, innovación y diseño social, recuperado el 25 de enero del 2018, <https://goo.gl/gbPznX>
- Forbes, Liderando el camino hacia la sustentabilidad, mayo 29, 2013, <https://goo.gl/s1KkLY>
- Gilpin Alan, Dictionary of environment and sustainable development, Wiley, 1998.
- Jacob Nielsen, Iterative User Interface design, estados Unidos, 1993. Recuperado el 20 de octubre de <https://goo.gl/YxEoLy>
- Lázló Moholy-Nagy, Definiciones de diseño, 2010, <https://goo.gl/8CHAjq>

Helpdesk de la OIT, programa de empresar
Multinacionales, 2010

Howarth George y Hadfield Mark, A sustainable product
design model, Materials and Design Elsevier, 2006

Notigras, El caucho reciclado, más ecológico que nunca,
2007, recuperado el 20 de octubre del 2017 de
<https://goo.gl/278z8j>

Prensa Libre, Guatemala fabrica 40 millones de calzado
pero importa el triple, 7 de agosto del 2017,
<https://goo.gl/fxrSzu>

Paont, catálogo de boyas, recuperado el 22 de octubre del
2017 de <https://goo.gl/RNfivu>

Prensa Libre, Sector de calzado nacional batalla por su
sobrevivencia, 2 de agosto de 2017, <https://goo.gl/ZiS87p>

Tchobanoglous, George, Hilary Theisen, & Samuel A.
Vigil. Integrated solid waste management. McGraw Hill,
1993.

Rieradevall Joan y Vinyets Joan, Eco diseño y
ecoproductos, Barcelona, 2000.

Rubén Darío Narciso Cruz, Caracterización estadística
República de Guatemala 2012, Guatemala, 2013
recuperado el 20 de octubre de <https://goo.gl/dfK4s1>

Secretaria de Ambiente, Guía de llantas, Colombia,
recuperado el 19 de octubre de <https://goo.gl/aSpZZu>

Rodiño S.A., laboratorio y calidad, recuperado el 20 de
octubre de <https://goo.gl/7yJ3eC>

Renzo Álvarez, ¿Qué daños a la salud ocasiona la
quema de llantas?, Perú, 2013, recuperado el 20 de
octubre de <https://goo.gl/cxjZCt>

Unimat Traffic, topes, reductores y señalamientos vials,
recuperado el 19 de febrero del 2018,
<https://goo.gl/E2gfM5>

ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE
1	Ciclo de vida y cambios	Gomez-Pallete 1995
2	Matriz de Ansoff	Propia
3	Llantas vendidas y desecho Super Llantas	Propia
4	Generación de residuos sólidos (Toneladas)2008-2012	Instituto Estadísticas Ambientales
5	Causa de defunciones asociadas a factores ambientales	Instituto Estadísticas Ambientales
6	Arbol de caucho	Undeverse-Fotolia
7	Estructura de la llanta	Secretaría Distrital de Movilidad. Diseños Técnico, Legal y Financiero para Implementación de un Plan de Gestión Integral de Aceites Usados, Llantas, Neumáticos y Baterías en el D.C. Colombia,2011
8	Principales partes de una llanta	http://www.grupolodi.com/info_datos.html
9	Productos de seguridad vial	http://maquinariaeficiente.com/tumulos/
10	Diagrama de la oportunidad de diseño encontrada a partir de la necesidad	Elaboración propia
11	Actores involucrados cruciales	Elaboración propia
12	Actores involucrados	Elaboración propia
13	Cotización a distribuidor	General Safety S.A.
14	Cotización Trayco	Trayco S.A.
15	Consumidores y Usuarios	Elaboración propia
16	aglomerado	https://bit.ly/2ivL62Q
17	tumulo	https://bit.ly/2iaWMEF
18	canchas de futbol	http://www.futeca.com/futeca.html
19	caucho proceso combustible	https://bit.ly/2Kd84cg
20	combustible alternativo	https://bit.ly/2KUa8ao
21	asfalto modificado con polvo de llanta	https://bit.ly/2I5oLcV
22	sillon con llanta	https://bit.ly/2G7GE50
23	juego elaborado de llantas	https://bit.ly/2Kd84cg
24	boya metalica	https://bit.ly/2KUa8ao
25	boya metalica dañada	https://bit.ly/2I5oLcV
26	boya plastica	https://bit.ly/2G7GE50
27	cuña	https://bit.ly/2ivL62Q
28	túmulo	https://bit.ly/2iaWMEF
29	Análisis precio accesible	Elaboración propia
30	Canva estratégico	Elaboración propia
31	Desarrollo del proyecto	Diagrama propio
32	Diseño Ecológico	https://goo.gl/dJsVaG
33	Diseño Sustentable	https://goo.gl/L7rgMz
34	Hules y resinas	Fotografía propia
35	Compuestos en polvo	Fotografía propia
36	Acelerantes	Fotografía propia
37	Gráfica de compuestos prueba 1	Elaboración propia
38	Especificaciones técnicas requeridas y costo de fórmula original	Elaboración propia
39	Gráfica de compuestos prueba 2	Elaboración propia
40	Especificaciones técnicas requeridas y costo de prueba 2	Elaboración propia
41	Gráfica de compuestos prueba 3	Elaboración propia
42	Especificaciones técnicas requeridas y costo de prueba 3	Elaboración propia
43	Gráfica de compuestos prueba 4	Elaboración propia
44	Especificaciones técnicas requeridas y costo de fórmula 04	Elaboración propia
45	Instrumentos de laboratorio para control de calidad	Imagen Propia

46	Tabla de resultados comparativos de abrasión	Elaboración propia
47	Gráfica de resultados comparativos de abrasión	Elaboración propia
48	Densidad – instrumentos de laboratorio para control de calidad	Imagen Propia
49	Tabla de resultados comparativos de densidad	Elaboración propia
50	Gráfica de resultados comparativos de densidad	Elaboración propia
51	Tabla de resultados comparativos durómetro	Elaboración propia
52	Gráfica de resultados comparativos de durómetro	Elaboración propia
53	Instrumentos de laboratorio para control de calidad	Imagen Propia
54	Tabla de resultados comparativos de tensión	Elaboración propia
55	Gráfica de resultados comparativos de tensión	Elaboración propia
56	Instrumentos de laboratorio para control de calidad	Imagen Propia
57	Tabla de resultados comparativos de desgarre	Elaboración propia
58	Gráfica de resultados comparativos de desgarre	Elaboración propia
59	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
60	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
61	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
62	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
63	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
64	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
65	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
66	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
67	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
68	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
69	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
70	Proceso producción material Polímeros y Hule, Guatemala 2017	Imagen Propia
71	Laboratorio de Polímeros y Hule, Guatemala, 2017	Imagen Propia
72	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
73	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
74	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
75	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
76	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
77	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
78	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
79	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia

80	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
81	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
82	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
83	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
84	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
85	Demostración prueba de laboratorio Polímeros y Hule 2017	Imagen Propia
86	Molde de acero	https://bit.ly/2wCdXxw
87	Primera generación de conceptos- bocetaje.	Elaboración propia
87	Bocetaje digital	Elaboración propia
88	Bocetaje digital	Elaboración propia
89	Bocetaje digital	Elaboración propia
90	Bocetaje digital	Elaboración propia
91	Bocetaje digital	Elaboración propia
92	Bocetaje digital	Elaboración propia
93	Bocetaje digital	Elaboración propia
94	Bocetaje digital	Elaboración propia
95	Bocetaje digital	Elaboración propia
96	maquetaje	Imagen Propia
97	maquetaje	Imagen Propia
98	maquetaje	Imagen Propia
99	maquetaje	Imagen Propia
100	maquetaje	Imagen Propia
101	Evolución bocetaje digital	Elaboración propia
102	Evolución bocetaje digital	Elaboración propia
103	Evolución bocetaje digital	Elaboración propia
104	Clavos para boyas fuente	http://paont.com.mx
105	Posible instalación	Elaboración propia
106	Colocación de boyas	https://www.google.com.gt/instalacionboya
107	Colocación de boyas	https://www.google.com.gt/instalacionboya
108	Colocación de boyas	https://www.google.com.gt/instalacionboya
109	Colocación de boyas	https://www.google.com.gt/instalacionboya
110	Prueba QEC	https://bit.ly/2wsEQUA
111	Puntuación Prueba QEC	https://bit.ly/2wsEQUA
112	Puntuación Prueba QEC	https://bit.ly/2wsEQUA
113	Dolencia: cuello y espalda	Imagen Propia
114	Vibración de barreno	Imagen Propia
115	Dolencia: muñeca doblada	Imagen Propia
116	Propuesta herramienta	Imagen Propia
117	Propuesta herramienta	Imagen Propia
118	Evolución propuesta herramienta	Imagen Propia
119	Mezcla material amarillo	Imagen Propia
120	Insertan mezclas en el molde – se inserta en prensa	Imagen Propia

121	Insertan mezclas en el molde – se inserta en prensa	Imagen Propia
122	Retiro de mezclas del molde – se inserta en prensa	Imagen Propia
123	Retiro de mezclas del molde – se inserta en prensa	Imagen Propia
124	Mezcla vulcanizada	Imagen Propia
125	Validación pickup encima de pieza de hule	Imagen Propia
126	Validación pickup encima de pieza de hule	Imagen Propia
127	Validación pickup encima de pieza de hule	Imagen Propia
128	Resultado validación pickup encima de pieza de hule	Imagen Propia
129	Resultado validación pickup encima de pieza de hule	Imagen Propia
130	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
131	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
132	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
133	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
134	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
135	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
136	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
137	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
138	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
139	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
140	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
141	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
142	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
143	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
144	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
145	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
146	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
147	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
148	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
149	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
150	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
151	Aplicación de material al producto (vulcanización)	Imagen Propia
152	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
153	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
154	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
155	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
156	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
157	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
158	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
159	Proceso de instalación sin herramienta	Imagen Propia
160	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
161	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
162	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
163	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
164	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
165	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia

166	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
167	Proceso de instalación con herramienta	Imagen Propia
168	Pruebas QEC- instalación con herramienta	https://bit.ly/2wsEQUA
169	Resultados pruebas QEC- instalación con herramienta	https://bit.ly/2wsEQUA
170	Resultados pruebas QEC- sín y con herramienta	https://bit.ly/2wsEQUA
171	Precios de productos de seguridad vial	https://bit.ly/2rztAkq
172	Tabla de requerimientos y parámetros	Elaboración propia
173	Gráfica de compuestos prueba 4	Elaboración propia
174	Tabla de requerimientos y parámetros	Elaboración propia
175	prueba de abrasión	Imagen Propia
176	prueba de abrasión	Imagen Propia
177	prueba de abrasión	Imagen Propia
178	Resultado de prueba de abrasión, perdida	Elaboración propia
179	Gráfica de resultados comparativos de abrasión	Elaboración propia
180	Tabla de requerimientos y parámetros	Elaboración propia
181	Tabla de costos prueba 1 vrs. prueba 4	Elaboración propia
182	Tabla de requerimientos y parámetros	Elaboración propia
183	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
184	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
185	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
186	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
187	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
188	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
189	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
190	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
191	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
192	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
193	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
194	Pruebas resistencia de material	Imagen Propia
195	Pruebas camión resistencia de material	Imagen Propia
196	Pruebas camión resistencia de material	Imagen Propia
197	Pruebas camión resistencia de material	Imagen Propia
198	Pruebas camión resistencia de material	Imagen Propia
199	Pruebas camión resistencia de material	Imagen Propia
200	Pruebas camión resistencia de material	Imagen Propia
201	Tabla de requerimientos y parámetros	Elaboración propia
202	Proceso de instalación	Imagen Propia
203	Proceso de instalación	Imagen Propia
204	Proceso de instalación	Imagen Propia
205	Proceso de instalación	Imagen Propia
206	Proceso de instalación	Imagen Propia
207	Proceso de instalación	Imagen Propia
208	Proceso de instalación	Imagen Propia
209	Proceso de instalación	Imagen Propia
210	Tabla comparativa herramienta	Elaboración propia
211	Posturas con herramienta	Imagen Propia
212	Posturas con herramienta	Imagen Propia
213	Posturas con herramienta	Imagen Propia
214	Posturas con herramienta	Imagen Propia
215	Posturas con herramienta	Imagen Propia

216	Posturas con herramienta	Imagen Propia
217	Pruebas QEC- instalación con herramienta	https://bit.ly/2wsEQUA
218	Resultados pruebas QEC- instalación con herramienta	https://bit.ly/2wsEQUA
219	Resultados pruebas QEC- instalación con herramienta	https://bit.ly/2wsEQUA
220	Tabla de requerimientos y parámetros	Elaboración propia
221	Tomada a las 11:00 am.	Imagen Propia
222	Tomada a las 8:30 pm.	Imagen Propia
223	Tomada a las 8:30 pm. Luces encendidas	Imagen Propia
224	Tomada desde carro 8:30 pm.	Imagen Propia
225	vulcano – formula compuesta polvo de llanta	Elaboración propia
226	boya	Imagen Propia
227	boya	Imagen Propia
228	boya	Imagen Propia
229	boya en uso	Imagen Propia
230	boya en uso	Imagen Propia
231	herramienta	Imagen Propia
232	herramienta	Imagen Propia
233	herramienta	Imagen Propia
234	herramienta	Imagen Propia
235	herramienta	Imagen Propia
236	herramienta	Imagen Propia
237	herramienta	Imagen Propia
238	capas boya	Elaboración propia
239	Manual de uso paso 1-6	Elaboración propia
240	Manual de uso paso 1-7	Elaboración propia
241	Manual de uso paso 1-8	Elaboración propia
242	Manual de uso paso 1-9	Elaboración propia
243	Manual de uso paso 1-10	Elaboración propia
244	Manual de uso paso 1-11	Elaboración propia
245	Manual de uso paso 1-12	Elaboración propia
246	Costos Materia prima	Elaboración propia
247	Costo fijo vulcanización por boya	Elaboración propia
248	Costo fijo vulcanización por boya	Elaboración propia
249	Precios maquinaria eficiente	https://bit.ly/2wCdXxw
250	Análisis de costos de productos existentes en el mercado en Guatemala	Elaboración propia
251	Precio de venta para distribuidor	Elaboración propia
252	proyeccion de venta anual	Elaboración propia

14. Anexos

Anexo 1: carta



Señores
 Universidad Rafael Landívar
 Facultad de Arquitectura y Diseño
 Ciudad

Estimados Señores:

En nombre de Polímeros y Hules de Guatemala, es un placer ponerme en contacto con ustedes. Nuestra empresa se dedica a la producción en serie de diferentes productos de hule, entre estos están: suelas sólidas, suelas micro, botas, banda, piezas de tráfico y láminas.

La señorita Ana Isabel Cruz Casellas, alumna de Diseño Industrial de la URL, nos propuso el desarrollo de un proyecto sustentable, el cual consiste en reutilizar el desecho de llantas. Este proyecto nos ha parecido muy interesante ya que contamos con una gran cantidad de polvo de llanta en nuestras instalaciones, ocupando espacio que podría ser utilizado para otros fines y además necesitamos sacar provecho de este material.

Por medio del diseño industrial nos interesa el desarrollo de un nuevo material que integre polvo de llanta con otros compuestos, logrando hacer un material resistente, más económico y que reutilice un material que es altamente contaminante, convirtiéndolo en productos comerciales de bajo costo y ecológicos.

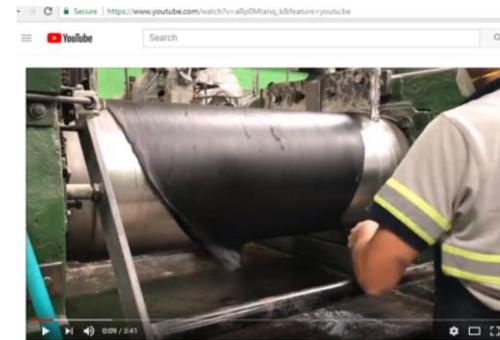
Después de desarrollar el material, se ha solicitado aplicarlo en la producción de boyas de tránsito con el fin de ampliar nuestro catálogo de piezas de tráfico. Debido a la demanda del mercado, queremos desarrollar un producto que mantenga la forma original, haciendo las modificaciones necesarias para adaptarla al material sin salirnos de lo que actualmente el mercado solicita. La innovación y el valor agregado en el proyecto y producto se ven reflejado en el material y la forma en la que este se fabricará y producirá, haciendo de este un producto sustentable y de un precio competitivo con el mercado de boyas actual, sin dañar el automóvil y con una forma de instalación adecuada.


 Ing Jorge A. Pérez Garza
 Teléfono: 50441119192
 Gerente General

POLÍMEROS Y HULE
 CALIDAD Y TECNOLOGÍA

Anexo 2: video proceso completo

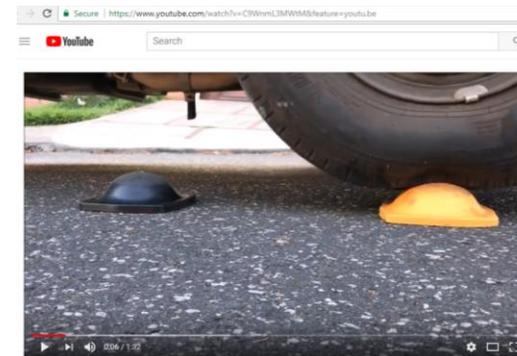
https://youtu.be/aRp0Mtang_k



Tesis proceso completo

Anexo 3: video validación

<https://youtu.be/C9WnmL3MWtM>

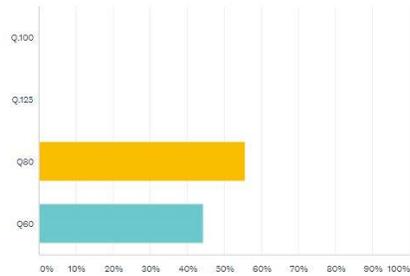


validación

Anexo 4: encuestas

Precio que pagaría para una boya plástica?

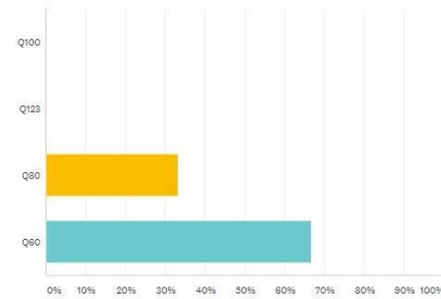
Answered: 9 Skipped: 0



ANSWER CHOICES	RESPONSES
Q100	0.00%
Q125	0.00%
Q80	55.56%
Q60	44.44%
TOTAL	

Qué precio pagaría por una boya metálica

Answered: 9 Skipped: 0



ANSWER CHOICES	RESPONSES
Q100	0.00%
Q123	0.00%
Q80	33.33%
Q60	66.67%
TOTAL	

Considera importante que un producto de seguridad vial no lastime su vehículo?

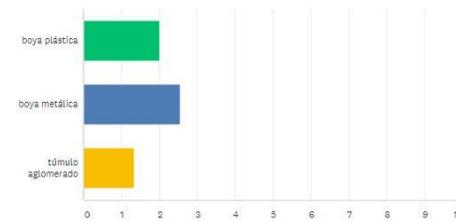
Answered: 9 Skipped: 0



	1	2	3	4	5	TOTAL	WEIGHTED AVERAGE
☆	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	100.00% 9	9	5.00

Que producto considera que tiene una mayor resistencia.

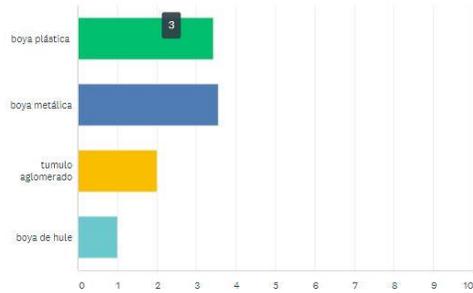
Answered: 9 Skipped: 0



	1	2	3	TOTAL	SCORE
boya plástica	25.00% 2	50.00% 4	25.00% 2	8	2.00
boya metálica	55.56% 5	44.44% 4	0.00% 0	9	2.66
túmulo aglomerado	11.11% 1	11.11% 1	77.78% 7	9	1.33

Que producto considera que contamina más?

Answered: 9 Skipped: 0



	1	2	3	4	TOTAL	SCORE
boya plástica	44.44% 4	55.56% 5	0.00% 0	0.00% 0	9	3.44
boya metálica	55.56% 5	44.44% 4	0.00% 0	0.00% 0	9	3.56
tumulo aglomerado	0.00% 0	0.00% 0	100.00% 9	0.00% 0	9	2.00
boya de hule	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	100.00% 9	9	1.00

Que tan importante es para usted un producto amigable con el medio ambiente?

Answered: 9 Skipped: 0



	1	2	3	4	5	TOTAL	WEIGHTED AVERAGE
☆	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	11.11% 1	88.89% 8	9	4.89

Considera importante que un producto de seguridad vial se mire de noche?

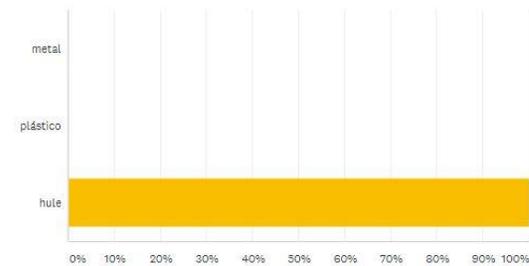
Answered: 9 Skipped: 0



	1	2	3	4	5	TOTAL	WEIGHTED AVERAGE
☆	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	11.11% 1	88.89% 8	9	4.89

Que material tiene menor impacto en su vehículo?

Answered: 9 Skipped: 0



ANSWER CHOICES	RESPONSES
metal	0.00%
plástico	0.00%
hule	100.00%
TOTAL	