



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA:

“ESTUDIO DE OPERACIONES DE CORTE EN MÁRMOL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DURAMAS CÍA. LTDA., EN EL CANTÓN AMBATO.”

AUTOR: Luis Roberto Guerrero Rovalino

TUTOR: Ing. Alex Mayorga

AMBATO – ECUADOR

2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de investigación, previo a la obtención del título de ingeniera mecánica, con el tema: “ESTUDIO DE OPERACIONES DE CORTE EN MÁRMOL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DURAMAS CÍA. LTDA., EN EL CANTÓN AMBATO.”, elaborado por el Señor Luis Roberto Guerrero Rovalino, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está incluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Enero 2012

.....
Ing. Alex Mayorga

AUTORÍA DE LA TESIS.

Declaro que el presente trabajo de investigación bajo el tema: “ESTUDIO DE OPERACIONES DE CORTE EN MÁRMOL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DURAMAS CÍA. LTDA., EN EL CANTÓN AMBATO”, en su totalidad incluyendo ideas, opiniones y conceptos son de mi completa autoría.

.....

Sr. Luis Guerrero

CI: 1804028833

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos e investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Autor

Luis Roberto Guerrero Rovalino

DEDICATORIA

A mis padres Rodrigo y Rosario por ser el impulso para llegar a cumplir todas mis metas.

A mi hermosa familia mi hija Abigail y esposa Adriana.

A mis hermanos Noemí, Elizabeth, Juan Carlos por su apoyo y darme aliento para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia mis padres Rodrigo y Rosario, mis hermanos Noemí, Elizabeth y Juan Carlos, que han estado siempre a mi lado, en cada momento de toda mi vida estudiantil brindándome su ayuda y sabiduría.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería civil y Mecánica, a cada uno de mis profesores en la carrera Ingeniería Mecánica, a mi Tutor de Tesis por su valiosa ayuda para lograr terminar este proceso Ing. Alex Mayorga.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES.

Portada	i
Aprobación por el tutor.	ii
Autoría de la tesis.	iii
Derechos de autor	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice general.	vii
Índice de figuras	x
Anexos	xiii
Resumen ejecutivo	xiv

B. TEXTO: INTRODUCCIÓN.

Capítulo I

1. El problema	1
1.1 Tema	1
1.2. Planteamiento del problema.	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico.	2
1.2.3 Prognosis.	3
1.2.4 Formulación del problema.	4
1.2.5 Preguntas Directrices.	4
1.2.6 Delimitación del problema.	5
1.3 Justificación.	5
1.4 Objetivos.	6

Capítulo II

2. Marco teórico.	7
2.1 Antecedentes Investigativos.	7

2.2 Fundamentación filosófica.	9
2.3 Fundamentación teórica.	9
2.3.1 Mármol.	9
2.3.2 Clasificación según el color del mármol.	9
2.3.3 Características generales del mármol.	12
2.3.4 Características constructivas	12
2.3.5 Proceso de extracción del mármol.	12
2.3.6 Proceso de producción de acabados en mármol.	13
2.3.7 Maquinaria de corte	15
2.3.8 Discos de corte	17
2.3.9 Dureza.	17
2.3.10 Motores eléctricos.	18
2.3.11 Motores de corriente continua.	19
2.3.12 Diagrama de actividades relacionadas	20
2.3.13 Distribución de planta.	20
2.5 Categorías fundamentales	21
2.5 Hipótesis.	22
2.6 Señalamiento de variables	22

Capítulo III

3. Metodología	22
3.1 Modalidad básica de la investigación.	22
3.2 Nivel o Tipo de investigación.	22
3.3 Población y muestra.	23
3.4 Operacionalización de variables	25
3.5 Plan de recolección de la información	26
3.5 Plan de procesamiento de la información	30

Capítulo IV

4. Análisis de resultados.	31
4.1 Análisis de los resultados encuesta	31
4.2 Análisis de los resultados pruebas de corte	42

4.3 Interpretación de datos recopilados de la encuesta	44
4.4 Verificación de la hipótesis.	56
Capítulo V	
5. Conclusiones y recomendaciones.	57
5.1 Conclusiones.	57
5.2 Recomendaciones.	58
Capítulo VI	
6. Propuesta.	59
6.1 Datos informativos.	59
6.2 Antecedentes de la propuesta.	59
6.3 Justificación.	60
6.4 Objetivos.	61
6.5 Análisis de la factibilidad.	61
6.6 Fundamentación de diseño.	62
6.6.1 Requisitos básicos	62
6.6.2 Acción de corte	63
6.6.3 Selección de bandas	71
6.6.4 Esquema del eje	76
6.6.5 Selección de rodamientos.	87
6.6.6 Selección de los pernos de anclaje.	90
6.6.7 Diseño de la rosca del sujetador	92
6.6.8 Cálculo de la estructura.	97
6.6.9 Control del caudal de agua de refrigeración.	118
6.7 Metodología y modelo operativo.	120
6.7.1 Construcción del sin fin.	120
6.7.2 Construcción del carro guía motor.	122
6.7.3 Construcción del carro guía puente.	123
6.7.4 Construcción de la estructura.	124
6.7.5 Construcción del puente.	125

6.7.6 Montaje de carro guía del motor.	126
6.7.7 Montaje del sin fin.	127
6.7.8 Construcción de la protección del disco.	127
6.8 Administración.	128
6.8.1 Costos de implementación de la máquina.	129
6.8.2. Financiamiento del proyecto	131
6.8.3. Costos de recuperación.	131
6.8.4 Diagrama de ejecución.	133
6.9 Previsión de la evaluación.	134
6.9.1 Mejoras para la propuesta.	134
6.9.2 Conclusiones de la propuesta.	134
6.9.3 Recomendaciones de la propuesta.	135
6.9.4 Manual de seguridad y mantenimiento de la máquina cortadora de puente.	135

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Plancha de mármol.	2
Figura 2 Esquema de ubicación espacial.	4
Figura 3 Ejemplo de mármol blanco.	9
Figura 4 Ejemplo de Mármol negro.	9
Figura 5 Ejemplo de Mármol rojo.	9
Figura 6 Ejemplo de mármol verde.	10
Figura 7 Ejemplo de mármol crema.	10
Figura 8 Ejemplo de mármol policromo.	11
Figura 9 Ejemplo de extracción del mármol.	12
Figura 10 Ejemplo de bloque de mármol	13
Figura 11 Ejemplo de cortadora manual	15

Figura 12 Ejemplo de cortadora de banco	16
Figura 13 Sierra de puente para el corte transversal y longitudinal.	16
Figura 14 Discos de corte.	17
Figura 15 Área de corte del disco	63
Figura 16 Ángulo θ	63
Figura 17 Ángulo β	64
Figura 18 Forma de la viruta de corte en el fresado.	66
Figura 19 Avances en la operación de fresado.	66
Figura 20 Fuerzas de corte en el fresado.	67
Figura 21 Esquema sistema de bandas.	71
Figura 22 Esquema del eje con todas sus cargas.	76
Figura 23 Fuerzas que actúan en el momento de corte del material.	77
Figura 24 Disposición de fuerzas plano XY.	79
Figura 25 Diagrama de fuerza cortante plano XY.	80
Figura 26 Diagrama de momentos flectores plano XY.	80
Figura 27 Disposición de fuerzas en el plano XZ.	81
Figura 28 Diagrama de fuerza cortante plano XZ.	82
Figura 29 Diagrama de momentos flectores plano XZ.	82
Figura 30 Diagrama de círculo de mohr	84
Figura 31 Diagrama Montaje De Los Pernos	91
Figura 32 Tornillo sin fin.	93
Figura 33 Tornillo sin fin.	95
Figura 34 Viga del puente	98
Figura 35 Diagrama de momentos flector máximo	99
Figura 36 Esquema final de momentos	110
Figura 37. Esquema pórtico más cargado de las estructura.	111

Figura 38 Diagrama final de momentos	113
Figura 39 Esquema momentos en la columna	114
Figura 40 Esquema momentos en la viga	115
Figura 41 Diagrama del momento flector del pórtico.	115
Figura 42 Diagrama de esfuerzo cortante del pórtico.	116
Figura 43 Diagrama de columna del pórtico.	116
Figura 44 Sistemas de refrigeración	119
Figura 45 Torneado del sin fin.	120
Figura 46 Torneado de la tuerca del sin fin.	120
Figura 47 Perforaciones en placa metálica	121
Figura 48. Colocación de la tuerca en placa metálica	121
Figura 49 Colocación de las guías en placa	121
Figura 50 Rayado placa metálica.	122
Figura 51 Corte oxiacetilénico.	122
Figura 52 Colocación rodamientos guías.	122
Figura 53 Perforaciones para sujetar los rodamientos.	123
Figura 54 Carro guía del puente.	123
Figura 55 Construcción del pórtico.	124
Figura 56 Pulido exceso de soldadura.	124
Figura 57 Colocación del pórtico.	124
Figura 58 Colocación de la viga U 80x2.	125
Figura 59 Colocación de la viga UPN100.	125
Figura 60 Colocación del ángulo (1/2 x 3/16).	126
Figura 61 Ensamblaje del carro guía del motor.	126
Figura 62 Montaje del sin fin.	127
Figura 63 Protección disco diamantado.	127

C. MATERIALES DE REFERENCIA.

1. Bibliografía

2. ANEXO A

Anexo 1 Número de secciones disco diamantado.

Anexo 2 Resistencia específica del mármol

Anexo 3 Velocidad de avance.

Anexo 4 Cuadro de revoluciones.

Anexo 5 Eficiencia de motores.

Anexo 6 Tipo de bandas.

Anexo 7 Diámetro mínimo de poleas.

Anexo 8 Aumento de longitud de la banda.

Anexo 9 Tamaño de bandas.

Anexo 10 Potencia permitida por banda.

Anexo 11 Factor de corrección k_1 .

Anexo 12 Factor de corrección k_2 .

Anexo 13 Factor de corrección k_c .

Anexo 14 Acero E290 Catalogo aceros Bohler.

Anexo 15 Selección de rodamientos. (c/p)

Anexo 16 Selección de rodamientos catálogo SKF.

Anexo 17. Selección de tubo cuadrado.

Anexo 18. Selección de viga UPN.

3. ANEXO B

Pruebas de corte cortadora de puente

Planos de construcción.

Resumen ejecutivo.

El realizar el estudio del proceso de corte de mármol para la empresa Duramas Cia. Ltda. Refleja la importancia de tener un conocimiento amplio de todas las posibilidades o herramientas que están disponibles en el medio comercial, medios que facilitan y optimizan los procesos de corte.

El proceso de corte se lo realiza de una manera muy rudimentaria utilizando herramientas obsoletas para este tiempo herramientas manuales que por sus limitaciones tanto físicas como humanas no permiten una realización eficiente de los cortes en mármol ocasionando pérdidas de material y tiempo, al tener que rectificar los cortes ya sea por la imprecisión en las dimensiones, o por defectos del mismo proceso.

Se ha realizado el estudio de eficiencia de planta tomando en consideración los tiempos de producción, determinando que las operaciones de corte en mármol son el cuello de botella del proceso productivo

Se ha implementado una máquina cortadora de puente para mármol, porque se vio la necesidad de reducir el trabajo manual, al notar que este es incapaz de satisfacer las operaciones de corte en el tiempo determinado.

Las operaciones de corte comprenden un 20% del proceso de elaboración de acabados en mármol la máquina trabaja de un modo semiautomático, con lo cual se consiguió, reducir los tiempos de corte en un 80% Además se logró incrementar la eficiencia del procesó. De esta manera se logró aumentar la producción de acabados de mármol.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 TEMA.

ESTUDIO DE OPERACIONES DE CORTE EN MÁRMOL Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DURAMAS CÍA. LTDA., EN EL CANTÓN AMBATO.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACION

El avance tecnológico y la competitividad dentro de un mundo globalizado hace vital el desarrollo de maquinarias capaces de operar a altos niveles de producción si dejar de lado la calidad de los productos terminados y la seguridad del operario, para de esta forma llegar a ser una empresa de alto nivel y sobre todo líder en su medio.

Siendo el mármol un material muy resistente, de alta durabilidad y sobre todo vistoso, se ha convertido en una de las mejores alternativas que puede ser usado o transformado en un elemento decorativo y a su vez atractivo para los usuarios que deseen dar un toque diferente a los acabados de sus hogares, edificios, en fin, todo lo referente al sector inmobiliario. La producción de este tipo de elementos dentro de las empresas que trabajan con mármol crea la necesidad de disponer de una maquinaria eficiente la que permita optimizar el uso de la materia prima así como la mano de obra.

El mármol es un material natural que se obtiene mediante la explotación de canteras siendo mayores proveedores de este material los países de Brasil y México en estos países el desarrollo de maquinaria para trabajar el mármol es de última tecnología está totalmente automatizada.



Figura 1: Plancha de mármol

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, bodega.

En el caso de nuestra empresa el trabajo de corte de mármol se lo realiza de una manera rudimentaria valiéndonos de herramientas obsoletas, la plancha de mármol simplemente se la desliza a la altura del piso hasta una plataforma de cemento sin ningún aditamento ni accesorio complementario, una vez que la plancha se encuentra ubicada en el piso se procede a señalar por el lugar que se va a cortar utilizando reglas sobre la plancha la cual está sujeta con prensas. Para realizar el proceso de corte se utilizan cortadoras manuales de la cuales la precisión del corte depende únicamente de la destreza del operario. Entonces se hace necesario el desarrollo de maquinaria destinada a realizar este tipo de operaciones de corte con cierta precisión.

Investigaciones:

EESPOCH.

Tema: DISEÑO DE UNA PLANTA PROSESADORA DE MARMOL

Autor: Morocho Tobar Hernán Antonio.

Año: 2004

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

En nuestro país la falta de inversión en la investigación de nuevas tecnologías o maquinaria nos hace dependientes de otros países donde la investigación se ha desarrollado en el campo de cortes en mármol, llevándonos a utilizar maquinaria deficiente para realizar cortes sobre este material, la maquinaria utilizada actualmente es aun manual de la cual depende en gran medida la destreza del operario por lo que se hace obsoleta para un proceso de producción en gran medida, la maquinaria destinada para realizar cortes precisos y con mayor rapidez no se encuentra dentro de nuestro país y el proceso de importación elevaría los precios de la maquinaria esto ocasionaría que la inversión no sea rentable debido a que estos valores se recuperarían en un periodo muy largo.

La dureza del mármol es otra limitación en el tiempo de producción para realizar cortes en mármol necesitamos discos diamantados los mismos son duros pero muy frágiles y cualquier movimiento indebido ocasionaría su rotura, además, tienen un precio relativamente alto y la reposición de los mismos elevaría el costo de producción y ocasionaría retrasos en la producción con lo cual no estaría en capacidad de ofertar al mercado productos de calidad, esto puede afectar a la empresa ya que no estaría en capacidad de competir con otras debido a la elevación de precios y a su vez abastecer las necesidades del cliente en lo referente a tiempo de entrega y calidad ya que este tipo de acabados son muy costosos y los clientes solicitaran un buen producto en base a su inversión .

1.2.3 PROGNOSIS

La empresa DURAMAS Cía. Ltda., al no poseer máquinas que realicen los diversos tipos de cortes de una manera rápida y eficiente puede verse al margen con ciertas desventajas con respecto a las industrias de la competencia, ocasionando que la calidad del producto disminuya provocando que las ventas desciendan dentro de la provincia.

De esta manera el realizar los cortes sobre la materia prima es decir las planchas de mármol se convierten en un procedimiento que exige una maquinaria que ofrezca precisión, aunque la adquisición de este tipo de equipos ocasionaría que el producto tenga que ser comercializado a precios un poco más elevados que la competencia dejando un espacio libre al resto de industrias para introducir este tipo de acabados en el mercado a un precio más bajo, provocando que la empresa no justifique la inversión en una máquina de este tipo.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La realización de un estudio de operaciones de corte será lo más adecuado para aumentar la eficiencia en la producción en la empresa DURAMAS Cía. Ltda., en el cantón Ambato?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.

¿La maquinaria que actualmente utiliza la empresa es la más adecuada?

¿Se podrá minimizar el tiempo de corte en mármol?

¿Se puede asegurar la precisión en el corte de mármol?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO A INVESTIGAR

1.2.6.1 DE CONTENIDO

Durante el estudio y posterior consecución del proyecto será necesario utilizar las siguientes asignaturas: Taller básico, Cad, Diseño de elementos, Resistencia de materiales, Soldadura, Mecanismos, Estructuras metálicas.

1.2.6.2 ESPACIAL

Este proyecto se lo realizará en las instalaciones de la empresa Duramas Cía. Ltda., ubicada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

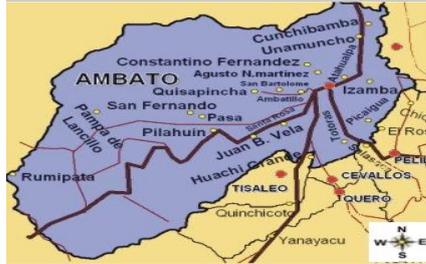


Figura 2: Esquema de ubicación espacial

Fuente:http://www.viajandox.com/tungurahua/tungurahua_ambato.htm

1.2.6.3 TEMPORAL

Para la culminación de este estudio se considera que se utilizará el tiempo comprendido durante el segundo semestre del año 2010.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo manufacturero en el medio empresarial y por lo tanto en la industria de la marmolería, propone que las empresas se vean en la obligación de abandonar técnicas manuales reemplazándolas por máquinas que realicen las mismas funciones en tiempos más cortos, con más precisión y sobre todo con la misma o una calidad superior en el producto final.

En una empresa que tiene como función el realizar trabajos sobre materia prima que posee características de gran importancia que deben ser tomadas en cuenta al momento de realizar operaciones de manufactura como por ejemplo la dureza y fragilidad del material, es vital el analizar los procesos que se deben ejecutar para obtener el producto final es por ello que al efectuar labores sobre planchas de mármol, es necesario estudiar los procesos de corte, ya que mediante esto se puede lograr la optimización del uso tanto del tiempo como de la materia prima; es entonces cuando se podría observar un impacto beneficioso de tipo económico para la empresa.

En este momento la empresa Duramas Cía. Ltda., cuenta con una sola máquina para realizar los cortes sobre el mármol, situación que retrasa las operaciones de trabajo cuando se tiene que efectuar cortes de forma inclinada ya que es este mismo equipo

el que tiene que ser adecuado para ejecutar un corte a 45° como ejemplo. Al implementar otra máquina que sea la encargada de realizar este tipo de trabajos se estaría reduciendo el tiempo de operación, se disminuirá la intervención del obrero en el acomodamiento tanto del equipo como de la materia prima.

Una máquina cortadora de mármol es un elemento básico en una empresa dedicada al trabajo de acabados para la construcción y siendo Duramas Cía. Ltda., una de las pocas existentes en el centro del país hace imperativo que se mantenga en un constante acondicionamiento de sus instalaciones y equipos para de esta manera mantener su espacio dentro del mercado, es por ello que la empresa está en la necesidad de invertir en la construcción de una de estas máquinas, debido que beneficiaría en reducir el tiempo de producción de acabados en mármol de una gran forma y su inversión se vería recuperada en un tiempo no muy lejano debido a que esta maquinaria sería construida con elementos que fácilmente serían encontrados en el mercado nacional reduciendo al máximo costos de diseño y construcción de este tipo de maquinaria .

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de operaciones de corte para mármol y determinar su incidencia en la producción en la empresa DURAMAS Cía. Ltda., en el cantón Ambato.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar el proceso de producción de acabados para la construcción dentro de la empresa.
- Determinar tiempos que toma el proceso de elaboración de acabados en mármol.
- Analizar los tiempos que se usan para realizar los cortes sobre las planchas de mármol.
- Examinar los costos que implican el desarrollo de este proyecto.

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Etimológicamente el termino del mármol, proviene de “marmarios” es una palabra griega de los antiguos egeos que significa “piedra de color blanco nieve e inmaculada superficie” resplandeciente y brillante. Haciendo valer a esta hermosa piedra no solo por su belleza sino también por su origen.

El mármol se utiliza ampliamente en construcción desde la prehistoria gracias a la tenacidad del material y su resistencia a la erosión. Tradicionalmente era llamado piedra berroqueña y el trabajo con ella era considerado el más penoso de todos. Hay que hacer notar que el pulido fino del granito era extremadamente difícil en la antigüedad, por lo que los edificios que poseen mármol en su edificación no-modernos suelen tener una factura aparentemente tosca, incluso cuando los sillares están bien tallados.

El trabajo sobre los bloques de mármol en la edad antigua era realizado a mano, pulido hasta lograr obtener las formas que se deseaban, pero en muchos casos los acabados que se daban a las esculturas y otras obras realizadas con mármol son excepcionales que para los arqueólogos es algo asombroso por lo que se desconoce los métodos utilizados para conseguir dichos terminados. **(Fuente <http://marmoles.50megs.com>)**

El mármol de Paros utilizado también por los escultores y arquitectos de la Grecia antigua, era extraído de las cantaras del monte Parpessa, en la isla griega de Paros.

El mármol, tratado como un material técnico, alcanza por vez primera su difusión en la arquitectura griega del siglo VI. A su vez las funciones decorativas del mármol se denotan también en la arquitectura bizantina y en la Siria cristiana.

En el siglo VII se difundió en Italia a través de Bizancio y alcanzo su gran difusión en el renacimiento, en el periodo barroco se utilizo principalmente como un revestimiento. Desde el arte egipcio hasta la escultura del periodo romántico, la obra se realizaba directamente sobre el material, pero, a partir del periodo gótico se esculpía previamente un modelo en yeso, en el que se tomaba puntos de referencia que se trasladaban al bloque de mármol antes de comenzar la obra. **(Fuente <http://marmoles.50megs.com>)**

En China, donde era utilizada desde tiempo inmemorial para fabricar la característica cerámica blanca de gran valor comercial durante milenios. El mármol se utiliza ampliamente en construcción desde la prehistoria gracias a la tenacidad del material y su resistencia a la erosión, comparado con otros tipos de roca (especialmente la caliza que es frágil y soluble). Tradicionalmente era llamado piedra berroqueña y el trabajo con él era considerado el más penoso de todos. Actualmente ya no se utiliza como elemento estructural pero sí con fines decorativos que aprovechan sus dibujos característicos. Para ello suele usarse cortado en placas de algunos centímetros de espesor, las cuales se pulen y se utilizan como revestimiento. Hay que hacer notar que el pulido fino del mármol era extremadamente difícil, por lo que los edificios de mármol no-modernos suelen ser algo toscos de factura incluso cuando los sillares están bien tallados como en San Lorenzo del Escorial

A finales de este último siglo el mármol ha resurgido adoptando nuevas tecnologías y proponiendo nuevos formatos que en términos técnicos y económicos son sorprendentes. Hoy en día tenemos a disposición una tecnología de transformación tan sofisticada y perfecta que logra hacer de un material tan rígido como la piedra un producto flexible y adaptable a todas las interpretaciones. **(Fuente <http://www.pometon.net/FRANCES/marmol.htm>)**

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación está fundamentada dentro de la cultura general del desarrollo de la civilización desde tiempos antiguos, de técnicas utilizadas para fabricación de piezas decorativas en base al mármol que nos permite conocer el problema de la industria dedicada a la elaboración de productos obtenidos en base a este material de técnicas de corte introducidas en nuestro medio desde la conquista española que fueron quienes nos enseñaron la nobleza de este material y su uso decorativo, pero el procedimiento adecuado para realizar las operaciones de corte se ve con limitaciones debido a la falta de maquinaria en nuestro país esto dificulta la productividad de nuestras empresas, por este motivo debemos realizar investigación de maquinaria apta para realizar operaciones de corte en mármol, para esto es vital el contar con maquinaria que posea características que permitan realizar trabajos precisos y sobre todo que consientan el uso máximo de la materia prima, y de la mano de obra. De igual forma es importante para una empresa que los equipos que utiliza funcionen de una forma que brinde un espacio o medio seguro tanto para los obreros como para el medio ambiente.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

Pruebas basadas en las normas.

ISO 10545-4

ASTMC648

ANSI A 137-1

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1 MARMOL

El mármol es una roca metamórfica resultado de la recristalización de la piedra caliza., sin embargo, todas las rocas calcáreas producidas por la naturaleza y capaces de tomar un pulimento se llaman mármoles, al igual que algunas rocas dolomíticas.

CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN

El mármol es una roca metamórfica finamente cristalizada, constituida por granos de Calcita y que se origina por metamorfismo poco intenso de las rocas calcáreas y dolomíticas.

Al ser una roca carbonática su composición se basa especialmente en el Carbonato Cálcico, pudiendo llegar hasta el 99% de la composición del mismo. Además de éste, podemos encontrar diversos minerales dentro de la composición del mármol, como pueden ser el MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, P₂O₅, MnO y S, F, Cu, Pb y Zn, siendo los cuatro primeros los que se encuentran en mayores proporciones.

Las características generales del mármol son las siguientes:

- Densidad aparente: 2'6 a 2'85 g/cm³
- Densidad real: 2'7 a 2'9 g/cm³
- Dureza 3 en la escala de Mohs
- Resistencia a compresión: 400 a 1800 Kg/cm²
- Resistencia a la flexión: 80 – 250 Kg/cm²
- Resistencia al desgaste: 0.20 – 0.50 mm
- Resistencia al choque: 20 – 55 cm
- Absorción de Agua: 0.1 - 2.5%
- Porosidad Aparente: 0.5 – 0.7

CLASIFICACIÓN

No existe una clasificación unificada respecto al mármol ya que la variedad existente es muy amplia, pero normalmente se puede emplear una clasificación según estructura:

- Sencillos o monocromos, si tienen un solo color uniforme.
- Polícromos, si tienen varios colores.
- Veteados, si están listados de diferente color que el fondo.
- Brechas: si están formados por fragmentos angulares de diferentes coloraciones

2.3.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL COLOR DEL MÁRMOL

Las clasificaciones indican simplemente qué método y cantidad de reparación y de fabricación es necesario durante la instalación, según lo basado en prácticas del comercio.

Según su color:

MONOCROMOS

MÁRMOL BLANCO

Son los que se consideran auténticos mármoles, formados de caliza recristalizada son ricos en cal.

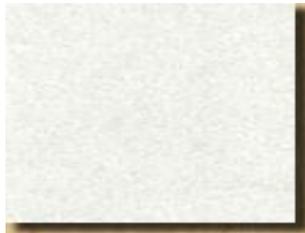


Fig. 3: Ejemplo de mármol blanco

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, catalogo 2009.

MÁRMOLES NEGROS Y GRISES.

Formados de caliza dolomítica, y numerosas calizas bituminosas susceptibles de pulimentación, contienen sustancias carbonosas u orgánicas.



Fig. 4: Ejemplo de Mármol negro.

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, catalogo 2009.

MÁRMOLES ROJOS Y ROSAS.

Contienen oligisto o hematites roja.



Fig. 5: Ejemplo de Mármol rojo

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, catalogo 2009.

MÁRMOLES VERDES

En su totalidad se trata de de brechas serpentinosas cementada con calcita o serpentina. Contienen silicatos magnésicos.



Fig. 6: Ejemplo de mármol verde

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, catalogo 2009.

MÁRMOLES AMARILLOS, CREMAS O PARDOS.

El más característico es el de grano muy pequeño, contienen hierro en forma de limonita.



Fig.7: Ejemplo de mármol crema.

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, catalogo 2009.

MÁRMOLES POLICROMOS.

En este grupo se reúnen los mármoles que presentan colores diversos sin que ninguno de ellos prevalezca. Predominan las brechas calizas los mármoles ruiformes, los mármoles lumaquelas que presentan restos evidentes de conchas fósiles



Fig.8: Ejemplo de mármol policromo

Fuente: DURAMAS .cia.ltda, catalogo 2009.

2.3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MARMOL

Composición: En su constitución predominará el CO_3Ca , acompañado de una gran diversidad de otros minerales (mica, silicatos magnésicos, grafito, óxidos de hierro.

2.3.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

Resistencia al desgaste: debido a su alto contenido en cuarzo (sílice) tiene una alta resistencia frente a otras rocas ornamentales.

Maquinabilidad: acepta fácilmente cualquier forma.

2.3.5 PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL MÁRMOL.

En el caso de la extracción de la roca es fundamental conocer las condiciones geológicas de las canteras: reservas, dimensiones, fracturamientos, calidades, tipos y colores, esto con el objeto de justificar la inversión.

La extracción mediante el uso irracional de los explosivos daña el yacimiento propio y los alrededores y tiene menor eficiencia, mientras que con la utilización de técnicas adecuadas (hilo diamantado, barrenación, etc...) pueden obtenerse mayores rendimientos. Esta etapa del producto es la que determina en gran parte su precio y calidad.

El trabajo de cantera comienza con las labores de desmonte, dejando a la luz gigantescas paredes de mármol. Una cantera puede disponer de varios frentes situados al mismo nivel en diferentes zonas o bien de forma escalonada.



Fig. 9: Ejemplo de extracción del mármol

Fuente <http://marmoles.50megs.com>.

Mediante un sofisticado sistema de hilos diamantados, sopletes de aire comprimido y gasóleo o barrenos alineados, se efectuarán los cortes de cierto desarrollo, siempre de forma perfecta y en ángulo recto.

El escuadrado final de estos bloques, labor necesaria para su elaboración, se efectúa mediante cuñas, perforaciones neumáticas o hidráulicas, así como con pequeñas cantidades de explosivos.

Una vez realizado el bloque, se maneja y transporta mediante palas cargadoras que agilizan su desplazamiento de manera eficaz y segura.



Fig. 10: Ejemplo de bloque de mármol

Fuente <http://marmoles.50megs.com>

2.3.6 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACABADOS EN MÁRMOL.

Una vez que se obtienen las láminas de mármol estas deben ser transformadas en el producto final que en nuestro caso son los acabados para la construcción. Las láminas de mármol son la materia prima de los talleres, el proceso se inicia con el corte, posteriormente se pasa al pulido donde se le dan las formas curvas a los productos.

2.3.6.1: ETAPA DE CORTE.

Comprende la realización de las operaciones necesarias para darle la forma y medidas requeridas a la lámina para el desarrollo del proceso y el producto a realizar que pueden ser lapidas, bases y otros productos de decoración para chimeneas, columnas entre otros.

FORMAS DE CORTE.

TELARES.- principalmente se usan telares multiteje, que ofrecen altos rendimientos y bajos costos operativos. Las dimensiones de las láminas obtenidas dependen de la altura del aserrado así como de la longitud de los bloques cortados.

CORTABLOQUES.- compuestos por discos diamantados

HILOS DIAMANTADOS.-Las planchas obtenidas en el telar han de ser finalmente cortadas, longitudinal y transversalmente, a las medidas exactas requeridas para la colocación en su destino. Esta última operación de serraje ha de ser sumamente precisa, ya que deben salir todas las piezas iguales, a las medidas exigidas, con sus aristas vivas y los cantos completamente perpendiculares entre sí.

En las maquinas corrientes el disco (o discos) giratorio permanece fijo, siendo la plancha de mármol o granito la que, montada sobre una cinta transportadora, pasa por debajo de el durante el aserrado. Esta plancha es cortada en varias liras longitudinales según la dirección de avance y con anchuras que dependen de la separación entre los portadiscos. También se utilizan para el encabezamiento de las liras procedentes del cortabloques.

Con los modelos modernos es posible cortar a medio milímetro, programando incluso la longitud de los cortes, su profundidad (hasta 16 cm de espesor) y el ancho del producto final. El soporte del disco es graduable pudiendo trabajar en distintas posiciones

2.3.6.2: ETAPA DE PULIDO.

Consiste en dar a la materia prima una superficie brillante y perfectamente plana. La maquinaria empleada consiste en pulidoras de disco siendo las más empleadas las siguientes:

- Manuales.
- De canto.
- Trenes de pulido.

A fin de mejorar las características del producto final se realizan un pulido manual empleando para ello lijas de diferente granulometría y agua, así como retales textiles que permiten que las superficies obtengan un brillo.

2.3.7: MAQUINARIA DE CORTE.

Existen tres tipos de maquinaria para el corte de mármol:

- Manual.
- De banco.
- De mesa.

2.3.7.1: CORTADORAS MANUALES.

Cortadoras manuales útiles para trabajos de corte de pequeña magnitud permiten un corte de máximo (2mm) de espesor de media potencia.



Fig. 11: Ejemplo de cortadora manual

Fuente: <http://www.maquinariairemar.com/maquinaria/cortadora>.

2.3.7.2: CORTADORAS DE BANCO

Es la clásica cortadora de obra, corta, mármol, piedra y diversos materiales. Incorpora motor eléctrico de 3000 W y un disco de diamante de 300 mm incluido. Para el corte refrigera el disco con agua que reutiliza a través de una bomba de succión. No produce polvo.



Fig. 12: Ejemplo de cortadora de banco

Fuente: <http://www.maquinariairemar.com/maquinaria/cortadora>.

2.3.7.3: CORTADORAS DE MESA

En las sierras puente o cortadoras de mesa, el portadiscos se desliza a lo largo de una viga cuya longitud varia entre los 3.5 y 5.5 mm, según el modelo. El banco es giratorio, permitiendo el cambio de posición de la plancha. Todos sus movimientos, así como el deslizamiento del portadiscos sobre el puente se efectúan hidráulicamente y hay una sincronización automática de todos los movimientos del banco y el disco. Esta provista de tornillos micrométricos e instrumentos graduados de control que permiten la ejecución de trabajos de precisión de forma rápida y segura

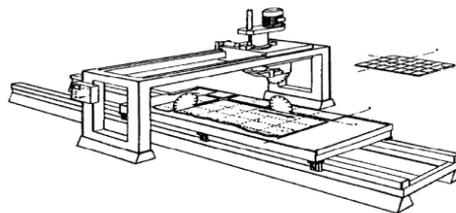


Fig.13: Sierra de puente para el corte transversal y longitudinal.

En las máquinas corrientes el disco (o discos) giratorio permanece fijo, siendo la plancha de mármol o granito la que, montada sobre una cinta transportadora o mesa, pasa por debajo de al durante el aserrado. Esta plancha es cortada en varias liras longitudinales según la dirección de avance y con anchuras que dependen de la separación entre los portadiscos.

Se utilizan sierras circulares o de discos, donde el elemento cortante es un disco de alma metálica con sus bordes hechos de una concreción de diamante y que giran vertiginosamente (2000 revoluciones/min) corta las planchas con gran rapidez.

2.3.8: DISCOS DE CORTE

Para cortar mármol, granito y piedras semipreciosas se emplean discos de acero templados diamantados o discos de acero con segmentos diamantados, según sea el diámetro del disco y el tamaño del trozo a cortar. El diámetro de los discos suele variar entre los 25 y 45 cm, si bien existen discos con mas de 100 cm de diámetro en maquinas de gran potencia y tamaño. Para la selección del disco es primordial saber la dureza de la piedra que se va a cortar.



Fig. 14: Discos de corte

Fuente: catalogo rinho pág. 4.

2.3.9 DUREZA.

Capacidad de una sustancia sólida para resistir deformación o abrasión de su superficie. Se aplican varias interpretaciones al término en función de su uso. En mineralogía, la dureza se define como la resistencia al rayado de la superficie lisa de un mineral. Una superficie blanda se raya con más facilidad que una dura; de esta forma un mineral duro, como el diamante, rayará uno blando, como el grafito, mientras que la situación inversa nunca se producirá.

La dureza relativa de los minerales se determina gracias a la escala de dureza de Mohs, nombre del mineralogista alemán Friedrich Mohs que la ideó. En esta escala, diez minerales comunes están clasificados en orden de creciente dureza recibiendo un índice: talco, 1; yeso, 2; calcita, 3; fluorita, 4; apatito, 5; ortosa (feldespato), 6; cuarzo, 7; topacio, 8; corindón, 9, y diamante, 10. La dureza de una muestra se obtiene determinando qué mineral de la escala de Mohs lo raya. La dureza de un mineral determina en gran medida su durabilidad.

En metalurgia e ingeniería, la dureza se determina presionando una bolita o un cono de material duro sobre la superficie estudiada y midiendo el tamaño de la indentación. Los metales duros se indentan menos que los blandos. Este método para establecer la dureza de una superficie metálica se conoce como prueba de Brinell, en honor al ingeniero sueco Johann Brinell, que inventó la máquina de Brinell para medidas de dureza de metales y aleaciones.

La dureza está relacionada con la solidez, la durabilidad y la resistencia de sustancias sólidas, y, en sentido amplio, este término suele extenderse para incluir todas estas propiedades.

2.3.10 MOTORES ELÉCTRICOS.

Aparato que se utilizan para convertir la energía eléctrica en mecánica, con medios electromagnéticos.

Dos principios físicos relacionados entre sí sirven de base al funcionamiento de los motores. El primero es el principio de la inducción descubierto por el científico e inventor británico Michael Faraday en 1831. Si un conductor se mueve a través de un campo magnético, o si está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se establece o se induce una corriente eléctrica en el primer conductor.

El campo magnético de un imán permanente sólo tiene fuerza suficiente como para hacer funcionar una dinamo pequeña o motor. Por ello, los electroimanes se emplean en máquinas grandes. los motores tienen dos unidades básicas: el inductor, que crea

el campo magnético y que suele ser un electroimán, y la armadura o inducido, que es la estructura que sostiene los conductores que cortan el campo magnético y transporta la corriente inducida en un generador, o la corriente de excitación en el caso del motor. La armadura es por lo general un núcleo de hierro dulce laminado, alrededor del cual se enrollan los cables conductores.

2.3.11. MOTORES CORRIENTE CONTINUA

En general, los motores de corriente continua son similares en su construcción a los generadores. De hecho podrían describirse como generadores que funcionan al revés. Cuando la corriente pasa a través de la armadura de un motor de corriente continua, se genera un par de fuerzas debido a la acción del campo magnético. Cuando el motor gira más rápido, el voltaje inducido aumenta hasta que es casi igual al aplicado. La corriente entonces es pequeña, y la velocidad del motor permanecerá constante siempre que el motor no esté bajo carga y tenga que realizar otro trabajo mecánico que no sea el requerido para mover la armadura. Bajo carga, la armadura gira más lentamente, reduciendo el voltaje inducido y permitiendo que fluya una corriente mayor en la armadura.

Debido a que la velocidad de rotación controla el flujo de la corriente en la armadura, deben usarse aparatos especiales para arrancar los motores de corriente continua.

Cuando la armadura está parada, ésta no tiene realmente resistencia, y si se aplica el voltaje de funcionamiento normal, se producirá una gran corriente, que podría dañar el conmutador y las bobinas de la armadura. El medio normal de prevenir estos daños es el uso de una resistencia de encendido conectada en serie a la armadura, para disminuir la corriente antes de que el motor consiga desarrollar el voltaje inducido adecuado. Cuando el motor acelera, la resistencia se reduce gradualmente, tanto de forma manual como automática.

La velocidad a la que funciona un motor depende de la intensidad del campo magnético que actúa sobre la armadura, así como de la corriente de ésta. Cuanto más fuerte es el campo, más bajo es el grado de rotación necesario para generar un voltaje inducido lo bastante grande como para contrarrestar el voltaje aplicado.

Por esta razón, la velocidad de los motores de corriente continua puede controlarse mediante la variación de la corriente del campo.

2.3.12. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES RELACIONADAS

La carta de actividades relacionadas es usada para planear actividades, la información resultante es usada al trasladar un diagrama de actividades.

El objetivo de este diagrama es fundamentalmente el de planificar las relaciones entre el flujo de material y la localización de las actividades de servicio relacionadas a la actividad de producción. Este es en realidad un diagrama en forma de bloques que indica las relaciones de actividad. Observando cada actividad como una sola.

2.3.13. DISTRIBUCION DE PLANTA.

Cuando se usa el término distribución en planta, se alude a veces la disposición física ya existente, otras veces a una distribución proyectada frecuentemente al área de estudio ó al trabajo de realizar una distribución en planta. En el presente documento se desarrollara el proyecto de diseñar una planta.

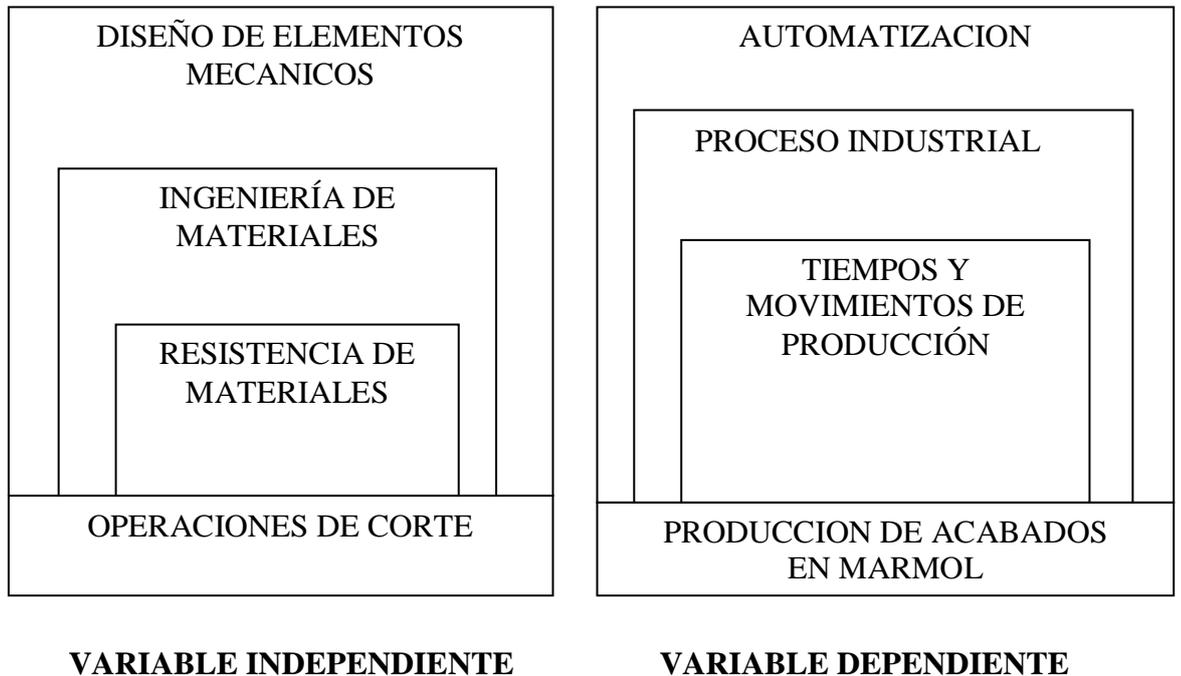
Para llevar a cabo lo antes expuesto se desarrollara lo que respecta acerca de las generalidades del estudio.

El Marco Teórico de la distribución en planta, en el cual se tendrá un marco básico de referencia de esto, el contexto de la industria relativa al estudio en la que se conocerán los aspectos generales la importancia, el desarrollo tecnológico, la industria del producto que contiene la descripción comercial del mercado, y los materiales del producto en estudio, la estructura del proceso en la que se desarrollarán maquinaria, equipo y herramientas, las áreas de producción, puestos de trabajo, ruta de producción.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

Variable Independiente: operaciones de corte en mármol

Variable dependiente: minimizar tiempos de producción de acabados de mármol para la empresa Duramas S.A.



2.5. HIPÓTESIS

El mejoramiento de las operaciones de corte permitirá minimizar los tiempos de producción de acabados en mármol de la empresa Duramas Cía. Ltda., en el cantón Ambato.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: operaciones de corte en mármol.

Variable dependiente: minimizar tiempos de producción de acabados en mármol en la empresa Duramas Cía. Ltda., en el cantón Ambato.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación realizada se basó en el estudio cualitativo y cuantitativo para llegar a determinar las actividades relacionadas con el proceso de corte del mármol en la línea de producción de acabados en la empresa DURAMAS Cía. Ltda., se obtuvieron los datos necesarios por medio de visitas a la empresa, utilización de la base de datos, charlas con los empleados encargados del área de corte, con el fin de establecer los parámetros adecuados para así encontrar una correcta solución, para ello la recolección de información fue realizada con la investigación de campo, la misma que se recolectó en formatos y tablas las cuales sirvieron para evaluar las deficiencias existentes en la operación de corte del mármol.

Para verificar la calidad del corte se realizaron pruebas de corte en planchas de mármol, las mismas que fueron seleccionadas para que tengan las mismas características y no alterar ningún dato al momento del ensayo, los mismos que se basaron en trazar una línea de un metro de longitud en la plancha de mármol, para constatar el tiempo y la calidad del corte, para luego observar cual método es el más apropiado para la realización del corte.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Utilizando el nivel explicativo y el nivel descriptivo para la correcta corroboración de todo lo que se encontró con la ejecución del trabajo de investigación se realizó la experimentación para luego mediante la recolección de datos: tiempo, calidad del corte, estos fueron procesados para determinar su comportamiento en distintas pruebas de corte ejecutadas en DURAMAS Cía. Ltda.

En el estudio para recopilar información se utilizó tanto la Investigación Científica como la Investigación de Campo, la primera con la que llego a conocer los temas relacionados con la producción de acabados en mármol, como los estándares que deben cumplir este tipo de segmentos para su entrega, también con este tipo de investigación se conoció los parámetros a los que puede estar expuesto el operario con respecto a la ergonomía y al bienestar laboral.

La Investigación de Campo permitió relacionar el tiempo y la calidad de corte, con el proceso de fabricación de acabados en mármol las afectaciones del rudimentario proceso de corte. Además con este tipo de investigación se pudo evaluar la calidad de los acabados realizados, el tiempo que se demora en rectificar las fallas producidas por el corte , la capacidad de producción , es decir la investigación en la línea de producción para así enfocar la atención en el punto crítico del proceso de producción.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

El trabajo de investigación se realizará en la línea de producción de la empresa DURAMAS CIA. LTDA., y se enfocará en el proceso de corte del mármol, Al ser pocos los miembros del personal es medible ya que comprende a los operarios y jefes., En la empresa el tamaño de la población es de: 15 personas que se encuentran encargadas del manejo de las diferentes máquinas.

3.3.2 MUESTRA

Al ser una población pequeña se toma como muestra el universo.

Variable Independiente: Operaciones de corte en mármol.				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS.
Operaciones de corte: técnica para utilizar equipos para realizar cortes sobre las planchas de mármol y elaborar acabados que son utilizados en el sector de la construcción o industria inmobiliaria incluso como elementos decorativos.	Cortes sobre planchas de mármol	Tipos de cortes Espesores	Corte manual. Corte automático 1.5-2 centímetros	Observación directa.
	Eficiencia de corte de mármol	Potencias de trabajo recomendadas Velocidades de trabajo recomendadas	Potencia baja Potencia media Potencia alta Velocidad baja Velocidad media Velocidad alta	Investigación de campo. Observación directa. Fichas de observación. Investigación de campo. Observación directa. Fichas de observación

Variable dependiente: minimizar tiempos de producción de acabados en mármol en la empresa Duramas Cía. Ltda., en el cantón Ambato.				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS.
Minimizar tiempos de producción: reducir al máximo el tiempo utilizado para realizar los acabados de mármol haciendo uso de todos los recursos y evitando pérdidas.	Tiempos de producción.	Tiempo de preparación. Tiempo de corte. Tiempo de terminado (pulido)	Corte manual Corte automático Corte manual Corte automático Corte manual Corte automático	Investigación de campo. Observación directa Investigación de campo. Observación directa Investigación de campo. Observación directa
	Condiciones de trabajo	Corte manual Corte automático	0.1-0.5 metros 0.5-2.5metros	Investigación de campo. Observación directa

Rectos ()

Angulados ()

Ambos ()

6.- ¿Cuál es el nivel de precisión del corte sobre el mármol con la maquinaria existente en la empresa?

Alto ()

Medio ()

Bajo ()

7.- ¿Piensa usted que hay desperdicio de material al cortar el mármol con la maquinaria de la empresa?

Si ()

No ()

No se ()

8.- ¿De qué tamaño son las planchas de mármol con que las que usted trabaja con mayor frecuencia?

Grandes 3-2m ()

Medianas 2-1m ()

Pequeñas 1-0.50m ()

9.- ¿Cree usted que es importante el estudio del procedimiento de corte del mármol?

Si ()

No ()

No se ()

10.- ¿Piensa usted que la incorporación de nueva maquinaria para realizar el corte del mármol beneficiará a DURAMAS?

Si ()

No ()

11.- ¿Además de la maquinaria existente en la empresa conoce usted otro tipo de maquinaria para realizar el corte?

Si ()

No ()

Indique que tipo -----

3.5.2. ENTREVISTA.

Para llegar a conocer el nivel de producción de la empresa DURAMAS Cia. Ltda. Pedidos y sus respectivas especificaciones. Se realizó la entrevista a la secretaria de la empresa encargada de guardar la información.

Para llegar a las conclusiones oportunas para el desarrollo del sistema nos valimos de la base de datos de la empresa.

3.5.3. OBSERVACION DIRECTA

Mediante la observación se determinó la calidad del corte, a través de los procesos que se describen a continuación.

3.5.3.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

La selección de las muestras necesarias para la realización de las pruebas de corte fue un proceso relativamente fácil ya que el mármol utilizado en la empresa tiene casi las mismas características, pero para la prueba escogimos un mármol blanco italiano que permite observar de mejor manera los defectos del corte.

3.5.3.2. TRAZADO.

En este ensayo colaboramos con el proceso de producción, cortando segmentos denominados regletas, que son utilizados como bordes en los diferentes tipos de acabados, consistió en trazar segmentos de un metro de longitud por dos centímetros de espesor, para luego realizar el corte.

3.5.3.3. CORTE

El proceso de corte se lo realizó con los diferentes medios destinados para este fin, tanto con la cortadora manual como con la cortadora de puente, para luego comparar la calidad de cada tipo de corte.

3.5.3.4. OBSERVACION VISUAL.

Luego de la etapa de corte utilizando únicamente la observación comparamos la calidad del corte, mediante factores como la precisión del corte es decir si está dentro de las tolerancias establecidas, además comprobamos si en el proceso de corte fue el adecuado, si el disco fue el correcto, y la pieza no haya sufrido despostillamiento debido al ataque del disco diamantado o a un inadecuado proceso de refrigeración.

3.5.3.5. REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA

Prueba :	N.-1	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto		Lugar de ejecución	Duramas.
Observación					
numero de ensayo	Distancia (m)		Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)	
1					
2					
3					
4					
5					
Promedio					

Figura 15. Esquema pruebas corte de mármol.

Fuente: Luis Guerrero.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Luego de realizar la encuesta se realizo la tabulación de la información recolectada. Además se realizó resumen de los ítems para hacer una representación grafica de cada una de las preguntas realizadas.

3.6.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA.

Los resultados de las encuestas fueron contabilizados y expuestos en tablas de resultados para una fácil manipulación de la información, además para una comprensión rápida de estos fueron trasladados de formas grafica en diagramas de barras cada pregunta con sus respectivos porcentajes.

3.6.2. RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.

La información recopilada por medio de la entrevista, son datos de pedidos de acabados en mármol los pasos que se siguieron fueron:

- 1.- Analizar la base de datos.
- 2.- Clasificar por tipo de acabados.
- 3.- Calificar las especificaciones.
- 4.- Tabular los datos.
- 5.- Representar en forma gráfica.

3.6.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

Para la obtención de la consideración de calidad de corte y el tiempo que se tarda en realizarlo, se registraron los datos obtenidos con los diferentes métodos de corte utilizando las actividades descritas a continuación.

- 1.- Cronometraje del tiempo.
- 2.- Cálculo de la velocidad.
- 3.- Tabulación de los datos.
- 4.-Representacion gráfica y análisis estadístico

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En las presentes tablas se indican los resultados de la encuesta realizada al personal que tiene que ver en forma directa con la producción de acabados en mármol.

Las entrevistas realizadas a los empleados de la empresa; fueron elaboradas los días Lunes 11 y martes 12 de Octubre de 2010; contando con puntos específicos, formulados en un cuestionario que según el investigador ha creído conveniente para el desarrollo del proyecto.

CUESTIONARIO:

1.- ¿Qué tipo de máquinas existen en la empresa para realizar el corte del mármol?

Opciones	Personal	Porcentaje
Manual	9	60
Semiautomática	6	40
Automática	0	0
TOTAL	15	100

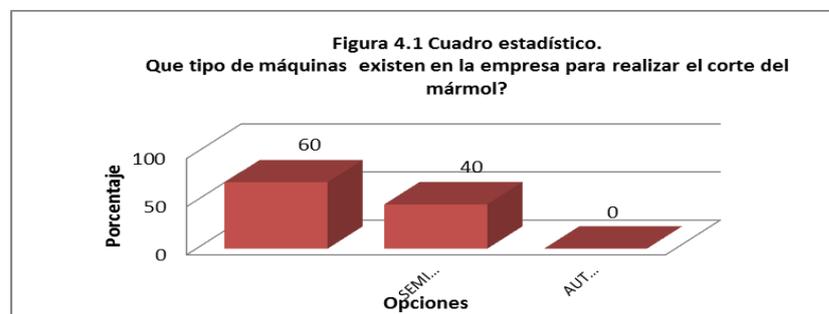


Figura 16. Cuadro estadístico pregunta numero 1.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

De los empleados que participaron respondiendo a la encuesta se identifica los siguientes valores: en un 60% existen máquinas de uso manual, mientras que el restante 40% es maquinaria semiautomática.

2.- ¿Se siente usted a gusto con la maquinaria proporcionada para realizar el corte del mármol?

TABLA 4.2		
Opciones	Personal	Porcentaje
SI	12	80
NO	3	20
TOTAL	15	100

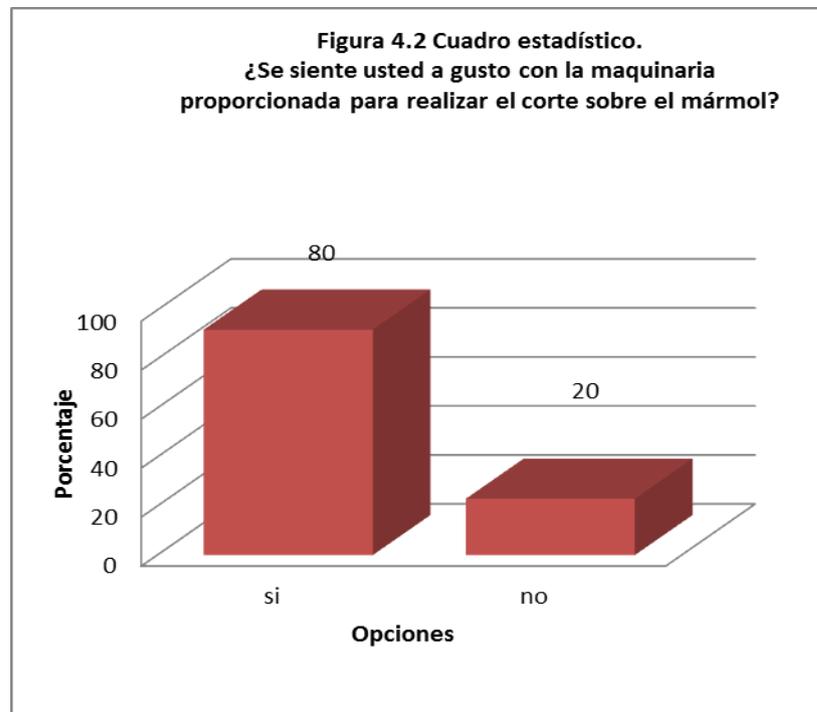


Figura 17. Cuadro estadístico pregunta numero 2.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

Los empleados se sienten a gusto con su herramienta de trabajo en un 80%, por lo que el estudio se enfoca en mejorar el ámbito de trabajo del 20% de personas que no están a gusto.

3.- ¿Cree usted que la maquinaria para cortar el mármol es la adecuada?

TABLA 4.3		
Opciones	Personal	Porcentaje
SI	10	66.7
NO	5	33.3
TOTAL	15	100

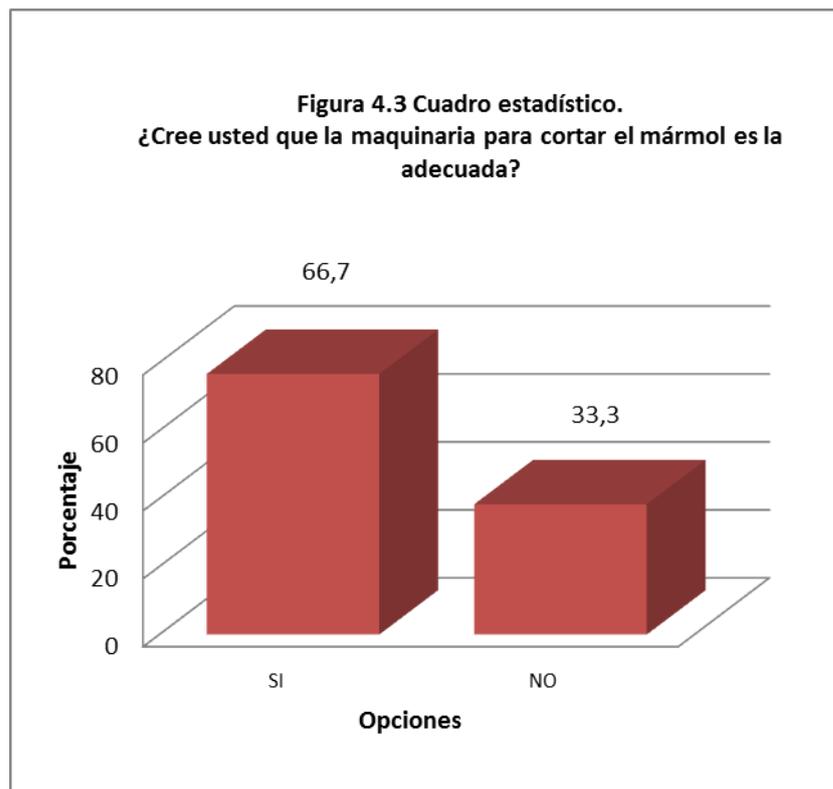


Figura 18. Cuadro estadístico pregunta numero 3.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

Para el 66.7 % del personal piensa que los equipos que se utilizan son los adecuados. Mientras que el 33.3 % piensan que la maquinaria no es la más adecuada. Debemos añadir que el personal se acostumbra a un tipo específico de maquinaria ya que la ha utilizado esta máquina todo el tiempo y al tratar de darles nuevas posibilidades se muestran un poco escépticos ya que no saben cómo funcionara la nueva maquinaria.

4.- ¿Ha tenido algún inconveniente al utilizar la maquinaria para cortar el mármol?

TABLA 4.4		
Opciones	Personal	Porcentaje
Si	8	53.3
No	7	46.7
Total	15	100

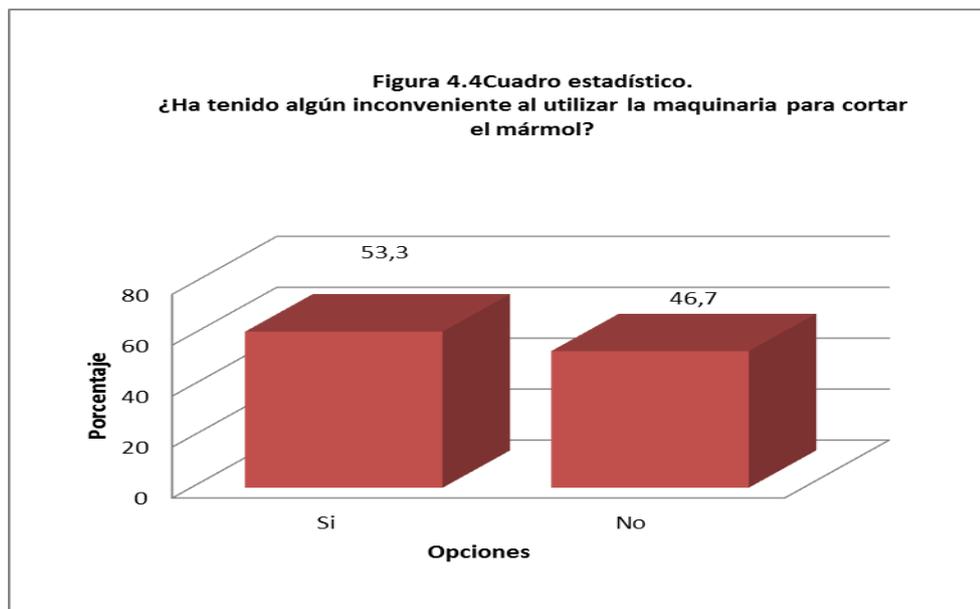


Figura 19. Cuadro estadístico pregunta numero 4.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

Para el 53.3% han tenido inconvenientes con la maquinaria que utilizan para realizar los cortes sobre las planchas de mármol, y el 47.6% no han tenido ningún problema usando este tipo de maquinaria. El principal inconveniente que se determinó es la rotura temprana del disco debido a que está en una posición inadecuada o solamente un mal movimiento es suficiente para fracturar los discos lo que representa un peligro eminente para el operario

5.- ¿Qué tipos de cortes realiza usted en el mármol?

TABLA 4.5		
Opciones	Personal	Porcentaje
Rectos	5	33.3
Angulados	4	26.7
Ambos	6	40
Total	15	100.0

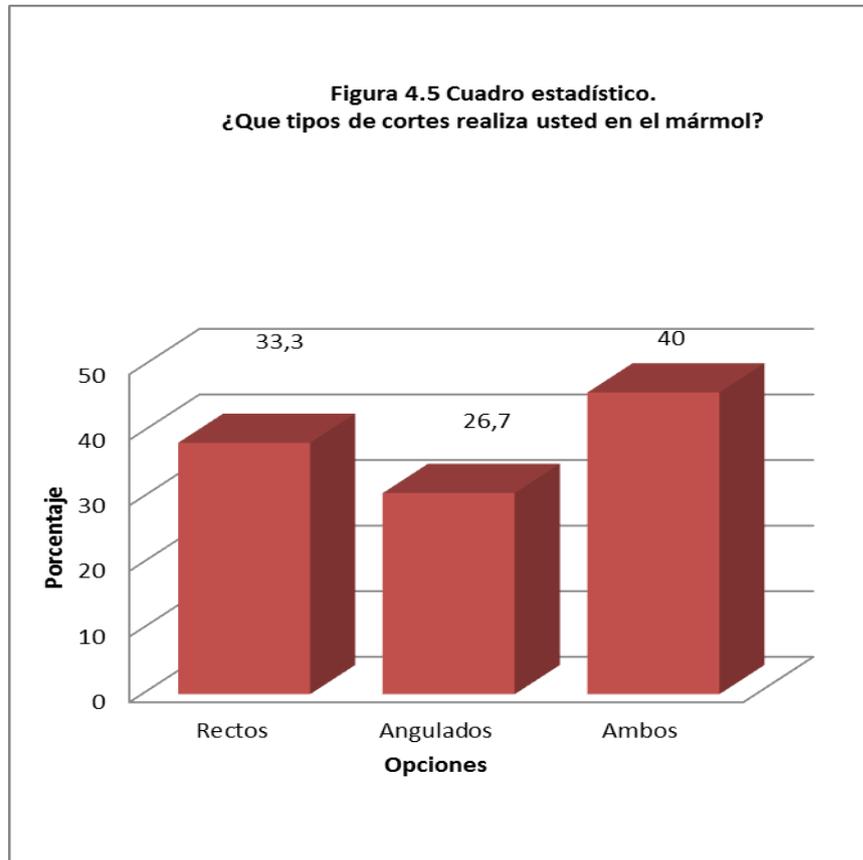


Figura 20. Cuadro estadístico pregunta numero 5.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

El mayor porcentaje de cortes realizados corresponden a cortes rectos pero podemos apreciar que los angulados también ocupan un gran porcentaje casi se podría hablar de un 50% de igualdad.

6.- ¿Cuál es el nivel de precisión del corte sobre el mármol con la maquinaria existente en la empresa?

TABLA 4.5		
Opciones	Personal	Porcentaje
Alto	4	26.7
Medio	11	73.3
Bajo	0	0
Total	15	100.0

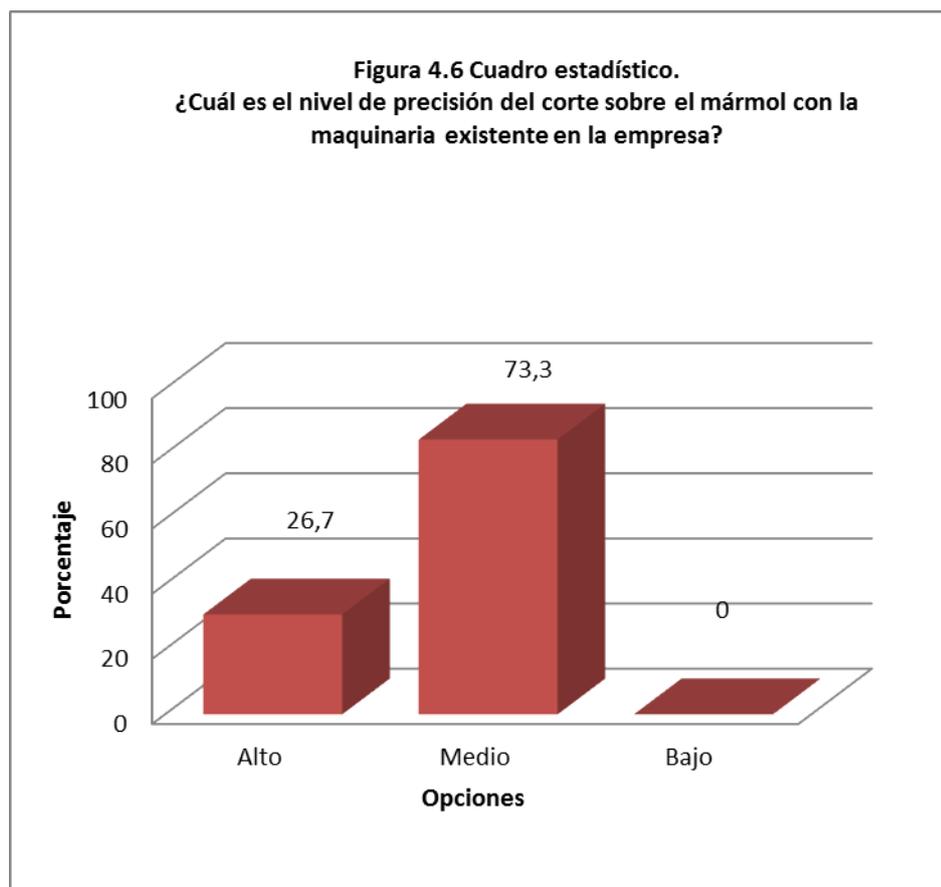


Figura 21. Cuadro estadístico pregunta numero 6.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

Del total de entrevistados el 73.3% respondió que la precisión en el corte es medio y además manifiestan que es debido a la maquinaria.

7.- ¿Piensa usted que hay desperdicio de material al cortar el mármol con la maquinaria de la empresa?

TABLA 4.7		
Opciones	Personal	Porcentaje
Si	15	100.0
No	0	0.0
No se	0	0
Total	15	100.0

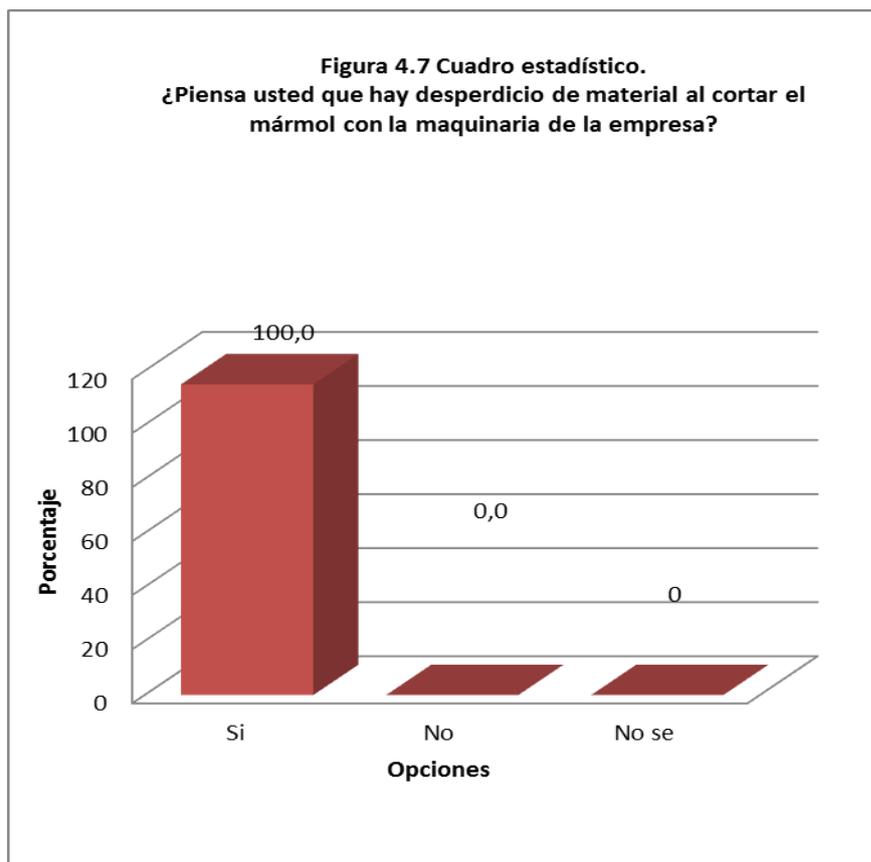


Figura 22. Cuadro estadístico pregunta numero 7.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

De todos los entrevistados correspondientes a 15 personas todas están de acuerdo que hay desperdicio de material.

8.- ¿De qué tamaño son las planchas de mármol con que las que usted trabaja con mayor frecuencia?

TABLA 4.8		
Opciones	Personal	Porcentaje
Grandes	10	66.7
Medianas	5	33.3
Pequeñas	0	0
Total	15	100.0

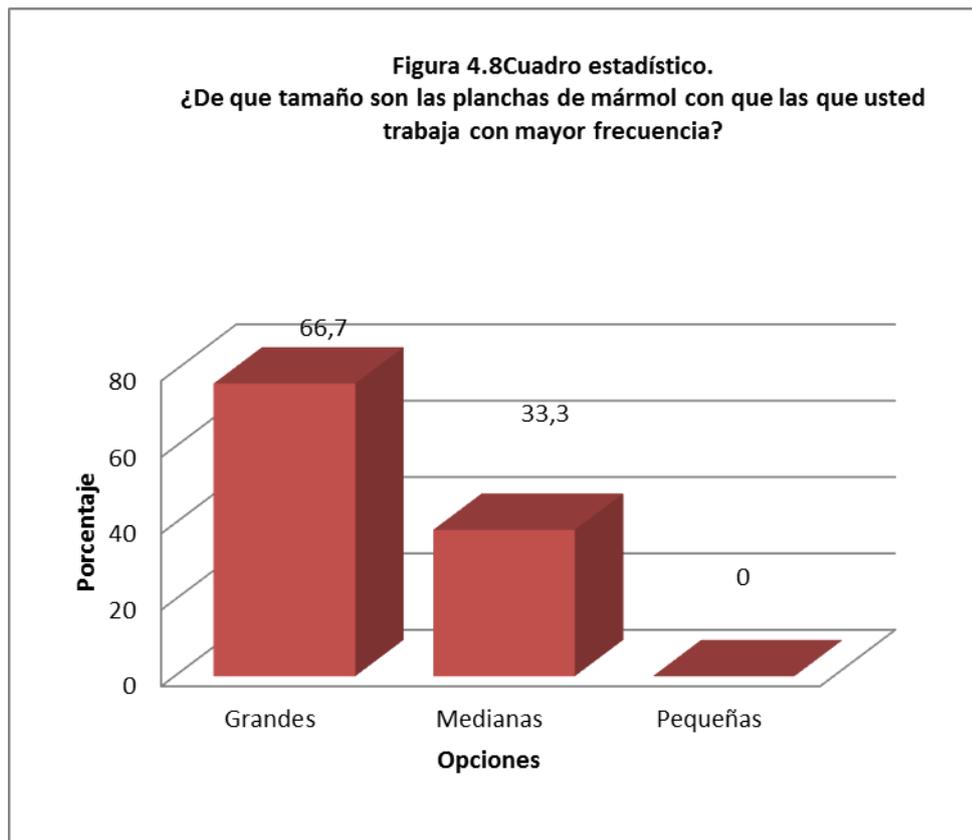


Figura 23. Cuadro estadístico pregunta numero 8.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

De 100% de entrevistados el 66.7 % respondieron que las planchas con las que se trabaja con más frecuencia son grandes mientras que el 33.3% son los que trabajan en su mayoría con retazos planchas pequeñas.

9.- ¿Cree usted que es importante el estudio del procedimiento de corte del mármol?

TABLA 4.9		
Opciones	Personal	Porcentaje
Si	13	86.7
No	0	0.0
No se	2	13.3
Total	15	100.0

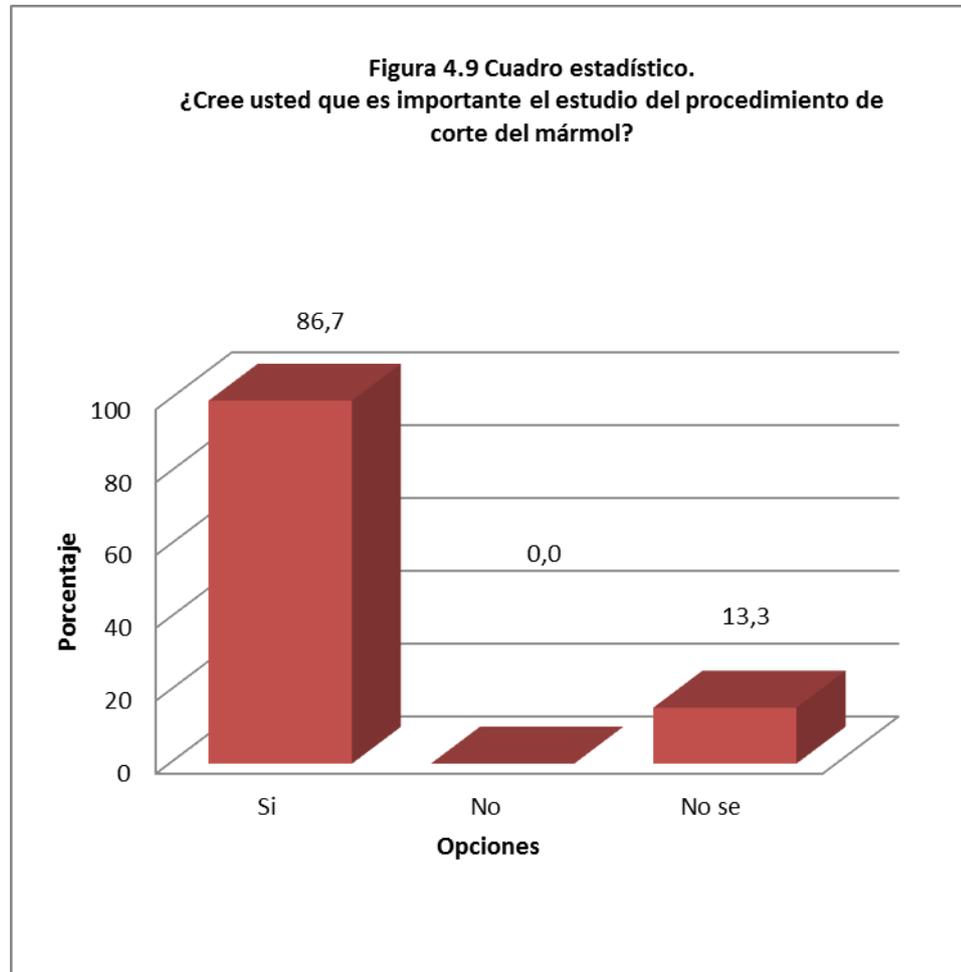


Figura 24. Cuadro estadístico pregunta numero 9.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

De 100% de entrevistados el 86.7% cree que es importante el estudio de procedimiento de corte de mármol mientras que la minoría 13.3% no sabe de que se trata el estudio.

10.- ¿Piensa usted que la incorporación de nueva maquinaria para realizar el corte del mármol beneficiará a DURAMAS?

TABLA 4.10		
Opciones	Personal	Porcentaje
Si	15	100.0
No	0	0.0
Total	15	100.0

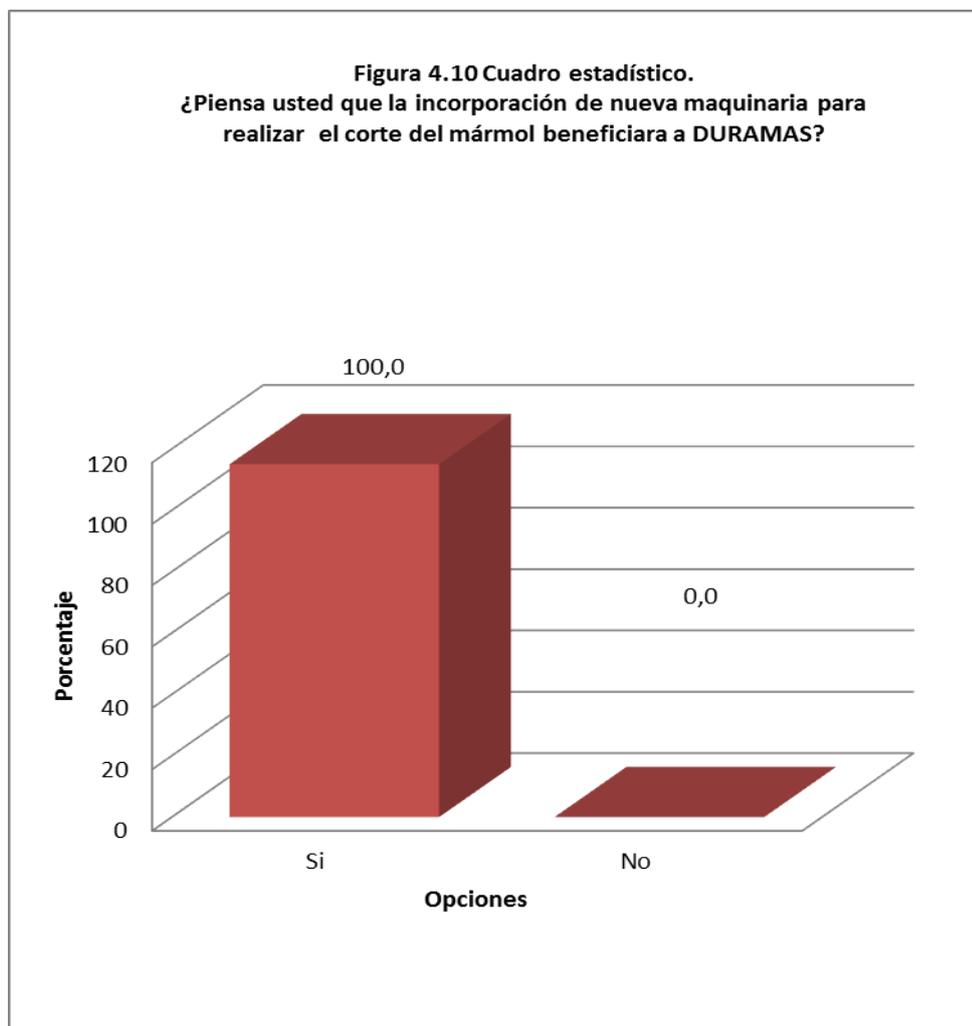


Figura 25. Cuadro estadístico pregunta numero 10.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

De 100% de entrevistados el 100% está de acuerdo o apoya la idea de incorporar nueva maquinaria para cortar el mármol.

11.- ¿Además de la maquinaria existente en la empresa conoce usted otro tipo de maquinaria para realizar el corte?

TABLA 4.11		
Opciones	Personal	Porcentaje
Si	10	66.7
No	5	33.3
Total	15	100.0

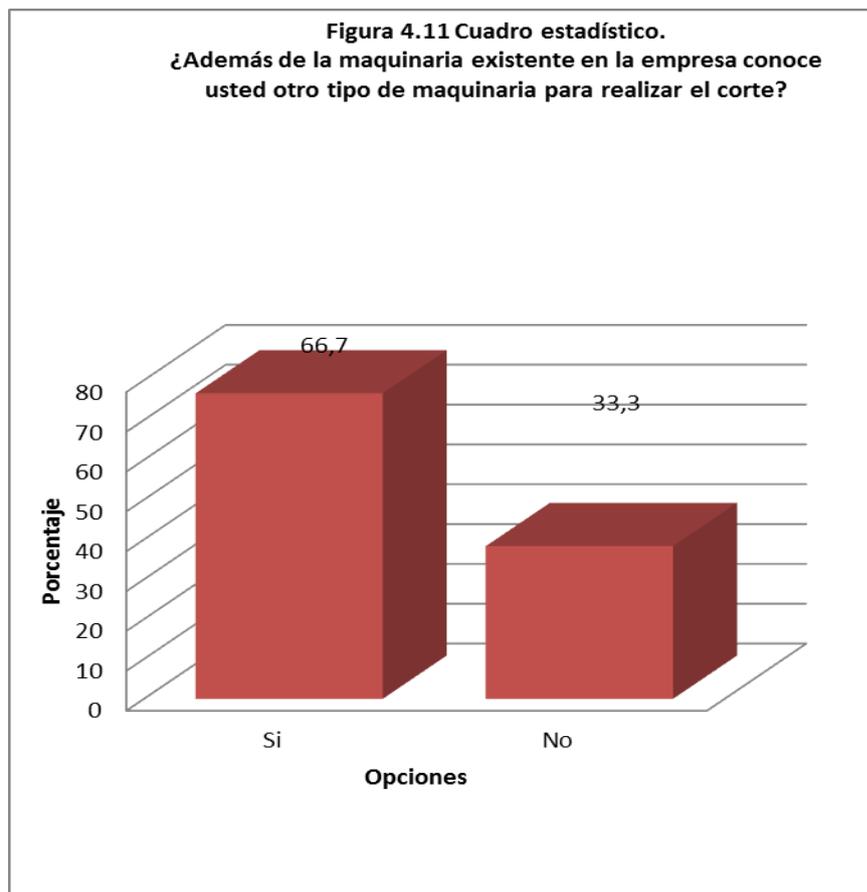


Figura 26. Cuadro estadístico pregunta numero 11.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis.

De 100% de entrevistados el 66.7% conoce otro tipo de maquinaria para realizar el corte del mármol mientras que el 33.3 solo ha observado maquinaria similar a la proporcionada en DURAMAS.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE PRUEBAS DE CORTE.

4.2.1CORTE MANUAL.

En las presentes tablas se indican los resultados de las pruebas de corte realizadas en la empresa utilizando la maquinaria existente en la empresa.

Prueba :	N.-1	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto	Cortadora manual	Lugar de ejecución	Duramas .
Observación					
Número de ensayo	Distancia de corte (m)		Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)	
1	0.50		75	0.0066	
2	0.50		70	0.0071	
3	0.50		74	0.0067	
4	0.50		75	0.0066	
5	0.50		73	0.0068	
Promedio			73.4	0.0068	

Figura 27. Pruebas de corte manual distancia 0.5 metros.

Fuente: Luis Guerrero.

Prueba :	N.-2	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto	Cortadora manual	Lugar de ejecución	Duramas .
Observación					
numero de ensayo	Distancia (m)		Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)	
1	1		120	0.0083	
2	1		114	0.0087	
3	1		115	0.0086	
4	1		110	0.0090	
5	1		120	0.0083	
Promedio			115.8	0.0086	

Figura 28. Pruebas de corte manual distancia 1 metro.

Fuente: Luis Guerrero.

Prueba :	N.-3	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto	Cortadora manual	Lugar de ejecución	Duramas.
Observación					
Numero de ensayo	Distancia (m)		Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)	
1	2.50		485	0.0051	
2	2.50		460	0.0054	
3	2.50		470	0.0053	
4	2.50		510	0.0049	
5	2.50		500	0.005	
Promedio			485	0.0051	

Figura 29. Pruebas de corte manual distancia 2.5 metros.

Fuente: Luis Guerrero.

Análisis:

Con las pruebas de corte con maquinaria manual se puede apreciar que las velocidades de corte varían de una manera irregular debido a la dificultad que tiene el operario al manipular la cortadora, además la disponibilidad de los elementos adicionales que se utilizan para la realización del corte, se encuentran limitados por el espacio físico, estado de la herramienta, limitación de personal.

Cabe señalar que la precisión del corte es muy baja debido que a la influencia de varios factores como la velocidad de corte, calidad de la materia prima, manejo de la maquinaria, la falla de uno de estos factores determina la falla de todo el sistema ocasionando cortes irregulares, y pérdida de material.

Determinamos además que en distancias cortas el sistema funcionaría sin inconvenientes pero en nuestro medio se trabaja con planchas de mármol completas obligando al operario a realizar un esfuerzo físico excesivo lo que podría ocasionar enfermedades ocupacionales produciendo a la empresa pérdidas a largo y corto plazo.

4.3 INTERPRETACIÓN DE DATOS RECOPIRADOS EN LA ENCUESTA

1.- ¿Qué tipo de máquinas existen en la empresa para realizar el corte del mármol?

Los empleados en su mayoría han respondido que disponen de maquinaria manual, mientras que otra parte de empleados cuenta con maquinaria semiautomática.

Tomando en cuenta que la maquinaria manual es considerada las cortadoras de mano; mientras que la semiautomática es una cortadora de sierra.

2.- ¿Se siente usted a gusto con la maquinaria proporcionada para realizar el corte del mármol?

El personal de la empresa; se encuentra a gusto con la maquinaria dotada por la empresa para realizar el corte del mármol ya que se han acostumbrado mediante un proceso continuo a utilizar solo ese tipo de herramientas para realizar la operación de corte del mármol.

3.- ¿Cree usted que la maquinaria para cortar el mármol es la adecuada?

Puede decirse que el personal al no conocer otros tipos de máquinas para cortar el mármol piensan que la maquinaria existente en la empresa es la adecuada.

4.- ¿Ha tenido algún inconveniente al utilizar la maquinaria para cortar el mármol?

Según los resultados de las encuestas realizadas, más de la mitad de obreros no ha tenido ningún inconveniente o no lo han reportado, por otra parte los que si han tenido inconveniente señalaron que el principal problema es la dificultad para ubicar la herramienta en la posición correcta causando rotura de discos diamantados y retraso el proceso de producción.

5.- ¿Qué tipos de cortes realiza usted en el mármol?

Como conclusión podemos decir que los cortes realizados con más frecuencia son los rectos y angulados ya que se requieren este tipo de cortes para la producción de acabados en mármol.

6.- ¿Cuál es el nivel de precisión del corte sobre el mármol con la maquinaria existente en la empresa?

La mayoría de empleados respondió que la precisión del corte es media ya que siempre hay que realizar rectificaciones. A veces estas no son muy notables y son de fácil corrección; otras fallas toma algo más de tiempo rectificarlas y esto retarda el tiempo del proceso de producción.

7.- ¿Piensa usted que hay desperdicio de material al cortar el mármol con la maquinaria de la empresa?

Por la entrevista elaborada se concluye que todos los operarios coinciden que existe desperdicio de material ya que los cortes no son realizados de una manera apropiada y luego hay que hacer un proceso de pre armado (unir las partes) esto se eliminaría teniendo una maquinaria apropiada.

8.- ¿De qué tamaño son las planchas de mármol con que las que usted trabaja con mayor frecuencia?

Al ser la plancha de mármol estándar (3X2 m) la mayoría de operarios respondieron que trabajan con planchas grandes, por otra parte un grupo de operarios encargados de la etapa de pulido respondieron que trabajan con planchas de tamaño medio.

9- ¿Cree usted que es importante el estudio del procedimiento de corte del mármol?
En su mayoría los operarios creen que es conveniente realizar el estudio del corte del mármol para buscar alternativas más fáciles y eficientes para cortar este material tan duro y así poder agilizar el proceso de producción.

10.- ¿Piensa usted que la incorporación de nueva maquinaria para realizar el corte del mármol beneficiará a DURAMAS?

Puede decirse que la incorporación de nueva maquinaria es una buena opción para incrementar la producción todos los operarios están de acuerdo con este concepto y apoyan esta idea.

11.- ¿Además de la maquinaria existente en la empresa, conoce usted otro tipo de maquinaria para realizar el corte?

De todos los empleados solo una parte conocen otro tipo de maquinarias para realizar el corte del mármol, por eso es importante realizar el estudio acerca de dichas maquinas, y de esta forma que todos los empleados se familiaricen y conozcan otras opciones.

DIAGRAMA DE POROCESOS.

Proceso de fabricación de acabados en mármol		Resumen			
Hoja 1 de 1			Cantidad	Distancia	Tiempo
Actividad : corte y acabado		<input type="radio"/> Operaciones	8		
		<input type="checkbox"/> Oper- Insp.			
		<input type="checkbox"/> Transportes	3	10	
		<input type="checkbox"/> Almacenamiento	1		
		<input type="checkbox"/> Retraso.			
		<input type="checkbox"/> Inspecciones			
		TOTAL			
Descripción de la actividad.		Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones	
1.- cargar plancha de mármol	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5.8		Manual	
2.-desplazar a la mesa de corte.	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	30	2	Carro ruedas	
3.-descargar la plancha.	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	6			
4.- asegurar la plancha.	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	20			
5.-cortar la plancha.	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	500		Cortadora manual	
6.- Ubicar zona de pulido	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	60	3		
7.-Esmeril 60.	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	340			
8.- Esmeril 120.	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	200			
9.- esmeril 800.	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	270			
10.- Brillo y acabado	<input checked="" type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	400			
11.- transportar para Almacenar	<input type="radio"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	30	5		
12.- Almacenar	<input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				

Figura 30. Diagrama de procesos.

Fuente: Luis Guerrero.

DETERMINAR LA CAPACIDAD.

Para determinar el cálculo de la capacidad, instalada las operaciones se agruparon en tres grupos para visualizar el cuello de botella.

No- de Maquinas	1		1		4	
	Montaje	Seg.	Corte	Seg.	Pulido	Seg.
	Cargar planchas de mármol	5.8	cortar la plancha de mármol	500	Esmeril 60	740
	transportar mesa de corte	30	ubicar plancha zona de pulido	60	Esmeril 120	500
	descargar plancha en la mesa	6			Esmeril 800	450
	asegurar la plancha	20			brillo y acabado	400
					transporte	30
Tiempo total		61.8		560		2020
TT No de maquinas						530
Tiempo total		61.8		560		530

Como se puede observar el grupo de corte se el cuello de botella y por tanto es el proceso que mide la capacidad de los mismos cabe destacar que cada una de las máquinas son diferentes para cada uno de los estudios.

Para determinar dicha capacidad se basó en tiempos estándar obtenidos con las pruebas de corte y con estos datos se llegó al siguiente resultado.

EFICIENCIA DE PROCESOS

1. – ACTIVIDADES Y TIEMPOS.

Tareas	Tiempo(seg)	Descripción	Previas
A	61.8	Montaje	
B	560	Corte	A
C	1690	Pulido	A,B
D	400	Acabado	A,B,C
Σ Tiempo	2711.8		

TIEMPO 45,2 min

Tiempo específico

$$\text{Tiempo específico} = \frac{\text{tiempo trabajado}}{\text{tiempo legal}}$$

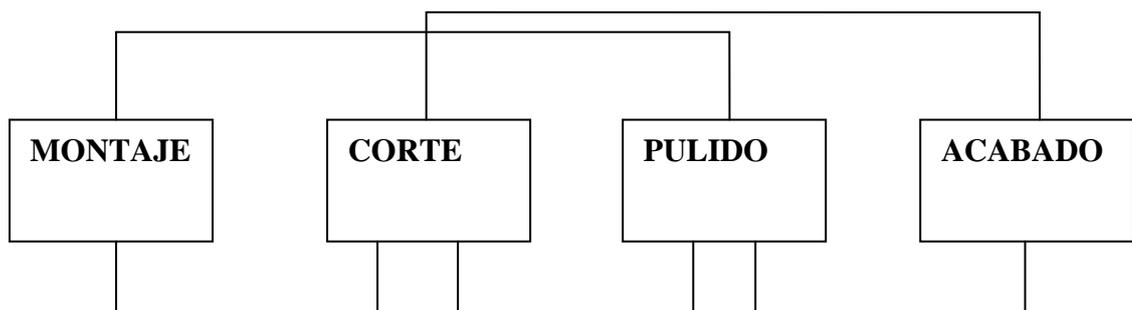
$$\text{Tiempo específico} = \frac{45.2\text{min}}{60\text{min}}$$

Tiempo específico = 0.75

2. –SECCIONES.

	Sección	Actividades
1	Montaje	Cargar planchas de mármol transportar mesa de corte descargar plancha en la mesa asegurar la plancha
2	Corte	cortar la plancha de mármol ubicar plancha zona de pulido
3	Pulido	Esmeril 60 Esmeril 120 Esmeril 800
4	Acabado	brillo y acabado

3.-DISTRIBUCION FISICA DE LA PLANTA.



4.-CALCULO DEL FACTOR DE CARGA POR DISTANCIA.

Relación Sección	Dij	Lij	Dij - Lij
MO-CO	1	7	7
CO-PU	1	9	9
PU- AC	1	9	9
MO-PU	2	4	8
CO-AC	2	7	14

Σ 47

5.- TIEMPO DE CICLO

$$Ti = \frac{\text{tiempo trabajado/ dia}}{\text{ordenes/dia}}$$

$$Ti = \frac{8 \text{ horas /dia}}{25 \text{ ordenes /dia}}$$

$$Ti = 0.32$$

Numero mínimo de secciones

$$\text{numero mínimo de secciones} = \frac{\text{tiempo específico trabajado}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

$$\text{numero mínimo de secciones} = \frac{0.75}{0.32} = 2.34$$

Numero mínimo de secciones = 3 secciones

EFICIENCIA

$$EFICIENCIA = \frac{\text{tiempo específico}}{\text{numero secciones} * \text{tiempo ciclo}} * 100$$

$$EFICIENCIA = \frac{0.75}{3 * 0.32} * 100$$

$$EFICIENCIA = 78.12\%$$

DETERMINAR ALTERNATIVAS DE AJUSTE DE CAPACIDAD.

Por lo anterior surge la necesidad de plantear nuevas alternativas o propuestas que suplan las demandas esperadas por la compañía, para la obtención de nuevas alternativas sujetas a la capacidad de corte, se analizan dos opciones que contemplen todas las operaciones y restricciones del proceso buscando el cumplimiento de la demanda, una mayor productividad y la eficiencia del mismo aumentando la capacidad del cuello de botella y por consiguiente el proceso en general.

AUMENTO DE LA JORNADA LABORAL.

Se puede pensar que esta es la mejor alternativa, pero se debe tener en cuenta que la planta no se encuentra adecuada para la operación nocturna lo que implicaría la adquisición de todo un sistema de iluminación que brindara las garantías necesarias a los operarios para poder laborar en estas condiciones.

Además nos daríamos cuenta que la elaboración de acabados es un proceso que exige precisión, en el cual se debe tener un cuidado especial en su elaboración transporte y almacenamiento puesto que estas se podrían romper o dañar en su acabado debido al agotamiento físico de los operarios .Por lo que esta propuesta no seria la mejor incurriendo incluso en gastos mayores de producción sin obtener resultados satisfactorios

INCORPORACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE PUENTE.

Con la incorporación de una máquina encargada de realizar los cortes en mármol con gran velocidad y rapidez la empresa podrá solucionar el cuello de botella además aumentara su producción ya que la elaboración de acabados lo hará en un menor tiempo y con mejor calidad.

ANÁLISIS DE MÉTODOS DE CORTE.

El análisis del método adecuado para proponerlo y ejecutarlo se lo realiza analizando los factores positivos y negativos de cada método. (Análisis máquina cortadora adecuada).

METODO	VENTAJAS	DEVENTAJAS	FACTIBILIDAD
CORTADORA MANUAL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bajo consumo de agua. ➤ Generan más puestos de trabajo. ➤ Costos de implementación bajos. ➤ Necesita poco espacio físico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Problemas en la salud. ➤ Desperdicio de materia prima. ➤ Precisión de corte a distancias grandes ineficaz. ➤ Alto consumo de discos diamantados. ➤ Tiempo de corte elevado 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ APLICA ➤ Proceso muy lento
CORTADORA DE PUENTE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Precisión en todo tipo de corte. ➤ Optimización de materia prima. ➤ Gastos de operación mínimos. ➤ Reducción tiempo de corte. ➤ Realización de cortes angulados. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Genera menos puestos de trabajo. ➤ Consumo más alto de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ APLICA
CORTADORA DE HILO DIAMANTADO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corta distancias grandes. ➤ Espesores mayores a 2 m. ➤ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corta solo bloques de mármol. ➤ Ocupa gran espacio. ➤ Costo muy elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ NO APLICA ➤ Corte de bloques de mármol
CORTADORA DE MESA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cortes precisos. ➤ Ocupa poco espacio de instalación. ➤ Fácil operación. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corta solo distancias pequeñas. ➤ No realiza cortes angulados. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ NO APLICA. ➤ Corte de planchas muy pequeñas.

ANÁLISIS DEL MÉTODO.

El método a ejecutarse

Para realizar el proceso de corte del mármol es el método de cortadora de puente dado que a más de obtener un beneficio económico contribuimos a mejorar la productividad.

ANALISIS DEL MÉTODO A SER EJECUTADO

El presente proyecto se basó en el análisis del proceso de corte, tiempo de corte y precisión.

Se procedió a cortar comparar con diferentes modelos de máquinas cortadoras de puente diferentes características de corte de mármol capacidad de corte, potencia de motores para escoger un modelo de referencia.

Se debe tener en cuenta la distancia a cortar para posteriormente determinar la velocidad de corte.

En las siguientes tablas se puede visualizar el análisis de resultados, donde se tomó datos para tabularlos y posteriormente analizarlos especialmente el tiempo de corte.

PROCESO DE CORTE UTILIZANDO UNA MÁQUINA DE PUENTE.



Carrera máxima del disco	3900 mm
Desplazamiento transversal	3500 mm
Carrera vertical del disco	330 mm
Diametro del disco	1200 mm
Potencia motor del disco	15 kW / 20 HP
Potencia m	2.25 kW / 3 HP
Requerimiento de Agua	20 lts/min / 5 gal/min
otor mov. longitudinal	
Potencia motor mov. vertical	0.37 kW / 0.5 HP
Potencia motor mov. transversal	1.1 kW / 1.5 HP
Velocidad de corte	0-10 m/min
dimensiones del banco	3500 mm x 1700 mm
Dimensiones	6030 x 4500 x 3100
Peso neto	6500 kg

Cortadora de puente marca COCH

PROCEDENCIA: ARGENTINA

VALOR: 35000 DOLARES

Figura 31. Cortadora de puente COCH.

Fuente: COCH Argentina.

MAYA-625



Precio de todo el mundo \$33,000.- (24,300EUR)

No incluye los impuestos de importación o gastos de transporte local o instalación

Modelo	MAYA-625
Bastidor de acero	No es necesario construir paredes de concreto. Certificado de CE
Motor principal	Accionamiento directo - 10 HP (220V, trifásico, 60 Amp.) +/- 5% de regulación. 20 kW
Velocidad del motor	1450 RPM Velocidad variable de corte
Ritmo de producción	10 pies en granito de 3 cm (1 1/4"), en menos de 60 segundos
Espesor de corte	4"-7" (corte automatizado por computadora). Corte en etapas (dos direcciones)
Dimensiones generales	(largo x ancho x altura) 20 x 16 x 8.5 pies (6.5 x 5.5 x 2.6 m) 6t
Inclinación de hoja	<u>0-45°</u> (mecanismo hidráulico)
Tamaño de hoja	16" - 24"
Largo de corte	126" x 78"
Características	Guía láser, puente de fundición de acero, control remoto con cable. Control con microcomputadora, Enfriada por fluido hidráulico y agua Panel de control táctil LCD. Todas las partes de la máquina son importadas a China y estándar en todo el mundo. Repuestos disponibles en nuestro depósito de Los Angeles
Agua	Con parada automática. 4 Galones/min.
Transporte	El método de embalaje
Origen de fabricación	En China, bajo nuestro control y especificaciones
Modelo / S/N	2010

Figura 32. Cortadora de puente MAYA 625.

Fuente: www.marbleservices.com/Bridge.

NOMBRE: PUENTE DE PIEDRA DE CORTE DE LA MÁQUINA DE CORTE MACHINE STONE



B2B004 puente vio detalles de la máquina técnica:

Diámetro de la hoja de sierra circular: 350-500mm

Velocidad de rotación de la hoja de sierra circular: 2300 r / min, regulable

Mesa de trabajo (largo x ancho) 3200x1980 mm

Oblicuidad máxima de la mesa de trabajo 0-85

Ángulo de giro de la cabeza de marco 00-90

Ángulo de giro de la mesa de trabajo 0-360

Recorrido máximo de elevación de hoja de sierra 250 mm

Max tamaño de 3200x1900 mm de procesamiento

Espesor máximo de corte de 0-80 mm

Velocidad de viajar hacia la derecha o hacia la izquierda min 0-12 m /min

Velocidad de viajar hacia el frente o hacia atrás 0-8 m / min

Consumo de agua 2m³ / h

El poder de los principales motores de 11 kW

Equipo dimensión (largo x ancho x alto) 5600x2950x2180mm

4500kgs peso bruto

PROCEDENCIA ESPAÑOLA.

PRECIO 37000 DOLARES

Figura 33. Cortadora de puente MACHINE STONE.

Fuente: www.stonebtb.com.

ANÁLISIS COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE CORTADORA.

A continuación mediante la presentación de un cuadro comparativo,

CORTADORA DE PUENTE	TIPO	VELOCIDAD	PRECIO	POTENCIA
COCH	AUTOMATICA	10m/min	35000	20HP
MAYA 625	AUTOMATICA	3m/min	33000	10HP
Machine Stone	AUTOMATICA	12m/ min	37000	15HP

Los valores de velocidad son muy elevados debido a la potencia es muy alta.

El valor de la maquinaria es muy elevado además no se consideran precios de importación que elevaría más su costo.

La empresa no justificaría la adquisición de esta maquinaria ya que solo constituye una pequeña parte de la producción.

COMPARACIÓN DE TIPOS DE CORTADORAS

se puede visualizar el análisis de resultados utilizando una de las máquinas cortadoras de puente descritas, la que mas se asemeja a nuestros requerimientos es la cortadora de puente MAYA-625 de procedencia china con una velocidad de corte de 3m /min con este parámetro realizamos la comparación entre un trabajo de tipo manual y uno semiautomático.

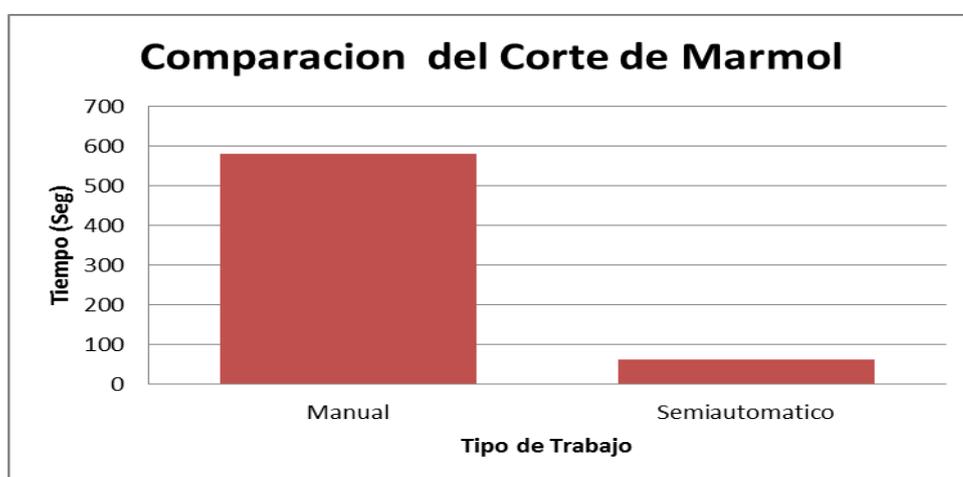


Figura 34. Comparación corte de mármol.

Fuente: Luis Guerrero.

	hora /mes	metro/hora	capacidad máxima metro/ mes	capacidad real metro/ mes
corte manual	240	18	540	108
cortadora puente	240	180	5400	1080

La capacidad máxima se halla suponiendo que la maquina nos entrega una máxima eficiencia y si la empresa solo se dedicara al corte del mármol nada mas.

Basándonos en que las operaciones de corte se utilizan un 20 % del tiempo destinado a la elaboración de acabados en mármol se determina la capacidad real de corte de la máquina.

EFICIENCIA INCORPORANDO UNA CORTADORA DE PUENTE

EFICIENCIA DE PROCESOS

1. – ACTIVIDADES Y TIEMPOS.

Tareas	Tiempo(seg)	Descripción	Previas
A	61.8	Montaje	
B	110	Corte	A
C	1690	Pulido	A,B
D	400	Acabado	A,B,C
∑ Tiempo	2261.8		

TIEMPO 37.7 min

Tiempo específico

$$\text{Tiempo específico} = \frac{\text{tiempo trabajado}}{\text{tiempo legal}}$$

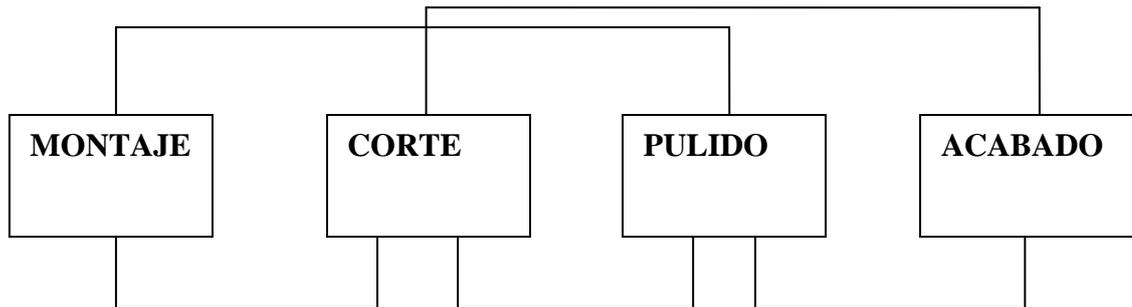
$$\text{Tiempo específico} = \frac{37.7\text{min}}{60\text{min}}$$

Tiempo específico = 0.63

2. -SECCIONES.

	Sección	Actividades
1	Montaje	Cargar planchas de mármol transportar mesa de corte descargar plancha en la mesa asegurar la plancha
2	Corte	cortar la plancha de mármol ubicar plancha zona de pulido
3	Pulido	Esmeril 60 Esmeril 120 Esmeril 800
4	Acabado	brillo y acabado

3.-DISTIBUCION FISICA DE LA PLANTA.



4.-CALCULO DEL FACTOR DE CARGA POR DISTANCIA.

Relación Sección	Dij	Lij	Dij - Lij
MO-CO	1	7	7
CO-PU	1	9	9
PU- AC	1	9	9
MO-PU	2	4	8
CO-AC	2	7	14

Σ 47

5.- TIEMPO DE CICLO

$$Ti = \frac{\text{tiempo trabajado/ dia}}{\text{ordenes/dia}}$$

$$Ti = \frac{8 \text{ horas /dia}}{25 \text{ ordenes /dia}}$$

$$Ti = 0.32$$

Numero mínimo de secciones

$$\text{numero mínimo de secciones} = \frac{\text{tiempo específico trabajado}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

$$\text{numero mínimo de secciones} = \frac{0.63}{0.32} = 1.96$$

Numero mínimo de secciones = 2 secciones

EFICIENCIA

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{tiempo específico}}{\text{numero secciones} * \text{tiempo ciclo}} * 100$$

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{0.63}{2 * 0.32} * 100$$

$$\text{EFICIENCIA} = 98\%$$

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Mediante la implementación de la cortadora de puente se reduce el tiempo de corte del mármol de una manera considerable como se observa en la figura 34, se lograría disminuir el tiempo de corte en un 80%, en las tablas anteriores se puede observar cómo se logra bajar el tiempo de corte al utilizar una maquina cortadora de puente . Esto influye directamente en el aumento de la eficiencia total del proceso de producción en un 20%. Entonces para la empresa Duramas CIA. LTDA. Al poseer una máquina que realiza las operaciones de corte una forma eficiente y eficaz, permite optimizar el trabajo de los obreros beneficiando directamente en la productividad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.3 CONCLUSIONES

Con el estudio se determino que la operación de corte de mármol es el cuello de botella del proceso de elaboración de acabados.

Que el método de corte manual nos limita a una distancia máxima la cual no supera los 50 centímetros de longitud lo que ocasiona que en distancias mayores este método de corte sea obsoleto.

Determinamos que al realizar los cortes con un método manual se requiere de una mayor fuerza productiva.

El tiempo empleado para realizar cortes de manera manual es mayor que al utilizar otro método.

Se logra incrementar la eficiencia en un 20% lo que directamente influye en un aumento de productividad.

5.4 RECOMENDACIONES

Proporcionar a los empleados de todo el equipo necesario para su seguridad dentro de su espacio de trabajo.

Proporcionar nuevas tecnologías para realizar el corte del mármol.

Utilizar adecuadamente la maquinaria proporcionada para realizar el corte del mármol.

Usar las debidas precauciones y seguridades proporcionadas para evitar accidentes.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Sabiéndose que en la empresa DURAMAS CÍA. LTDA., por las conclusiones anteriores cuenta con maquinaria manual para la realización de cortes en mármol; se decidió: DISEÑAR Y CONSTRUIR UNA CORTADORA DE PUENTE.

La implementación beneficiará a la empresa Duramas Cía. Ltda.; mejorando el tiempo de producción de acabados en mármol ahorrando tiempo y dinero a la Compañía.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

DURAMAS CIA. LTDA. Es una compañía dedicada a ofrecer soluciones en acabados de la construcción teniendo su agencia matriz y planta de producción en la ciudad de Cuenca. Empezó su funcionamiento hace varios años dedicados únicamente a la exportación y venta de alfombras. Pero al tener un reducido campo de aplicación a este tipo de acabados en sus múltiples viajes de importación de materiales ven la opción de importar algo más que solo alfombras teniendo en cuenta como una interesante opción la exportación y comercialización de mármol únicamente como materia prima, pero las creciente demanda de sus clientes y la necesidad del mercado que no sabían cómo trabajar este tipo de material adoptan un proceso de transformación de mármol bruto en acabados de construcción empezando únicamente con herramientas manuales y algunos operarios. La empresa logro una gran aceptación y éxito en el mercado.

DURAMAS CIA. LTDA. Se ve en la necesidad de ampliarse y ocupar un lugar en el mercado crea una agencia distribuidora en la ciudad de Quito. Aunque las distancias no fueron un obstáculo en su misión de expandirse decidieron abrir una sucursal en la ciudad de Ambato punto estratégico del comercio a nivel nacional ya que es el centro del país. Desde donde se abastece de acabados de construcción a ciudades como Latacunga, Chimborazo, Zona Oriental del país. Derivando a que la empresa tenga una gran cantidad de pedidos los mismos que se ven limitados por su rudimentaria maquinaria esto ocasiona la demora en el tiempo de entrega, por este motivo y debido al estudio realizado nos vemos en la necesidad de implementar un proceso de corte más eficiente. Como el escogido para esta propuesta.

6.3. JUSTIFICACIÓN.

El proceso de producción actual se lo realiza de manera manual y artesanal mediante el estudio observaremos diferentes puntos en donde se pueden hacer mejoras sustanciales para aumentar la productividad y la calidad del producto. Además una ventaja de los automatismos es que disminuye el esfuerzo físico frecuente y repetitivo de los operarios.

Con los datos obtenidos en el capítulo cuatro se llega a comprobar la necesidad de implementar un sistema mecánico para cortar planchas de mármol, siendo el más adecuado para los requerimientos de la empresa una cortadora de mármol tipo puente ya que su capacidad y eficiencia la hacen la más propicia en la empresa.

La implementación de la máquina cortadora de puente se justifica porque con ella se conseguirá reducir los costos y tiempos de producción, y la empresa no tendrá que pagar horas extras a los trabajadores para culminar la producción.

El hecho de tener la cortadora de puente en la línea de producción beneficia a la administración de DURAMAS CIA. LTDA. Puesto que con ella se logra reducir costos, ya que realizar la corrección de malos procesos de corte lleva días extras para culminar un lote. Con la implementación de esta cortadora de puente se

consigue terminar la producción en un tiempo menor con esto se logra satisfacer las necesidades de los clientes sin que estos tengan que esperar mucho tiempo.

6.4. OBJETIVOS

- 1.- Determinar los parámetros de diseño de todos los elementos constitutivos de la máquina para cortar mármol.
- 2.- Seleccionar el equipo básico para la construcción de la máquina cortadora de puente.
- 3.- Construir la máquina respetando las condiciones de diseño.
- 4.- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina para comprobar su rendimiento frente a la maquinaria existente

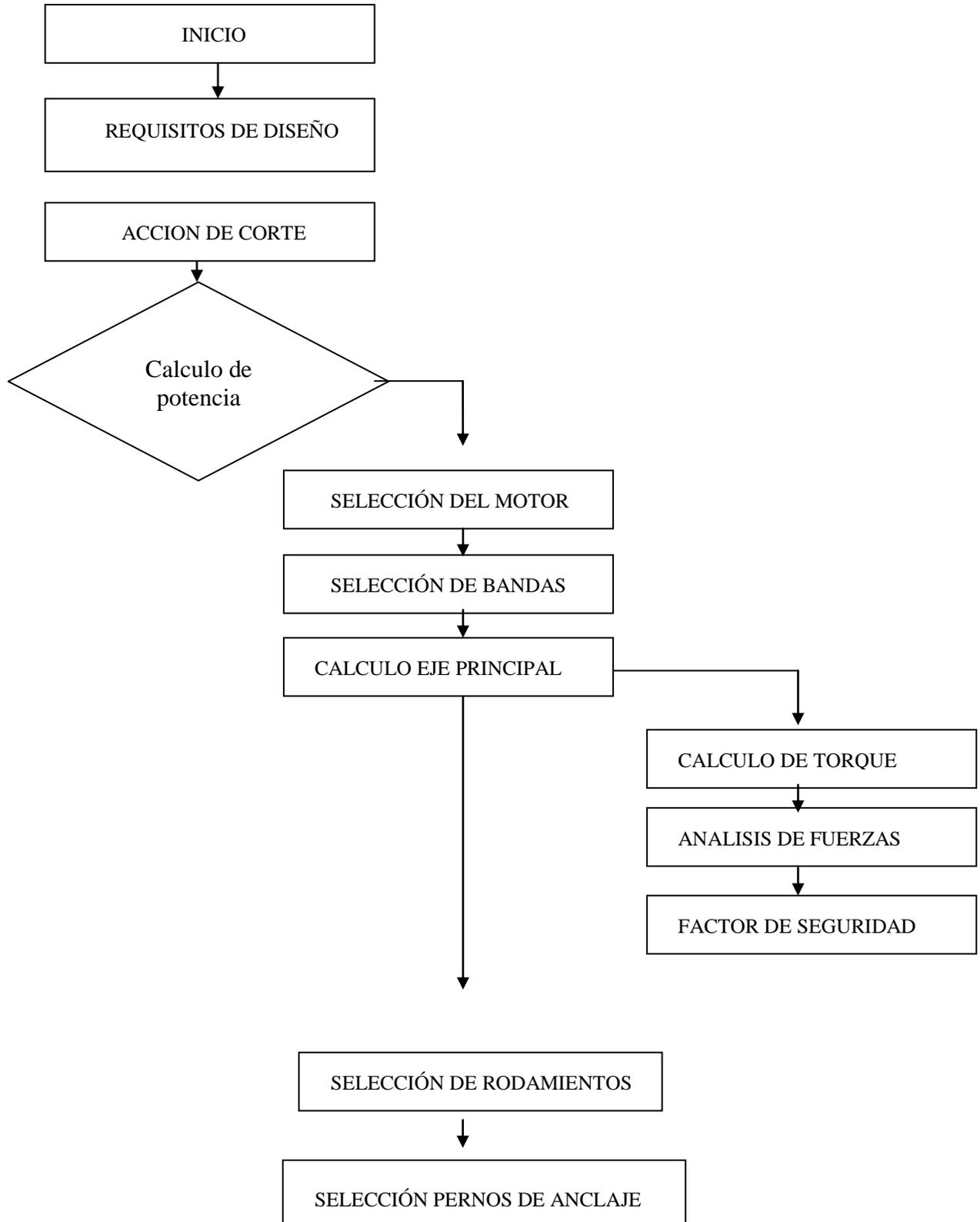
6.5 ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD.

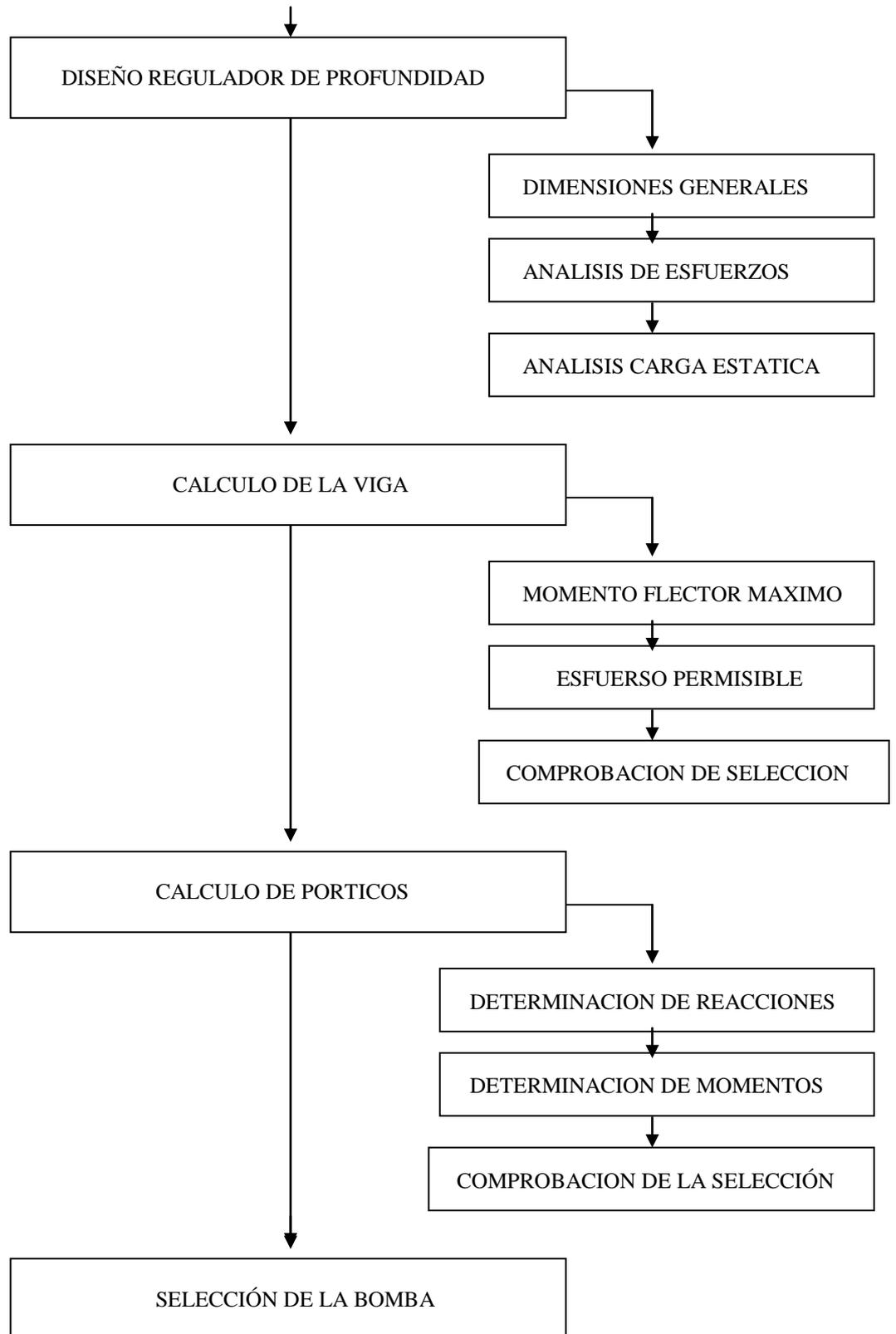
La implementación de este equipo es factible porque todos los materiales estructurales son convencionales y de fácil adquisición dentro de la ciudad. Además dentro de la ciudad podemos encontrar el personal necesario encargado para realizar trabajos de torneado, soldado, construcción de maquinaria.

Los equipos electrónicos como arrancadores, motores, necesarios para la fabricación del equipo se los puede conseguir dentro del país, incluso la empresa poseen la facilidad de solicitar equipos en otras ciudades.

6.6 FUNDAMENTACIÓN DE DISEÑO.

6.6.1 DIAGRAMA DE EJECUCION DISEÑO.





6.6.1 REQUISITOS BÁSICOS DE DISEÑO.

Debido a que para el diseño de una máquina cortadora se requiere conocer ciertas características como la velocidad de rotación, diámetro exterior e interior, ancho, material y número de dientes de la herramienta de corte (disco diamantado), además de la profundidad del material a cortar, la velocidad de avance de la máquina, la longitud máxima a cortar, la cantidad de pasadas y por supuesto el material que se va a cortar, se ha creído conveniente asemejar el trabajo de corte al del modelo de un proceso de ranurado en una máquina fresadora universal .

Tipo de servicio: Pesado

Criterio de diseño: Máxima eficiencia.

Unidades: Métricas

Materiales: Mercado Nacional

Horas de servicio por día: $hr = 8$ Horas

Tipo de máquina: Cortadora de mármol tipo puente

Tipo de Impulsor: Motor eléctrico

Velocidad máxima de rotación del disco: $\omega = 2870$ rpm (ANEXO2)

Diámetro exterior del disco: $D = 12$ in

$$D = 300\text{mm}$$

Diámetro interior del disco: $d = 1$ in

$$d = 25.4\text{ mm}$$

Ancho de corte (Espesor de disco): $b = 3$ mm

Material del disco: Acero Diamantado

Número de dientes del disco: $z = 36$

Profundidad de corte o pasada: $e = 28.2 \text{ mm}$

Velocidad de avance de la cortadora: $am = 250 \text{ cm/min}$

$$am = 2500 \text{ mm/min}$$

Resistencia específica del mármol $ks = 3.18 \text{ MPa}$.

Cantidad de pasadas: $m = 1$

ACCIÓN DE CORTE.

Al examinar el trabajo de los dientes del disco diamantado cuando realiza el corte del mármol, se produce el desgaste del grano debido a fuerzas que debemos determinar. A continuación se presenta un esquema de la acción de corte cuando existe un máximo contacto con la plancha de mármol

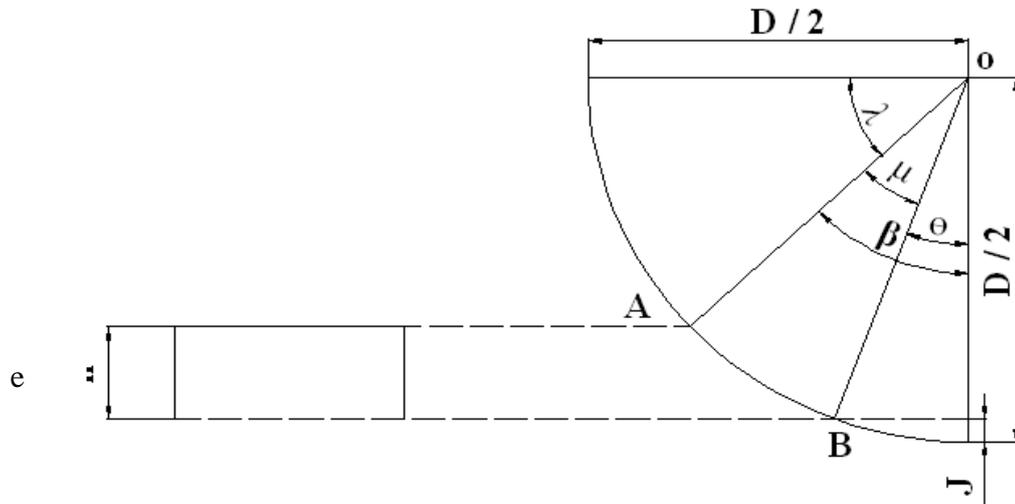


Figura 35 área de corte

Fuente: Luis Guerrero.

$$D = 300\text{mm}$$

$$J = 1\text{mm}$$

$$e = 20\text{mm}$$

$\mu =$ ángulo contacto

$\beta = \theta + \mu =$ ángulo

CALCULO DEL ANGULO θ .

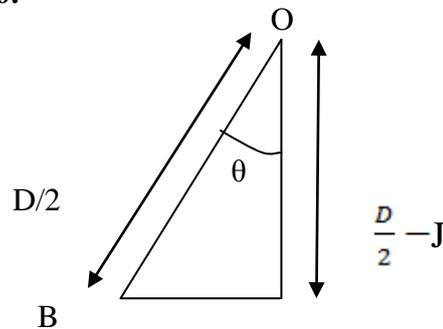


Figura 37 ángulo θ

Fuente: Luis Guerrero

$$\cos\theta = \frac{\frac{D}{2} - J}{\frac{D}{2}}$$

$$\theta = \text{Arcos} \frac{\frac{D}{2} - J}{\frac{D}{2}}$$

$$\theta = \text{Arcos} \frac{149}{150} \qquad \theta = 6.62^\circ$$

CALCULO DEL ANGULO β .

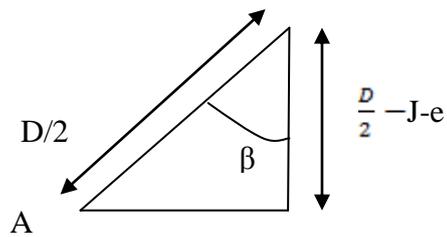


Figura 38. ángulo β
Fuente: Luis Guerrero

$$\cos\beta = \frac{\frac{D}{2} - J - e}{\frac{D}{2}}$$

$$\cos\beta = \frac{150 - 1 - 20}{150}$$

$$\cos\beta = \frac{129}{150}$$

$$\beta = 30.68^\circ$$

$$\mu = \beta - \theta$$

6.3

$$\mu = 30.68 - 6.62$$

$$\mu = 24.02^\circ$$

El paso angular entre dientes se calcula de la siguiente forma:

6.4

$$\varepsilon = \frac{360}{Z}$$

Z = Numero de dientes.

Z= 36 dientes (ANEXO1)

$$\varepsilon = \frac{360}{36}$$

$$\varepsilon = 10^\circ$$

Por lo tanto el arco AB.

6.5

$$Z_{ab} = \frac{\mu}{\varepsilon}$$

$$Z_{ab} = \frac{24.02}{10}$$

$$\mathbf{Z_{ab} = 2.402dientes}$$

CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA DE CORTE.

En el apartado anterior se dijo que los parámetros de funcionamiento de la cortadora se habían escogido haciendo un símil con la operación de fresado. A continuación se aclara las suposiciones que se realizó y se verá que no se está muy lejos de la realidad.

El disco diamantado que en este caso será la herramienta de corte, se puede asimilar a una fresa circular utilizada para efectuar ranuras estrechas y cortar piezas en fresado, por lo tanto el disco será una herramienta de filos múltiples. Ahora bien, en el trabajo de fresado, el movimiento principal de corte está a cargo de la herramienta. Esto es, la rotación con movimiento circular uniforme del disco diamantado de tal modo que sus filos cortantes (similar a los dientes en la fresa), adquieren una velocidad tangencial periférica adecuada para el corte del material (mármol en este caso) que se trabaja y el de la herramienta empleada para efectuar el corte.

Cada uno de los dientes, de la herramienta cortará, por lo general, una viruta en forma de cuña, como se aprecia en la figura 3.2.

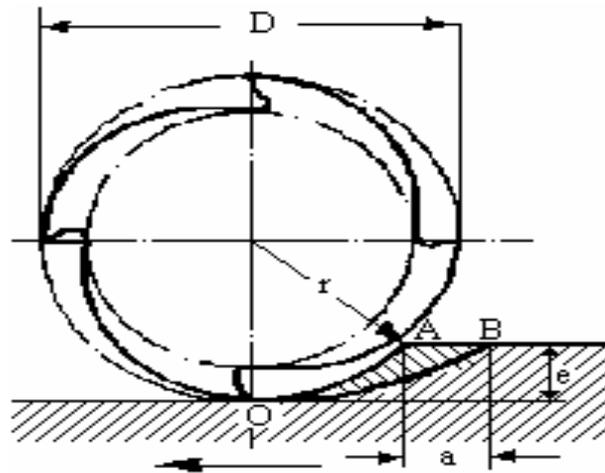


Figura 39. Forma de la viruta de corte en el fresado.

Fuente: FREYRE, Felipe F., Aplicaciones de Tecnología Mecánica,

Este espesor de material cortado dependerá, del ancho de corte. Se sabe que en la operación de fresado, el avance del carro porta pieza puede ser según se aprecia en la figura 6.19; a) De distinto sentido ó b) de igual sentido al del movimiento principal de corte " ω ". Los que se denominan respectivamente fresado corriente en contra dirección o contra avance y fresado paralelo o a favor de Avance.

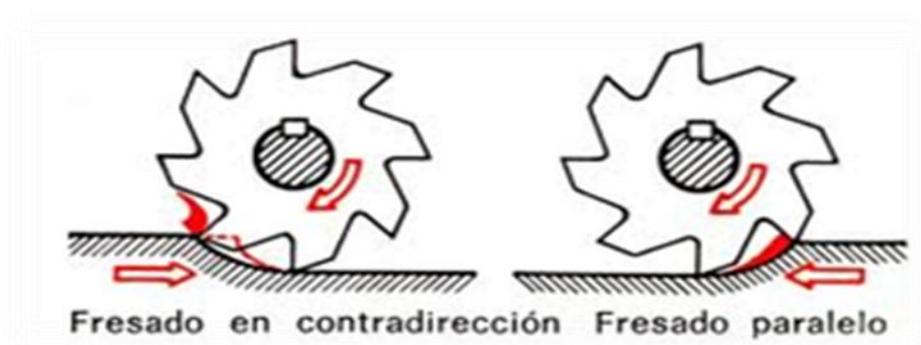


Figura 40. Avances en la operación de fresado.

Fuente: FREYRE, Felipe F., Aplicaciones de Tecnología Mecánica.

Por lo tanto el trabajo de corte, según lo indicado en la figura 6.20, es realizado por una fuerza periférica "Az" tangencial al disco, la cual debe vencer la resistencia ofrecida por el material sobre el diente. Además, aparece una fuerza radial "Ay", soportada por el eje porta disco. Como resultante de Az y Ay actúa la fuerza R sobre el eje porta disco, provocando un esfuerzo de flexión compuesto, tal como se aprecia en la figura.

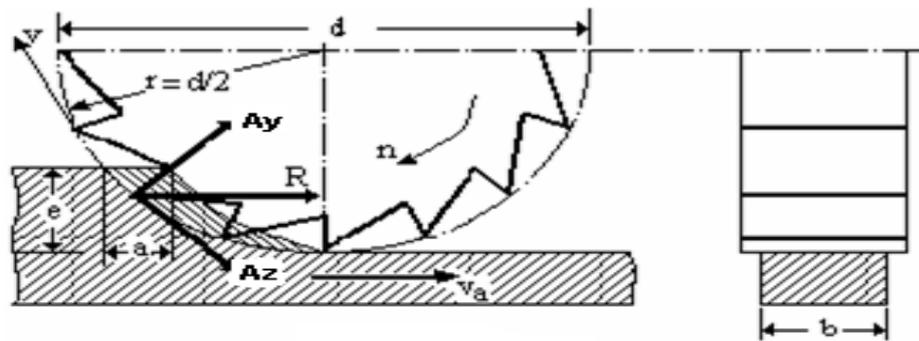


Figura 41 . Fuerzas de corte en el fresado.

Fuente: FREYRE, Felipe F., Aplicaciones de Tecnología Mecánica.

El trabajo de corte lo realiza la fuerza "Az", que actúa con la velocidad angular "ω" de corte del disco, para lo cual el disco tendrá dispuesto un sistema de transmisión solidario al motor.

La expresión que relaciona la velocidad de rotación " ω " del disco en [rad/s] y la velocidad de corte "v " en [m/s] es:

$$v = \frac{\omega * D}{2} \tag{6.5}$$

Donde:

v = Velocidad de corte tangencial [m/s]

ω = Velocidad de rotación del disco [rad/s]

D = Diámetro exterior del disco [m]

Por lo tanto la velocidad tangencial de corte de disco es:

$$v = 45 \text{ m/s}$$

La fuerza de corte del material se lo calcula de la siguiente expresión:

$$Az = K_s * Ac \tag{6.6}$$

Donde:

A_z = Fuerza de corte del material [N/m]

k_s = Resistencia específica del mármol [N/m²] (ANEXO2)

A_c = Área de corte [m²]

Avance por diente

$$s_z = \frac{am}{z \times \omega} \quad 6.7$$

Donde:

S_z = Avance por diente [mm]

am = Velocidad de avance [mm/min] (ANEXO3)

Z = Número de dientes

ω = Número de revoluciones [Rpm] (ANEXO4)

$$s_z = \frac{250}{36 \times 2870}$$
$$s_z = \mathbf{0.024m}$$

Para calcular el espesor medio de viruta (em), se utiliza la siguiente expresión:

$$em = s_z \sqrt{\frac{e}{D}} \quad 6.8$$

Donde:

D = Diámetro exterior del disco [mm]

$$em = 0.024 \sqrt{\frac{28.28}{300}}$$
$$em = \mathbf{0.0073m}$$

ÁREA DE CORTE.

El área de corte está determinada por el espesor medio de viruta (em) multiplicada por el espesor de corte del disco

$$Ac = em * b \quad 6.9$$

Donde:

Ac = Área de corte del disco [m]

em = Espesor medio de viruta [m]

b = Espesor del corte de disco [m]

$$Ac = (0.0073 * 0.003) \text{ m}$$

$$\mathbf{Ac = 2.19 \times 10^{-5} m}$$

Fuerza que venza la oposición al movimiento que ofrece el mármol.

$$Az = Ks * Ac$$

$$Az = (3.18 \times 10^6 \frac{N}{m^2}) \times (2.19 \times 10^{-5} m^2)$$

$$\mathbf{Az = 69.64N}$$

La potencia necesaria para efectuar el trabajo de corte está dada por la siguiente expresión:

$$\mathbf{P = Az \times r \times w} \quad 6.10$$

Donde:

P = potencia (Hp)

Az = Fuerza (N)

r = radio del disco corte (m)

$$P = 69.64 \times (0.15) m \times 300 \frac{rad}{s}$$

$$P = 3133.89W$$

$$\mathbf{P = 4.2HP}$$

Para determinar la potencia total requerida se divide para el rendimiento que el motor eléctrico tiene.

6.11

$$P_T = \frac{P}{n}$$

Considerando una eficiencia nominal de 90% (**ANEXO5**) para motores eléctricos se obtiene la potencia necesaria.

$$P_T = 4.67HP$$

Se requiere de un motor de 4.67 hp pero como en el mercado no existe motores con esta potencia se selecciona un motor 5HP.

SELECCION DEL MOTOR.

El tipo de motor seleccionado depende de factores como:

- Condiciones de trabajo.
- Potencia transmitida.
- Numero de revoluciones.
- Tipo de red eléctrica.

Para trabajar a velocidad continua el catalogo **WEG**. Indica un motor jaula de ardilla este tipo de motor se utiliza en ambientes húmedos y polvorientos.

El motor escogido es:

Motor monofasico.

Potencia: 5 HP.

Frecuencia: 60 Hz.

Voltaje: 220v.

Revoluciones: 3500rpm.

$$=366\text{rad/seg}$$

SELECCIÓN DE BANDAS.

Cálculo de la banda que permite el giro del disco diamantado en la máquina.

Para la selección de las bandas se considera un factor de servicio $F_s=1.2$ para maquinas donde existe la posibilidad de choques ligeros además como la fuente de potencia proporciona un par normal se considera este impacto debido a que la máquina estará trabajando las 8 horas al día .

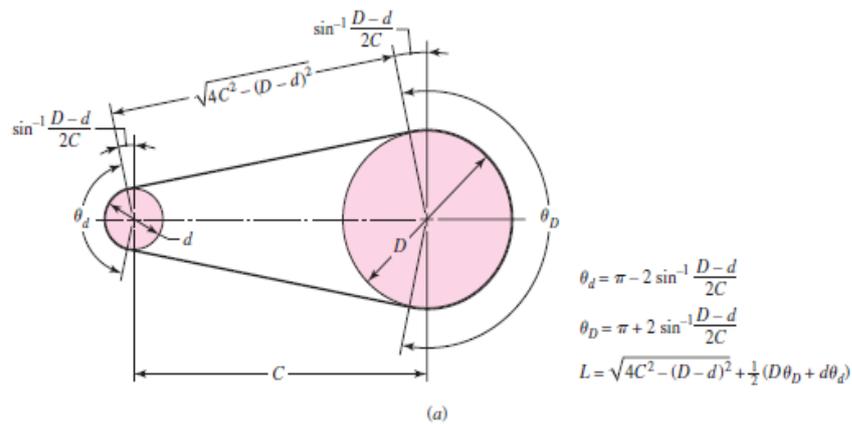


Figura 42. Esquema sistema de bandas.

Fuente: Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition

Se determina la potencia de diseño.

$$F_s = 1.2$$

$$P_d = F_s \times P_m$$

$$P_d = 1.2 \times 5$$

$$P_d = 6 \text{ Hp.}$$

P_d = potencia de diseño

P_m = potencia nominal

K_s = factor de servicio

6.12

Con una potencia de 6HP y 3500 RPM en el (ANEXO 6) se escoge una banda tipo A:

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

$$I = \frac{W_m}{W_d} = \frac{D_{pd}}{D_{pm}} \quad 6.13$$

I = Relación de transmisión.

W_m = velocidad angular de p Polea motriz.

W_d = velocidad angular de p Polea conducida.

D_{pm} = diámetro p Polea motriz.

D_{pd} = diámetro de conducida.

$$I = \frac{366 \text{ rad/seg}}{300 \text{ rad/seg}}$$

$$I = 1.22$$

DIMENSIONAMIENTO DE LAS POLEAS

Para el dimensionamiento de las poleas utilizamos el diámetro mínimo de poleas tipo A. (ANEXO7).

Diámetro mínimo para poleas tipo A = 3 pulgadas.

$$D_{pm} = 3 \text{ in}$$

$$I = \frac{D_{pm}}{D_{pd}} \quad 6.14$$

$$D_{pd} = I \times D_{pm}$$

$$D_{pd} = 3.66 \text{ in.}$$

DISTANCIA ENTRE CENTROS

El rango nominal entre distancias centrales debe ser:

$$D_{pd} < C < 3 (D_{pd} + D_{pm}) \quad 6.15$$

$$3.66 < C < 19.98$$

Para conservar espacio se hará la prueba con:

$$C = 10 \text{ in}$$

ÁNGULO DE CONTACTO

El ángulo de contacto se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\Phi_d = 2 \cos^{-1} \left(\frac{D-d}{2C} \right) \quad 6.16$$

Donde

Φ_d = ángulo de contacto

D = diámetro polea mayor

d = diámetro polea menor

C = distancia entre centros

$$\Phi_d = 176 \cdot 22^\circ$$

VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LA BANDA

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{\pi d n}{12} \quad 6.17$$

d = diámetro de la polea

n = revoluciones por minuto

$$V = 2748.9 \text{ pie}/\text{min}$$

LONGITUD DE LA BANDA

Se determina la longitud de paso mediante la ecuación:

$$L_p = 2C + 1.57(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad 6.18$$

$$L_p = 30.46 \text{ pulg}$$

Se determina la cantidad a sumarse es 1.3 (ANEXO 8), conociendo que es una banda de sección tipo A y mediante este cálculo se obtiene la longitud de la banda.

$$L = L_p - \text{Aumento de longitud} \quad 6.19$$

$$L = 29.16 \text{ pulg}$$

Del (ANEXO 9) se elige una banda **A31**

POTENCIA PERMITIDA POR BANDA

$$H_a = K_1 * K_2 * H_{tab} \quad 6.20$$

H_a =potencia permitida por banda

K_1 =factor de corrección del ángulo de cobertura

K_2 = factor de corrección de la longitud de la banda

Interpolando en la tabla del (ANEXO10) para:

3500rpm se tiene $H_{tab}=3.285 \text{ hp}$.

El ángulo de cobertura 176.22° . Del (ANEXO 11) tablas 17.13 y (ANEXO 12)

tablas 17.14 se evalúa el valor de K_1 y K_2 respectivamente; $K_1=0,89$ $K_2=1.1$

entonces la potencia transmitida por banda es:

$$H_a = 3.43 \text{ hp}$$

NÚMERO DE BANDAS

Se obtiene dividiendo la potencia de diseño para la potencia que permitida por banda.

$$Nb \geq \frac{H_d}{H_a} \quad 6.21$$

$$Nb \geq 2$$

Se necesita 2 bandas para la transmisión

TENSIÓN CENTRIFUGA

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2 \quad 6.22$$

$K_c=0.561$ (ANEXO 13) tabla 17.16

$$F_c = 4.239\text{ lbf}$$

Potencia permitida por banda se basa en $\Delta F = F_1 - F_2$ entonces se tiene;

$$\Delta F = \frac{63025 \left(\frac{H_a}{N_b} \right)}{n^{(d/2)}} \quad 6.23$$

$$\Delta F = 36.014\text{ lbf}$$

La tensión mayor está dada por:

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp f \phi}{\exp f \phi - 1} \quad 6.24$$

$$\exp f \phi = 1.536 * 3,1416$$

$$\exp f \phi = 4.828$$

$$F_1 = 4.239\text{ lbf} + 45.4\text{ lbf}$$

$$F_1 = 49.66\text{ lbf}$$

La tensión menor se obtiene mediante

$$F_2 = F_1 - \Delta F \quad 6.25$$

$$F_2 = 49.66\text{ lbf} - 36.014\text{ lbf}$$

$$F_2 = 13.64$$

FACTOR DE SEGURIDAD

6.26

$$n_{fs} = \frac{H_a * N_b}{H_{nom} * F_s}$$

$$n_{fs} = 1.12$$

ESQUEMA DEL EJE CON TODAS SUS CARGAS

Por lo tanto, el eje y todas las cargas que actúan sobre el se muestran en la figura.

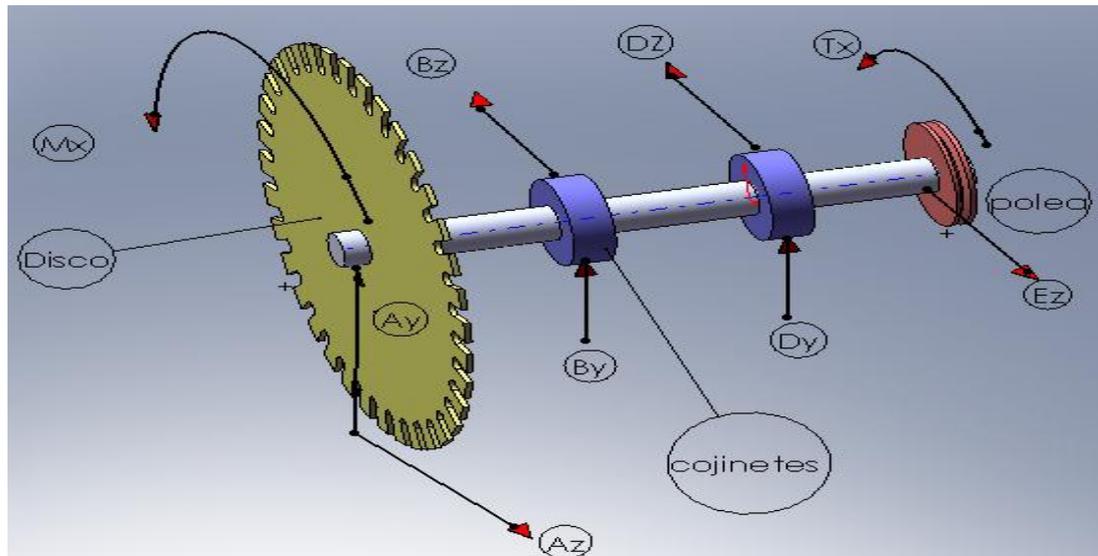


Figura 43. Esquema del eje con todas sus cargas.

Fuente: Autor

Para el diseño del eje se toma en cuenta que, debido al momento que genera la fuerza de corte " A_z ", la flexión compuesta que se ejerce sobre este debido a la actuación conjunta de la fuerza radial " A_y " y la fuerza de corte " A_z ", además del torque que genera la potencia y frecuencia del motor, existe una combinación de esfuerzos. Entonces, el criterio para el diseño del eje es el siguiente: con las fuerzas actuantes sobre dicho eje se debe calcular el diámetro mínimo que soportaría a estas fuerzas.

CÁLCULO DE LA FUERZA RADIAL DEBIDO AL CORTE DEL MATERIAL.

El cálculo de la fuerza radial " A_y " se lo hace a través de la utilización del ángulo de incidencia " β " que tendría el disco al cortar el material y con la ayuda de la geometría elemental. En la figura, se puede observar la disposición del ángulo de incidencia y las fuerzas que actúan en el momento del corte.

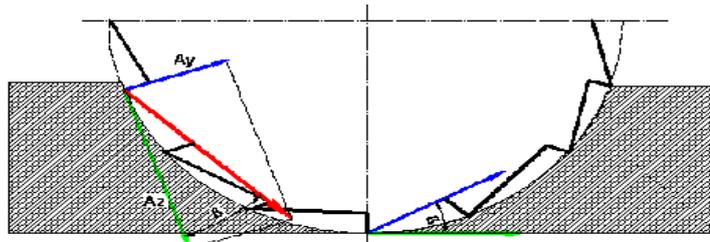


Figura 44. Fuerzas que actúan en el momento de corte del material.

Fuente: FREYRE, Felipe F., Aplicaciones de Tecnología Mecánica.

El ángulo de incidencia " β " es aquel, que evita el rozamiento del dorso del filo contra la superficie de trabajo y como consecuencia, disminuye la resistencia al movimiento y el calor reducido por el roce. Su valor oscila entre 3 y 6° para materiales duros, fundición y aceros duros. En este caso se utilizará para el mármol un valor de 6°.

$$\beta = 6$$

$$A_y = A_z \tan \beta \tag{6.26}$$

Por lo tanto la fuerza radial producida por el corte del material es:

$$A_y = 7.31N$$

CÁLCULO DEL TORQUE DEBIDO A LA ROTACIÓN DEL EJE.

El torque que se genera debido a la potencia del motor y las revoluciones a la cual gira el eje, se calcula con la siguiente expresión:

$$T_x = \frac{P_{nominal} \times 746}{\omega} \tag{6.27}$$

Por lo tanto el torque que se genera debido a la potencia del motor es:

$$T_x = \frac{5 \times 746}{300}$$

$$T_x = 12.43Nm$$

CÁLCULO DE LA FUERZA DE FLEXIÓN EN EJE EN LA UBICACIÓN DE LA POLEA.

Para determinar la fuerza "Ez", fuerza de flexión en el eje que soporta en la polea, se procede de la siguiente forma. El aspecto general del sistema impulsor mediante una banda en V, es que ambos lados de la banda en forma de V se encuentran a tensión. La tensión en el lado tenso, "F1", es de mayor magnitud que la tensión en el lado flojo "F2", por consiguiente existe una fuerza neta de impulso en las poleas.

Sin embargo, la fuerza de flexión en el eje que soporta a la polea acanalada depende de la suma $F1+F2=Fb=Ez$. para ser más exactos en este punto, deben utilizarse las componentes de F1 y F2 paralelos a la línea de centros.

$$Ez=F1+F2. \quad 6.28$$

Donde:

Ez= fuerza de flexión en el eje.

F1 = Fuerza en lado tenso.

F2= Fuerza en el lado flojo

$$Ez= (49.66+13.64) \text{ lbf}$$

$$Ez= 63.3 \text{ lb}$$

$$Ez = (63.3 \times 4.4)$$

$$Ez = (278.52)$$

$$\mathbf{Ez=278.52N}$$

**ANÁLISIS DE FUERZAS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES
PLANO XY.**

En la figura se muestra la disposición de las fuerzas que actúan en el eje en el plano XY:

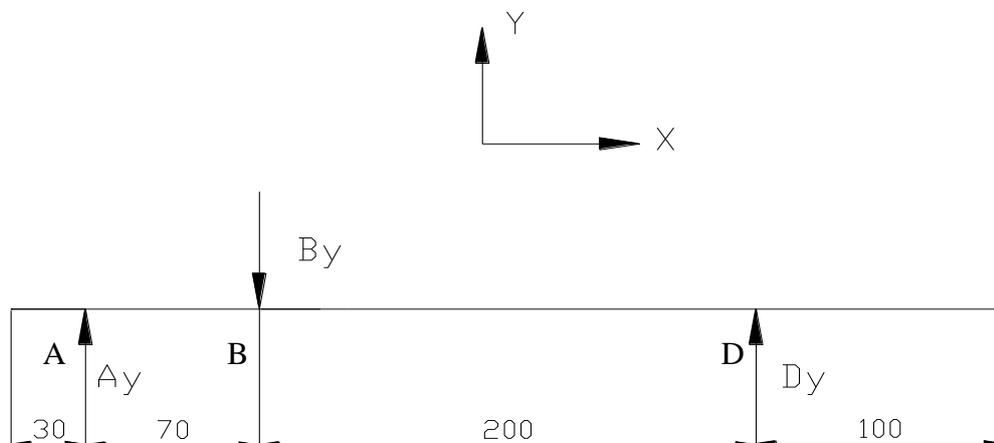


Figura 45. Disposición de fuerzas plano XY.

Fuente: Autor.

$$\Sigma MD=0$$

6.29

$$L_{BD} \times By - (L_{AB} + L_{BD}) \times Ay = 0$$

$$By = \frac{(L_{AB} + L_{BD}) \times Ay}{L_{BD}}$$

$$By = 9.87N$$

Reacción en el cojinete B

$$\Sigma Fy=0$$

$$Dy = By - Ay$$

6.30

$$Dy = 2.57 N$$

Reacción en el cojinete D

DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES.

En la figura, se muestra el Diagrama de Fuerzas Cortantes.

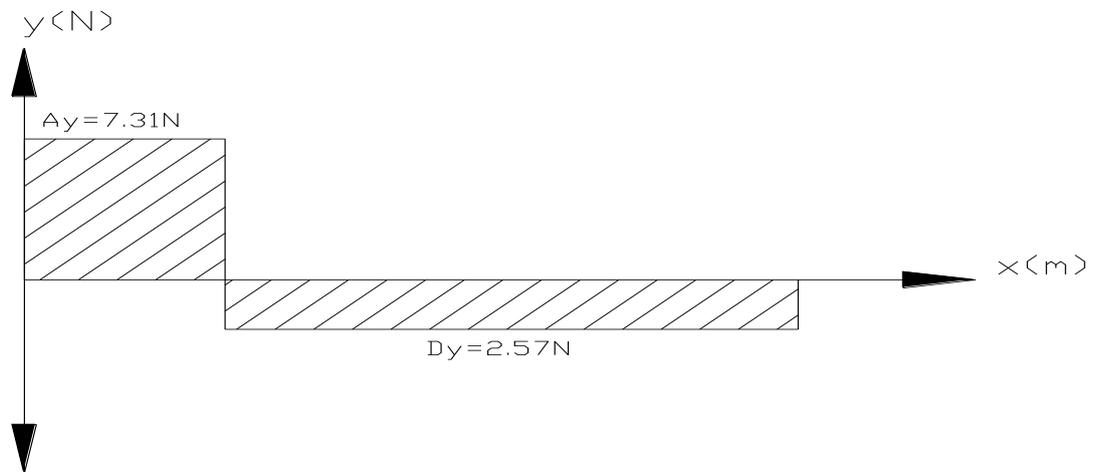


Figura 46. Diagrama de fuerza cortante plano XY.

Fuente: Autor.

DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES.

En la figura, se muestra el Diagrama de Momentos flectores. Por lo tanto el momento máximo se lo calcula así:

$$M_{max1} = A_y \times L_{AB} \quad 6.31$$

$$M_{max1} = 0.511 \text{ Nm}$$

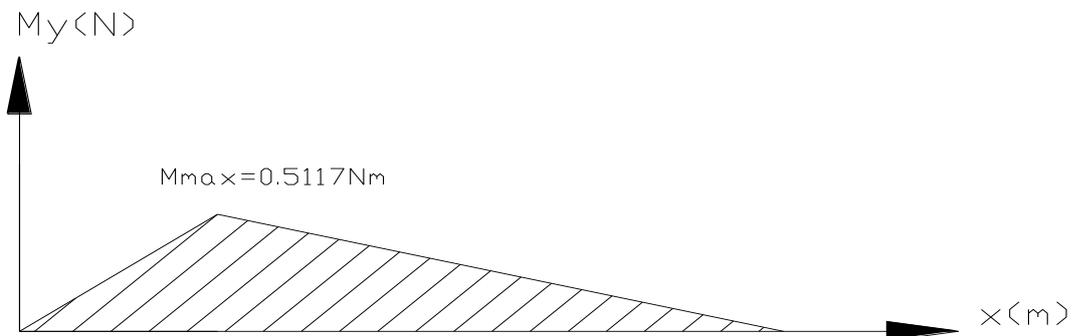


Figura 47. Diagrama de momentos flectores plano XY.

Fuente: Autor.

**ANÁLISIS DE FUERZAS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES
PLANO XZ.**

La disposición de fuerzas en la flecha en el plano XZ se indica en la figura.

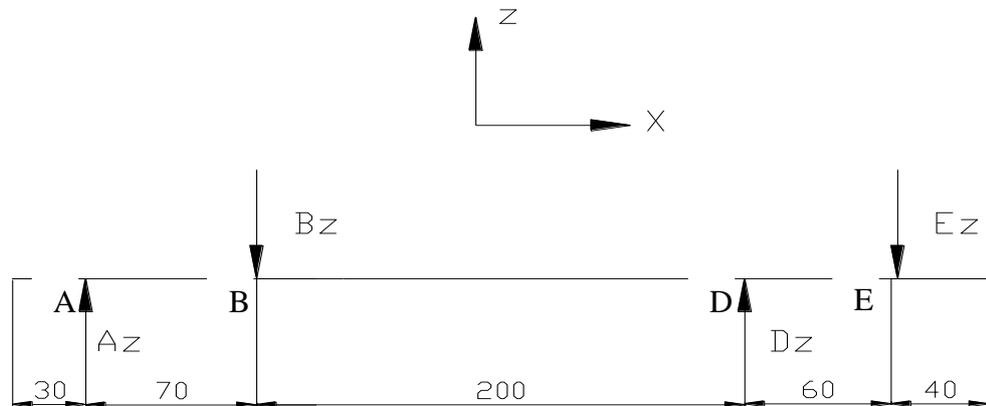


Figura 48. Disposición de fuerzas en el plano XZ.

Fuente: Autor.

$$\Sigma MD=0$$

$$-L_{BD} \times Bz + (L_{AB} + L_{BD}) \times Az + Ez \times L_{DE} = 0 \quad 6.32$$

$$Bz = \frac{(L_{AB} + L_{BD}) \times Az + (Ez \times L_{DE})}{L_{BD}}$$

$$Bz = 177.57N$$

$$\Sigma Fz=0$$

$$Dz = Bz + Ez - Az \quad 6.33$$

$$Dz = 368.45N$$

DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES

En la figura, se muestra el Diagrama de Fuerzas Cortantes.

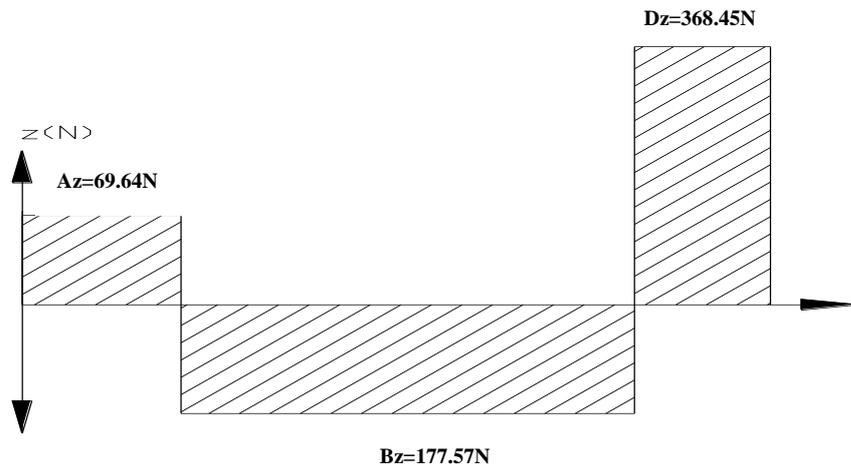


Figura 49. Diagrama de fuerza cortante plano XZ.

Fuente: Autor.

DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES.

En la figura, se muestra el Diagrama de Momentos Flectores.

$$M_{z1} = Az \times L_{AB} \quad 6.33$$

$$M_{z1} = 4.874 \text{ Nm}$$

6.34

$$M_{max2} = M_{z1} + L_{BD} \times (Az - Bz)$$

$$M_{max2} = -21.59 \text{ Nm}$$

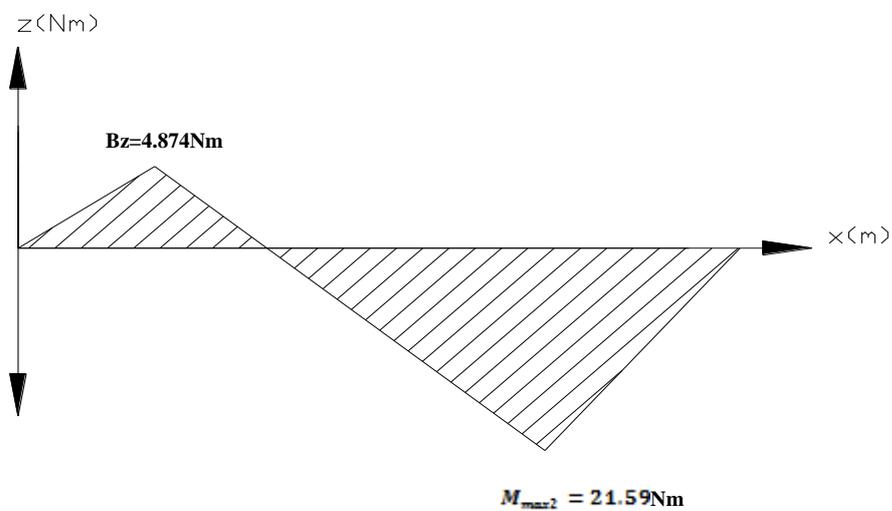


Figura 50. Diagrama de momentos flectores plano XZ.

Fuente: Autor.

INGRESO DE LOS DATOS DEL MATERIAL.

El material escogido para la construcción del eje es un acero AISI 1018 es que se lo puede encontrar en el mercado nacional; Este acero es bonificado con aleación cromo - molibdeno de alta resistencia a la tracción y torsión, el bonificado mencionado lo hace aplicable en la mayoría de los casos sin necesidad de un tratamiento térmico.

Acero E920. (ANEXO 14)

$S_{ut} = 470$ MPa Resistencia a la tensión

$S_y = 235$ MPa Resistencia a la fluencia

$\epsilon = 12$ % Alargamiento (Material Dúctil)

CÁLCULO DE ESFUERZOS.

ESFUERZO CORTANTE.

El esfuerzo cortante se lo determina de la siguiente manera:

$$\tau = \frac{T_x}{J} \quad 6.35$$

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad 6.36$$

Remplazando en la ecuación se obtiene:

$$\tau = \frac{32T_x}{\pi d^4} \quad 6.37$$

Donde

$T_x = 12.73$ Nm

$d = 0.0254$ m

El esfuerzo cortante es de:

$$\tau = 3.958 \text{ MPa}$$

ESFUERZO FLECTOR.

El esfuerzo flector de lo determina de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{MC}{I} \quad 6.38$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad 6.39$$

Remplazando en la ecuación se obtiene:

$$\sigma = \frac{64MmaxC}{\pi d^4}$$

El momento máximo se lo calculo sumando los momentos máximos tanto del xy como del x-z.

$$Mmax = \sqrt{Mmax(xy)^2 + Mmax(xz)^2} \quad 6.40$$

$$Mmax = 12.081Nm$$

El esfuerzo flector es de:

$$\sigma = 7.55 MPa.$$

CÍRCULO DE MOHR

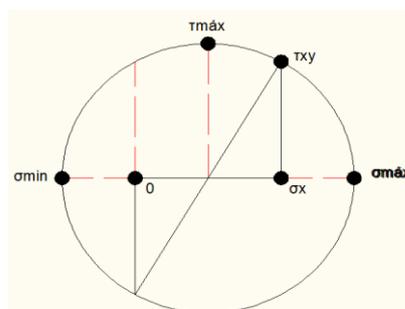


Figura 50. Diagrama de círculo de mohr

Fuente: Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition

$$\sigma_x = 7.55 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = 3.98 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad 6.41$$

$$\sigma_{1,2} = 3.775 \pm \sqrt{(7.55)^2 + (3.98)^2}$$

$$\sigma_1 = \sigma_{\text{máx}} = 12.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \sigma_{\text{mín}} = -4.75 \text{ MPa}$$

FACTOR DE SEGURIDA DEL CÍRCULO DE MOHR.

Del círculo de Mohr se obtiene los esfuerzos máximos que actúan sobre el eje y de los compara con el límite de fluencia y límite de tracción del material para así obtener un valor del factor de seguridad.

$$n_1 = \frac{S_y}{2\tau_{\text{max}}} \quad 6.42$$

$$n_1 = 29.7$$

$$n_1 = \frac{S_{ut}}{\sigma_{\text{max}}} \quad 6.43$$

$$n_1 = 31.1$$

RESISTENCIA A LA FATIGA (SE).

Mediante estos cálculos se encontrará los factores de modificación, para determinar la resistencia a la fatiga del material mediante la siguiente ecuación:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S_e' \quad 6.44$$

Donde:

S_e = Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

k_a = Factor de superficie

k_b = factor de tamaño

k_c = factor de confiabilidad

k_d = factor de temperatura

k_e = factor de concentración de esfuerzos

k_f = factor de efectos diversos

S_e' = límite de resistencia a la fatiga de la muestra de viga giratoria.

El valor de resistencia a la fatiga de la viga (S_e') se determina mediante:

$$S_e' = 0,5 * S_{ut} \quad 6.45$$

$$S_e' = 539 \text{MPa}$$

El factor de superficie k_a es evaluado para condiciones de maquinado y los valores de

$a=4.51$ y $b= -0,265$.

$$k_a = a S_{ut}^b \quad 6.46$$

$$k_a = 0,71$$

El factor de tamaño se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$K_b = 0.869 d^{-0.097}$$

Cuando;

$$0.3 \text{plg} \leq d \leq 10 \text{plg}$$

$$k_b = 0.8$$

Factor de confiabilidad de 50% entonces el $k_c = 1$

El eje trabajará bajo condiciones ambientales y el factor de temperatura $k_d = 1$

El factor de concentración de esfuerzos k_e se considera igual a 1.

El factor de efectos diversos $k_f=1$, considerando una geometría sencilla y se considera nulos los efectos.

Conocidos los factores se evalúa la resistencia a la fatiga S_e . Reemplazando en la ecuación 6.44.

$$S_e = 0,71 * 0,8 * 1 * 1 * 1 * 1 * 235$$

$$S_e = 133.48 \text{ MPa}$$

Se determina el factor de seguridad para lo cual se emplean la ecuación:

$$n = \frac{S_e}{\sigma_x} \tag{6.47}$$

$$n = \frac{133.48 \text{ MPa}}{7.55 \text{ MPa}}$$

$$n = 17.67$$

SELECCIÓN DE COJINETES.

Para seleccionar los cojinetes se calcula las reacciones resultantes en cada uno de los puntos:

Fuerzas radiales que actúen en el rodamiento B.

$$B_y = 9.87 \text{ N}$$

$$B_z = 154.37 \text{ N}$$

Fuerzas radiales que actúan en el rodamiento D.

$$D_y = 2.57 \text{ N}$$

$$D_z = 285.81 \text{ N}$$

Con la ecuación se calcula la fuerza resultante.

$$B = \sqrt{B_y^2 + B_z^2} \tag{6.48}$$

$$F_{Br} = 154.68 \text{ N}$$

Fuerzas radiales resultantes en el rodamiento D.

Con la ecuación 22 se calcula la fuerza resultante.

$$D = \sqrt{D_y^2 + D_z^2} \tag{6.49}$$

$$F_{Dr} = 285.82 \text{ N}$$

Para la selección de los rodamientos, se debe considerar la fuerza resultante mayor.

Por lo tanto la fuerza de selección de los cojinetes es:

$$F_{seleccion} = F_{Dr}$$

$$F_{seleccion} = 285.82 \text{ N}$$

$$\mathbf{F_{Dr} = 285.82 \text{ N}}$$

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA DEL RODAMIENTO.

En vista de que la mayor resultante de las fuerzas en los apoyos se encuentra en el punto D, se trabaja con la misma fuerza, ya que si el rodamiento D cumple para dicha resultante, también cumplirá para la otra de menor valor (cojinete B). Para el cálculo de la capacidad de carga dinámica del rodamiento, primero se establece los ciclos de trabajo al cual va estar sometido dicho elemento.

La carga dinámica equivalente "Co" será igual a la fuerza radial resultante de cada rodamiento. Con estos valores y tomando en cuenta los factores que influyen en la vida del rodamiento como: Tipo de lubricación, ajustes y confiabilidad se procede a calcular la capacidad de carga dinámica.

Considérese:

Rodamiento B y D tendrán el mismo diámetro interior se escoge la fuerza para su selección $F_{Dr} = 285.82N$:

Datos:

Diámetro = $d = 0.0254$ m

$L_{10} = 30000$ h

$n = 3500$ rpm

Los cojinetes serán de carga radial.

Se selecciona el cojinete para la carga mayor ya que los dos serán del mismo tamaño.

Entonces: $F_r = F_{Dr} = 285.82N$

$$P = x \times F_r + y \times F_a \quad x=1$$

$$P = 285.82N$$

$$C = F_r \left(\frac{L_{10} H}{\sqrt[3]{33}} \times \frac{n}{500} \right) \times \frac{1}{0.21}$$

6.50

$$C = 258.82 \left(\frac{30000}{\sqrt[3]{33}} \times \frac{2870}{500} \right)^{1/3} \times \frac{1}{0.21}$$

$$C = 46494.23N$$

$$\frac{C}{P} \rightarrow n = 3500 \text{ y } L_{10} = 30000h$$

$$\frac{C}{P} = 173.79 \quad C = 26.75 \times P$$

.

$$C = 3120N$$

6.51

Catálogo: (Anexo) .SKF Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos sin jaula llenos de rodillos)

SERIE NGJ: 2305 VH

D = 62 mm; B = 24 mm; C = 68200 N; Co = 45000 N.

Comprobación a carga estática.

$$P_o = 0.6 \times Fr + 0.5Fa$$

$$P_o = 171.49N$$

$$P_o < Fr$$

$$P_o = Fr$$

6.52

$$f_s = \frac{C_o}{P_o}$$

$$C_o = 1.2 \times P_o$$

$$C_o = 205.79N$$

$$C_{req} < C_o \quad OK.$$

6.53

SELECCIÓN DE COJINETES ELE DEL PIÑÓN

SELECCIÓN DE COJINETES

.Para la selección de los cojinetes tenemos como datos la reacción que se opone al movimiento, provocada por la fuerza de corte Az. Los cojinetes irán acoplados sobre un eje de 25mm de diámetro.

L10 = 30000 h (horas de servicio)

Los cojinetes serán rígidos de bolas

El valor de C/P se obtiene del **ANEXO 15**

C= capacidad de carga dinámica

P= Carga a soportar = Az =69.64N

$$\frac{C}{P} = 3.47$$

$$C = 3.47 \times P$$

$$C = 241.65 \text{ N}$$

Del catálogo SKF para Rodamientos lineales de bolas se selecciona un rodamiento de la serie 61805. Del cual se obtienen los siguientes datos:

D = 37mm; B = 7mm; C = 3120N; Co = 1960N.

Comprobación a carga estática P_o :

$$P_o = 69.64N$$

$$f_s = \frac{C_o}{P_o}$$

Donde:

f_s =factor de esfuerzos estáticos

C_o = capacidad de carga estática

P_o = carga estática equivalente

$$f_s = 1.25$$

$$C_o = 1,25 \times 69.64N$$

$$C_o = 87.05N$$

$$C_{oreq} < C_o$$

$$87.05 < 1960 \quad \text{ok}$$

Una vez seleccionado el rodamiento es mucho más fácil seleccionar las chumaceras porque estas se las puede encontrar según las necesidades que tengamos en nuestra máquina.

SELECCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE.

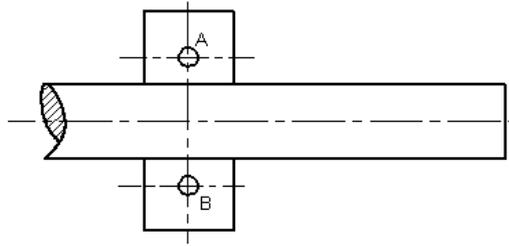


Figura 51. Diagrama Montaje De Los Pernos

Fuente: Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition

Para la selección de los pernos de anclaje se toma en cuenta la mayor carga $R_D = 285.82N$ que soportan los pernos, estos quedaran sujetos a un perfil de $l=2$ pulgadas entonces de la tabla A-31 del anexo se determina el espesor de la tuerca 10.8 al mismo se añadirá dos arandelas cuyo espesor es 2.80mm anexo (tabla A-32).

Se evalúa la longitud de agarre: los datos encontrados se realiza en base a u 6.54
M12.

$$L = 5,08 + 10,8 + (2 * 2,80) = 67,2 \text{ mm}$$

Del anexo tabla A-17 se obtiene un perno fraccionario es $L=80\text{mm}$

Longitud de la rosca de tornillo se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$L_T = \{2d + 6\}; \quad L \leq 125 \quad 6.55$$

$$L_T = 30\text{mm}$$

Longitud no roscada $l_d = L - L_T$ 6.56

$$l_d = 50\text{mm}$$

Longitud roscada en el agarre: $l_t = l - l_d$ 6.57

$$l_t = 0,8\text{mm}$$

Del anexo tabla 8.2 se tiene el área transversal $A_t = 84,3mm^2$

Área del diámetro mayor es: $A_d = \pi * d^2 / 4 = 113,09mm^2$

Rigidez del perno es:

$$k_b = \frac{A_d A_t E}{A_d l_t + A_t l_d} \quad 6.58$$
$$k_b = \frac{113,09 * 84,3 * 4740,07}{113,09 * 0,8 + 84,3 * 50}$$
$$k_b = 10495,8 \text{ N/mm}$$

Del anexo para acero se usa un $E=20000 \text{ N/mm}^2$ la rigidez de los elementos es:

$$k_m = \frac{0,5774 * \pi E d}{2 \ln \left(5 \frac{0,5774 l + 0,5 d}{0,5774 l + 2,5 d} \right)} \quad 6.59$$

$$k_m = 19950,3 \text{ N/mm}$$

$$\text{Constante de rigidez: } C = \frac{k_b}{k_b + k_m} \quad 6.60$$

$$C = 0,344$$

Precarga recomendada se obtiene del anexo 26 $S_p = 225MPa$

6.61

$$F_i = 0,75 * A_t * S_p$$

$$F_i = 14,22kN$$

Se evalúa el factor de seguridad se utilizara dos pernos para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$n = \frac{S_p A_t - F_i}{C * (P/N)} \quad 6.62$$

$$n = 6,86$$

DISEÑO DE LA ROSCA DEL SUJETADOR DEL REGULADOR DE PROFUNDIDAD.

Unir es uno de los problemas básicos en ingeniería, las piezas básicas siempre se integran formando piezas más complejas. Un conjunto de piezas desmontables, son aquellas que deben desmontarse para efectos de mantenimiento o traslados utilizan elementos roscados, chavetas, pasadores y elementos elásticos. Ahora bien, el diseño más antiguo de una rosca se basa en una hélice cilíndrica o cónica y un filete triangular, trapezoidal o redondo que se fabrica tanto en el eje como en el agujero que se pretende unir, tal como se aprecia en la figura.

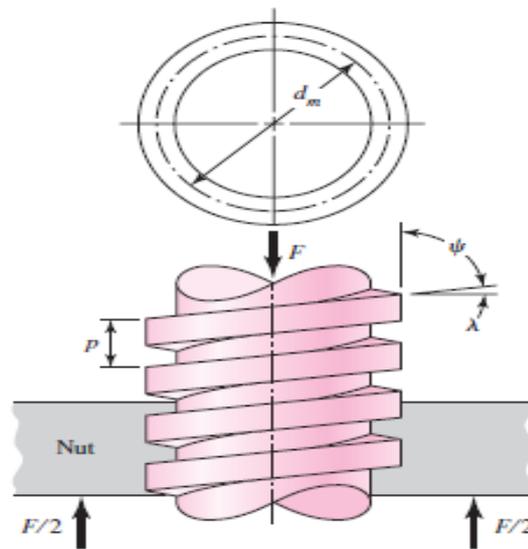


Figura 52. Tornillo sin fin.

Fuente: Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition

DIMENSIONES GENERALES DEL TORNILLO SINFIN.

Largo: $L = 320\text{mm}$ (12.6")

Diámetro: $d_m = 38.1\text{mm}$ (1.5")

Paso axial p

$$p = \frac{1}{h_{pp}}$$

De tablas **hpp** (hilos por pulgada) con el diámetro (dm) se concluye:

$$Dm = 1.5 \longrightarrow hpp = 4$$

$$p = \frac{1}{4}$$

$$p = 0.25$$

Avance l

$$l = N \times p$$

6.63

De donde:

Número de entradas $N = 1$

$$l = 1 \times 0.25$$

$$l = 0.25$$

Angulo de avance λ

6.64

$$tg\lambda = \frac{N \times p}{\pi \times Dm}$$

$$tg\lambda = \frac{1 \times 0.25}{\pi \times 1.5}$$

$$tg\lambda = 0.053$$

$$\lambda = 3.03^\circ$$

Angulo de presión $\varphi_n = 14.5^\circ$

ANALISIS DE ESFUERZOS COMO TORNILLO DE POTENCIA.

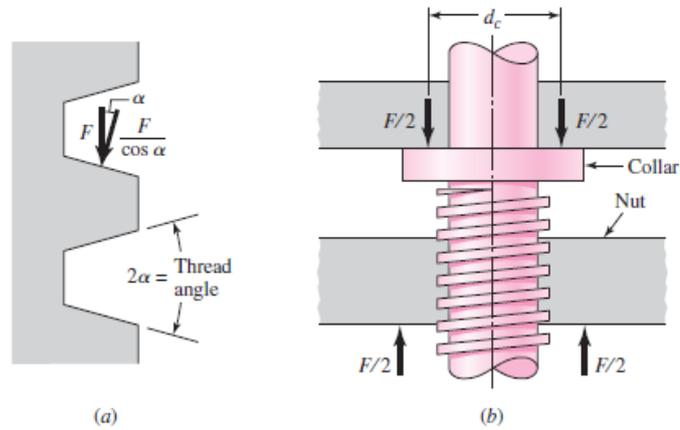


Figura 53. Tornillo sin fin.
Fuente: Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition

$$dm = d - \frac{p}{2}$$

6.65

$$dm = 1.5 - \left(\frac{0.25}{2}\right)$$

$$dm = 1.375plg$$

$$dm = 35mm$$

El momento de torsión necesaria para levantar la carga se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$T = \frac{Fdm}{2} \left(\frac{l + \pi f dm}{\pi dm - fl} \right) + \frac{Ff dc}{2}$$

6.66

Donde:

f = coeficiente de fricción .

dc = diametro de contacto de collarin

dm = diametro medio

f = 0.15 anexo

dc = 2.5plg = 63.5 mm

$$T = \frac{686.7 \times 35}{2} \left(\frac{0.635 + \pi 0.15 \times 35}{\pi 35 - 0.15 \times 0.635} \right) + \frac{686.7 \times 0.15 \times 63.5}{2}$$

$$T = (1873.61 + 3270) \text{ Nmm}$$

$$T = 5.14 \text{ Nm}$$

Análisis de esfuerzos.

Selección del material.

Seleccionamos un acero AISI 1018.

Cuyas propiedades son:

Sut: 393 MPa

Sy: 296 MPa ANEXO14

Realizamos el análisis como una barra sometida a tracción.

Esfuerzo al que está sometido el mecanismo.

$$W = 18 \text{ Kg} \tag{6.67}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{6.68}$$

$$A = \pi \times r^2 \tag{6.68}$$

$$A = \pi \times 0.01905^2$$

$$A = 1.14 \times 10^{-3} \tag{6.69}$$

$$F = W$$

$$F = 18 \text{ Kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 176.58 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{176.58 \text{ N}}{1.14 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 154894.73 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 154.89 \text{ KPa}$$

ANÁLISIS POR FATIGA POR CARGA ESTÁTICA.

$$S_e = k_a \times k_b \times k_c \times k_d \times k_e \times S_e'$$

6.70

$$S_e' = 0.504 \times S_{ut}$$

$$S_e' = 0.504 \times 393 \text{MPa}$$

$$S_e' = 198 \text{MPa}$$

$$k_a = 0.9$$

$$k_b = 0.869d^{-0.097}$$

$$k_b = 1.01$$

$k_c = 0.89$ por una confiabilidad de 90%

$$k_d = 1$$

$$k_e = 1$$

$$S_e = 0.9 \times 1.01 \times 0.89 \times 1 \times 1 \times 198$$

$$\mathbf{S_e = 158.6 \text{MPa}}$$

CALCULO DE LA ESTRUCTURA.

CALCULO ESTRUCTURAL DE LA VIGA.

El diseño de la viga principal del puente de la cortadora se hace asumiendo que la carga del mecanismo de corte así también de elementos eléctricos está centrada en la mitad de la viga que ha sido identificado como punto crítico de diseño.

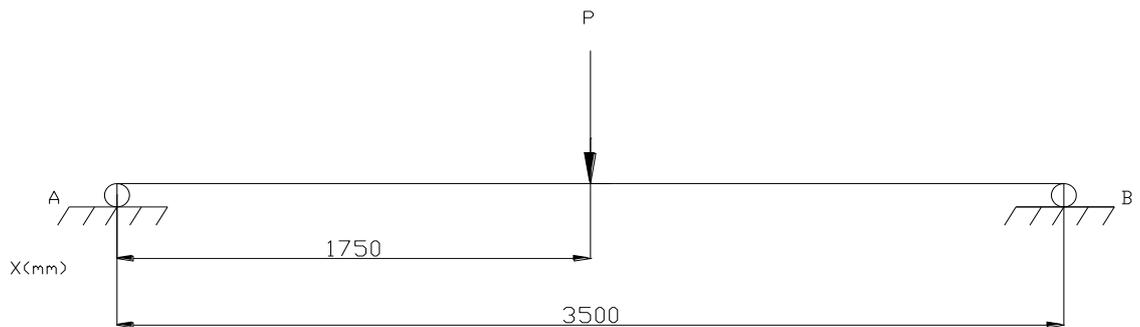


Figura 54. Viga del puente

Fuente: Luis Guerrero.

Conociendo:

P1= Carga mecanismo de corte.

P2= Carga mecanismos eléctricos.

P1= 35kg.

P2= 42kg.

$$P_{total} = P_1 + P_2$$

$$P_{total} = 77Kg$$

$$P_{total} = 755.37N$$

MOMENTO FLECTOR MÁXIMO.

Teniendo como datos:

$$L=3.5 \text{ m}$$

$$P = P_{total} = 755.37N$$

Entonces el momento flector máximo es:

$$M_{max} = \frac{L_{AB} \times P}{4}$$

6.70

$$M_{max} = 660.95Nm$$

DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES.

En la figura, se muestra el Diagrama de Momento Flector máximo.

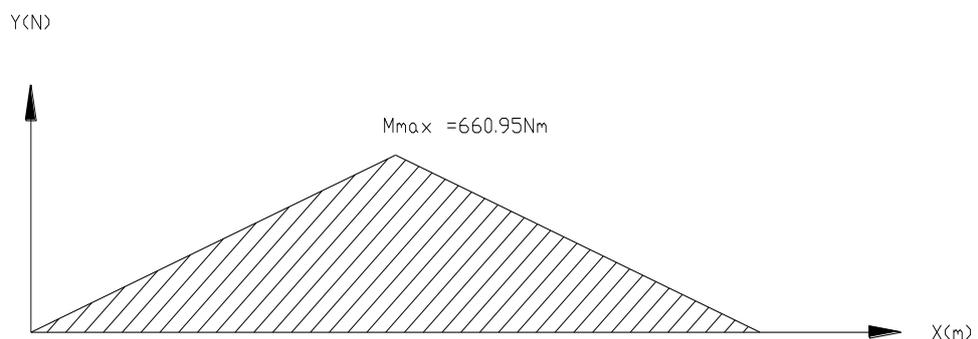


Figura55. Diagrama de momentos flector máximo
Fuente: Luis Guerrero

Esfuerzo permisible:

$$F_b = 0.6 (S_y)$$

Donde

S_y = resistencia del acero (A36)

F_b = Esfuerzo permisible.

$$S_y = 36 \text{ kpsi}$$

$$F_b = 0.6 (36 \text{ Kpsi})$$

$$F_b = 21.6 \text{ Kpsi} = \text{Klb} / \text{plg}^2$$

$$F_b = 148.925 \text{ Mpa}$$

$$F_b = 148.925 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Coefficiente de sección.

El coeficiente de sección se calcula con la siguiente ecuación.

$$S = \frac{M_{max}}{F_b} \tag{6.71}$$

Donde:

S = Coeficiente de sección .

$$S = \frac{660.95 \text{ Nm}}{148.925 \times 10^6 \text{ N/m}^2} \tag{6.72}$$

$$S = 4.43 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$S = 4.43 \text{ cm}^3$$

Con este valor se selecciona un perfil U con el S más próximo (Anexo)

$$S = 4.43 \text{ cm}^3$$

Por seguridad se opta por el perfil UPN 100 con un valor $S_x = 7.8 \text{ cm}^3$

Perfil UPN100. (ANEXO17)

Altura = 100mm.

Espesor 5.3mm.

Peso $P = 10 \text{ kg/m}$.

$$S_x = 7.8 \text{ cm}^3.$$

COMPROBACIÓN DE LA SELECCIÓN.

La comprobación de la selección la realizamos tomando en cuenta el peso de la viga

$$M_{max} = \frac{L_{AB} \times P}{4} + \frac{q \times L_{ab}^2}{8} \quad 6.73$$

Donde

$q =$ peso de la viga

$$M_{max} = 660.95 \text{ Nm} + 150.21 \text{ Nm}$$

$$M_{max} = 811.16 \text{ Nm}$$

$$S = \frac{M_{max}}{Fb}$$

$$S = \frac{811.16 \text{ Nm}}{148.925 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

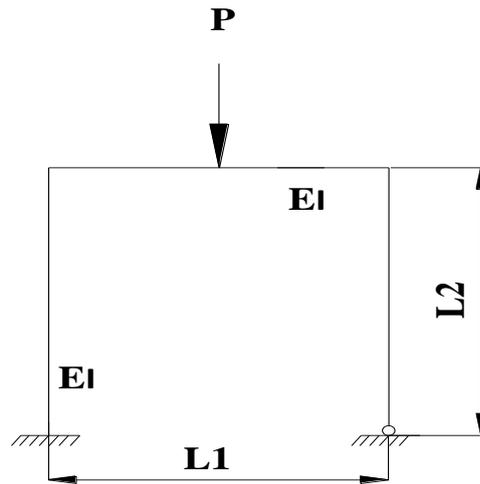
$$S = 5.44 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$S = 5.44 \text{ cm}^3$$

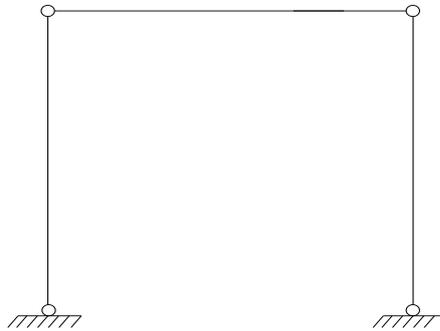
$$5.44 < 7.8 \quad OK$$

CALCULO DE PÓRTICOS MÉTODOS DE DESPLAZAMIENTOS.

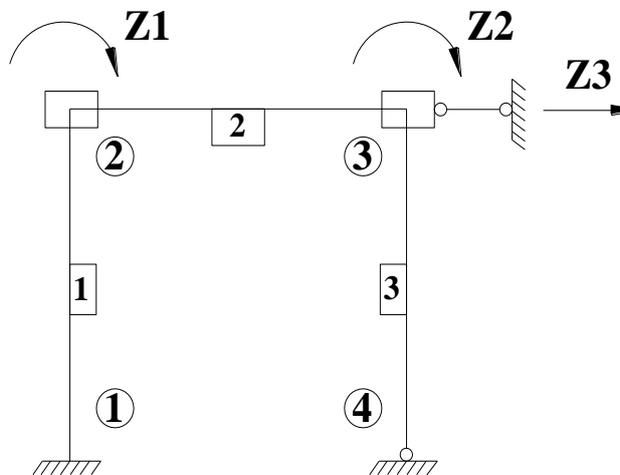
Se determina los momentos y las fuerzas para las condiciones indicadas.



ESTRUCTURA FICTICIA.



SISTEMA BASE.



$$L=2n (b + b_0)$$

$$n =4 \quad b=3 \quad b_0=4$$

$$L=2(4) - (3+4)$$

$$L=1$$

Por lo tanto se necesita una ligadura lineal y dos ligaduras angulares, en consecuencia se tendrá un sistema de tres ecuaciones.

$$r_{11}Elz_1 + r_{12}Elz_{11} + r_{13}Elz_{13} = -R_1p \quad 6.75$$

$$r_{21}Elz_1 + r_{22}Elz_2 + r_{23}Elz_3 = -R_2p \quad 6.76$$

$$r_{31}Elz_1 + r_{32}Elz_2 + r_{33}Elz_3 = 0 \quad 6.77$$

Determinación de r_{11} para $Z1=1$

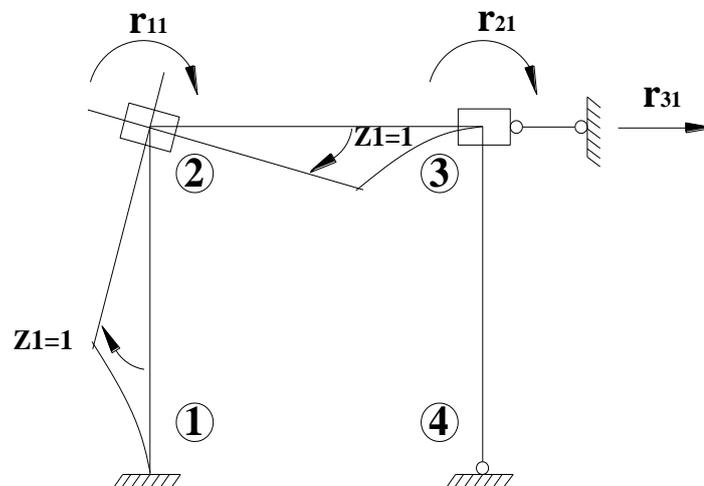


Diagrama de momentos 1.

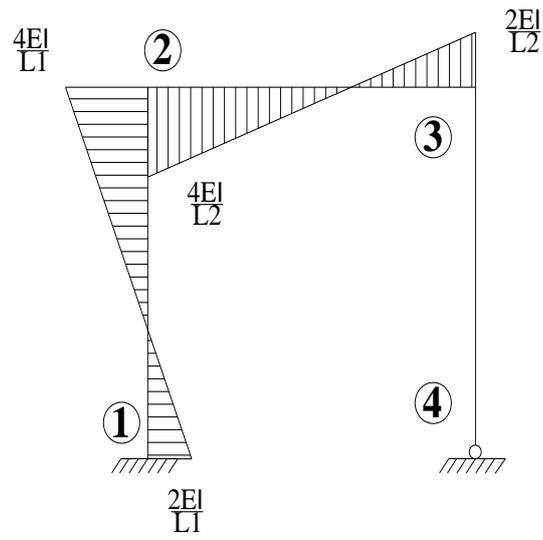
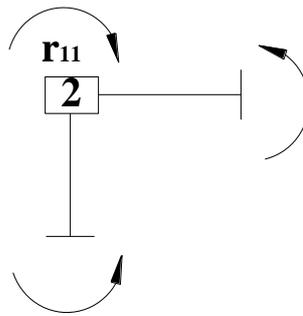


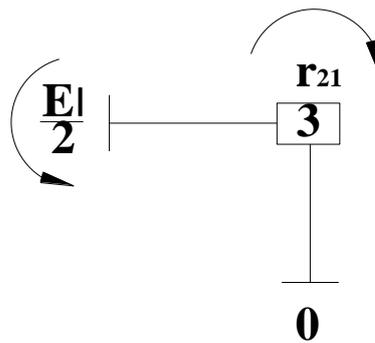
Diagrama M1

Momento r_{11} .



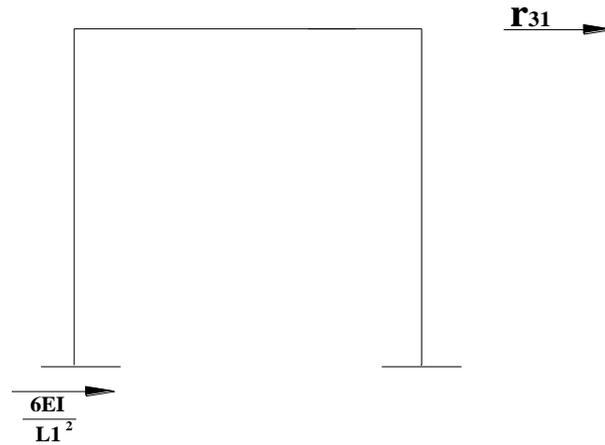
$$r_{11} = \frac{4EI}{L1} + \frac{4EI}{L2}$$

Momento r_{21} .



$$r_{21} = \frac{2EI}{L1^2} = r_{12}$$

Momento r_{31} .



$$r_{13} = r_{31} = \frac{6EI}{L1^2}$$

Determinación de r_{13} para $Z2=1$

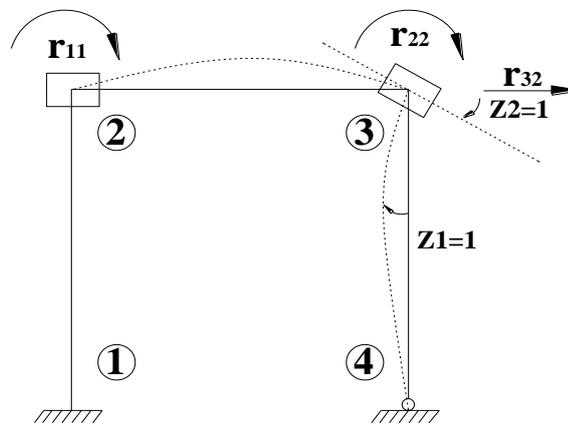


Diagrama de momentos 1.

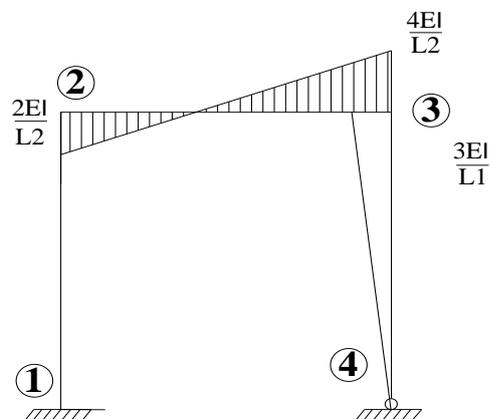
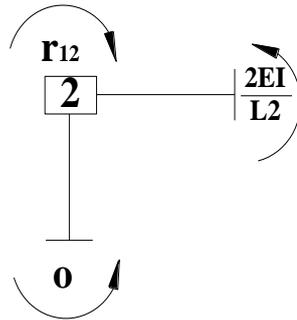
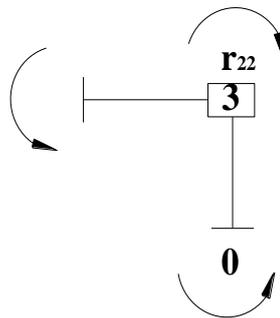


Diagrama M2

Momento r_{11} .

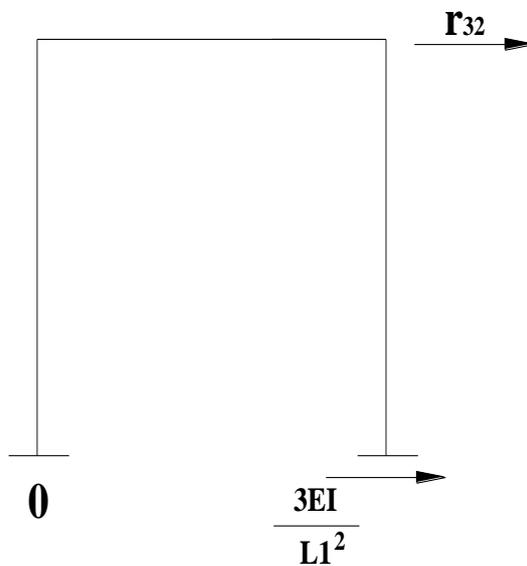


Momento r_{22} .



$$r_{22} = \frac{4EI}{L2} + \frac{3EI}{L2}$$

Momento r_{32} .



$$r_{32} = r_{23} = \frac{EI}{L1^2}$$

Determinación de r_{13} para $Z3=1$

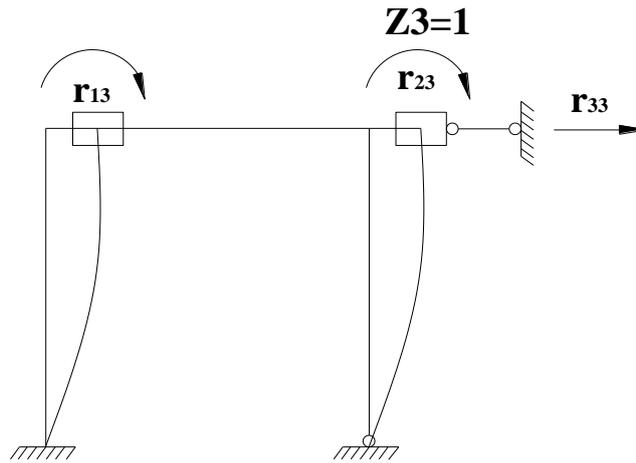


Diagrama de momentos 1.

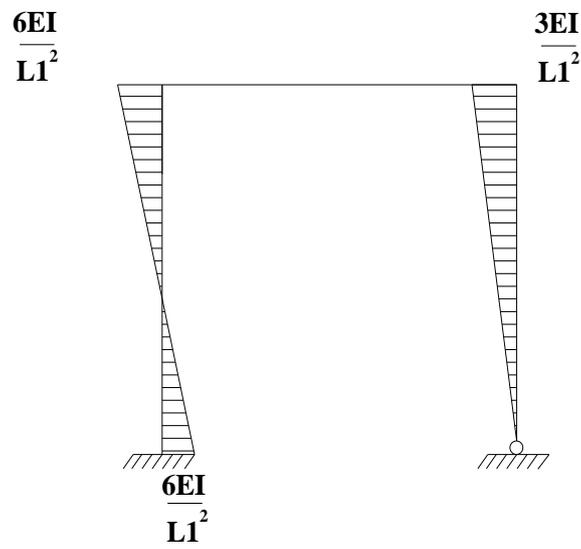


Diagrama M3

Momento r_{13} .

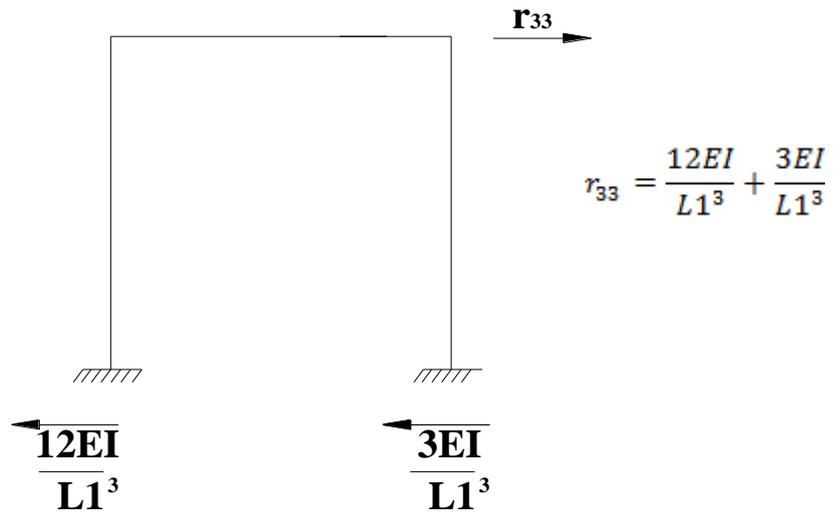
$$r_{13} = \frac{6EI}{L1^2}$$

6.78

Momento r_{23} .

$$r_{23} = \frac{3EI}{L1^2}$$

Momento r_{33} .



Determinación de Rip

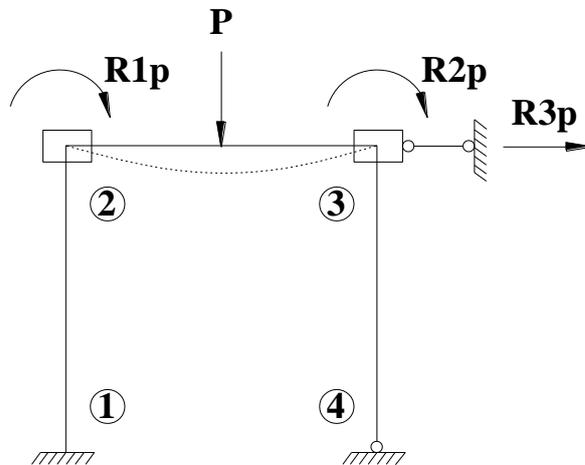


Diagrama de momentos 1.

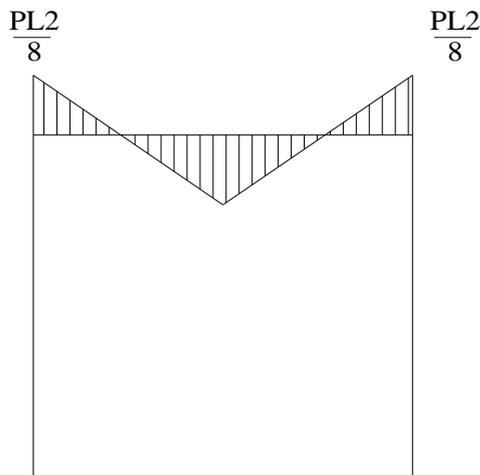
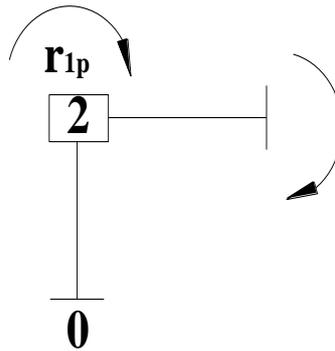


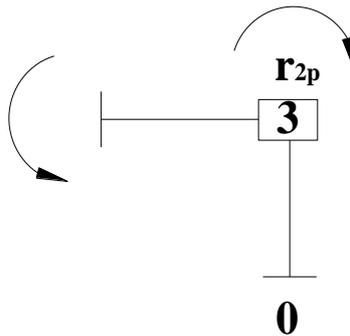
Diagrama Mp

MomentoR1p.



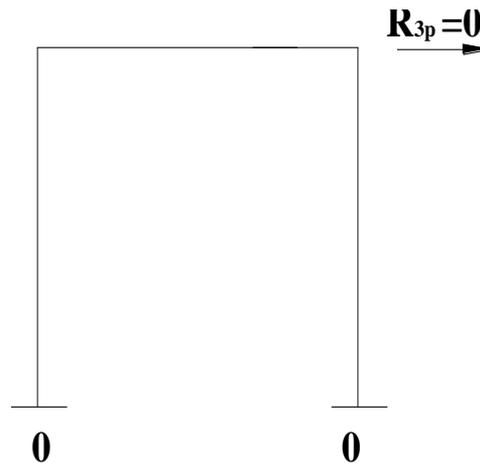
$$R_{1p} = -\frac{PL_2}{8}$$

MomentoR2p.



$$R_{2p} = \frac{PL_2}{8}$$

MomentoRp.



FINALMENTE

$$\begin{aligned} \left(\frac{4}{L_1} + \frac{4}{L_2}\right)EIz_1 + \left(\frac{2}{L_1^2}\right)EIz_2 - \left(\frac{6}{L_1^2}\right)EIz_3 &= R_{1p} \\ \left(\frac{2}{L_2}\right)EIz_1 + \left(\frac{4}{L_2} + \frac{3}{L_1}\right)EIz_2 - \left(\frac{3}{L_1^2}\right)EIz_3 &= -R_{1p} \\ -\left(\frac{6}{L_1^2}\right)EIz_1 - \left(\frac{3}{L_1^2}\right)EIz_2 - \left(\frac{12}{L_1^3} + \frac{3}{L_1^3}\right)EIz_3 &= 0 \end{aligned}$$

6.79

Resolviendo el sistema, se tiene.

$$Z1 = \text{valor} / EI$$

$$Z2 = \text{valor} / EI$$

$$Z3 = \text{valor} / EI$$

$$M1 = -\left(\frac{2}{L1}\right)Z1 + \left(\frac{6}{L1^2}\right)Z3 =$$

6.80

$$M2 = \left(\frac{4}{L1}\right)Z1 - \left(\frac{6}{L1^2}\right)Z3 =$$

$$M2 = -\left(\frac{2}{L1}\right)Z1 - \left(\frac{2}{L2}\right)Z2 + R1p =$$

$$M3 = \left(\frac{2}{L2}\right)Z1 + \left(\frac{4}{L2}\right)Z2 - (-R1p) =$$

$$M3 = -\left(\frac{3}{L1}\right)Z2 - \left(\frac{3}{L1^2}\right)Z3 =$$

ENTONCES EL DIAGRAMA FINAL DE MOMENTOS FLECTORES ES EL SIGUIENTE:

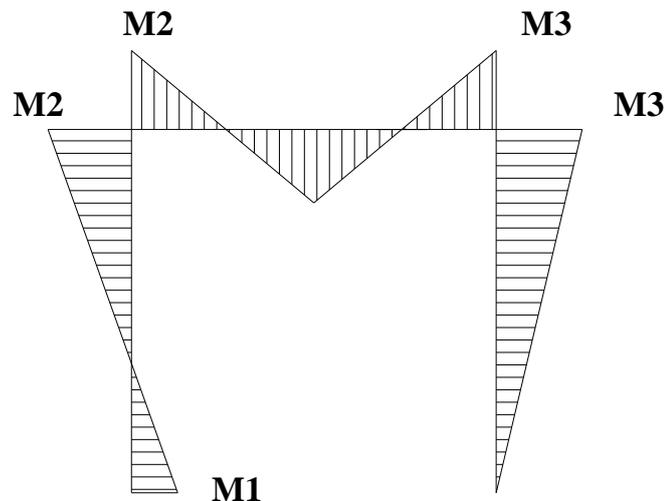


Figura 56. Esquema final de momentos

Fuente: Luis Guerrero

DISEÑO DEL PÓRTICO MÁS CARGADO DE LA ESTRUCTURA.

CALCULO DEL PÓRTICO POR EL MÉTODO DE DESPLAZAMIENTOS.

6.81

$$r_{11}z_1 + r_{12}z_2 + r_{13}z_3 = -R_1p$$

$$r_{21}z_1 + r_{22}z_2 + r_{23}z_3 = -R_2p$$

$$r_{31}z_1 + r_{32}z_2 + r_{33}z_3 = 0$$

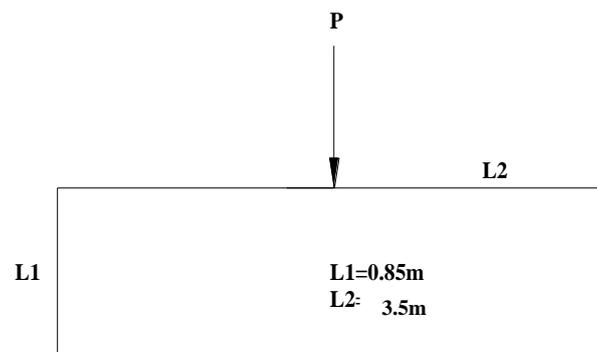


Figura 6.37. Esquema pórtico más cargado de las estructura.

Fuente: Luis Guerrero.

$$\left(\frac{4}{L1} + \frac{4}{L2}\right)z_1 + \left(\frac{2}{L2^2}\right)z_2 - \left(\frac{6}{L1^2}\right)z_3 = -R1P$$

$$\left(\frac{2}{L2^2}\right)z_1 + \left(\frac{4}{L2} + \frac{3}{L1}\right)z_2 - \left(\frac{3}{L1^2}\right)z_3 = R1P$$

$$-\left(\frac{6}{L1^2}\right)z_1 - \left(\frac{3}{L1^2}\right)z_2 + \left(\frac{12}{L1^2} + \frac{3}{L1^2}\right)z_3 = 0$$

6.82

$$P_{viga} = 10 \frac{kg}{m} \times 3.5m \times \frac{9.8m}{s^2} \times 2$$

$$P_{viga} = 686.7N.$$

$$P1 = 35kg.$$

$$P2 = 42kg$$

$$P = 1442.07N$$

CALCULO DE R1p

$$R1p = \frac{PL}{8} \quad 6.83$$

$$R1p = \frac{-1442.07N(3M)}{8}$$

$$R1p = -540.77$$

$$6.047 + 0.67Z_2 - 8.3Z_3 = 540.77 \quad 6.84$$

$$0.67Z_1 + 4.867Z_2 - 4.15Z_3 = -540.7 \quad 6.85$$

$$-8.3Z_3 - 4.15Z_2 + 24.41Z_3 = 0 \quad 6.86$$

Resolviendo el sistema se tiene:

$$Z1 = 143.7 \text{ Nm}$$

$$Z2 = -105 \text{ Nm}$$

$$Z3 = 31.08 \text{ Nm}$$

Elemento 1.

$$M1 = -\left(\frac{2}{L1}\right)Z1 + \left(\frac{6}{L1^2}\right)Z3 = -79.95 \text{ Nm} \quad 6.87$$

$$M2 = \left(\frac{4}{L1}\right)Z1 - \left(\frac{6}{L1^2}\right)Z3 = 418 \text{ Nm} \quad 6.88$$

Elemento 2.

$$M2 = -\left(\frac{4}{L2}\right)Z1 - \left(\frac{2}{L2}\right)Z2 + 540.77 = 418.3 \text{ Nm} \quad 6.89$$

6.90

$$M3 = \left(\frac{2}{L2}\right)Z1 + \left(\frac{4}{L2}\right)Z2 + 630.9 = 497.16\text{Nm}$$

Elemento 3.

$$M3 = -\left(\frac{3}{L1}\right)Z2 + \left(\frac{3}{L1^2}\right)Z3 = 497.5 \text{ Nm}$$

6.91

MOMENTOS RESULTANTES:

$$M1 = -0.08 \text{ KNm}$$

$$M2 = 0.418 \text{ KNm}$$

$$M3 = 0.497 \text{ KNm}$$

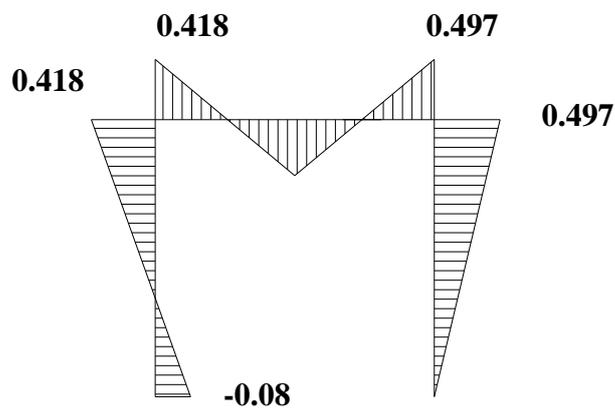


Figura 57. Diagrama final de momentos

Fuente: Luis Guerrero

CALCULO DE LA COLUMNA

$$MA = 0$$

$$R_{BY}(3) - 0.08 - 1.44(1.5) - 0.418(3) = 0$$

$$R_{BY} = 1.11KN$$

$$Fy = 0$$

$$R_{AY} - 1.44 + R_{BY} - 0.418 - 0.418 = 0$$

$$R_{AY} = 1.176KN$$

$$Ri_{AY} = 1.176 - 0.418$$

$$Ri_{AY} = 0.758KN$$

$$MK = 0$$

$$Vi(0.85) - 0.08 - 4.18 = 0$$

$$V_i = 0.586 = R_{AX}$$

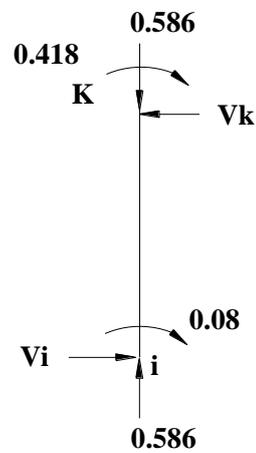


Figura 58. Esquema momentos en la columna

Fuente: Luis Guerrero.

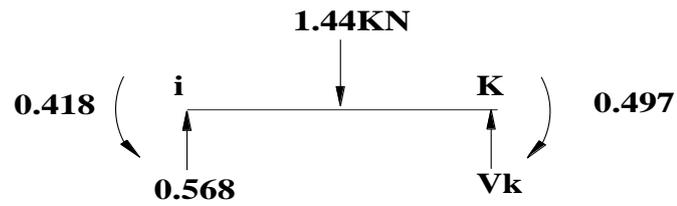


Figura 59. Esquema momentos en la viga

Fuente: Luis Guerrero.

$$M_i = 0$$

$$V_k(3) - 1.44(1.5) - 0.497 + 0.418 = 0$$

$$V_k = 0.746 \text{ KN}$$

DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE

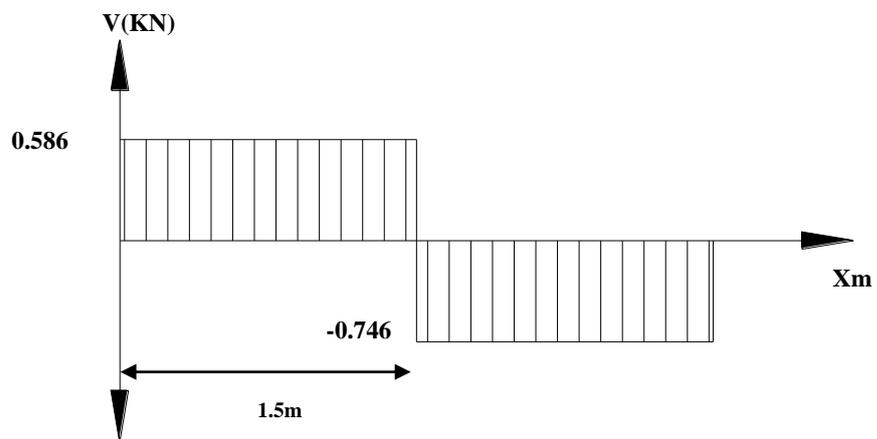


Figura 60. Diagrama del momento flector del pórtico.

Fuente: Luis Guerrero.

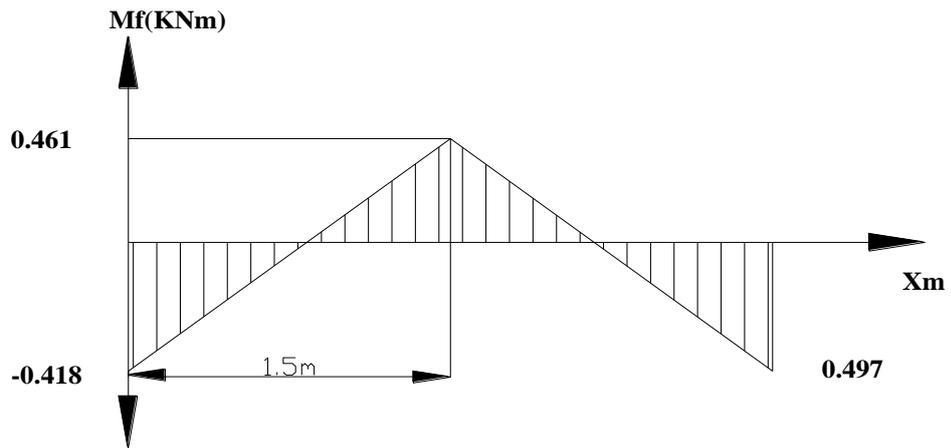


Figura 61. Diagrama de esfuerzo cortante del pórtico.
Fuente: Luis Guerrero.

SELECCIÓN DE LA COLUMNA

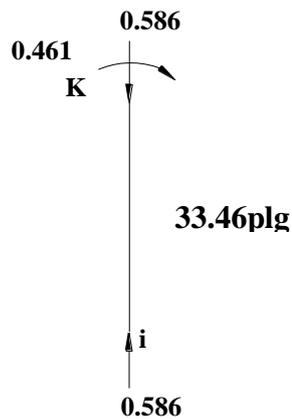


Figura 62. Diagrama de columna del pórtico.
Fuente: Luis Guerrero.

$$M = 0.461\text{KNm} = 4.059\text{Klb/plg}$$

$$P_{ef} = P_o + m \cdot M_x + m \cdot M_y \cdot U.$$

$$P_{ef} = 0.586 + 2(0.418)$$

$$P_{ef} = 1.422\text{KN}$$

$$P_{ef} = 0.31\text{Klb}$$

6.92

Como el valor de P_{ef} es muy bajo, y no consta en las tablas de la AISC, se selecciona un tubo cuadrado del catálogo **DIPAC (ANEXO17)**, y se comprueba si satisface.

Selección:

Tubo 2X2X3/16

$$A = 1.27 \text{ plg}^2 = 0.19 \text{ cm}^2$$

$$S = 0.668 \text{ plg}^3 = 10.89 \text{ cm}^3$$

$$e = 0.1875 \text{ plg} = 0.478 \text{ cm}$$

$$r = 0.726 \text{ plg} = 1.845 \text{ cm}$$

Material:

Acero ASTM A36 $F_y = 36 \text{ Klb/plg}^2$

Para este tipo de columnas se tiene un valor de $K=0.5$

$$\frac{K \times L}{r} = \frac{0.5(33.46)}{0.726} = 23.04 \quad 6.93$$

Con este valor se selecciona el valor de esfuerzo axial permisible F_a , de la tabla C36 del Manual ASD

$F_A = 40.89 \text{ plg}^2$

$$P = R_{i_{AY}} = 0.758 \text{ KN} - 0.418 = 0.34 \text{ KN} = 0.0763 \text{ Klb} \quad 6.94$$

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{0.0763}{1.27 \text{ plg}^2} \quad 6.95$$

$f_a = 0.06 \text{ Klb/plg}^2$

$F_b = 0.6 F_y$

$$Fb = 0.6(36Klb/plg^2)$$

$$Fb = 23.76Klb/plg^2$$

$$fb = \frac{M}{S} \tag{6.96}$$

$$fb = \frac{4.059Klb/plg}{0.668}$$

$$fb = 6.07 Klb/plg$$

$$\frac{fa}{FA} + \frac{fb}{FB} \leq 1 \tag{6.97}$$

$$\frac{0.06}{40.89} + \frac{6.07}{23.76} \leq 1$$

0.26 ≤ 1 OK

CONTROL DEL CAUDAL DE AGUA DE REFRIGERACION.

Este control es recomendable para asegurarse que la herramienta de corte este recibiendo el caudal de agua recomendada por el fabricante, ya que si recibe poca cantidad de agua puede calentarse el alma de acero del disco y de esta forma estropearse produciéndose perdidas muy elevadas en la capacidad de corte

DIAMETRO	CAUDAL	
	Max(Lt/min)	Min(Lt/min)
200-250	6	10
300-400	10	15
450-550	15	22
600-625	20	30
700-750	30	40
800-900	30	45
1000-1100	40	60

Figura 63. Caudal de agua recomendado por fabricante de discos

Fuente catalogo STIHL .ANDREAS STIHL AG & Co. KG, 2009

Los esquemas mostrados en la figura representan dos tipos diferentes de sistemas de refrigeración con factores de distribución notablemente diferentes el modelo de la izquierda (llamado normal o convencional) de empleo universal el sistema al cual se aplican los valores de la tabla .El modelo de la derecha (llamado Golconda).que asegura una distribución mejor del agua deberá escogerse cuando el caudal de agua sea escaso.



Figura64.Sistemas de refrigeración

Fuente documentación técnica Know How/Join Venture –maquinaria para la industria de la piedra, España 1998-2000

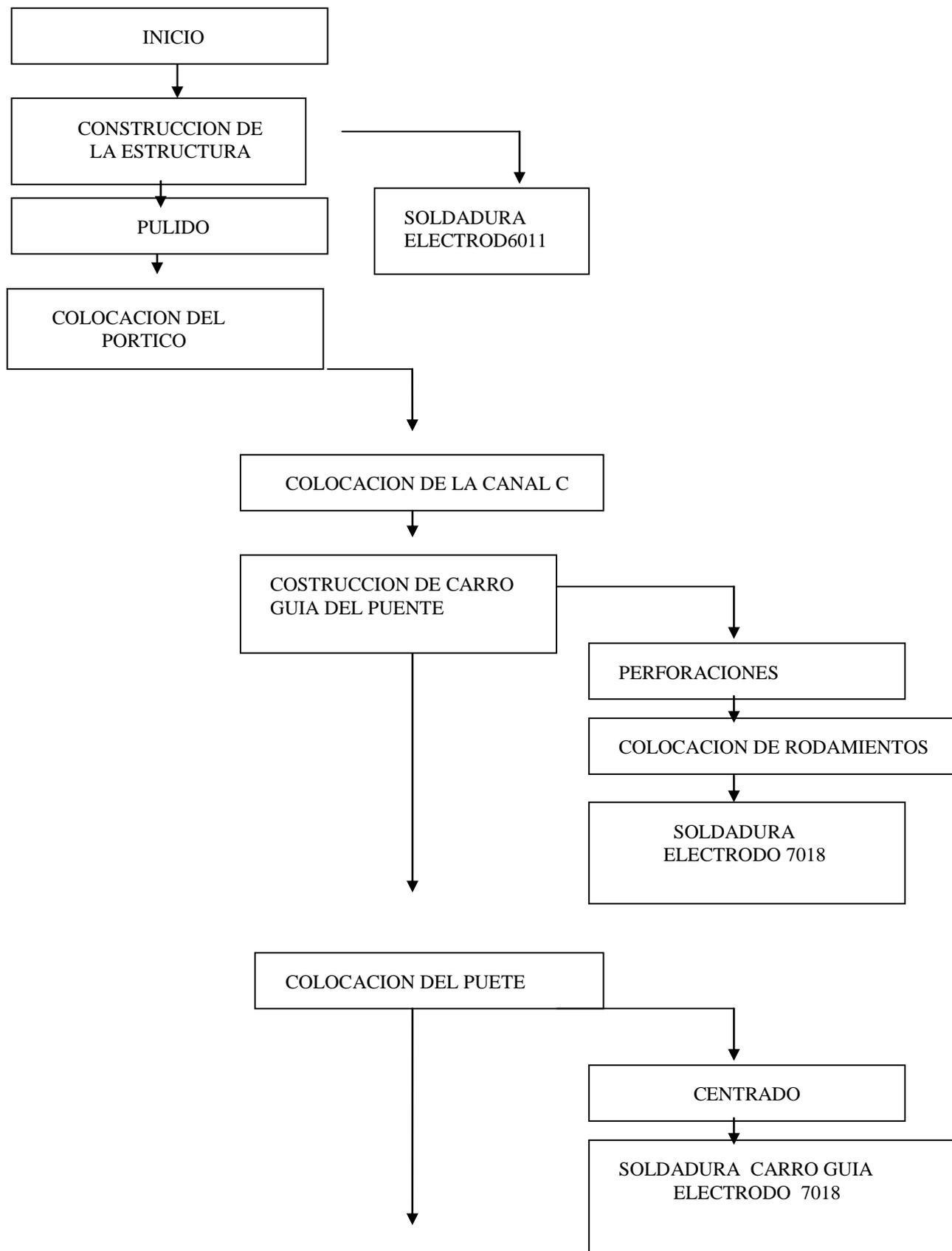
En la refrigeración de discos diamantados la presión no es importante siempre que el caudal sea el necesario para refrigerar el disco

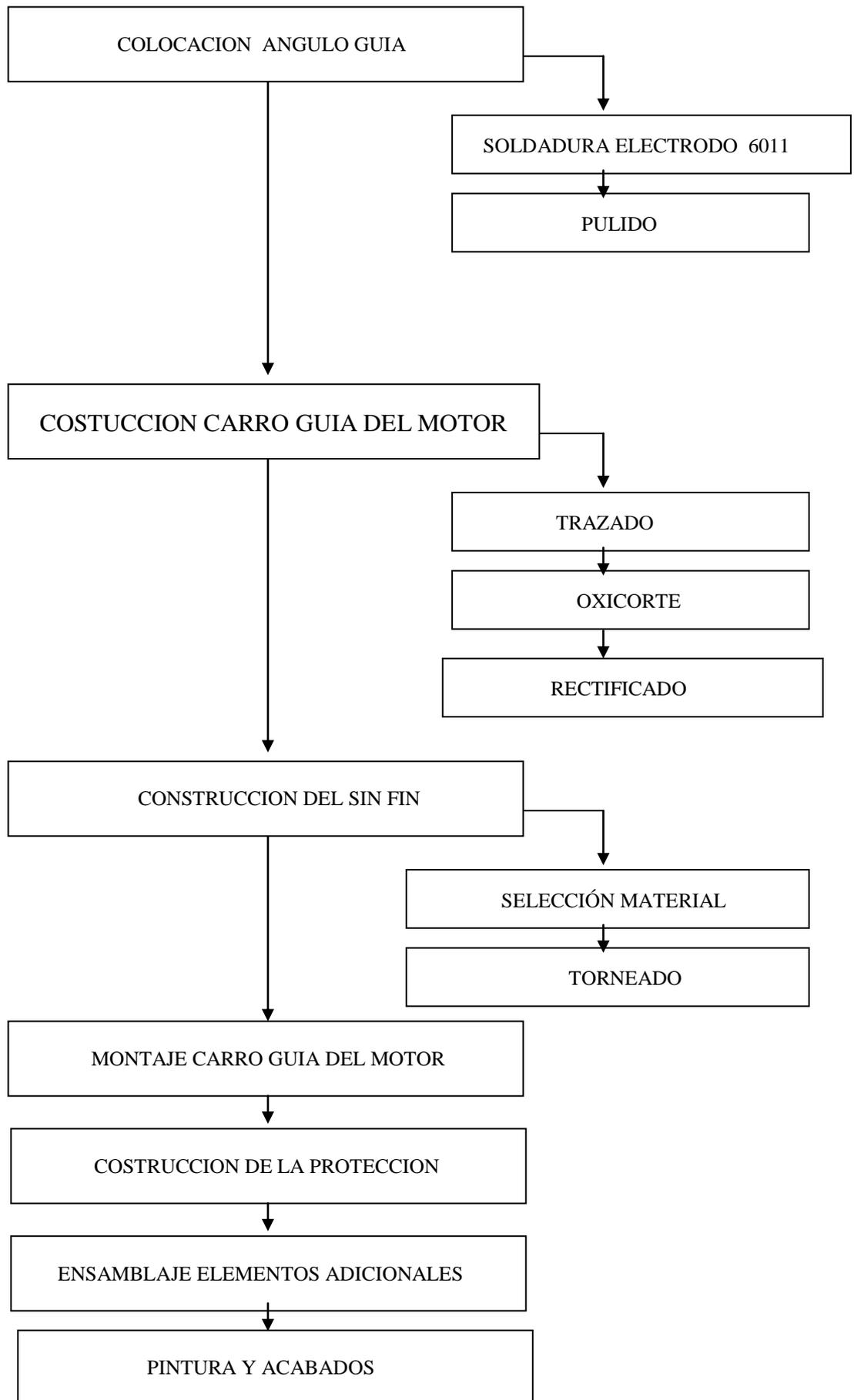


El caudal que nos entrega esta bomba es de 40 l /min es la de menor caudal que existe en el mercado teniendo en cuenta el caudal que entregamos colocaremos una válvula de regulación para obtener el caudal necesario .

6.7 METODOLOGÍA Y MODELO OPERATIVO.

6.7.1 DIAGRAMA DE EJECUCION DISEÑO.





CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA.

La estructura se construye de tubo cuadrado (2x2x3/16) los cortes se los realiza utilizando una sierra para posteriormente unir la estructura utilizando electrodos 6011



Figura 65. Construcción del pórtico.

Fuente: Luis Guerrero

Una vez armadas las bases inferiores es necesario pulir el exceso de soldadura para poder colocar el pórtico.



Figura 66. Pulido exceso de soldadura.

Fuente: Luis Guerrero

Una vez retirado el exceso de soldadura procedemos a colocar los pórticos para soldarlos con electrodos 6011 asegurándonos siempre que estos queden bien ubicados con la utilización de una escuadra.



Figura 67. Colocación del pórtico.

Fuente: Luis Guerrero

En la parte superior de pórtico procedemos a colocar una viga u 80x2 para guiar los rodamientos guías de puente



Figura 68. Colocación de la viga U 80x2.

Fuente: Luis Guerrero

CONSTRUCCION DEL CARRO GUIA PUENTE.

Para sujetar los rodamientos se realiza perforaciones con una broca 15/16 de pulgada



Figura 69. Perforaciones para sujetar los rodamientos.

Fuente: Luis Guerrero

Realizadas las perforaciones procedemos a unir las partes de la caja guía de riel soldando con electrodos 7018 para asegurar un buen cordón de soldadura.



Figura 70. Carro guía del puente.

Fuente: Luis Guerrero

CONSTRUCCION DEL PUENTE.

Una vez terminado el pórtico procedemos a colocar el carro guía de puente y a soldar la viga UPN100 utilizando electrodo 7018.



Figura 71. Colocación de la viga UPN100.

Fuente: Luis Guerrero

Utilizando un ángulo de (1/2 x 3/16) soldamos en la viga UPN para guiar el carro de motor asegurándonos que el ángulo este bien ubicado.



Figura 72. Colocación del ángulo (1/2 x 3/16).

Fuente: Luis Guerrero

CONSTRUCCION DEL CARRO GUIA MOTOR.

El corte de la placa metálica se la realiza con oxicorte. Placa acero de 6mm espesor.



Figura 73. Rayado placa metálica.

Fuente: Luis Guerrero.

Se sigue el mismo procedimiento de corte para cortes laterales debido que son cortes muy complejos y requieren de precisión al realizarlos.



Figura 74. Corte oxiacetilénico.

Fuente: Luis Guerrero.

Procedemos a colocar los rodamientos que guiaran a la placa dentro del puente .



Figura 75. Colocación rodamientos guías.

Fuente: Luis Guerrero

CONSTRUCCIONDEL SIN FIN.

El eje está formado por un acero 1018 de diámetro de 1.5 pulgadas el cual se tornea con las especificaciones con un paso de 0.25 plg.Y con una longitud de roscado de 35cm.



Figura 76.Torneado del sin fin.

Fuente: Luis Guerrero.

Teniendo el torneado del sin fin procedemos a la elaboración de la rosca.



Figura 77. Torneado de la tuerca del sin fin.

Fuente: Luis Guerrero.

Una vez elaborado las dos piezas procedemos a realizar las perforaciones en la placa metálica 6 mm.



Figura 78. Perforaciones en placa metálica

Fuente: Luis Guerrero.

Colocamos la tuerca en la placa metálica y la soldamos.



Figura 79. Colocación de la tuerca en placa metálica

Fuente: Luis Guerrero.

Además en la placa colocamos los guías de los ejes de elevación.



Figura 80. Colocación de las guías en placa

Fuente: Luis Guerrero.

MONTAJE DE CARRO GUÍA DEL MOTOR.

Utilizando ruedas angulares realizamos el montaje del carro guía del motor.



Figura 81. Ensamblaje del carro guía del motor.

Fuente: Luis Guerrero

MONTAJE DEL SIN FIN.

Colocamos el sin fin y las guías de regulación de profundidad.

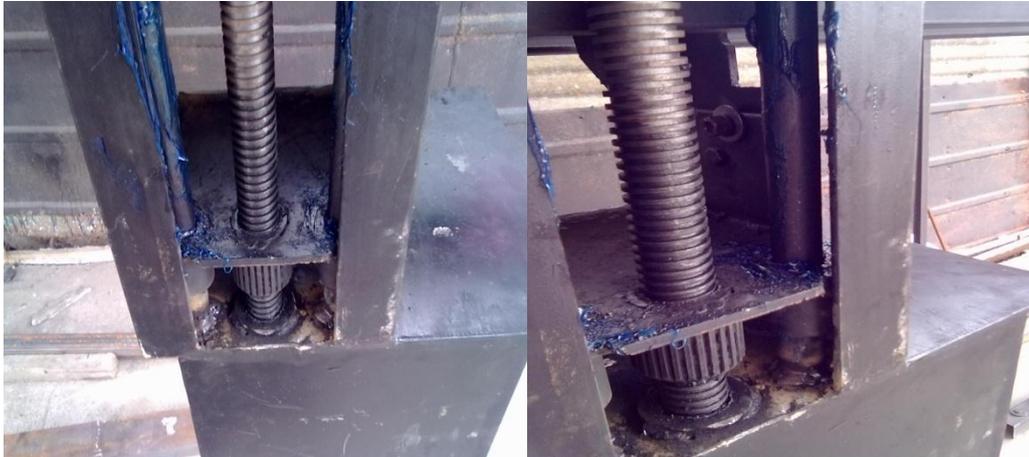


Figura 82. Montaje del sin fin.

Fuente: Luis Guerrero

CONSTRUCCION DE LA PROTECCIÓN DEL DISCO.

Elaboramos la protección del disco con una placa metálica de 3/16 de pulgada.



Figura 83. Protección disco diamantado.

Fuente: Luis Guerrero

CORTADORA DE PUENTE TERMINADA



Figura 83. Cortadora de puente.

Fuente: Luis Guerrero.



Figura 84. Cortadora de puente .

Fuente: Luis Guerrero.

6.8 ADMINISTRACIÓN.

El proceso para la operación del equipo dentro de la planta de producción de la empresa debe cumplir los siguientes pasos:

Planificación.

La planificación estará a cargo del personal de mantenimiento y producción que son los responsables de coordinar, el funcionamiento de los equipos dependiendo de la demanda, y de la disponibilidad de los equipos.

Organización.

El trabajo lo realiza un obrero en un turno.

Seleccionar el tipo de material a cortar.

Colocar la plancha de mármol.

Asegurar la plancha.

Encender la máquina de los pulsadores que están en un costado.

Terminado el corte apagar la maquinaria.

Retirar la plancha cortada.

Dirección.

Los encargados de la dirección y adiestramiento para la manipulación están a cargo del jefe de producción.

Control.

El operario debe controlar:

Encendido y apagado de la máquina.

Controlar la velocidad de corte sea la adecuada.

Controlar caudal de agua.

6.8.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA.

Costos directos.

Detalle		cantidad	Valor unitario	Valor total.
1	Tubo cuadrado (5x5)	8(6m)	32.50	260
2	Plancha oxicorte (1500x1500x6)	1	146.36	146.36
3	Motor 5HP	1	342.58	342.58
4	Motor ½ HP	1	200	200
7	Perfil UPN	2	108.54	217.08
8	Perfil C	2	40.08	80.16
9	Angulo 2plg	600(mm)	35	35
10	Angulo 1/2plg	2	13.56	27.12
12	Eje 1	6000(mm)	45	45
13	Eje 1/2plg	600(mm)	15.20	15.20
14	Eje 1plg	1200(mm)	18.40	18.40
15	Eje 2plg	25(mm)	8.70	8.70
16	Rulimanes 3plg	4	10	40
17	Rulimanes 1/2plg	10	2	20
18	Botonera	1	4.70	4.70
19	Cables de conexión	10	2.40	24
20	Disco diamantado	1	49	49
21	Eje del disco	1	101	101
22	Pintura de fondo	2	3.50	7
23	Pintura color azul	2	3.50	7
24	Electrodos 6011	5	2	10
25	Electrodos 7018	3	3	9
			TOTAL	1667.3

Costos indirectos.

En este rubro se analiza los costos que se invierten en la construcción de la máquina.

ALQUILER DE LA MAQUINARIA

Detalle		Horas Trabajadas	Valor por hora	Valor total.
1	Torno	10	4	40
2	Suelda	20	2.00	40
3	Cortadora oxiacetilénica	3	10	30
4	otros			20
			TOTAL	130

COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA.

Para obtener el costo total que se necesitara para la implementación de este equipo es necesario sumar un 10% de imprevistos.

Detalle		Valor total.	
1	Costos Directos	1667.3	
2	Costos Indirectos	130	
3	10% Imprevistos.	179.73	
		TOTAL	2026.76

6.8.2. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

El financiamiento para la realización de este proyecto será cubierto en su totalidad por la empresa DURAMAS .CIA. LDTA.

6.8.3. COSTOS DE RECUPERACIÓN.

6.8.3.1 RECUPERACION DE LA INVERSIÓN

La inversión de la cortadora de mármol se estima recuperar mediante el ahorro producido en los rubros de egresos al utilizar menos personal en el área de corte.

Los empleados trabajan las 8 horas laborables durante el día, disponen 16 de horas extras. En la empresa DURAMAS CIA.LDTA. Los empleados se les pagan el sueldo básico unificado.

Turno	Horas Trabajadas	Valor por hora (Vh)	Valor total.
Diurno	40	1.65	66
		TOTAL	66

Sueldo Mensual del Obrero. \$264.

El monto que se paga a los 4 obreros:

1056\$

6.8.3.1.1. Análisis de Egresos en sueldos:

Años	Valor total.
1	12672

6.8.3.1.1. Análisis de disminución de Egresos en sueldos:

En toda empresa al implementar una nueva maquinaria significa reducir el personal en un área determinada. Dos obreros están encargados del área de corte pero con la implementación de la cortadora de puente un solo operario puede realizar la operación de corte por esto para el análisis se ha considerado la reducción de personal para recuperación de la inversión.

Se ha considerado la reducción de personal en el área de corte suponiendo que el tiempo destinado al corte sería un 20% del tiempo de elaboración de acabados en mármol.

Años	Valor total.	
1	12672	Sin la cortadora
2	12038	Con la cortadora
AHORRO	633.6	

6.8.3.2. CALCULO DEL VAN.

Para el cálculo del van utilizamos el valor de ahorro en sueldos. **633.6 \$**

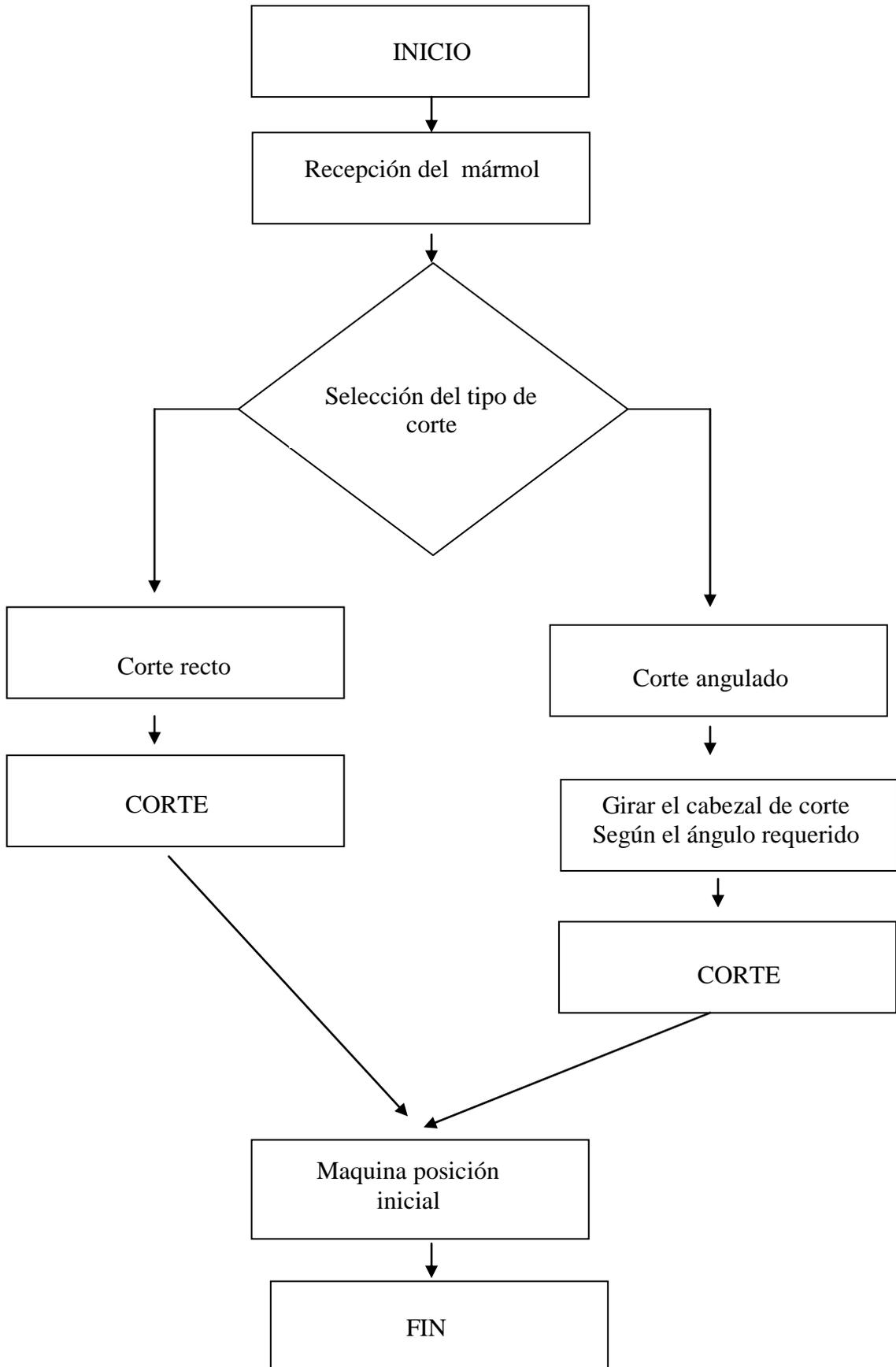
La inversión se recupera en cinco años con una tasa de descuento del 12% tasa mínima de descuento

$$-P + \frac{UN_1}{(1 + 0.12)^1} + \frac{UN_2}{(1 + 0.12)^2} + \frac{UN_3}{(1 + 0.12)^3} + \frac{UN_4}{(1 + 0.12)^4} + \frac{UN_5}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAN = -2026.76 + \frac{633.6}{(1 + 0.12)^1} + \frac{633.6}{(1 + 0.12)^2} + \frac{633.6}{(1 + 0.12)^3} + \frac{633.6}{(1 + 0.12)^4} + \frac{633.6}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAN = 1042.16\$ OK$$

6.8.5 .DIAGRAMA DE JECUCION.



6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

El objetivo principal de la previsión de la evaluación es exponer mejoras para la propuesta, conclusiones de la propuesta y recomendaciones de la propuesta

6.9.1 Mejoras para la propuesta.

Implementación de motores a pasos para el desplazamiento del puente.

Mejorar el sistema de desplazamiento del cabezal de corte, con la implementación de sistema de tornillo sin fin.

Implementación de servomotores para el giro del cabezal de corte.

Implementación de un motor más potente para poder trabajar con discos de mayor diámetro y cortar planchas con espesores mayores.

6.9.2 Conclusiones de la propuesta.

La cortadora de puente es el método más eficiente para el aumento de la productividad a través de la disminución de tiempo de corte del mármol.

Con los residuos obtenidos se obtiene materia prima para subproductos.

La cortadora de puente tiene una capacidad máxima de corte de 3.50 m la cual es suficiente, dado que las planchas más grandes son de 3.40 m.

El presupuesto invertido en este proyecto se justifica debido a que las operaciones de corte se lo realizan con un solo obrero optimizando el trabajo, además se tiene un aprovechamiento de la materia prima.

Se realiza ensayos con diferentes planchas de distintos tamaños, concluyendo que la cortadora de puente nos ofrece una máxima eficiencia sin importar la distancia a cortar.

6.9.2 Recomendaciones de la propuesta.

Para un correcto funcionamiento de la máquina se recomienda revisar el manual de mantenimiento de tal manera que la cortadora de puente funcione de una manera correcta y alargar su vida útil

Al iniciar cada jornada revisar que el diamantado este en buen estado revisando las secciones del disco además que no tenga fisuras en el núcleo

El diámetro máximo del disco dimanado es de 12 plg.

El momento de operar la cortadora se debe tomar en cuenta el uso de las protecciones proporcionadas para evitar accidentes.

MANUAL DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA CORTADORA DE PUENTE.

6.9.1. MANUAL DEL USO

Se debe prestar atención especial a las recomendaciones de seguridad y a los cuidados de operación y mantenimiento de la máquina.

Las instrucciones aquí presentes indican el mejor uso, permitiendo obtener el máximo rendimiento y un aumento de la vida útil de este producto.

Este manual debe ser encaminado a los Sres. Operadores y al personal de mantenimiento.

6.9.1.1. PARA EL USUARIO.

Para el correcto uso de la cortadora de mármol el operador debe leer completamente el manual y seguir los pasos de la siguiente forma:

2. El operador debe tener una previa capacitación.
3. Utilice equipos de protección individual.
4. Utilice ropas y calzado adecuados.

5. Evite ropas sueltas que puedan enroscarse en las partes móviles.
6. Nunca opere sin los dispositivos de protección de la máquina.
7. Cuando se instala un disco nuevo, primero se debe levantar el protector de disco, instalar el disco y ajustarlo correctamente. Colocar nuevamente el protector en su sitio y ajustar el seguro adecuadamente.
8. Si el disco ya ha sido utilizado en trabajos anteriores, chequear el disco de corte, no debe tener dientes rotos ni fisuras en la superficie, si presenta estos daños debe ser reemplazado.
9. Engrasar los cojinetes del eje aproximadamente cada 40 horas de trabajo.
10. Verificar que el disco este levantado de la mesa mínimo 2 cm.
10. Abrir la llave de agua antes de arrancar el motor
.
11. Regular la profundidad de corte lentamente por medio de la manivela.
12. Ya alcanzada la profundidad necesaria activar el motor de avance.
13. Terminado el corte del mármol se debe levantar el disco por medio de la manivela. Hasta que el disco quede levantado de la mesa una distancia mínima de 2 cm.
14. Cerrar la llave de agua.
15. Apagar el motor.
16. Antes de realizar otro corte revisar el disco como se indica en el numeral 7.
17. Realice un reajuste de los componentes de la después de las primeras ocho horas de trabajo.

6.9.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de la cortadora es fundamental para obtener una larga vida útil de los elementos, por esta razón se deben realizar los siguientes mantenimientos

1. Limpie los graseros e introduzca una cantidad suficiente de grasa nueva,
2. Engrasar las chumaceras del eje y la de apoyo de la manivela en un intervalo de ocho horas de trabajo.
3. Revisar las instalaciones eléctricas periódicamente.
4. Las bandas de transmisión deben ser inspeccionadas cada 90 o 100 horas de trabajo, la tensión adecuada de las bandas influyen en que la potencia del motor sea transmitida correctamente.
5. Terminada la jornada de trabajo se debe realizar la limpieza para evitar la formación de sedimentos.
6. Evitar el contacto con el agua de los componentes eléctricos.

ANEXO A.

(ANEXO1) NUMERO DE SECCIONES DISCO DIAMANTADO.



Código	Diámetro (mm.)	Segmentos	Dimensiones (mm.)
221GMN030	300	36	20 x 2,8 x 10
221GMN035	350	42	20 x 3,0 x 10
221GMN040	400	48	20 x 3,3 x 10

(ANEXO2) RESISTENCIA ESPECÍFICA DEL MÁRMOL

Cuadro N° 70
PARAMETROS FISICO MECANICOS DEL MACIZO ROCOSO DE LA MINA RAURA

MUESTRA	NIVEL	TIPO DE ROCA	Q	RMR	d _c MPa.	CONSTANTES				d _{cmr} Kpa	d _{tmr} Kpa	τ _{mr} MPa	E _{mr} Gpa	"C" Kpa	Fi °	γ gr/cm
						m	S X 10 ⁻³	A	B							
15	590	Caliza	5.8	58.4	44.0	0.428030	1.1890	0.30204	0.667380	1517.0	121.44	3.12	17.20	150-200	35 - 40	2.49
3	700	Skarn	6.4	58.9	49.0	1.589860	1.2940	0.510648	0.704628	1762.6	39.86	2.96	18.08	150-200	35 - 40	3.01
1	700	Skarn	6.6	59.5	57.8	1.666520	1.4320	0.518627	0.704803	2187.3	49.64	6.10	19.13	150-200	35 - 40	3.02
6	690	Mármol	3.9	54.1	50.5	0.305413	0.5760	0.266590	0.665607	1212.2	94.69	2.00	9.66	150-200	35 - 40	2.49
5	690	Mármol	3.8	53.5	48.3	0.291360	0.5208	0.261987	0.665360	1102.2	85.81	1.97	8.63	150-200	35 - 40	2.49
10	630	Mineral	9.1	59.4	35.3	1.124376	1.4077	0.447512	0.696180	1324.4	44.15	4.60	18.95	150-200	35 - 40	2.77
10	630	Mármol	7.6	60.6	45.9	0.508707	1.7233	0.321966	0.668280	1905.4	154.45	3.15	21.05	150-200	35 - 40	2.53
14	590	Mármol	5.3	56.5	46.2	0.368724	0.8635	0.285800	0.666592	1357.6	215.00	3.18	13.88	150-200	35 - 40	2.51

Donde:

d_c Resistencia Compresiva Uniaxial de la roca Intacta.

d_{cmr} Resistencia Compresiva del macizo rocoso.

d_{tmr} Esfuerzo a la tracción del macizo rocoso.

T_{mr} esfuerzo de corte del macizo rocoso.

E_{mr} Modulo de elasticidad del macizo rocoso.

c Cohesión

Fi Angulo de fricción.

Densidad del Macizo Rocosos:

$$\gamma_{mr} = (RMR \times 0.002 + 0.8) \times D_r$$

Donde:

γ_{mr} Densidad del macizo rocoso.

D_r Densidad de la roca

(ANEXO3) VELOCIDAD DE AVANCE.

Tabla 3
Velocidades de corte aconsejadas

Materiales	Velocidad de corte (cm ² /min)		
	Para velocidad periférica normal		Para velocidad Periférica alta (80-90 mt/seg)
	Baja potencia Buen acabado	Alta potencia Acabado inferior	
Granitos duros	100 - 150	200 - 300	-
Granitos blandos	300 - 400	400 - 600	-
Mármoles			
Ø 200 - 700	600 - 750	1000 - 1500	
Ø 700 - 1300	800 - 900	1500 - 2500	4000 - 6000
Ø 1300 - 3000	1000 - 1200	1500 - 2500	
Travertinos	1000	2000 - 3000	5000 - 6000
Gres	300 - 1000	600 - 2000	-

(ANEXO4) CUADRO DE REVOLUCIONES REVOLUCIONES.

CUADRO DE REVOLUCIONES

Parámetros máquinas

Refrigeración: El corte con diamante se lleva a cabo bajo una refrigeración abundante.

Potencia máquina: La potencia disponible debe corresponder al diámetro del disco y la naturaleza del material que hay que cortar.

Velocidad periférica: Las herramientas se diseñan para unas velocidades periféricas abajo aconsejadas.

El exceso de velocidad puede llegar a dañar un disco mientras que la velocidad periférica demasiado baja provocará una desgaste prematuro.



Velocidades periféricas aconsejadas en m/s

Materiales	Velocidad periférica normal							
	25 m/s	30 m/s	35 m/s	40 m/s	45 m/s	50 m/s	55 m/s	60 m/s
Granitos	X	X	X	X				
Mármoles				X	X	X		
Travertinos						X	X	X
Pizarra			X	X	X	X		
Gres		X	X	X	X	X	X	
Rocas Volcánicas		X	X	X	X			

Velocidad de rotación determinada por la velocidad periférica y el diámetro del disco

Ø	Velocidad periférica normal							
	25 m/s	30 m/s	35 m/s	40 m/s	45 m/s	50 m/s	55 m/s	60 m/s
200 mm	2990	2970	3340	3920	4300	4780	5250	5730
250 mm	1910	2290	2670	3060	3440	3820	4200	4580
300 mm	1590	1910	2230	2550	2870	3180	3500	3820
350 mm	1360	1640	1910	2180	2460	2730	3000	3270
400 mm	1190	1430	1670	1910	2150	2390	2630	2870
450 mm	1060	1270	1490	1700	1910	2120	2330	2550
500 mm	960	1150	1340	1530	1720	1910	2100	2290
600 mm	800	960	1110	1270	1430	1590	1750	1910
700 mm	680	820	960	1090	1230	1360	1500	1640
800 mm	600	720	840	960	1070	1190	1310	1430
900 mm	530	640	740	850	960	1060	1170	1270
1000 mm	480	570	670	760	860	960	1050	1150
1100 mm	430	520	610	690	780	870	960	1040
1200 mm	400	480	560	640	720	800	880	960
1300 mm	370	440	510	590	660	740	810	880
1400 mm	340	410	480	550	610	680	750	820
1500 mm	320	380	450	510	570	640	700	760
1600 mm	300	360	420	480	540	600	660	720
1750 mm	270	330	380	440	490	550	600	660
2000 mm	240	290	330	380	430	480	530	570
2500 mm	190	230	270	310	340	380	420	460
2700 mm	180	210	250	280	320	350	390	420
3000 mm	160	190	220	260	290	320	350	380
3500 mm	140	170	190	220	250	280	300	330

(ANEXO5) EFICIENCIA DE MOTORES.

Table 17-15

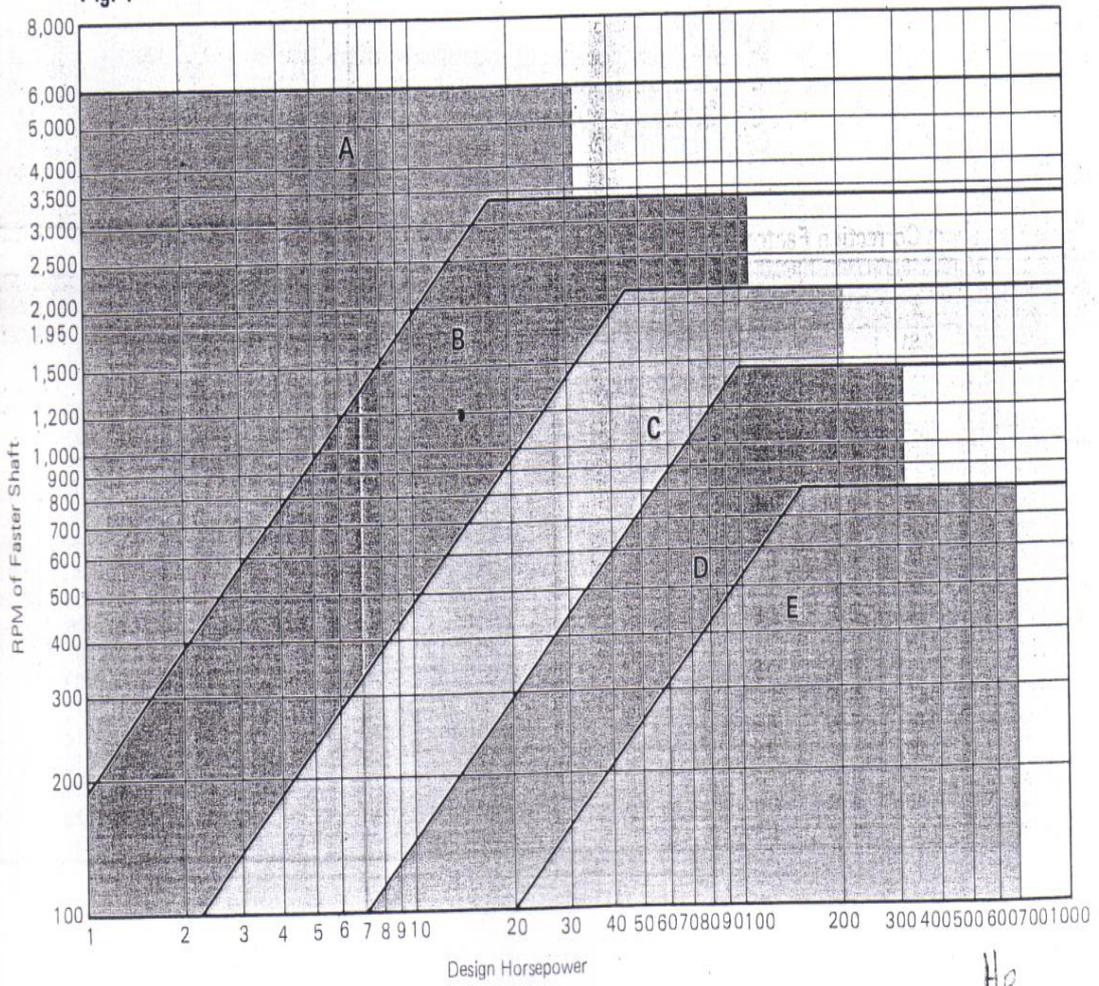
Suggested Service
Factors K_S for V-Belt
Drives

Driven Machinery	Source of Power	
	Normal Torque Characteristic	High or Nonuniform Torque
Uniform	1.0 to 1.2	1.1 to 1.3
Light shock	1.1 to 1.3	1.2 to 1.4
Medium shock	1.2 to 1.4	1.4 to 1.6
Heavy shock	1.3 to 1.5	1.5 to 1.8

(ANEXO 6) TIPO DE BANDAS.

CROSS-SECTION SELECTION CHART

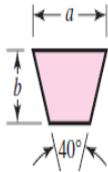
Fig. 1



(ANEXO7).DIAMETRO MINIMO DE POLEAS.

Table 17-9

Standard V-Belt Sections



Belt Section	Width a , in	Thickness b , in	Minimum Sheave Diameter, in	hp Range, One or More Belts
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{32}$	3.0	$\frac{1}{4}$ -10
B	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{16}$	5.4	1-25
C	$\frac{7}{8}$	$\frac{17}{32}$	9.0	15-100
D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	13.0	50-250
E	$1\frac{1}{2}$	1	21.6	100 and up

. (ANEXO 8) AUMENTO DE LONGITUD DE LA BANDA.

Length Conversion Dimensions (Add the Listed Quantity to the Inside Circumference to Obtain the Pitch Length in Inches)

Belt section	A	B	C	D	E
Quantity to be added	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

(ANEXO 9) TAMAÑO DE BANDAS.

Section	Circumference, in
A	26, 31, 33, 35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 80, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128
B	35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 71, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 90, 93, 97, 100, 103, 105, 112, 120, 128, 131, 136, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300
C	51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128, 136, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420
D	120, 128, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660
E	180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660

(ANEXO10) POTENCIA PERMITIDA POR BANDA.

BASIC HORSEPOWER RATING

Table 7 "A" Section V-belts (Standard Grade)

RPM of Faster Shaft	Rated HP per Belt for Small Sheave Pitch Diameter																	Additional HP per Belt for Speed Ratio										RPM of Faster Shaft	
	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	140	150	160	175	1.00 to 1.01	1.02 to 1.04	1.05 to 1.08	1.09 to 1.12	1.13 to 1.18	1.19 to 1.24	1.25 to 1.34	1.35 to 1.51	1.52 to 1.99		2.00 Over
1160	.74	.90	1.06	1.22	1.37	1.53	1.68	1.83	1.98	2.13	2.28	2.43	2.58	2.73	3.01	3.30	3.58	3.99	.00	.02	.04	.06	.08	.10	.13	.15	.17	.19	1160
1750	.98	1.21	1.44	1.66	1.88	2.10	2.32	2.53	2.74	2.95	3.16	3.37	3.57	3.77	4.16	4.55	4.92	5.46	.00	.03	.06	.09	.13	.16	.19	.22	.25	.28	1750
3450	1.41	1.80	2.19	2.56	2.92	3.27	3.61	3.94	4.25	4.56	4.85	5.13	5.40	5.65	6.12	6.52	6.86	7.25	.00	.06	.12	.19	.25	.31	.37	.43	.50	.56	3450
200	.20	.23	.26	.29	.33	.36	.39	.42	.45	.48	.51	.55	.58	.61	.67	.73	.79	.88	.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.03	.03	.03	200
400	.34	.40	.46	.52	.58	.64	.70	.76	.82	.88	.93	.99	1.05	1.11	1.22	1.33	1.45	1.61	.00	.01	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.06	.06	400
600	.46	.55	.64	.72	.81	.90	.98	1.07	1.15	1.23	1.32	1.40	1.48	1.57	1.73	1.89	2.06	2.30	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.08	.09	.10	600
800	.57	.68	.80	.91	1.02	1.13	1.24	1.35	1.46	1.57	1.68	1.79	1.89	2.00	2.21	2.42	2.63	2.94	.00	.01	.03	.04	.06	.07	.09	.10	.12	.13	800
1000	.67	.81	.95	1.08	1.22	1.36	1.49	1.63	1.76	1.89	2.02	2.15	2.28	2.41	2.67	2.92	3.17	3.54	.00	.02	.04	.05	.07	.09	.11	.13	.14	.16	1000
1200	.76	.93	1.09	1.25	1.41	1.57	1.73	1.88	2.04	2.19	2.35	2.50	2.65	2.80	3.10	3.39	3.68	4.11	.00	.02	.04	.06	.09	.11	.13	.15	.17	.19	1200
1400	.85	1.04	1.22	1.41	1.59	1.77	1.95	2.13	2.31	2.48	2.66	2.83	3.00	3.17	3.51	3.84	4.16	4.63	.00	.03	.05	.08	.10	.13	.15	.18	.20	.23	1400
1600	.93	1.14	1.35	1.55	1.76	1.96	2.16	2.36	2.56	2.76	2.95	3.14	3.33	3.52	3.89	4.25	4.61	5.12	.00	.03	.06	.09	.12	.14	.17	.20	.23	.26	1600
1800	1.00	1.23	1.47	1.69	1.92	2.15	2.37	2.59	2.80	3.02	3.23	3.44	3.65	3.85	4.25	4.64	5.02	5.57	.00	.03	.06	.10	.13	.16	.19	.23	.26	.29	1800
2000	1.07	1.33	1.58	1.83	2.07	2.32	2.56	2.80	3.03	3.26	3.49	3.72	3.94	4.16	4.59	5.00	5.40	5.97	.00	.04	.07	.11	.14	.18	.22	.25	.29	.32	2000
2200	1.13	1.41	1.68	1.95	2.22	2.48	2.74	2.99	3.25	3.49	3.74	3.98	4.21	4.44	4.89	5.33	5.74	6.33	.00	.04	.08	.12	.16	.20	.24	.28	.32	.36	2200
2400	1.19	1.49	1.78	2.07	2.35	2.63	2.91	3.18	3.45	3.71	3.97	4.22	4.46	4.71	5.17	5.62	6.04	6.63	.00	.04	.09	.13	.17	.22	.26	.30	.35	.39	2400
2600	1.24	1.56	1.87	2.18	2.48	2.78	3.07	3.35	3.63	3.91	4.18	4.44	4.69	4.94	5.42	5.88	6.30	6.88	.00	.05	.09	.14	.19	.23	.28	.33	.37	.42	2600
2800	1.29	1.63	1.96	2.28	2.60	2.91	3.21	3.51	3.80	4.09	4.37	4.64	4.90	5.16	5.64	6.10	6.52	7.07	.00	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	2800
3000	1.34	1.69	2.04	2.38	2.71	3.03	3.35	3.66	3.96	4.25	4.54	4.82	5.08	5.34	5.83	6.28	6.68	7.20	.00	.05	.11	.16	.22	.27	.32	.38	.43	.49	3000
3200	1.37	1.74	2.11	2.46	2.81	3.14	3.47	3.79	4.10	4.40	4.69	4.97	5.24	5.50	5.98	6.41	6.80	7.27	.00	.06	.12	.17	.23	.29	.35	.40	.46	.52	3200
3400	1.41	1.79	2.17	2.54	2.90	3.24	3.58	3.91	4.22	4.53	4.82	5.10	5.37	5.60	6.09	6.50	6.86	7.27	.00	.06	.12	.18	.24	.31	.37	.43	.49	.55	3400
3600	1.44	1.84	2.23	2.61	2.98	3.33	3.68	4.01	4.33	4.64	4.93	5.21	5.47	5.72	6.17	6.55	6.86	7.27	.00	.06	.13	.19	.26	.32	.39	.45	.52	.58	3600
3800	1.46	1.87	2.28	2.67	3.04	3.41	3.76	4.10	4.42	4.72	5.01	5.29	5.54	5.78	6.20	6.55	6.81	7.27	.00	.07	.14	.21	.27	.34	.41	.48	.55	.62	3800
4000	1.47	1.90	2.32	2.72	3.10	3.47	3.83	4.17	4.49	4.79	5.07	5.34	5.58	5.81	6.20	6.49	6.81	7.27	.00	.07	.14	.22	.29	.36	.43	.50	.58	.65	4000
4200	1.49	1.93	2.35	2.76	3.15	3.52	3.88	4.22	4.54	4.84	5.11	5.36	5.59	5.80	6.14	6.41	6.81	7.27	.00	.08	.14	.23	.30	.38	.45	.53	.60	.68	4200
4400	1.49	1.94	2.38	2.79	3.19	3.56	3.92	4.25	4.56	4.85	5.12	5.36	5.57	5.76	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.08	.16	.24	.32	.40	.48	.55	.63	.71	4400
4600	1.49	1.95	2.39	2.81	3.21	3.59	3.94	4.27	4.57	4.85	5.10	5.32	5.51	5.67	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.08	.17	.25	.33	.41	.50	.58	.66	.75	4600
4800	1.49	1.95	2.40	2.82	3.22	3.60	3.94	4.27	4.56	4.82	5.05	5.25	5.42	5.58	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.09	.17	.26	.35	.43	.52	.60	.69	.78	4800
5000	1.47	1.95	2.40	2.82	3.22	3.59	3.93	4.24	4.52	4.77	4.98	5.15	5.31	5.47	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.09	.18	.27	.36	.45	.54	.63	.72	.81	5000
5200	1.45	1.94	2.39	2.81	3.21	3.57	3.90	4.20	4.46	4.68	4.87	5.03	5.19	5.34	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.09	.19	.28	.37	.47	.56	.66	.75	.84	5200
5400	1.43	1.91	2.37	2.79	3.18	3.54	3.85	4.13	4.38	4.58	4.75	4.91	5.06	5.21	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.10	.19	.29	.39	.49	.58	.68	.78	.87	5400
5600	1.40	1.89	2.34	2.76	3.14	3.48	3.79	4.05	4.27	4.44	4.61	4.77	4.92	5.07	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.71	.81	.91	5600
5800	1.36	1.85	2.30	2.71	3.09	3.42	3.70	3.94	4.13	4.29	4.45	4.60	4.75	4.90	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.10	.21	.31	.42	.52	.63	.73	.84	.94	5800
6000	1.31	1.80	2.25	2.65	3.02	3.33	3.59	3.81	3.99	4.15	4.30	4.45	4.60	4.75	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.11	.22	.32	.43	.54	.65	.76	.86	.97	6000
6200	1.26	1.75	2.19	2.58	2.93	3.23	3.47	3.65	3.81	3.96	4.11	4.26	4.41	4.56	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.11	.22	.33	.45	.56	.67	.78	.89	1.00	6200
6400	1.20	1.68	2.12	2.50	2.83	3.10	3.32	3.50	3.66	3.81	3.96	4.11	4.26	4.41	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.12	.23	.35	.46	.58	.69	.81	.92	1.04	6400
6600	1.14	1.61	2.04	2.40	2.72	2.96	3.13	3.29	3.44	3.59	3.74	3.89	4.04	4.19	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.12	.24	.36	.48	.59	.71	.83	.95	1.07	6600
6800	1.06	1.53	1.94	2.29	2.58	2.81	2.98	3.14	3.29	3.44	3.59	3.74	3.89	4.04	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.12	.25	.37	.49	.61	.73	.86	.98	1.10	6800
7000	.98	1.44	1.84	2.17	2.43	2.60	2.75	2.90	3.05	3.20	3.35	3.50	3.65	3.80	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.13	.25	.38	.50	.63	.76	.88	1.01	1.13	7000
7200	.89	1.34	1.72	2.03	2.27	2.43	2.58	2.73	2.88	3.03	3.18	3.33	3.48	3.63	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.13	.26	.39	.52	.65	.78	.91	1.04	1.17	7200
7400	.79	1.23	1.59	1.88	2.04	2.19	2.34	2.49	2.64	2.79	2.94	3.09	3.24	3.39	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.13	.27	.40	.53	.67	.80	.93	1.07	1.20	7400
7600	.68	1.10	1.45	1.71	1.87	2.02	2.17	2.32	2.47	2.62	2.77	2.92	3.07	3.22	6.05	6.31	6.81	7.27	.00	.14	.27	.41	.53	.68	.82	.96	1.09	1.23	7600

Belt speed above 30m/sec., special sheaves may be necessary.

(ANEXO 11) FACTOR DE CORRECCIÓN K1.

Table 17-13

Angle of Contact
Correction Factor K_1 for
VV* and V-Flat Drives

$\frac{D-d}{C}$	θ , deg	VV	K_1	V Flat
0.00	180	1.00		0.75
0.10	174.3	0.99		0.76
0.20	166.5	0.97		0.78
0.30	162.7	0.96		0.79
0.40	156.9	0.94		0.80
0.50	151.0	0.93		0.81
0.60	145.1	0.91		0.83
0.70	139.0	0.89		0.84
0.80	132.8	0.87		0.85
0.90	126.5	0.85		0.85
1.00	120.0	0.82		0.82
1.10	113.3	0.80		0.80
1.20	106.3	0.77		0.77
1.30	98.9	0.73		0.73
1.40	91.1	0.70		0.70
1.50	82.8	0.65		0.65

*A curvefit for the VV column in terms of θ is
 $K_1 = 0.143\ 543 + 0.007\ 46\ 8\ \theta - 0.000\ 015\ 052\ \theta^2$
in the range $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

(ANEXO 12) FACTOR DE CORRECCIÓN K2.

Table 17-14

Belt-Length Correction
Factor K_2^*

Length Factor	Nominal Belt Length, in				
	A Belts	B Belts	C Belts	D Belts	E Belts
0.85	Up to 35	Up to 46	Up to 75	Up to 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Up to 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 and up	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 and up	330 and up	540 and up	660

*Multiply the rated horsepower per belt by this factor to obtain the corrected horsepower.

(ANEXO 13) FACTOR DE CORRECCIÓN K_C.

Table 17-16

Some V-Belt Parameters*

Belt Section	K _b	K _c
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1098	1.217
8V	4830	3.288

*Data courtesy of Gates Rubber Co., Denver, Colo.

(ANEXO 14) CATALOGO ACEROS.

BÖHLER E 920 TRANSMISIÓN



Tipo de aleación: C 0.18 Si 0.25 Mn 0.70 %

Color de identificación: Naranja
Estado de suministro: Trefilado h 11

AISI 1018
 DIN: —
 No. Mat. —

PROPIEDADES:

Acero para cementación no aleado para piezas pequeñas exigidas principalmente al desgaste, donde la tenacidad del núcleo no sea importante. Buena soldabilidad.

EMPLEO:

Para la construcción de levas uniones, bujes, pines, pivotes, partes prensadas o troqueladas, pernos grado 2, ejes de transmisión con baja exigencia la torque.

TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado: 1050 – 850 °C
 Recocido: 650 – 700 °C
 Enfriamiento lento en el horno
 Normalizado: 890 – 920 °C
 Cementación: 840 – 950 °C
 Temple: 770 – 800 °C
 enfriamiento en agua.
 Dureza obtenible:
 En el núcleo: 20 – 25 HRC
 En la capa cementada: 55 – 58 HRC
 Revenido: 150 – 200 °C

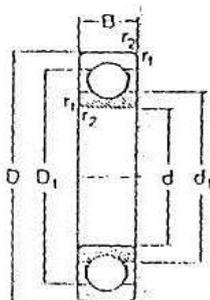
ANEXO 15. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS. (C/P)

Tabla 2 Rodamientos de bolas - valores C/P para diferentes duraciones L_{10h} , expresadas en horas de funcionamiento, a diferentes velocidades n (r/min)

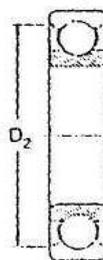
L_{10h}	C/P cuando $n =$													
	10	18	25	40	63	100	125	160	200	250	320	400	500	630
100	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	1,15	1,24	1,34	1,45	1,56
500	-	-	-	1,06	1,24	1,45	1,56	1,68	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67
1 000	-	-	1,15	1,34	1,56	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36
1 250	-	1,06	1,24	1,45	1,68	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63
1 600	-	1,15	1,34	1,56	1,82	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91
2 000	1,06	1,24	1,45	1,68	1,96	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23
2 500	1,15	1,34	1,56	1,82	2,12	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56
3 200	1,24	1,45	1,68	1,96	2,29	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93
4 000	1,34	1,56	1,82	2,12	2,47	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,12
5 000	1,45	1,68	1,96	2,29	2,67	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75
6 300	1,56	1,82	2,12	2,47	2,88	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20
8 000	1,68	1,96	2,29	2,67	3,11	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70
10 000	1,82	2,12	2,47	2,88	3,36	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23
12 500	1,96	2,29	2,67	3,11	3,63	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81
16 000	2,12	2,47	2,88	3,36	3,91	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43
20 000	2,29	2,67	3,11	3,63	4,23	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11
25 000	2,47	2,88	3,36	3,91	4,56	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83
32 000	2,67	3,11	3,63	4,23	4,93	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6
40 000	2,88	3,36	3,91	4,56	5,32	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5
50 000	3,11	3,63	4,23	4,93	5,75	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4
63 000	3,36	3,91	4,56	5,32	6,20	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4
80 000	3,63	4,23	4,93	5,75	6,70	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5
100 000	3,91	4,56	5,32	6,20	7,23	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,7
200 000	4,93	5,75	6,70	7,81	9,11	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,7

ANEXO 16. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS CATÁLOGO SKF.

Rodamientos tipo 618
d 17-40 mm



Rebordo sin ranuras



Rebordo con ranuras

Dimensiones principales			Capacidad de carga		Límite de velocidad		Masa	Designación
d	D	B	C	C ₀	Lubricación con			
mm			N		grasa		kg	-
					aceite			
					r/min			
17	26	5	1 600	930	24 000	30 000	0,0092	61803
	35	8	6 050	2 800	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	2 800	19 000	24 000	0,039	6603
	40	12	9 560	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 650	1 400	19 000	24 000	0,018	61804
	42	8	7 070	3 400	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6604
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	16 600	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	3 120	1 960	17 000	20 000	0,022	61805
	47	8	7 610	4 000	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	5 600	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	8 950	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 400	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	35 800	19 600	9 000	11 000	0,53	6405
30	42	7	3 120	2 000	15 000	18 000	0,028	61806
	55	9	11 200	5 850	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	6 000	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	14 600	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	43 600	24 000	8 500	10 000	0,74	6406
35	47	7	4 030	3 000	13 000	16 000	0,030	61807
	62	9	12 400	6 950	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	8 500	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	13 700	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	18 000	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 160	3 350	11 000	14 000	0,034	61808
	68	9	13 300	7 800	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	9 300	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	16 500	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	22 400	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	6 700	8 000	1,25	6408

ANEXO 17. SELECCIÓN DE TUBO CUADRADO.

CUADRADO



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO

RECTANGULAR

TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma: ASTM A-500
 Recubrimiento: Negro o galvanizado
 Largo normal: 6.00m
 Otras longas: Previa Consulta
 Dimensiones: Desde 20.00mm a 100.00mm
 Espesor: Desde 2.00mm a 3.00mm



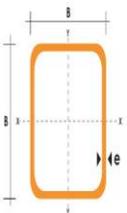
TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

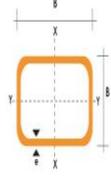
Norma: ASTM A-500
 Recubrimiento: Negro o galvanizado
 Largo normal: 6.00m
 Otras longas: Previa Consulta
 Dimensiones: Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
 Espesor: Desde 2.00mm a 3.00mm



DIMENSIONES		AREA		EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.08	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	8.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.28	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	8.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.89
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



DIMENSIONES		AREA		EJES X-X		EJES Y-Y				
A	B	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i			
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm			
20	40	1.2	1.09	1.32	2.61	1.30	1.12	0.88	0.83	
20	40	1.5	1.35	1.65	3.26	1.63	1.40	1.09	0.81	
20	40	2.0	1.78	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	0.79	
25	50	1.5	1.71	2.10	6.39	2.96	1.74	2.19	1.75	1.02
25	50	2.0	2.25	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01
25	50	3.0	3.30	4.14	12.58	5.02	1.74	3.99	3.19	0.99
30	50	1.5	1.88	2.25	7.27	2.91	1.80	3.32	2.21	1.21
30	50	2.0	2.41	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21
30	50	3.0	3.30	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16
30	70	2.0	3.03	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.48	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	60	1.5	2.29	2.91	14.90	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65
40	60	2.0	3.03	3.74	18.08	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62
40	60	3.0	4.48	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57
30	70	1.5	2.34	2.91	18.08	5.17	2.49	4.78	3.17	1.28
30	70	2.0	2.93	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.25	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	80	1.5	2.76	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70
40	80	2.0	3.66	4.54	37.32	9.33	2.87	12.70	6.35	1.67
40	80	3.0	5.42	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63
50	100	2.0	4.52	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11
50	100	3.0	6.71	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07
50	150	2.0	6.17	7.74	207.45	27.86	5.18	37.17	14.67	2.19
50	150	3.0	9.17	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15





30 www.dipacmanta.com www.dipacmanta.com 30

ANEXO 18. SELECCIÓN DE VIGA UPN.



DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO



PERFILES LAMINADOS UPN

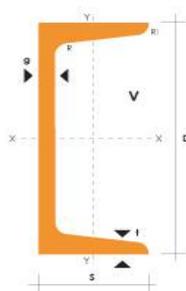
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m y 12.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



UPN

DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION	PESOS	TIPOS			
	h	s	g	t	R	R1			lx	ly	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm4	cm2	kg/mt	cm4	cm4	cm3	cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



ANEXO B.

PRUEBAS DE CORTE CORTADORA DE PUENTE

PRUEBAS CORTADORA DE PUENTE L=0.50m

Prueba :	N.-1	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto	Cortadora de puente	Lugar de ejecución	Duramas .
Observación					
numero de ensayo	Distancia (m)		Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)	
1	0.5		12	0.041	
2	0.50		13	0.038	
3	0.50		12	0.041	
4	0.50		12.5	0.04	
5	0.50		12.6	0.039	
			Promedio	12.42	0.041

PRUEBAS CORTADORA DE PUENTE L=1m

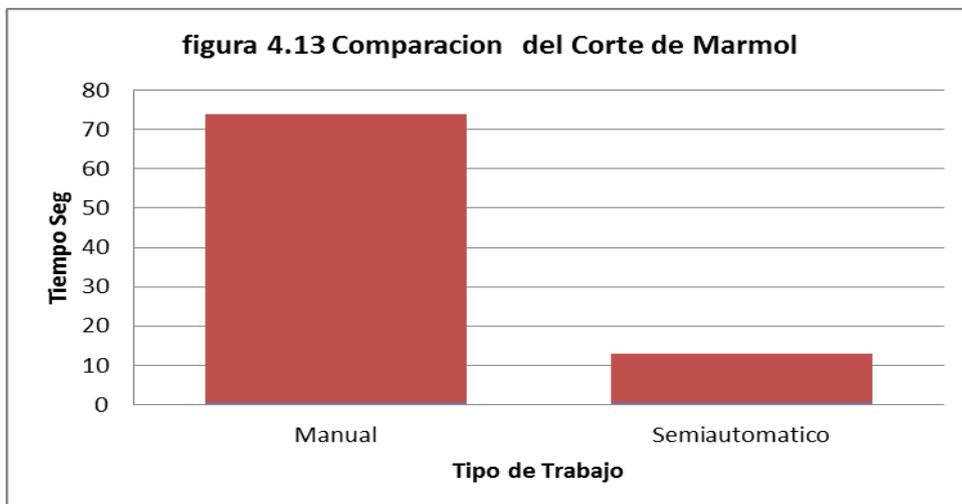
Prueba :	N.-1	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto	Cortadora de puente	Lugar de ejecución	Duramas .
Observación					
numero de ensayo	Distancia (m)		Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)	
1	1		24	0.0416	
2	1		25	0.04	
3	1		24.5	0.0408	
4	1		24.8	0.0403	
5	1		24	0.04166	
			Promedio	24.46	0.0408

PRUEBAS CORTADORA DE PUENTE L=2.50m

Prueba :	N.-1	Fecha de ejecución		Elaborado por :	Luis Guerrero
Tipo de material	Mármol	Objeto	Cortadora de puente	Lugar de ejecución	Duramas .
Observación					
numero de ensayo	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad(m/s)		
1	2.5	60	0.041		
2	2.5	59	0.040		
3	2.5	61	0.0423		
4	2.5	60	0.041		
5	2.5	61	0.0409		
		Promedio	60.2	0.0415	

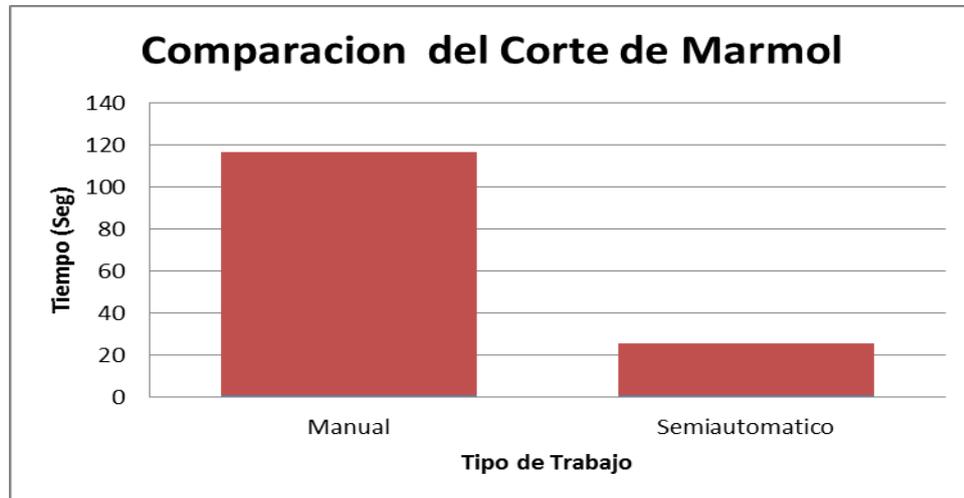
PRUEBAS CORTADORA DE PUENTE L=0.50m

Manual	Semiautomático
0.5	0.5
73.4	12.42



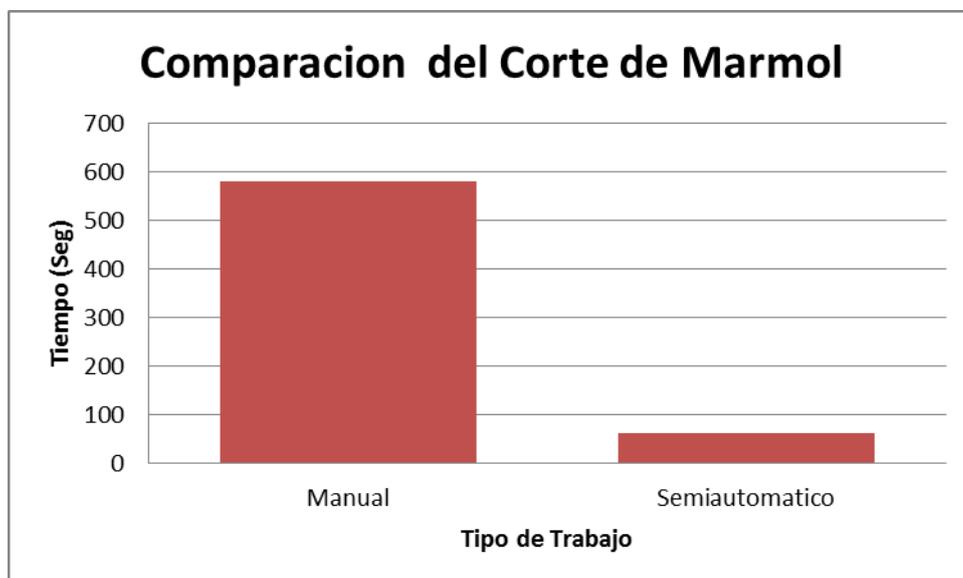
PRUEBAS CORTADORA DE PUENTE L=1m

Manual	Semiautomático
1	1
115.8	24.46



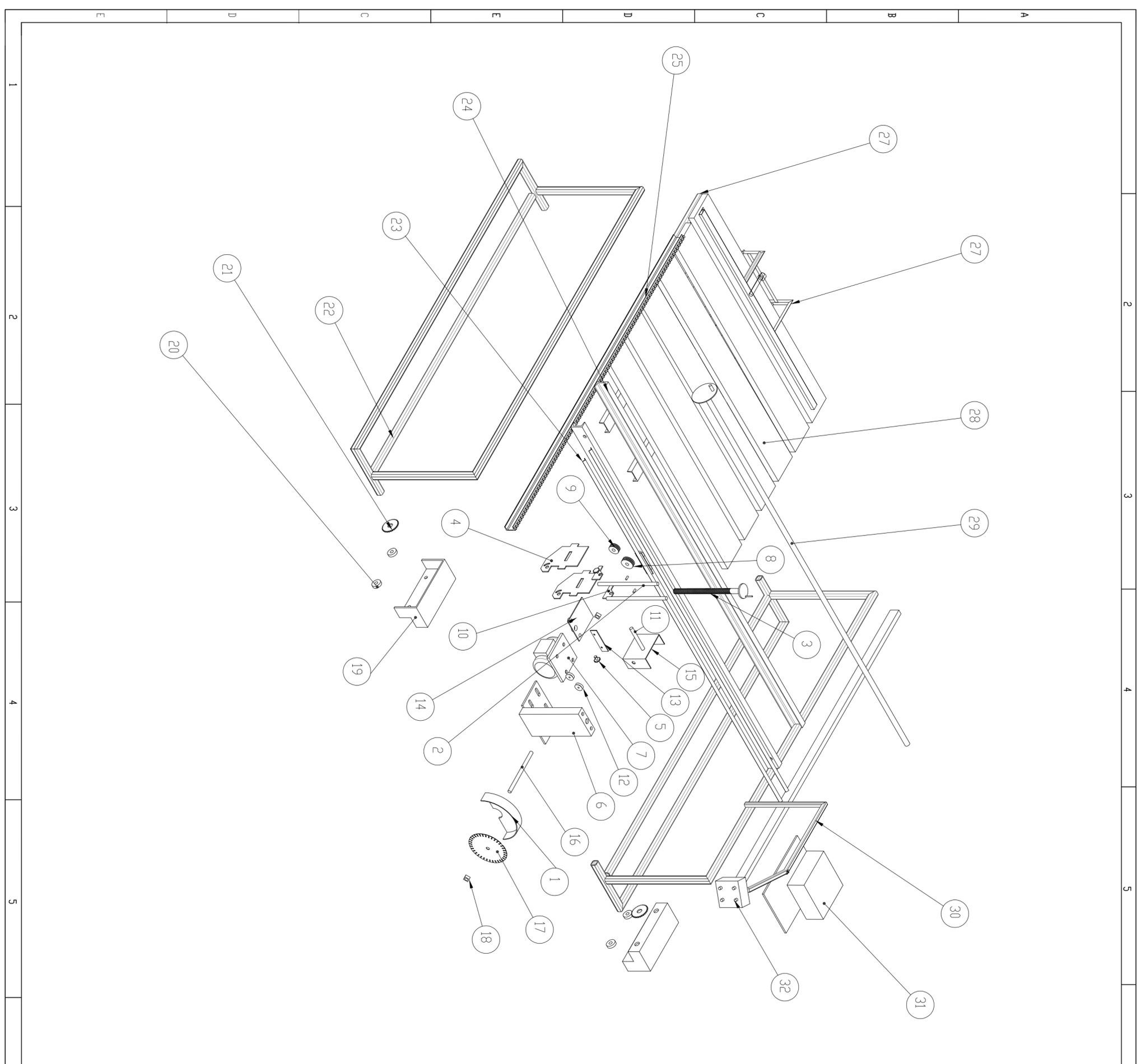
PRUEBAS CORTADORA DE PUENTE L=2.50m

Manual	Semiautomático
2.5	2.5
578	60.2



Al realizar la prueba de corte con una plancha de mármol se pudo obtener una disminución de tiempo del 80%

PLANOS



No.	Denominación.	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Pzxs	No. del Modelo/Semiproducto	Peso (kg/Pieza)	Observaciones
32	BOTONERA	32	ACERO	1		2,96	Adquirido
31	MOTOR DESPLAZAMIENTO 1/2 HP	31	ACERO	1		5,7	Adquirido
30	BRAZO BOTONERA	30	ACERO A36	20	1	24	
29	EJE 1 P19	29	ACERO 1018	19	1	12	
28	TABLON (1x3) P19	28	MADERA	8	8	3,6	Longitud 300mm
27	BRAZO REGULADOR	27	ACERO A36	18	1	1,52	
26	MESA (TUBO CUADRADO 2x2)	26	ACERO A36	17	1	21	
25	CANAL C 800mm	25	ACERO A36	2	2	11	Longitud 300mm
24	CANAL UPN 100mm	24	ACERO A36	2	2	28	Longitud 300mm
23	ANGULO 1/2 x 3/16	23	ACERO A36	2	2	8	Longitud 300mm
22	ESTRUCTURA	22	ACERO A36	16	1	1,27	
21	PUNDA	21	ACERO	2	2	0,8	Adquirido
20	RULLMAN DESPLAZAMIENTO	20	ACERO	4	4	0,35	Adquirido
19	CARRIL DEL PUENTE	19	ACERO A36	15	2	1,6	Adquirido
18	TUERCA	18	ACERO	1	1	0,3	
17	DISCO DIAMANTADO	17	ACERO	1	1	1,2	Adquirido
16	EJE PRINCIPAL	16	ACERO 1018	14	1	1,3	
15	PROTECCION CHUMACERAS	15	ACERO	13	1	4,6	
14	BASE DEL TORNILLO DE POTENCIA	14	ACERO A36	12	1	2,5	
13	APDO DE LAS RUEDAS	13	ACERO A36	11	2	0,9	
12	RUEDA ANGULAR	12	ACERO	10	4	0,7	
11	EJE DE LA BASE	11	ACERO 1018	09	2	0,85	
10	BASE SUPERIOR	10	ACERO A36	08	2	0,48	
9	PLEA MOTRIZ	09	ALUMINIO	07	1	0,58	
8	PLEA CONDUCTIVA	08	ALUMINIO	06	1	0,74	
7	MOTOR SUP	07	ACERO	05	1	24	Adquirido
6	BASE DEL MOTOR	06	ACERO A36	05	1	5,6	
5	TORNILLO REGULADOR	05	ACERO 1018	2	2	2,52	
4	BASE CARGO	04	ACERO A36	04	2	7	
3	TORNILLO DE POTENCIA	03	ACERO 1018	1	1	3	Pd=27g = 30mm
2	EJE DEL CARGO	02	ACERO 1018	03	2	1,83	
1	PROTECCION DISCO	01	ACERO A36	02	1	3,5	

Tolerancia		Peso:		Material:	
±0,01					
Fecha:	Nombre:	Fecha:	Nombre:	Denominación:	Cortadora de Puente
Dib.:	Dib.:	Dib.:	Dib.:	Escala:	
Rev.:	Rev.:	Rev.:	Rev.:	1:20	
Apr.:	Apr.:	Apr.:	Apr.:		
UTA MECANICA - INGENIERIA					
Número de dibujo:				01 de 20	
Sustitución:					



1

2

3

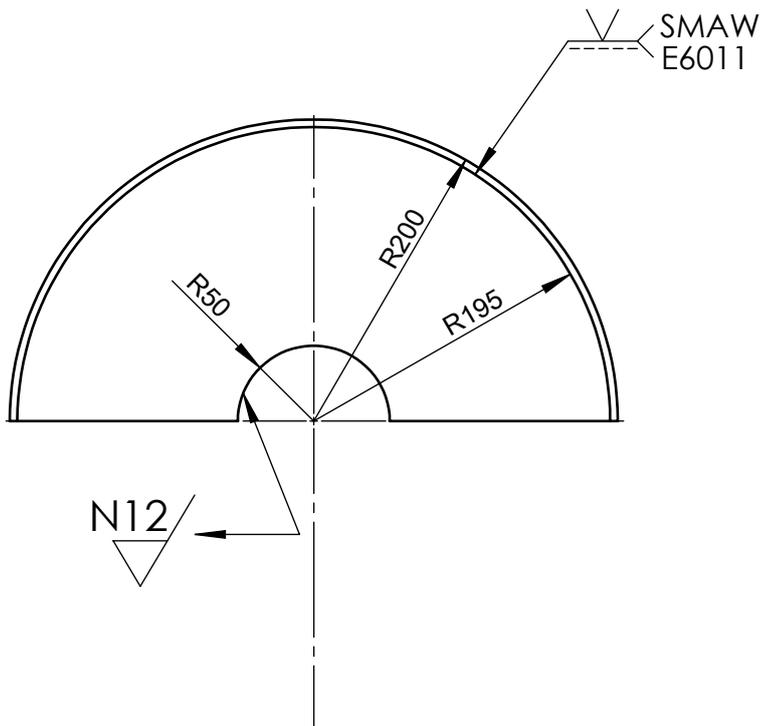
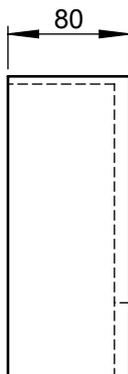
4

A



B

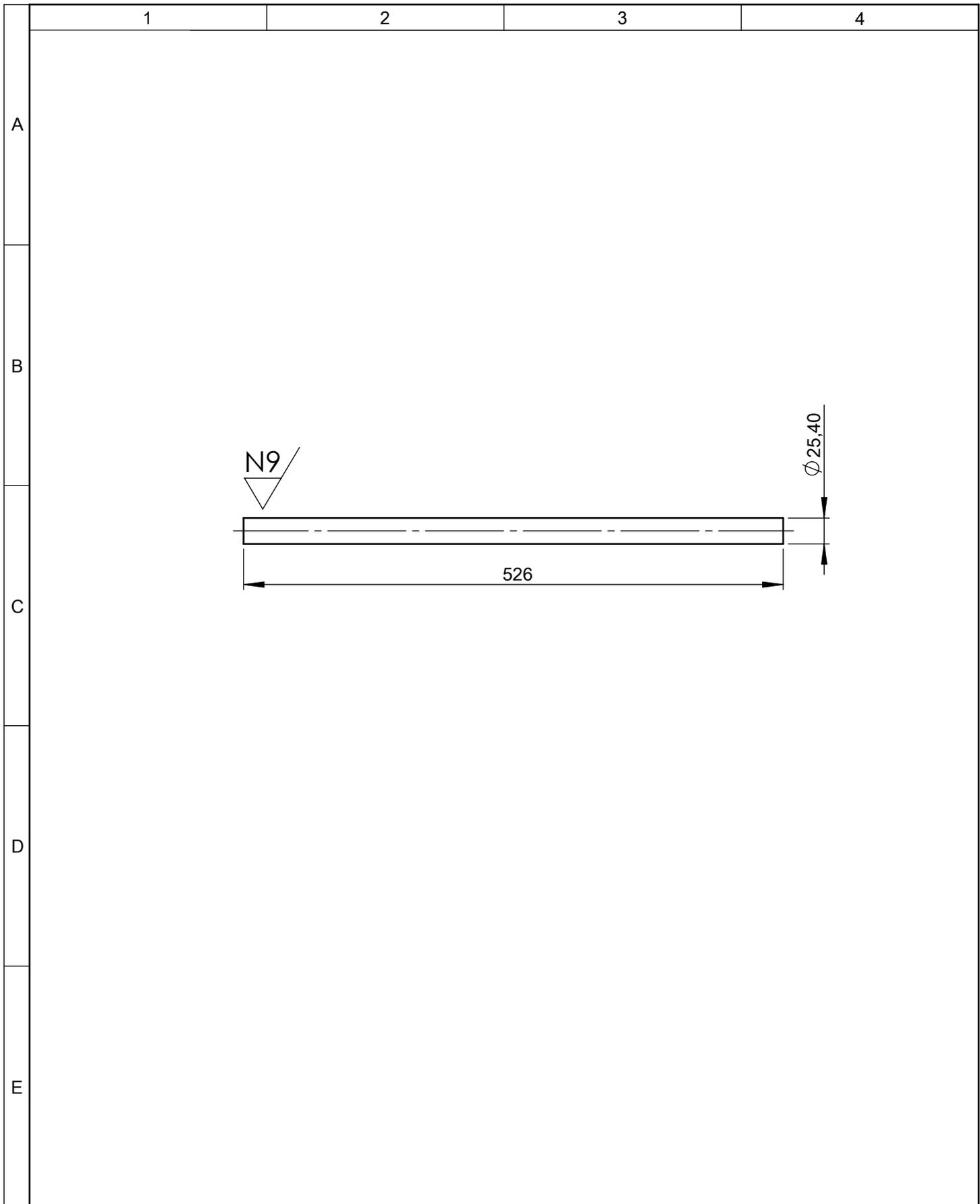
C



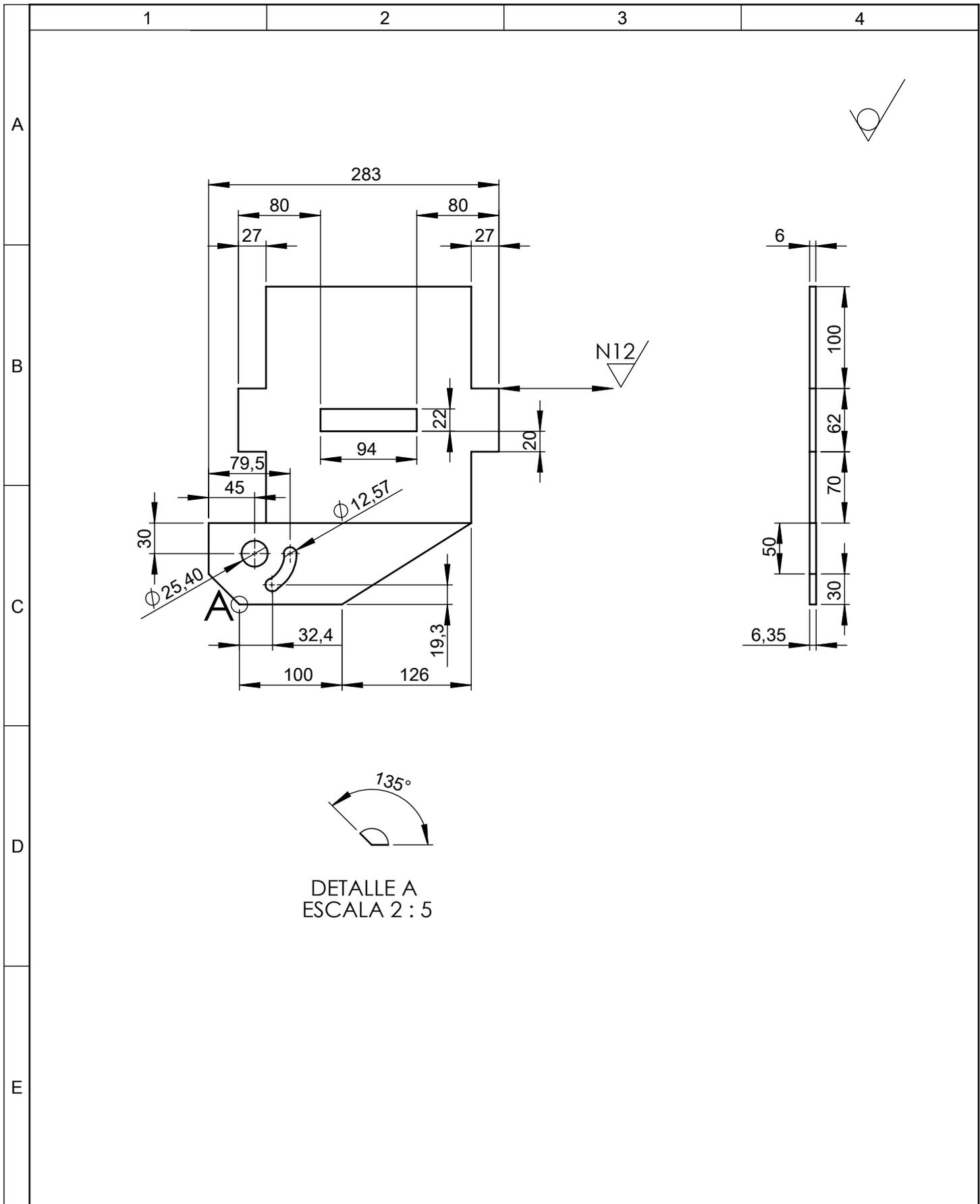
D

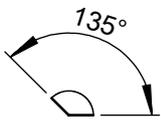
E

				Tolerancia ±0.5	Peso: 3.5 Kg	Material: ACERO ASTM A36	
					Fecha:	Nobre:	Denominación: PROTECCION DEL DISCO
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.	
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga	Escala: 1:5
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 02 de 20	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



				Tolerancia ± 0.5	Peso: 1.83 Kg	Material: ACERO AISI 1018		
						Denominación: EJE DEL CARRO		Escala: 1:5
					Fecha:	Nobre:		
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.		
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga		
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga		
				UTA		Número de dibujo: 03 de 20		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Mecánica - Ingeniería		Sustitución:		




 DETALLE A
 ESCALA 2 : 5

				Tolerancia ±0.5	Peso: 7 Kg	Material: ACERO ASTM A36	
					Fecha: 11-10-2011	Nobre: Guerrero L.	Denominación: BASE DEL CARRO
					Rev. 08-11-2011	Ing. Mayorga	
					Apro. 08-11-2011	Ing. Mayorga	
				UTA Mecánica -Ingeniería		Número de dibujo: 04 de 20	Escala: 1:5 
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1

2

3

4

A

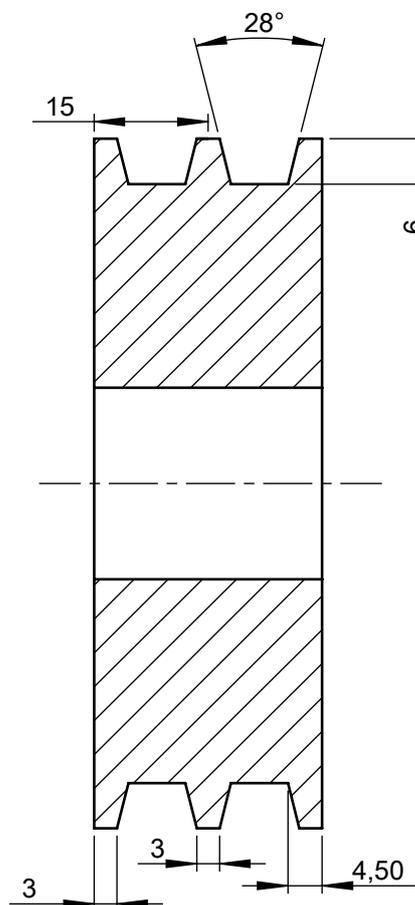
N9

B

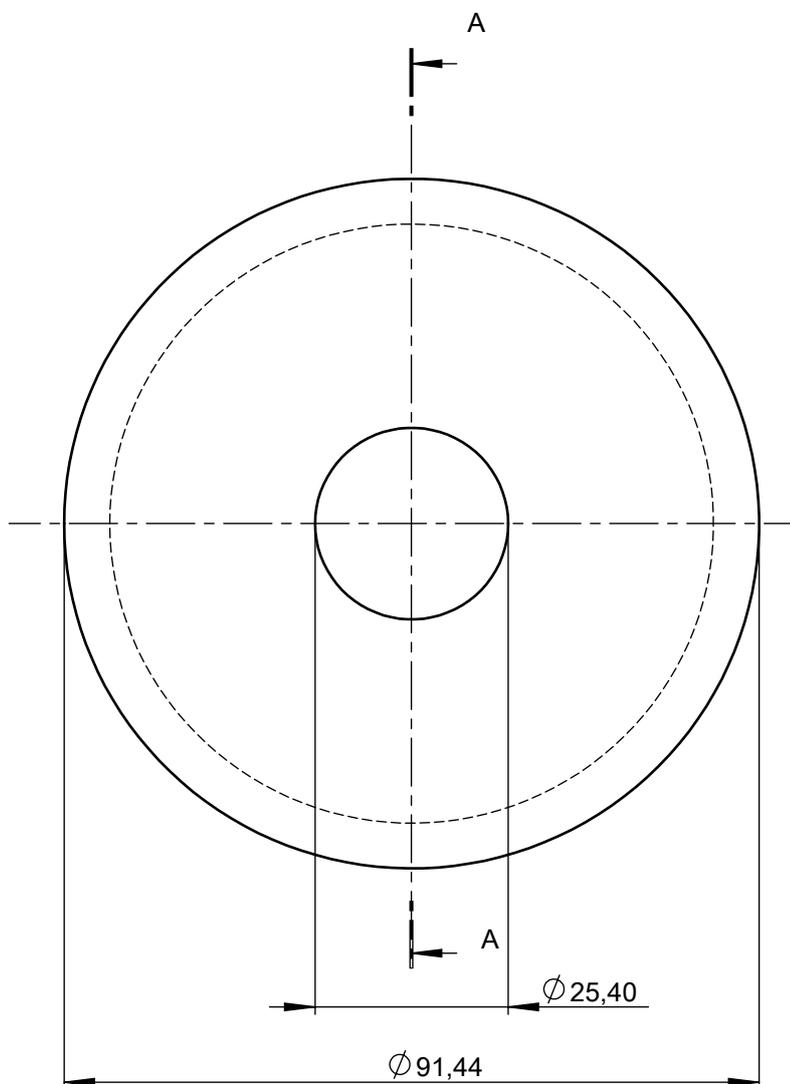
C

D

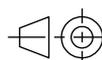
E



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



				Tolerancia ± 0.5	Peso: 0.74Kg	Material: ALUMINIO	
					Fecha:	Nobre:	
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.	Denominación: POLEA DE CONDUCTORA
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga	Escala: 1:2
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				UTA		Número de dibujo: 06 de 20	
				Mecánica -Ingeniería		Sustitución:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



1

2

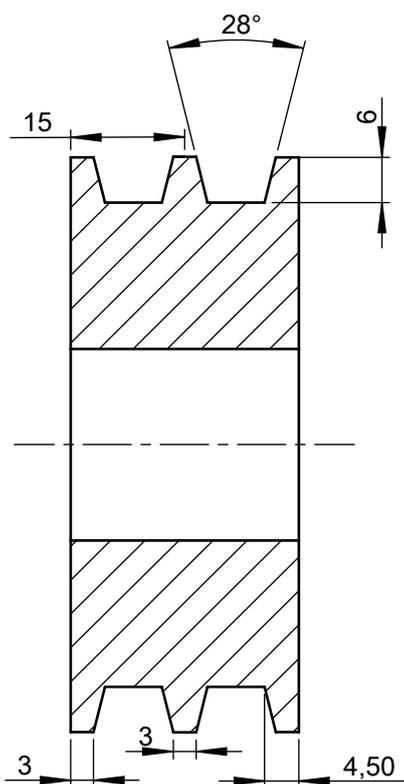
3

4

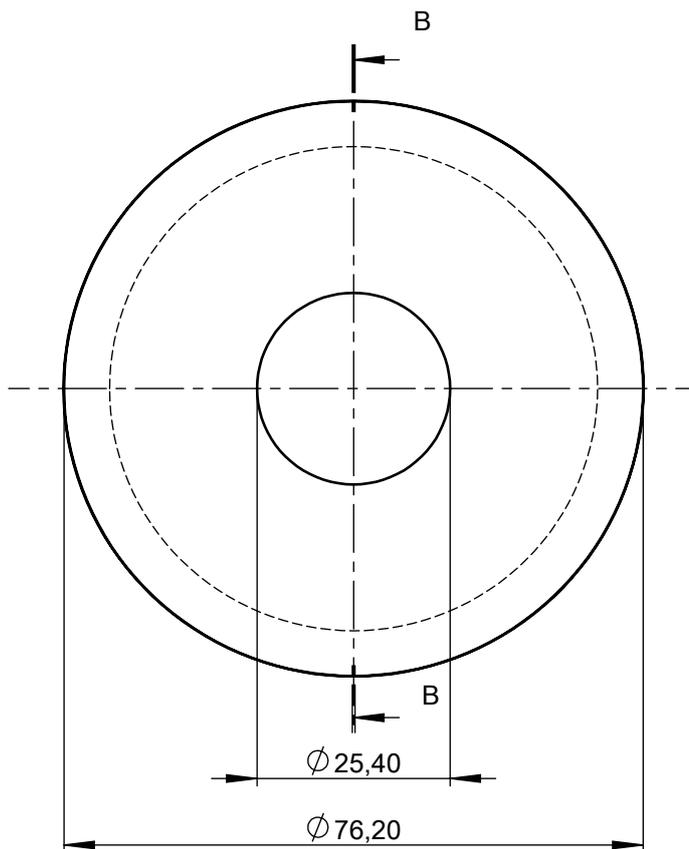
A

N9

B



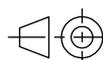
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1

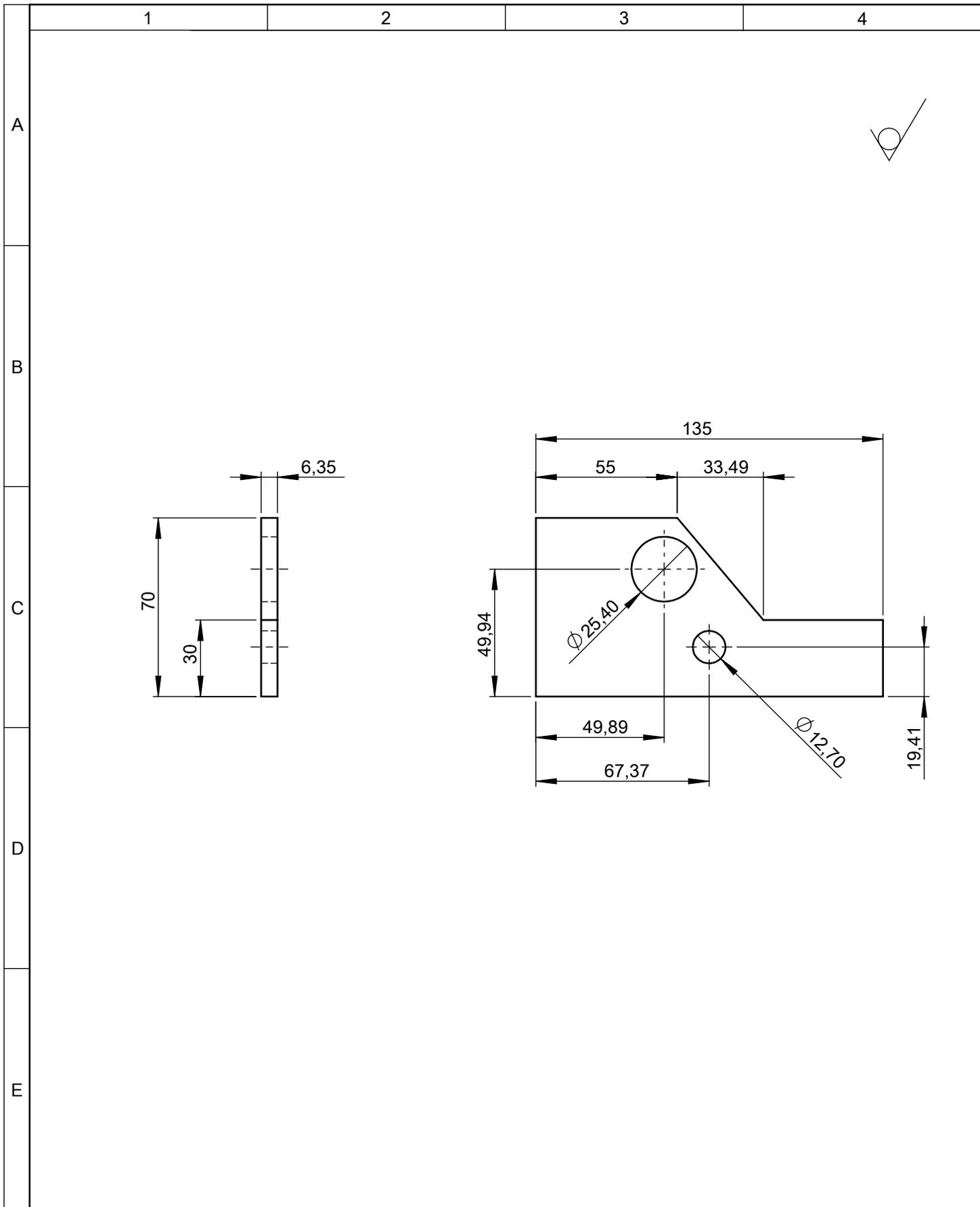


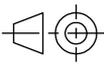
D

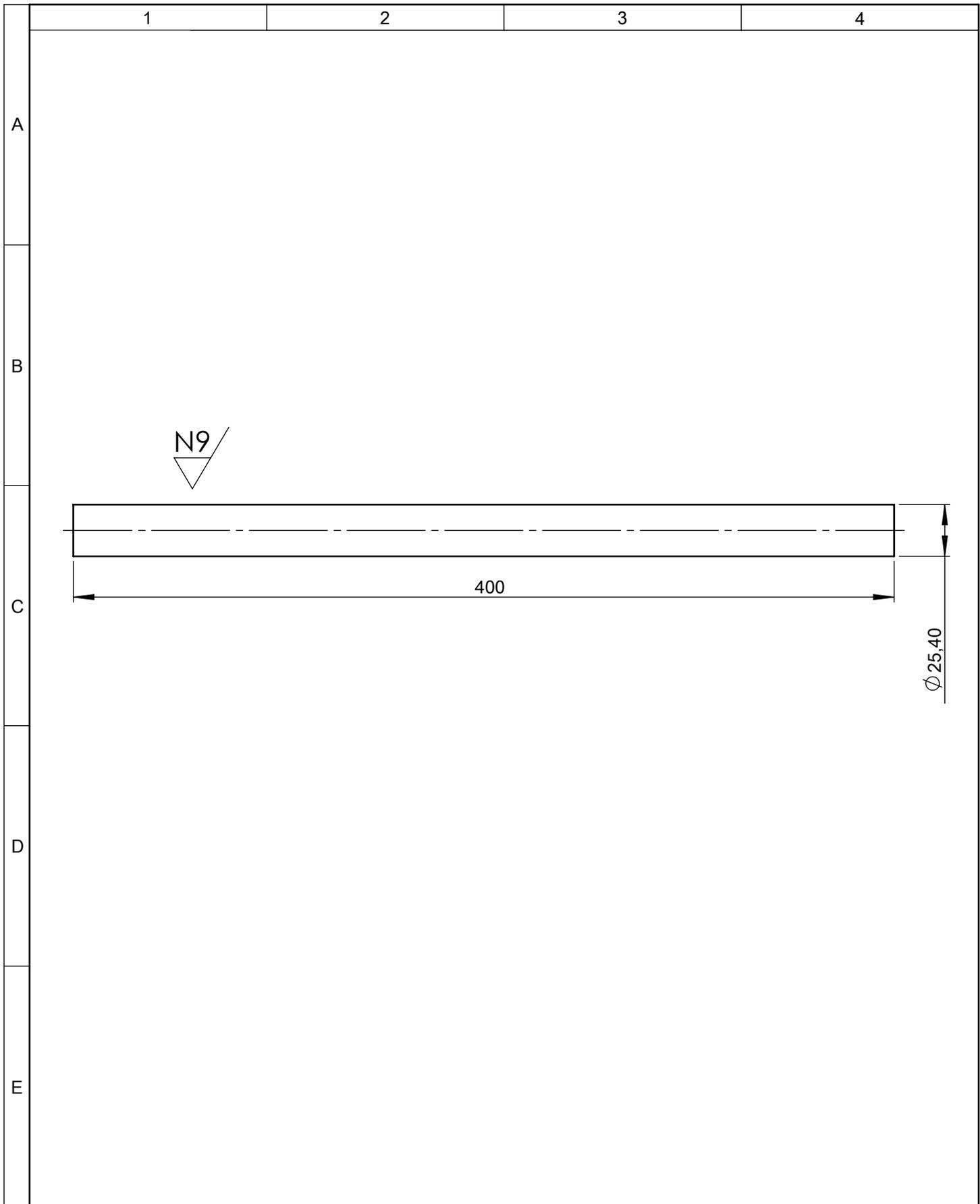
E

				Tolerancia ± 0.5	Peso: 0.58 Kg	Material: ALUMINIO	
					Fecha:	Nobre:	Denominación: POLEA DE MOTRIZ
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.	
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				UTA Mecánica -Ingeniería		Número de dibujo: 07 de 20	Escala: 1:2
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	





				Tolerancia ±0.01	Peso: 0.48 Kg	Material: ACERO ASTM A36		
						Denominación: BASE SUPERIOR	Escala: 1:2.5	
				Fecha:	Nobre:			
				Dib.	11-10-2011			Guerrero L.
				Rev.	08-11-2011			Ing. Mayorga
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga		
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 08 de 22		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:		
								



				Tolerancia ±0.5	Peso: 0.85 Kg	Material: ACEROAISI1018		
						Denominación: EJE DE LA BASE	Escala: 1:2.5	
				Fecha:	Nobre:			
				Dib.	11-10-2011			Guerrero L.
				Rev.	08-11-2011			Ing. Mayorga
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga		
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 09 de 20		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:		



1

2

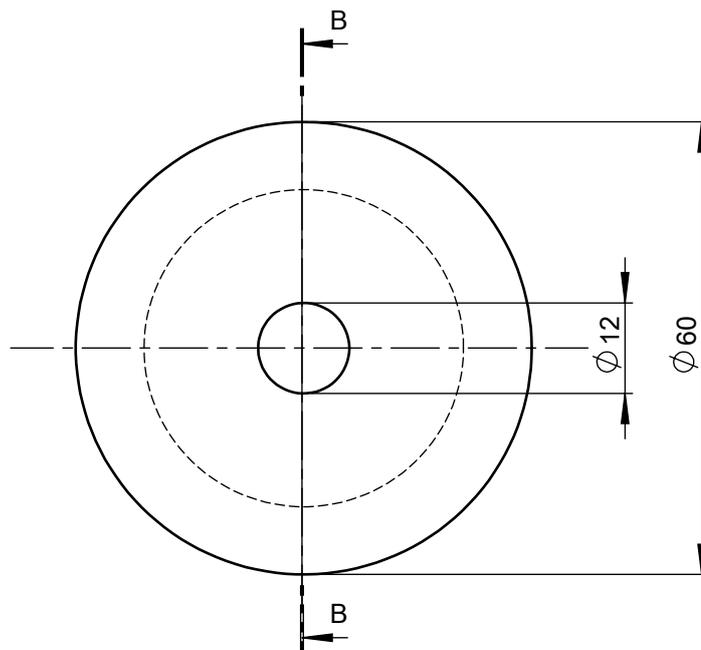
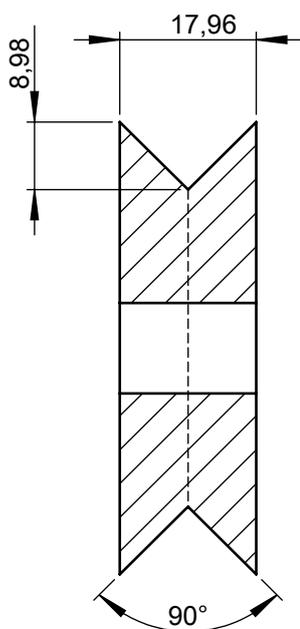
3

4

A

N9

B



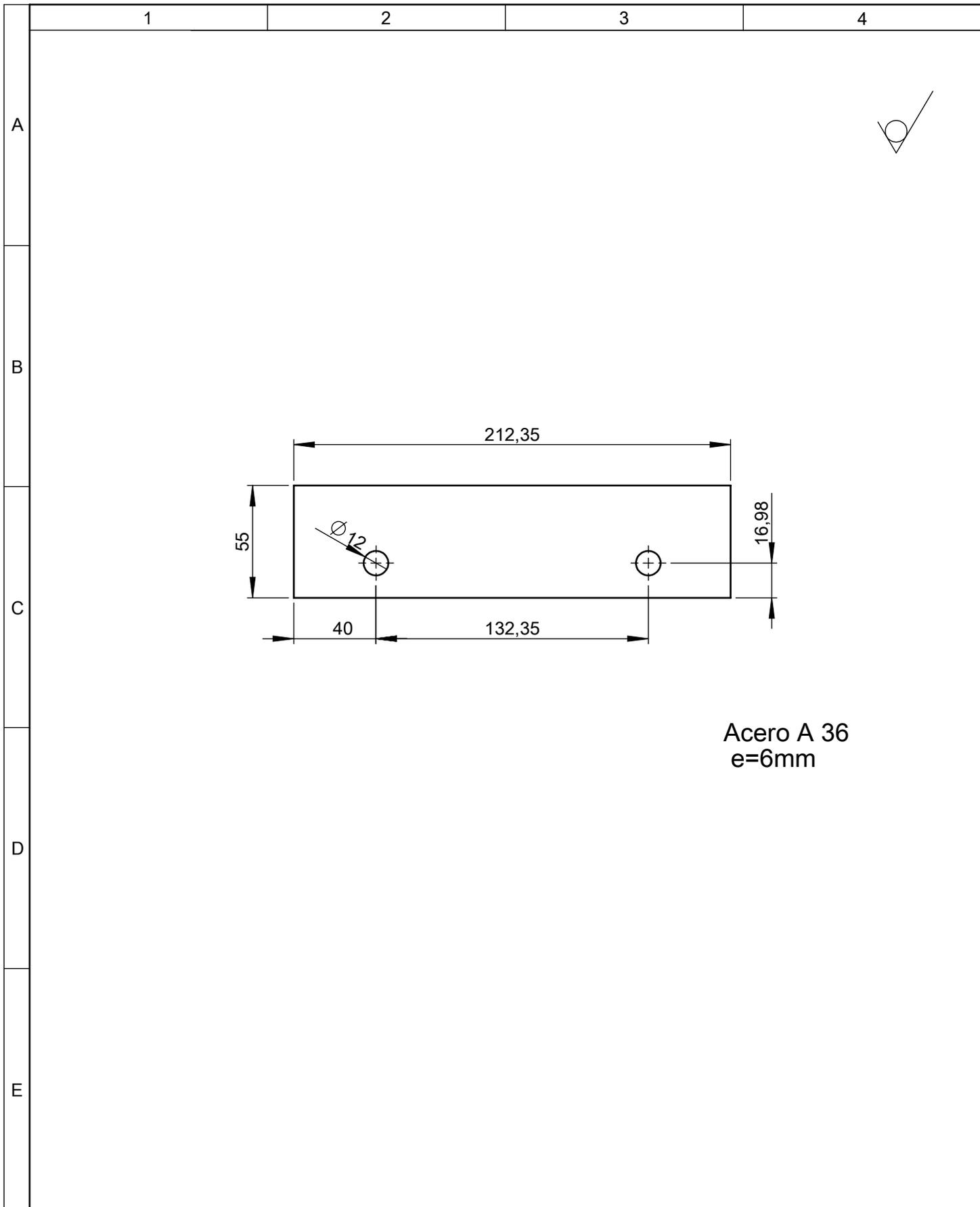
C

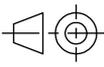
D

SECCIÓN B-B

E

				Tolerancia ± 0.01	Peso: 1.83 Kg	Material: ACERO AISI 4140	
					Fecha:	Nobre:	
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.	Denominación: RUEDA ANGULAR
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 10 de 22	Escala: 1:1
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



				Tolerancia ±0.5	Peso: 0.9 Kg	Material: ACERO ASTM A36			
					Fecha:	Nobre:	Denominación: APOYO DE LAS RUEDAS		Escala: 1:2.5
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.			
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga			
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga			
				UTA Mecánica -Ingeniería		Número de dibujo: 11 de 22			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:			

1

2

3

4

N12

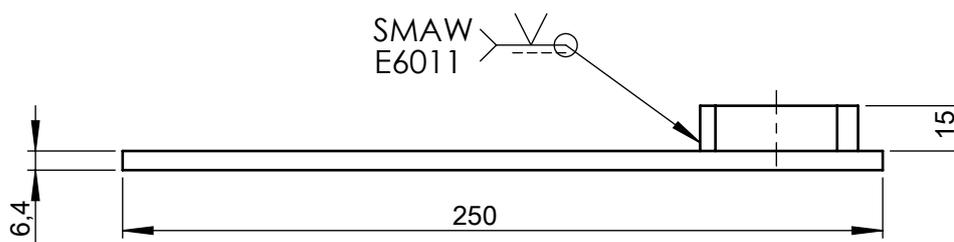
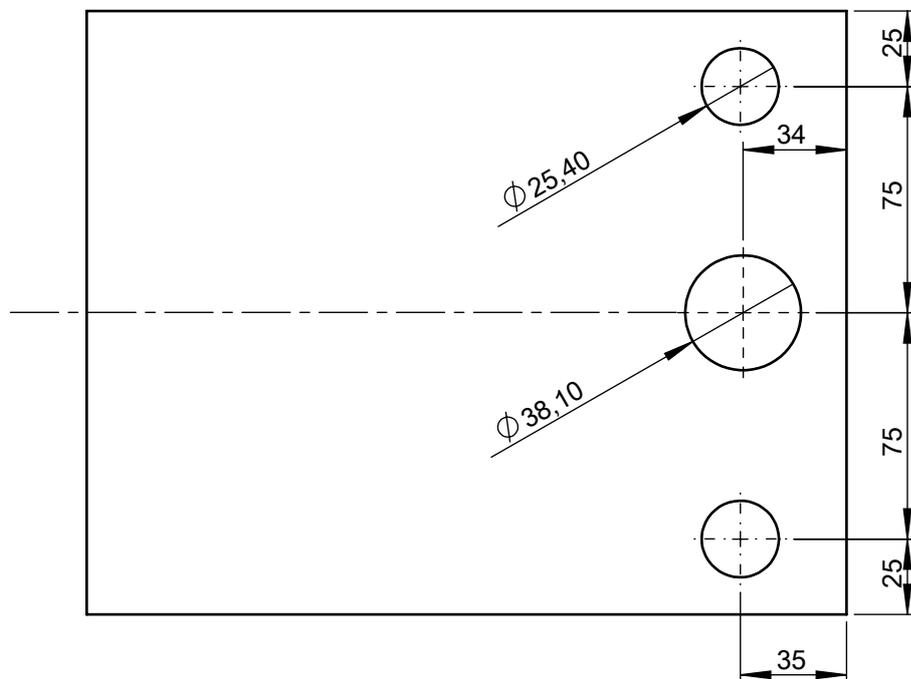
A

B

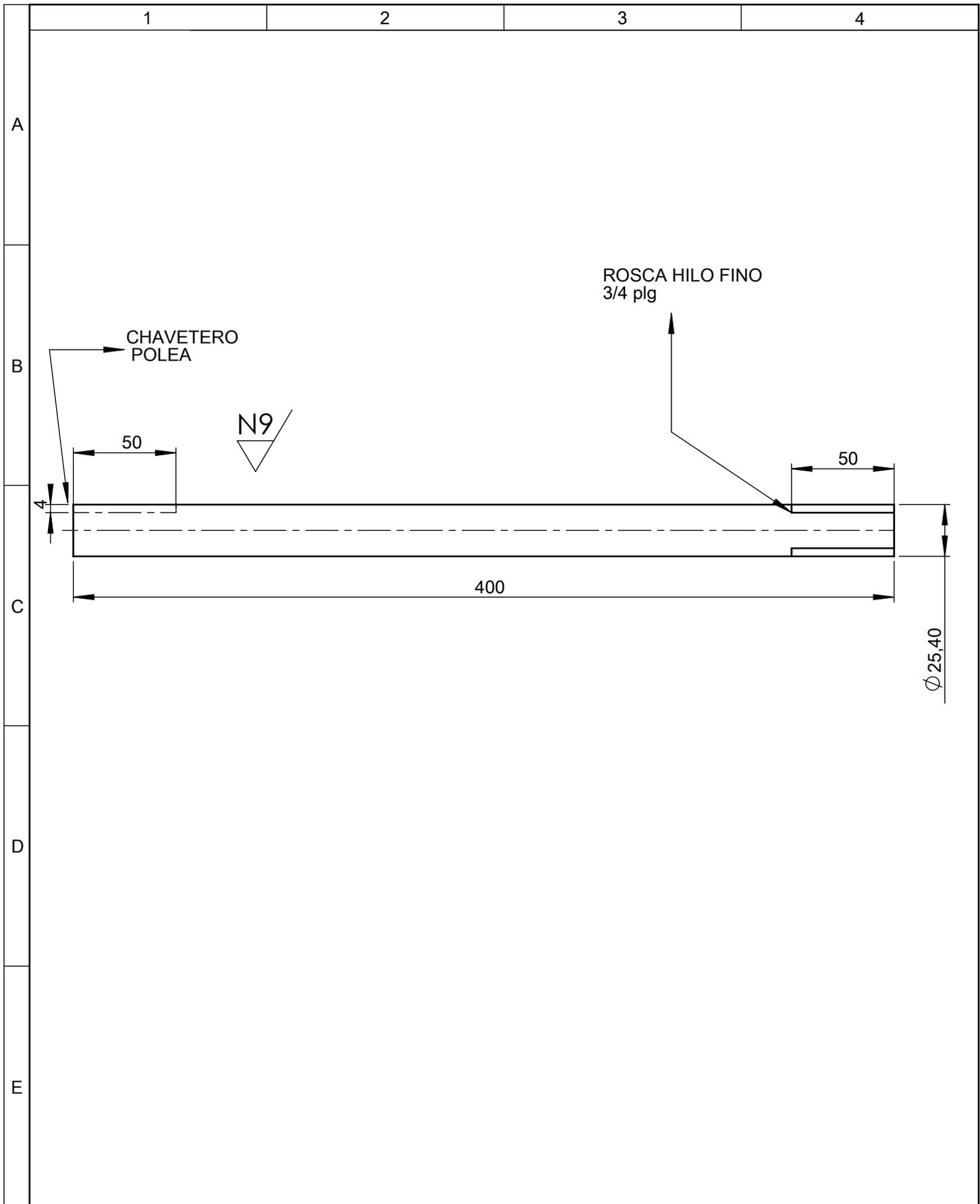
C

D

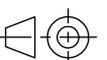
E



				Tolerancia ± 0.01	Peso: 2.5 Kg	Material: ACERO ASTM A36	
					Fecha:	Nobre:	Denominación: BASE DEL SIN FIN
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.	
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga	Escala: 1:2.5
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 12 de 20	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



				Tolerancia ± 0.5	Peso: 1.2 Kg	Material: ACERO AISI 1018	
					Fecha:	Nobre:	Denominación: EJE DE LA PRINCIPAL
				Dib.	11-10-2011	Guerrero L.	
				Rev.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga	
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 14 de 20	Escala: 1:2.5
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



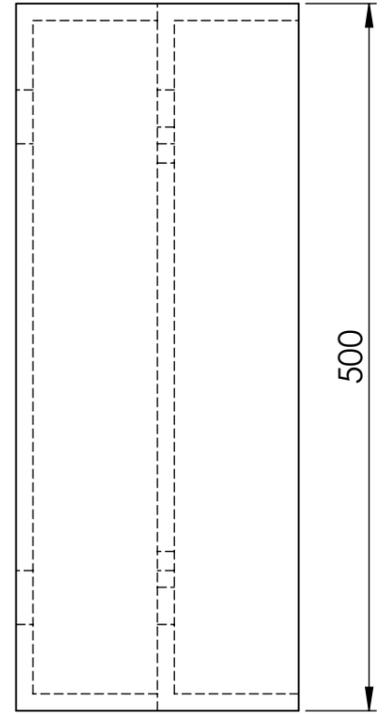
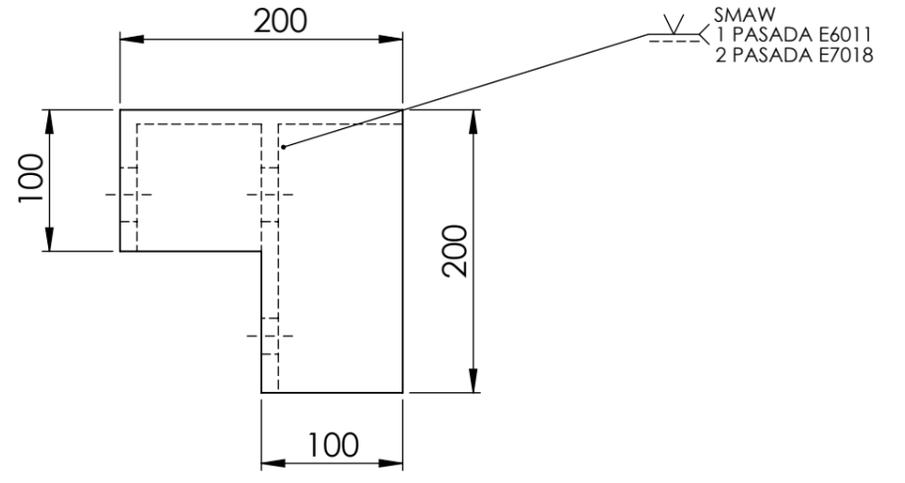
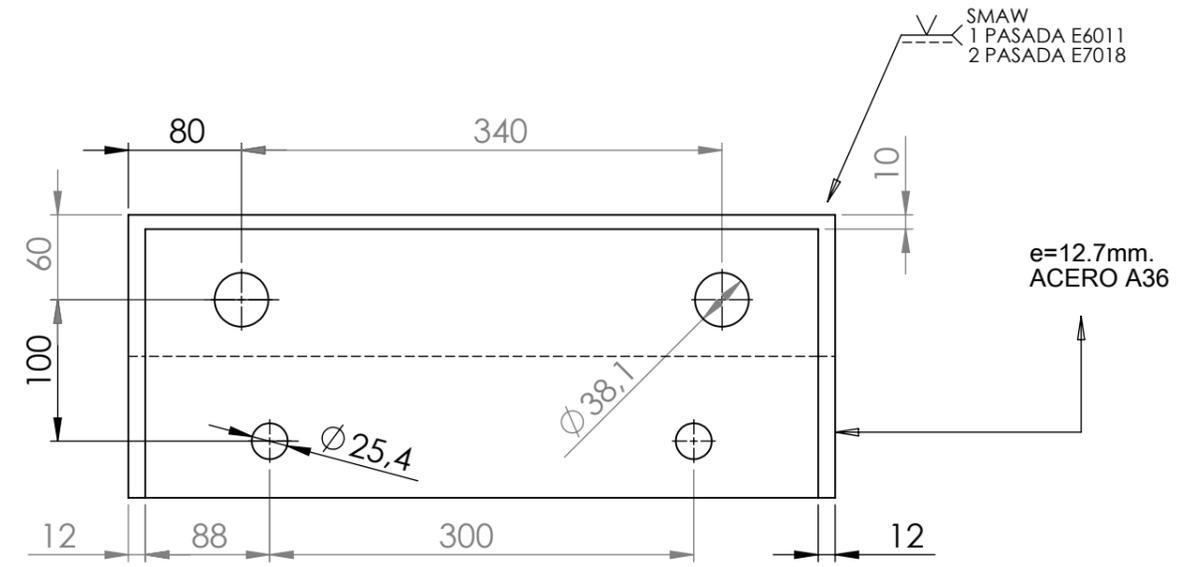
A

B

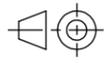
C

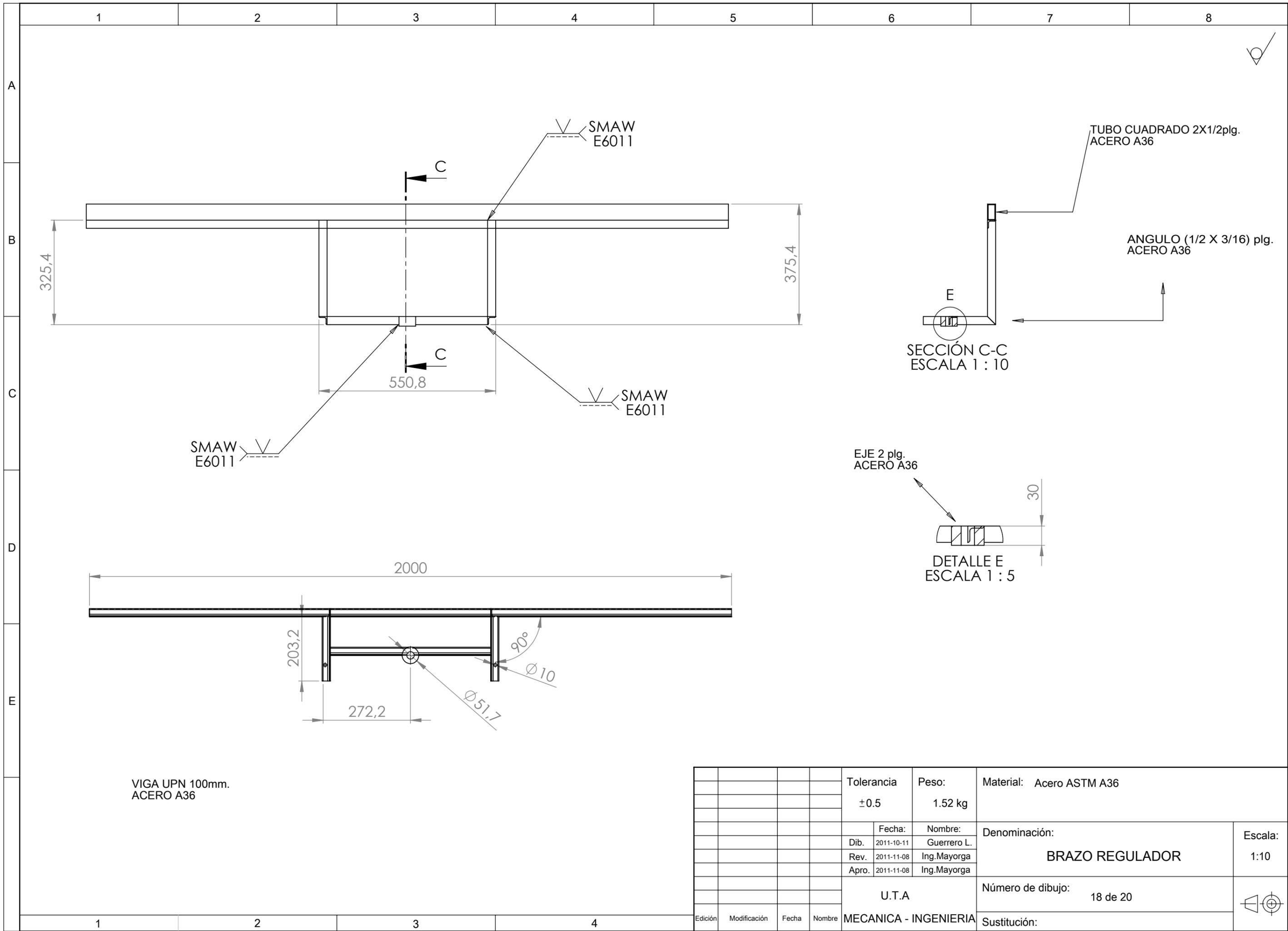
D

E

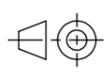


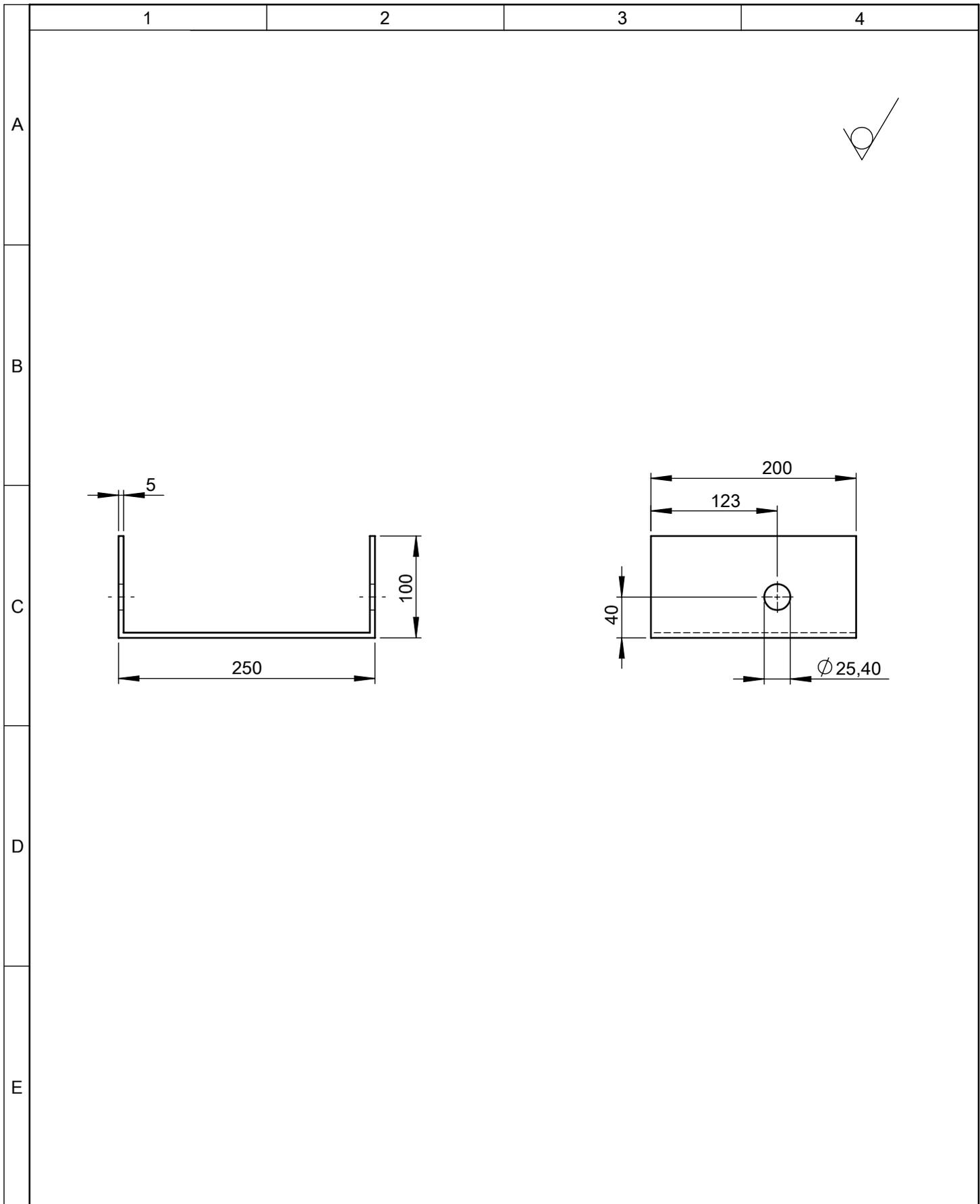
				Tolerancia	Peso:	Material: Acero ASTM A36	
				±0.5	1.6kg		
					Fecha:	Nombre:	Denominación:
				Dib.	2011-10-11	Guerrero L.	
				Rev.	2011-11-08	Ing.Mayorga	
				Apro.	2011-11-08	Ing.Mayorga	CARRO DEL PUENTE
				U.T.A		Número de dibujo:	
				MECANICA - INGENIERIA		15 de 20	Escala: 1:10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:			

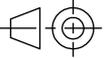




VIGA UPN 100mm.
ACERO A36

				Tolerancia ± 0.5	Peso: 1.52 kg	Material: Acero ASTM A36	
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha: 2011-10-11	Nombre: Guerrero L.	BRAZO REGULADOR 1:10
				Rev.	2011-11-08	Ing.Mayorga	
				Apro.	2011-11-08	Ing.Mayorga	
				U.T.A		Número de dibujo: 18 de 20	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	MECANICA - INGENIERIA		Sustitución:	



				Tolerancia ± 0.01	Peso: 1.83 Kg	Material: ACERO ASTM A36			
						Denominación: PROTECCION DE LAS CHUMACERAS	Escala: 1:5		
				Fecha:	Nobre:				
				Dib.	11-10-2011				Guerrero L.
				Rev.	08-11-2011				Ing. Mayorga
				Apro.	08-11-2011	Ing. Mayorga			
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 16 de 20			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:			