

**PROGRAMA DE ELECTRIFICACION RURAL :  
" LUZ PARA TODOS "**

Información al 30.04.11

DESCRIPCION	N° Obras	N° Localidad	Población Beneficiada	Inversión S/.	Conexiones Domiciliarias	Incremento %C.E:	%C.E:
<b>Obras Concluidas (*)</b>	<b>1,283</b>	<b>10,508</b>	<b>2,883,524</b>	<b>1,901,483,246</b>	<b>655,346</b>	<b>83.1%</b>	<b>83.1%</b>
<b>Obras en Ejecución</b>	<b>320</b>	<b>4,778</b>	<b>1,603,427</b>	<b>931,051,576</b>	<b>368,765</b>	<b>5.6%</b>	
Obras DPR (Grupos 5 al 13 y otros)	276	4,223	672,317	613,121,468	152,799	2.3%	
Obras DFC (Rondas II y III)	5	252	48,326	29,920,930	10,983	0.2%	<b>88.7%</b>
Obras Convenios GR y GL (individuales)	39	303	95,088	89,405,575	21,611	0.3%	
Obras en áreas de concesión (DU 116)			429,889	99,710,930	97,702	1.5%	
Obras en áreas de concesión (DU 006) (***)			357,807	98,892,674	85,670	1.3%	
<b>Obras Convocadas</b>	<b>46</b>	<b>2,072</b>	<b>392,510</b>	<b>344,802,247</b>	<b>89,207</b>	<b>1.3%</b>	<b>90.0%</b>
Obras formuladas por GR y GL (Grupo 14)	16	628	88,863	75,555,199	20,196	0.3%	
Obras formuladas por GR y GL (Grupo 15)	5	229	47,930	37,365,645	10,893	0.2%	
Obras DFC (Rondas II y III)	6	192	44,423	32,028,820	10,096	0.2%	
Obras del PAFE III (GR Cajamarca)	19	1,023	211,294	199,852,583	48,021	0.7%	
<b>Obras en Preparación (**)</b>	<b>636</b>	<b>12,504</b>	<b>1,497,762</b>	<b>1,221,574,802</b>	<b>343,206</b>	<b>5.2%</b>	
Obras DPR (Grupo 16 y otros)	25	953	169,873	123,927,642	38,608	0.6%	
Obras DFC (Rondas III y IV)	8	203	31,080	21,493,540	7,064	0.1%	
Obras formuladas por GR y GL con exp. observados	340	2,798	429,131	459,815,135	97,530	1.5%	
Obras del PAFE III (GR Loreto)	6	123	35,358	37,192,006	8,036	0.1%	
Perfiles Integrales Convenio Distrituluz (Anexo 01)	124	2,706	250,551	296,947,437	59,321	0.9%	
Perfiles Integrales Convenio Distrituluz (Anexo 02)	133	5,721	210,240	162,367,372	52,560	0.8%	
Obras en áreas de concesión	-	-	371,528	119,831,670	80,088	1.2%	
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>2,285</b>	<b>29,862</b>	<b>6,377,223</b>	<b>4,398,911,871</b>	<b>1,456,524</b>	<b>95.2%</b>	<b>95.2%</b>

(\*) Al 30.04.11. Incluye 55 obras DGER (ejecutadas directamente y en convenio) concluidas a Abril 2011.

(\*\*) Incluyen Obras con estudios en convenio con Distrituluz y Viviendas sin electricidad en áreas de concesión

(\*\*\*) Considera Compromiso de Devolución y Financiamiento para Edelnor y Luz del Sur. Para el resto de empresas sólo financiamiento de redes.



MÁS INFORMACIÓN DE OBRAS:

CONCLUIDAS

EN EJECUCION

CONVOCADAS

EN PREPARACION



CUADRO A.1.3.1

PERU AREA RURAL: POBLACION AL 30 DE JUNIO DE CADA AÑO: 1970-2025

SEXO Y EDAD	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
TOTAL	5533466	5780699	6196331	6563811	6755149	6773014	7106458	7379349	7596646	7817816	7993754	8121668
0-4	1050466	1044856	1127836	1126440	1108976	1065215	1028265	966826	910316	869787	826162	780792
5-9	871493	881619	956312	1006514	1015221	979342	980019	947767	891333	844634	807106	766387
10-14	667912	724121	787287	832643	877112	862475	887942	889382	858137	811113	765335	728569
15-19	497559	552943	597108	701212	656813	675448	757179	783114	785193	764617	718422	673364
20-24	394594	437602	464889	533633	542433	560999	602163	683757	710301	719714	700065	654864
25-29	348296	355116	387129	414940	459877	470703	513934	555257	636702	667816	677962	659246
30-34	319988	314468	322381	345804	378926	397169	435524	478761	520244	604330	635983	646787
35-39	285993	293069	289635	294292	324082	324629	370289	408590	451826	495449	579284	611432
40-44	242596	261737	271359	262923	277123	279941	301530	346841	385069	429907	473584	557060
45-49	202520	221102	241753	244858	245886	249326	260913	282500	327387	366674	411351	454984
50-54	170562	183755	203773	214980	222639	217996	229399	241185	262750	308215	347236	391612
55-59	149155	151642	164807	178551	194177	197412	198653	210351	222366	244720	289342	327906
60-64	122878	128906	132016	141161	155793	167794	175888	177991	189922	202925	225040	268427
65-69	90706	100051	106148	108515	117230	127649	149746	152168	155359	168083	181248	202901
70-74	64516	67701	73399	80625	87300	90390	102603	117494	126230	131010	143749	156911
75-74	36073	40646	42754	48761	55875	59234	65002	75681	88870	97852	103709	116066
80 Y +	18159	21365	24745	27959	38440	47392	53409	61684	74141	90970	108176	124160

## LISTA DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS MINI/MICRO

Nombre del proyecto	Región	Provincia	Número de pueblos	Número de viviendas	Capacidad Instalada (kW)	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Altura (m)
P.C.H. Cachiyacu	Amazonas	Condorcanqui	17	358	50	0,064	110
P.C.H. Palcapampa	Arequipa	Caylloma	3	166	25	0,035	110
P.C.H. La Majada	Cajamarca	San Miguel	11	420	60	0,085	100
P.C.H. Quebrada Honda	Cajamarca	San Miguel	5	194	30	0,05	100
P.C.H. Yerba Buena	Cajamarca	Cajamarca	12	535	80	0,112	125
P.C.H. Quellouno	Cusco	La Convención	11	198	30	0,02	250
P.C.H. Sarapampa	Cusco	La Convención	13	426	60	0,09	100
P.C.H. Yanama	Cusco	La Convención	8	206	30	0,05	100
P.C.H. Cayay	Huánuco	Huacaybamba	18	405	60	0,12	70
P.C.H. Chontabamba	Huánuco	Pachitea	13	447	65	0,09	110
P.C.H. Quechuarpata	Huánuco	Dos de mayo	83	1432	200	0,26	110
P.C.H. Lomo Largo	Ica	Ica	9	142	20	0,03	100
P.C.H. Poyeni	Junín	Satipo	8	375	50	0,07	105
P.C.H. Saureni	Junín	Satipo	11	426	60	0,09	100
P.C.H. Shima	Junín	Satipo	17	561	75	0,13	90
P.C.H. Huaraday	La Libertad	Virú	16	534	75	0,06	165
P.C.H. Marachanca	Lima	Huarocharí	10	107	15	0,045	50
P.C.H. Quiula	Lima	Huarocharí	6	569	100	0,201	80
P.C.H. Aichiyacu	Loreto	Alto Amazonas	10	190	30	0,085	50
P.C.H. Balsapuerto	Loreto	Alto Amazonas	14	487	80	0,09	125
P.C.H. San Antonio	Loreto	Alto Amazonas	37	1420	200	0,2	150
P.C.H. Santa Catalina	Loreto	Ucayali	43	4422	620	1,3	110
P.C.H. Challapampa	Puno	Carabaya	22	308	45	0,06	110
P.C.H. Huari Huari	Puno	Sandia	22	715	100	0,093	110
P.C.H. Porotongo	San Martín	Huallaga/ Omia	12	329	50	0,133	52
P.C.H. Selecachi	San Martín	Mariscal Cáceres	14	214	30	0,045	100
P.C.H. Quebrada Tahuani	Ucayali	Atalaya	14	386	55	0,07	110
P.C.H. Rio Ipari	Ucayali	Coronel Portillo	40	1948	280	0,77	50
P.C.H. Shinipo	Ucayali	Atalaya	20	578	80	0,22	50

Fuente: Agencia de Cooperación Internacional de Japón, 2008.

## PROCEDIMIENTO PARA DIBUJAR LA GEOMETRÍA DEL ÁLABE

1. Seleccione un punto O como el centro del círculo. Dibuje un círculo alrededor de este punto con un radio R. Elija cualquier punto B de la circunferencia.
2. Dibuje un círculo con radio r con centro en el punto O.
3. Dibuje un rayo que se extiende desde O hacia B. De B dibuje una línea BC tangente al círculo.
4. En B, se construye un arco DBC con ángulo  $\beta_2$  °.
5. Ahora se traza una perpendicular BE a la línea BD en el punto B. Situar el punto F en la recta BE con magnitud Ra. BF así formado es el radio de curvatura del álabe y F es el centro arco.
6. Ahora, con el centro en F y radio Ra, se dibuja el arco desde B hasta cruzar el diámetro interior.
7. Con centro en O y radio OF, se dibuja otro círculo. Éste círculo será el lugar geométrico de los centros de los radios de los álabes.
8. Considerando el número de álabes, se calcula el paso angular y marcar la circunferencia externa desde 1 hasta z número de álabes.
9. Para cada punto exterior, se traza Ra tal que se intersecte con la circunferencia intermedia.
10. Se procede a trazar cada arco del álabe y repetir para cada álabe.

**PROGRAMACIÓN SEGÚN ALGORITMO PARA DIMENSIONAMIENTO  
 HIDRÁULICO DE TURBINA MICHELL BANKI DE PEQUEÑA POTENCIA**

```

function [MAT, curvaenv, polosmin, polosmax]=DisMichellBanki (potencia, Z)
%-----

%[Matriz, curvaenv, polosmin, polosmax]=DisMichellBanki (potencia, Z)
%
%Variables de Entrada:
%
%potencia:Valor de la potencia en HP Ejm 53.6
%Z :Número de álabes Ejm 24
%
%Variable de Salida:
%
%Matriz:
%curvaenv:
%polosmin:
%polosmax:

Phia=90;%Ángulo de admisión del inyector

polos=2;%Valor inicial
rho=995;%Densidad
g=9.81;% Gravedad
Ku=1;
alfa=16*pi/180;%Ángulo absoluto de la velocidad del agua
Kc=0.98;%Coeficiente de velocidad del inyector
Kf=0.98;%Coeficiente de velocidad relativa
e=0.003;%Espesor de los álabes
P=potencia*0.746;% Ingresa la potencia en Hp y se convierte a KW
Xz=Phia/360;%Relación entre el número de álabes de la admisión y el
número de álabes totales
nv=0.95;%Eficiencia volumétrica
nm=0.84;%Eficiencia mecánica
beta2p=30*pi/180;%Ángulo entre la velocidad tangencial y la velocidad
relativa en la salida de la Segunda etapa
Vtub=5;%Velocidad del agua en la tubería de presión
%Llenando el vector Ns con los valores de Ns posibles
Ns=zeros(1,13);%Velocidad
aux=0;
for i=1:13
    Ns(i)=40+aux;
    aux=aux+10;
end
cont=0;
%-----Varibles se salida-----
%Diseño de alabes
AngPaso=(13.8*pi/180);%Ángulo de paso entre álabes
Y=(30*pi/180)-(AngPaso/2);
tetha=(60*pi/180)-(AngPaso/2);
lambda=(150*pi/180)-(AngPaso/2);
  
```

```

AngCur=AngPaso+(60*pi/180);%Ángulo de curvatura
%-----Variables de matriz para mostrar-----
%Ns
H=zeros(1,13);%Salto neto m
Q=zeros(1,13);%Caudal mm3/s
D=zeros(1,13);%Diámetro exterior mm
d=zeros(1,13);%Diámetro interior mm
C2=zeros(1,13);%Velocidad absoluta m/s
W2=zeros(1,13);%Velocidad lineal del rotor m/s
U2=zeros(1,13);%Velocidad relativa del fluido m/s
B=zeros(1,13);%Ancho del inyector mm
Br=zeros(1,13);%Ancho del rotor mm
Ap=zeros(1,13); %Cuerda del álabe
Ra=zeros(1,13);%Radio del álabe
C=zeros(1,13);%Constante de torbellino hidráulico del inyector m2/s2
DBr=zeros(1,13);%Relación de D/Br
Hr=zeros(1,13);%Energía total transferida en el rotor
nh=zeros(1,13);%Eficiencia hidráulica
n=zeros(1,13);%Eficiencia de la turbina
thetal=zeros(1,13);% Ángulo de entrada chorro
theta2=zeros(1,13);%Ángulo de salida chorro
demax=zeros(1,13);%Diámetro máximo del eje
S0=zeros(1,13);%Altura de garganta
Dt=zeros(1,13);%Diámetro de la tubería de presión
F=zeros(1,13);%Altura de garganta
%Aquí se busca la cantidad de polos mínimos
while cont==0
    N=(120*60)/polos;%Velocidad de rotación
    for i=1:13
        H(i)=(N*sqrt(P))/Ns(i)^(1/1.25); %m
    end

    for i=1:13
        D(i)=1000*40.7*Kc*sqrt(H(i))/N; % mm
    end
    %Cuenta la cantidad de elementos q son mayores de 200 mm
    for i=1:13
        if (D(i)>=200)
            cont=cont+1;
        end
    end
    if cont==0
        polos=polos+2;
    end
end
polosmin=polos;
cont=0;
%Aquí se busca la cantidad de polos máximos

while cont==0
    N=(120*60)/polos;
    for i=1:13
        H(i)=(N*sqrt(P))/Ns(i)^(1/1.25);
    end

    for i=1:13
        D(i)=1000*40.7*Kc*sqrt(H(i))/N;

```

```

end
%Cuenta la cantidad de elementos que están dentro del rango de
200 y 500 mm
for i=1:13
    if (D(i)>=500)
        cont=cont+1;
    end
end
if cont==0
    polos=polos+2;
end
end
%Recordar verificar el diámetro exterior
polosmax=polos-2;
%Se valida que los polos como máximo sean 16
if (polosmax>=16)
    polosmax=16;
end
contp=0;%Cuenta todos los polos desde el min hasta el max
for polos=polosmin:2:polosmax
    contp=contp+1;
end
cont=0;
count=zeros(1,contp);
MAT=zeros(13,22,contp);%Matriz de 3 dimensiones iniciando en 0.
polos=polosmin;
for c=1:contp
    N=(120*60)/polos;
    for i=1:13
        H(i)=(N*sqrt(P))/Ns(i)^(1/1.25);%m
    end
    for i=1:13
        C2(i)=4.43*Kc*sqrt(H(i));%m/s
    end
    for i=1:13
        W2(i)=2.44*Kc*sqrt(H(i));%m/s
    end
    for i=1:13
        U2(i)=2.13*Ku*Kc*sqrt(H(i));%m/s
    end
    for i=1:13
        Hr(i)=(U2(i)*((C2(i)*cos(alfa))-(U2(i)-
Kf*W2(i)*cos(beta2p))))/g;%m
    end
    for i=1:13
        nh(i)=Hr(i)/H(i);
    end
    for i=1:13
        n(i)=nh(i)*nv*nm;
    end
    for i=1:13
        Q(i)=P*1000/(rho*g*H(i)*n(i)); %m3/s
    end
    for i=1:13
        D(i)=1000*40.7*Kc*sqrt(H(i))/N;%mm
    end
    for i=1:13
        if (D(i)>=200)&&(D(i)<=500)

```

```

        cont=cont+1;
    end
end
for i=1:13
    d(i)=D(i)*((2*sin(alfa))/(1+sin(alfa)))^0.5;%mm
end
for i=1:13
    B(i)=(1000*Q(i))/(C2(i)*sin(alfa)*Xz*(pi*(D(i)/1000)-e*Z));%mm
end
for i=1:13
    Br(i)=1.3*B(i);%mm
end
for i=1:13
    Ap(i)=(D(i)*sin(AngPaso))/(2*sin(lambda));%mm
end
for i=1:13
Ra(i)=(D(i)*sin(AngPaso)*sin(tetha))/(2*sin(lambda)*sin(AngCur));%mm
end
for i=1:13
    C(i)=(2.3*nh(i)*(D(i)/1000)*sqrt(H(i))/Kc);%m2/s2
end
for i=1:13
    DBr(i)=D(i)/Br(i);
end
for i=1:13
    theta1(i)=(Ra(i)*360*AngCur*N)/(W2(i)*60*1000);%(°)
end
for i=1:13
    theta2(i)=theta1(i)/Xz;%(°)
end
for i=1:13
    demax(i)=d(i)*sin(theta1(i)*pi/180);%mm
end
for i=1:13
    S0(i)=sin(alfa)*Xz*D(i)*pi;%mm
end
for i=1:13
    F(i)=B(i);%mm
end
for i=1:13
    Dt(i)=1000*sqrt((4*Q(i))/(pi*Vtub));%mm
end
count(c)=cont;
cont=0;

```

```

% % %Guardando toda la información en una Matriz -->MAT. Ésta matriz
%es de 3 dimensiones donde se guardan las matrices para cada polo.
%Cuando solo cumplen algunos valores la restricción del diámetro
%se completa con ceros ya que las dimensiones de las matrices deben
ser del
%mismo tamaño.

```

```

%% %RECORDAR VERIFICAR COMO SE MUESTRAN LOS DATOS

```

```

if count(c)==13
    MAT(:,1,c)=(Ns(1:13))';
    MAT(:,2,c)=(H(1:13))';

```



```

MAT(:,3,c)=(D(1:13))';
MAT(:,4,c)=(Q(1:13))';
MAT(:,5,c)=(B(1:13))';
MAT(:,6,c)=(d(1:13))';
MAT(:,7,c)=(C2(1:13))';
MAT(:,8,c)=(W2(1:13))';
MAT(:,9,c)=(U2(1:13))';
MAT(:,10,c)=(Br(1:13))';
MAT(:,11,c)=(Ap(1:13))';
MAT(:,12,c)=(Ra(1:13))';
MAT(:,13,c)=(C(1:13))';
MAT(:,14,c)=(DBr(1:13))';
MAT(:,15,c)=(S0(1:13))';
MAT(:,16,c)=(Hr(1:13))';
MAT(:,17,c)=(n(1:13))';
MAT(:,18,c)=(theta1(1:13))';
MAT(:,19,c)=(theta2(1:13))';
MAT(:,20,c)=(demax(1:13))';
MAT(:,21,c)=(F(1:13))';
MAT(:,22,c)=(Dt(1:13))';
else
MAT(:,1,c)=[Ns(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,2,c)=[H(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%m
MAT(:,3,c)=[D(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%mm
MAT(:,4,c)=[Q(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%m3/s
MAT(:,5,c)=[B(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%mm
MAT(:,6,c)=[d(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%mm
MAT(:,7,c)=[C2(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%m/s
MAT(:,8,c)=[W2(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,9,c)=[U2(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,10,c)=[Br(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%mm
MAT(:,11,c)=[Ap(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,12,c)=[Ra(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,13,c)=[C(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;%m2/s
MAT(:,14,c)=[DBr(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,15,c)=[S0(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,16,c)=[Hr(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,17,c)=[n(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,18,c)=[theta1(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,19,c)=[theta2(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,20,c)=[demax(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,21,c)=[F(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
MAT(:,22,c)=[Dt(1:count(c)),zeros(1,13-count(c))]' ;
end
polos=polos+2;
end
tmat=0;
for c=1:contp
    tmat=tmat+count(c);
end
curvaenv=zeros(10,3,tmat);
auxt=1;
auxpol=polosmin;
Nrpm=(120*60)/auxpol;

fide = fopen('Curva Envolvente.txt','wt');
for c=1:contp

```

```

for cc=1:count(c)
    paso0=0;
    fprintf(fide,'Velocidad: %d rpm\n',Nrpm);
    fprintf(fide,'Diámetro Exterior: %f mm\n',MAT(cc,3,c));
    fprintf(fide,'Theta      Tau      ht      \n');
    for auxtheta=1:10
        curvaenv(auxtheta,2,auxt)=(MAT(cc,3,c)/2)*exp(((1-
(paso0/Phia))*(MAT(cc,4,c)))/((MAT(cc,5,c)/1000)*MAT(cc,13,c)));
        curvaenv(auxtheta,1,auxt)=paso0;
        paso0=paso0+10;
        curvaenv(auxtheta,3,auxt)=curvaenv(auxtheta,2,auxt)-
(MAT(cc,3,c)/2);
        fprintf(fide,'%06.2f      %06.2f
%06.2f\n',curvaenv(auxtheta,1,auxt),curvaenv(auxtheta,2,auxt),curvaenv
(auxtheta,3,auxt));
    end
    auxt=auxt+1;
    fprintf(fide,'\n');
    fprintf(fide,'\n');
end
auxpol=auxpol+2;
Nrpm=(120*60)/auxpol;
end
fclose(fide);

auxpol=polosmin;
Nrpm=(120*60)/auxpol;
fid = fopen('Matriz.txt','wt');
for j=1:contp

    fprintf(fid,'Velocidad: %d rpm\n',Nrpm);
    fprintf(fid,'POTENCIA:%d HP \n',potencia);
    fprintf(fid,'NÚMERO DE ALABES:%d\n\n',Z);

    fprintf(fid,'
           Ns      H (m)      Q (m3/s)      n
C2 (m/s)      W2 (m/s)      U2 (m/s)      demax (mm)      D (mm)      d (mm)
Br (mm)      Ra (mm)      Ap (mm)      B (mm)      F (mm)      So (mm)
Dt (mm)      D/Br\n');
    for i=1:13
        fprintf(fid,'
%07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f
%07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f
%07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f \n'
,MAT(i,1,j),MAT(i,2,j),MAT(i,4,j),MAT(i,17,j),MAT(i,7,j),MAT(i,8,j),MA
T(i,9,j),MAT(i,20,j),MAT(i,3,j),MAT(i,6,j),MAT(i,10,j),MAT(i,12,j),MAT
(i,11,j),MAT(i,5,j),MAT(i,21,j),MAT(i,15,j),MAT(i,22,j),MAT(i,14,j));
    end
    auxpol=auxpol+2;
    Nrpm=(120*60)/auxpol;
    fprintf(fid,'\n');
    fprintf(fid,'\n');
    fprintf(fid,'\n');
end
fprintf(fid,'ÁNGULO DE PASO ENTRE ÁLABES :%f rad\n',AngPaso);
fprintf(fid,'Y :%f rad\n',Y);
fprintf(fid,'TETHA :%f rad\n',tetha);
fprintf(fid,'LAMBDA :%f rad\n',lambda);
fprintf(fid,'ÁNGULO DE CURVATURA:%f rad\n',AngCur);

```

```

fclose(fid);
mcontDBr=zeros(1,contp);
mindice=zeros(13,contp);
for c=1:contp
    contDBr=0;
    for cc=1:count(c)
        if (MAT(cc,14,c)>0.8) && (MAT(cc,14,c)<1.2)
            contDBr=contDBr+1;
            mindice(cc,c)=cc;
        end
    end
    mcontDBr(c)=contDBr;
end

auxpol=polosmin;
Nrpm=(120*60)/auxpol;
fie=fopen('Matriz de Relación DBr.txt','wt');
for c=1:contp
    if (mcontDBr(c) ~= 0)
        fprintf(fie,'Velocidad: %d rpm \n',Nrpm);
        fprintf(fie,'
                Ns      H(m)      Q(m3/s)      n
C2 (m/s)      W2 (m/s)      U2 (m/s)      demax (mm)      D (mm)      d (mm)
Br (mm)      Ra (mm)      Ap (mm)      B (mm)      F (mm)      So (mm)
Dt (mm)      D/Br\n');
        end
        for cc=1:count(c)
            if (mindice(cc,c)~=0)
                fprintf(fie,'
                    %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f
%07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f
%07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f      %07.2f \n'
, MAT(cc,1,c),MAT(cc,2,c),MAT(cc,4,c),MAT(cc,17,c),MAT(cc,7,c),MAT(cc,8
,c),MAT(cc,9,c),MAT(cc,20,c),MAT(cc,3,c),MAT(cc,6,c),MAT(cc,10,c),MAT(
cc,12,c),MAT(cc,11,c),MAT(cc,5,c),MAT(cc,21,c),MAT(cc,15,c),MAT(cc,22,
c),MAT(cc,14,c));
            end
        end
        auxpol=auxpol+2;
        Nrpm=(120*60)/auxpol;
        fprintf(fie,'\n');
        fprintf(fie,'\n');
        fprintf(fie,'\n');
    end
end
fclose(fie);

```



**Velocidad: 900 rpm**  
**POTENCIA: 5.760000e+001 HP**  
**NÚMERO DE ALABES: 24**

Ns	H(m)	Q(m3/s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0040.00	0054.33	0000.12	0000.70	0032.00	0017.62	0015.39	0083.47	0326.65	0214.74	0071.65	0057.03	0069.44	0055.11	0055.11	0070.71	0171.84	0004.56
0050.00	0045.44	0000.14	0000.70	0029.27	0016.12	0014.07	0076.34	0298.76	0196.40	0103.12	0052.16	0063.51	0079.32	0079.32	0064.68	0187.89	0002.90
0060.00	0039.28	0000.16	0000.70	0027.21	0014.99	0013.08	0070.97	0277.75	0182.59	0138.92	0048.49	0059.04	0106.86	0106.86	0060.13	0202.10	0002.00
0070.00	0034.72	0000.18	0000.70	0025.58	0014.09	0012.30	0066.73	0261.14	0171.67	0178.80	0045.59	0055.51	0137.54	0137.54	0056.53	0214.95	0001.46
0080.00	0031.20	0000.20	0000.70	0024.25	0013.36	0011.66	0063.26	0247.55	0162.74	0222.57	0043.22	0052.62	0171.20	0171.20	0053.59	0226.75	0001.11
0090.00	0028.40	0000.22	0000.70	0023.13	0012.74	0011.12	0060.35	0236.16	0155.25	0270.05	0041.23	0050.20	0207.73	0207.73	0051.13	0237.69	0000.87
0100.00	0026.10	0000.24	0000.70	0022.18	0012.22	0010.66	0057.86	0226.42	0148.84	0321.12	0039.53	0048.13	0247.02	0247.02	0049.02	0247.92	0000.71
0110.00	0024.18	0000.26	0000.70	0021.35	0011.76	0010.27	0055.69	0217.95	0143.28	0375.67	0038.05	0046.33	0288.98	0288.98	0047.18	0257.55	0000.58
0120.00	0022.56	0000.28	0000.70	0020.62	0011.36	0009.91	0053.79	0210.49	0138.37	0433.59	0036.75	0044.75	0333.53	0333.53	0045.57	0266.67	0000.49
0130.00	0021.16	0000.30	0000.70	0019.97	0011.00	0009.60	0052.09	0203.86	0134.01	0494.80	0035.59	0043.34	0380.61	0380.61	0044.13	0275.35	0000.41
0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00
0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00
0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00	0000.00

**Velocidad: 720 rpm**  
**POTENCIA: 5.360000e+001 HP**  
**NÚMERO DE ALABES: 24**

Ns	H(m)	Q(m3/s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0040.00	0045.46	0000.14	0000.70	0029.27	0016.12	0014.07	0089.29	0373.50	0245.53	0081.16	0061.78	0074.19	0062.43	0062.43	0080.86	0187.93	0004.60
0050.00	0038.03	0000.17	0000.70	0026.77	0014.75	0012.87	0081.66	0341.61	0224.57	0116.69	0056.51	0067.86	0089.76	0089.76	0073.95	0205.47	0002.93
0060.00	0032.86	0000.19	0000.70	0024.89	0013.71	0011.97	0075.92	0317.58	0208.77	0157.07	0052.53	0063.08	0120.83	0120.83	0068.75	0221.02	0002.02
0070.00	0029.05	0000.22	0000.70	0023.40	0012.89	0011.25	0071.38	0298.59	0196.29	0202.01	0049.39	0059.31	0155.39	0155.39	0064.64	0235.07	0001.48
0080.00	0026.11	0000.24	0000.70	0022.18	0012.22	0010.67	0067.67	0283.06	0186.08	0251.27	0046.82	0056.23	0193.29	0193.29	0061.28	0247.97	0001.13
0090.00	0023.76	0000.27	0000.70	0021.16	0011.66	0010.17	0064.55	0270.03	0177.52	0304.68	0044.67	0053.64	0234.37	0234.37	0058.46	0259.93	0000.89
0100.00	0021.84	0000.29	0000.70	0020.29	0011.17	0009.76	0061.89	0258.89	0170.19	0362.06	0042.82	0051.43	0278.51	0278.51	0056.05	0271.12	0000.72
0110.00	0020.24	0000.31	0000.70	0019.53	0010.76	0009.39	0059.57	0249.20	0163.82	0423.31	0041.22	0049.50	0325.62	0325.62	0053.95	0281.66	0000.59
0120.00	0018.88	0000.33	0000.70	0018.86	0010.39	0009.07	0057.54	0240.68	0158.22	0488.29	0039.81	0047.81	0375.61	0375.61	0052.10	0291.63	0000.49
0130.00	0017.71	0000.36	0000.70	0018.27	0010.06	0008.78	0055.72	0233.10	0153.23	0556.91	0038.56	0046.30	0428.40	0428.40	0050.46	0301.12	0000.42
0140.00	0016.69	0000.38	0000.70	0017.73	0009.77	0008.53	0054.09	0226.29	0148.76	0629.09	0037.43	0044.95	0483.91	0483.91	0048.99	0310.18	0000.36
0150.00	0015.79	0000.40	0000.70	0017.25	0009.50	0008.29	0052.62	0220.13	0144.71	0704.73	0036.41	0043.73	0542.10	0542.10	0047.65	0318.86	0000.31
0160.00	0015.00	0000.42	0000.70	0016.81	0009.26	0008.08	0051.28	0214.52	0141.02	0783.78	0035.48	0042.61	0602.90	0602.90	0046.44	0327.20	0000.27

**Velocidad: 600 rpm**  
**POTENCIA: 5.760000e+001 HP**  
**NÚMERO DE ALABES: 24**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0040.00	0039.29	0000.16	0000.70	0027.21	0014.99	0013.08	0099.61	0416.68	0273.92	0089.93	0068.93	0082.77	0069.18	0069.18	0090.20	0202.14	0004.63
0050.00	0032.86	0000.19	0000.70	0024.89	0013.71	0011.97	0091.10	0381.10	0250.53	0129.22	0063.04	0075.50	0099.40	0099.40	0082.50	0221.02	0002.95
0060.00	0028.40	0000.22	0000.70	0023.14	0012.74	0011.12	0084.69	0354.29	0232.91	0173.83	0058.61	0070.38	0133.72	0133.72	0076.70	0237.74	0002.04
0070.00	0025.11	0000.25	0000.70	0021.75	0011.98	0010.46	0079.63	0333.11	0218.98	0223.44	0055.10	0066.17	0171.87	0171.87	0072.11	0252.86	0001.49
0080.00	0022.56	0000.28	0000.70	0020.62	0011.36	0009.92	0075.49	0315.78	0207.59	0277.78	0052.24	0062.73	0213.68	0213.68	0068.36	0266.73	0001.14
0090.00	0020.54	0000.31	0000.70	0019.67	0010.84	0009.46	0072.01	0301.25	0198.04	0336.66	0049.83	0059.84	0258.97	0258.97	0065.22	0279.60	0000.89
0100.00	0018.88	0000.33	0000.70	0018.86	0010.39	0009.07	0069.04	0288.82	0189.86	0399.90	0047.78	0057.37	0307.61	0307.61	0062.52	0291.63	0000.72
0110.00	0017.49	0000.36	0000.70	0018.16	0010.00	0008.73	0066.46	0278.01	0182.76	0467.34	0045.99	0055.22	0359.49	0359.49	0060.19	0302.96	0000.59
0120.00	0016.31	0000.39	0000.70	0017.54	0009.66	0008.43	0064.19	0268.50	0176.51	0538.86	0044.41	0053.34	0414.51	0414.51	0058.13	0313.69	0000.50
0130.00	0015.30	0000.41	0000.70	0016.98	0009.35	0008.17	0062.16	0260.04	0170.95	0614.35	0043.02	0051.65	0472.58	0472.58	0056.30	0323.90	0000.42
0140.00	0014.42	0000.44	0000.70	0016.49	0009.08	0007.93	0060.35	0252.45	0165.96	0693.71	0041.76	0050.15	0533.62	0533.62	0054.65	0333.65	0000.36
0150.00	0013.65	0000.46	0000.70	0016.04	0008.83	0007.71	0058.71	0245.58	0161.44	0776.84	0040.62	0048.78	0597.57	0597.57	0053.16	0342.98	0000.32
0160.00	0012.96	0000.49	0000.70	0015.63	0008.61	0007.51	0057.21	0239.32	0157.32	0863.68	0039.59	0047.54	0664.37	0664.37	0051.81	0351.95	0000.28

**Velocidad: 5.142857e+002 rpm**  
**POTENCIA: 5.760000e+001 HP**  
**NÚMERO DE ALABES: 24**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0040.00	0034.73	0000.18	0000.70	0025.58	0014.09	0012.30	0109.26	0457.05	0300.46	0098.14	0075.60	0090.79	0075.49	0075.49	0098.95	0215.00	0004.66
0050.00	0029.05	0000.22	0000.70	0023.40	0012.89	0011.25	0099.93	0418.03	0274.80	0140.94	0069.15	0083.04	0108.42	0108.42	0090.50	0235.07	0002.97
0060.00	0025.11	0000.25	0000.70	0021.75	0011.98	0010.46	0092.90	0388.62	0255.48	0189.52	0064.28	0077.20	0145.78	0145.78	0084.13	0252.86	0002.05
0070.00	0022.20	0000.28	0000.70	0020.45	0011.27	0009.83	0087.35	0365.39	0240.20	0243.50	0060.44	0072.58	0187.31	0187.31	0079.10	0268.94	0001.50
0080.00	0019.95	0000.32	0000.70	0019.39	0010.68	0009.32	0082.80	0346.38	0227.71	0302.61	0057.30	0068.80	0232.78	0232.78	0074.99	0283.69	0001.14
0090.00	0018.15	0000.35	0000.70	0018.50	0010.19	0008.89	0078.99	0330.44	0217.23	0366.62	0054.66	0065.64	0282.01	0282.01	0071.54	0297.38	0000.90
0100.00	0016.69	0000.38	0000.70	0017.73	0009.77	0008.53	0075.73	0316.80	0208.26	0435.33	0052.40	0062.93	0334.87	0334.87	0068.58	0310.18	0000.73
0110.00	0015.46	0000.41	0000.70	0017.07	0009.40	0008.21	0072.90	0304.95	0200.47	0508.59	0050.44	0060.58	0391.22	0391.22	0066.02	0322.23	0000.60
0120.00	0014.42	0000.44	0000.70	0016.49	0009.08	0007.93	0070.41	0294.52	0193.61	0586.25	0048.72	0058.50	0450.96	0450.96	0063.76	0333.65	0000.50
0130.00	0013.53	0000.47	0000.70	0015.97	0008.79	0007.68	0068.19	0285.24	0187.51	0668.18	0047.18	0056.66	0513.98	0513.98	0061.75	0344.50	0000.43
0140.00	0012.75	0000.49	0000.70	0015.50	0008.54	0007.45	0066.20	0276.91	0182.04	0754.28	0045.81	0055.01	0580.21	0580.21	0059.95	0354.87	0000.37
0150.00	0012.06	0000.52	0000.70	0015.08	0008.31	0007.25	0064.39	0269.37	0177.08	0844.44	0044.56	0053.51	0649.57	0649.57	0058.32	0364.80	0000.32
0160.00	0011.46	0000.55	0000.70	0014.69	0008.09	0007.07	0062.75	0262.51	0172.57	0938.59	0043.42	0052.14	0721.99	0721.99	0056.83	0374.34	0000.28

**Velocidad: 450 rpm**  
**POTENCIA: 5.760000e+001 HP**  
**NÚMERO DE ALABES: 24**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0040.00	0031.21	0000.20	0000.70	0024.25	0013.36	0011.66	0118.37	0495.18	0325.52	0105.90	0081.91	0098.36	0081.46	0081.46	0107.20	0226.80	0004.68
0050.00	0026.11	0000.24	0000.70	0022.18	0012.22	0010.67	0108.27	0452.90	0297.73	0152.02	0074.92	0089.96	0116.94	0116.94	0098.05	0247.97	0002.98
0060.00	0022.56	0000.28	0000.70	0020.62	0011.36	0009.92	0100.65	0421.04	0276.79	0204.34	0069.65	0083.64	0157.18	0157.18	0091.15	0266.73	0002.06
0070.00	0019.95	0000.32	0000.70	0019.39	0010.68	0009.32	0094.63	0395.86	0260.24	0262.46	0065.48	0078.63	0201.89	0201.89	0085.70	0283.69	0001.51
0080.00	0017.93	0000.35	0000.70	0018.38	0010.12	0008.84	0089.71	0375.27	0246.70	0326.07	0062.08	0074.54	0250.82	0250.82	0081.24	0299.26	0001.15
0090.00	0016.31	0000.39	0000.70	0017.54	0009.66	0008.43	0085.58	0358.00	0235.35	0394.93	0059.22	0071.11	0303.79	0303.79	0077.50	0313.69	0000.91
0100.00	0015.00	0000.42	0000.70	0016.81	0009.26	0008.08	0082.05	0343.23	0225.63	0468.83	0056.78	0068.18	0360.64	0360.64	0074.30	0327.20	0000.73
0110.00	0013.89	0000.45	0000.70	0016.18	0008.91	0007.78	0078.98	0330.39	0217.19	0547.59	0054.65	0065.63	0421.22	0421.22	0071.52	0339.91	0000.60
0120.00	0012.96	0000.49	0000.70	0015.63	0008.61	0007.51	0076.28	0319.09	0209.77	0631.05	0052.78	0063.38	0485.42	0485.42	0069.08	0351.95	0000.51
0130.00	0012.16	0000.52	0000.70	0015.14	0008.34	0007.28	0073.88	0309.04	0203.16	0719.08	0051.12	0061.39	0553.14	0553.14	0066.90	0363.40	0000.43
0140.00	0011.46	0000.55	0000.70	0014.69	0008.09	0007.07	0071.72	0300.01	0197.22	0811.56	0049.63	0059.59	0624.28	0624.28	0064.95	0374.34	0000.37
0150.00	0010.84	0000.58	0000.70	0014.29	0007.87	0006.87	0069.77	0291.84	0191.85	0908.38	0048.28	0057.97	0698.75	0698.75	0063.18	0384.81	0000.32
0160.00	0010.30	0000.61	0000.70	0013.93	0007.67	0006.70	0067.99	0284.41	0186.96	1009.44	0047.05	0056.49	0776.50	0776.50	0061.57	0394.87	0000.28

**ÁNGULO DE PASO ENTRE ÁLABES: 0.240855 rad**  
**Y: 0.403171 rad**  
**TETHA: 0.926770 rad**  
**LAMBDA: 2.497566 rad**  
**ÁNGULO DE CURVATURA: 1.288053 rad**

- **Resultados cuya relación D/Br se aproxima a la unidad:**

**Velocidad: 1200 rpm**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0080.00	0039.29	0000.16	0000.70	0027.21	0014.99	0013.08	0049.80	0208.34	0136.96	0190.98	0034.46	0041.38	0146.90	0146.90	0045.10	0202.14	0001.09

**Velocidad: 900 rpm**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0080.00	0031.21	0000.20	0000.70	0024.25	0013.36	0011.66	0059.19	0247.59	0162.76	0222.59	0040.96	0049.18	0171.23	0171.23	0053.60	0226.80	0001.11
0090.00	0028.40	0000.22	0000.70	0023.14	0012.74	0011.12	0056.46	0236.19	0155.27	0270.08	0039.07	0046.92	0207.76	0207.76	0051.13	0237.74	0000.87

**Velocidad: 720 rpm**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0080.00	0026.11	0000.24	0000.70	0022.18	0012.22	0010.67	0067.67	0283.06	0186.08	0251.27	0046.82	0056.23	0193.29	0193.29	0061.28	0247.97	0001.13
0090.00	0023.76	0000.27	0000.70	0021.16	0011.66	0010.17	0064.55	0270.03	0177.52	0304.68	0044.67	0053.64	0234.37	0234.37	0058.46	0259.93	0000.89

**Velocidad: 600 rpm**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
<b>0080.00</b>	<b>0022.56</b>	<b>0000.28</b>	<b>0000.70</b>	<b>0020.62</b>	<b>0011.36</b>	<b>0009.92</b>	<b>0075.49</b>	<b>0315.78</b>	<b>0207.59</b>	<b>0277.78</b>	<b>0052.24</b>	<b>0062.73</b>	<b>0213.68</b>	<b>0213.68</b>	<b>0068.36</b>	<b>0266.73</b>	<b>0001.14</b>
0090.00	0020.54	0000.31	0000.70	0019.67	0010.84	0009.46	0072.01	0301.25	0198.04	0336.66	0049.83	0059.84	0258.97	0258.97	0065.22	0279.60	0000.89

**Velocidad: 5.142857e+002 rpm**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0080.00	0019.95	0000.32	0000.70	0019.39	0010.68	0009.32	0082.80	0346.38	0227.71	0302.61	0057.30	0068.80	0232.78	0232.78	0074.99	0283.69	0001.14
0090.00	0018.15	0000.35	0000.70	0018.50	0010.19	0008.89	0078.99	0330.44	0217.23	0366.62	0054.66	0065.64	0282.01	0282.01	0071.54	0297.38	0000.90

**Velocidad: 450 rpm**

Ns	H(m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	n	C2(m/s)	W2(m/s)	U2(m/s)	demax(mm)	D(mm)	d(mm)	Br(mm)	Ra(mm)	Ap(mm)	B(mm)	F(mm)	So(mm)	Dt(mm)	D/Br
0080.00	0017.93	0000.35	0000.70	0018.38	0010.12	0008.84	0089.71	0375.27	0246.70	0326.07	0062.08	0074.54	0250.82	0250.82	0081.24	0299.26	0001.15
0090.00	0016.31	0000.39	0000.70	0017.54	0009.66	0008.43	0085.58	0358.00	0235.35	0394.93	0059.22	0071.11	0303.79	0303.79	0077.50	0313.69	0000.91

- **Dimensiones de la envolvente del inyector para cada resultado validado**

Nota:

Theta se encuentra en grados sexagesimales.

Tau, en mm.

ht, en mm.



Velocidad: 1800 rpm  
Diámetro Exterior: 215.538842 mm

Theta	Tau	ht
000.00	162.18	054.41
010.00	154.98	047.21
020.00	148.10	040.33
030.00	141.52	033.75
040.00	135.24	027.47
050.00	129.24	021.47
060.00	123.50	015.73
070.00	118.02	010.25
080.00	112.78	005.01
090.00	107.77	000.00

Velocidad: 1200 rpm  
Diámetro Exterior: 251.429537 mm

Theta	Tau	ht
000.00	190.50	064.79
010.00	181.90	056.19
020.00	173.69	047.98
030.00	165.85	040.14
040.00	158.37	032.65
050.00	151.22	025.51
060.00	144.40	018.68
070.00	137.88	012.16
080.00	131.66	005.94
090.00	125.71	000.00

Velocidad: 1200 rpm  
Diámetro Exterior: 219.768316 mm

Theta	Tau	ht
000.00	165.51	055.63
010.00	158.15	048.27
020.00	151.11	041.23
030.00	144.39	034.51
040.00	137.97	028.08
050.00	131.83	021.94
060.00	125.96	016.08
070.00	120.36	010.47
080.00	115.00	005.12
090.00	109.88	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 326.695794 mm

Theta	Tau	ht
000.00	249.92	086.57
010.00	238.38	075.03
020.00	227.38	064.03
030.00	216.89	053.54
040.00	206.88	043.53
050.00	197.33	033.98
060.00	188.22	024.88
070.00	179.54	016.19
080.00	171.25	007.90
090.00	163.35	000.00

Velocidad: 1200 rpm  
Diámetro Exterior: 274.903520 mm

Theta	Tau	ht
000.00	209.03	071.58
010.00	199.52	062.06
020.00	190.44	052.98
030.00	181.77	044.32
040.00	173.50	036.05
050.00	165.60	028.15
060.00	158.06	020.61
070.00	150.87	013.42
080.00	144.01	006.55
090.00	137.45	000.00

Velocidad: 1200 rpm  
Diámetro Exterior: 233.745790 mm

Theta	Tau	ht
000.00	176.54	059.67
010.00	168.64	051.76
020.00	161.08	044.21
030.00	153.87	036.99
040.00	146.97	030.10
050.00	140.39	023.52
060.00	134.10	017.23
070.00	128.09	011.22
080.00	122.35	005.48
090.00	116.87	000.00

Velocidad: 1200 rpm  
Diámetro Exterior: 208.337910 mm

Theta	Tau	ht
000.00	156.50	052.33
010.00	149.58	045.41
020.00	142.96	038.79
030.00	136.64	032.47
040.00	130.60	026.43
050.00	124.82	020.66
060.00	119.31	015.14
070.00	114.03	009.86
080.00	108.99	004.82
090.00	104.17	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 298.799274 mm

Theta	Tau	ht
000.00	227.89	078.49
010.00	217.45	068.05
020.00	207.48	058.08
030.00	197.97	048.57
040.00	188.90	039.50
050.00	180.24	030.84
060.00	171.98	022.58
070.00	164.10	014.70
080.00	156.58	007.18
090.00	149.40	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 277.783880 mm

Theta	Tau	ht
000.00	211.30	072.41
010.00	201.68	062.79
020.00	192.49	053.60
030.00	183.72	044.83
040.00	175.35	036.46
050.00	167.37	028.47
060.00	159.74	020.85
070.00	152.47	013.57
080.00	145.52	006.63
090.00	138.89	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 247.589113 mm

Theta	Tau	ht
000.00	187.47	063.67
010.00	179.02	055.23
020.00	170.95	047.16
030.00	163.25	039.46
040.00	155.89	032.10
050.00	148.87	025.07
060.00	142.16	018.37
070.00	135.75	011.96
080.00	129.64	005.84
090.00	123.79	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 226.447505 mm

Theta	Tau	ht
000.00	170.78	057.56
010.00	163.16	049.94
020.00	155.88	042.65
030.00	148.92	035.69
040.00	142.27	029.05
050.00	135.92	022.69
060.00	129.85	016.63
070.00	124.05	010.83
080.00	118.51	005.29
090.00	113.22	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 210.520814 mm

Theta	Tau	ht
000.00	158.22	052.96
010.00	151.21	045.95
020.00	144.52	039.26
030.00	138.12	032.86
040.00	132.01	026.75
050.00	126.16	020.90
060.00	120.58	015.32
070.00	115.24	009.98
080.00	110.14	004.88
090.00	105.26	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 261.173027 mm

Theta	Tau	ht
000.00	198.19	067.60
010.00	189.21	058.63
020.00	180.64	050.06
030.00	172.46	041.87
040.00	164.65	034.06
050.00	157.19	026.60
060.00	150.07	019.48
070.00	143.27	012.69
080.00	136.78	006.20
090.00	130.59	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 236.194911 mm

Theta	Tau	ht
000.00	178.48	060.38
010.00	170.47	052.38
020.00	162.83	044.73
030.00	155.53	037.43
040.00	148.55	030.45
050.00	141.89	023.79
060.00	135.53	017.43
070.00	129.45	011.35
080.00	123.64	005.54
090.00	118.10	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 217.976897 mm

Theta	Tau	ht
000.00	164.10	055.11
010.00	156.81	047.82
020.00	149.84	040.85
030.00	143.18	034.19
040.00	136.81	027.82
050.00	130.73	021.74
060.00	124.92	015.93
070.00	119.36	010.38
080.00	114.06	005.07
090.00	108.99	000.00

Velocidad: 900 rpm  
Diámetro Exterior: 203.887311 mm

Theta	Tau	ht
000.00	152.98	051.04
010.00	146.24	044.29
020.00	139.79	037.85
030.00	133.62	031.68
040.00	127.73	025.79
050.00	122.10	020.15
060.00	116.71	014.77
070.00	111.57	009.62
080.00	106.65	004.70
090.00	101.94	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 373.499092 mm

Theta	Tau	ht
000.00	286.87	100.12
010.00	273.51	086.76
020.00	260.77	074.02
030.00	248.62	061.87
040.00	237.04	050.29
050.00	226.00	039.25
060.00	215.48	028.73
070.00	205.44	018.69
080.00	195.87	009.12
090.00	186.75	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 317.579929 mm

Theta	Tau	ht
000.00	242.72	083.93
010.00	231.54	072.75
020.00	220.88	062.09
030.00	210.71	051.92
040.00	201.00	042.21
050.00	191.75	032.96
060.00	182.92	024.13
070.00	174.49	015.70
080.00	166.46	007.67
090.00	158.79	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 283.059381 mm

Theta	Tau	ht
000.00	215.47	073.94
010.00	205.64	064.11
020.00	196.25	054.72
030.00	187.30	045.77
040.00	178.75	037.22
050.00	170.60	029.07
060.00	162.81	021.28
070.00	155.39	013.86
080.00	148.30	006.77
090.00	141.53	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 258.888970 mm

Theta	Tau	ht
000.00	196.39	066.94
010.00	187.50	058.05
020.00	179.01	049.57
030.00	170.91	041.47
040.00	163.18	033.73
050.00	155.79	026.35
060.00	148.74	019.30
070.00	142.01	012.56
080.00	135.58	006.14
090.00	129.44	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 341.606043 mm

Theta	Tau	ht
000.00	261.69	090.88
010.00	249.57	078.77
020.00	238.02	067.21
030.00	227.00	056.19
040.00	216.49	045.68
050.00	206.46	035.66
060.00	196.91	026.10
070.00	187.79	016.99
080.00	179.09	008.29
090.00	170.80	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 298.589362 mm

Theta	Tau	ht
000.00	227.73	078.43
010.00	217.29	067.99
020.00	207.33	058.04
030.00	197.83	048.53
040.00	188.76	039.47
050.00	180.11	030.82
060.00	171.86	022.56
070.00	163.98	014.69
080.00	156.47	007.17
090.00	149.29	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 270.032815 mm

Theta	Tau	ht
000.00	205.18	070.17
010.00	195.86	060.84
020.00	186.96	051.95
030.00	178.47	043.45
040.00	170.36	035.34
050.00	162.62	027.60
060.00	155.23	020.21
070.00	148.18	013.16
080.00	141.44	006.43
090.00	135.02	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 249.204840 mm

Theta	Tau	ht
000.00	188.74	064.14
010.00	180.23	055.63
020.00	172.11	047.50
030.00	164.35	039.74
040.00	156.93	032.33
050.00	149.86	025.26
060.00	143.10	018.50
070.00	136.65	012.05
080.00	130.49	005.88
090.00	124.60	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 240.680580 mm

Theta	Tau	ht
000.00	182.02	061.68
010.00	173.84	053.50
020.00	166.03	045.69
030.00	158.57	038.23
040.00	151.44	031.10
050.00	144.64	024.30
060.00	138.14	017.80
070.00	131.93	011.59
080.00	126.00	005.66
090.00	120.34	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 226.288421 mm

Theta	Tau	ht
000.00	170.66	057.52
010.00	163.04	049.90
020.00	155.76	042.62
030.00	148.81	035.67
040.00	142.17	029.02
050.00	135.82	022.68
060.00	129.76	016.61
070.00	123.96	010.82
080.00	118.43	005.29
090.00	113.14	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 214.518896 mm

Theta	Tau	ht
000.00	161.37	054.11
010.00	154.21	046.95
020.00	147.37	040.11
030.00	140.83	033.57
040.00	134.58	027.32
050.00	128.61	021.35
060.00	122.90	015.64
070.00	117.45	010.19
080.00	112.24	004.98
090.00	107.26	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 381.095914 mm

Theta	Tau	ht
000.00	292.87	102.32
010.00	279.21	088.66
020.00	266.19	075.64
030.00	253.78	063.23
040.00	241.94	051.39
050.00	230.66	040.11
060.00	219.90	029.35
070.00	209.65	019.10
080.00	199.87	009.32
090.00	190.55	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 233.096743 mm

Theta	Tau	ht
000.00	176.03	059.48
010.00	168.15	051.60
020.00	160.62	044.07
030.00	153.43	036.88
040.00	146.55	030.01
050.00	139.99	023.44
060.00	133.72	017.17
070.00	127.73	011.18
080.00	122.01	005.46
090.00	116.55	000.00

Velocidad: 720 rpm  
Diámetro Exterior: 220.128890 mm

Theta	Tau	ht
000.00	165.80	055.73
010.00	158.42	048.36
020.00	151.37	041.31
030.00	144.63	034.57
040.00	138.20	028.13
050.00	132.05	021.98
060.00	126.17	016.11
070.00	120.56	010.49
080.00	115.19	005.13
090.00	110.06	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 416.675819 mm

Theta	Tau	ht
000.00	320.96	112.63
010.00	305.92	097.58
020.00	291.57	083.24
030.00	277.90	069.57
040.00	264.87	056.54
050.00	252.46	044.12
060.00	240.62	032.28
070.00	229.34	021.00
080.00	218.59	010.25
090.00	208.34	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 354.292366 mm

Theta	Tau	ht
000.00	271.70	094.56
010.00	259.09	081.95
020.00	247.07	069.92
030.00	235.60	058.45
040.00	224.66	047.52
050.00	214.24	037.09
060.00	204.29	027.15
070.00	194.81	017.66
080.00	185.77	008.62
090.00	177.15	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 333.106478 mm

Theta	Tau	ht
000.00	254.98	088.42
010.00	243.19	076.64
020.00	231.95	065.40
030.00	221.23	054.68
040.00	211.01	044.46
050.00	201.26	034.70
060.00	191.96	025.40
070.00	183.08	016.53
080.00	174.62	008.07
090.00	166.55	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 301.248776 mm

Theta	Tau	ht
000.00	229.83	079.20
010.00	219.29	068.66
020.00	209.23	058.60
030.00	199.63	049.01
040.00	190.48	039.85
050.00	181.74	031.12
060.00	173.41	022.78
070.00	165.45	014.83
080.00	157.86	007.24
090.00	150.62	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 278.013074 mm

Theta	Tau	ht
000.00	211.48	072.48
010.00	201.85	062.84
020.00	192.65	053.65
030.00	183.88	044.87
040.00	175.50	036.49
050.00	167.51	028.50
060.00	159.88	020.87
070.00	152.59	013.59
080.00	145.64	006.63
090.00	139.01	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 260.042872 mm

Theta	Tau	ht
000.00	197.30	067.28
010.00	188.37	058.34
020.00	179.84	049.81
030.00	171.69	041.67
040.00	163.92	033.90
050.00	156.50	026.48
060.00	149.41	019.39
070.00	142.65	012.63
080.00	136.19	006.17
090.00	130.02	000.00

**Velocidad: 600 rpm**  
Diámetro Exterior: 315.781221 mm

<b>Theta</b>	<b>Tau</b>	<b>ht</b>
<b>000.00</b>	<b>241.30</b>	<b>083.41</b>
<b>010.00</b>	<b>230.19</b>	<b>072.30</b>
<b>020.00</b>	<b>219.59</b>	<b>061.70</b>
<b>030.00</b>	<b>209.49</b>	<b>051.60</b>
<b>040.00</b>	<b>199.84</b>	<b>041.95</b>
<b>050.00</b>	<b>190.64</b>	<b>032.75</b>
<b>060.00</b>	<b>181.87</b>	<b>023.98</b>
<b>070.00</b>	<b>173.50</b>	<b>015.61</b>
<b>080.00</b>	<b>165.51</b>	<b>007.62</b>
<b>090.00</b>	<b>157.89</b>	<b>000.00</b>

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 288.816695 mm

Theta	Tau	ht
000.00	220.01	075.60
010.00	209.96	065.55
020.00	200.36	055.95
030.00	191.20	046.79
040.00	182.46	038.06
050.00	174.12	029.72
060.00	166.17	021.76
070.00	158.57	014.16
080.00	151.32	006.92
090.00	144.41	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 268.503404 mm

Theta	Tau	ht
000.00	203.98	069.72
010.00	194.71	060.46
020.00	185.87	051.62
030.00	177.43	043.18
040.00	169.37	035.12
050.00	161.68	027.43
060.00	154.34	020.09
070.00	147.33	013.08
080.00	140.64	006.39
090.00	134.25	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 252.447504 mm

Theta	Tau	ht
000.00	191.30	065.08
010.00	182.67	056.44
020.00	174.42	048.20
030.00	166.54	040.32
040.00	159.02	032.80
050.00	151.84	025.62
060.00	144.99	018.77
070.00	138.44	012.22
080.00	132.19	005.97
090.00	126.22	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 245.575926 mm

Theta	Tau	ht
000.00	185.88	063.09
010.00	177.51	054.72
020.00	169.52	046.73
030.00	161.89	039.10
040.00	154.60	031.81
050.00	147.64	024.85
060.00	140.99	018.20
070.00	134.64	011.85
080.00	128.58	005.79
090.00	122.79	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 457.052798 mm

Theta	Tau	ht
000.00	352.85	124.32
010.00	336.22	107.70
020.00	320.38	091.85
030.00	305.29	076.76
040.00	290.90	062.37
050.00	277.19	048.67
060.00	264.13	035.61
070.00	251.69	023.16
080.00	239.83	011.30
090.00	228.53	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 388.624224 mm

Theta	Tau	ht
000.00	298.81	104.50
010.00	284.86	090.55
020.00	271.56	077.25
030.00	258.88	064.57
040.00	246.79	052.48
050.00	235.27	040.96
060.00	224.28	029.97
070.00	213.81	019.50
080.00	203.83	009.52
090.00	194.31	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 346.381249 mm

Theta	Tau	ht
000.00	265.46	092.27
010.00	253.16	079.97
020.00	241.42	068.23
030.00	230.24	057.04
040.00	219.57	046.37
050.00	209.39	036.20
060.00	199.69	026.50
070.00	190.43	017.24
080.00	181.61	008.42
090.00	173.19	000.00

Velocidad: 600 rpm  
Diámetro Exterior: 239.317414 mm

Theta	Tau	ht
000.00	180.94	061.28
010.00	172.82	053.16
020.00	165.05	045.40
030.00	157.64	037.98
040.00	150.56	030.90
050.00	143.80	024.14
060.00	137.34	017.68
070.00	131.18	011.52
080.00	125.28	005.63
090.00	119.66	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 418.025107 mm

Theta	Tau	ht
000.00	322.03	113.02
010.00	306.93	097.92
020.00	292.54	083.52
030.00	278.82	069.81
040.00	265.74	056.73
050.00	253.28	044.27
060.00	241.41	032.39
070.00	230.09	021.07
080.00	219.30	010.28
090.00	209.01	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 365.385368 mm

Theta	Tau	ht
000.00	280.46	097.77
010.00	267.42	084.73
020.00	254.98	072.29
030.00	243.12	060.43
040.00	231.81	049.12
050.00	221.03	038.34
060.00	210.75	028.06
070.00	200.95	018.26
080.00	191.60	008.91
090.00	182.69	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 330.440572 mm

Theta	Tau	ht
000.00	252.87	087.65
010.00	241.19	075.97
020.00	230.05	064.83
030.00	219.43	054.21
040.00	209.29	044.07
050.00	199.62	034.40
060.00	190.40	025.18
070.00	181.61	016.39
080.00	173.22	008.00
090.00	165.22	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 316.803790 mm

Theta	Tau	ht
000.00	242.11	083.70
010.00	230.96	072.56
020.00	220.32	061.92
030.00	210.18	051.78
040.00	200.50	042.10
050.00	191.27	032.87
060.00	182.46	024.06
070.00	174.06	015.66
080.00	166.05	007.65
090.00	158.40	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 294.522087 mm

Theta	Tau	ht
000.00	224.52	077.25
010.00	214.24	066.98
020.00	204.43	057.17
030.00	195.07	047.81
040.00	186.14	038.88
050.00	177.62	030.36
060.00	169.49	022.23
070.00	161.73	014.47
080.00	154.33	007.06
090.00	147.26	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 276.910328 mm

Theta	Tau	ht
000.00	210.61	072.16
010.00	201.02	062.57
020.00	191.87	053.41
030.00	183.13	044.67
040.00	174.79	036.34
050.00	166.83	028.38
060.00	159.23	020.78
070.00	151.98	013.53
080.00	145.06	006.61
090.00	138.46	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 262.507899 mm

Theta	Tau	ht
000.00	199.24	067.99
010.00	190.21	058.96
020.00	181.59	050.34
030.00	173.36	042.11
040.00	165.51	034.25
050.00	158.01	026.75
060.00	150.85	019.59
070.00	144.01	012.76
080.00	137.48	006.23
090.00	131.25	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 304.953270 mm

Theta	Tau	ht
000.00	232.75	080.27
010.00	222.07	069.59
020.00	211.87	059.39
030.00	202.14	049.67
040.00	192.86	040.39
050.00	184.01	031.53
060.00	175.56	023.09
070.00	167.50	015.03
080.00	159.81	007.34
090.00	152.48	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 285.241707 mm

Theta	Tau	ht
000.00	217.19	074.57
010.00	207.27	064.65
020.00	197.81	055.19
030.00	188.78	046.16
040.00	180.16	037.54
050.00	171.93	029.31
060.00	164.08	021.46
070.00	156.59	013.97
080.00	149.44	006.82
090.00	142.62	000.00

Velocidad: 5.142857e+002 rpm  
Diámetro Exterior: 269.372877 mm

Theta	Tau	ht
000.00	204.66	069.98
010.00	195.37	060.68
020.00	186.49	051.80
030.00	178.02	043.33
040.00	169.93	035.25
050.00	162.21	027.53
060.00	154.84	020.16
070.00	147.81	013.12
080.00	141.10	006.41
090.00	134.69	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 495.178226 mm

Theta	Tau	ht
000.00	382.96	135.37
010.00	364.84	117.25
020.00	347.58	099.99
030.00	331.14	083.55
040.00	315.48	067.89
050.00	300.55	052.96
060.00	286.33	038.74
070.00	272.79	025.20
080.00	259.88	012.29
090.00	247.59	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 452.895009 mm

Theta	Tau	ht
000.00	349.57	123.12
010.00	333.10	106.66
020.00	317.41	090.97
030.00	302.47	076.02
040.00	288.22	061.77
050.00	274.65	048.20
060.00	261.71	035.26
070.00	249.38	022.94
080.00	237.64	011.19
090.00	226.45	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 395.864284 mm

Theta	Tau	ht
000.00	304.53	106.60
010.00	290.30	092.36
020.00	276.73	078.79
030.00	263.79	065.86
040.00	251.46	053.53
050.00	239.71	041.77
060.00	228.50	030.57
070.00	217.82	019.89
080.00	207.64	009.71
090.00	197.93	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 358.004539 mm

Theta	Tau	ht
000.00	274.64	095.63
010.00	261.88	082.88
020.00	249.72	070.71
030.00	238.12	059.12
040.00	227.06	048.06
050.00	216.51	037.51
060.00	206.45	027.45
070.00	196.87	017.86
080.00	187.72	008.72
090.00	179.00	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 330.391193 mm

Theta	Tau	ht
000.00	252.83	087.64
010.00	241.16	075.96
020.00	230.02	064.82
030.00	219.39	054.20
040.00	209.26	044.06
050.00	199.59	034.40
060.00	190.38	025.18
070.00	181.58	016.39
080.00	173.20	008.00
090.00	165.20	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 421.041628 mm

Theta	Tau	ht
000.00	324.41	113.89
010.00	309.19	098.67
020.00	294.69	084.17
030.00	280.86	070.34
040.00	267.69	057.17
050.00	255.13	044.61
060.00	243.16	032.64
070.00	231.75	021.23
080.00	220.88	010.36
090.00	210.52	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 375.274921 mm

Theta	Tau	ht
000.00	288.27	100.64
010.00	274.84	087.20
020.00	262.04	074.40
030.00	249.83	062.19
040.00	238.19	050.55
050.00	227.09	039.45
060.00	216.51	028.87
070.00	206.42	018.79
080.00	196.81	009.17
090.00	187.64	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 343.230234 mm

Theta	Tau	ht
000.00	262.97	091.36
010.00	250.79	079.18
020.00	239.18	067.56
030.00	228.10	056.48
040.00	217.53	045.92
050.00	207.46	035.84
060.00	197.85	026.24
070.00	188.69	017.07
080.00	179.95	008.33
090.00	171.62	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 319.089885 mm

Theta	Tau	ht
000.00	243.91	084.37
010.00	232.67	073.13
020.00	221.95	062.41
030.00	211.73	052.18
040.00	201.98	042.43
050.00	192.67	033.13
060.00	183.79	024.25
070.00	175.33	015.78
080.00	167.25	007.71
090.00	159.54	000.00



Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 309.035375 mm

Theta	Tau	ht
000.00	235.97	081.46
010.00	225.13	070.61
020.00	214.78	060.26
030.00	204.91	050.39
040.00	195.50	040.98
050.00	186.51	031.99
060.00	177.94	023.42
070.00	169.76	015.24
080.00	161.96	007.44
090.00	154.52	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 291.842833 mm

Theta	Tau	ht
000.00	222.40	076.48
010.00	212.23	066.31
020.00	202.52	056.60
030.00	193.25	047.33
040.00	184.41	038.49
050.00	175.98	030.06
060.00	167.93	022.01
070.00	160.25	014.33
080.00	152.92	007.00
090.00	145.92	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 300.009027 mm

Theta	Tau	ht
000.00	228.85	078.84
010.00	218.35	068.35
020.00	208.34	058.34
030.00	198.79	048.79
040.00	189.68	039.67
050.00	180.98	030.98
060.00	172.68	022.68
070.00	164.77	014.76
080.00	157.21	007.21
090.00	150.00	000.00

Velocidad: 450 rpm  
Diámetro Exterior: 284.405207 mm

Theta	Tau	ht
000.00	216.53	074.33
010.00	206.65	064.44
020.00	197.21	055.01
030.00	188.21	046.01
040.00	179.62	037.42
050.00	171.42	029.22
060.00	163.60	021.40
070.00	156.13	013.93
080.00	149.00	006.80
090.00	142.20	000.00

**VALIDACIÓN DE RESULTADOS PARA 43 kW  
CASO: 600 RPM Y 22,56 m DE SALTO NETO**

Fórmula o expresión	Resultados
$H = \left( \frac{N * \sqrt{P}}{N_s} \right)^{4/5}$	$H = \left( \frac{600 * \sqrt{43}}{80} \right)^{4/5}$ $H = 22,56 \text{ m}$
$D = \frac{40,7 * Kc * \sqrt{H}}{N}$	$D = \frac{40,7 * 0,98 * \sqrt{22,56}}{600}$ $D = 315,75 \text{ mm}$
$C_2 = 4,43 * Kc * \sqrt{H}$	$C_2 = 4,43 * 0,98 * \sqrt{22,56}$ $C_2 = 20,62 \text{ m/s}$
$W_2 = 2,44 * Kc * \sqrt{H}$	$W_2 = 2,44 * 0,98 * \sqrt{22,56}$ $W_2 = 11,36 \text{ m/s}$
$U_2 = 2,13 * Kc * \sqrt{H}$	$U_2 = 2,13 * 0,98 * \sqrt{22,56}$ $U_2 = 9,91 \text{ m/s}$
$H_r = \frac{U_2 * [C_2 \cdot \cos(\alpha_2) - (U_2 - Kf * W_2 \cdot \cos(\beta_2'))]}{g}$	$H_r = \frac{9,32 * [20,62 \cdot \cos(16^\circ) - (9,91 - 0,98 * 11,36 \cdot \cos(30^\circ))]}{9,81}$ $H_r = 17,47 \text{ m}$
$\eta_t = \eta_h \cdot \eta_m \cdot \eta_v$	$\eta_t = 0,885 \cdot 0,84 \cdot 0,95$ $\eta_t = 0,70$
$Q = \frac{P}{\eta_t * \rho * g * H}$	$Q = \frac{43}{0,7 * 995 * 9,81 * 22,56}$ $Q = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$
$d = 0,66 * D$	$d = 0,66 * 315,75$ $d = 208,3 \text{ mm}$
$x_z = \frac{\theta_a}{360^\circ}$	$x_z = \frac{90^\circ}{360^\circ}$ $x_z = 0,25$
$B = \frac{Q}{4,43 \cdot Kc \cdot (\pi \cdot D - e \cdot Z) \cdot \sqrt{H} \cdot \sin(\alpha_2) \cdot x_z}$	$B = \frac{0,293}{4,43 \cdot 0,98 \cdot (\pi \cdot 0,315 - 0,003 \cdot 24) \cdot \sqrt{22,56} \cdot \sin(16) \cdot 0,25}$ $B = 277,75 \text{ mm}$
$Br = v \cdot B$	$Br = 1,3 * 278$ $Br = 361,4 \text{ mm}$

$$\gamma = 30^\circ - \frac{\dot{z}}{2}$$

$$\gamma = 30^\circ - \frac{13,8^\circ}{2}$$

$$\gamma = 23,1^\circ$$

$$\theta = 60^\circ - \frac{\dot{z}}{2}$$

$$\theta = 60^\circ - \frac{13,8^\circ}{2}$$

$$\theta = 53,1^\circ$$

$$\lambda = 150^\circ - \frac{\dot{z}}{2}$$

$$\lambda = 150^\circ - \frac{13,8^\circ}{2}$$

$$\lambda = 143,1^\circ$$

$$\delta = \dot{z} + 60^\circ$$

$$\delta = 13,8^\circ + 60^\circ$$

$$\delta = 73,8^\circ$$

$$A_p = \frac{D}{2} \cdot \frac{\text{sen}(\dot{z})}{\text{sen}(\lambda)}$$

$$A_p = \frac{315,75}{2} \cdot \frac{\text{sen}(13,8^\circ)}{\text{sen}(143,1^\circ)}$$

$$A_p = 62,72 \text{ mm}$$

$$R_a = \frac{D}{2} \cdot \frac{\text{sen}(\dot{z})}{\text{sen}(\delta)} \cdot \frac{\text{sen}(\theta)}{\text{sen}(\lambda)}$$

$$R_a = \frac{315,75}{2} \cdot \frac{\text{sen}(13,8^\circ)}{\text{sen}(73,8^\circ)} \cdot \frac{\text{sen}(53,1^\circ)}{\text{sen}(143,1^\circ)}$$

$$R_a = 52,23 \text{ mm}$$

$$\zeta = \frac{2,3 * \eta_h * D * \sqrt{H}}{Kc}$$

$$\zeta = \frac{2,3 * 0,885 * 0,315 * \sqrt{22,56}}{0,98}$$

$$\zeta = 3,11 \text{ m/s}$$

$$\theta_1 = \frac{R_a \cdot \delta}{W_2} * \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60}$$

$$\theta_1 = \frac{0,052 * 75}{11,36} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 600}{60}$$

$$\theta_1 = 21,57^\circ$$

$$\theta_2 = \frac{\theta_1}{x_z}$$

$$\theta_2 = \frac{21,57^\circ}{0,25}$$

$$\theta_2 = 86,28^\circ$$

$$de_{max} = d * \text{sen}(\theta_1)$$

$$de_{max} = 0,208 * \text{sen}(21,57^\circ)$$

$$de_{max} = 76,47 \text{ mm}$$

$$S_o = \cos(\alpha_2) * x_z * D * \pi$$

$$S_o = \cos(16^\circ) * 0,25 * 315 * \pi$$

$$S_o = 237,81 \text{ mm}$$

$$F \approx B$$

$$F \approx 278 \text{ mm}$$

$$D_{tub} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{tub}}}$$

$$D_{tub} \approx \sqrt{\frac{4,0,28}{\pi \cdot 5}}$$

$$D_{tub} \approx 267 \text{ mm}$$

COMPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN

Descripción	Engranaje	Cadena	Faja plana	Faja trapecial
Principio físico	Engranaje		Fricción	
Relación de transmisión	$\leq 8$ normal 20 máx (helicoidal)	$\leq 6$ normal 10 máx.	$\leq 5$ normal 10 máx.	$\leq 8$ normal 15 máx.
Eficiencia	98 – 99 %	97 – 98 %	96 – 98 %	94 – 97 %
Velocidad	$\leq 200$ m/s	$\leq 17$ m/s	$\leq 90$ m/s	$\leq 26$ m/s
Diámetro de paso	$\leq 2\phi_{eje};$ $\leq 1,2\phi_{eje}$ solidario	$\leq 2\phi_{eje};$		
Relación de ancho B/d	$\leq 1$ (no solidario)	...	$\leq 1$	...
Distancia entre centros	$a_e < a_c < a_f$	(30 – 50) p nom. 80 p máx.	$a_{fp} \gg a_{ft}$	(1-1,5). $d_2$ norm. 2( $d_1+d_2$ ) máx.
Disposición ejes	// < -/-	//	// -/-	//
Sentido de giro	Contrario	Igual	Contrario/igual	Igual
# de ruedas accionadas	2	Varias		
Dimensiones	Reducidas	Ruedas más grandes	Mayores	
Resbalamiento	No		(1 – 3)%	
Absorción de choques y vibraciones	No	$\pm$	Sí	
Frecuencia de flexiones	...	...	Según tabla	40 s <sup>-1</sup> admisible

Comportamiento de sobrecargas	Bueno	Regular	Malo
Requerimientos de lubricación	Sí		No
Nivel de ruido	Relativamente alto		Bajo
Duración	Larga	Media	Menor
Precio	$\approx 100 \%$	$\approx 85 \%$	$\approx 63 \%$
Tolerancias	$T_e$	$T_c$	$T_e < T_c < T_f$
Facilidad de recambio	Complejo	Regular	Más sencillo

Fuente: Separatas del curso de Elementos de Máquinas – PUCP.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL GENERADOR SÍNCRONO

- Distribuidor: Corporación Tecno Market SA.
- Marca: WEG
- Carcasa: 225S/M
- Grado de protección: IP55
- Categoría: N
- Aislamiento: clase "F"
- Potencia: 45 kW.
- Tensiones: 220/380/440V
- Frecuencia 60Hz
- Velocidad: 1800 RPM a 60 Hz
- Sello de los descansos: V´Ring
- Rodamientos de bolas con grasera
- Carcasas: hierro fundido
- Dreno automático
- Placa de conexiones
- Color: Azul RAL 5007
- Termistor, uno por fase en los devanados.

**TIPOS DE ACEROS INOXIDABLES Y CARACTERÍSTICAS**

Tipo	Número de serie	Descripción	Características	Aplicación
Austenítico	2XX	Aceros al Cromo – Níquel – Magnesio; no maquinables y no magnéticos.	Excelente resistencia a la corrosión y oxidación.	Equipos para industria química y petroquímica.
	3XX	Aceros al Cromo – Níquel; maquinables austeníticos y no magnéticos.		Equipos para industria alimenticia, farmacéutica y construcción civil.
Ferrítico	4XX	Aceros al Cromo; no maquinables, ferríticos y magnéticos (bajo carbono).	Especialmente adecuados para casos en que las fuerzas destructivas tienen que combatirse con temperaturas elevadas.	Partes de hornos, intercambiadores de calor, equipo de procesamiento químico, equipos para industria alimenticia, trabajos de arquitectura, trabajos de cerrajería, etc.
Martensítico	4XX	Aceros al Cromo; maquinables, martensíticos y magnéticos.	Combinan buenas propiedades mecánicas con excelente resistencia a la corrosión.	Destiladores en refinerías de petróleo, tubos aleados al cromo, pistones, varillas de bombeo, carcasas de bombas, álabes de turbina de gas o vapor, revestimiento de asiento de válvulas.
	5XX	Aceros al Cromo, e bajo cromo y resistentes al calor.		

Fuente: Manuel de Soldadura INDURA y Catálogo de Productos de Oerlikon, 2010.

**TIPOS DE ACEROS INOXIDABLES - SERIE 3XX**

Norma SAE	Características técnicas	Composición química	
316	Su contenido de molibdeno mejora todas sus características de resistencia al ataque ácido. No se garantiza la corrosión intercrystalina en soldaduras.	C: 0,07 máx Mn : 2,0 Cr : 17,0	Ni : 12,0 Mo : 2,2 Si : 1,0
316L	Estabilizado al carbono, insensibilidad a la corrosión intercrystalina en soldaduras, no necesita tratamientos térmicos post-soldadura. Mejor aptitud a la deformación en frío y obtención de altos grados de pulimento, lo que permite una mayor resistencia a los ácidos comúnmente empleados en la industria.	C: 0,03 máx Mn : 2,0máx Cr : 17,5	Ni : 12,5 Mo : 2,2 Si : 1,0
304	Buenas características de resistencia a la corrosión, ductibilidad y pulido. No garantido a la corrosión intercrystalina en soldaduras. Resistente a la corrosión de aguas dulces y atmósferas naturales. En construcción de muebles, utensilios de cocina, orfebrería.	C: 0,07 máx Mn : 2,0máx Cr : 18,5	Ni : 9,5 Mo : 1,0 Si :
304L	Estabilizado al carbono, con garantía de insensibilidad a la corrosión intercrystalina, por tanto no necesita tratamiento térmico post-soldadura. De fácil pulido y gran ductibilidad, especial para embutido profundo. Se emplea en el forjado, estampado y mecanizado de piezas mecánicas diversas para la industria química, alimentaria, equipamiento de decoración.	C: 0,03 máx Mn : 2,0máx Cr : 18,5	Ni : 10,0 Si :1,0máx

Fuente: SABIMET.

**CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO INOX BW ELC**

Electrodo	Clase AWS	Aplicación	Propiedades del depósito de soldadura
INOX BW ELC	E 316L - 16	Los depósitos de este electrodo presentan una excelente resistencia a la corrosión intergranular gracias al bajo contenido de carbono y la presencia de Mo.	Soldadura de aceros 18 Cr-12 Ni-2,5 Mo ELC, excelente frente al ataque corrosivo intenso por picadura (pitting).

Fuente: Catálogo de Productos de Oerlikon.



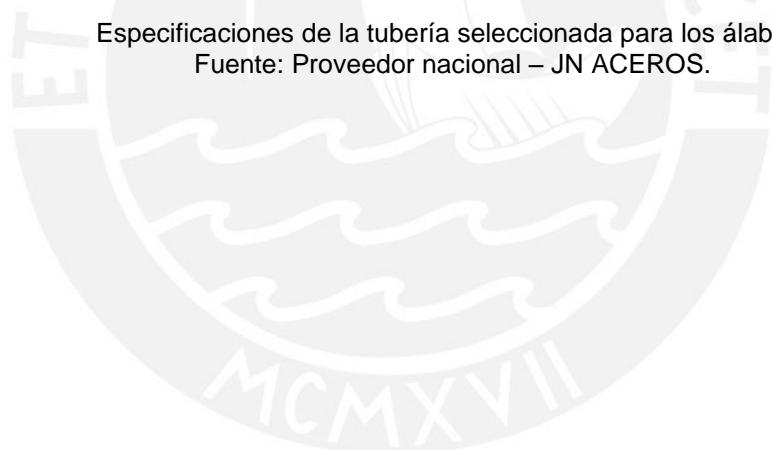
**TUBOS DE ACERO INOXIDABLE**

ASTM A249, A-269, A312, A-554

- Con y sin costura de calidades 304L y 316L
- Pipe de cedula 10 y 40 ASTM A-312 desde 1/4" hasta 6"
- Tuberías (Tubing OD: outside diameter) ornamentales ASTM A554
- En stock espesores de 1.2 y 1.5 mm desde 1" hasta 2"
- Tubos cuadrados desde 1" hasta 2" Espesor de 1.5 mm

DIÁMETRO NOMINAL NPS	DIÁMETRO EXT.		GROSOR PARED		CÉDULA 10 PRESIÓN INT. TRAB.		PESO APROXIMADO	
	pg	mm	pg	mm	PSI	Kg/m	Lb/pie	Kg/m
1/8	.405	10.29	.049	1.24	4270	300	.19	.28
1/4	.540	13.72	.065	1.65	4240	298	.33	.49
3/8	.675	17.15	.065	1.65	3320	233	.42	.63
1/2	.840	21.34	.083	2.11	3420	240	.67	1.00
3/4	1.050	26.67	.083	2.11	2690	189	.86	1.28
1	1.315	33.40	.109	2.77	2830	199	1.40	2.09
1 1/4	1.660	42.16	.109	2.77	2210	155	1.81	2.69
1 1/2	1.900	48.26	.109	2.77	1920	135	2.09	3.11
2	2.375	60.33	.109	2.77	1520	107	2.64	3.93
2 1/2	2.875	73.03	.120	3.05	1380	97	3.53	5.27
3	3.500	88.90	.120	3.05	1120	79	4.33	6.46
3 1/2	4.000	101.60	.120	3.05	980	69	4.97	7.42
4	4.500	114.30	.120	3.05	867	61	5.61	8.37

Especificaciones de la tubería seleccionada para los álabes.  
Fuente: Proveedor nacional – JN ACEROS.

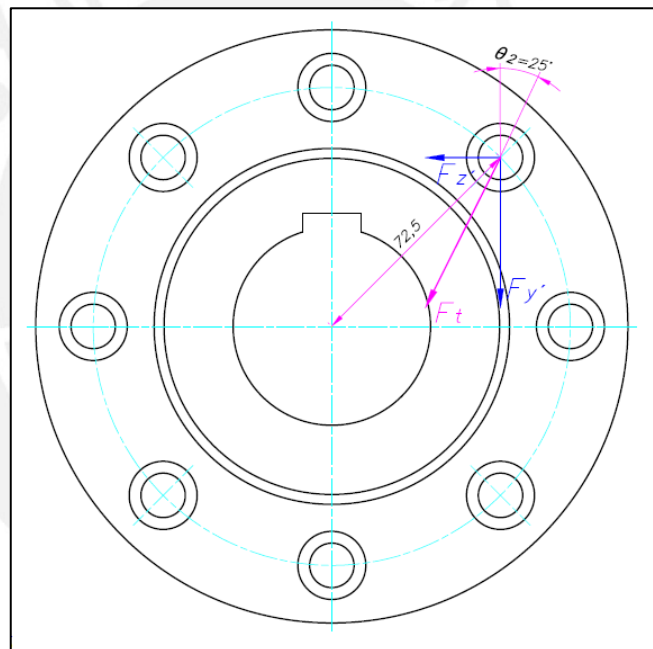


## VERIFICACIÓN DE LOS TORNILLOS HEXAGONALES DE CABEZA

### TIPO ALLEN 3/8" – 16 – UNC-3/4"

Para la unión entre la brida y el disco lateral se utilizarán tornillos, el disco lateral tendrá que ser roscado.

En este caso, los tornillos estarán sometidos a esfuerzos de corte por el momento torsor y esfuerzos normales de tracción debido al momento flector que genera el chorro de agua sobre los álabes.



Fuerzas actuantes sobre los tornillos

A continuación se verificará la resistencia de los tornillos aplicando el Método Elástico de las Consideraciones para el diseño de Tornillos de la AISC [3.16].

Primero, se ubica el centro de gravedad de los tornillos. Como se observa, están ubicados concéntricamente al disco lateral; y a su vez los 8 tornillos, están espaciados  $45^\circ$  entre sí. Se analizará el tornillo que soporta mayores esfuerzos que se muestra en la figura anterior.

La sección del tornillo que estaría sometida a esfuerzos cortantes, de acuerdo a los tornillos seleccionados (hexagonales de cabeza tipo Allen 3/8" – 16 – UNC-3/4"), tiene un área de  $A_{tor} = 78,5 \text{ mm}^2$ .

➤ Verificación en corte:

- Fuerzas de fricción directa:

$$F_{py'} = \frac{F_{chy}}{n}$$

$$F_{pz'} = \frac{F_{chz}}{n}$$

- Fuerzas de fricción debido a la excentricidad:

$$F_{my'} = \frac{r_t \cdot e \cdot c_z \cdot A_t}{I_p}$$

$$F_{mz'} = \frac{r_t \cdot e \cdot c_y \cdot A_t}{I_p}$$

- Se obtiene en cada tornillo:

$$F_u = \sqrt{(F_{py'} + F_{my'})^2 + (F_{pz'} + F_{mz'})^2}$$

- Finalmente, se debe cumplir:

$$F_u \leq F_\phi$$

➤ Verificación de la tracción:

- Se asumirá la distancia de la fuerza como el punto medio del ancho del rotor (Br). Para el tornillo más cargado se tiene:

$$F_N = \frac{M_{fz} \cdot c_y}{c_y^2} + \frac{M_{fy} \cdot c_z}{c_z^2}$$

$$F_N \leq F_\phi$$

**RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS DE LOS TORNILLOS**

Parámetro	Nomenclatura	Resultado	Unidades
Fuerza resultante	$r_t$	218	N
Excentricidad	$e$	158	mm
Distancia horizontal al centro de rotación	$c_z$	52	mm
Distancia vertical al centro de rotación	$c_y$	52	mm
Área total del grupo de tornillos	$A_t$	628	$\text{mm}^2$
Momento polar de inercia grupal	$I_p$	330,4	$\text{cm}^4$
Fuerzas de fricción directa	$F_{py'}$	876	N
	$F_{pz'}$	218	N

Fuerzas de fricción debido a la excentricidad	$F_{my'}$	340	N
	$F_{mz'}$	340	N
Fuerza cortante sobre el tornillo más cargado	$F_u$	1 338	N
Fuerza de tracción sobre el tornillo más cargado	$F_N$	3 448	N
Fuerza máxima de diseño	$F_\phi$	7 200	N

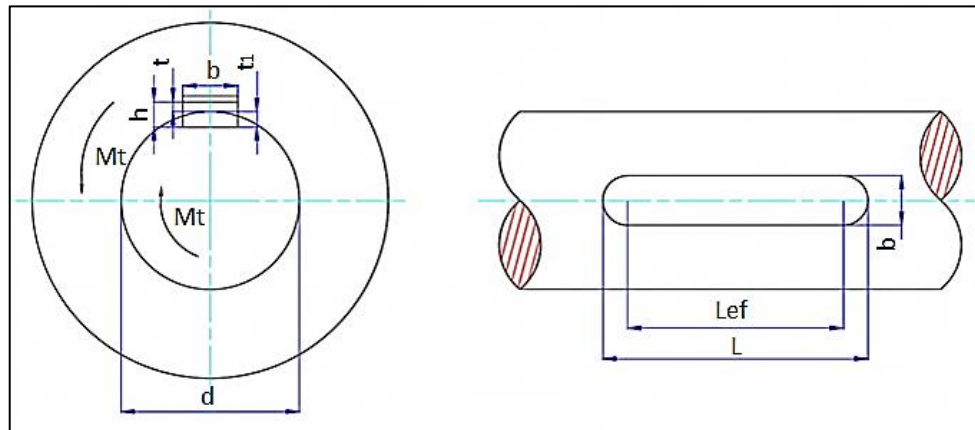
Se demuestra que las fuerzas a la que estaría sometido el tornillo se encuentra por debajo a la fuerza de diseño máximo del tornillo.



### CÁLCULO DE LAS CHAVETAS

La presión generada entre el flanco de la chaveta y el cubo deberá ser menos a la presión admisible por el material ( $p_{adm} = 90$  a  $100 \text{ N/mm}^2$  para cubos de acero).

$$p = \frac{2 \cdot M_t}{d \cdot t \cdot L_{ef}} \leq p_{adm}$$



Esquema de unión eje – cubo.

#### VERIFICACIÓN DE CHAVETAS SELECCIONADAS

Chaveta seleccionada	Momento torsor (Mt) [Nm]	Diámetro del eje (d) [mm]	t= h-t <sub>1</sub> [mm]	Longitud efectiva (L <sub>ef</sub> ) [mm]	Presión (p) [N/mm <sup>2</sup> ]
DIN 6885 18-11-63-A	455	60	4,2	45	80,24
DIN 6885 18-11-63-A	455	60	4,2	45	80,24
DIN 6885 16-10-90-A	910	55	3,8	74	100,5

Se verifica que las chavetas seleccionadas se encuentren dentro de la condición indicada.

### CÁLCULO DE FAJAS PLANAS PARA TRANSMISIÓN

Parámetro	Criterio	Fórmula	Resultado
Factor de servicio ( $C_2$ )	Cargas medias: generadores. Horas de servicio: de 10 a 16 horas.	-	1.2
Potencia corregida	Teniendo en cuenta el factor de servicio.	$P_B = P \cdot C_2$	48 kW
Tipo de perfil	Límite de correa SPA, se selecciona una SPB.	-	SPB
Relación de transmisión	Velocidad nominal del generador ( $n_1$ ): 1800rpm.	$i = \frac{n_1}{n_2}$	3
Diámetro de las poleas	Poleas acanaladas según norma DIN 2211 y perfil de correa estrecha SPB.	$d_{wk}$	150 mm
		$d_{wg}$	450 mm
Entreeje ( $e$ )	Entreeje aconsejado por el fabricante.	$e > 0,7 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) = 420$ $e < 2 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) = 1200$	5710 mm
Desarrollo primitivo de la correa ( $L_{wth}$ )	Fórmula aproximada propuesta por el fabricante.	$L_{wth} \approx 2 \cdot e + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e}$	$L_{wth}$ 2394 mm
			$L_{wst}$ 2360 mm
Entreeje nominal real	$L_{wst} < L_{wth}$	$e_{nom} \approx e - \frac{(L_{wth} - L_{wst})}{2}$	726 mm
Recorrido de tensado x/y a proveer	x: asegura la tensión óptima en servicio. y: necesario para montar la correa fácilmente.	-	$x \geq 25 \text{ mm}$ $y \geq 20 \text{ mm}$
Velocidad lineal	$v_{max} \approx 42 \text{ m/s}$	$v = \frac{d_{wk} \cdot n_1}{19100}$	14.14 m/s
Frecuencia de flexiones	$f_B \approx 100/s^{-1}$	$f_B = \frac{2 \cdot 1000 \cdot v}{L_{wst}}$	14.14/ $s^{-1}$
Factor de ángulo de contacto ( $C_1$ )	De Tablas. Calculado: $\frac{(d_{wg} - d_{wk})}{e_{nom}}$ , se aproxima $\beta$ .	$\frac{(d_{wg} - d_{wk})}{e_{nom}} = 0,5,$ $\beta = 151^\circ$	0.98
Factor de longitud ( $C_3$ )	$L_{wst} = 2360 \text{ mm}$ y perfil SPB.	-	0.96
Potencia nominal transmisible por cada correa ( $P_N$ )	Se ingresa a la tabla con $n_1 = 1800 \text{ rpm}$ y $d_{wk} = 150 \text{ mm}$ .	$P_N = 8,39 + 1,48$	9.87 kW
Número de correas ( $z$ )	Se tienen en cuenta los factores de corrección.	$z = \frac{P \cdot C_2}{P_N \cdot C_1 \cdot C_3}$	5.45

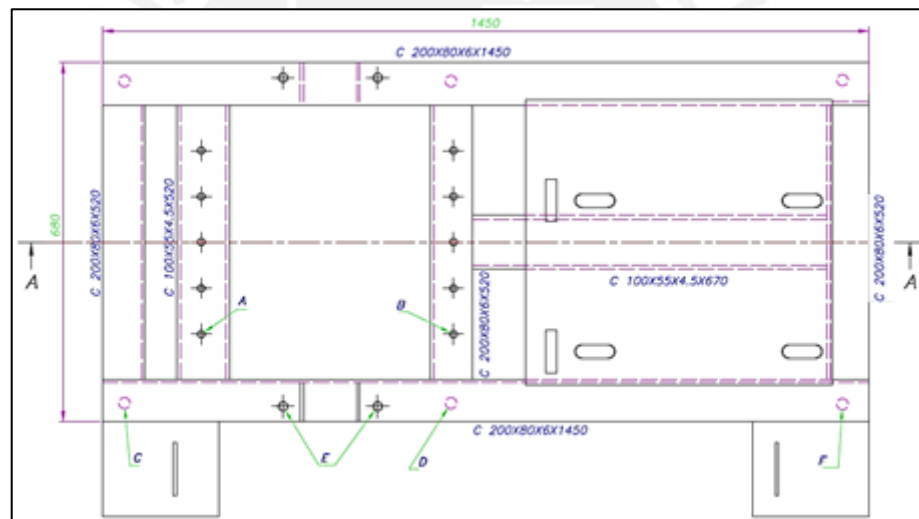
Fuente: Catálogo de Optibelt.

## DETALLE DE LOS CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA SOPORTE Y LOS PERNOS DE ANCLAJE

Las solicitaciones que se tendrán en cuenta serán las siguientes:

- **Peso propio**

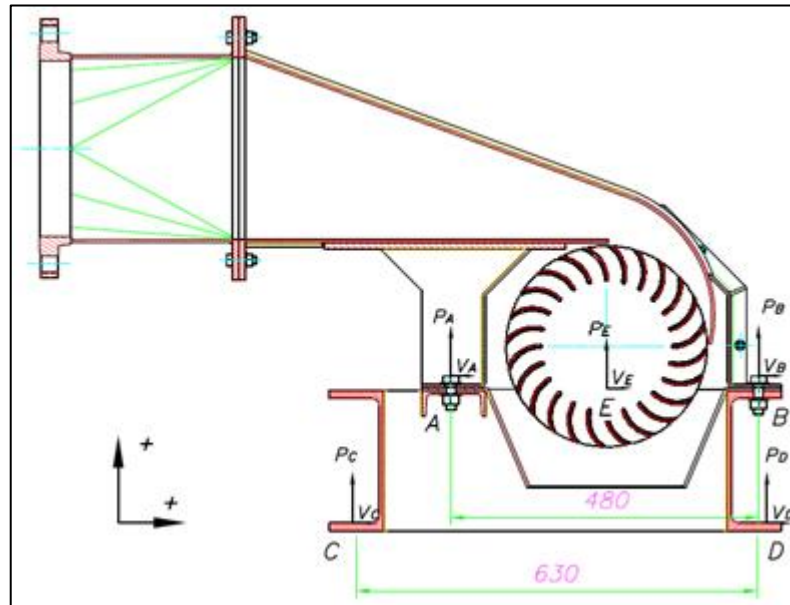
Con ayuda del programa de diseño Inventor y con las densidades de los componentes de la turbina, se estima que el peso del rotor y eje ( $W_{\text{rot+eje}}$ ); el peso del inyector, la pieza de transición, la estructura soporte del inyector y la polea ( $W_{\text{turb}}$ ), peso del generador ( $W_{\text{gen}}$ ); y, de la estructura ( $W_{\text{base}}$ ). Así mismo, se emplea para hallar el centro de gravedad de ambos componentes.



Localización de los puntos a analizar en la estructura.

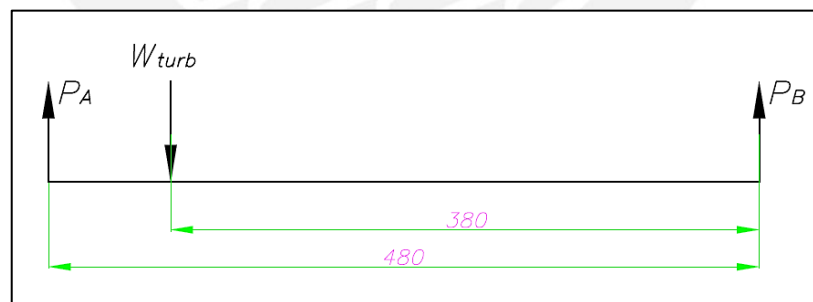
Se agrupan las zonas que se verificarán. En ellas se identifican 6 puntos representativos para analizar Donde se localizan:

De la “Sección A-A”, se aísla únicamente la turbina por ser el la parte más cargada del bastidor. Ayudará también a visualizar la dirección de las fuerzas que se calcularán.



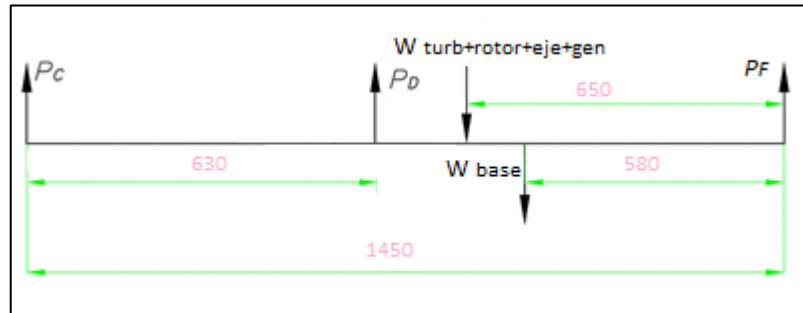
Vista de corte de únicamente la turbina.

- El peso del rotor, el eje y los accesorios son soportados en el punto E (localización de las chumaceras). Es decir:  $W_{\text{rot+eje}} = 190 \text{ N}$ . Y repartiendo simétricamente el peso:  $P_E = - 95 \text{ N}$ .
- Además,  $W_{\text{turb}}$  es soportado en los puntos A y B. Así se realiza el equilibrio estático. De esta forma obtenemos que si  $W_{\text{turb}} = 2\,064 \text{ N}$ ; entonces:  $P_A = - 817 \text{ N}$  y  $P_B = - 215 \text{ N}$ .



- Finalmente, se calcula el valor de las reacciones debido al peso de todo el conjunto. Realizando los cálculos de equilibrio estático en el eje vertical, se tiene en cuenta que:  $W_{\text{turb}} + W_{\text{rotor+eje}} = 2\,064 \text{ N}$ ,  $W_{\text{gen}} = 4\,037 \text{ N}$  y  $W_{\text{base}} = 1\,092,9 \text{ N}$ ; entonces:  
 $P_C = - 2398 \text{ N}$ ,  $P_D = - 2398 \text{ N}$  y  $P_F = - 2398 \text{ N}$ , distribuyéndose equitativamente.

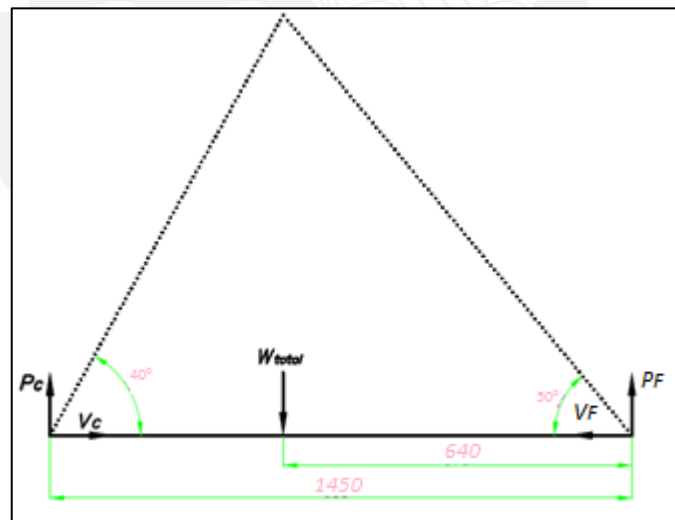




• **Cargas de montaje (o izaje)**

También se considerará el caso en que la turbina se instale ya ensamblada y requiriera ser izada para colocarla en su lugar de trabajo. Para ello se localiza el centro de gravedad de toda la turbina ( $W_{total}$ ) que sería el punto adecuado del cual deberían colgar los tensores. Considerando la geometría de la turbina, se aproxima los ángulos de los tensores en el caso hipotético e ideal que se intersectaran en el centro de gravedad. En ese caso, los valores de  $V_C$  y  $V_D$  serían:

$$V_C = \frac{3050}{\tan 40^\circ} \approx 3\ 635\ N \wedge V_F = \frac{3050}{\tan 50^\circ} \approx 2\ 560\ N$$



• **Tensión de fajas**

La tensión de las fajas se va a concentrar básicamente en el punto E de la Figura 1 que corresponde a la ubicación de las chumaceras. Para ello se extrae el valor de la tensión de los cálculos del sistema de transmisión, según el método de cálculo de Optibelt:

- Tensión estática mínima por correa ( $T$ ):

$$T \approx \frac{500 * (2,02 - C_1) * P_B}{C_1 * z * v} + k * v^2$$

Ver la página 32 de este documento para verificar los valores de los factores y constantes que se agregan en este cálculo. Se agrega la constante para el cálculo de la fuerza centrífuga (k) que en este caso es 0,19 según catálogo de Optibelt para perfil SPB.

$$T \approx \frac{500 * (2,02 - 0,98) * 48}{0,98 * 6 * 14,14} + 0,19 * 14,14^2$$

$$T \approx 300,2 \text{ N}$$

- Fuerza estática sobre el eje ( $S_a$ ):

$$S_a \approx 2 * T * \sin \frac{\beta}{2} * z$$

$$S_a \approx 2 * 300,2 * \sin \frac{151^\circ}{2} * 6$$

$$S_a \approx 3487,7 \text{ N}$$

- Ángulo de inclinación del ramal ( $\alpha$ ):

$$\alpha = 90 - \frac{\beta}{2}$$

$$\alpha = 90 - \frac{151}{2}$$

$$\alpha = 14,5^\circ$$

Descomponiendo la fuerza estática sobre el eje, aplicando la condición de simetría y trasladándola al punto E, se obtiene:

$$P_E = 3487,7/2 * \cos(14,5^\circ) = 1886,8 \text{ N}$$

$$V_E = 3 \frac{487,7}{2} * \sin(14,5^\circ) = 436,6 \text{ N}$$

$$P_F = 1886,8 \text{ N}$$

$$V_F = -436,6 \text{ N}$$

#### • Reacciones por operación

El valor de las reacciones en el eje (asumiendo cargas distribuidas simétricamente), se acumularán también en el punto E. Los valores que se indican se obtienen de la página 78 de este proyecto, éste se refiere al diseño del eje.

$$P_E = \frac{F_{chy} + W_{rot+eje}}{2} = \frac{7007,7 + 190}{2} = 3598,85 \text{ N}$$

$$V_E = \frac{F_{chz}}{2} = \frac{1747,2}{2} = 873,6 \text{ N}$$

- **Efectos hidráulicos**

Por otro lado, en los puntos A y B se localizan los mayores esfuerzos generados por los efectos hidráulicos (además del punto E, se debe tener en cuenta que ya se indicó su efecto en el análisis inmediato anterior). Entonces:

$$P_A = \frac{F_{chy}}{4} = \frac{7\,007,7}{4} = 1\,752\,N$$

$$V_A = \frac{F_{chz}}{4} = \frac{1\,747,2}{4} = 437\,N$$

$$P_B = \frac{F_{chy}}{4} = \frac{7\,007,7}{2} = 1\,752\,N$$

$$V_B = \frac{F_{chz}}{4} = \frac{1\,747,2}{4} = 437\,N$$

- **Parada brusca del rotor de la turbina**

La causa que podría ocasionar la parada brusca del rotor sería alguna interferencia en el regular funcionamiento del sistema de transmisión, como algún cuerpo extraño atascado. Considerando que se han calculado los componentes de la turbina bajo estas condiciones, sólo quedaría tomar las fuerzas que se generan bajo estas condiciones y luego aumentarlas con el factor previsto por la norma.

Por efectos de operación:

$$P_E = -3\,598,85\,N$$

$$V_E = 873,6\,N$$

Por efectos hidráulicos:

$$P_A = \frac{F_{chy}}{4} = \frac{7\,007,7}{4} = 1\,752\,N$$

$$V_A = \frac{F_{chz}}{4} = \frac{1\,747,2}{4} = 437\,N$$

$$P_B = \frac{F_{chy}}{4} = \frac{7\,007,7}{2} = 1\,752\,N$$

$$V_B = \frac{F_{chz}}{4} = \frac{1\,747,2}{4} = 437\,N$$

**CUADRO GENERAL DE CARGAS**

Solicitud	Factor y			A		B		C			D			E			F	
	M	B	S	Pa [kN]	Va [kN]	Pb [kN]	Vb [kN]	Pc [kN]	Vc [kN]	Pd [kN]	Vd [kN]	Pe [kN]	Ve [kN]	Pf [kN]	Vf [kN]			
Tipo G1	1.50							-2.40	-3.64					-2.40	-2.56			
Tipo G2		1.50	0.90	-0.87		-0.22		-2.40		-2.40		-0.10		-2.40				
Tipo G3		1.00	1.80									1.89	0.44	1.89	-0.44			
Tipo G2		1.00	1.80	1.75	0.44	1.75	0.44					3.60	0.87					
Tipo G4			12.00	1.75	0.44	1.75	0.44					-3.60	0.87					
CASO M				0.00	0.00	0.00	0.00	-3.60	-5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.60	-3.84			
CASO B				3.50	0.87	3.50	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	2.40	2.83	-0.66			
CASO S				48.36	12.06	48.36	12.06	-6.47	-9.81	0.00	0.00	30.71	31.16	27.47	-14.78			
TOTAL				51.86	12.94	51.86	12.94	-10.07	-15.27	0.00	0.00	33.54	33.56	26.71	-19.27			

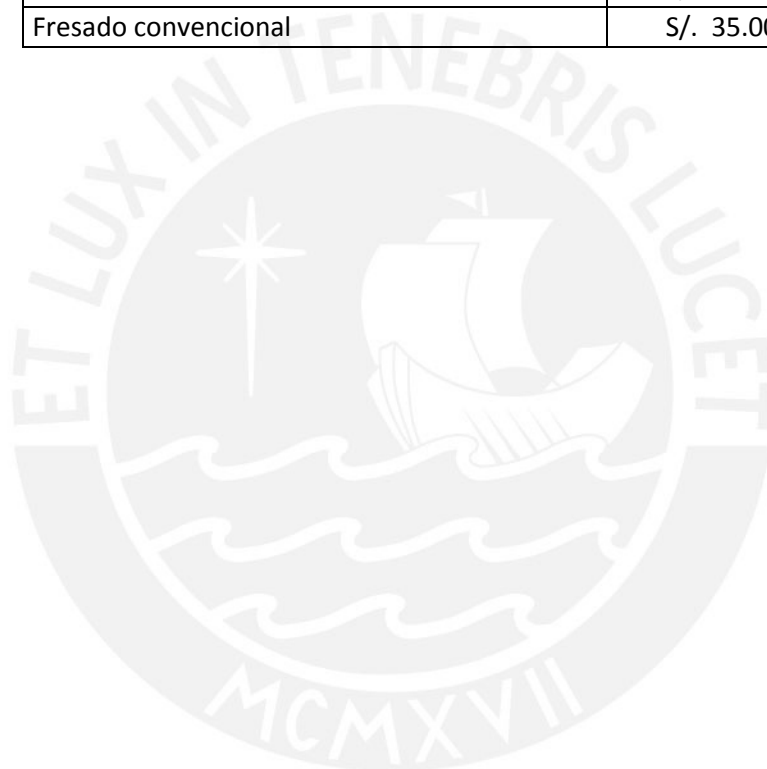
LISTA DE MATERIALES Y ACCESORIOS (Incluido IGV=18%)					
Cant.	Producto	Precio unitario	Cant. requerida	Total	Proveedor
	<b>COMPONENTES AUXILIARES</b>			<b>S/. 14,450.40</b>	
1	VÁLVULA COMPTA FE C/B V/A x 150 LBS. INT. 13% CR. REX 10"	S/. 5,600.00	1	S/. 5,600.00	VÁLVULAS INDUSTRIALES SA
4	BRIDA ACERO SLIP ON X 150 LBS. 10"	S/. 392.00	4	S/. 1,568.00	VÁLVULAS INDUSTRIALES SA
1	GENERADOR WEG-45kW 225S/M	S/. 5,300.00	1	S/. 5,300.00	CORPORACIÓN TECNOMATEK SA
2	CHUMACERAS CON MANGUITO CÓNICO SYJ60KF 55 mm	S/. 406.00	2	S/. 812.00	IMPOROD SAC
1	POLEAS OPTIBELT KS 6-SPB 450 TB	S/. 650.47	1	S/. 650.47	TECNIFAJAS SA
1	POLEAS OPTIBELT KS 6-SPB 150 TB	S/. 112.06	1	S/. 112.06	TECNIFAJAS SA
1	BUJE CÓNICO SKF PHF TB2517X60mm	S/. 26.64	1	S/. 26.64	SEDISA SA
1	BUJE CÓNICO SKF PHF TB4040X55mm	S/. 175.17	1	S/. 175.17	SEDISA SA
6	CORREA ESTRECHA DE ALTO RENDIMIENTO, OPTIBELT-SK SPB 2000	S/. 34.34	6	S/. 206.06	TECNIFAJAS SA
	<b>PLANCHAS, BARRAS Y PERFILES</b>			<b>S/. 1,880.37</b>	
1	PLANCHA ACERO AISI A-36 3/16" x1200x2400	S/. 318.00	1	S/. 318.00	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	PLANCHA ACERO AISI A-36 3/8" x1200x2400	S/. 636.00	0.5	S/. 318.00	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	PLANCHA ACERO AISI A-36 5/8" x1200x2400	S/. 530.00	0.25	S/. 132.50	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	PLANCHA ACERO INOX C-316 L 3/8"x1200x2400	S/. 636.00	0.17	S/. 106.00	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	BARRA DE ACERO AISI 410 72.00mmx6m	S/. 1,696.00	0.17	S/. 288.32	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	BARRA DE ACERO AISI 410 90.00mmx6m	S/. 2,156.00	0.02	S/. 43.12	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	TUBO AISI 316 L SCH-10 4"x6m	S/. 477.00	0.35	S/. 166.95	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	PERFIL C 200X80X6 x 6 metros A-36	S/. 397.50	1	S/. 397.50	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	PERFIL C 100X55X4.5 x 6 metros A-36	S/. 212.00	0.5	S/. 106.00	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
1	ÁNGULO L 1.5"x1.5"x3/16" x 6 metros A-36	S/. 79.50	0.05	S/. 3.98	FACMETAL INDUSTRIAL SAC
	<b>TORNILLERÍA</b>			<b>S/. 459.08</b>	
16	Tornillo de cabeza allen 1/2"x1" AISI 316	S/. 2.95	16	S/. 47.20	TRUCK ACCESORIES
12	Tornillo de cabeza allen 3/8"x3/4" AISI 304	S/. 0.60	12	S/. 7.20	TRUCK ACCESORIES
12	Tornillo de cabeza hexagonal 1/4"x7/8" AISI 1045	S/. 0.20	12	S/. 2.40	TRUCK ACCESORIES
10	Tornillo de cabeza hexagonal 5/8"x1.75" AISI 1045	S/. 2.00	10	S/. 20.00	TRUCK ACCESORIES
4	Tornillo de cabeza hexagonal 3/4"x2.5" AISI 1045	S/. 2.50	4	S/. 10.00	TRUCK ACCESORIES
20	Tornillo de cabeza hexagonal 1/2"x1.5" AISI 1045	S/. 0.80	20	S/. 16.00	TRUCK ACCESORIES

4	Pernos de anclaje en J 7/8"x11/2"	S/. 60.00	4	S/. 240.00	TRUCK ACCESORIES
10	Tuerca hexagonal 1/4" AISI 1045	S/. 0.10	10	S/. 1.00	TRUCK ACCESORIES
10	Tuerca hexagonal 5/8" AISI 1045	S/. 0.70	10	S/. 7.00	TRUCK ACCESORIES
20	Tuerca hexagonal 1/2" AISI 1045	S/. 0.40	20	S/. 8.00	TRUCK ACCESORIES
4	Tuerca hexagonal 7/8" AISI 4140	S/. 1.50	4	S/. 6.00	TRUCK ACCESORIES
10	Arandela plana 1/4" AISI 1045	S/. 0.10	10	S/. 1.00	TRUCK ACCESORIES
10	Arandela plana 5/8" AISI 1045	S/. 0.60	10	S/. 6.00	TRUCK ACCESORIES
20	Arandela plana 1/2" AISI 1045	S/. 0.30	20	S/. 6.00	TRUCK ACCESORIES
4	Arandela plana 7/8" AISI 1045	S/. 0.80	4	S/. 3.20	TRUCK ACCESORIES
1	Anillo de retención DIN 471 A 60	S/. 1.16	2	S/. 2.32	TECNIFAJAS SA
2	Anillo de retención DIN 471 A 55	S/. 1.56	1	S/. 1.56	TECNIFAJAS SA
2	Chaveta de caras planas 18x11x63 según DIN 6885-A AISI 410/ AISI 316	S/. 26.50	2	S/. 53.00	TRUCK ACCESORIES SAC
1	Chaveta de caras planas 16x10x90 según DIN 6885-A AISI 410/ AISI 316	S/. 21.20	1	S/. 21.20	TRUCK ACCESORIES SAC
1	<b>GALÓN DE PINTURA EPÓXICA,CATALIZADOR Y DISOLVENTE</b>	S/. 314.26	1	<b>S/. 314.26</b>	AUROPINTURAS SA
				<b>S/. 17,104.11</b>	

\*La cotización se realizó en el mes de abril del año 2012.

**Costo horario por proceso de manufactura:**

<b>PROCESO</b>	<b>Costos horarios (S/. / hora)</b>
Torneado en máquina convencional	S/. 25.00
Soldadura	S/. 20.00
Calderería (corte/doblez)	S/. 18.00
Mecanizado en centro CNC	S/. 67.20
Oxicorte	S/. 20.00
Perforado	S/. 18.00
Taladrado convencional	S/. 18.00
Fresado convencional	S/. 35.00



## DETALLE DEL COSTO DE FABRICACIÓN

# de plano	Nombre de la pieza	Cantidad	Corte	Doblado	Perforado	Fresadora CNC	Taladrado CNC	Torno convencional	Taladrado convencional	Fresado convencional	Soldadura
3	Árbol del rotor	1	-	-	-	-	-	4	-	1.5	-
4	Cubo bridado	2	-	-	-	5	-	6	-	-	2
5	Rotor	1	4	-	-	6	-	-	-	-	3
6	Inyector de turbina	1	3	2	-	2	-	-	-	-	2
7	Soporte de inyector	1	3	1	-	-	-	-	1	-	2
8	Tapa lateral	2	1	-	-	-	0.5	-	-	-	-
9	Cubo para sello	2	-	-	-	1.5	-	2	-	-	-
10	Tobera de salida	1	1	1	1	-	-	-	-	-	0.5
11	Bastidor de turbina	1	2.5	-	-	-	-	-	-	-	4
12	Pieza de transición	1	3	2	-	1	-	-	-	-	1.5
Horas por proceso			17.5	6	1	15.5	0.5	12	1	1.5	15
Subtotal por proceso			S/. 315.00	S/. 108.00	S/. 18.00	S/. 1,041.60	S/. 33.60	S/. 300.00	S/. 18.00	S/. 52.50	S/. 300.00
Sub - total de fabricación			S/. 2,186.7								
Sub - total ensamble (30% de fabricación)			S/. 656.0								
<b>TOTAL FABRICACIÓN Y ENSAMBLE</b>			<b>S/. 2,842.7</b>								
<b>DISEÑO</b>			<b>S/. 2,000.0</b>								
<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>S/. 17,104.1</b>								
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 21,946.8</b>								