



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Dimensionamiento y selección de sistema fotovoltaico para secado de cacao del  
centro poblado Chinchavito–departamento de Huanuco**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTORES:**

Negreiros Paredes Francisco Javier (ORCID: 0000-0002-2611-9814)

Terry Palomino Alex Percy (ORCID: 0000-0003-1156-3987)

**ASESOR:**

Paredes Rosario, Raúl Resalí (ORCID: 0000-0002-3032-3527)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, transmisión y distribución

**TRUJILLO- PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos está presente tesis a Dios por darnos la vida y la salud, además de ser nuestro guía permanente conduciéndonos por el buen camino y por hacer posible su realización, a nuestra familia por el apoyo constante, a nuestro asesor por guiarnos y compartir sus conocimientos desde el inicio de la investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitir seguir avanzando la carrera profesional y cumplir los objetivos propuestos. A nuestras familias por su total apoyo y comprensión. Expreso mi agradecimiento a la Agencia Agraria de Chinchavito, a los productores de cacao del C.P Chinchavito, por su apoyo en brindarnos la información que requeríamos para dicho proyecto.

Expresar nuestro agradecimiento y gratitud total a todos los docentes por brindarnos una enseñanza de calidad durante la formación profesional.

Antes de finalizar expresar nuestro total reconocimiento al programa formación para adultos por brindarnos su absoluto apoyo al inicio y al término de la formación profesional.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS</b> .....	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>II.- MÉTODO:</b> .....	<b>53</b>
<b>2.1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>53</b>
<b>2.1.1.- Tipo de Investigación</b> .....	<b>54</b>
<b>2.1.2.- Nivel de Investigación</b> .....	<b>54</b>
<b>2.1.3.- Diseño de Investigación</b> .....	<b>54</b>
<b>2.1.4. Matriz de Consistencia:</b> .....	<b>55</b>
<b>2.2.- VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN</b> .....	<b>55</b>
<b>2.2.1.- Variables Dependientes:</b> .....	<b>55</b>
<b>2.2.2.- Variables Independientes:</b> .....	<b>55</b>
<b>2.2.3.- Operacionalización de variables:</b> .....	<b>56</b>
<b>2.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA:</b> .....	<b>56</b>
<b>2.3.1.- Población</b> .....	<b>56</b>
<b>2.3.2 Muestra</b> .....	<b>56</b>
<b>2.4.- TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD</b> .....	<b>57</b>
<b>2.4.1.- Recolección de datos</b> .....	<b>57</b>
<b>2.5.- PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>57</b>
<b>2.6.- MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	<b>59</b>
<b>2.6.1.- Gestión de Datos</b> .....	<b>59</b>
<b>2.6.2.- Distribución de Frecuencias</b> .....	<b>59</b>
<b>2.6.3.- Procedimiento SPSS</b> .....	<b>60</b>
<b>2.6.4.- Interpretación de Datos</b> .....	<b>60</b>
<b>2.6.5.- Tipos de Figuras o Gráficos</b> .....	<b>61</b>
<b>2.7.- ASPECTOS ÉTICOS</b> .....	<b>61</b>
<b>2.7.1.- Ambiente:</b> .....	<b>61</b>
<b>2.7.2.- Confidencialidad:</b> .....	<b>61</b>

2.7.3.- Objetividad: .....	62
2.7.4.- Originalidad: .....	62
2.7.5.- Veracidad:.....	62
2.7.6.- Respeto:.....	62
<b>III.- RESULTADOS: .....</b>	<b>62</b>
3.1.- DATOS DE PRODUCCIÓN ANUAL C.P. CHINCHAVITO. ....	62
3.3.- CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA DE LOS EQUIPOS A IMPLEMENTAR. ....	66
3.4.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. ....	68
3.5.- PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE SECADO.....	81
<b>IV.- DISCUSIÓN: .....</b>	<b>71</b>
<b>V.- CONCLUSIONES: .....</b>	<b>73</b>
<b>VI.- RECOMENDACIONES:.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS:.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS:.....</b>	<b>77</b>

## RESUMEN

La elaboración de la tesis titulada “Dimensionamiento y selección de sistema fotovoltaico para secado de cacao del centro poblado Chinchavito- departamento de Huánuco tiene como finalidad realizar una propuesta de suministro de energía eléctrica a través de la energía solar que sirva para mejorar el proceso de secado de Cacao y disminuir el tiempo de dicho proceso. El Centro Poblado de Chinchavito está ubicado en la región Huánuco, cuenta con una población aproximadamente de 480 habitantes quienes actualmente viven de la agricultura y el comercio. El proceso de secado del grano de cacao se realiza directamente de la radiación solar en áreas no adecuadas perjudicando la calidad del grano, por la exposición de animales caseros, de bacterias y otras amenazas. Las etapas de secado de los granos, lleva de 6 a 7 días según la radiación solar, ya que, de no ser favorable el clima el tiempo de secado se dilata, lo que trae como consecuencia pérdidas económicas. Este tipo de investigación es aplicada en el cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, para ello se empieza a desarrollar una nueva alternativa sobre el problema actual, recabando información a través de la Agencia Agraria de Chinchavito, quien es la encargada de asociar a todos los agricultores de cacao del centro poblado, dicha entidad cuenta con una bitácora de los registros de producción útil y merma de cada familia asociada, dicha información permitirá el análisis del problema y el planteamiento de solución al respecto.

Los resultados obtenidos de la producción anual de cacao del C.P. Chinchavito entre los años 2017 y 2018 es de 21155.00 kg y 23106.00kg teniendo un incrementado en el último año de 1951kg, obteniéndose entre ambos años un costo de producción anual de 136,590.09(S/) y 159,880.61(S/). La energía eléctrica requerida para accionar los equipos es de 140000Wh. Al evidenciar ciertas falencias en el C.P Chinchavito motiva a implementar una maquina secadora automática para el secado de cacao y además optimar la energía de suministro eléctrica.

El estudio realizado en el presente trabajo, tiene la necesidad de implementar máquinas secadoras de cacao, que funcionen a través de la energía solar con el fin de reducir el porcentaje de humedad del producto.

**Palabras claves:** Energía Solar, Secado de grano de cacao, maquina secadora

## ABSTRACT

The development of this thesis entitled "Dimensioning and selection of photovoltaic system for drying cocoa from the town Chinchavito - department of Huánuco aims to develop a proposal for the supply of electricity through solar energy that serves to improve the processing of Cocoa and increase productivity. The Chinchavito Town Center is located in the region of Huánuco, has a population of approximately 480 inhabitants who currently live off agriculture and commerce. The cocoa bean drying process is carried out directly from solar radiation in unsuitable areas, damaging the quality of the grain, the exposure of home animals, bacteria and other threats. The drying of cocoa beans takes from 6 to 7 days according to solar radiation, since, if the climate is not favorable, the drying time increases, which results in many economic losses. This type of research is applied in which the problem is established and is known by the researcher, for which a new alternative is being developed on the current problem by surveying the cocoa producers in the area with some registration forms that help in the data collection. The results obtained from the annual cocoa production of C.P. Chinchavito between the years 2017 and 2018 is 21155.00 kg and 23106.00kg having an increase in the last year of 1951kg, obtaining between both years an annual production cost of 136.590.09 (S /) and 159.880.61 (S /). The electric power required to power the equipment is 140000Wh. When evidencing certain shortcomings in the C.P. Chinchavito motivates to implement an automatic drying machine to dry cocoa and also optimize the power supply.

The study carried out in this paper, has the need to implement new cocoa drying machines that work through solar energy, in order to reduce the moisture content of the product.

**Keywords:** Solar Energy, Drying of cocoa beans, drying machine.

## I. INTRODUCCIÓN.

El Perú es un país que produce cacao y tiene una amplia variedad de cacao en el mundo, con el tiempo la demanda de cacao ha ido incrementándose tanto a nivel del mercado interno como en los mercados internacionales, la industria cacaotera del Perú realiza en la actualidad el secado natural del grano, aprovechando los rayos del sol con exposición directa, pero sin embargo dicho proceso ofrece mucha inferioridad ya que tiene consecuencias negativas como es la exposición a la reproducción de bacterias, tiempo de secado, dependencia de un clima caluroso. Dichos parámetros afectan la calidad del grano, más aún que los productores peruanos carecen de conocimientos técnicos a fin de beneficiarse de la etapa del secado artificial; utilizando tecnología de vanguardia, dicho procesos sería muy efectivo, ya que se podría reducir el tiempo de secado, minimizar la reproducción de bacterias, minimizar los volúmenes de merma, por el cual es muy importante implementar nuevas tecnologías en dicho por lo cual se obtendría un mejor grano y por supuesto de mayor calidad. Los agricultores de cacao de los departamentos de Ica y Pisco afrontan enormes inconvenientes cuando van a secar los granos de cacao, ya que la humedad de algunas zonas alcanza porcentajes elevados con un clima

promedio de 20°C dificultando mucho el secado natural, el cual se debe conseguir una humedad del grano de 6 a 7% de humedad relativa lo que incide en el tiempo, tomando hasta 7 u 8 días para dicho proceso, perjudicando la reproducción de bacterias lo que hace necesario otros métodos más eficientes. (Caballero, 2015, p.7)

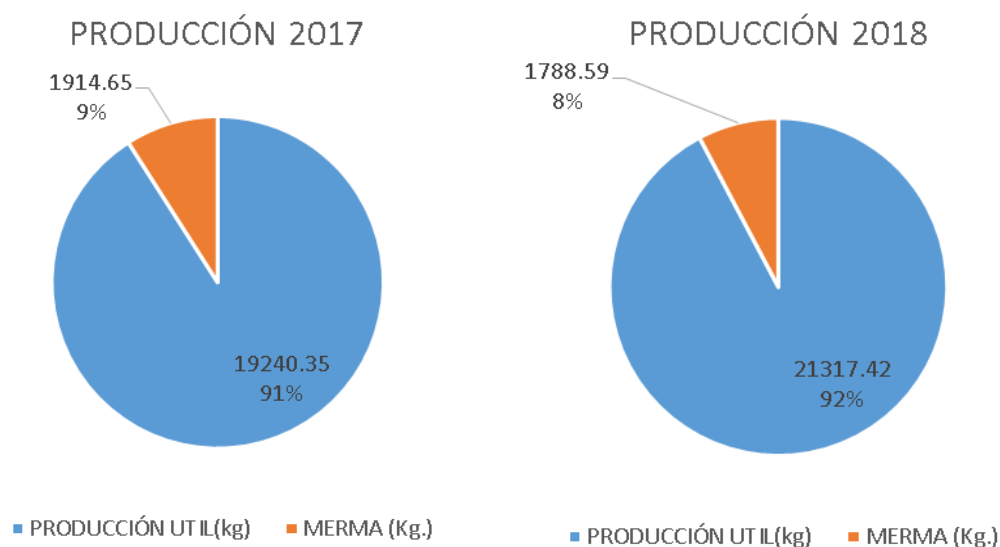
El C.P Chinchavito en los años 90, fue duramente golpeado por el terrorismo y narcotráfico; la población se subordinó a dichas organizaciones, convirtiéndose en agricultores y proveedores de estos. Esto conllevó que el eje principal de la economía de dicha población fuese el cultivo de la hoja de coca, que permitía ingresos atractivos y por ende una mejor condición de vida.

El estado hace presencia en los años 2000 para adelante, quien se ve obligado de buscar alternativas de producción el cual beneficie a los agricultores; es así como mediante sus diversas entidades estatales (DEVIDA, Gobierno Regional, Municipalidad



Distrital y Regional), buscan reflotar y mejorar el cultivo de otros productos, como es el cultivo del café y cacao, dándose incentivos, asistencia técnica, para el mejoramiento de dichos cultivos, buscando que estos productos sean el eje de su economía y le brinde una mejor calidad de vida

Uno de las alternativas de cultivos es el cacao, el cual se realizaron muchas mejoras de cultivo, pero sin embargo existe deficiencia en el proceso de producción, básicamente en el de secado, el cual viene siendo realizado en forma precaria, lo cual conlleva a tener un mayor tiempo de proceso, mayor merma de producto y bajo calidad del producto, el cual es muchas veces observado por la entidad receptora (cliente) de dicho producto, como es el caso de la Cooperativa de Naranjillo.



**Fig. N° 1:** Producción útil vs. Merma 2017-2018, **Fuente:** Propia

La fig. N° 1 nos muestra la relación producción útil con respecto a la merma que se da por cierto volumen, donde se observa un porcentaje considerable de merma, el cual es pérdida para el productor.

Dentro de la ineficiencia del proceso, está el aumento en el tiempo del secado de cacao y la dura temporada de invierno el cual motivaron desarrollar dicho proyecto en utilizar fuentes de energía solar para accionar una máquina secadora de cacao automático, disminuyendo en el producto la humedad a niveles adecuados en la zona del C.P Chinchavito. El desarrollo del presente proyecto tiene como objetivo dimensionar y seleccionar un sistema fotovoltaico para viabilizar el accionamiento de una máquina secadora automática, en base a aire caliente, con una capacidad de 200 kg.

La gran cantidad de agricultores tienen un bajo nivel de calidad en el producto, ya que las técnicas utilizadas en la etapa posterior a la cosecha del cacao no son adecuadas, hay que cambiar los métodos y técnicas actualizando el proceso en este caso del secado.

Para poder desarrollar dicho trabajo nos valemos de trabajos realizados anteriormente, en el cual nos permiten tener un conocimiento de cómo se dieron dichas investigaciones y de qué manera impactaron cada uno de los trabajos desarrollados, dichos estudios nos permitirán tener una referencia de que tan factibles o viables son dichos proyectos enfocados a la agricultura, para nuestro caso como es el proceso de secado del cacao.

Con respecto a la utilización de energía renovable para mejorar el suministro de la corriente eléctrica y la productividad de cacao se encontró la tesis de Sigüencia (2013) en la cual el autor realiza la evaluación del secado tradicional para granos de cacao CCN51 en tendal, comparado con un secador solar inclinado con absorbedor de Zeolita, este secador solar propuesto trabajó con inclinaciones diferentes (5% y 15%) y también se hizo una experiencia adicional con Zeolita y sin Zeolita para ver si tiene efectos en el proceso, los datos que usaron fueron, en todos los casos, los tiempos de secado (críticos y totales) teniendo en cuenta a la radiación solar, humedad relativa y temperatura como sus variables.

El proceso del experimento utilizado por el investigador consistió en las siguientes etapas:

#### **Determinación de la humedad inicial de la muestra en laboratorio**

El contenido de humedad inicial se determina en una muestra de cacao fermentado, según lo establecido por (Nielsen, 2003).

Contenido de humedad del cacao inicial = 57%

Contenido de materia seca = 43%

#### **Determinación de la pérdida de peso del cacao en el experimento**

Con el propósito de evaluar al grado de inclinación de este secador manteniendo la misma cantidad de zeolita y después de haberse obtenido en laboratorio el resultado del contenido de humedad del cacao, se pesa 9 kg de cacao fermentado, estos 9 kilos se dividen en 3 partes iguales de 3 kg cada una, con el propósito de tener 3 escenarios para la experimentación. Esos escenarios posibles se muestran a continuación.

Peso de cacao (kg)	Inclinación (%)	Zeolita (kg)	Escenario
3	5	12	1
3	15	12	2
3	*	*	3*

**Tabla N° 01:** Datos recolectados **Fuente:** Sigüencia (2013)

### Resultados del experimento:

Donde:

$m_w$  = Masa de agua en la muestra (kg)

$m_s$  = Masa seca en la muestra (kg)

$m$  = Pérdida de peso de la muestra (kg)

$w_i$  = Humedad de la muestra (kg agua / kg solido seco)

$w$  = Humedad media en la muestra (kg agua / kg solido seco)

Tiempo		$m_w$ (Kg)	$m_s$ (kg)	$m$ (Kg)	$w_i$ (Kgw/ Kgs)	Wmedi A	Vkg/h.m 2
(min)	(Horas)						
0	0	1,71114	1,29086	3,002	1,3256	1,2280	1,1721
30	0,500	1,5675	1,1825	2,75	1,1304	1,0366	1,0311
60	1,000	1,42956	1,07844	2,508	0,9429	0,8817	0,6140
90	1,500	1,3395	1,0105	2,35	0,8205	0,7895	0,2913
120	2,000	1,2939	0,9761	2,27	0,7585	0,7333	0,2286
150	2,500	1,25685	0,94815	2,205	0,7082	0,6884	0,1742
180	3,000	1,22778	0,92622	2,154	0,6687	0,6570	0,1001
210	3,500	1,21068	0,91332	2,124	0,6454	0,6439	0,0132

<b>240</b>	<b>4,000</b>	<b>1,2084</b>	<b>0,9116</b>	<b>2,12</b>	<b>0,6423</b>	<b>0,6400</b>	<b>0,0197</b>
<b>270</b>	<b>4,500</b>	<b>1,20498</b>	<b>0,90902</b>	<b>2,114</b>	<b>0,6377</b>	<b>0,6346</b>	<b>0,0262</b>
<b>300</b>	<b>5,000</b>	<b>1,20042</b>	<b>0,90558</b>	<b>2,106</b>	<b>0,6315</b>	<b>0,6276</b>	<b>0,0326</b>
<b>330</b>	<b>5,500</b>	<b>1,19472</b>	<b>0,90128</b>	<b>2,096</b>	<b>0,6237</b>	<b>0,6202</b>	<b>0,0292</b>
<b>360</b>	<b>6,000</b>	<b>1,18959</b>	<b>0,89741</b>	<b>2,087</b>	<b>0,6168</b>	<b>0,6137</b>	<b>0,0259</b>
<b>390</b>	<b>6,500</b>	<b>1,18503</b>	<b>0,89397</b>	<b>2,079</b>	<b>0,6106</b>	<b>0,6082</b>	<b>0,0193</b>
<b>420</b>	<b>7,000</b>	<b>1,18161</b>	<b>0,89139</b>	<b>2,073</b>	<b>0,6059</b>	<b>0,6036</b>	<b>0,0193</b>
<b>450</b>	<b>7,500</b>	<b>1,17819</b>	<b>0,88881</b>	<b>2,067</b>	<b>0,6013</b>	<b>0,5989</b>	<b>0,0192</b>
<b>480</b>	<b>8,000</b>	<b>1,17477</b>	<b>0,88623</b>	<b>2,061</b>	<b>0,5966</b>	<b>0,5943</b>	<b>0,0192</b>
<b>510</b>	<b>8,500</b>	<b>1,17135</b>	<b>0,88365</b>	<b>2,055</b>	<b>0,5920</b>	<b>0,5896</b>	<b>0,0191</b>
<b>540</b>	<b>9,000</b>	<b>1,16793</b>	<b>0,88107</b>	<b>2,049</b>	<b>0,5873</b>	<b>0,2937</b>	

**Tabla N° 02:** Datos obtenidos para el secado solar de cacao, con una inclinación el 5%.

**Fuente:** Sigüencia (2013)

**Tabla N° 03:** Datos obtenidos para el secado solar de cacao, con una inclinación el 15%.

**Fuente:** Sigüencia (2013)

<b>Tiempo</b>		<b>mw</b>	<b>ms (Kg)</b>	<b>m</b>	<b>wi</b>	<b>W</b>	<b>v</b>
<b>(min)</b>	<b>(Horas)</b>	<b>(Kg)</b>		<b>(Kg)</b>	<b>(Kgw/ Kgs)</b>	<b>media</b>	<b>g/h.m2</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,71114</b>	<b>1,29129</b>	<b>3,003</b>	<b>1,3256</b>	<b>1,2431</b>	<b>0,9907</b>
<b>30</b>	<b>0,500</b>	<b>1,5903</b>	<b>1,1997</b>	<b>2,79</b>	<b>1,1606</b>	<b>1,0716</b>	<b>0,9939</b>
<b>60</b>	<b>1,000</b>	<b>1,4592</b>	<b>1,1008</b>	<b>2,56</b>	<b>0,9825</b>	<b>0,9244</b>	<b>0,5948</b>
<b>90</b>	<b>1,500</b>	<b>1,3737</b>	<b>1,0363</b>	<b>2,41</b>	<b>0,8664</b>	<b>0,8319</b>	<b>0,3322</b>
<b>120</b>	<b>2,000</b>	<b>1,32297</b>	<b>0,99803</b>	<b>2,321</b>	<b>0,7974</b>	<b>0,7622</b>	<b>0,3271</b>
<b>150</b>	<b>2,500</b>	<b>1,2711</b>	<b>0,9589</b>	<b>2,23</b>	<b>0,7270</b>	<b>0,7006</b>	<b>0,2349</b>
<b>180</b>	<b>3,000</b>	<b>1,23234</b>	<b>0,92966</b>	<b>2,162</b>	<b>0,6743</b>	<b>0,6685</b>	<b>0,0502</b>
<b>210</b>	<b>3,500</b>	<b>1,22379</b>	<b>0,92321</b>	<b>2,147</b>	<b>0,6627</b>	<b>0,6565</b>	<b>0,0532</b>
<b>240</b>	<b>4,000</b>	<b>1,21467</b>	<b>0,91633</b>	<b>2,131</b>	<b>0,6503</b>	<b>0,6468</b>	<b>0,0297</b>
<b>270</b>	<b>4,500</b>	<b>1,20954</b>	<b>0,91246</b>	<b>2,122</b>	<b>0,6433</b>	<b>0,6402</b>	<b>0,0263</b>
<b>300</b>	<b>5,000</b>	<b>1,20498</b>	<b>0,90902</b>	<b>2,114</b>	<b>0,6371</b>	<b>0,6336</b>	<b>0,0295</b>
<b>330</b>	<b>5,500</b>	<b>1,19985</b>	<b>0,90515</b>	<b>2,105</b>	<b>0,6302</b>	<b>0,6271</b>	<b>0,0261</b>
<b>360</b>	<b>6,000</b>	<b>1,19529</b>	<b>0,90171</b>	<b>2,097</b>	<b>0,6240</b>	<b>0,6212</b>	<b>0,0227</b>
<b>390</b>	<b>6,500</b>	<b>1,1913</b>	<b>0,8987</b>	<b>2,09</b>	<b>0,6185</b>	<b>0,6166</b>	<b>0,0162</b>
<b>420</b>	<b>7,000</b>	<b>1,18845</b>	<b>0,89655</b>	<b>2,085</b>	<b>0,6147</b>	<b>0,6127</b>	<b>0,0161</b>
<b>450</b>	<b>7,500</b>	<b>1,1856</b>	<b>0,8944</b>	<b>2,08</b>	<b>0,6108</b>	<b>0,6092</b>	<b>0,0129</b>
<b>480</b>	<b>8,000</b>	<b>1,18332</b>	<b>0,89268</b>	<b>2,076</b>	<b>0,6077</b>	<b>0,6065</b>	<b>0,0096</b>
<b>510</b>	<b>8,500</b>	<b>1,18161</b>	<b>0,89139</b>	<b>2,073</b>	<b>0,6054</b>	<b>0,6042</b>	<b>0,0096</b>
<b>540</b>	<b>9,000</b>	<b>1,1799</b>	<b>0,8901</b>	<b>2,07</b>	<b>0,6030</b>		

Tiempo		mw (Kg)	ms (Kg)	m (Kg)	wi (Kgw/ Kgs)	W Media	V Kg/h.m2
(min)	(Horas)						
0	0	1,71171	1,29129	3,003	1,3256	1,2826	0,5163
30	0,500	1,64844	1,24356	2,892	1,2396	1,1966	0,4972
60	1,000	1,58517	1,19583	2,781	1,1537	1,1188	0,3877
90	1,500	1,53387	1,15713	2,691	1,0840	1,0487	0,3793
120	2,000	1,482	1,118	2,6	1,0135	0,9709	0,4430
150	2,500	1,4193	1,0707	2,49	0,9283	0,8857	0,4242
180	3,000	1,3566	1,0234	2,38	0,8431	0,7978	0,4313
210	3,500	1,28991	0,97309	2,263	0,7525	0,7250	0,2489
240	4,000	1,24944	0,94256	2,192	0,6975	0,6817	0,1392
270	4,500	1,22607	0,92493	2,151	0,6658	0,6650	0,0067
300	5,000	1,22493	0,92407	2,149	0,6642	0,6638	0,0033
330	5,500	1,22436	0,92364	2,148	0,6635	0,6631	0,0033
360	6,000	1,22379	0,92321	2,147	0,6627	0,6600	0,0233
390	6,500	1,2198	0,9202	2,14	0,6573	0,6553	0,0166
420	7,000	1,21695	0,91805	2,135	0,6534	0,6518	0,0132
450	7,500	1,21467	0,91633	2,131	0,6503	0,6491	0,0099
480	8,000	1,21296	0,91504	2,128	0,6480	0,6468	0,0099
510	8,500	1,21125	0,91375	2,125	0,6456	0,6449	0,0066
540	9,000	1,21011	0,91289	2,123	0,6441		

**Tabla N° 04:** Datos obtenidos para el secado solar de cacao, con tendal a cielo abierto.

**Fuente:** Sigüencia (2013)

<b>% de Inclinación</b>	<b>T (horas)</b>	<b>V (kg/h.m2)</b>
5	1,000	0,6140
15	1,000	0,5948
*	1,000	0,3877

**Tabla N° 05:** Tiempo y Velocidad según el porcentaje de inclinación

**Fuente:** Sigüencia 2013

Luego de realizado los experimentos en laboratorio, se puede concluir que, con respecto a un secado a cielo abierto la implementación de secador solar inclinado con absorbedor de zeolita nos da una mejor eficiencia porque se da una mayor velocidad de secado.

Continuando con la labor de recopilación de trabajos relacionados con el presente tema se encontró la tesis de López (2015), donde el autor busca tener un análisis técnico y económico sobre una futura implementación para secar cacao mediante energía renovable comparándolo con el secado de cacao con mediante combustible convencional. Para cumplir con las exigencias técnicas específicas de temperaturas máximas de secado y tener un producto de calidad, se empezó a controlar y establecer los niveles adecuados de temperatura para el secado del grano con la aplicación de energía renovable cuando este se encuentre activo y reducir el uso de energía convencional, también reducir los costos directos del secado y al tener una temperatura controlada darle un valor extra al producto.

Y finalmente propone para su investigación el diseño de un secador rotativo de capacidad de 50 000 Kcal/h, que usa un quemador de GLP Modelo A55 y cuatro módulos solares para precalentar al aire antes de su ingreso al quemador con un sistema de control económico y sencillo de usar, reduciendo en un 11% el consumo de combustible y generando una economía en las etapas de secado, el control de las temperaturas del aire se realiza en el sistema antes de ingresar y el tiempo de secado es de aproximadamente 6.69 horas, para la construcción se usaron materiales que se pueden encontrar en el mercado. (López, 2015, p.15).

Persistiendo en la búsqueda que nos lleve a conseguir una adecuada información para incrementar la calidad del producto de cacao se encontró la tesis de Escalante (2015)

donde este autor utiliza un tostador de granos de cacao de 6 Kg/hora, como un prototipo, durante su investigación científica explica el diseño energético y los ensayos correspondientes sobre este modelo de tostador de granos de cacao, donde la energía del sol se usa como fuente, usando concentrador solar tipo Scheffler que es un procedimiento bastante usado.

El concentrador solar busca reunir, la radiación que emana el sol en un solo punto, para obtener temperaturas elevadas mayores a 200°C, energía disponible que permitirá hervir agua, calentarla o tostar cacao.

Con la ejecución de esta tesis muchas comunidades se beneficiarán ya que, con esta tecnología, limpia y económica se puede dar un valor agregado al cacao.

Para obtener mejoras en la calidad del grano de cacao (Riego, 2017) menciona que el ministerio de energía y la Fundación para innovación agraria están promoviendo el programa nacional de bombeo fotovoltaico para mejorar la agricultura sostenible a través de la energía solar con el fin de garantizar agua y mejores cosechas en Chile. El éxito de esta propuesta verde sostenible se basa en la transformación que Chile está experimentando a través de los sistemas de irrigación solar y mejorando en la diversificación de sus productos, en su producción y reducción de costos.

Con inversiones de 2,2 millones de dólares en el país del sur se vienen ejecutando para instalar más de 1.000 módulos solares para el beneficio de algunos agricultores sin recursos con este designio la agricultura a lo largo del país se beneficiará de la posible generación de 255.500 watts de energía. Como Chile cuenta con pocos recursos naturales para producir energía eléctrica, proyectos de energías limpias como estos son importantes a los agricultores para facilitar el riego estable y sostenido (p.1)

Dichos avances tecnológicos han permitido que la agricultura sostenible obtenga como resultado en los procesos agrícolas una mejora con un consumo bajo de energía. Optimizando los recursos de energía y agua, se tiene una variedad de cultivos y una gran cantidad para los productores de cacao.

Escuelas agrícolas en Chile, como la Escuela Agrícola de Duao, se desarrollan proyectos con fines educativos y se promueven técnicas para mejorar los procesos productivos de alimentos usando energías renovables limpias y baratas y



diferenciándose para ganar competitividad en la calidad de la producción. (Riego, 2017)

Con la finalidad de reducir en el grano de cacao el porcentaje de humedad se encontró el artículo científico , donde el autor utiliza un tipo de colector almacenador solar para el secado del producto de cacao, ejecutándose dicho proyecto en el Municipio de Mosquera en el año 1981, quien presento el informe en el año 2015 “sobre una asimilación del tratamiento y los resultados alcanzados en un tipo de colector almacenador solar para secar el grano, dentro de los estudios que está efectuando el área de ingeniería mecánica” (Bello, 1981, p.64).

Se aprovechó la energía solar a través de colectores que trabajan con aire como fluido, con el objetivo de secar productos agrícolas y hacer más económico el proceso consubstancial.

Por medio del secado solar; se soluciona parcialmente las necesidades que se tiene en algunas regiones, donde el pequeño productor no tiene la cabida para invertir en equipos de secado artificial.

El secado por energía solar se hace más económico sustituyendo la circulación forzada por el efecto de la convección independiente del aire que cruza dentro del colector.

Los resultados alcanzados siguiendo el orden del procedimiento se realizaron ensayos para diferentes días y se registraron los resultados de las variables mencionadas cada media hora.

Del total de datos diarios alcanzados experimentalmente se tomó como promedio el registrado en la tabla indicada. En ella se observa el balance de las variables para distintas horas del día.

**TABLA 1. DATOS EXPERIMENTALES**

TIEMPO	TEMPERATURA (tomada por TERMOPARES)											EN °C	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		Ta.
Hrs.													
08:40	22,00	21,60	22,10	23,00	22,80	21,40	18,60	20,30	18,50	16,20	21,20	14,80	
09:10	22,20	21,60	21,50	23,50	24,00	24,00	20,50	22,20	21,40	17,60	26,20	15,20	
09:30	25,60	23,70	23,20	25,00	26,20	24,10	22,30	23,70	17,10	30,70	16,00		
10:00	30,90	27,10	28,30	33,30	34,60	28,60	25,70	27,50	25,50	22,90	33,30	18,60	
10:30	35,20	29,80	32,20	36,40	35,50	36,50	29,00	29,30	32,20	26,00	37,20	19,80	
11:00	32,80	27,60	27,20	33,40	32,00	28,40	28,90	28,80	24,70	24,20	31,10	17,60	
11:30	38,90	36,00	39,30	39,20	40,00	37,10	31,70	32,80	32,70	27,90	42,10	20,90	
12:00	38,20	31,40	29,90	36,20	34,10	32,20	34,00	27,50	28,60	27,70	36,10	20,40	
13:00	39,80	35,50	36,00	38,00	40,70	38,10	33,80	32,80	26,90	27,60	39,00	22,10	
13:36	36,20	29,00	27,30	34,20	32,60	27,60	34,50	30,70	25,50	26,70	32,80	19,00	
14:00	35,70	29,20	27,00	34,00	32,70	29,40	33,90	31,00	26,00	26,60	33,50	19,40	
15:00	42,20	33,80	34,50	40,20	40,00	36,00	35,70	32,50	26,50	27,50	36,50	21,00	

**Tabla N° 06:** Datos registrados para el secado solar de cacao en tendal a cielo abierto,

**Fuente:** Bello, 1981.

Dentro de las pruebas realizadas Bello (1981) concluye lo siguiente:

- Con el actual sistema de secado se reemplaza en parte el consumo de energía convencional.
- El método tratado es de simple construcción, los cuales son materiales disponibles en la zona; la construcción es simple el cual puede ser elaborado por los propios agricultores con la supervisión de encargados del proyecto.
- Los caudales obtenidos en este método de secado están dentro de los rangos sugeridos para colectores de bajas temperaturas.
- El proceso del secado solar de subproductos vegetales y productos agrícolas de lata humedad se ve como la opción más aconsejable, ya que las zonas donde estos productos se cultivan generalmente adolecen de vías de comunicación. (p.67-68).

Continuando con la búsqueda que nos lleve a reducir la merma del grano de cacao Vera H. & Fajardo, F. (2013) realizaron el siguiente análisis de campo en 06 mercados principales de abasto de la ciudad para recabar información de procesos de secado usados para el cacao con respecto a la humedad, tiempo y costos. Allí se pudo comprobar mediante análisis de laboratorio que existe una ineficiencia de estas variables, por eso la necesidad de hacer un diseño de secadora de cacao para las realidades que ellos identificaron. Con su propuesta se desea que los productores y

comerciantes recuperen sus inversiones y dispongan más rápidamente de liquidez evitando pérdidas por un almacenamiento prolongado del producto y reduciendo costos por mano de personal, combustibles, bodegas y en general se mejore la rentabilidad de esta actividad (p.17)

<b>CENTRO DE ABASTO</b>	<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b>
Centro de Abasto 1	6,99% de humedad
Centro de Abasto 2	10,22% de humedad
Centro de Abasto 4	10,26% de humedad
Centro de Abasto 5	10,28% de humedad
Centro de Abasto 6	10,34% de humedad
Centro de Abasto 3	13,03% de humedad

**Tabla N° 07:** Resultados de los análisis de humedad en las muestras proporcionadas por los centros de acopio **Fuente:** Vera, H & Fajardo, F, 2013

Los resultados obtenidos en la actividad de secado que habitualmente realizan todos los centros de acopio, no están dentro de los valores sugeridos para un secado óptimo, que está entre el 7 y 8% estos presentaron una humedad mayor, que está por encima del 10%, a excepción del Centro de Acopio 1 que obtuvo el 6,99% de humedad. Con estos resultados, se demuestra que es importante diseñar una secadora para el cacao con respecto a la realidad en que hacen el secado del grano en los centros de acopio, con el cual pueden llegar al porcentaje idóneo de humedad con bajo costos y menor tiempo, obteniendo como resultado un incremento en la rentabilidad. (Vera H. & Fajardo, F., 2013, p.45)

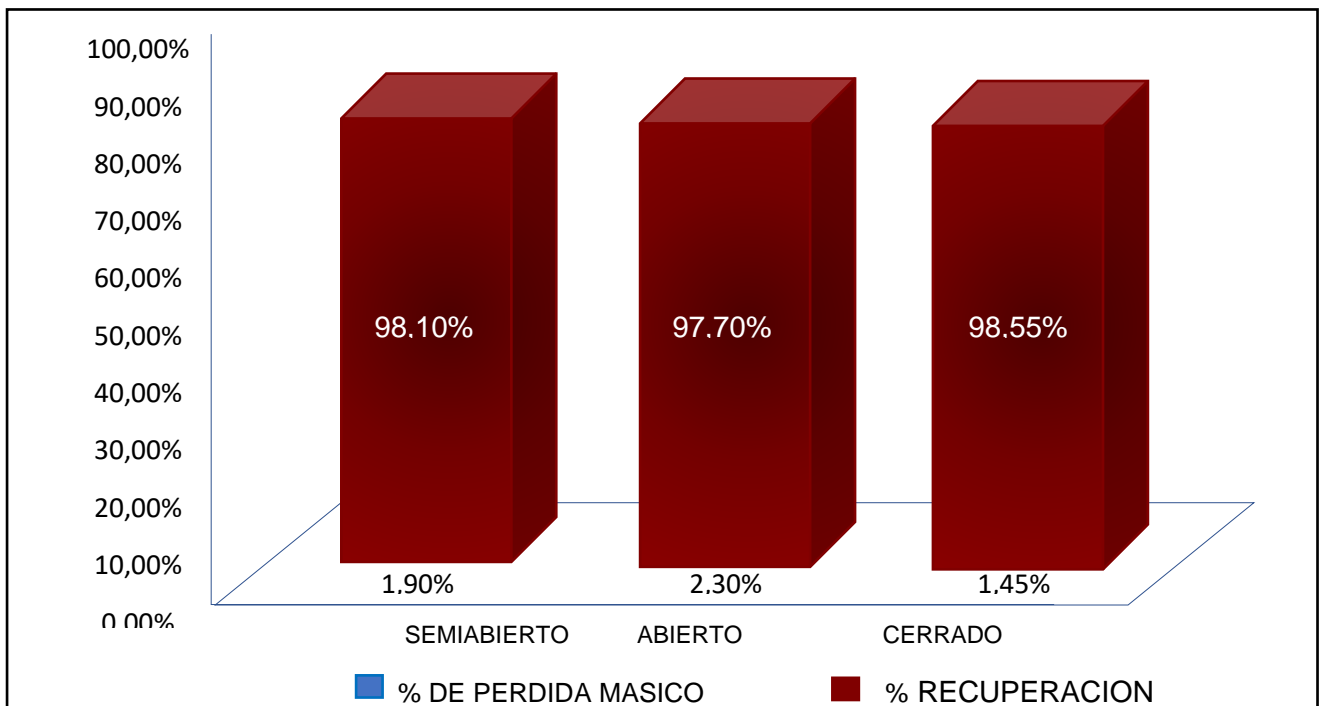
Se encontró una tesis donde el autor, Bela (2013), evaluó: la calidad del grano de cacao mediante el secado de los granos en tres tipos de secadores con el fin de generar alternativas tecnológicas que coadyuven a los productores en el sitio de influencia de la Estación Experimental de Sapecho- La Paz.

Los objetivos fueron determinar el efecto de la humedad y tiempo en la calidad del grano de cacao para los tres tipos, evaluar las características del grano a través de la observación visual del producto obtenido después del secado, establecer las

condiciones de secado de los tres tipos de secadores y determinar la calidad de grano de cacao con los tres tipos de secadores. La calidad en el proceso de producción de grano de cacao durante el secado puede verse afectado por las fluctuaciones de temperatura, humedad y tiempo de secado provocando olores, sabores, aromas y presentaciones inadecuadas.

Para reducir la incidencia de estos factores principalmente climáticos se realizaron pruebas de secado, variando el tipo de secador (semi abierto, abierto y cerrado), identificando de esta forma que el secador cerrado es adecuado para obtener granos de cacao con mejor calidad cuando las condiciones climáticas son desfavorables. (p.14)

Según las barras estadísticas nos muestran como resultados que las mayores pérdidas de granos en la selección, se ven reflejadas en el sector abierto con un valor de 2,3%, seguido del secador semi abierto que presenta un 1,90% de Perdida y finalmente el secador cerrado presenta una Perdida de 1,45%, con una recuperación de 98,55% la menor Perdida de granos se da en el sector cerrado. (Bela, 2013, p.67)



**Fig. N° 2:** Selección de los granos de cacao en los tres secadores de estudio,

**Fuente:** Bela, 2013

En esa línea de búsqueda analizamos a Parra Rosero (2017) quien estudia una técnica como opción para el secado del grano de cacao, precisando que se plantee un secador artificial o forzado. Genera resultados aceptables utilizando técnicas artesanales de secado y/o naturales, pero en temporadas donde el clima no es propicio para el secado natural, es imposible hacerlo y de esa manera se pierde dinero porque el producto se descompone. Existen muchos tipos de secadores artificiales, para el estudio del presente trabajo se sugiere usar una cámara de secado rotatoria y cilíndrica, mediante un generador de aire caliente y por transferencia de calor por convección se hace el secado. (p.11)

Los resultados obtenidos por (Parra Rosero, 2017) en la estructura de la planta piloto, luego de efectuar diversos ensayos de funcionamiento con varios ajustes, se ha podido secar cacao en las condiciones inicialmente planteadas, es decir reducir la humedad del grano a valores cercanos de 7 y 8 %. Este producto con ese porcentaje de humedad se ha vendido al mercado local comercializándose sin problemas y sin penalización alguna.

La fermentación del grano, como una fase previa, es uno de los aspectos relevantes que ha favorecido al proceso de secado en este trabajo. (p.12)

Para ello tomamos también como referencia el proyecto de Fundación Natura Colombia, (2013) que busca minimizar cualquier defecto del producto, mejorar la inocuidad del grano seco de cacao y mejorar la calidad organoléptica, a través de desarrollar secadores solares (Energía renovable para mejorar la pos cosecha de cacao). Los recolectores indígenas y productores de cacao nacional mejorarán el nivel de ingresos y sus productos podrán acceder a mercados especializados. Un modelo de secador solar se instaló en la comunidad San José de Pelera, dentro de un ambiente monitoreado y controlado permanentemente por una computadora. El secador tiene una dimensión de 5m x 1,6m x 2,70m, tiene una estructura de perfiles de fierro recubierta de policarbonato translucido. Ha sido equipado con sensores de humedad y temperatura el secador solar y conectados a un centro de control con registro de datos digitales. Se ha instalado 02 termos ventiladores y 05 extractores de humedad para que se controle la temperatura y humedad.

Este proyecto también plantea el desarrollo de un fermentador de cacao para que en 20 minutos tenga la capacidad de remoción mecánica de 1,000 kg de grano de cacao en mucílago (o en pulpa). La instalación de un Sistema solar fotovoltaico, que viene con

una bomba sumergible de 120 watts para bombear a un tanque de 1,500 litros y sirva para irrigar por goteo en una parcela demostrativa (p.1)

El resultado obtenido del Proyecto del Programa AEA (2016) favorece a 149 familias pertenecientes a la Asociación Chocolateros; para mejorar el proceso de secado de cacao y obteniéndose un menor tiempo de secado de 08 a 03 días, con solo un 7% promedio de humedad en todo el grano. Se ha provisto en Carmen del Emero de un laboratorio con equipos para la venta a peso y precio exacto, equipos para el control de calidad y temperatura del grano de cacao.

Se ha realizado la instalación y capacitación para el uso de un Sistema fotovoltaico para abastecer de electricidad a la escuela de la comunidad, beneficiándose a 85 estudiantes de Carmen del Emero. Se ha podido determinar que el nivel de escala para un modelo rentable debe ser mayor a la del piloto: una nave de 56m<sup>2</sup> (14m x 4m) para albergar 6 mesas de secado y una capacidad de procesamiento de 4,8 toneladas de cacao seco/año. (p.1).

Siendo una de las desventajas actuales las condiciones climáticas en algunas partes del mundo, manifestándose con una baja radiación solar afectando algunos productores dedicados a la agricultura del cacao, se encontró un artículo donde los autores: Juan Teixeira, Freddy Malpica (2016) desarrollan un modelo matemático para dimensionar un deshidratador solar directo de cacao, donde el proceso de secado del grano, se realiza a través del flujo de aire caliente. La irradiación solar y el material del deshidratador (policarbonato), son factores claves para una mayor transferencia de calor. El trabajo de este sistema es a través del ingreso de aire a temperatura de ambiente al calentador solar inmediatamente el aire fluye hacia un almacenador térmico donde irá incrementándose su temperatura y finalmente a la cámara de deshidratado donde se llevará a cabo la insolación directa solar del grano.

Los resultados obtenidos indicaron que el aire puede conseguir 65°C de temperatura y el 10% de humedad relativa, el cual es muy beneficioso para lograr disminuir la humedad del grano. La curva de secado modelada presentó concordancia con la curva de secado experimental. Los resultados analíticos permiten obtener dimensiones del deshidratador propuesto: longitud, ancho del equipo y altura de la chimenea. Dicha simulación indica que un almacenador térmico permite continuar el secado del cacao durante dos horas y media después del ocaso.

Conociendo las dificultades de las etapas de secado del grano se encontró un artículo donde los autores: Ignacio López, Elsa Chávez (2018) diseñaron un secador solar tipo túnel, el cual consiste en un techo parabólico cerrado con hojas de policarbonato con una contextura de acero galvanizado y suelo de concreto. Este diseño de secador lleva unos ventiladores en la parte superior (techo), accionados por un panel solar para uniformar la temperatura interna y agilizar el proceso de secado, la utilización de aluminio en su estructura es con el fin de hacerlo más ligero y de larga duración.

La prueba de secado del grano se realizó en dos días utilizando 12.94 Kg de cacao fermentado, distribuido en seis bandejas sin agitarlo. Los datos del proceso de secado fueron tomados cada hora, especificándose en un orden cada bandeja para llevar el control de su peso al final del proceso. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios obteniéndose el secado en menor tiempo que el secado natural. El peso final fue de 6.19kg (47.82% con relación al peso inicial) con una pérdida de 52.18% de agua.

Concluyendo la búsqueda de los trabajos previos revisamos el artículo de la publicación semana tecnológica (Agro y tecnología, 2018), donde se señala que el secador solar ayuda a sacar parte de la humedad de estos productos, omitiendo que se contaminen para extender su vida útil y mantener su sabor y aroma característico de cada grano.

Esta alternativa es innovadora y económica para los pequeños y medianos productores porque le facilita el almacenamiento de sus granos en mejores condiciones. Cuando se desarrolle este modelo industrialmente el costo será poco más de 2 millones de pesos, actualmente el costo actual supera los 3,5 millones de pesos. (p.1)

Los resultados del procesamiento del secado de cacao, aplicándose la nueva estrategia tecnológica beneficiarán a los productores con una mayor calidad del grano de cacao y además reducirá pérdidas económicas.

Este presente artículo científico aportara al Proyecto de investigación nuevas estrategias tecnológicas que son muy importantes para perfeccionar la calidad del producto del grano de cacao reduciendo los niveles de humedad del grano.

Para fundamentar nuestro trabajo de investigación se recurre a teorías de cada complemento de dicha investigación, la descripción de cada uno de ellas nos permitirá

sustentar cada elemento de nuestro trabajo y nos permita cumplir con el objetivo planteado y la viabilidad de dicho trabajo.

**EL CACAO**, es un árbol de origen americano su fruto tiene mismo nombre, se utiliza como ingrediente para alimentos especialmente el chocolate. El uso de esta planta viene de la época prehispánica, y desde entonces su uso ha sido dirigido para fines nutricionales como medicinales.

El cacao era utilizado por algunas culturas antiguas, no solo para fines medicinales sino también como moneda de cambio. El cacao, así como otros alimentos oriundos de América, se introdujeron a Europa alrededor del siglo XV debido a la colonización de dicho continente.

Inicialmente el chocolate que se disgustaba en forma de bebida caliente, no era de mucho agrado para el consumidor, debido al amargo que se presentaba propiamente de su característica. En siglo XIX, aparece la industria chocolatera, donde da hincapié a la extensión del consumo del cacao, pero con un proceso industrializado, en el cual se le comienza adicionar el azúcar y otros componentes, el cual hace más agradable y apetecible para el consumidor.

El cacao contiene alta concentración de grasa, especialmente la saturada, así mismo contiene, hidratos de carbono, proteínas, teobromina, antioxidantes, magnesio, potasio, fósforo, cafeína y agua, entre otros.

El cacao aporta alta energía, el cual es favorable para las personas que practican intensamente actividades deportivas, ejercicios físicos

El Cacao es el principal ingrediente del chocolate por lo que dicha industria tiene el mayor uso de dicho grano; así mismo del cacao se derivan otros productos como son: el polvo de cacao y la grasa que se da a través de la trituración del grano posterior a la fermentación. La mezcla de dicha derivación con el azúcar y leche, conlleva a obtener distintos tipos de chocolates.

La combinación del cacao con otros componentes ayuda a obtener mayores nutrientes, sumados a las vitaminas propias del cacao como son: Hierro, vitamina B, Cobre, Calcio, Vitamina A.

El cacao ha permitido desarrollar muchos usos medicinales, entre los cuales están: problemas cardiacos, problemas renales, problemas intestinales, anemia, alivio del



cansancio, delgadez extrema, fiebre, entre otros, estas bondades del cacao es información según el Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (Eufic).

Uno de los derivados del cacao como es la manteca de esta, es empleado en productos de afeite para el tratamiento de la piel, como arrugas, estrías y hasta para el tratamiento del cabello.

Numerosos estudios han demostrado que el cacao tiene propiedades saludables, especialmente para el sistema cardiovascular. Algunos antioxidantes también se encuentran en el cacao como es el caso de los flavonoides, este ayuda a prevenir enfermedades del corazón, tiene beneficios sobre las células que ayuda a evitar que estas envejecan.

Los flavonoides (metabolitos secundarios de las plantas), brinda beneficios para el sistema cerebral, el cual ayuda a la mejora de la memoria y otros procesos cognitivos. Según la publicación de la revista Nature Neuroscience, se realizó un estudio a hombres de mediana edad, en el cual se le dio chocolate con flavonoides durante 3 meses con la finalidad de verificar sus efectos; teniéndose como resultado que la capacidad de recordar de los hombres involucrados tenía una mejora importante.

El cacao y el chocolate ayudan a la producción de endorfinas (sustancias químicas conocidas como hormonas de la felicidad, producidas por nuestro cuerpo), lo que ayuda a eliminar el estrés físico o mental, generando un estado de ánimo mejor. También ayuda a tener una mejora en el estado anímico otros elementos químicos como la feniletilamina o el triptófano (aminoácido esencial en la nutrición humana).

El cacao también tiene sus aportes negativos a la salud, esto debido a la cantidad de grasa que deriva, el cual el consumo excesivo conlleva a problemas como el acné, migraña y aumento del colesterol. Sin embargo, existen algunas controversias respecto al aporte negativo del cacao, el cual es defendido por el Estudio nutricional del cacao y productos derivados del Instituto del Cacao y el Chocolate, quienes indican que no hay estudios que demuestren el aporte negativo hacia la salud y la adicción al consumo de dicho producto (básicamente en su presentación como el chocolate)

Según científicos catalanes en el año 2002, indican para que un consumidor tenga dependencia física del chocolate estas deberían consumir 15 kilos diarios de dicho

producto, el cual es inaudito llegar a esa conclusión de dependencia del chocolate (Amado, J, 2009).

Dentro del desarrollo de obtención del grano se tiene una serie de etapas el cual cada una de ellas tiene el tiempo, el riesgo y la técnica correspondiente, manifestamos las etapas de dicho proceso:



**Fig. N° 3:** Transformación del grano de cacao, **Fuente:** propia

**Cosecha**, en esta parte del proceso el agricultor verifica el estado de madurez del cacao, quien valida dicho proceso, es una de las etapas más delicadas, según lo indicado por Organización Internacional del Cacao (ICCO), debido a que sus sabores y aromas dependen de la calidad de madurez del cacao, cuando estos se maduran mucho empiezan a desarrollarse, perdiendo sus características que se requiere.

La madures del cacao de un mismo árbol no siempre es simultaneo, muchas veces difieren en un tiempo, así mismo la variedad de cacao también los diferencia en su tiempo de maduración, por lo que es muy importante el personal especializado para validar que el producto este apto para su cosecha. (Artículo de Bahía de productores Valepotumuju, Brasil, 2018)



**Fig. N° 4:** Venia de cacao, **Fuente:** ICCO

**Recolección**, cuando una cosecha esta lista, el productor lo sabe y comienza la etapa de recolección el cual lo hace manualmente con apoyo de personal y el uso de cuchillo especial o machete, este debido a que la madures del cacao es en diferentes tiempos, por lo que actualmente no se utiliza máquinas para dicho propósito.

Esta etapa también requiere de algunos cuidados, debido a que la madurez del cacao conlleva al crecimiento de flores fertilizadas, el dañar o cortar estas flores, repercute la disminución de la productividad de dicho árbol en el siguiente año.

Todo lo cosechado normalmente es dispuesto en un punto de acopio dentro de la huerta. (Artículo de Bahía de productores Valepotumuju, Brasil, 2018)



**Fig. N° 5:** Flores de cacao, **Fuente:** ICCO

**Separación de granos y fermentación**, mediante apoyo de personal y en forma manual se procede a retirar los granos de cacao de la vaina, estos serán depositados en cubetas para ser trasladado a planta y depositarlo en recipientes de madera para su fermentación, en el cual se concentran los azucres y empieza a subir la temperatura, alcanzando hasta 52 °C aproximadamente. Las cubetas de madera son cubiertas con hojas de plátano para su mejoramiento en el proceso de fermentación.

Al día siguiente se realiza la rotación de los granos mediante una pala de madera o plástico, este proceso se da cada 24 horas; La fermentación se dará por un periodo de 6 días, en cual los grados disgregaran pulpa por la parte inferior de las cajas, perdiéndose un promedio del 33% de peso, debido a la humedad de los granos. (Artículo de Bahía de productores Valepotumuju, Brasil, 2018)



**Fig. N° 6:** Fermentación de cacao, **Fuente:** ICCO

**Secado**, los granos se encuentran listos para empezar a secarse cuando el proceso de fermentación concluye, es uno de los pasos cruciales para mejorar el sabor del cacao. El secado del cacao se hace en patios, tarimas o cajas de madera.

En esta etapa de secado del cacao, de acuerdo al ICCO, se busca bajar la humedad en los granos de cacao del **60% al 7%**, requiere rotar periódicamente los granos para obtener un secado uniforme.

Existen dos procesos de secado para cacao de los cuales son: secado natural y secado artificial.

**Secado natural.** Este tipo de secado se lo realiza por medio de la radiación solar ya sea mediante el uso de tendales (madera/cemento), en donde los reflejos del sol repercuten directamente sobre el ámbito, el producto se encuentra en montículos.

Este tipo de secado conlleva mayor tiempo y área extensa para realizarlo, el cual en las épocas de lluvia el proceso se detiene, y el producto puede deteriorarse ocasionando pérdidas en la producción.

**Secado artificial.** Se requiere para el secado artificial el uso de máquinas en donde se optimiza el tiempo de secado y la mano de obra, sobre todo en donde no es posible realizar el secado natural debido a la baja incidencia del sol para dicho proceso específicamente en temporadas invernales donde existen variaciones climáticas. Se debe tener en cuenta que con este método el área de secado es menor a la que se utiliza con el secado natural, de esta manera consiguiendo incremento en la producción.

**Sistemas para el secado de cacao.** Los sistemas que se van a considerar para realizar el proceso están basados en el calentamiento y ventilación.

**Ciclo de secado para el cacao.** El cacao que se enfría con el aire caliente sin llegar a su saturación, aumentan la humedad relativa porque no se puede seguir absorbiendo humedad y esto sucede al secarse el cacao por convección (calor suministrado únicamente por la corriente de aire). En la Figura 1 se muestra el ciclo de secado. (Artículo de Bahía de productores Valepotumuju, Brasil, 2018)



**Fig. N° 7:** secado de cacao, **Fuente:** AACH.

**Añejamiento,** posterior a la etapa de secado los granos pasan a la etapa de añejamiento, donde se embolsan en sacos y se almacenan en cuartos, estos recintos no deben exceder el 8% de humedad de lo contrario el grano puede coger algún hongo como el moho y puede adquirir mayor humedad, es muy importante las condiciones óptimas de los cuartos de almacenamiento con respecto a la humedad, de lo contrario se vería afectado el producto.

La etapa de añejamiento dura 30 días aproximadamente, los cuales se mantienen dentro del cuarto de almacenamiento, posterior a este proceso se da la venta del grano de cacao a los clientes respectivos. (Artículo de Bahía de productores Valepotumuju, Brasil, 2018).

Para cuantificar la producción de cacao en nuestro país se recurre a datos de entidades gubernamentales y no gubernamentales, con la finalidad de tener el conocimiento real de cuanto y como es la producción de cacao

**La producción de cacao,** en las 7 de las 16 regiones del Perú se encuentra el 93% de su productividad local de cacao según el director de la sociedad Peruana de Productores de Cacao (APP Cacao) Luis Mendoza, quien indico que en el año 2017

el Perú produjo 108.140 toneladas de cacao, una de las regiones que tiene un alto índice de producción de cacao es el departamento de San Martín,

es el que concentra el mayor porcentaje de producción de las 7 regiones:

La producción de cacao en regiones como San Martín, Huánuco y Ucayali se ha generado un crecimiento de la producción por que el cacao ha sido un producto que se ha usado como estratégico para generar un recambio de cultivos ilícitos a lícitos, sostuvo.

Agregó que el crecimiento en la producción de cacao también se debe al aumento de su rendimiento productivo (el rendimiento actual medio es de 800 kilos por hectárea), estos promedios son mejores que el promedio de la región, pero aun no son los que se desean alcanzar. “Lo mínimo que debemos producir son 1.100 kilos/ha). Es una meta que no es difícil de alcanzar, y se deben articular esfuerzos”.

La producción nacional de cacao, señaló Luis Mendoza, creció 440% pasando de 20.000 toneladas en el 2007 a 108.140 toneladas el 2017, con crecimientos anuales entre 10% y 12%. Demostrando el esfuerzo y compromiso de los productores como de las instituciones públicas y privadas. (Artículo APPC, 2018)

PRODUCCION 2017		
REGION	PRODUCCIÓN Tn	PRODUCCIÓN %
San Martin	48,292.00	44.66
Junin	21,400.00	19.79
Cusco	11,689.00	10.81
Ucayali	9,692.00	8.96
Huánuco	7,491.00	6.93
Ayacucho	5,374.00	4.97
Amazonas	4,202.00	3.89
<b>TOTAL PRODUCIDO Tn.</b>	<b>108,140.00</b>	<b>100.00</b>

**Tabla N° 08:** Producción anual, **Fuente:** Asociación Peruana de Productores de Cacao

Según la tabla se puede verificar que la región de San Martín es uno las regiones con mayor producción de cacao, esto conlleva a la demanda de mayor mano de obra y por consecuente a mejorar en su población la calidad de vida. En caso de nuestro

estudio, la región Huánuco también tiene un aporte muy significativo en la producción a nivel nacional.

El precio del grano del cacao en mercado es de suma importancia, dicho parámetro nos permitirá evaluar costos de producción así mismo nos permitirá evaluar la viabilidad del proyecto, básicamente con el costo beneficio.

**Precio del Cacao**, el año 2018 en los mercados internacionales el precio del cacao descendió a 2.000 dólares por tonelada, en el año 2017 estuvo 3,000 dólares por tonelada, la causa de la caída de precios es por la sobreproducción mundial del grano de cacao, proveniente de África (Costa de Marfil), como también reservas importantes existentes de cacao.

Según Luis Mendoza indica que están trabajando actualmente con cacao en el comercio justo y orgánico, y también en la prima de calidad (diferencial en el precio) para buscar mejorar un mejor precio pro el producto, sostuvo.

Los cacaoteros agremiados están trabajando para mejorar la calidad de su producto desde el año 2004. En la actualidad tienen certificaciones orgánicas y de comercio justo, también están trabajando con valores agregados como perfiles específicos de sabor, para vender por encima del precio en el mercado internacional.

A partir del año 2019 el precio por tonelada de cacao estuvo entre US\$ 3,000 a US\$ 3,200 para el cacao general, los especialistas indican que esta tendencia se mantendrá al alza hasta el año 2021. Cuando se refiere al cacao fino, las certificaciones Orgánica y de comercio justo cuentan con precios adicionales de US\$ 50 por tonelada (Artículo APPC, 2019).

Para implementar la mejora de secado de cacao, se requiere de equipos y/o maquinas existentes en el mercado, realizando un análisis, se tiene una variedad de estos equipos, el cual se da para las diferentes aplicaciones y condiciones del que se cuente. Entre las posibles máquinas existentes en el Perú y a nivel mundial más utilizadas para el secado de cacao en la actualidad son las siguientes:

**Secadora de Cacao Rectangular**, este modelo de máquina es muy utilizado por los productores de cacao debido a su tiempo de secado y ahorro de energía, la remoción del grano se lo realiza de forma manual, sea por medio de palas de madera o metal, el diseño de la secadora dan un buen resultado de productividad, la máquina consta

de una cámara de secado en la parte inferior , el material para su ensamble puede ser de acero inoxidable o galvanizado por tratarse de un producto alimenticio, hay un control de llama para regular la temperatura, el combustible para el equipo que se suele utilizar es el GLP, el diésel , resistencias calefactoras, además consta de compuertas para la descarga y limpieza del producto. (Manual Técnico SIRCA Perú, 2017)

**Secadora de Cacao Cilíndrica Vertical**, este modelo de máquina permite obtener el proceso de secado en el menor tiempo posible y se diferencia de las rectangulares en la manipulación del grano con la utilización de elementos y mecanismos en una forma mecánica. Su diseño para el proceso de secado da como resultado un equipo de elevada productividad sin variar su calidad. La secadora cuenta con: plataforma propia para aprovechamiento del calor, diseño ensamblado con materiales de acero inoxidable alimenticio o galvanizado, puede ser opcional; su temperatura se regula electrónicamente, consta también con puertas de descarga para el vaciado del producto. (Manual Técnico SIRCA Perú, 2017)

Se recopiló información respecto a los datos técnicos de las máquinas el cual nos permite evaluar cada una de ellas, para poder plantear en el presente proyecto.

**Máquina rotativa secadora de cacao**, máquinas idóneas para el secado de granos, mediante la inyección de aire caliente, que puede ser a través de quemadores o resistencias eléctricas, adicionado a un ventilador, el cual se acciona a través de motor eléctrico.

**Datos Técnicos de Máquinas:**

<b>MAQUINAS SECADORAS ROTATIVAS ELÉCTRICAS</b>				
<b>MODELO</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>TENSION</b>	
	<b>Kg.</b>	Sistema Tracción (HP/KW)	V	
SRF-50AM	40	1 / 0.75	220/380	monof./trif.
SRF-100AM	75	1.5 / 1.10	220/380	monof./trif.
SRF-150AM	150	1.75 / 1.30	220/380	monof./trif.
SRF-250AM	250	2 / 1.5	220/380	monof./trif.

**Tabla N° 09:** Datos técnicos de máquinas secadoras, **Fuente:** SIRCA Perú



De acuerdo a la información de SIRCA Perú, como se indica en tabla N° 09, en el mercado se cuenta con máquinas secadoras de capacidades variables, dicho parámetro es directamente proporcional a la potencia de la máquina, vale decir que a mayor volumen de secado mayor será la potencia de la máquina y por consiguiente un mayor consumo de energía.

MAQUINAS SECADORAS A GAS - DIESEL						
MODELO	CAPACIDAD		POTENCIA	TENSION	CONSUMO	
	Quintales	Toneladas	Motor Ventilador	Motor Ventil.	Gas GLP	Diesel
SR-25	40	2	1.12 Kw / 1.5 Hp	440 VAC	5 Kg/h	2 Gal./h
SR-30	75	4	1.5 Kw / 2 Hp	440 VAC	8 Kg/h	2.5 Gal./h
SR-50	150	8	2.3 Kw / 3Hp	440 VAC	15 Kg/h	4.5 Gal./h
SR-100	300	15	7.5 Kw / 10 hp	440 VAC	25 Kg/h	9 Gal./h

**Tabla N° 10:** Datos técnicos de máquinas secadoras, **Fuente:** SIRCA Perú

En el mercado no solo existen maquinas accionadas todo con energía eléctrica, también se cuenta con máquinas que requiere de otra fuente energética como es el gas o diésel, como se indica en la tabla N° 10.

#### **Características de Maquinas Secadoras.**

La Empresa SIRCA Perú, nos remite alguna información respecto a las características de sus máquinas secadoras.

- El porcentaje de humedad que se puede reducir en el producto, por el intercambiador de calor, es de 2.5% a 3% por hora.
- Productos que se pueden secar: Cacao, maíz, camarón, pescado, soya, arroz, hortalizas.
- Capacidad variable según las condiciones de humedad y de acuerdo al producto que se esté secando.
- Actualmente existe en el mercado secadoras con capacidad desde 1 tn - 15 tn por batch (parada), según el producto.
- Las secadoras han mostrado confiabilidad y seguridad durante más de 30 años

**ENERGÍA ELÉCTRICA**, una diferencia de potencial (d.d.p) entre dos puntos, que proviene de la energía eléctrica, da como resultado una corriente eléctrica si a ambos puntos se les pone en contacto y esta corriente circulará a través de un conductor eléctrico metálico, para luego convertirse en otro tipo de energía. Cada vez que pulsamos cerrando un interruptor en cualquier dispositivo eléctrico, lo que estamos haciendo es cerrar un circuito y dejar fluir los electrones, que hacen parte de los átomos, a través del cable eléctrico.

El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible (Twenergy, 2019).

La generación de la energía eléctrica es limpia, sencilla, fácil de transportar y luego transformarse a otras formas de energía. El uso principal que se da a la energía eléctrica es para el uso en todo tipo de tecnologías y por tanto al ser humano le sirve como una utilidad directa y por esa razón la masificación de procesos y equipos de las más variadas naturalezas.

La generación de energía eléctrica por ejemplo a través del aprovechamiento de un salto de agua, genera el movimiento rotatorio de turbinas y por principios electromagnéticos se genera corriente alterna que será la que permitirá suministrar en mayor cantidad y potencia a otros lugares, a través del cableado eléctrico y centrales de transformación.

Entre las fuentes de energía convencional y no convencional, la generación de energía eléctrica busca tener un menor impacto al medio ambiente, ser eficiente y continua en el tiempo, para sustentar las actividades humanas más básicas, por ello se busca obtener energías renovables que sirvan como fuente de generación eléctrica.

Existen varias formas de generar energía eléctrica, para que dicha energía sea usada a nivel doméstico como a nivel industrial se desarrollan plantas generadoras de electricidad, que son como cualquier industria, excepto que tienen como objetivo la generación y distribución de energía eléctrica.

Estas plantas de generación de energía eléctrica, se construyen de acuerdo al tipo de fuente que usan para su generación, por ejemplo, una central hidroeléctrica

alimentada por la energía cinética de los saltos de agua empleada tendrá otra configuración de una planta de ciclo combinado de gas.

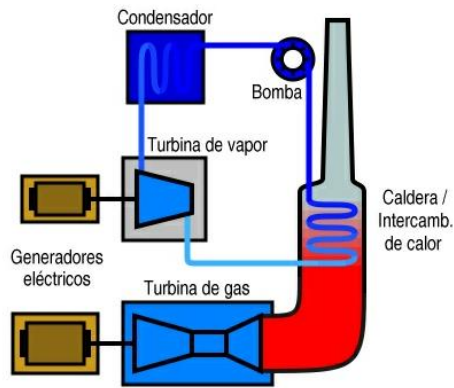
Por el gran espacio que necesitan para ser construidas las plantas generadoras de electricidad se ubican fuera de ciudades, también por motivos de seguridad, por la necesidad de eliminar sus residuos ocasionados en su actividad.

Por las distancias que recorre la energía eléctrica desde las plantas generadoras hasta los centros de distribución en las ciudades, se requiere que esta transmisión sea hecha con altas potencias para que no se genere pérdidas al momento que se distribuye.

En casi todas las plantas generadoras se usa una turbina o generador de corriente alterna para que mediante el movimiento de su alabes transformen esa energía que reciben mecánica en energía eléctrica, usando posteriormente un transformador para elevar su tensión y sea transmitida. (Eléctrica 4U, Julio 2018).

Para generar energía eléctrica se tiene muchas formas y tipos de generadoras, dentro de los cuales se tienen usando energía renovable y no renovable; todos países se encuentran en la misión de generar energía a través de uso de energía renovable, esto con el fin de moderar el efecto negativo ambiental, el cual cada año se va manifestando. Dentro de las formas de generación de energía eléctrica se tienen los siguientes:

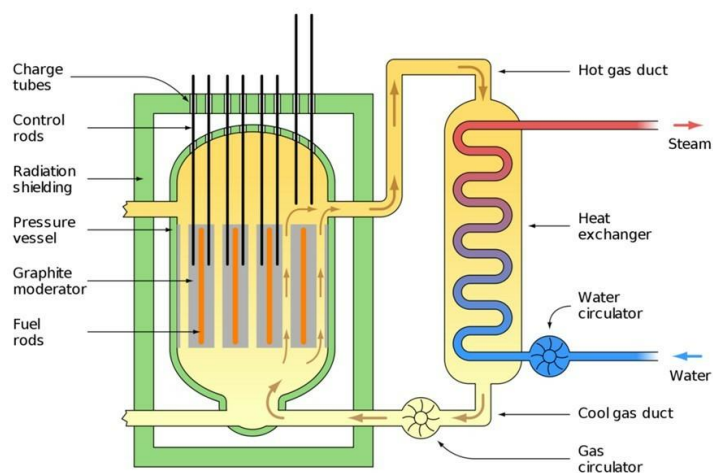
- **Centrales Hidroeléctricas**, la fuente de energía de una Central Hidroeléctrica es la energía cinética almacenada en el agua en movimiento, lo que le permite ser una energía renovable. Los desniveles que presentan el agua en los embalses o en los ríos, se aprovecha para mover turbinas hidroeléctricas que hacen girar el eje de un alternador, produciendo una diferencia de potencial y una corriente eléctrica al igual que las anteriores centrales eléctrica. (Electrical 4U, Julio 2018).
  
- **Centrales Eléctricas Térmicas**, son plantas generadoras que son accionadas a través del calor producido por la quema de carbón que se utiliza para caldear el agua y producir vapor el cual hace girar la turbina para se genere electricidad. Tenemos centrales térmicas donde la fuente de energía primaria es combustible fósil como el gas o derivados del petróleo. Dentro de las centrales térmicas se pueden clasificar las centrales termoelectricas solares, así como como las centrales que usan la biomasa o de residuos sólidos y urbanos. (Electrical 4U, Julio 2018).



**Fig. N° 8:** Generación Térmica, **Fuente:** Maquinas Térmicas 3ra edición.

- **Centrales Eléctricas Nucleares**, las centrales nucleares tienen un esquema parecido al funcionamiento de las centrales térmicas. Los elementos que se utiliza son elementos radiactivos que son el uranio, el plutonio, etc., reemplazando el gas, carbón y otros combustibles fósiles. En las centrales térmicas el sitio donde se realiza la combustión se denomina caldera y en las centrales eléctricas nucleares se llama reactor nuclear. Con la fisión controlada de los elementos radiactivos al interior del reactor nuclear se consigue tener energía.

En este proceso es creada una gran cantidad de energía térmica la cual es utilizada para calentar agua, cuyo vapor mueve una turbina que a su vez hace girar un alternador convirtiendo esta energía mecánica en energía eléctrica, similar al proceso utilizado en las centrales térmicas. (Electrical 4U, Julio 2018).



**Fig.N° 9:** Generación Térmica, **Fuente:** Maquinas Térmicas 3ra edición.

- **Centrales Eólicas**, la energía eólica se produce debido al movimiento del aire sobre las aspas que hacen mover el eje de un generador de energía eléctrica, desde tiempos antiguos se ha usado para bombear agua, moler grano u otra tarea que necesite de energía a través de los molinos de viento.

En la actualidad existen aerogeneradores para producir energía eléctrica, ubicadas en zonas con características de poseer vientos frecuentes, como la costa, islas o alturas montañosas. La energía del viento es directamente proporcional al movimiento de las masas de aire que se mueven de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas de baja presión adyacentes, con el gradiente de presión relacionado a las velocidades proporcionales

No se genera casi ningún impacto medioambiental, solo un impacto estético al paisaje que lo hace cambiar, las aves se mueren al impactar con ellas, se necesita extensiones grandes de terreno. El factor climático es la condicionante al igual que el sistema fotovoltaico o hidráulico para tener una disponibilidad de energía constante. (Fundación Wikipedia, Mayo 2018)



**Fig. N° 10:** Generación eólica, **Fuente:** Fuentes de generación eléctrica.

- **Centrales Fotovoltaicas**, son centrales que la energía eléctrica se genera a través de sistemas de paneles fotovoltaicos. Estos paneles fotovoltaicos o llamados también módulos o colectores fotovoltaicos están formados por semiconductores tipo diodo que, al recibir energía solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña tensión en sus extremos. Al unir en serie varios fotodiodos podemos generar tensiones mayores dentro de una configuración sencilla para alimentar dispositivos electrónicos pequeños. Cuando se requiere mayor potencia energética se unen más

paneles fotovoltaicos para transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica.

La producción de células fotovoltaicas se ha incrementado en los dos últimos años, duplicando cada dos años y en países como Alemania, Japón, China y Estados Unidos son los países donde más crecimiento hay de la demanda de energía fotovoltaica. A finales del 2013 había una capacidad de producción de 140 GW de potencia fotovoltaica, alrededor del mundo, siendo este tipo de energía la tercera fuente de energía renovable más importante por capacidad instalada a nivel mundial, detrás de las fuentes de energía hidráulica y energía eólica. En algunas regiones del mundo el coste real de la producción procedente de paneles fotovoltaicos es igual al precio de la electricidad que se produce de fuentes convencionales, conocido como paridad de red.

El principal inconveniente de producir este tipo de energía es el uso de grandes extensiones de terreno y depender de las condiciones climatológicas, pero se puede almacenar en sistemas de almacenaje para que posteriormente se pueda usar de acuerdo con las necesidades del usuario. se solicite su consumo. (Fundación Wikipedia, Mayo 2018)



**Fig.N° 11:** Generación eólica, **Fuente:** Fuentes de generación eléctrica.

**Transformando Energía Solar en Energía Eléctrica,** actualmente la Energía solar es aprovechable, la cual, mediante nuevos avances tecnológicos, han permitido transformar dicha energía a en otro tipo de energía como es la eléctrica, el cual es de mucha importancia para realizar trabajos y permita beneficio al ser humano a través

de muchos procesos. A este modelo de transformación de energía se le denomina energía solar fotovoltaica.

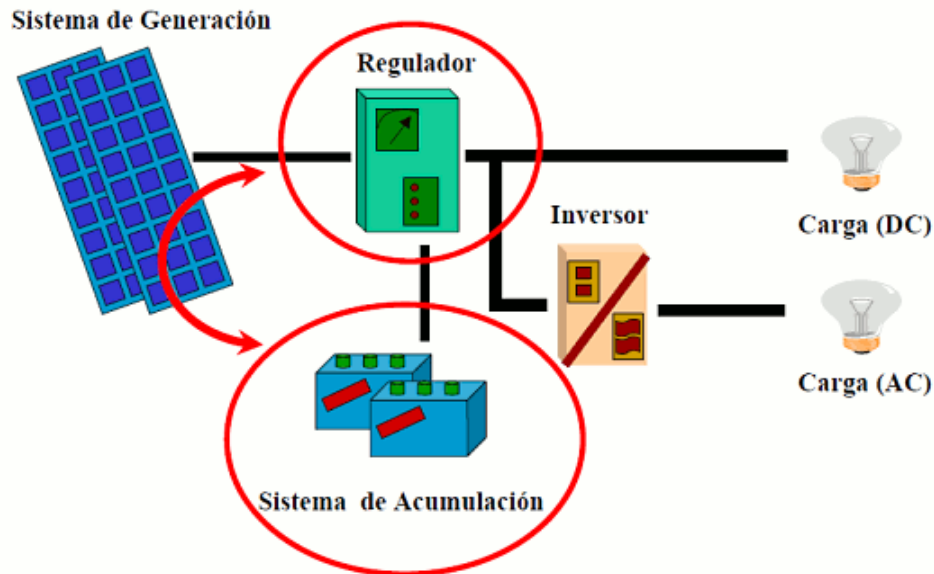
La energía solar fotovoltaica genera energía eléctrica a partir de la captura de la radiación solar sobre un dispositivo semiconductor llamado célula fotovoltaica..

Gracias a los avances tecnológicos, y otros factores, los costos de la energía solar fotovoltaica han disminuido progresivamente y mejorado eficientemente desde la fabricación de sus paneles hasta tener costos competitivos de generación eléctrica con respecto a los costos de energía no renovable. La energía solar termoeléctrica es otra tecnología solar, como también están siendo muy competitiva en cuanto a costos de uso.

Uno de los beneficios de esta tecnología es que es por módulos y de esa manera permite tener una facilidad de construir paneles pequeños en techos de casa, postes, etc. hasta construir grandes extensiones de paneles para implementar centrales fotovoltaicas. Este tipo de tecnología llamada energía limpia, no contamina, es una fuente renovable, inagotable, no emite CO2 y son mínimos los costos de mantenimiento son mínimos. (A. Abella - 2015)



**Fig. N° 12:** Generación red, **Fuente:** Abella 2015



**Fig. N° 13:** Generación autónoma o aislada, **Fuente:** Abella (2015)

Para implementar un sistema de energía fotovoltaica, uno de los factores muy importante es la hora pico solar (HSP), el cual cada departamento de nuestro país es variable; dado ese factor no todos los departamentos son viables para un sistema de generación fotovoltaica.

CIUDAD CAPITAL DE DEPARTAMENTO	ENERGIA SOLAR DIARIA PROMEDIO ANUAL kWh/m <sup>2</sup>
TUMBES	5.67
PIURA	5.54
CHICLAYO	5.50
TRUJILLO	5.13
HUARAZ	5.29
LIMA	5.13
ICA	5.50
AREQUIPA	6.08
MOQUEGUA	6.04
TACNA	5.83
PUNO	5.21
CUSCO	5.17
ABANCAY	5.13
AYACUCHO	5.17
HUANCAVELICA	5.33
HUANCAYO	5.33
CERRO DE PASCO	5.46
HUNUCO	4.83
CAJAMARCA	5.25
CHACHAPOYAS	4.67
MOYOBAMBA	4.67
IQUITOS	4.42
PUCALLPA	4.63
PUERTO MALDONDO	4.79

**Fig. N° 14:** Cuadro de hora pico solar, **Fuente:** SENAMHI



Para generar la energía eléctrica a partir de la energía solar se requiere de ciertos elementos:

- **Paneles Solares**, es un conjunto de módulos constituidos de un material que resiste a las condiciones de clima extremos, como puede ser el aluminio anodizado, sellado con silicona, totalmente acondicionados para trabajar siempre a la intemperie. Al interior de estos paneles están constituidos de una gran cantidad de celdas fotovoltaicas que están interconectadas bajo la configuración de serie-paralelo porque permite subir la tensión y la corriente que entrega, luego van encapsuladas con polímeros que son muy resistentes a la radiación ultravioleta y luego finalmente instaladas bajo una superficie de vidrio especial que ayuda a proteger contra la contaminación ambiental y contra cualquier cambio extremo repentino del clima (granizo, heladas, lluvias, etcétera).

Las celdas que se emplean para los paneles fotovoltaicos son de silicio, y pueden dividirse en tres subcategorías:

**Las células de silicio mono cristalino:** están constituidas por una celda única de cristal de silicio. Tiene el color azul oscuro uniforme este tipo de celdas.

**Las células de silicio poli cristalino (Denominado multicristalino):** Es un conjunto de cristales de silicio, entonces su rendimiento es menor al de las células monocristalinas. Tiene un color azul más intenso.

**Las células de silicio amorfo:** Tiene como desventaja su menor eficiencia que las células de silicio cristalino, pero tiene como ventaja su menor costo. Este tipo de celdas son las que se usan en calculadoras, relojes, etc.

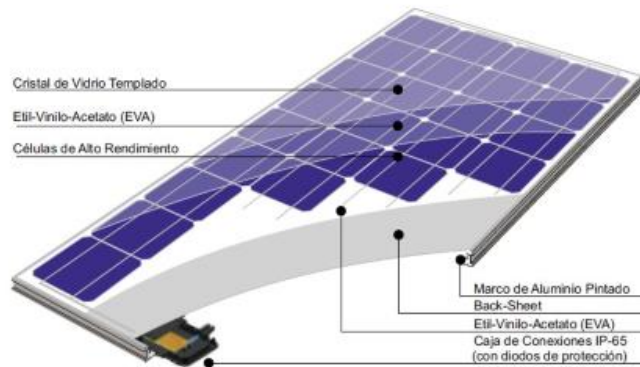
Potencia pico es el parámetro para clasificar la potencia de un panel fotovoltaico y significa que es la potencia máxima que el módulo puede entregar en condiciones estandarizadas, que son:

Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>

Temperatura en célula de 25 °C (no temperatura ambiente).

Una célula fotovoltaica de silicio poli cristalino tiene un rendimiento que oscila entre el 14 %-20 %. Las células de silicio mono cristalino, los valores están en 15 %-21 %. Un rendimiento más alto se logra través de los colectores solares que se encargan de recibir la energía que se origina con el sol y luego transformarla a

energía térmica, a baja temperatura (alcanzan 70 % de rendimiento en la transferencia de energía solar a térmica). (Rafael Salgado Garciglia, Revista Científica y tecnológica Universidad Michoacana, Febrero 2017).



**Fig. N° 15:** Panel solar, **Fuente:** Auto Solar Perú

PANEL SOLAR		
TIPO	POTENCIA (W)	VOLTAJE (VDC)
Policristalino	50	12
Policristalino	100	12
Policristalino	150	12
Policristalino	200	12
Policristalino	200	24
Policristalino	320	24
Policristalino	325	24

**Tabla N° 11:** Paneles Solar, **Fuente:** Auto Solar Perú

Los mercados actualmente cuentan con una gran variedad de paneles solares, los cuales están en función a su potencia y voltaje de salida, así lo muestra la tabla N° 11.

- **Acumuladores de Energía**, los acumuladores tienen como función proveer de energía eléctrica a la carga de un circuito, sin considerar la producción eléctrica del panel fotovoltaico.

Como la radiación solar es variable, se debe de usar acumuladores de energía para proveer de energía durante condiciones no favorables.

Las funciones de un acumulador para un sistema fotovoltaico son:

**Autonomía:** Satisfacer las necesidades de carga en cualquier rato.

**Proveer energía en momentos de alta intensidad:** Para dar arranque de motores.

**Estabilización del voltaje:** Evitar que alguna fluctuación dañe los equipos actuando como reguladores

En el mercado existen varios tipo de acumuladores de energía, los cuales se predispone en de acuerdo a la aplicación o necesidad del usuario.

Convierten la energía de los módulos FV en otro tipo de energía para su almacenamiento y uso posterior. Según la forma en que se almacena, se clasifican en:

- Almacenamiento en forma de energía mecánica

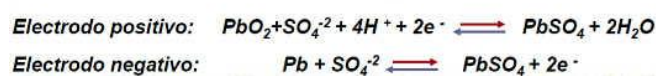
- Almacenamiento en forma de energía eléctrica

Los parámetros que se utilizan mayormente para determinar cuál acumulador es mejor son:

Consistencia energética (KWh/kg) y Eficiencia energética (Ein/Eout).

La diversidad de cualquier acumulador está relacionada a la economía, la disponibilidad o necesidades técnicas.

**Batería de plomo ácido**, es la batería de mayor demanda en sistemas fotovoltaicos autónomos. El electrodo positivo está desarrollado por dióxido de plomo (PbO<sub>2</sub>) y el negativo por plomo metálico (Pb). En una disolución de ácido sulfúrico los electrodos están sumergidos, la densidad nominal debe de ser 1.24 g/cm<sup>3</sup>. La tensión nomina



**Fig. N° 15: Acumuladores, Fuente: Auto Solar Perú**

Ventajas y desventajas de las baterías frente a otros sistemas de almacenamiento:

**Ventajas:**

- Amplio stock.
- Económico.
- Rendimiento moderado.
- Número de ciclos de vida altos.
- Nivel de auto descarga bajo.

**Desventajas:**

- Densidad baja de energía.
- Deterioro ante grandes descargas.
- Fácil deterioro por sobrecargas.
- Mantenimiento constante.

Los acumuladores en los sistemas FV se fabrican para sostener dos tipos de fases de carga y descarga:

**Ciclado periodo superficial**, corresponde al ciclo de descarga y carga que se da entre el día y la noche. La profundidad de descarga no debe ser superior al 15%-20% en este ciclado

**Ciclado estacional**, es un periodo de varios días con ausencia de insolación (invierno, nubloso). La profundidad de descarga no debe superar el 70%-80%.

- **Regulador de Carga**, el regulador de carga es un equipo encargado de controlar la energía que ingresa a las baterías. El regulador ayuda a extender la vida de la batería ya que accede el ingreso de la electricidad conforme los requerimientos de la batería. Por ejemplo, cuando la batería se encuentre en un nivel de carga muy baja, permitirá que fluya toda la energía para cargarla de inmediato. Por otro lado, si se encuentra en un porcentaje de carga alto, permitirá el flujo restringido y controlada (carga de flotación), con el propósito de llenar al máximo la batería. Si la batería se

encuentra llena totalmente, cierra el paso de corriente con el fin de evitar sobrecargas o sobrecalentamiento del acumulador.

En la actualidad se tiene 2 tipos de reguladores de carga, el **MPPT** o maximizador y el **PWM** o convencional. Para saber cuál emplear se debe ver el tipo de placa solar que se emplee. Para placas solares de 36 ó 72 celdas (hasta 200W) usar un regulador PWM porque estas placas tienen un voltaje en el punto de máxima potencia alto. Por otro lado, si empleamos placas de 60 celdas (con potencia arriba de 200W) se usara el regulador MPPT, porque estas placas tienen un voltaje bajo que antepone el amperaje en lugar del voltaje, con lo cual es preciso siempre un regulador MPPT porque modula el voltaje del panel y adapta a las propiedades de las baterías conectadas.

Las placas solares de 60 celdas también se conocen como paneles de red y para buscar sus diferencias de los paneles convencionales, debemos observar el sticker de ficha técnica colocada en su parte posterior del panel: El panel de red indica un valor VMP de 29V o similar, y las placas convencionales dan un VMP de 36 voltios, en las placas de 24V y de 18 voltios en las placas de 12V.

Para determinar la capacidad de un regulador de: 10A, 20A, 30A, 60A o 80A (A= amperios) debemos observar el amperaje en el panel mostrado como corriente nominal o IMP y multiplicarlo por la cantidad de paneles que se va a poner en la instalación solar. Por ejemplo, en una instalación solar de 12V donde se instalen 6 placas de 140W 12V, el IMP de este panel será de 7.97A. En consecuencia, si se dispone de 7 placas tendremos una corriente máxima de 55,79, y se usara un regulador solar de 60A. Es importante tener en cuenta que, si en un futuro deseas instalar más paneles, sería bueno instalar un regulador de gran capacidad, así, cuando los paneles se instalen no sea inevitable instalar un nuevo regulador.

Los reguladores se comercializan individualmente o integrada en aparatos más completos, que además incluyen en un mismo pack: un inversor de onda pura, un regulador de carga y un cargador de baterías.

**Reguladores de Carga Tipo MPPT:** Los reguladores MPPT o maximizadores solares, son reguladores de carga avanzada que se usa solo cuando se instalan placas

solares de red en instalaciones solares aisladas o autónomas. Las placas de red son formadas por 60 celdas de silicio en vez de 72, y tienen una potencia igual o mayor de 200W.

Las placas solares de 72 celdas proveen un voltaje en el punto de máxima potencia, de 37 voltios. Porque desde que es captada la energía en las placas solares hasta llegar a las baterías hay pérdidas de voltaje con lo que de este modo se garantiza que la electricidad tenga a un voltaje superior a los 24V suficiente para que la carga de las baterías se haga de forma óptima. Mientras tanto, la placa de 60 celdas sólo provee un voltaje de 29 voltios, y por las pérdidas la electricidad siempre llegaría a un voltaje inferior al deseado.

Para resolver este inconveniente utilizaremos un regulador MPPT, el mismo que amplificara la tensión de la placa de red hasta tener uno parecido al de las placas de 72 celdas. Si no tenemos en cuenta aquello y se usamos estas placas con un regulador normal, las baterías tendrán problemas para poder equiparar la electricidad que reciban con la electricidad almacenada. Por lo tanto, un trabajo extra que traerá consecuencias negativas en su periodo útil bajando está a la mitad o talvez menos. Las baterías son la parte más cara de la instalación por lo que es necesario tener el cuidado al máximo.

Los MPPT también se usan en instalaciones aisladas de 12 o 24V porque logran llegar al punto de máxima potencia del panel durante el mayor tiempo posible, con ello su rendimiento mejora notablemente hasta un 25% superior en vez de usar un regulador de carga convencional (reguladores PWM). El cliente determinara si le es rentable usarlo, porque su precio es más caro que el de los controladores de carga normales. Ejemplo de regulador MPPT de 40A.

Otra utilidad de los reguladores MPPT es usar los paneles solares de 24V en instalaciones solares de 12V por ejemplo minivans, embarcaciones o en furgonetas (coasters). Estos vehículos tienen como dificultad la superficie aprovechable para instalar las placas solares. Será necesario instalar placas solares de red de 24V porque generan un mejor rendimiento que las placas solares de aislada de 12V. En estos casos utilizaremos un regulador MPPT que module el voltaje de los paneles para las baterías a 12V.

No está demás advertir de los falsos reguladores MPPT, que son aquellos muy parecidos a los reguladores PWM (poco peso y reducido tamaño). Se venden como reguladores MPPT, pero son falsos. Su precio es casi el mismo que los reguladores normales, por lo que a primera vista son atractivos, pero son falsos que no realizan ninguna función de los reguladores MPPT.

Los especialistas recomiendan tener muy en cuenta estas indicaciones cuando se usen placas de potencias mayores a 200W, puesto que se suele comprar este tipo de placas por su precio/vatio es mejor y por lo tanto resulta más conveniente que en los paneles de aislada (panel de 180W 24V). Luego estos clientes también deberán comprar un regulador de tipo MPPT que no tenían previsto, entonces el costo total será parecido tanto si se usan placas de red como placas de aislada. (Aguilera A., Suelo Solar, Junio 2015).



**Fig. N° 16:** Regulador de carga, **Fuente:** Auto Solar Perú

- **Inversores de Tensión**, un inversor es un dispositivo que modifica el voltaje continuo, suministrado por los paneles solares o un sistema de baterías, (12 o 24 Voltios) a un voltaje alterno (sinusoidal) el cual se usa en el ámbito comercial y doméstico (230 Voltios), con el que funcionan la mayoría de electrodomésticos, equipos o máquinas.

#### **Tipos de Inversores:**

- Inversores fotovoltaicos para instalaciones aisladas: Son aquellas que funcionan en conjunto con banco de baterías o acumuladores.
- Inversores para conexión a RED o autoconsumo: Son aquellas que operan directamente con la fuente y la RED.

## Características Eléctricas fundamentales de los Inversores:

- **Potencia Nominal.** Potencia suministrada por el inversor de forma continua.
- **Tensión Nominal:** Voltaje a aplicar a los terminales de entrada del inversor.
- **Capacidad de sobrecarga.** Capacidad del inversor para proveer una potencia superior a la nominal, y el tiempo que puede mantener esa potencia.
- **Forma de onda.** Señal alterna mostrada por su forma de onda con los valores de tensión eficaz y frecuencia de la misma.
- **Rendimiento.** Relación, entre las potencias a la salida y a la entrada del inversor, expresada en porcentaje. Su valor será de acuerdo a la potencia total de los equipos alimentados por el inversor en relación con su potencia nominal.

Los requerimientos básicos de los inversores solares para conexión a red y autoconsumo:

- Considerar parte de un componente de la red eléctrica a la instalación fotovoltaica.
- El inversor debe tener las especificaciones mínimas exigidas de la red eléctrica.
- Tener siempre en cuenta la seguridad de los operadores (puede haber partes activas desconocidas).
- No deberían entregar energía a una línea eléctrica sin protecciones las instalaciones fotovoltaicas
- El inversor debe ser automáticamente desconectado ante cualquier fallo.
- Punto de rápida desconexión (interruptor frontal) y de fácil acceso a los operadores de la compañía eléctrica en cualquier momento.
- Los inversores operaran con FP igual a uno.
- Efectuar un aislamiento eléctrico entre la la red y la instalación fotovoltaica.
- Ante una sobre/sub-tensión, sobre/sub-frecuencia del inversor, se desconectara automáticamente de la red. Habra posibilidad de una nueva conexión después de un cierto tiempo (3 minutos normalmente), este tiempo



el sistema de control y protección de red espera para intentar una nueva conexión. (Aguilera A., Junio 2016)



**Fig. N° 17:** Inversores, **Fuente:** Auto Solar Perú

INVERSORES TRIFÁSICO			
TIPO	POTENCIA (KW)	VOLTAJE ENT.(VDC)	VOLTAJE SAL..(VAC)
SMA Tripower 7000TL-20	7	24	220
SMA Tripower 10000TL-20	10	24 / 48	220
SMA Tripower 12000TL-20	12	24 / 48	220
SMA Tripower 15000TL-20	15	24 / 48	220
SMA Tripower 20000TL-20	20	24 / 48	220

**Tabla N° 13:** Información Técnica de Inversores, **Fuente:** Auto Solar Perú

Según tabla, se tiene una serie de modelos de inversores, que básicamente dependen de su potencia, voltaje de entrada y voltaje de salida, en función a esos parámetros de prevé su aplicación.

Realizado la evaluación del procesamiento del cacao se pudo determinar el problema en el cual enfocamos dicho proyecto y nos preguntamos:

**¿Cómo dimensionar y seleccionar un sistema fotovoltaico para el secado del cacao en el Centro Poblado de Chinchavito – Chaglla – Pachitea - Huánuco?**

El presente estudio está supeditado a algunas justificaciones los cuales determinen el impacto que se puede dar en los diferentes ámbitos del entorno a estudiar.

**Conveniencia**, el actual trabajo se enfoca en la viabilidad del uso de energía fotovoltaica para mejorar el periodo de secado del cacao en la zona del C.P Chinchavito, aplicando el siguiente estudio, en conveniente el cual servirá para futuras investigaciones.

**Relevancia social**, la mejora en el tiempo de secado repercutiría en la disminución de merma y mejora en la calidad del grano del cacao, es notable porque nos permitirá aportar e indagar sobre la relación con la mejora del nivel de calidad de vida de los productores, ya que el 70% de la población se dedica a la producción del cacao como principal fuente de ingresos económicos. El nivel de producción conlleva a mantener una sostenibilidad económica para sus productores, así mismo repercutirá en la apertura de otras fuentes de ingresos económicos como podría ser el turismo.

**Implicancias prácticas**, la tecnología tendrá una injerencia directa en la mejora de tiempo de secado, el cual tiene relación con la calidad del producto, así mismo el estudio adquirido será aplicado en dicha actividad, esperando tener implicancia en los beneficios para los productores y población que participa en dicha actividad, se mantenga en el tiempo para futuras generaciones y permita una mejora continua.

**Valor teórico**, las teorías que muestran el estudio de investigación exponen que el proceso de secado del cacao presenta relación con la aplicación de nuevas tecnologías el cual repercutiría en la calidad del producto y factores asociadas, resultando factible reconocer las siguientes causas. Además, se aporta en los conocimientos de los futuros investigadores.

**Utilidad metodológica**, el estudio metodológico de la investigación en el entorno del proceso de secado del cacao, en las etapas de evaluación tal señala que estadísticamente los procedimientos previos a la actual investigación no minimizan la condición de bienestar, es por ello que se investiga por nueva metodología que ayuden a determinar la actual problemática.

Dentro del presente trabajo se tiene como hipótesis lo siguiente, el cual conlleva a alcanzar los objetivos.

**Es viable elaborar una propuesta de un sistema de suministro de energía eléctrica, a partir de energía solar, para el proceso de secado de cacao para minimizar el tiempo de dicho proceso en el C.P de Chinchavito – Chaglla – Pachitea - Huánuco.**

Como parte de nuestro aporte profesional hacia la agricultura y a la sociedad, desarrollamos el presente trabajo con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

**Nuestro objetivo general**, es elaborar una propuesta de un sistema de abastecimiento de energía eléctrica a partir de energía solar, para el proceso de secado de Cacao para minimizar el tiempo de dicho proceso del Centro Poblado Chinchavito – Chaglla - Pachitea – Huánuco.

Dicha trabajo nos conlleva a buscar objetivos específicos que nos permita la mejora en el tiempo de secado del cacao el cual repercute en la calidad del grano de dicho producto, podemos manifestar nuestros objetivos:

- Determinar la producción anual de cacao del C.P Chinchavito.
- Seleccionar los equipos en función a la capacidad de secado.
- Calculo de la potencia de los equipos a implementar.
- Dimensionar el sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a los equipos del proceso de secado.
- Evaluar el presupuesto para implementar la propuesta.

## **II.- MÉTODO:**

### **2.1.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El diseño de investigación del presente proyecto de grado es, del tipo NO Experimental. Dicho de otra manera, esta investigación no manipula a propósito las variables que busca interpretarse, sino que se satisface con la mera observación los fenómenos de su interés en su ambiente natural, para posteriormente describirlos y analizarlos sin necesidad de emularlos en un entorno controlado. Quienes tienen a cargo las investigaciones no experimentales cumplen el papel de simples observadores.

### **2.1.1.- Tipo de Investigación.**

**Investigación aplicada:** es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es ya conocido por el investigador, por lo que emplea la investigación para dar respuesta a puntos específicos del problema

La investigación aplicada tiene relación con la investigación básica, porque depende de los descubrimientos de esta última y se nutre de dichos descubrimientos.

Pero la característica más destacada de la investigación aplicada es el interés en la aplicación y en las consecuencias prácticas de los conocimientos que se han obtenido. El objetivo de la investigación aplicada es predecir un comportamiento específico en una situación definida.

Esta investigación también es conocida como empírica, ya que busca la aplicación del conocimiento previamente adquirido para resolver una situación específica.

### **2.1.2.- Nivel de Investigación.**

**La investigación descriptiva.** Es la que se utiliza para describir la realidad de situaciones, sucesos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y con fines de análisis.

En este tipo de investigación el nivel es puramente descriptivo; ya que consiste en plantear lo más relevante de un hecho o situación concreta.

De todas formas, la investigación descriptiva no solamente acumula y procesa información y datos. El investigador debe definir su análisis y los procesos que involucrará en su investigación.

### **2.1.3.- Diseño de Investigación.**

**No Experimental Transversal.** El actual estudio de investigación no manipula las variables, en este tipo de diseño, se recopilan datos a partir de un hecho específico, con el fin de describir las variables presentes y analizar los efectos en lo acontecido en la investigación. Esto significa emplear indicadores descriptivos (que describen una variable o factor) y causales (que explican los indicadores).

## 2.1.4. Matriz de Consistencia:

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cómo dimensionar y seleccionar un sistema fotovoltaico para el secado del cacao del C.P Chinchavito, Chaglla, Pachitea, Huánuco?	<b>Objetivo Principal:</b>  Elaborar una propuesta de un sistema de abastecimiento de energía eléctrica apartir de energía solar, para el proceso de secado de cacao, para minimizar el tiempo de dicho proceso del C.P Chinchavito - Chaglla - Huánuco	Es viable elaborar una propuesta de un sistema de suministro de energía eléctrica apartir de energía solar, para el proceso de secado de cacao para minimizar el tiempo de dicho proceso en el C.P Chinchavito, Chaglla, Huánuco	<b>VARIABLES independientes:</b>  Energía solar	<b>1.- Tipo de investigación:</b> Aplicada y Cualitativa
	<b>Objetivos Específicos:</b> * Determinar la producción anual del Cacao del C.P Chinchavito, Chaglla, Huanuco * Seleccionar los equipo en función a la producción. *Cálculo de potencia de los equipos a implementar * Dimensionar el sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica para los equipos del proceso de secado * Evaluar el presupuesto para implementar la propuesta		<b>VARIABLES dependientes:</b>  * Beneficio económico  * Tiempo de secado  * % merma	<b>2.- Nivel de Investigación:</b> Descriptiva
				<b>3.- Metodo:</b> Deductivo
				<b>4.- Diseño Investigación:</b> No experimental - Transversal
				<b>5.- Población:</b> * Productores de cacao del C.P Chinchavito
				<b>6.- Muestra:</b> No aplica
				<b>7.- Tecnicas:</b> Recolección de datos
				<b>8.- Instrumentos:</b> Ficha de registro de datos

Tabla N° 14: Matriz consistencia, Fuente: Propia

## 2.2.- VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.

### 2.2.1.- Variables Dependientes:

- Beneficio económico: variable que se traduce en un ingreso monetario favorable.
- Tiempo de secado: variable que permite medir la duración de la etapa de secado.
- % de merma: Perdida de volumen de cacao que infiere en la producción total, dicha variable se traduce en una pérdida económica por la disminución de la producción.

### 2.2.2.- Variables Independientes:

- Energía solar: variable que infiere directamente en los resultados finales que se espera, dicha magnitud permitirá la viabilidad de lo que se plantea.

### 2.2.3.- Operacionalización de variables:

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Energía solar	Independiente	La energía solar es la que llega a la tierra en forma de luz, calor o rayos ultravioletas, es un tipo de energía limpia y renovable (SEI centro de capacitaciones)	Nivel de energía solar que se tiene en una determinada area, para generar energía eléctrica, la cantidad de energía solar que se requiere para generar la potencia necesaria de energía eléctrica	Energía	KWH/m2	Intervalo
Beneficio Económico	Dependiente	El beneficio economico, es la ganacia que se tiene de un proceso productivo, una transaccion economica, o algun proceso comercial, el cual conlleva a un ingreso positivo de dinero (J.del real)	Es la ganacia que se obtendra con la mejora del proceso de secado de cacao, dicho beneficio se manifestara el función al volumen de producción que se tiene en un determinado tiempo	Económico	soles	Razón
Tiempo de secado	Dependiente	El tiempo es una magnitud fisica que mide la duración o separación de aconteimintos, permite el ordenamiento de sucesos en secuencia, estableciendo un pasado y un futuro (A.Correa)	Es la magnitud que nos permite determinar la duración del proceso de secado del cacao, es la que permite ver el intervalo de cambio de estado del producto como es el grano del cacao,	Proceso de secado	Horas	Intervalo
% de Merma	Dependiente	Merma es la pérdida o reducción o reducción de un cierto numero de mercancías o de la actualización de un stock que provoca una fluctuación, es decir la diferencia entre el contenido de los libros de inventario y la cantidad real de productos o mercancías dentro de un establecimiento, el cual conlleva a una perdidad monetaria (W. Kluwer)	Es una parte de la perdida de volumen de cacao de la producción total, dicha perdida se manifiesta en la reducción de beneficio económico	Volumen de producción cacao	Kg.	Intervalo

**Tabla N° 15:** Operacionalización de variables, **Fuente:** Propia

## 2.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA:

### 2.3.1.- Población

La población de la presente investigación está compuesta por el universo de productores de cacao del C.P. Chinchavito, que participan del fenómeno que fue delimitado en el estudio del problema de investigación.

### 2.3.2 Muestra

Nuestra muestra es la población el cual está compuesta por todos los productores de cacao del C.P Chinchavito.

## **2.4.- TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

Se establece la propuesta técnica del proyecto en los análisis del entorno inmediato al terreno, los aspectos sociales, culturales, ambientales y económicos, también las categorías de los visitantes, entre otros que llevan a las premisas del diseño.

### **2.4.1.- Recolección de datos**

#### **a) Técnicas**

En el actual estudio de investigación el método a utilizar es el análisis documental. En la medición o recolección de datos se tiene que cumplir dos requisitos fundamentales: confiabilidad y validez.

#### **b) Instrumentos**

El instrumento que empleamos es la ficha de registro de datos el cual nos permitirá desarrollar la presente investigación, esta es una de las etapas más delicadas; de ella dependen los resultados que se obtenga en la investigación.

En cuanto a la ficha de registro de datos nos referimos a la información obtenida a través de la Junta Agraria de Chinchavito.

La recolección de datos tiene que ver con el concepto de medición, proceso mediante el cual se obtiene la información, valor o respuesta para la variable que se investiga.

## **2.5.- PROCEDIMIENTO.**

El presente proyecto conllevo a seguir un procedimiento para recabar información, categorizar de acuerdo a su prioridad y/o importancia, aplicación de intervenciones que permitan aportes de importancia y la triangulación de la información para el planteamiento de solución.

- Determinación de producción anual: se viajó a la zona de estudio (C.P Chinchavito), para contactarnos con la Agencia Agraria de Chinchavito, expresamente con su presidente, para obtener toda la información necesaria, respecto a la producción anual del cacao, quienes llevan registro en una bitácora respecto a la producción de cada familia, así mismo para conocer de cerca su proceso y las deficiencias de estas. Las informaciones recibidas fueron de suma importancia, realizándose las prioridades e importancia de

cada una de ellas, de las cuales son: Producción de cada familia, Perdidas (merma) por el proceso de producción, especialmente en la etapa de secado. La información permitirá determinar la producción anual, los costos de beneficio, así como los costos en pérdidas de cada familia productora y las deficiencias que tiene el proceso.

- Selección de Equipos: Posterior a recopilación y procesamiento de la información respecto a la producción anual, permite la selección de equipos (maquina secadora), para el cual se solcito información a proveedores de máquinas secadoras de grano de cacao, para analizar los tipos y modelos que existen en el mercado nacional, para el cual se contó con una serie de informaciones, en el cual se determina la maquina eficiente y aplicable a nuestra propuesta.
- Determinación de la Potencia de los equipos a implementar: Con la información obtenida de los parámetros que determinan el secado del cacao y aplicando las formulas correspondientes, nos permite analizar, calcular y determinar la potencia de cada máquina y accesorios, dichos parámetros nos establecen la potencia total del sistema de secado propuesto.
- Dimensionamiento del sistema de suministro de energía eléctrica a partir de energía solar: Se recaba información de proveedores de equipos de sistema de generación fotovoltaico (paneles, inversores, accesorios eléctricos), analizándose y verificándose cada característica de los componentes, que nos permiten determinar los componentes a utilizar y optimizándose cada una de ellas; La determinación y cálculos correspondientes de los componentes del sistema, está asociada a la potencia instalada, que nos permiten determinar la potencia de generación requerida.
- Evaluación del presupuesto para implementar la propuesta: se recaba cotizaciones de proveedores de maquina secadora, equipos fotovoltaicos, específicamente de los equipos a utilizar para nuestra propuesta, evaluándose y validándose cada cotización recibida, que nos permita determinar los mejores costos de cada equipos propuesto, realizándose el presupuesto y análisis de costo para el planteamiento final, que permite la factibilidad del proyecto con



respecto a la inversión requerida para cumplir con dicho objetivo; es uno de los puntos más críticos, debido a que los proyectos pueden realizarse siempre y cuando los costos son viables en función a la mejora del proceso, vale decir tener un costo beneficio a corto o mediano plazo.

## **2.6.- MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.**

### **2.6.1.- Gestión de Datos.**

Los programas informáticos que hoy nos ofrece la tecnología, permite realizar los cálculos estadísticos, apoyándonos en el manejo y gestión de datos.

La técnica a utilizar es lo más importante para describir una situación, el cual permite encontrar una relación entre una o más variables o hacer una inferencia estadística. En este caso referidas al programa SPSS. Este proceso en el campo del análisis de la información tiene como objetivo:

- Cuantificar los procesos, problemas de investigación- descripción de variables.
- Clasificaciones, comparativas, diferencias o tipologías.
- Relaciones entre variables sociológicas -asociaciones y correlaciones.

### **2.6.2.- Distribución de Frecuencias**

Consiste en ordenar y clasificar los valores observados en una variable con respecto a su magnitud numérica. Permite mostrar al investigador la forma como ciertos puntos o características están distribuidos.

La distribución de frecuencias es una tabla que clasifica los datos, es decir, en grupos de valores que describen una característica de los datos y tiene la siguiente estructura:

- Categorías de la variable
- Frecuencias: número de casos en cada categoría
- Frecuencias relativas: porcentajes de casos en cada categoría
- Frecuencias acumuladas: porcentaje de casos que se acumulan en cada categoría desde la más baja hasta la más alta.

Al analizar la distribución de los valores de una variable, se realiza una lectura global de los datos Buscando una explicación de la variabilidad, de la característica, propiedad o variable.

### **2.6.3.- Procedimiento SPSS.**

Además del cálculo de estadísticas, sirve también para observar y depurar datos. Uno de los productos en el visor de resultados es una tabla distribución de frecuencias que muestra las frecuencias relativas, es decir, los porcentajes de casos en cada categoría. Las distribuciones de frecuencias relativas se grafican mediante histogramas o como polígonos de frecuencias.

#### **a) Análisis Estadístico de los Datos**

Una segunda aproximación al análisis de los datos, se enfoca en el uso de estadísticos descriptivos. Esto es, se describe un conjunto de variables sintetizando sus características en índices numéricos que representen correctamente a ese conjunto de características.

Para lograrlo se debe considerar las siguientes preguntas básicas.

- ¿Cómo presentamos los datos, cuál es la ubicación o localización de los datos?

El procedimiento comúnmente usado, para responder esta interrogante, son las medidas de tendencia central, que permiten sintetizar el comportamiento de un conjunto de datos alrededor de un punto de referencia, como: La Moda; la Media; la Mediana

- ¿Los datos respecto a sus puntos de agrupación y localización están concentrados o dispersos?

Para determinar la concentración o dispersión de los datos alrededor de la media en una distribución, se usa frecuentemente los conceptos de: Rango de variación, Valores percentiles, Desviación estándar o típica

- ¿Existe relación en el comportamiento de las variables?

### **2.6.4.- Interpretación de Datos.**

Los gráficos o figuras constituyen uno de los medios más usados para la presentación y análisis de la información estadística. Ya que esta manera es la más eficaz y de mejor entendimiento que hay en vez de presentarlo de manera textual o numérica.

### **2.6.5.- Tipos de Figuras o Gráficos.**

Las figuras o gráficos de mayor uso y por lo tanto aplicadas en el presente tema de investigación son los siguientes:

#### **Histogramas de Frecuencia:**

Estas figuras representan la información de cada una de las categorías de las variables en forma de rectángulos proporcionales, se aplicarán principalmente para representar los datos de una variable discreta.

#### **Polígonos de Frecuencias:**

Para reproducir las distribuciones de frecuencias propias de un nivel de intervalo, utilizaremos los gráficos en forma de la serie de líneas rectas conectados entre sí uniendo los intervalos a lo largo del eje horizontal y puntos medios.

#### **Gráficos de Barras:**

Para representar los datos cualitativos y cuantitativos se emplearán diferentes tipos de gráficos de barras, cada una con ciertas características para su entendimiento.

#### **Gráficos o figura de círculos o de pastel:**

Se aplicará también para representar los datos cualitativos y cuantitativos, se realizará en forma de círculos que se divide tanto sectores como categorías, se tienen de manera que el área que corresponda a cada categoría sea proporcional a su importancia relativa o porcentual.

## **2.7.- ASPECTOS ÉTICOS.**

### **2.7.1.- Ambiente:**

En el presente estudio la propuesta de solución propiciara el cuidado del medio ambiente por ser una fuente de energía renovable (energía fotovoltaica).

### **2.7.2.- Confidencialidad:**

Para cumplir con las consideraciones éticas necesarias se guarda absoluta discreción de los datos personales de las personas que participan como colaboradores informantes para esta investigación.

### 2.7.3.- Objetividad:

Para el estudio de información proporcionada, se apoyará en criterios técnicos u fundamentos teóricos para que conlleve a un planteamiento viable.

### 2.7.4.- Originalidad:

Se citará la bibliografía respectiva consultada para el proyecto, con la finalidad de demostrar que no hay copia intelectual.

### 2.7.5.- Veracidad:

La información utilizada en dicho proyecto cuenta con la veracidad de las fuentes, así mismo comprometiéndonos a los cuidados de confidencialidad.

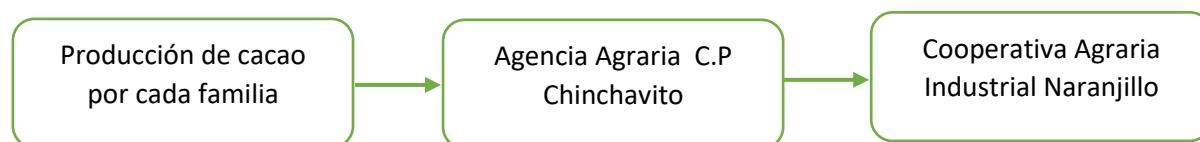
### 2.7.6.- Respeto:

La propuesta de mejoramiento fomentará el respeto a los derechos laborales en la zona materia de estudio.

## III.- RESULTADOS:

### 3.1.- DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL C.P. CHINCHAVITO.

Con el apoyo de la Agencia Agraria C.P Chinchavito, se pudo obtener datos el cual nos permitieron determinar la producción anual de cacao en el C.P Chinchavito, dicha información corresponde a los años 2017 y 2018. Se puede observar que hubo un incremento de la producción, debido a la inclusión de nuevas técnicas de cultivo. Las tablas correspondientes nos indican la producción por cada familia, el cual conlleva a una producción global anual del cacao. El proceso de recaudación de la producción de cacao se da a través de la Agencia Agraria del C.P Chinchavito, quien a su vez obtenido la producción global, lo transfiere hacia la Cooperativa Agraria Industrial Tambillo, quien es la encargada de comprar toda la producción.



**Fig. N° 18:** Flujograma de captación de la producción de cacao, **Fuente:** propio

Según la figura que se muestra, el proceso de comercialización del cacao se da de acuerdo al flujograma indicado; los productores entregan toda su producción a la Agencia Agraria de Chinchavito (AACH), quien es la encargada de recolectar la

totalidad de la producción que se da en el C.P. Chinchavito, dicha cooperativa entrega a la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo (CAIN), la totalidad de la producción recaudada. Se observa que tienen un proceso ordenado de comercialización de dicho producto.

PRODUCCION FEBRERO 2017				
FAMILIA	AREA DE PARCELA (HA)	PRODUCCIÓN BRUTO (kg)	PRODUCCIÓN UTIL(kg)	PERDIDA X MERMA (Kg.)
Meza	4	3200.00	2816.00	384.00
Palomino	3	2280.00	2248.08	31.92
Figueroa	4	3280.00	2968.40	311.60
Lajara	3	2700.00	2376.00	324.00
Malpartida	4	3580.00	3329.40	250.60
Ambicho	4	3340.00	3032.72	307.28
Obregon	3	2775.00	2469.75	305.25
<b>TOTAL PRODUCIDO (kg)</b>		<b>21155.00</b>	<b>19240.35</b>	<b>1914.65</b>

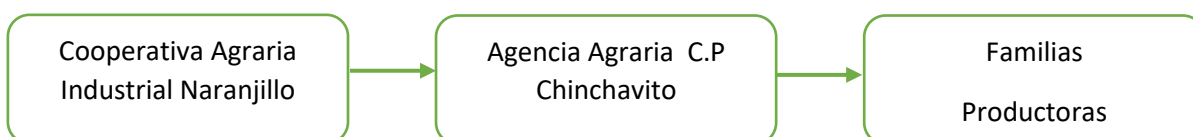
**Tabla N° 19:** Producción anual 2017, **Fuente:** Agencia Agraria Chinchavito

Según la tabla N° 19, nos muestra la producción por cada familia, siendo la familia Ambicho, el mayor productor de dicho grano, esto básicamente por contar una mayor extensión de sembrío y seguramente una mejor técnica de cultivo.

PRODUCCION FEBRERO 2018				
FAMILIA	AREA DE PARCELA (HA)	PRODUCCIÓN BRUTO (kg)	PRODUCCIÓN UTIL(kg)	PERDIDA X MERMA (Kg.)
Meza	4	3736.00	3433.38	302.62
Palomino	3	2862.00	2587.25	274.75
Figueroa	4	3448.00	3213.54	234.46
Lajara	3	2913.00	2679.96	233.04
Malpartida	4	3532.00	3284.76	247.24
Ambicho	4	3624.00	3315.96	308.04
Obregon	3	2991.00	2802.57	188.43
<b>TOTAL PRODUCIDO (kg)</b>		<b>23106.00</b>	<b>21317.42</b>	<b>1788.59</b>

**Tabla N° 20:** Producción anual 2018, **Fuente:** Agencia Agraria Chinchavito

La producción en el C.P tuvo un incremento con respecto al año anterior, tal como se muestra en la tabla N° 20, esta mejora básicamente se debe a una mejora en la técnica de cultivo, los cuales fueron implementadas por entidades gubernamentales como parte del programa de cultivo alternativo.



**Fig. N° 19:** Flujograma de transferencia económica, **Fuente:** propio

Según la fig. se puede deducir el intercambio económico por la producción de cacao de cada familia, el cual se da a través de la Agencia Agraria C.P Chinchavito, quien es la encargada de recibir el intercambio monetario de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo.

Así mismo con la información obtenida, se pudo determinar el ingreso económico de cada familia en función a la producción de cada una de ellas.

<b>GANANCIA VENTA FEBRERO 2017 (costo Kg. S/ 7.00)</b>		
<b>FAMILIA</b>	<b>GANANCIA UTIL(S/)</b>	<b>PERDIDA X MERMA S/</b>
Meza	19,712.00	3,648.00
Palomino	15,736.56	303.24
Figueroa	20,778.80	2,960.20
Lajara	16,632.00	3,078.00
Malpartida	23,305.80	2,380.70
Ambicho	21,229.04	2,919.16
Obregon	17,288.25	2,899.88
<b>TOTALES</b>	<b>134,682.45</b>	<b>18,189.18</b>

**Tabla N° 21:** Ganancia anual 2017, **Fuente:** Agencia Agraria Chinchavito

Según la tabla, se puede verificar que existe una pérdida económica el cual se manifiesta a través de la ganancia que no se obtiene por la merma (pérdida de parte del producto), dicho costo cambia de acuerdo a la producción de cada familia, lamentablemente esto es un costo el cual cada familia deja de percibir.

<b>GANANCIA VENTA FEBRERO 2018 (costo Kg. S/ 7.50)</b>		
<b>FAMILIA</b>	<b>GANANCIA UTIL(S/)</b>	<b>PERDIDA X MERMA S/</b>
Meza	25,750.38	2,874.85
Palomino	19,404.36	2,610.14
Figueroa	24,101.52	2,227.41
Lajara	20,099.70	2,213.88
Malpartida	24,635.70	2,348.78
Ambicho	24,869.70	2,926.38
Obregon	21,019.25	1,790.11
<b>TOTALES</b>	<b>159,880.61</b>	<b>16,991.56</b>

**Tabla N° 22:** Ganancia anual 2018, **Fuente:** Agencia Agraria Chinchavito

Según la tabla, las pérdidas por merma se han incrementado, con referente al año anterior, esto es básicamente por un crecimiento de producción, ya que dichas pérdidas están relacionados directamente proporcional con el volumen de producción estas pérdidas representan un perjuicio a cada familia productora.

### 3.2.- SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL PROCESO DE SECADO.

Según el cuadro de producción anual, nos permite elegir una maquina secadora de granos idóneo para este proceso, el cual permitirá reducir el tiempo del proceso de secado y por ende mejorare la calidad del grano y disminuir la cantidad de merma, el cual repercute en el beneficio económico de cada familia. Con el apoyo de la empresa SIRCA Perú, quien es proveedora de estos tipos de máquinas, nos remitió las diferentes modelos que tienen en el mercado; haciendo una evaluación se determina por el modelo SRF-250AM, el cual nos permite una capacidad de 2 toneladas de grano de cacao para el secado correspondiente en un solo proceso. No solo se evalúa la capacidad de secado, también se verifica la potencia de la máquina, ya que va determinar el diseño del sistema de generación de energía eléctrica a partir de la energía solar (sistema de generación fotovoltaica).

MAQUINAS SECADORAS ROTATIVAS ELÉCTRICAS				
MODELO	CAPACIDAD	POTENCIA	TENSION	
	Kg.	Sistema Tracción (HP/KW)	V	
SRF-50AM	40	1 / 0.75	220/380	monof./trif.
SRF-100AM	75	1.5 / 1.10	220/380	monof./trif.
SRF-150AM	150	1.75 / 1.30	220/380	monof./trif.
SRF-250AM	250	2 / 1.5	220/380	monof./trif.

**Tabla N° 23:** Datos Técnicos de Maquinas secadora, **Fuente:** SIRCA Perú

En la tabla N° 23, se indica (resaltado en amarillo) la maquina a utilizar como prototipo para nuestro proyecto, para la selección del tipo de maquina con las características indicadas, se tuvo en cuenta la producción total que se tiene en dicho Centro Poblado.

### 3.3.- CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LOS EQUIPOS A IMPLEMENTAR.

Teniendo la maquina giratoria idónea para el procesamiento de secado del cacao, se procede a calcular la potencia del sistema de inyección de aire caliente a la maquina giratoria, el cual complementa al sistema de secado de cacao; se define la potencia total del sistema de secado de cacao el cual permitirá cumplir eficientemente con el proceso de secado. La potencia total del sistema es de 16KW, el cual se involucran todo el equipamiento requerido

#### Cálculo de potencia del sistema de transferencia de calor (sistema de calefacción).



**Fig. N° 20:** Sist. Transf. de calor, **Fuente:** propia

Al sistema se inyecta una masa de aire caliente (transferencia por convección), el cual se transfiere a la masa húmeda de cacao, durante un tiempo, saliendo del sistema el calor con temperatura mínima. Se ejecutan los cálculos correspondientes para hallar la potencia del sistema de inyector de calor.

Masa inicial ( $m_1$ ) = 250 Kg. % de humedad inicial ( $W_1$ ) = 75%.

Masa húmeda ( $m_h$ ) =  $m_1 * W_1 = 250\text{Kg} * 0.75 = 187.50 \text{ Kg}$ .

Masa seca ( $m_s$ ) =  $m_1 * (1 - W_1) = 250\text{Kg} * 0.25 = 62.50 \text{ Kg}$ .

% humedad final ( $W_2$ ) = 7%

Masa Final ( $m_2$ ) =  $m_s + (m_s * W_2) = 62.50 \text{ Kg} + (62.50 \text{ Kg} * 0.07) = 66.90 \text{ Kg}$ .

Masa Evaporada ( $m_e$ ) =  $m_1 - m_2 = 250 \text{ Kg} - 66.90 \text{ Kg} = 183.10 \text{ Kg}$ .



**Calculo de transferencia de calor (Q):**

$$Q = m_1 * c_p * (T_f - T_i) + m_e * l_v = 250 \text{ Kg.} * 3 * (50 - 22) + 183.10 \text{ Kg} * 2510$$

$$Q = 21,000 + 459,581 = 480,581 \text{ KJ}$$

$$\text{Tiempo de secado (t}_s) = 6\text{h} \longrightarrow t_s = 6 * 3600 \text{ seg.} = 21600 \text{ seg.}$$

Calculo de velocidad de transferencia de calor (Q).

$$Q = \frac{480,581 \text{ KJ}}{21600 \text{ seg.}} \longrightarrow Q = 22.23 \text{ KW} \longrightarrow Q = 23.00 \text{ KW}$$

**Calculo de potencia del sistema de inyección de aire (ventilador).**

$$Q = m_{\text{aire}} * c_p * (T_f - T_i) \longrightarrow m_{\text{aire}} = \frac{Q}{c_p * (T_f - T_i)}$$

$$m_{\text{aire}} = \frac{23.00 \text{ Kw}}{1.17 * (55 - 20)} \longrightarrow m_{\text{aire}} = 0.56 \text{ Kg/s}$$

$$V_{\text{aire}} = \frac{m_{\text{aire}}}{\rho_{\text{aire}}} \longrightarrow V_{\text{aire}} = \frac{0.56 \text{ kg/s}}{1.225 \text{ kg/m}^3} \longrightarrow V_{\text{aire}} = 0.46 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{aire}} = 1,656 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (Caudal de aire)}$$

$$\text{Masa del aire (} m_{\text{aire}}) = 0.56 \text{ Kg/s}$$

$$\text{Caudal del aire (} V_{\text{aire}}) = 1,656 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Diferencia de presión (} \Delta P_{\text{tv}}) = 900 \text{ Pa.}$$

$$\text{Eficiencia del sistema (} \eta) = 70\%$$

$$\text{Potencia del Sistema (} P_V) = \frac{\Delta P_{\text{tv}} * V_{\text{aire}}}{\eta}$$

$$P_V = \frac{900 * 0.46}{0.7} \longrightarrow P_V = 0.60 \text{ Kw}$$

Modelo	MC	EC	VSD	SR	$\eta_e$ [%]	N	[kW]	[m <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[RPM]
CMRS-350-2T-4	B	T	NO	1.01	68,9%	74,1	3,22	5375	151,37	2909
CMRS-350-4T-0.5	B	T	NO	1.00	51,4%	66,0	0,41	2077	37,03	1410
CMRS-400-2T-5.5	B	T	NO	1.02	71,0%	74,6	4,54	7095	166,64	2883
CMRS-400-2T-7.5	B	T	NO	1.02	64,3%	66,9	5,69	6843	196,27	2928

**Fig N° 21:** Tipos de ventiladores, **Fuente:** Catalogo Heavy Duty

Con el caudal obtenido se determina el modelo CMRS-350-4T-0.5, el cual tiene un caudal más cercano a lo calculado (2077 m<sup>3</sup>/h), con una potencia de 0.41 Kw.

De acuerdo a los cálculos realizados, se obtienen la potencia de las maquinas a utilizar en el sistema, se describe cada una de ellas pero en función a los equipos que se comercializan en el mercado, los cuales se determina la potencia mediante los datos de sus catálogos técnicos respectivos, el cual se debe ajustar a los datos de cálculo.

<b>EQUIPOS DEL SISTEMA DE SECADO</b>		
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA (KW)</b>
Maquina rotativa	1 und	1.50
Sist. Transf. Calor (Calefactor) / 1200W	2 jgos	24.00
Sist. Inyección de aire (ventilador) / 2077 m <sup>3</sup> /h	1 und	0.50
Otros (tomacorrientes)	1 jgo	1.00
<b>Potencia Total</b>		<b>27.00</b>

**Tabla N° 24:** Potencia Instalada, **Fuente:** propia

En la tabla N° 24, se describe la potencia de cada equipo y/o accesorios que se requiere para implementar un sistema de secado mediante un sistema fotovoltaico, la suma de dichas potencias nos permitirá establecer una fuente energética para el accionamiento de la maquina planteada. Para este caso se tiene una potencia total de 27.00 Kw.

### **3.4.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.**

Se determina un sistema de generación autónomo, el cual la generación de energía eléctrica es directamente de la energía solar, el cual se da mediante la aplicación de equipos. Conociendo la potencia instalada se procede al diseño del sistema de generación de energía eléctrica con una potencia de suministro mayor a la demanda establecida (16Kw). Como parte del diseño, se establece el equipamiento necesario para la implementación del sistema. Así mismo se realiza el cálculo de cantidad de paneles a utilizar de acuerdo a la demanda.

Para realizar el cálculo de cantidad de paneles a implementar se aplica las siguientes formulas:

### Cálculo del consumo de energía del sistema de secado:

De acuerdo a la potencia obtenida de cada equipo, se caculo el consumo de energía diario de cada uno de ellos el cual se detalla en la siguiente tabla.

CONSUMO ENERGETICO DE EQUIPOS DE SECADO				
EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA (KW)	TIEMPO DE OP. (h)	ENERGIA (KWh)
Maquina rotativa	1 und	1.50	6.00	9.00
Sist. Transf. Calor (Calefactor) / 1200W	2 jgos	24.00	6.00	144.00
Sist. Inyección de aire (ventilador) / 2077 m3/h	1 und	0.50	6.00	3.00
Otros (tomacorrientes)	1 jgo	1.00	2.00	2.00
<b>ENERGÍA CONSUMIDA</b>				158.00

**Tabla N° 25:** Consumo de energía, **Fuente:** propio

Para el cálculo total de la demanda de energía, se debe considerar el rendimiento del inversor, ya que es una etapa previa entre los paneles y la carga.

$$E_T = E_C / \eta_{inv.}$$

Donde:

$$E_T = \text{Energía total} \quad E_C = \text{Energía consumida} \quad \eta_{inv.} = \text{Eficiencia del inversor}$$

$$E_T = 158.00 \text{ KWh} / 0.98 \quad \longrightarrow \quad E_T = 161.22 \text{ KWh} / \text{ día}$$

### Energía solar incidente:

La energía solar incidente en cada departamento de nuestro país es diferente, dicho parámetro es de suma importancia para determinar parte de la viabilidad de un sistema fotovoltaico, los valores de energía solar son variables en el año, debido a los factores climáticos de cada departamento. Los valores de energía solar incidente están tabulados por las instituciones gubernamentales, en nuestro país la encargada es el SENAMHI, del cual tomamos la información respectiva para nuestro proyecto. Dicho parámetro se determina como hora pico solar (HSP).

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA							
UNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
KWh / m <sup>2</sup>	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	4.79
UNIDAD	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
KWh / m <sup>2</sup>	7.50	7.00	6.50	6.00	5.50	5.00	

**Tabla N° 26:** Energía solar incidente – Huánuco, **Fuente:** Senamhi

### **Dimensionamiento de celdas fotovoltaico:**

Para determinar la cantidad de paneles se deben tener en cuenta la energía total calculada del sistema de proceso de secado, la energía solar incidente en la zona (HSP), la potencia pico del panel a utilizar; para nuestros cálculos se considera los siguientes parámetros:

$E_T = 161.22$  KWh / día, dicha demanda energética es la suma de demanda energética de cada equipo que integra el sistema de proceso de secado de cacao.

$HSP = 7.00$  KWh/m<sup>2</sup>, debido a que el mes de Julio, Agosto, los agricultores programan su cosecha, justamente para aprovechar la temporada de verano en dicha zona y poder aprovechar la mayor incidencia de la energía solar.

$E_P = 0.50$  Kw, es la potencia máxima del panel, se selecciona dicha potencia de panel con la finalidad de obtener menor cantidad de paneles y por consiguiente menor área para su instalación.

Se aplica la siguiente fórmula para el cálculo de número de paneles:

$$N^{\circ} \text{ Paneles (N.P)} = \frac{E_T}{HSP \times P_p}$$

**Donde:**

**N.P** = Numero de Paneles, **E<sub>T</sub>**= Energía total, **HSP** = Hora solar pico,

**P.P** = Potencia Panel

<b>CÁLCULO DE NUMERO DE PANELES SOLARES</b>		
<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Potencia Total Instalada (Pt)	Kw	27.00
Tiempo de operación (top)	h	6.00
Energía total ( E )	Kw-h	161.22
Hora piso solar - Huánuco (HSP)	KWh/m2	7.00
Potencia de panel (Pp)	Kw	0.50
Numero de Paneles (N.P)	und	46.06

**Tabla N° 27:** Cálculo de numero de Paneles Solares, **Fuente:** Propia

En la tabla N° 27, se indica todos los parámetros necesarios para el cálculo de cantidad de paneles a utilizar para una potencia total de 27.00 KW, el cual es necesario para accionar los equipos del sistema de secado.

Según formula indicada, nos permite el cálculo de total de paneles a considerar para la implementación del sistema fotovoltaico, obteniendo un total de 46.06 paneles de potencia máxima de 500 Wp, dado el valor decimal, se determina un total de 48 paneles solares los cuales estarán distribuidos en dos grupos, de una potencia de 12 KW cada grupo (24 paneles\*0.50 Kw).

<b>PANEL SOLAR</b>			
<b>TIPO</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>VOLTAJE (VDC)</b>	<b>MEDIDAS (alto*ancho)</b>
Policristalino	100	12	800mm* 400mm
Policristalino	150	12	900mm* 450mm
Policristalino	200	12	900mm* 500mm
Policristalino	320	24	1200mm* 650mm
Policristalino	500	24	1600mm* 800mm

**Tabla N° 28:** Tipos de paneles, **Fuente:** Auto solar

En la tabla N° 28, se indica todas las características de los diferentes paneles que se tienen en el mercado, para nuestro proyecto se determina el de potencia  $P_p = 500W_p$  y  $V_{dc} = 24V$ , el cual en conjunto, satisface la potencia requerida para el accionamiento de los equipos.

#### **Paneles conexiados en serie:**

Obtenido la cantidad de paneles que forman el sistema fotovoltaico, se procede a calcular la cantidad de paneles conectados en serie por rama, por cada grupo de paneles,

para el cual se requiere la tensión de operación, la tensión nominal de los paneles y la cantidad de paneles de cada grupo de paneles.

La cantidad de paneles conectados en serie en cada rama de cada grupo es:

$$N_S = V_{OP} / V_{NP} \quad \longrightarrow \quad N_S = 48 \text{ V} / 24\text{V} \quad \longrightarrow \quad N_S = 2 \text{ und}$$

**Donde:**

$N_S$  = Numero de paneles conectados en serie en cada rama,

$V_{OP}$  = Tensión de operación,  $V_{NP}$  = Tensión nominal de cada panel.

### **Paneles conexionados en paralelo:**

Obtenido la cantidad de paneles que se conectaran en serie en cada rama por cada grupo de paneles del sistema fotovoltaico, se procede a calcular la cantidad de paneles conectados en ramas paralelo, para el cual se requiere la cantidad de paneles de cada grupo de paneles y la cantidad de paneles conectados en serie en cada rama.

La cantidad de paneles conectados en rama paralelo es:

$$N_P = N_T / N_S \quad \longrightarrow \quad N_P = 24 / 2 \quad \longrightarrow \quad N_P = 12 \text{ und}$$

**Donde:**

$N_P$  = Número de paneles conectados en rama paralelo,  $N_T$  = Número total de paneles en cada grupo,  $N_S$  = Número de paneles conectados en serie en cada rama

### **Dimensionamiento del inversor de tensión:**

Se utilizará dos inversores, debido a la alta potencia total del sistema fotovoltaico, no es viable conectar el total de paneles a un solo inversor, por lo que se distribuye en dos grupos, los cuales se conectar cada grupo a un inversor respectivamente. Para dimensionar el inversor se toma los siguientes parámetros:

$$P_{tg} = N_T * P_p \quad \longrightarrow \quad P_{tg} = 24 * 0.50 \text{ Kw} \quad \longrightarrow \quad P_{tg} = 12.00 \text{ Kw}$$

**Donde:**

$P_{tg}$  = Potencia total de cada grupo de paneles,  $N_T$  = Número total de paneles en cada grupo,  $P_P$  = Potencia de cada panel

Determinado la potencia de cada grupo de paneles, se procede a determinar la potencia del inversor requerido:

$$P_s = P_e / \eta \quad \longrightarrow \quad P_s = 12.00 \text{ KW} / 0.90 \quad \longrightarrow \quad P_s = 13.33 \text{ KW}$$

**Donde:**

$P_s$  = Potencia total de salida del inversor,  $P_e$  = Potencia de entrada al inversor  
 $\eta$  = Eficiencia del inversor.

De acuerdo a los cálculos, se determina el uso de un inversor para cada grupo de paneles de la marca SMA, modelo 15000TL, el cual tiene una potencia pico de 15.00 KW, una tensión de regulación de ingreso de 48 VDC y una tensión de salida de 220VAC

**Dimensionamiento de cables:**

➤ Tramo grupo de paneles - inversor:

$$I = \frac{P}{V} \quad I = \frac{12.00 \text{ Kw}}{48 \text{ V}} \quad \longrightarrow \quad I = 250.00 \text{ A}$$

Con la corriente que circulara en dicho tramo se verifica en tabla de la marca Indeco y se determina el conductor del tipo WS de 2(2-1x1/0 awg).

**TABLA DE DATOS TECNICOS WS**

CALIBRE	SECCION	Nº HILOS	DIAMETRO HILO	ESPESOR CUBIERTA	DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO	AMPERAJE (*)
AWG	mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	Kg/Km	A
6	13.3	259	0.251	1.85	9	163	145
4	21.2	161	0.402	1.85	10.3	240	190
2	33.6	256	0.402	1.85	11.9	360	254
1/0	53.5	1064	0.251	2.21	14.8	574	354
2/0	67.4	1311	0.251	2.21	15.9	693	409
3/0	85	1634	0.251	2.67	18.2	875	472
4/0	107.2	2072	0.251	2.67	19.8	1090	545

**NOTA:** EL AMPERAJE DADO ES PARA UN SERVICIO DE INTERMITENCIA DEL 30 %; PARA OBTENER EL AMPERAJE EN TRABAJO CONTINUO MULTIPLICAR POR EL FACTOR 0.55

(\*) TEMPERATURA AMBIENTE: 30°C

**Fig. N° 22:** Capacidad de corriente de cables tipo WS, **Fuente:** Catalogo Indeco

➤ Tramo Inversor - Tablero de distribución (TD):

$$I = \frac{P}{0.8 \times V \times 1.73} \quad I = \frac{15 \text{ Kw}}{0.8 \times 220V \times 1.73} \quad I = 49.26 \text{ A}$$

Según tabla Indeco para la corriente obtenida se selecciona el cable del tipo N2XOH de 3-1x4mm<sup>2</sup>

**Datos Eléctricos FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Triple**

Sección [mm <sup>2</sup> ]	Amperaje enterrado 20°C [A]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto a 20°C [A]
4	65	55	55
6	85	65	68
10	115	90	95
16	155	125	125
25	200	160	160
35	240	200	195
50	280	240	230
70	345	305	275
95	415	375	330
120	470	435	380
150	520	510	410
185	590	575	450
240	690	690	525

**Fig. N° 23:** Corriente admisibles en conductores, **Fuente:** Catalogo Indeco

➤ Tramo tablero de distribución (TD) – Maquina rotativa

$$I = \frac{P}{0.8 \times V \times 1.73} \quad I = \frac{1.5 \text{ Kw}}{0.8 \times 220V \times 1.73} \quad I = 4.93 \text{ A}$$

Según corriente calculado se recurre al catálogo Indeco y se determina el cable tipo NH-80 de 3(1x1.5mm<sup>2</sup>).

**TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80**

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51

**Fig. N° 24:** Corriente admisible de cable tipo NH-80, **Fuente:** Catalogo Indeco



- Tramo tablero de distribución (TD) – Calefactor

$$I = \frac{P}{0.8 \times V \times 1.73} \quad I = \frac{24.00 \text{ Kw}}{0.8 \times 220V \times 1.73} \quad I = 78.82 \text{ A}$$

Según consumo de la carga se determina el cable del tipo N2XOH de 3-1x10mm<sup>2</sup>., dicho conductor soporta una corriente de 90 A a 30°C, según tabla Indeco, como se muestra en la fig. 23

- Tramo tablero de distribución (TD) – Ventilador

$$I = \frac{P}{0.8 \times V \times 1.73} \quad I = \frac{0.50 \text{ Kw}}{0.8 \times 220V \times 1.73} \quad I = 1.64 \text{ A}$$

Según corriente calculado se recurre al catálogo Indeco indicado en fig. N° 2 y se determina el cable tipo NH-80 de 3(1x1.5mm<sup>2</sup>).

- Tramo tablero de distribución (TD) – Tomacorrientes

$$I = \frac{P}{0.8 \times V \times 1.73} \quad I = \frac{1.00 \text{ Kw}}{0.8 \times 220V \times 1.73} \quad I = 3.28 \text{ A}$$

Según corriente calculado se recurre al catálogo Indeco indicado en fig. N° 2 y se determina el cable tipo NH-80 de 3(1x1.5mm<sup>2</sup>).

### Calculo de la Corriente de cortocircuito:

Para realizar el cálculo de dicho parámetro se considera la impedancia mas baja de la carga del sistema, esto con la finalidad que el dispositivo de que va proteger dicho circuitos tenga la capacidad de corriente mayor a lo calculado y no se dañe dicho dispositivo (Interruptores termo magnéticos y/o interruptores diferenciales).

$$I_{cc} = \frac{U_n}{Z_{cc}} \quad I_{cc} = \frac{220 \text{ V}}{0.04 \Omega} \quad I_{cc} = 5500.00 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 5 \text{ KA}$$

**Donde:**

**I<sub>cc</sub>** = corriente de cortocircuito      **U<sub>n</sub>** = Tensión nominal del sistema

**Z<sub>cc</sub>** = Impedancia de cortocircuito de la carga (motor).

Asumiendo que el cortocircuito se origina simultáneamente en las cargas, se puede seleccionar un dispositivo de protección con la suma total de esas corrientes de cortocircuito, el cual sería un dispositivo con capacidad de ruptura mínima de 20KA. A 220Vac.

**Sistema de puesta a tierra:**

Para la protección de nuestras instalaciones, personal ante descargas eléctricas, se considera la ejecución de un pozo a tierra cumpliendo las exigencias técnicas del código nacional de electricidad, quien indica la sección 3 – 036.B que la resistencia de dicho pozo no debe ser mayor a 25Ω

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * l} * \left[ \text{Ln} \left( \frac{4l}{a} \right) - 1 \right] \quad \mathbf{R = \frac{100 \Omega\text{-m}}{2 * 3.14 * 2.40\text{m}} * \left[ \text{Ln} \left( \frac{4 * 2.40\text{m}}{0.019\text{m}} \right) - 1 \right]}$$

$$\mathbf{R = 35.69 \Omega}$$

Donde:

R = Resistencia de pozo a tierra en ohmios (Ω)

ρ = Resistividad del terreno (Ω-m), se asume 100 Ω-m, según tabla N° 24, de anexos.

l = Longitud de varilla (m), se selecciona un varilla de cobre de 2.40m.

a = Diámetro de la varilla de cobre (m), se selecciona una varilla de ¾” equivalente a 0.019m

Según los resultados no es factible utilizar un solo pozo a tierra por lo que se propone dos pozos a tierra conectados en paralelo.

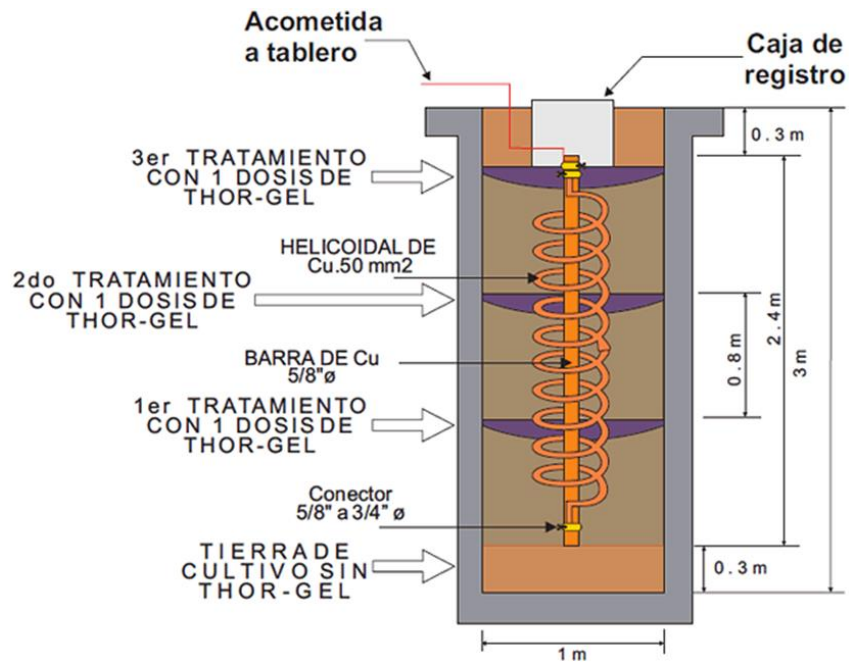
$$\mathbf{Req = \frac{R1 * R2}{R1 + R2} \quad Req = \frac{35.69\Omega * 35.6\Omega}{35.69\Omega + 35.6\Omega} \quad Req = 17.85 \Omega}$$

**Donde:**

R1 = Resistencia de pozo a tierra N° 1 (Ω)

R2 = Resistencia de pozo a tierra N° 2 (Ω)

Req = Resistencia Equivalente (Ω), valor de nuestro sistema de puesta a tierra.



**Fig. N° 25:** Pozo a tierra, **Fuente:** Catalogo Thor-Gel

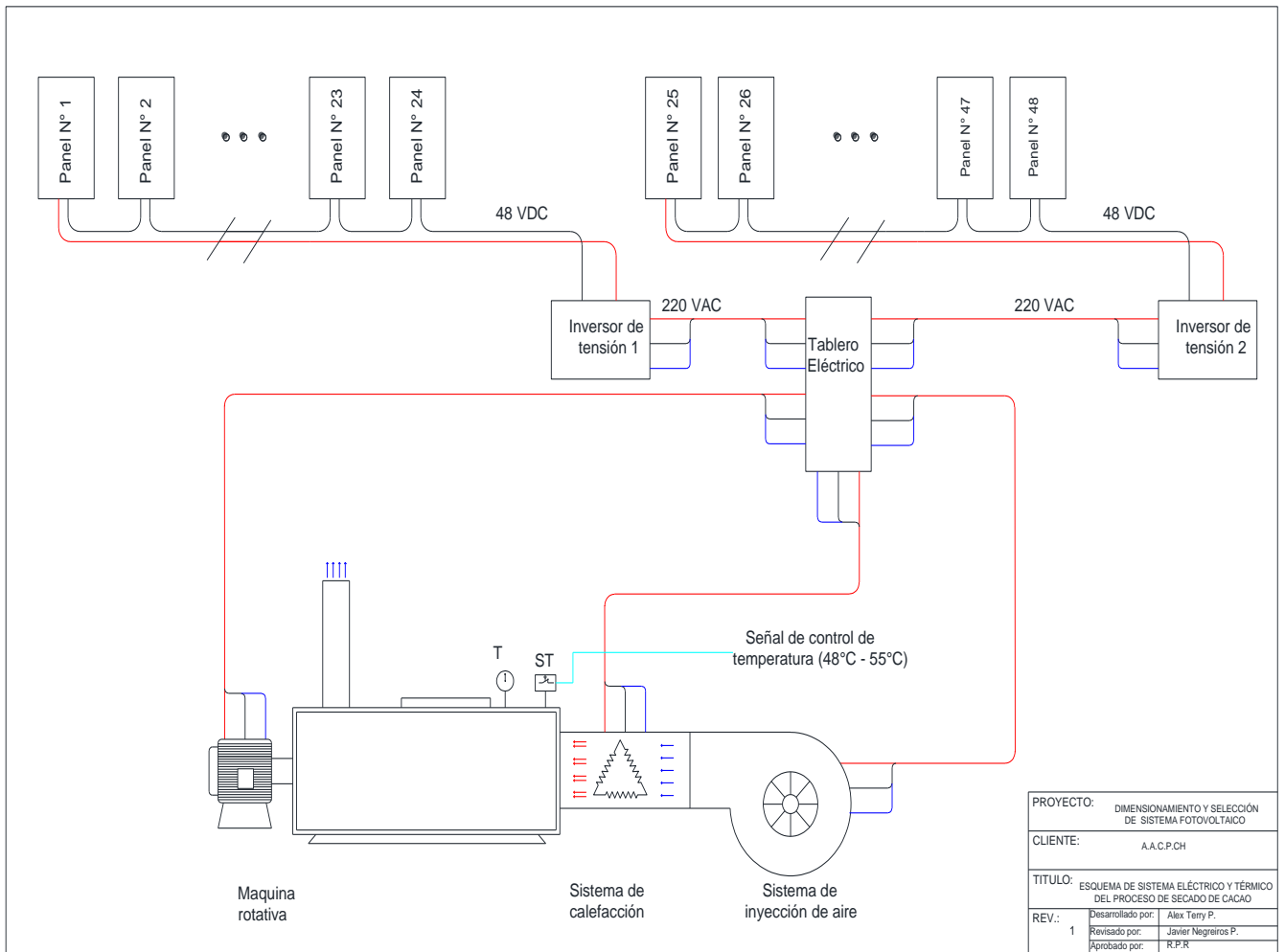
La figura nos indica los componentes del sistema de puesta a tierra y el tratamiento del material de relleno

De acuerdo a los cálculos y diseño realizado para el sistema fotovoltaico, se describe el equipamiento necesario para la implementación de dicho sistema.

EQUIPAMIENTO SISTEMA FOTOVOLTAICO		
EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Paneles solares 500Wp, 24V	48	und
Inversor Trifásico 15000W, 48Vdc/220Vac	2	und
Tablero eléctrico 63A, 220V, 3F+T	1	und
Cables de energía	1	glb

**Tabla N° 29:** Cantidad de equipos, **Fuente:** Propia

En la tabla se manifiesta los equipos y/o accesorios requeridos para la implementación del sistema fotovoltaico, como parte del diseño realizado.



**Fig. N° 18:** Esquema de Sistema eléctrico y térmico, **Fuente:** Propia

La fig. N° 18 nos muestra el esquema del diseño del sistema planteado para la generación de energía a partir de la energía solar y el esquema del sistema de secado.

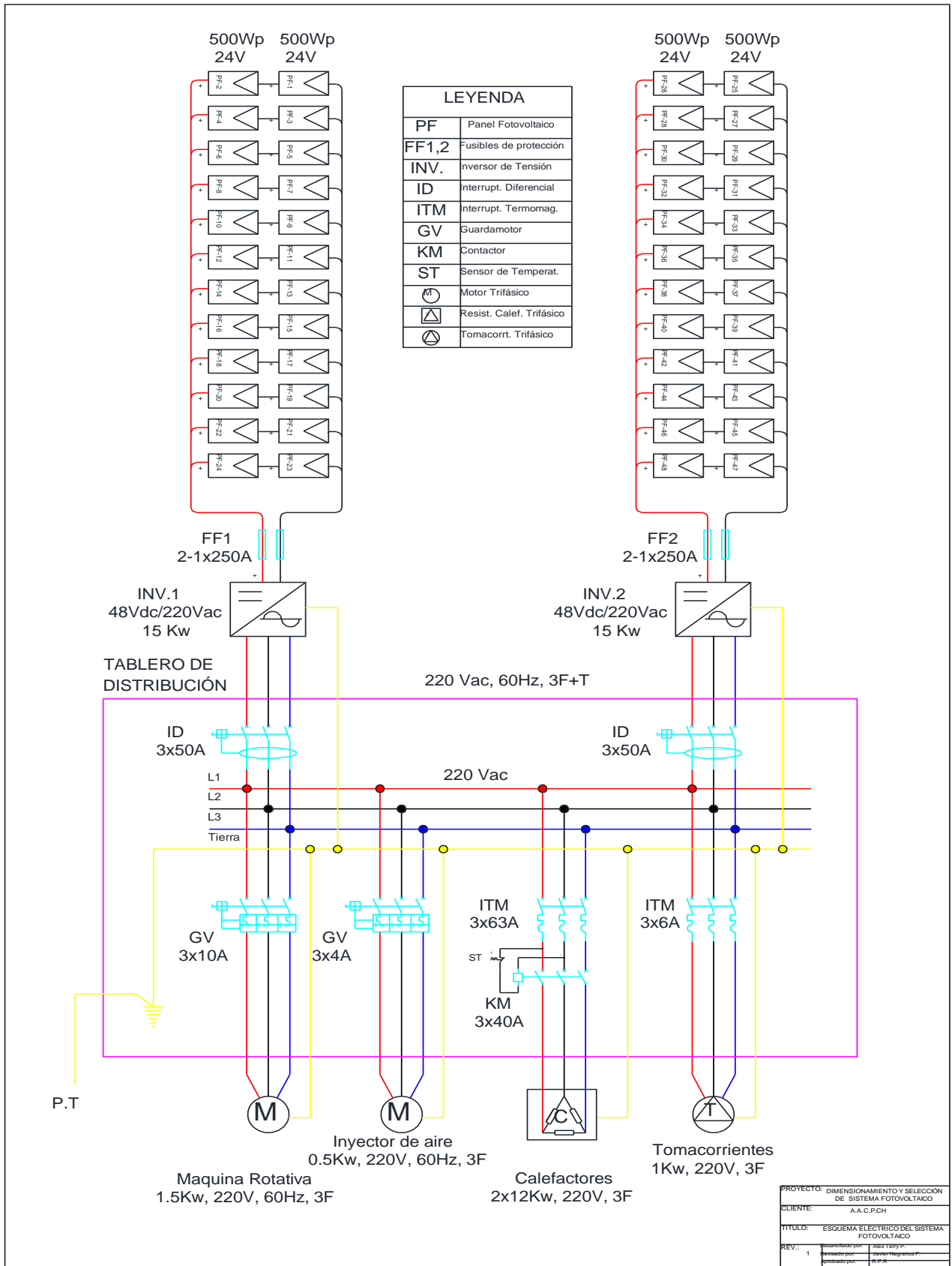
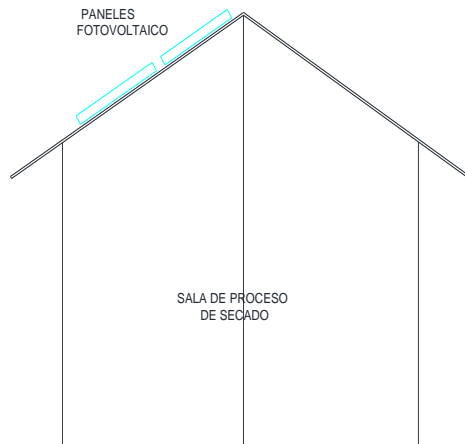


Fig. N° 19: Esquema Eléctrico del sistema fotovoltaico, Fuente: Propia

La fig. N° 19 nos muestra el diagrama eléctrico del sistema planteado, de acuerdo a los cálculos y diseños realizados.



**Fig. N° 20:** Disposición de paneles fotovoltaico, **Fuente:** Propia

La fig. N° 20 nos muestra la disposición planteada de los paneles solares en el techo de sala que los productores poseen.

**Mantenimiento de equipamiento de sistema planteado:**

Para garantizar la sostenibilidad del proyecto en tiempo se plantea un sistema de mantenimiento de los equipos principales a instalarse en dicho proyecto, es de suma importancia aplicar lo indicado en el cuadro, ya que permitirá la operatividad del equipamiento en dicho proceso.

ACTIVO	OPERACIONES	FRECUENCIA
Panel Fotovoltaico	Limpieza habitual de panel	Mensual
	Observación visual de posibles degradaciones	Cada 2 meses
	Verificar temperatura del panel	Cada 3 meses
	Chequear estado de la estructura	Cada 6 meses
	Verificar características eléctricas del panel	Anual
INVERSORES	Lectura de datos y memoria	Mensual
	Limpieza de las rejillas de seguridad	Cada 6 meses
	Verificar cubiertas y manejo de bloques	Anual
	Limpiar y remplazar las esteras de los filtros de entrada de aire	Cada 6 meses

	Limpiar disipador de calor	Anual
TABLEROS ELECTRICOS	Calibrar voltajes, corriente y temperatura	Cada 2 meses
	Observar que los cables conductores de tierra estén asegurados.	Cada 6 meses
	Chequear y hacer mantenimiento a todos los interruptores	Anual
	Observar la hermetización del tablero	Cada 6 meses
	Verificar que no existan daños visibles o componentes flojos	Cada 6 meses
MOTORES ELECTRICOS	Calibrar resistencia de aislamiento a tierra	Semanal
	Prueba de resistencia óhmica de devanados	Mensual
	Comprobación de temperatura excesiva en los rodamientos	Semanal
	Inspeccionar escobillas	Cada 2 meses
	Mensurar índice de polaridad	Mensual

**Tabla N° 24:** Descripción de mantenimiento de Equipos, **Fuente:** Propia

### 3.5.- PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE SECADO.

#### **Costo total de implementación.-**

Se realiza una evaluación técnica económica del sistema propuesto, para determinar los costos del sistema fotovoltaico, así como los equipos que accionara dicho sistema, con la finalidad de obtener un costo final de la implementación en del sistema en conjunto el cual permita reducir el tiempo del proceso de secado del cacao, se cuenta con información de los costos de los equipos que representa el equipamiento, así como el costo de instalación. Indicamos los precios de cada equipo del sistema.

<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA</b>			
<b>COSTO DE EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL PROCESO DE SECADO</b>			
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO (S/)</b>
Maquina rotativa SRF-250AM-250Kg	1	und.	7,250.00
Sistema de calefacción (banco de resistencias de 12000W-ALBAT12 / 220V, 3F)	2	jgos	11,000.00
Sistema de inyección de aire (ventilador de 3900m3/h - CMRS.350-4T-0.5 / 0.5Kw, 220V, 3F)	1	und.	12,450.00
<b>SUB TOTAL 1 S/</b>			<b>30,700.00</b>
<b>COSTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>			
<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO (S/)</b>
Panel fotovoltaico policristalino de 500Wp, 37Vp	48	und.	60,000.00
Modulos Inversores de tensión MPP, 15000W, 50Vdc/220Vac (SMA - 15000TL)	2	kit	35,000.00
Tablero de Distribución 220V, 63A, 3F+T (equipado)	1	und.	1,400.00
Cables para interconexión	1	jgo.	4,200.00
Soporteria	1	glb	1,500.00
<b>SUB TOTAL 2 S/</b>			<b>102,100.00</b>
<b>COSTO DE INSTALACIÓN Y OTROS</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO (S/)</b>
Movilización de recursos (Lima - Huánuco)	1	glb.	5,300.00
Instalación de equipos y accesorios de proceso de secado	1	glb.	2,800.00
Instalación de sistema fotovoltaico	1	glb.	4,500.00
Puesta en Marcha	1	glb.	950.00
<b>SUB TOTAL 3 TOTAL S/</b>			<b>13,550.00</b>
<b>COSTO TOTAL S/</b>			<b>146,350.00</b>

**Tabla N° 30:** Costo de implementación, **Fuente:** Propia

En las tabla N° 30, se indican los costos de cada equipo que se requiere para implementar nuestro sistema de generación fotovoltaica y los equipos del sistema de secado los cuales se accionaran con la fuente energética planteada, dichos datos nos permite realizar el análisis de costo total, el cual nos describe como resultado la suma de S/ 146,350.00 (soles) para la implementación del sistema planteado, el cual permitirá tener un beneficio económico, que se reflejará en el tiempo.

Con los costos obtenidos del equipamiento e instalación nos conlleva a analizar el beneficio económico, así como el tiempo de recuperación de la inversión proyectada, según los costos obtenidos



### Análisis de costo beneficio.

De acuerdo al costo de inversión, se realiza un análisis del costo beneficio, para determinar el retorno de la inversión, y evaluar su rentabilidad de implementación a mediano plazo. Para dicho análisis se consideran costos de ingreso bruto (IB), costos de ingreso neto (In), los costos de producción (Cp), lo cual va estar determinado por: los costos de mano de obra (M.O), gastos generales (G.G); también incluyen los costos por merma (Cm). Dichos parámetros indicados influye en el costo beneficio que se obtiene.

$$In = IB - (Cp + Cm) \quad Cp = Cmo + G.G \quad Cm = IB * 9\% \quad IB = Pt * CKg$$

#### Donde:

In = Ingreso neto.

Cp = Costo de producción

IB = Ingreso bruto

Cmo = Costo mano de obra

Cm = Costo de merma

G.G = Gastos generales

CKg = Costo de Kg. De cacao

tp = Tiempo de producción

Pt = Producción total anual

#### Producción por proceso de secado existente:



Datos:

tp = 8 semanas al año

Pt (anual) = 250 Kg. \* 1sem. \* 8sem/año = 2000 Kg./año

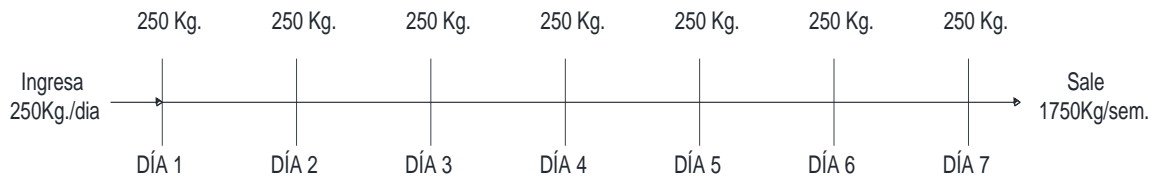
CKg = S/ 7.50

<b>INGRESO ANUAL CON SISTEMA EXISTENTE</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Costo S/</b>
Ingreso bruto (IB)	15,000.00
Costo M.O (Cmo)	5,600.00
Gastos Generales (G.G)	400.00
Costo de Producción (Cp)	6,000.00
Costo merma (Cm)	1,350.00
Ingreso neto (In)	<b>7,650.00</b>

**Tabla N° 31:** Ingresos extras, **Fuente:** Propio

En la tabla N° 31, se indican el ingreso neto que se obtienen mediante el proceso de secado existente, según el análisis realizado se obtiene que el ingreso neto anual es de S/ 7 650.00 (soles).

**Producción por proceso de secado planteado:**



Datos:

$$t_p = 8 \text{ semanas al año}$$

$$Pt \text{ (anual)} = 250 \text{ Kg/día} * 7 \text{ días/sem} * 8 \text{ sem/año} = 14000 \text{ Kg./año}$$

$$CKg = S/ 7.50$$

<b>INGRESO ANUAL CON SISTEMA PLANTEADO</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Costo S/</b>
Ingreso bruto (IB)	105,000.00
Costo M.O (Cmo)	5,600.00
Gastos Generales (G.G)-H.M	1,200.00
Costo de Producción (Cp)	6,800.00
Costo merma (Cm)	1,050.00
<b>Ingreso neto (In)</b>	<b>97,150.00</b>

**Tabla N° 32:** Ingresos extras, **Fuente:** Propio

En la tabla N° 32, se indican el ingreso neto anual que se obtendría mediante el proceso de secado planteado en dicho proyecto, según el análisis realizado se obtiene que el ingreso neto anual es de S/ 97 150.00 (soles).

#### **Cálculo de retorno de inversión. -**

Se considera tres variables para determinar el tiempo de retorno de la inversión, tales como: Costo de ingreso útil con sistema existente, costo de ingreso útil con sistema planteado y costo de inversión o implementación del sistema planteado, mediante la operación correspondiente a dichas variables se determina el tiempo del retorno de la inversión.

$$\Delta I_u = I_{u2} - I_{u1} \quad \text{TRI} = C_i / \Delta I_u$$

Donde:

$\Delta I_u$  = Diferencia de ingreso útil

$I_{u1}$  = Ingreso útil con sistema existente

$I_{u2}$  = Ingreso útil con sistema planteado.

TRI = Tiempo de recuperación de inversión

<b>TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Costo S/</b>
Ingreso neto sist. Exist. (In1)	7,650.00
Ingreso neto sist. Plant. (In2)	97,150.00
Diferencia de ingreso ( $\Delta I_u$ )	89,500.00
Costo de Inversión (Ci)	148,350.00
Tiempo recup. Invers. (TRI)	1.66

**Tabla N° 33:** Análisis del tiempo de recuperación de inversión, **Fuente:** Propio

En la tabla N° 33, se indica el tiempo de retorno de la inversión por la propuesta planteada.

En toda inversión, se requiere el retorno de esta, para nuestro caso el retorno de dicha inversión es aproximadamente de 1 año y 8 meses, los factores que hace que varíen el tiempo de retorno, está básicamente en función del costo de los equipos que se requiere para implementar el sistema fotovoltaico, estos costos son variables en el tiempo ya que son tecnología moderna, que recién se está implementando en nuestro país, el tiempo de recuperación tiende a ser menor ya que muchos países están desarrollando la tecnología de los equipos que se requieren para este sistema planteado y por ende se tendrá una mejor oferta en precios.

#### **IV. DISCUSIÓN.**

A) Obtención de datos de producción anual de cacao en el C.P Chinchavito:

Se recurrió a la zona de estudio, para obtener información con respecto de la producción de cacao, entrevistándonos con el presidente de la Agencia Agraria de Chinchavito, quien se encarga de recolectar toda producción de cacao de las diferentes familias productoras, mediante dicha entidad se recabo toda la información necesaria, en un primer momento dichas informaciones no eran muy claras, la información lo recaban en una bitácora, por lo que se procedió a ordenar y trabajar la información. Se consiguió elaborar un cuadro de las producciones dadas en los año 2017 y año 2018, donde se observa que hubo un incremento en la producción de cacao, así mismo se verifica que existe una perdida en el volumen de producción del grano de cacao que se denomina merma, el cual se da por causa de ingreso de agentes externo que contaminan el producto, esta anomalía se da en el proceso de secado ya que el tiempo de este

proceso es aproximadamente 7 a 8 días, el cual está expuesto al medio ambiente y su contaminación. Minimizando la cantidad de merma, inmediatamente repercute en tener un mayor volumen de producción útil, el cual representaría un mayor ingreso económico para cada productor.

En nuestro país la producción del cacao ha venido incrementándose cada año, siendo el departamento de San Martín, la región con mayor producción del cacao; el C.P de Chinchavito también está inmerso en la producción del cacao, si bien es cierto de acuerdo a los resultados, la producción no es significativa a nivel regional, pero si lo es a nivel local. En el centro poblado también se ha incrementado la producción anual, esto se ha dado que organizaciones han incursionado mediante charlas y enseñanzas de técnicas respecto al cultivo. Incrementar la producción de cacao en dicho centro poblado ha permitido la mejora de la condición de vida de la familia que está inmerso en la producción del cacao.

Como resultado de la producción anual obtenido, se ajusta bastante a lo real, si bien es cierto podría haber un margen de error, pero no es significativo a nivel de costo. Con dicha información se pudo evaluar la eficiencia en la productividad, determinándose que existe una pérdida por contaminación del producto (merma), obteniéndose una producción útil y una producción contaminada, el cual lo denominamos merma y esto conlleva a una pérdida económica a los productores. Nuestro proyecto apunta a minimizar esa pérdida.

#### B). Selección de Equipos para etapa de secado de cacao:

En la selección de equipo, previamente se tiene que conocer la producción anual, dicha información nos permite elegir una máquina con la capacidad necesaria para el secado de los granos de cacao. Para la selección de máquina se requiere contar con una serie de factores que nos permitan tener una mejor visión del equipo idóneo que se requiera, estos son: producción total, tiempo de secado requerido, espacio de infraestructura que se dispone. En el mercado se cuenta con varios tipos y modelos de secadores de cacao, los cuales se accionan con energía eléctrica o en algunos casos con combustible (gas o petróleo). En el Centro poblado la fuente energética disponible, sería la eléctrica, por lo tanto, la máquina a utilizar sería la que se accione con dicha fuente. De acuerdo al estudio la máquina elegida cumple con las características planteadas, podría seleccionarse una de mayor capacidad de secado, pero también está sujeto a una mayor

potencia de energía eléctrica y por ende su implementación conlleva a un costo mayor, el cual no justificaría su implementación;

la maquina es de fabricación nacional, el cual se requiere de una área considerable para su instalación, para nuestro caso no es una limitante, debido a que se cuenta con el área necesaria; es una máquina que requiere una demanda energética considerable, si esto lo llevaríamos a una conexión eléctrica con suministro de una empresa concesionaria, tendríamos un costo considerable por pago de consumo de energía eléctrica; la maquina requiere de un mantenimiento predictivo en el tiempo con la finalidad de garantizarnos su operatividad.

Siempre se tiene la consideración de poder contar con máquina que seque gran volumen de granos de cacao en un tiempo menor y con un consumo energético mínimo, es decir una maquina eficiente, lamentablemente de acuerdo a nuestros estudios y resultados, se tiene que el mercado nacional aún no se cuenta con dichas máquinas y/o tecnologías que nos permitan contar con esas características.

La máquina seleccionada nos permite cumplir con el objetivo que se requiere, un proceso de secado sin contaminación del grano, menor tiempo y mejora en la productividad.

C) Determinación de potencia de los equipos a implementar:

La determinación de la potencia instalada está en función a la suma de potencia de cada equipo necesario para cumplir con lo planteado en dicho proyecto, el equipamiento está compuesto por: maquina rotativa, una maquina inyector de aire, resistencias calefactoras, otras cargas, cada uno de estos equipos y/o accesorios tiene un consumo de energía; el parámetro que nos permite definir es la potencia de cada uno de ellos. La potencia total del equipamiento es de 27.00 Kw, dicha magnitud es el resultado de los cálculos realizados en cada etapa del sistema de secado, dichos resultados nos permite la selección del equipo en sus catálogos técnicos respectivos, siempre se busca tener equipos muy eficientes donde la potencia sea menor a una capacidad de producción considerable; en el mercado solo se cuenta con equipos de acuerdo a lo indicado en la teoría. El consumo energético de cada uno de ellos es el parámetro que nos permitirá dimensionar la capacidad de la fuente energética, se requiere de un suministro de energía para accionar los diferentes equipos y

complementos, esto conlleva a tener una capacidad energética para poder satisfacer dicha demanda, la cual es considerable para una zona donde el suministro energético es muy insuficiente, debido a eso nos conlleva a buscar una fuente energética alternativa para poder suplir dicha demanda; se buscaba tener un sistema con una demanda energética mínima, pero con el mismo fin de cumplir el objetivo de secado, dado el volumen de grano de cacao para el secado, nos exige a contar con equipos con la potencia que nos indica esta, como todo proceso siempre se busca mayor productividad con una demanda energética menor, para nuestro caso la potencia que se requiere es significativa, el cual no sería viable con la fuente energética de la concesionaria que se cuenta actualmente en dicho centro poblado el cual llevaría a un fracaso dicho proyecto, pero gracias a la tecnología que se cuenta en la actualidad, se puede obtener otras fuentes energéticas con la potencia necesaria que se requiere para accionar los equipos planteados y a eso se dirige dicho proyecto.

D) Dimensionamiento de sistema de generación eléctrica a partir de energía solar (sistema fotovoltaico):

El diseño del sistema planteado, requiere de varios parámetros como son: la hora pico solar (HPS) en la región Huánuco, Potencia instalada (potencia de equipos y accesorios), nivel de voltaje, espacio disponible, con dichos datos nos permitirá diseñar un sistema de fuente de energía eléctrica, aprovechando la energía solar con el cual se cuenta en dicha zona. Lo más práctico y rápido sería utilizar la fuente de energía de la concesionaria, el cual suministra a dicho centro poblado, pero realizando un análisis al sistema con lo que cuentan, se determinó que es inviable de usar la fuente energética de la concesionaria, debido al déficit de capacidad energética con que cuenta en dicha zona, por el tipo de sistema, el cual está dentro de lo que se denomina instalaciones rurales y estos sistemas no están diseñados para abastecer de energía eléctrica a nivel industrial.

Como resultado se tiene el diseño de una fuente de energía renovable (sistema fotovoltaico), el cual no solo nos permite accionar los equipos, sino que se aporta a la no contaminación del medio ambiente. Los componentes que indican en dicho proyecto pueden ser variables en el tiempo, debido a que dicha tecnología está en constante mejora, buscando siempre la eficiencia de cada uno de ellas.

Uno de los componentes principales son los paneles solares, los cuales se tiene en el mercado de diferentes marcas, modelos, potencia, voltaje, costos y otras características, el cual se tiene en cuenta al tipo de aplicación que se desea dar, para nuestro caso son paneles policristalino de potencia de 500W, 48Vdc; también existen los monocristalino, los cuales son de menor costo, pero tienen menor eficiencia y esto repercutiría en tener mayor cantidad de paneles y por ende disponer de mayor área para su instalación

#### E) Presupuesto de implementación del sistema:

La evaluación de presupuesto es muy importante, ya que depende de dicho recurso para implementar el sistema fotovoltaico y el sistema de secado de cacao, la inversión que se requiere debe tener un costo beneficio en el tiempo lo ideal que se busca es en el menor tiempo posible, pero somos conscientes que para nuestro caso no es así, debido a que se depende de tecnología moderna en la implementación. Se realizó los cálculos totales de equipamiento e instalación del sistema, teniendo como resultado una inversión de S/. 148 350.00. Los costos son significativamente altos para un mercado como es el C.P Chinchavito, esto se debe a que en gran parte el equipamiento es importado y de tecnología moderna.

Como toda inversión requiere un beneficio, realizándose el costo beneficio, se determinó que la recuperación de dicha inversión es aproximadamente en un año y ocho meses, tiempo dentro de los parámetros esperados. Este tiempo de recuperación puede ser variable, debido a que cada año se desarrolla en mayor escala la tecnología de sistemas fotovoltaicos y cada año se tendrá mejores precios el cual repercutiría en la disminución del costo de inversión, así mismo se tendrán equipos más eficientes que nos permitirán diseñar fuentes energéticas de gran potencia a costos menores.



## V. CONCLUSIONES

- Los agricultores del grano de cacao del Centro Poblado Chinchavito, en la actualidad se demoran en secar el grano de 6 a 7 días, utilizando solamente la radiación solar natural. A raíz del secado deficiente, los granos de cacao desperdician sus nutrientes, y por ende su calidad, ya que, el cacao por ser un grano higroscópico, absorbe humedad del exterior, cuando se expone a ambientes húmedos. El 70% de la población analizada, necesitan al menos dos personas, para el secado de cacao de 250 kg. Nuestra propuesta ayudara a minimizar el tiempo de secado con una mejor eficacia que el actual.
- La producción útil en el 2018 del grano de cacao fue de 21317.42Kg, con una merma de 1788.59Kg, existiendo una pérdida económica en función a la merma de producción, con la propuesta realizada se pretende reducir el porcentaje de merma y mejorar la calidad del grano. Dicha propuesta repercutirá positivamente en el ingreso económico de cada productor.
- Luego de hallarse la producción anual del último año, nos permitió seleccionar y determinar mediante cálculos los equipos para el proceso de secado del grano de cacao, definiéndose los siguiente: maquina rotativa tipo SRF-250AM, con capacidad de 250Kg por cada proceso, Sistema de inyección de aire de 3020 m<sup>3</sup>/h, Sistema de calefacción de 24000W, dichos equipos permitirá mejorar el proceso de secado, reduciendo el tiempo del proceso, y disminuir el porcentaje de merma, debido al intercambiador de calor que da, repercutiendo en el beneficio de cada familia.
- Con la determinación de la potencia total instalada, se logrará dimensionar el sistema fotovoltaico que nos permita generar energía eléctrica con la demanda energética necesaria para accionar eficientemente los equipos para el proceso de secado del grano de cacao.
- Conociendo el costo de implementación es de S/ 146 800.00, el cual es viable ya que el tiempo de recuperación de dicha inversión es a mediano plazo, la implementación del sistema planteado permitirá un crecimiento considerable en el ingreso neto anual, comparado al ingreso neto que se tiene actualmente, dicha

diferencia de ingreso (S/ 89 500.00) nos permite la recuperación de la inversión en un año y ocho meses.

## **VI.- RECOMENDACIONES:**

- De acuerdo a la información recabada respecto a la producción anual, se recomienda la importancia de mantener un registro adecuado por cada familia productora, esto con la finalidad de evaluar cada año la variación de la producción, que nos permite analizar la causa de incremento o disminución, en función a dichos resultados se puede evaluar y tomar acciones con respecto a la causa, así mismo permitirá conocer las pérdidas que se dan cada año lo cual se traduce en dinero que no perciben las familias.

Las autoridades del C.P Chinchavito, deben solicitar al gobierno regional apoyo en seguir mejorando las técnicas de cultivo, las medidas preventivas para las plagas que atacan al cacao. Así mismo la agencia agraria debe guardar toda la información necesaria con respecto a los eventos de cultivo, esto con la finalidad de seguir con la mejora continua.

- Se recomienda que los equipos del sistema de secado, debe cumplir un factor muy importante es de mantener una temperatura de secado menor a 60 °C, esto con la finalidad de no perjudicar la calidad del grano, ya que a temperaturas mayores sus características varían, perjudicando la calidad del grano del cacao. El área a instalarse los equipos deben ser terrenos nivelados, de preferencia loza de concreto, con la finalidad de minimizar la contaminación por agentes externos de los granos de cacao
- La Potencia instalada debe ser lo mínimo posible ya que de esto depende la potencia de la fuente de energía que suministrara electricidad al sistema. La potencia de los equipos debe ser lo planteado en el presente proyecto, se recomienda mantener dichas características de los equipos, esto con la finalidad de obtener el beneficio que se plantea.
- Se recomienda dentro del diseño de generar energía eléctrica a partir de energía solar, verificar la energía solar en la zona de estudio, a través de entidades gubernamentales como es Senamhi, con la finalidad de no tener errores de cálculo de los diferentes equipos, ya que dicho parámetro es de suma importancia, especialmente para

calcular la cantidad de paneles, en función a su potencia. Así mismo de los equipos no debe variar porque los cálculos de diseño están en función a dicho parámetro.

Los equipos que existen en el mercado son de diversas marcas y calidades, se recomienda optar por uno que nos garantice una vida útil mayor a los 5 años, esto con la finalidad de obtener a favor el costo beneficio, de lo contrario no sería viable la implementación del sistema planteado.

- Se recomienda al presidente de la Agencia Agraria de Chinchavito, gestionar ante entidades gubernamentales y no gubernamentales el financiamiento para la implementación del sistema planteado, ya que es un sistema con aporte hacia el medio ambiente en el cual el gobierno y otras entidades están involucrado y comprometidos en estos tipos de proyectos. Si se obtiene un financiamiento externo o parte de ello, los productores tendrán mejores alternativas de poder mejorar su ingreso económico.

Estos tipos de proyectos permiten mejorar la calidad de vida no solo de los productores sino de la población en general, ya que parte de la energía se puede utilizar para mejorar servicios de la población. Por lo que la población en conjunto debe gestionar dicho proyecto.

- Paralelo a la implementación del sistema se recomienda, capacitar personal propio de la zona, para el mantenimiento de la maquinas, equipos y del sistema fotovoltaico (paneles, conversor y sistema eléctrico); con la finalidad de poder tener un soporte técnico a menor costo, asistencia más rápida.
- Se espera que dicho proyecto pueda ser de aporte para otras aplicaciones de sistema de energía renovable, ya que no solo permite mejorar procesos, sino que aporta en el cuidado del medio ambiente y en cual nuestro país está comprometido. Es de suma importancia la aplicación de tecnología en la agricultura, el cual permite mejorar la productividad y por consecuente la calidad de vida de los productores.

## REFERENCIAS.

- Agencia Agraria de Noticias. (15 de Marzo de 2018). *El 93% de la producción peruana de cacao se concentra en 7 regiones*. Recuperado el 2019, de Agencia Agraria de Noticias: <https://agraria.pe/noticias/el-93-de-la-produccion-peruana-de-cacao-se-concentra-en-7-re-16171>
- E. Lorenzo. (1994). *Electricidad solar*. España: ProgenSA.
- L. Barra, S. Cataloni, F. Fontana, F. Lavorante. (1984). *Solar Energy*. U.K: 33.6.
- Asociacion de Empresas de Energía Renovables - APPA. (2018). *¿Qué es la energía fotovoltaica?* Obtenido de Asociacion de Empresas de Energía Renovables - APPA: <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>
- Avila, J. M. (2013). *Evaluación de un secador solar inclinado con absorbedor de zeolita para granos de cacao CCN51*. Cuenca Ecuador.
- Bela Linares, L. (2013). *Evaluación de tres tipos de secado en la calidad del grano de cacao (Theobroma cacao L.) en la estación experimental de Sapecho - La Paz (Tesis de pregrado)*. Universidad Mayor De San Andrés, La Paz. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/s1809-98232013000400007>
- Bello G, A. (1983). *Aplicación de la energía solar en el secado de granos. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ingeniería, 4.*
- Cuidate Plus. (2018). *Cacao*. Obtenido de Cuidate Plus: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/cacao.html>
- Damia Solar. (17 de Enero de 2015). *Uso y utilidades de los reguladores solares MPPT*. Obtenido de Damia Solar: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/usar-reguladores-maximizadores-mppt\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/usar-reguladores-maximizadores-mppt_1)
- EL BLOG DE AGROARENAS. (2019). *Tipos de generación de energía eléctrica*. Obtenido de EL BLOG DE AGROARENAS: <https://agroarenas.com/blog/tipos-de-generacion-de-energia-electrica/>
- Escalante, F. (2015). *DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE TOSTADOR DE GRANOS DE CACAO DE 6 kg/hora QUE FUNCIONE CON ENERGIA SOLAR CONCENTRADA (Tesis pregrado)*.
- Gilces Vera, H., & Sanmartin Fajardo, F. (2013). *ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE PROCESO DE SECADO DE CACAO Y DISEÑO DE PROTOTIPO DE UNA UNIDAD SECADORA TIPO PLATAFORMA (Tesis)*. UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO, Milagro - Ecuador. Obtenido de <http://infocafes.com/portal/biblioteca/analisis-y-seleccion-de-proceso-de-secado-de-cacao-y-diseno-de-prototipo-de-una-unidad-secadora-tipo-plataforma/>
- Guevara, J. (6 de MARzo de 2018). *Explicación Paso a Paso: La Cosecha y El Procesamiento del Cacao*. Obtenido de Perfect daily grind: <https://www.perfectdailygrind.com/2018/03/explicacion-paso-paso-la-cosecha-y-el-procesamiento-del-cacao/>
- Howling Pixel. (2019). *Generación de energía eléctrica*. Obtenido de Howling Pixel: [https://howlingpixel.com/i-es/Generaci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](https://howlingpixel.com/i-es/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)

- La voz del campesino colombiano. (17 de Abril de 2018). *Prototipo de secador solar optimiza secado de maíz, frijol y cacao*. Obtenido de La voz del campesino colombiano: <https://www.elcampesino.co/prototipo-de-secador-solar-optimiza-secado-de-maiz-frijol-y-cacao/>
- Lopez Chica, J. (2015). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SECADO DE CACAO DE AROMA, UTILIZANDO COMBUSTIBLE CONVENCIONAL Y ENERGÍA RENOVABLE (Tesis pregrado)*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA – ECUADOR.
- Ministerio de Agricultura de Colombia. (16 de Junio de 2019). *Precio de referencia semanal de compra de cacao - Fuente Industria - FEDECACAO - Exportadores*. Obtenido de Ministerio de Agricultura de Colombia: <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Precio-de-referencia-semanal-de-compra-de-cacao---Fuente-Industria.aspx>
- Orna, J., Chuquín, N., Saquinga, L., & Cueva, O. (2018). *Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg (Tesis pregrado)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- OSINERGMIN. (s.f.). *MARCO NORMATIVO*. Obtenido de OSINERGMIN: <http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/energias-renovables/marco-normativo>
- Parra Rosero, P. (2017). *Modelación de un proceso de secado de cacao utilizando una cámara rotatoria cilíndrica y flujo de aire caliente (Tesis doctorado)*. Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3488>
- Plantas Eléctricas. (11 de Setiembre de 2018). *Cinco formas de generar electricidad*. Obtenido de Plantas Eléctricas: <https://www.luzplantas.com/cinco-formas-de-generar-electricidad/>
- Programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina. (2016). *Soluciones Energéticas*. Obtenido de Programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina: [http://energiayambienteandina.net/fichaBolivia\\_4.html](http://energiayambienteandina.net/fichaBolivia_4.html)
- Red de Especialistas en Agricultura. (26 de Diciembre de 2014). *Chile: Sistemas de irrigación solar están transformando la agricultura*. Obtenido de Red de Especialistas en Agricultura: <http://agriculturers.com/chile-sistemas-de-irrigacion-solar-estan-transformando-la-agricultura/>
- SENAMHI - PERU. (2019). *Mapa Climatico del Perú*. Obtenido de SENAMHI: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>
- Siguencia Avila, J. (2013). *Evaluación de un secador solar inclinado con absorbedor de zeolita para granos de cacao CCN51 (Tesis Maestría)*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Twenergy. (2019). *ENERGÍA ELÉCTRICA*. Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/energia/energia-electrica>
- Wikipedia. (15 de Junio de 2019). *Energía solar fotovoltaica*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar\\_fotovoltaica](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_fotovoltaica)
- Wikipedia. (08 de Julio de 2019). *Generación de energía eléctrica*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n\\_de\\_energ%C3%ADa\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica)
- Wikipedia. (09 de Junio de 2019). *Secadora de granos*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Secadora\\_de\\_granos](https://es.wikipedia.org/wiki/Secadora_de_granos)

## ANEXOS.

### Humedad en el cacao:

Terminado el proceso de fermentación, pasa a la etapa de secado, antes de dicho proceso el grano de cacao se encuentra con un contenido de humedad que va desde el 40 % al 50%, el objetivo del secado es de reducir al 6% o 7% de humedad, el cual garantiza la calidad del grano y su almacenamiento seguro. Cuando la humedad es alta da como consecuencia el crecimiento de moho, durante el almacenamiento

Para verificar que el grano de cacao está seco, se realiza mediante un medidor de humedad de grano, donde nos indica el porcentaje de humedad interior del cacao. También se realiza pruebas más caseras, como es el caso de prueba manual, es agarrar un puñado de granos y frotarlos con las manos, si se produce un sonido seco o chasquido es indicativo que el cacao está seco, así mismo se manifiesta a través del cambio de color, tornándose un color café cenizo; Si se parte el grano con la mano y este se quiebra fácilmente, es un indicativo que la humedad es bajo, por si el contrario el grano se dobla o presenta una consistencia elástica es por falta de secado.

### Estudio y clasificación de cacao.

Se muestra un ejemplo de estudio del cacao, donde se indica las características del producto para ser aprobado para su comercialización y exigidos por los clientes potenciales.

Criterio	Parámetro			Resultado de la muestra
	Grado 1	Grado 2	Grado 3	
Aroma de la muestra	T	T	T	T
Homogeneidad	H	H	H	H
Material tamizado	≤ 1,8%	≤ 2,0%	≤ 2,0%	1,5%
Residuo y material extraño	≤ 1,5%	≤ 3,0%	≤ 3,0%	1,5%
Contenido de Humedad	6,5 – 7,0%	6,5 – 7,0%	7,0 – 7,5%	6,9%
Índice de grano	≥ 1,30	1,20 – 1,29	< 1,20	1,30
Granos sin fermentar, Violetas	< 15,0%	< 20,0%	< 35,0%	15,0%
Granos sobrefermentados	0 %	< 0,5%	< 1,0%	0,0%
Granos Dañados por Insectos	< 3,0%	< 5,0%	5,1% - 8,0%	0,7%
Granos Mohosos	< 3,0%	< 3,0%	< 5,0%	0,0%
Granos Pizarrosos	< 3,0%	3,0 – 5,0%	5,1 – 10,0%	1,3%

**Tabla N° 34:** Resultados de análisis de cacao, **Fuente:** Pagina Coexca Colombia.

La tabla nos muestra las características principales del cacao y sus valores respectivos, exigidos por los clientes potenciales.

## Costo de Producción de Cacao:

### Costo de inicio de producción:

DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA HUANUCO				
Oficina de Estadística Agraria e Informática				
COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE CACAO (INSTALACION)				
VARIEDAD	:	CCN51		
CLASE DE SEMILLA	:	COMUN		
SISTEMA DE SIEMBRA	:	INDIRECTO		
NIVEL TECNOLÓGICO	:	MEDIO		
PERIODO VEGETATIVO	:	PERMANENTE		
FECHA DE COSTEO	:	JUNIO-2017		
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Rozo, tumba y quema	Jor.	25	35.00	875.00
- Construcción de drenes	Jor.	20	35.00	700.00
- Alineamiento y poceado	Jor.	12	35.00	420.00
1.4 Instalación (terreno definitivo)				
- Trasplante	Jor.	15	35.00	525.00
- Recalce	Jor.	2	35.00	70.00
1.5 Abonamiento				
- Abonamiento	Jor.	4	35.00	140.00
1.6 Labores Culturales				
- Deshierbos (2)	Jor.	24	35.00	840.00
1.6 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	2	35.00	70.00
<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>		<b>104</b>		<b>3640.00</b>
2. Insumos:				
2.1 Plantones	Unidad	952	2.50	2380.00
2.2 Fertilizantes (30-60-60)				
- Urea	Kg.	15	1.30	19.50
- Fosfato Di Amónico	Kg.	130	1.74	226.20
- Cloruro de Potasio	Kg.	100	1.40	140.00
2.3 Pesticidas				
- Benfuracarb	Lt.	1	115.00	115.00
- Alky Sulfato	Lt.	0.5	25.00	12.50
<b>SUB-TOTAL DE INSUMOS</b>				<b>2893.20</b>
<b>B. GASTOS GENERALES</b>				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				653.32
<b>SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>				<b>653.32</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>7186.52</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1655.77
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1655.77</b>
<b>III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>				<b>8842.29</b>

**Tabla N° 35:** Costo de producción (cultivo), **Fuente:** DRAH

Se observa en la tabla los detalles de los costos del cultivo del cacao, estos costos se refieren al primer inicio de sembrío y posterior producción.

### Costo de mantenimiento de producción:

DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA HUANUCO				
Oficina de Estadística Agraria e Informática				
COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE CACAO (MANTENIMIENTO)				
VARIEDAD	:	CCN51		
CLASE DE SEMILLA	:			
SISTEMA DE SIEMBRA	:			
NIVEL TECNOLÓGICO	:	MEDIO		
PERÍODO VEGETATIVO	:	PERMANENTE		
FECHA DE COSTEO	:	JUNIO-2017		
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>				
1. Mano de Obra:				
1.1 Abonamiento				
- Abonamiento	Jor.	8	35.00	280.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbos (3)	Jor.	30	35.00	1050.00
- Poda	Jor.	10	35.00	350.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	6	35.00	210.00
1.6 Cosecha				
- Recolección y acarreo	Jor.	25	35.00	875.00
- Despulpado, fermentado y secado	Jor.	10	35.00	350.00
- Ensacado y carguio	Jor.	2	35.00	70.00
<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>		<b>91</b>		<b>3185.00</b>
2. Insumos:				
2.1 Fertilizantes (90-120-60)				
- Urea	Kg.	95	1.30	123.50
- Fosfato Di Amónico	Kg.	260	1.74	452.40
- Cloruro de Potasio	Kg.	100	1.40	140.00
2.2 Pesticidas				
- Benfuracarb	Lt.	0.5	115.00	57.50
- Oxiclورو de cobre	Kg.	10	45.00	450.00
- Alky Sulfato	Lt.	1	25.00	25.00
<b>SUB-TOTAL DE INSUMOS</b>				<b>1248.40</b>
<b>B. GASTOS GENERALES</b>				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				443.34
<b>SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>				<b>443.34</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>4876.74</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1123.60
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1123.60</b>
<b>III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>				<b>6000.34</b>

Tabla N° 36: Costo de mantenimiento, Fuente: DRAH



## Maquinas Secadoras de cacao:



**Fig. N° 29:** Maquinas secadoras, **Fuente:** SIRCA PERU

Las figuras nos muestran las maquinas en el cual se encuentran en el mercado, de acuerdo al análisis realizado, al volumen de producción y otros factores que se tiene, se opta por la maquina rotativa.

## Centrales Fotovoltaicas en el Perú:

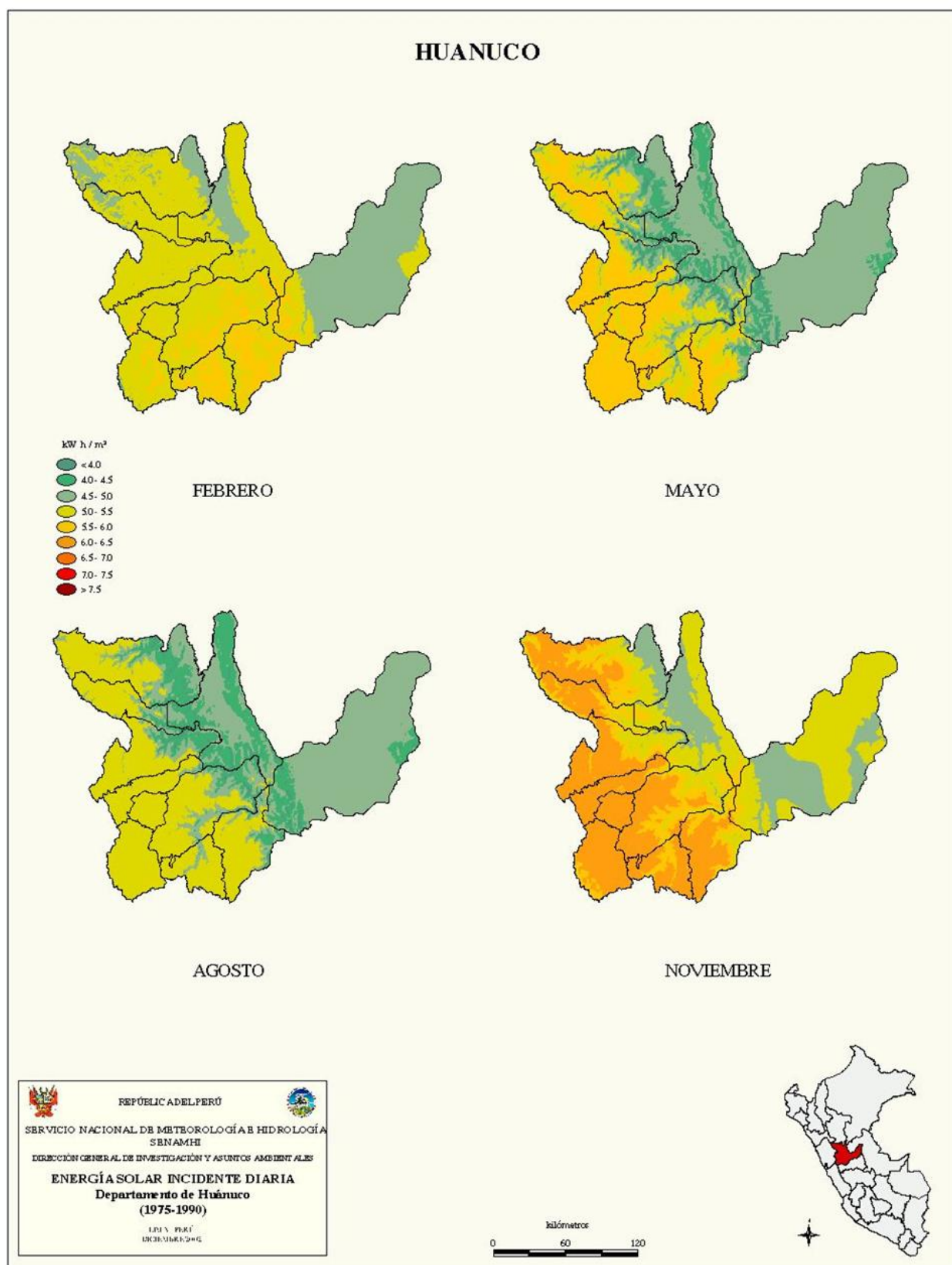
El Perú cuenta con 5 centrales solares, quienes se encuentran en el sur del país, debido a factores climáticos favorables para dicha aplicación. Se describe dichas centrales de generación, según datos de Osinerming.

CENTRALES SOLARES EN EL PERU					
Nombre	C.S. TACNA SOLAR 20TS	C.S. MAJES SOLAR 20T	C.S. MOQUEGUA FV	C.S. PANAMERICANA SOLAR 20TS	C.S. REPARTICIÓN SOLAR 20T
Razon Social	Grupo T-Solar Global S.A	Grupo T-Solar Global S.A	Solarpack Perú S.A.C	Grupo T-Solar Global S.A	Grupo T-Solar Global S.A
Tecnologia	Solar	Solar	Solar	Solar	Solar
Ubicación: Dpto/Prov./Dist.	Tacna / Tacna / Tacna	Arequipa/Caylloma/Majes	Moquegua/Marical Nieto/Moquegua	Moquegua/Marical Nieto/Moquegua	Arequipa/Arequipa/La Joya
Potencia (MW)	20.00	20.00	16.00	20.00	20.00
Energía Anual (GWh)	47.20	37.63	43.00	50.68	37.44
Tarifa Adjudicada (US\$/MWh)	225.00	222.50	119.90	215.00	223.00
Punto de Suministro	Los Héroes 66.0 KV	Pedregal 138.0 Kv	Panamericana Solar 20TS - 23.0 Kv	Ilo 138 KV	Repartición 138.0 Kv
Barra de Referencia	Tacna (Los Héroes)-66Kv	Repartición 138 Kv.	Ilo Elp - 138 Kv.	Ilo Elp - 138 Kv.	Repartición 138.0 Kv
Fecha de Operación	31/10/2012	31/10/2012	31/12/2015	31/12/2012	31/10/2012

**Tabla N° 37:** Centrales Solares en el Perú, **Fuente:** página Osinerming

De la tabla se puede deducir que se tiene una capacidad total de generación por las centrales solares de 96.00 MW, quienes suministran energía al sistema, siendo un total de 215.95GWh.

## Mapeo de estudio de hora pico solar (Huánuco).



# Catálogos de equipamiento:

## Sistema de calefacción:

### GRUPO 2 - Resistencias para aire

2,6 - Baterías eléctricas con resistencias de aleta rectangular

ALBAT



**ALUS**  
(Opcional)



#### BATERÍAS ELÉCTRICAS CON RESISTENCIAS DE ALETA RECTANGULAR, MODELOS ALBAT

##### Características generales

- Marco en chapa de Fe galvanizado, Opcionalmente y bajo pedido, chasis en acero inoxidable.
- Caja de conexiones desmontable.
- Elementos calefactores tubulares blindados en acero inoxidable AISI 304 de Ø8 mm, resistencia aislada con óxido de magnesio electrofundido y comprimido por laminación.
- Aleta de chapa aluminizada de 25 x 50 mm.
- Racores engrampados de acero zincado de M12.
- Temperatura de aplicación máxima: salida de aire 100 °C con  $v_{aire} = 2$  m/seg
- Termostato Nixon integrado de protección de 75 °C. Opcionalmente, con termostato de 120 °C
- Posibilidad de acoplarse varios módulos.
- 1 ó 2 etapas de potencia según modelos, tanto en monofásico como trifásico.
- Elementos calefactores en tensión unitaria ~230 V para facilitar diferentes opciones de conexión.
- Tensión normalizada: 3~230 V Δ, 3~400 V Δ

Bajo pedido, podemos suministrar otras dimensiones, potencias o voltajes, así como distintas opciones de resistencia con aleta rectangular

##### Opciones:

- Todo inoxidable.
- Para tubo Ø8mm: aleta 25 x 50 mm  
aleta 40 x 70 mm
- Para tubo Ø10mm: aleta 25 x 50 mm  
aleta 40 x 70 mm

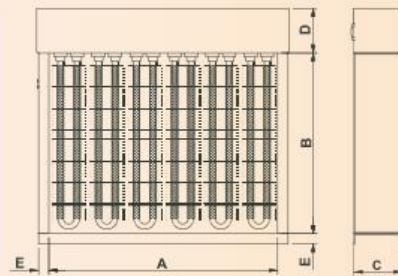
**Nota:** Las baterías se suministran sin cablear, lo que permite realizar el montaje eléctrico adecuado a sus necesidades.

#### Aplicaciones usuales

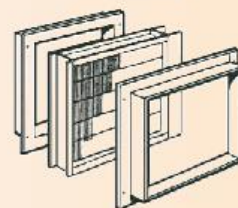
- Calefacción de aire en circulación forzada para acondicionamiento de locales, circuitos cerrados de secado en estufas, bancos de carga, etc. En general, para cualquier aplicación de calentamiento de aire forzado hasta 100 °C

#### Modelos normalizados

Código	Dimensiones en mm					Potencia	Nº varillas	Nº etapas
	A	B	C	D	E			
ALBAT3	200	400	50	75	25	3000	3	1
ALBAT6	200	400	75	75	25	6000	6	2
ALBAT3-2	450	400	50	75	25	3000	3	1
ALBAT6-2	450	400	75	75	25	6000	6	2
ALBAT9	450	400	75	75	25	9000	9	3
ALBAT12	450	400	100	75	25	12000	12	4
ALBAT15	450	400	100	75	25	15000	15	5
ALBAT18	450	400	100	75	25	18000	18	6
ALBAT21	450	400	100	75	25	21000	21	7
ALBAT24	450	400	100	75	25	24000	24	8
ALBAT4,5	200	500	50	75	25	4500	3	1
ALBAT9-2	200	500	75	75	25	9000	6	2
ALBAT9-3	450	500	50	75	25	9000	6	2
ALBAT13,5	450	500	75	75	25	13500	9	3
ALBAT18-2	450	500	75	75	25	18000	12	4
ALBAT22,5	450	500	75	75	25	22500	15	5
ALBAT27	450	500	100	75	25	27000	18	6



#### Contramarcos



#### Portabaterías



#### Accesorios para modelos normalizados baterías ALBAT

Código	Descripción
517541075	Termostato Nixon 75 °C. Suelto
1017000000	Termostato Nixon 75 °C. Montado con tubo y racor
EC10001	Juego contramarcos para baterías ALBAT de dim A x B = 500 x 250 mm
EC10002	Juego contramarcos para baterías ALBAT de dim A x B = 500 x 500 mm
EC10003	Juego contramarcos para baterías ALBAT de dim A x B = 600 x 250 mm
EC10004	Juego contramarcos para baterías ALBAT de dim A x B = 600 x 500 mm
EC10111	Portabaterías para baterías ALBAT de dim A x B = 500 x 250 mm
EC10112	Portabaterías para baterías ALBAT de dim A x B = 500 x 500 mm
EC10113	Portabaterías para baterías ALBAT de dim A x B = 600 x 250 mm
EC10114	Portabaterías para baterías ALBAT de dim A x B = 600 x 500 mm





# CMRS



**Ventiladores centrífugos de baja presión y simple aspiración, de gran robustez, equipados con turbina con álabes hacia atrás**



**Ventilador:**

- Envoltente en chapa de acero
- Turbina con álabes a reacción, en chapa de acero de gran robustez, especialmente diseñada para transportar aire limpio o ligeramente polvoriento
- Motor directamente acoplado

**Motor:**

- Motores de eficiencia IE3 para potencias iguales o superiores a 7,5kW, excepto monofásicos, 2 velocidades y 8 polos
- Motores clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55
- Trifásicos 230/400V-50Hz (hasta 4kW) y 400/690V-50Hz (potencias superiores a 4kW)
- Temperatura máxima del aire a transportar: +25°C + 120°C

**Acabado:**

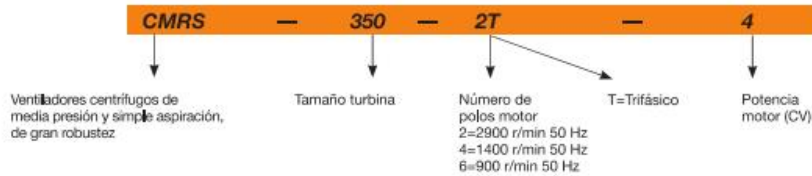
- Anticorrosivo en resina de poliéster polimerizada a 190 °C, previo desengrase con tratamiento nanotecnológico libre de fosfatos,

**Bajo demanda:**

- Bobinados especiales para diferentes tensiones
- Ventilador preparado para transportar aire hasta 250°C
- Ventilador en acero inoxidable
- Certificación ATEX Categoría 2
- Motores de eficiencias IE2 e IE3 para cualquier potencia
- Acoplamiento elástico sistema 8

Turbina a reacción de alto rendimiento, y gran robustez

**Código de pedido**



**Características técnicas**

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máx admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m3/h)	Nivel Presión Sonora dB(A)	Peso aprox (Kg)	According ErP
		230 V	400 V	690 V					
CMRS-350-2T-4	2900	10,18	5,88		3,00	7750	77	77	2015
CMRS-350-4T-0,5	1380	1,84	1,06		0,37	3900	65	50	2015
CMRS-400-2T-5,5	2880	13,30	7,63		4,00	9700	79	98	2015
CMRS-400-2T-7,5	2920		10,40	6,00	5,50	12100	82	107	2015
CMRS-400-4T-0,75	1420	2,28	1,31		0,55	5400	67	69	2015
CMRS-450-2T-10 IE3	2935		13,90	8,06	7,50	13600	83	141	2015
CMRS-450-2T-15 IE3	2950		20,10	11,70	11,00	17200	84	198	2015
CMRS-450-4T-1	1410	3,10	1,79		0,75	6850	69	78	2015
CMRS-450-4T-1,5	1420	4,33	2,50		1,10	7700	70	84	2015
CMRS-500-2T-20 IE3	2950		27,10	15,70	15,00	19400	88	231	2015
CMRS-500-2T-25 IE3	2950		33,30	19,30	18,50	24300	89	250	2015
CMRS-500-4T-2	1430	5,96	3,44		1,50	9750	71	117	2015
CMRS-500-4T-3	1445	8,36	4,83		2,20	10850	72	129	2015
CMRS-500-6T-0,75	910	2,59	1,49		0,55	6900	61	107	2015
CMRS-560-4T-4	1445	10,96	6,33		3,00	13600	73	148	2015
CMRS-560-4T-5,5	1440	14,10	8,12		4,00	17300	73	160	2015
CMRS-560-6T-1	945	3,90	2,20		0,75	8650	62	129	2015
CMRS-560-6T-1,5	945	4,88	2,82		1,10	9650	65	135	2015
CMRS-630-4T-7,5	1460		10,60	6,10	5,50	19100	75	193	2015
CMRS-630-4T-10 IE3	1465		13,90	8,06	7,50	24600	75	227	2015
CMRS-630-6T-2	955	6,42	3,71		1,50	12200	66	167	2015
CMRS-630-6T-3	955	9,30	5,30		2,20	15350	68	177	2015
CMRS-710-4T-15 IE3	1470		20,70	12,00	11,00	27550	78	352	2015
CMRS-710-4T-20 IE3	1470		28,40	16,50	15,00	34900	78	377	2015
CMRS-710-6T-4	960	11,90	6,80		3,00	17200	70	276	2015
CMRS-710-6T-5,5	960	16,50	9,46		4,00	21700	71	287	2015
CMRS-800-4T-25 IE3	1470		34,90	20,20	18,50	38250	81	480	2015
CMRS-800-4T-30 IE3	1470		40,90	23,70	22,00	48250	83	503	2015
CMRS-800-6T-7,5	965		12,30	7,10	5,50	24400	74	357	2015

## Panel Solar



# ESPMC

## Polycrystalline Solar Module

### SPECIFICATIONS

Dimensions	1956 x 992 x 35 mm 1956 x 992 x 40 mm 1956 x 992 x 45 mm
Weight	20.9 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs multi-crystalline Si-cells (156 x 156 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET/ FEVE
Junction Box	
Cable	4 mm <sup>2</sup> solar cable 2 x 900 mm
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product Warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%

### CHARACTERISTICS

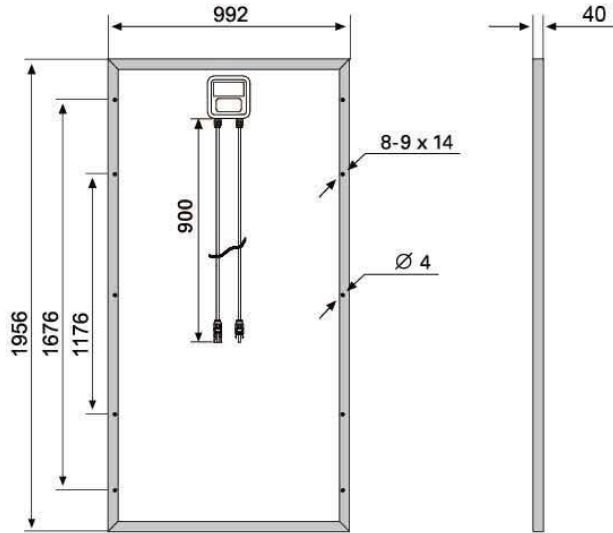
Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature <sub>sc</sub>	+0.08558%/°K
Temperature <sub>oc</sub>	-0.29506%/°K
Temperature <sub>mpp</sub>	-0.38001%/°K
NOCT***	45°C

### CERTIFICATES

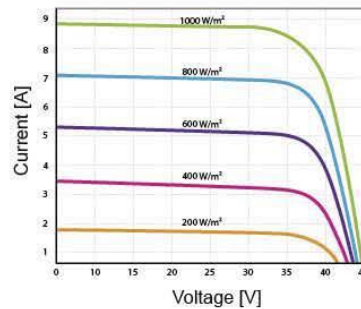
IEC 61215 edition 2 (TUV Nord)  
IEC 61730 MCS INMETRO  
CE CEC SALT-MIST  
PID Resistant

### INSURANCE

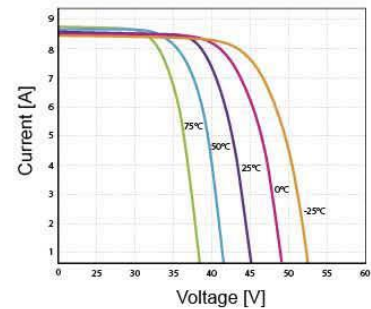
Chubb



### CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m<sup>2</sup>).

ESPMC TYPE	300	305	310	315	320	325
Power Class	300W	305W	310W	315W	320W	325W
Max. Power Voltage (V <sub>mpp</sub> )* at STC**	37V	37.15V	37.3V	37.5V	37.65V	37.8V
Max. Power Current (I <sub>mpp</sub> ) at STC	8.1A	8.21A	8.31A	8.4A	8.5A	8.6A
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> ) at STC	44.8V	44.95V	45.1V	45.3V	45.45V	45.6V
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> ) at STC	8.7A	8.8A	8.9A	9A	9.1A	9.2A
Module Efficiency	15.5 %	15.7 %	16 %	16.2 %	16.5 %	16.8 %

\* MPP: Maximum Power Point

\*\* STC (Standard Test Conditions): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

\*\*\* Normal Operating Cell Temperature



ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR Corporation.

© March 2015 ERA SOLAR Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

## Módulos Inversores

### SUNNY TRIPOWER 15000TL / 20000TL / 25000TL



STP 15000TL-30 / STP 20000TL-30 / STP 25000TL-30

#### Rentable

- Rendimiento máximo del 98,4 %

#### Seguro

- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

#### Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

#### Innovador

- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

## SUNNY TRIPOWER 15000TL / 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

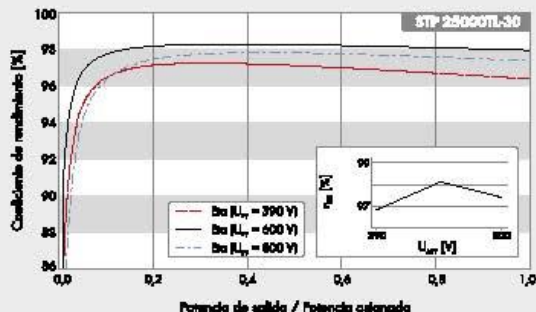
La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

# SUNNY TRIPOWER

## 15000TL / 20000TL / 25000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 15000TL
<b>Entrada (CC)</b>	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$ )/potencia asignada de CC	15330 W/15330 W
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3
<b>Salida (CA)</b>	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15000 W
Potencia máx. aparente de CA	15000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/21,7 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo
THD	≤ 3%
Fases de inyección/conexión	3/3
<b>Rendimiento</b>	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%
<b>Dispositivos de protección</b>	
Punto de desconexión en el lado de entrada	●
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II	○
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)
Peso	61 kg (134,48 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)
Emisión sonora, típica	51 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
<b>Equipamiento / función / accesorios</b>	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne de conexión por resorte
Pantalla	○
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect	○ / ●
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	● / ●
Relé multifunción/Power Control Module	○ / ○
OptiTrack Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	● / ● / ●
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	● / ●
Garantía: 5/10/15/20 años	● / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones previstos	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-14, CEI 0-21, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2.1, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014
* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438	
Modelo comercial	STP 15000TL-30

### Curva de rendimiento



### Accesorios



Interfaz RS485  
DA-485 CB-10



Power Control Module  
PWC-MC0-10



Descargador de sobretensión  
de CC tipo II, entradas A y B  
DCSPD KIT3-10



Relé multifunción  
MR 01-10

• De serie    ◊ Opcional    — No disponible  
Datos en condiciones nominales  
Actualizado: mayo de 2016

Datos técnicos	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL
Entrada (CC)		
Potencia máxima de CC (con $\cos \varphi = 1$ )/potencia asignada de CC	20440 W/20440 W	25550 W/25550 W
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	320 V a 800 V/600 V	390 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas A/B	33 A/33 A	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A;3; B:3	2/A;3; B:3
Salida (CA)		
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	20000 W	25000 W
Potencia máx. aparente de CA	20000 VA	25000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V	180 V a 280 V 50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz 50 Hz/230 V
Rango de tensión de CA		
Frecuencia de red de CA/rango		
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red		
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/29 A	36,2 A/36,2 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable		1/0 inductivo a 0 capacitivo
THD		≤ 3%
Fases de inyección/conexión		3/3
Rendimiento		
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%	98,3%/98,1%
Dispositivos de protección		
Punto de desconexión en el lado de entrada		•
Monitorización de toma a tierra/de red		• / •
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II		◊
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica		• / • / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual/sensible a la corriente universal		•
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)		I / AC III; DC II
Datos generales		
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)	
Peso	61 kg (134,48 lb)	
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)	
Emisión sonora, típica	51 dB(A)	
Autoconsumo nocturno	1 W	
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool	
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65	
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H	
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%	
Equipamiento / función / accesorios		
Conexión de CC/CA	SUNCLUX/Borne de conexión por resorte	
Pantalla	◊	
Interfaz: RS485, Speedwire/Web connect	◊ / •	
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	• / •	
Relé multifunción/Power Control Module	◊ / ◊	
OptiTrack Global Peak/Integrated Plant Control/On Demand 24/7	• / • / •	
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	• / •	
Garantía: 5/10/15/20 años	• / ◊ / ◊ / ◊	
Certificadas y autorizaciones (otros a petición)	ANIE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438:2013 <sup>4</sup> , G99/3, IEC 60068-2-24, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 62116, IEC 62116, IEC 62116, IEC 62116, NEN EN 50438, NIS 097-21, IEC 60335-1, IEC 60335-2-75, IEC 60335-2-76, IEC 60335-2-77, IEC 60335-2-78, S4777, TCM D4, TI 3.2.2, UTE C15-T1-21, VDE 0126-1-1, VDE AEN 4105, VDE AEN 4105, VDE AEN 4105, VDE AEN 4105, VDE AEN 4105	
<sup>4</sup> No es válida para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438		
Modelo comercial	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30



## Gabinetes metálicos:

### Ficha técnica del producto Características

08106

WALL-MOUNTED ENCLOSURE W600 18M  
PRISMA G IP30



#### Principal

Gama	Prisma
Nombre del producto	Prisma G
Grado de protección IP	IP43 con puerta, cúpula y junta IP43 IP30 sin puerta IP40 con puerta IP41 con puerta y cúpula
Tipo de producto o componente	Cofret
Tipo de envoltente	Envoltente funcional entregado en forma de kit
Aplicación del dispositivo	Distribución eléctrica de baja tensión
Montaje de armario	Flush with kit (**) Superficie
Type of front plate	Sin solicitar por separado
Número de módulos verticales (50 mm)	18
Número de módulos de 18 mm por fila	24

#### Complementario

Installation description	Armario mural - anchura 600 mm
[Ui] tensión asignada de aislamiento	1000 V en barras de distribución principales traseras acorde a IEC 61439-2
Corriente nominal (In)	630 A en 40 °C acorde a IEC 61439-2
[Icw] Corriente temporal admisible	25 kA 1 s acorde a IEC 61439-2
Corriente nominal de resistencia máxima [pk]	53 kA acorde a IEC 61439-2
Frecuencia de red	50/60 Hz
Material del envoltente	Envoltente, estado 1 chapa de acero tratada
Información adicional	Se pueden combinar uno al lado del otro y uno encima de otro
Cantidad por juego	Juego de 1
Altura	930 mm
Anchura	600 mm

09/12/2019

Life Is On | Schneider  
ELECTRIC

1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

## Interruptores de caja moldeada:

Select your circuit breakers and switch-disconnectors

www.se.com

## Characteristics and performance

ComPact NSXm circuit breakers from 16 to 160 A up to 690 V



ComPact NSXm.

### Common characteristics

Rated voltages	Insulation voltage (V)	Ui	800
	Insulation voltage for ELCB <sup>[1]</sup> (V)	Ui	500
	Impulse withstand voltage (kV)	Uimp	8
	Operational voltage (V)	Ue AC 50/60 Hz	690
	Operational voltage for ELCB <sup>[1]</sup> (V)	Ue AC 50/60 Hz	440
Suitability for isolation		IEC/EN 60947-2	yes
Utilisation category			A
Pollution degree		IEC 60664-1	3

### Circuit breakers

#### Breaking capacity levels

##### Breaking capacity (kA rms)

Icu	AC 50/60 Hz	220...240 V
		380...415 V
		440 V
		500 V
		525 V
		660...690 V

##### Service breaking capacity (kA rms)

Ics	AC 50/60 Hz	220...240 V
		380...415 V
		440 V
		500 V
		525 V
		660...690 V

##### Durability (C-O cycles)

Mechanical	Electrical	440 V	In/2
			In
		690 V	In/2
			In

#### Protection and measurements

Overload / short-circuit protection	Thermal magnetic
	Electronic with Earth Leakage Protection (ELCB)
Options	Device status/control
	For ELCB <sup>[1]</sup> : alarming and fault differentiation

#### Installation / connections

##### Dimensions and weights

Dimensions (mm)	3P
	4P
W x H x D	ELCB <sup>[1]</sup>
	3P
	4P
Weight (kg)	ELCB <sup>[1]</sup>

##### Connections

Pitch (mm)	Standard
	With spreaders
EverLink lug Cu or Al <sup>[2]</sup> cables	Cross-section (mm <sup>2</sup> )
	Rigid
Crimp lugs Cu or Al	Cross-section (mm <sup>2</sup> )
	Rigid
	Flexible

#### Source changeover system

Manual mechanical interlocking

[1] ELCB: Earth Leakage Circuit Breaker (MicroLogic Vigi 4.1).

[2] Al up to 100 A.

Ficha técnica del producto  
Características

A9F74310

iC60N - miniature circuit breaker - 3P - 10A - C  
curve



Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Interrupor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal (In)	10 A
Tipo de red	CA DC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Poder de corte	6000 A Icn en 400 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 36 kA Icu en 12...60 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en 380...415 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 20 kA Icu en 220...240 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 6 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 36 kA Icu en 100...133 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en <= 180 V DC acorde a EN/IEC 60947-2
Categoría de utilización	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Si acorde a EN 60898-1 Si acorde a EN 60947-2 Si acorde a IEC 60898-1 Si acorde a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 IEC 60898-1 EN 60898-1 EN 60947-2

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ÍTE M	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
<b>Aspectos Generales</b>					Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				NO APLICABLE			
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

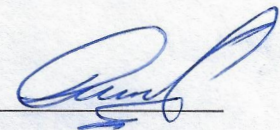
<sup>1</sup>*Pertinencia*: El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>*Relevancia*: El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>*Claridad*: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y nombres : *Paicellas Connera, Edison Danilo.*  
 Profesión : *Ingeniero Electrónico*  
 Especialidad : *Cestión de mantenimiento*



Firma del experto

*CIP: 224523*

## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ÍTE M	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
<b>Aspectos Generales</b>					<b>Sí</b>	<b>No</b>	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				NO APLICABLE			
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

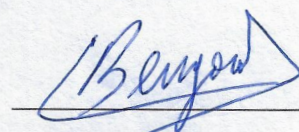
<sup>1</sup>*Pertinencia*: El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>*Relevancia*: El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>*Claridad*: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y nombres : *Bengoa Seminario Juan Carlos*  
 Profesión : *Ing. Mecánico*  
 Especialidad : *Mg. en Ingeniería de la Energía*



Firma del experto

CIP: 121515

## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ÍTE M	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
<b>Aspectos Generales</b>					Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				NO APLICABLE			
<b>APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES</b>							

<sup>1</sup>*Pertinencia*: El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>*Relevancia*: El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

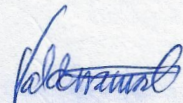
<sup>3</sup>*Claridad*: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y nombres : Valderrama Campos, Edwin Ronald

Profesión : Ingeniero Mecánico

Especialidad : Ciencias Térmicas



Firma del experto

CIP: 189677