

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN- REY BALDUINO DE BELGICA

EQUIPO DE DESHIDRATACION DE SPHAGMUN

Trabajo de Titulacion para optar
al Título de **Ingeniero (e) en**
Control e Instrumentacion
Industrial

Alumno:
Carlos Sebastian González
Maldonado.

Profesor guía:
Sr Nelson Vásquez Concha

Dedicatoria

En este pequeño pero significativo texto quiero plasmar mis mas sinceros agradecimientos a las personas que realizaron un aporte para poder lograr este sueño, que se está volviendo realidad .

En primer lugar a mi esposa Andrea Soto Navarro quien es el pilar en mi vida , me apoyo en todo momento tanto en lo psicologico, como en lo económico con mis continuos viajes a Concepcion para lograr concretar este gran paso.

A mis hijas, mis pequeñas Tatiana y Tiare fueron tres años que hipoteque el estar con ustedes , gracias por su apoyo, las amo.

A mis Padres, los que me apoyaron incondicionalmete para la obtencion de este sueño.

Por eso solo agradecer a todos los que aportaron en este camino del conocimiento.

Resumen

Este proyecto de título tiene la finalidad de solucionar una problemática correspondiente a los estándares de calidad del producto a entregar, así como también poder generar una solución económica de muchas familias de la décima región, esto tiene relación con la extracción y procesamiento del sphagnum (Pon Pon).

Esto se logrará generando un equipo capaz de poder secar este producto, el que es obtenido desde los humerales, por lo que tiene una altísima concentración de agua por su capacidad de absorción.

Actualmente solo existen secadores por efecto del sol generando un efecto invernadero el cual aumenta la temperatura del producto provocando su deshidratación, este proceso dura más o menos 5 días en condiciones climatológicas ideales, el escenario cambia radicalmente en la época invernal ya que el secado tarda al menos entre 15 a 20 días, lo que hace totalmente improductivo y genera un descalabro en lo económico para estos pequeños micro empresarios.

Esto es el apéndice del problema, por otra parte la empresa que recibe este producto necesita realizar constantes controles de calidad por no existir un equipo que pueda certificar el producto de buena forma, con la humedad requerida para su óptima exportación.

La idea es poder dar una solución efectiva para esta problemática tanto en lo técnico como en lo económico.

Índice

Dedicatoria.....	2
Resumen	3
Introduccion	8
Objetivo	9
1 Descripcion de proceso	12
1.1 Extraccion	13
1.2 Secado	14
1.3 Prensado	15
1.4 Empacado	16
2 Propuesta solucion	17
2.1 Problemática.....	18
2.2 Solucion planteada	19
2.3 Propueta de control cntrifugado	19
2.3.1 Propuesta de cracion de centrifugadora	20
2.4 Propuesta de control de horno secador	20
2.4.1 Propuesta de fabricacion de horno secador.....	20
2.5 Descripcion de los elementos a utilizar	20
2.5.1 Hmi.....	20
2.5.2 Terminal operador	21
2.5.3 Software.....	21
2.5.4 Comunicación.....	21
2.5.5 Plc.....	22
2.5.6 Variador de Frecuencia.....	22
2.5.7 Sensor de temperatura	23
2.5.7.1 Termistores.....	23
2.5.7.2 Rtd.....	23
2.5.7.3 Termopar.....	23
2.6 Sensores de humedad.....	24
2.6.1 Sensores Mecanicos	24
2.6.2 Bulbos humedo secos.....	25
2.6.3 Sensor por condensacion	26
2.6.4 Sensor por sales higroscopicas	27
2.6.5 Tipo electrolitico	28
2.6.6 Sensor por conductividad.....	30
2.6.7 Sensor Capasitivo	31
2.6.8 Sensor infrarojo.....	32

2.6.9 Sensor pieza electrico	33
2.7 Tipos de lazos de control	34
2.7.1 Lazo abierto	34
2.7.2 Lazo cerrado	34
2.7.3 Retro alimetacion	34
2.8 Experimento desarrollo.....	35
2.9 Lazo de control centrifugadora.....	42
2.10 Lazo de control horno secador	42
3 Propuesta economica	45
3.1 Propuesta economica de fabricacion de equipos	46
3.2 Proyeccion de ganancias	47
Anexos	48

Indice de figuras

Figura 0-1 Fuerza centrifuga.....	10
Figura 1-1 Musgo Sphagmun.....	13
Figura 1-2 Traslado de Sphagmun.....	13
Figura 1-3 Secado de Sphagmun.....	14
Figura 1-4 Compactador.....	15
Figura 1-5 Empacado	16
Figura 2-1 Porcentaje de dias con lluvia del año.....	18
Figura 2-2 Temperatura media anual	19
Figura 2-3 Sensor de humedad mecanico	24
Figura 2-4 Lazo de control sensor de humedad mecanico	25
Figura 2-5 Lazo de control sensor bulbo huedos seco.....	25
Figura 2-6 Sensor de humedad por condensacion	26
Figura 2-7 Lazo de control sensor humedad por condensacion	27
Figura 2-8 Estructura sensor sales higroscopicas	27
Figura 2-9 Lazo de control sensor de sales higroscopicas.....	28
Figura 2-10 Estructura sensor Higoscopico	29
Figura 2-11 Ecuacion que rige al sensor	29
Figura 2-12 Lazo de control de sensor higroscopico	29

Figura 2-13 Estructura sensor por conductividad.....	30
Figura 2-14 Ecuacion que rige al sensor capacitivo	31
Figura 2.15 Estructura molecular del agua.....	31
Figura 2-16 Lazo de control sensor capacitivo	32
Figura 2-17 Ecuacion que rige al sensor infrarojo.....	32
Figura 2-18 Estructura sensor infrarojo.....	33
Figura 2-19 Lazo de control Sensor Piezo electrico	34
Figura 2-20 Grafico de comportamiento Sphagmun en centrifuga	38
Figura 2-21 Grafico comportamiento de Sphagmun en secador.....	41
Figura 2-22 Lazo de control On/Off.....	42
Figura 2-23 Lazo de control cascada	43
Figura 2-24 Grafico de comportamiento de temperatura en secador.....	44

Indice de tablas

Tabla 2.1 Tabla de medicion de humedad	36
Tabla 2.2 Tabla de medicion de humedad	37
Tabla 2.3 Tabla de medicion de humedad	39
Tabla 2.4 Tabla de medicion de humedad	40
Tabla 3.1 Tabla valorizacion del proyecto	46
Tabla 3.2 Tabla de ganancias	47

Siglas y Simbologia

Sphagnum: Musgo proveniente de las turberas ,con gran capacidad de absorción de agua

HMI :Pantalla de interacción o comunicación hombre máquina

PLC : Programador lógico programable

RTD :Detector de temperatura basado en la variación de resistencia

Lazo de control : Dentro de la ingeniería de sistemas, un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema

Introducción

¿Qué es el sphagnum?

Pasare a dar una breve referencia de este musgo y sus usos para familiarizar con el tema

El Sphagnum es el género más abundante de las briofitas (musgos), con amplia distribución en todo el mundo. Son pequeñas plantas que crecen muy cerca unas de otras y forman cojines sobre las rocas, troncos y suelo generalmente con escaso drenaje, debido a su gran capacidad para tolerar condiciones de anegamiento.

En el mundo el sphagnum constituye la vegetación predominante de las turberas, que corresponde a un tipo de humedal originado naturalmente después del último periodo glacial y que debido a las condiciones muy particulares del ecosistema, tienden a acumular grandes cantidades de carbono en forma de materia orgánica semi descompuesta conocida con el nombre de turba.

Esta se comercializa principalmente como acondicionador en suelos para cultivos agrícolas, cobertura de suelos, substratos de cultivos y hongos especialmente champiñones. Industrialmente se utiliza en la fabricación de paneles de aislamiento térmico y acústico mediante un proceso de aglomeración, y en el tratamiento de aguas residuales, dada su capacidad de absorción y filtración

Objetivo

Objetivo general

El objetivo es poder desarrollar una línea de producción automatizada para el procesamiento del musgo durante todo el año y también con esta línea de secado poder darle más flujo de capitales a los pequeños empresarios de la zona esto se lograra puesto que la línea de producción acelerara el proceso en al menos un 300% .

Objetivo específico

Fabricar 2 maquinas (centrifugadora-secador) para el secado del Sphagnum

Se realizara un levantamiento del proceso con la finalidad de definir diseño y capacidad de los equipos tiempo estimado para esta tarea 2 semanas

Se diseñara sistema de control eléctrico para ambas maquinas tiempo estimado 1 semana

Se generara experimento a escala del proceso se tomara registro de variables y se analizara comportamiento del musgo

Se cotizara la construcción estructural de los equipos tiempo estimado 1 semana

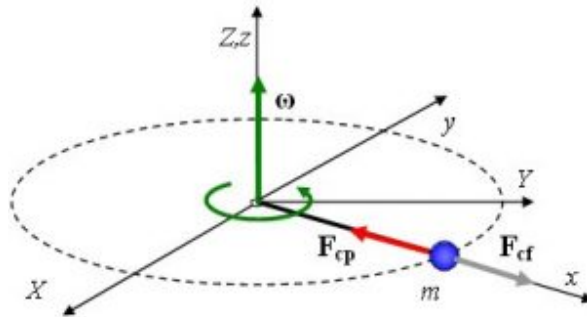
Se recopilara toda la información antes mencionada, con la que se tendrá una valorización del proyecto el tiempo estimado de fabricación la que incluirá costo estructura, materiales necesarios para su funcionamiento.

Y por ultimo como objetivo generar una mejora en la calidad de vida de este grupo de personas dedicadas a estas labores la cuales por no tener un ciclo continuo de producción tienen grandes apremios económicos.

Al generar estos equipos se conseguirá poder generar un estándar de calidad medible esto por la incorporación de elementos de instrumentación tales como medidores de humedad y temperatura dando un importante valor agregado al producto evitando rempaque o rechazos por no cumplir con lo requerido por sus clientes

El primer equipo la maquina centrifugadora funcionara bajo el concepto de la fuerza centrífuga ejercida sobre un cuerpo.

Esta es conocida como la fuerza aparente la que traslada hacia afuera una masa cuando esta gira, es la fuerza que surge cuando se describe el movimiento en un cuerpo en rotación o la fuerza aparente que percibe un observador no inercial que se encuentra localizada en un sistema de referencia rotatorio



Fuerza centrífuga
Figura 0-1

- **Unidad:** Newton
- **Símbolo:** N
- **Formula:** $F_{cf} = m\omega^2 r$

La fuerza centrífuga se puede calcular cuando se conoce con exactitud la masa y la velocidad del objeto así como el radio del círculo en donde está viajando entonces tenemos la formula.

$$A_c = V^2 / R$$

Formula en la cual

- **Ac:** aceleración centrípeta
- **V=** velocidad tangencial
- **R=** radio del giro

También se le puede agregar los siguientes datos

- **$V = \omega R$**

Donde ω es la velocidad angular que se mide en radianes/segundos la cual debemos multiplicar por R que es el radio.

A través de este principio físico se lograra separar la masa del musgo, de las partículas de agua contenidas.

El segundo equipo del proceso de secado funcionará directamente como horno secador.

El cual empleará los conceptos de transmisión de calor por radiación y por convección.

Se denomina radiación térmica o radiación calorífica a la emitida por un cuerpo debido a su temperatura. Esta radiación es radiación electromagnética que se genera por el movimiento térmico de las partículas cargadas que hay en la materia.

La convección es la transmisión de calor por movimiento real de las moléculas de una sustancia. Este fenómeno solo podrá producirse en fluidos en los que por movimiento natural o circulación forzada puedan las partículas desplazarse transportando el calor, sin interrumpir la continuidad física del cuerpo.

CAPITULO 1 DESCRIPCION DEL PROCESO ACTUAL

1.1 Extracción

Actualmente el proceso de secado del musgo y el proceso en lo macro se realiza de la siguiente manera: el producto es extraído desde los humerales con gran concentración de agua, este se empaca en maxi sacos y se traslada a los puntos de secado que estén disponibles por el emprendedor.



Musgo Sphagmun
Figura 1-1



Traslado de Sphadmun
Figura 1-2

1.2 Secado

Una vez finalizada esta tarea se comienza con el proceso de secado trasladando el producto a los tendedores, esta tarea es realizada por a lo menos tres personas las que tendrá también la misión de chequear el estado del musgo, este proceso de secado es variable por lo tanto en condiciones ideales esto tardaría por lo menos 5 días lo que significa tener personal destinado en exclusivo para estas funciones.



Secador de Sphagmun
Figura 1-3

1.3 Prensado

Una vez concluido el proceso de secado se traslada para su siguiente etapa la de compactado, el producto deber ser compactado en una maquina de principio oleo hidráulico, la cual tiene por finalidad darle el tamaño y forma requerida para su transporte, con el objetivo de lograr ser lo más eficiente el tema logístico y para su traslado al punto de embarque y posterior traslado en barco al destino final.



Compactador de Sphagmun
Figura 1-4

1.4 Empacado



Sphadmun empacado

Figura1-5

Como se puede apreciar este proceso es totalmete rudimentario no tiene ningún sistema de control o instrumentación que de fiabilidad que el producto termine con estandares de calidad nesesarios para la exportación, lo que muchas veces a significado tener que reprocesar ,por que ha sido rechazado, el impacto económico de esta acción es muy importante , todos los procesos de esta producción son controlados por personas ,el control del secado carga y descarga de los productos y su final empaque, procesos que deben ser mejorados con la incorporacion de tecnología.

Al realizar este equipo de secado se conseguira por una parte standarizar y profesionalizar la produccion y por otra acelerar dando continuidad productiva siendo el tema del secado, el actual cuello de botella de este proceso, por el tiempo de secado la cantidad de personal destinada a esta funciones y es el punto del proceso el cual genera los rechazos de los embarques .

CAPITULO 2 PROPUESTA DE SOLUCION

2.1 Problemática

Como toda la solución primero se debe plantear el problema este proyecto es una solución productiva considerando la ubicación geografía del desarrollo de esta industria está ubicada en la región de Los Lagos la cual se caracteriza por sus abundaste lluvias y temperaturas medias de al redor de los 10° C lo cual genera el problema puesto que para el 90% del proceso se utiliza la energía solar para secar este producto, a continuación se mostraran las graficas correspondiente al porcentaje de días del año que esta precipitando , y otro correspondiente a la temperatura media anual

Estos factores son los principales agentes que generan la complicación para poder mantener un ciclo productivo continuo

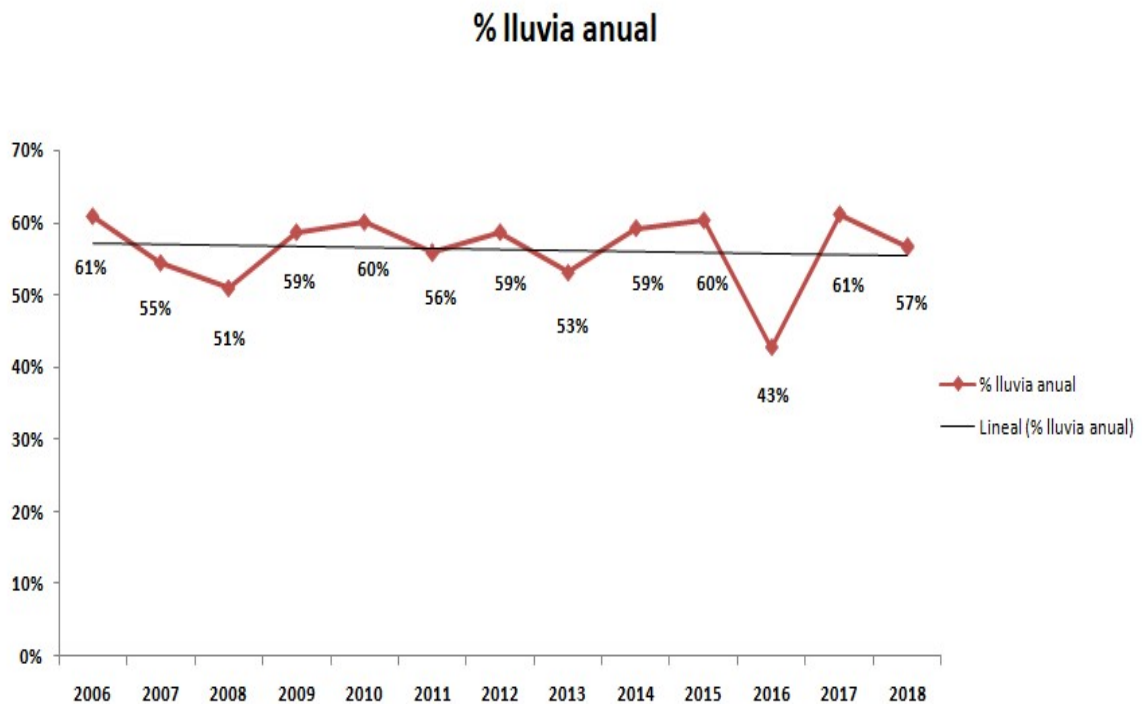
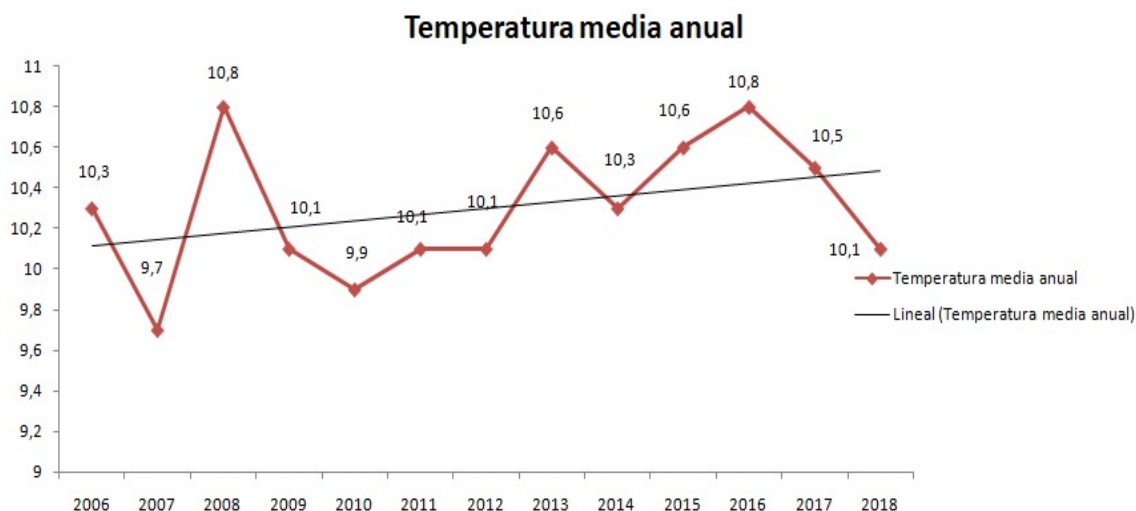


Figura 2-1



Temperatura media anual Región de los Lagos

Figura 2-2

2.2 Solución planteada

Para dar solución al problema se plantea desarrollar dos equipos, esto se determinó en conversaciones y debates con los productores, les planteo la opción de poder generar una mejora tecnológica para profesionalizar sus trabajos, a lo que acceden con gran interés, concretamente se le plantea esta opción a dos productores, con los que me interiorice de su proceso y comencé la evaluación de cual podría ser la solución viable, ambos coincidieron que el tema de desarrollar un equipo de secado del tipo horno era una excelente opción, pero me plantearon el tema del tiempo, que este tardara en lograr sacar todas la partículas de agua del musgo, y su temor es que el producto tenga que estar expuesto por mucho tiempo a una temperatura alta y este producto se degrade.

De estas inquietudes nace la idea de adicionar un proceso antes del horno de secado al observar la gran concentración de agua del shugmus pienso en incorporar una centrifugadora, la cual será capaz de separar las partículas de agua de la masa del musgo.

2.3 Propuesta de control de centrifugadora

- A) Se implementara una pantalla HMI
- B) Implementar un sistema de control (PLC)
- C) Se determinan las variables a controlar
- D) Para este equipo se considera un lazo de control abierto
- E) Variador de frecuencia

2.3.1 Propuesta de creación de centrifugadora

- A) Se desarrollara un diseño estructural de la maquina
- B) Se determinara los elementos materiales para su construcción
- C) Se realizara la evaluación del costo de fabricación incluido sistema de control

2.4 Propuesta de control de horno de secado

- A) Se implementara una pantalla HMI
- B) Implementar un sistema de control (PLC)
- C) Se determinara variables a controlar
- D) Se determinara sensores para toma de datos
- E) Para este equipo se considera un sistema de control del tipo lazo cerrado

2.4.1 Propuesta de fabricación de horno de secado

- A) Se desarrollara diseño del equipo
- B) Se determina elementos de construcción
- C) Se realiza evaluación del costo total de fabricación

2.5 Descripción de los elementos a utilizar para sistema de control

2.5.1 HMI

Human machine interface es decir es un dispositivo o sistema que permite la interfaz entre persona máquina.

Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores pulsadores selectores y otros que interconectan la maquina o proceso.

En la actualidad dado a que las máquinas y procesos en general están implementados con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponible puertas de comunicación, es posible constar con sistemas de HMI mucho más poderosos y eficaces además de permitir una conexión mucho más sencilla y económicas

Básicamente se distinguen dos tipos

2.5.2 Terminal de operador, consiste en un dispositivo generalmente construido para ser utilizado en ambientes agresivos donde pueden ser solamente de despliegue numérico o alfa numéricos o de gráficas y además son pantallas sensibles al tacto (touch screen)

Pc + Software, esto constituye otra alternativa basada en una PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto en donde existen los llamados PC Industriales, los de panel, que se instalan en gabinetes dando una apariencia terminal de operador en general veremos muchas configuraciones para hacer PC.

2.5.3 Software HMI

Este software permite la interface gráfica de forma de poder ver procesos e interactuar sobre ellos como por ejemplo, registros de tiempo real e histórico de datos manejo de alarmas

Al igual que en terminal de operador se requieren herramientas de desarrollo y diseño la cual es usada para configurar la aplicación diseñada y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (run time).

Además este software puede comunicarse directamente con los dispositivos de campo o bien hacerlo a través de un software especializado lo que lo más utilizado actualmente

2.5.4 Comunicación

La comunicación con los dispositivos del máquina o proceso se realizan mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ella, tanto en los dispositivos como en los PCs.

Actualmente se utiliza para la comunicación un software denominado genéricamente como servidor comunicacional el que tiene la misión de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación los cuales son sus clientes. La técnica estandarizada para ello se llama OPC (Ole for Process Control), por lo que contamos con entonces con un Cliente y Servidor OPC, sin embargo aún quedan algunas instalaciones donde se usa DDE para este propósito como también muchos software de aplicación solo son clientes DDE por lo que lo usual es que los servidores sean OPC y DDE.

2.5.5 PLC

Programable Logic Controller se trata de una computadora utilizada en usos de ingeniería de automatización para la automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de alguna máquina.

Es un instrumento que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinada función, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales contadores y cálculos mediante módulos de entrada y salida analógicos o digitales sobre diferente tipos de máquinas y de procesos.

El campo de aplicación de los PLC es muy amplio e incluye diversos tipos de industria así como de máquinas. A diferencia de una computadora tradicional el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y e salida amplios rangos de temperatura

Inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a las vibraciones y al impacto.

Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles.

El PLC es un sistema de tiempo real donde los resultados de salido están ligados y son respuesta de las condiciones de entrada.

2.5.6 Variador de frecuencia

Un variador de frecuencias es un sistema de control de velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada a un motor .Un variador de frecuencia es un regulador de velocidad son también conocidos como drivers VDF (variador de voltaje variador de frecuencia)

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio el concepto de la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna está determinada por la AC suministrada y el numero de polos del estator de acuerdo a la formula

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

RPM: revoluciones por minuto

f: Frecuencia de suministro

p: Numero de polos

Con este dispositivo se tendrá la posibilidad de ajustar las rampas tanto de partida con de detención y la velocidad de funcionamiento de la centrifugadora.

2.5.7 Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura son dispositivo que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesadas por equipos eléctricos o electrónicas

Hay tres tipos de sensores de temperatura los termistores, los RTD, y el termo pares.

2.5.7.1 Termistores

Están basados en el comportamiento de la resistencia de los semiconductores en variable en función de la temperatura.

Existente termistores NTC y los tipo PTC, en los primeros al aumentar la temperatura disminuye su resistencia el caso de los PTC al aumentar la temperatura aumentan su resistencia.

El principal problema de los termistores es que son lineales según la temperatura por lo que es necesario aplicar formulas complejas para determinar la temperatura según la corriente que circula y son complicados de calibrar.

2.5.7.2 RTD

Un RTD es un sensor de temperatura basado el cambio de resistencia de un conductor con respecto a la temperatura

Los metales utilizados normalmente como RTD son platino, cobre, níquel, molibdeno

Siendo los sensores de platino los más utilizados por tener mejor linealidad más rapidez y mayor margen de temperatura

2.7.7.3 Termopar

También conocido como termocupla recibe este nombre por estar formado por dos metales, es un instrumento de medida cuyo principio de funcionamiento es el efecto termoeléctrico.

El material termo eléctrico permite transformar directamente el calor en electricidad, o bien generar frio cuando se le aplica una corriente eléctrica.

El termopar genera una tención que está en función de la temperatura que se está aplicando al sensor.

Los termopares tienen un amplio rango de medidas, son económicos, y son de amplio uso en la industria.

El principal inconveniente radica en su imprecisión que es pequeña en comparación a la RTD o termistores.

2.6 Sensores de humedad

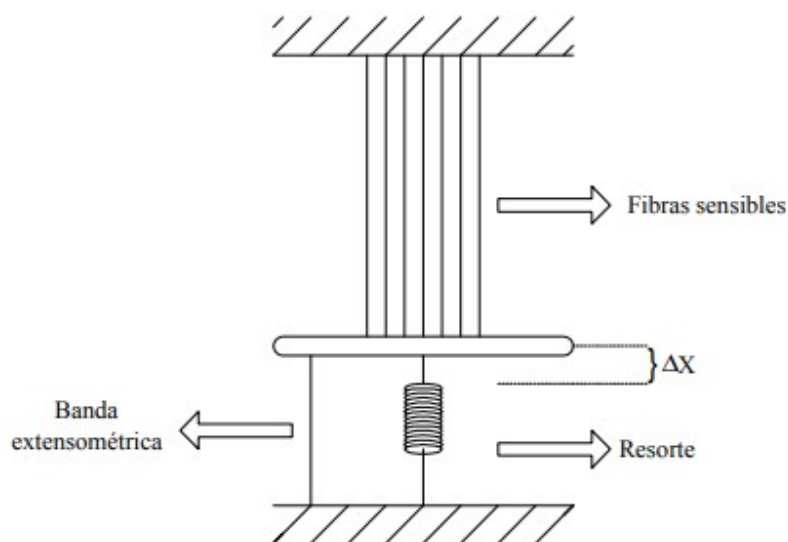
Existen varios tipos de sensores de humedad según sea el principio físico que siguen para realizar la medición.

Existen los basados en sale hidroscoficas, por conductividad, infrarrojos.

Sensores de humedad y su principio de funcionamiento.

2.6.1 Sensores mecánicos

La idea de este tipo de sensores, es aprovechar los cambios en las dimensiones que sufren ciertos tipos de materiales en presencia de la humedad. Los más afectados son algunas fibras orgánicas y sintéticas, como por ejemplo el cabello humano. Al aumentar la humedad relativa, las fibras aumentan de tamaño, es decir, se alargan. Luego esta deformación debe ser amplificada de alguna manera (por palancas mecánicas, o circuitos electrónicos), y debe ser graduada de acuerdo a la proporcionalidad con la humedad relativa.



Sensor de humedad mecánico
Figura 2-3

El desplazamiento (ΔX) puede ser medido de diversas maneras, en la figura, se aprecia una de ellas, la cual consiste en ubicar una banda extensométrica (filamento resistivo, que puede ser metálico o semiconductor) entre la parte móvil y la estable. Al variar ΔX en forma proporcional a la humedad presente, también lo hará la banda cambiando la resistencia de ella, luego la variación de la resistencia puede ser convertida a voltaje usando algún circuito de medición de ΔR , como lo es el puente de Wheatstone. En la figura se puede apreciar un diagrama explicativo de cómo se relacionan las variables que intervienen en la medición.



Lazo de control sensor de humedad mecánico

Figura 2-4

2.6.2 Bulbos húmedos secos

Este se basa en la medición de temperatura y a partir de esta deducir la cantidad de agua evaporada presente en una mezcla gaseosa. La idea consiste en disponer de 2 termómetros lo más idéntico posibles, con uno de ellos se debe medir la temperatura de la mezcla (temperatura de bulbo seco), y con el otro, la temperatura en la superficie de una película de agua que se evapora en forma adiabática (temperatura de bulbo húmedo), esto se logra envolviendo el bulbo de uno de los termómetros con un algodón humedecido con agua (de ahí el nombre de la variable). Las moléculas de agua presentes en el algodón absorberán la energía necesaria para evaporarse del bulbo del termómetro, bajando la temperatura del mismo algunos grados por de bajo comparado con la temperatura del termómetro seco. Al conocerse el valor de ambas variables es posible determinar la humedad relativa.

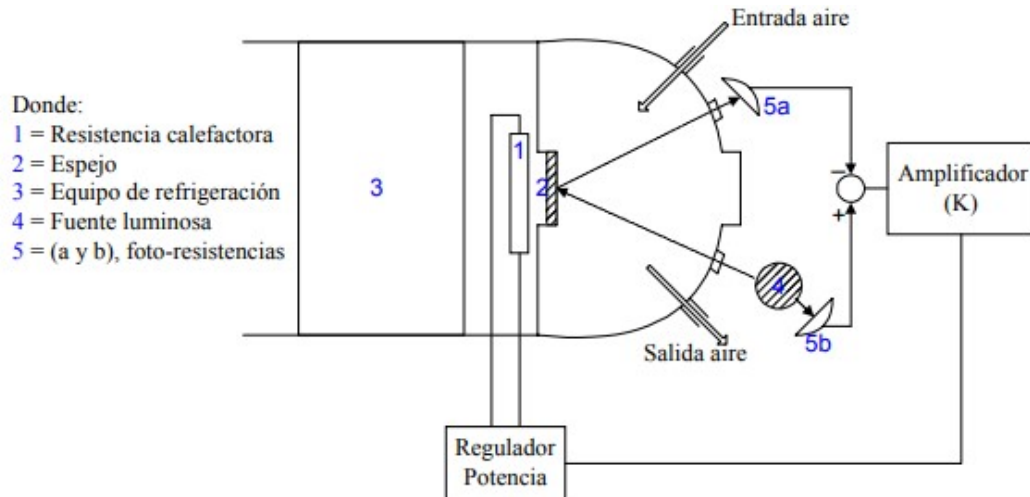


Lazo de control sensor bulbos húmedo seco

Figura 2-5

2.6.3 Sensor por condensación

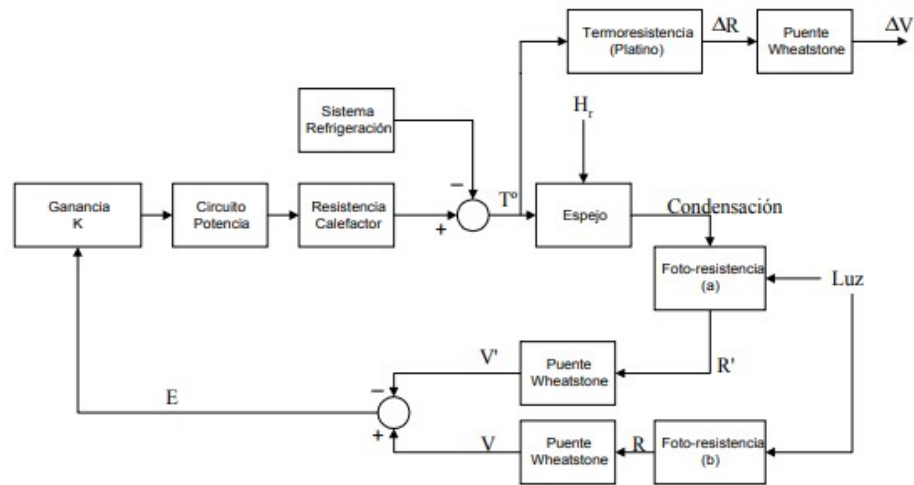
Como ya se enunció anteriormente, otra variable que nos permite calcular Hr es la temperatura de punto de rocío. Para medir esta variable se emplea un dispositivo como el que se ilustra en la figura.



Sensor de humedad por condensación

Figura 2-6

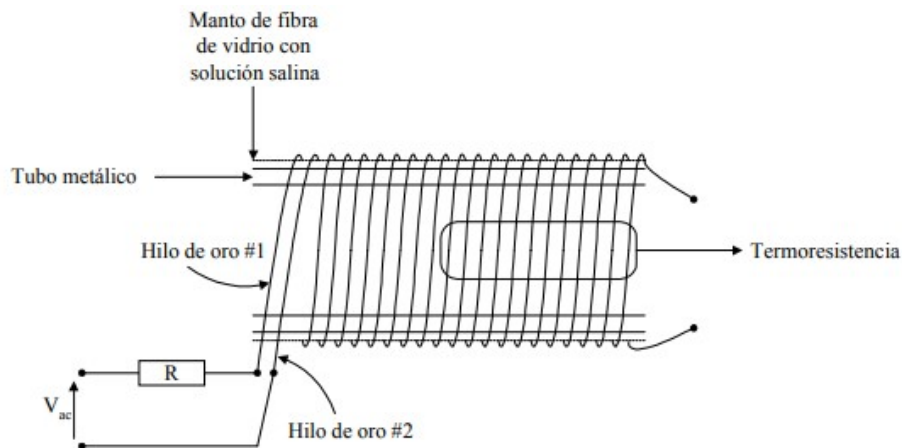
Se hace circular la mezcla gaseosa por una cámara provista en su interior de un espejo (2). El cual puede ser enfriado o calentado por un equipo de refrigeración (3) o calefactor (1) respectivamente, con la finalidad de poder lograr que el vapor se condense en el espejo o el agua se evapore de él. Además se cuenta con una fuente luminosa (4) que es proyectada sobre el espejo, el cual refleja el haz hacia una foto-resistencia (5a). La luz también incide en una segunda foto-resistencia (5b) en forma directa. Se tiene entonces una medición de la intensidad luminosa real (5b), y una distorsionada según la cantidad de condensación presente en el espejo (5a), el error entre ambas es amplificado y sirve de actuación sobre el regulador de potencia que controla el calefactor, en resumen es un lazo cerrado de control que logra temperar la superficie del espejo hasta llegar al punto de rocío, basta medir el valor de la temperatura superficial y acudir a las ecuaciones, tablas o gráficos psicrométricos para obtener Hr. En la figura se aprecia un diagrama que relaciona las variables involucradas.



Lazo de control sensor de humedad por condensación
Figura 2- 7

2.6.4 Sensor de sales higroscópicas

Una sal higroscópica (cloruro de litio por ejemplo), es una molécula cristalina que tiene gran afinidad con la absorción de agua. En la figura se ilustra un sensor que utiliza este fenómeno para deducir el valor de la humedad en el ambiente.

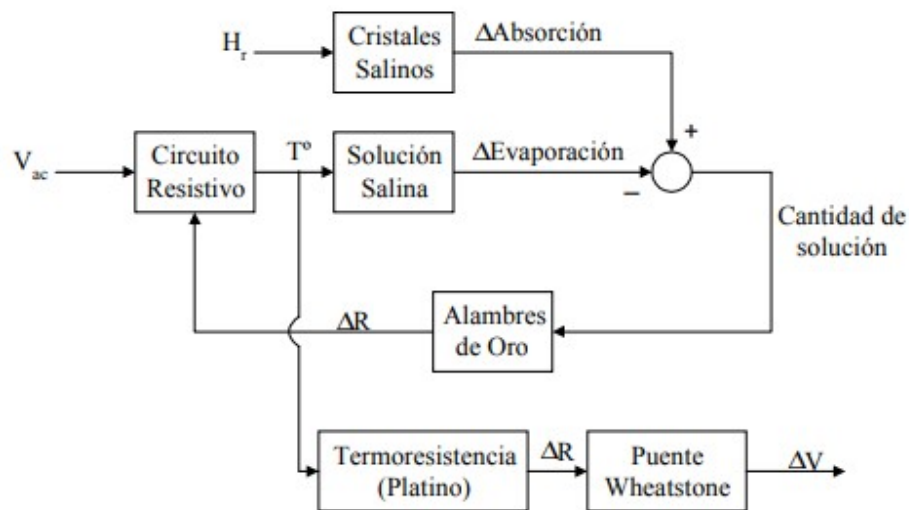


Estructura de sensor de sales higroscópicas
Figura 2-8

El sensor está compuesto por un tubo metálico, rodeado de un tejido de fibra de vidrio, que a su vez se encuentra impregnado de una solución salina saturada (higroscópica) compuesta de cloruro de litio y agua. Hay dos alambres de oro que rodean el manto de fibra (sin cruzarse), los cuales se encuentra inmerso en la

solución, se encuentran con sus extremos abiertos, pues la solución se encarga de cerrar el circuito. La solución de cloruro de litio se comporta como un conductor ideal, debido a la disociación iónica que sufre en presencia de agua, por lo que se puede considerar que los hilos de oro se encuentran cortocircuitados. Por ello se dispone de una resistencia R , limitadora de corriente.

Por disipación de potencia la resistencia libera energía en forma de calor, evaporando el agua de la solución salina. Baja entonces la concentración de iones, a medida que se evapora el agua, quedando cristales salinos. Por ello se reduce la conductividad eléctrica, y disminuye el calor disipado evaporándose menos agua. Pero al formarse cristales se está invirtiendo el proceso, iniciándose la reabsorción del fluido, la idea es que se llegue a un punto de equilibrio, en que la cantidad de agua evaporada por aumento de temperatura equipare la cantidad de agua absorbida por los cristales. La temperatura de equilibrio lograda es transmitida por el tubo metálico hacia el interior de éste, donde es medida por una termo-resistencia (de platino). La temperatura es proporcional al punto de rocío, finalmente basta calibrar el sensor para obtener mediciones correctas. El diagrama de bloques que relaciona las variables involucradas se aprecia en la figura.

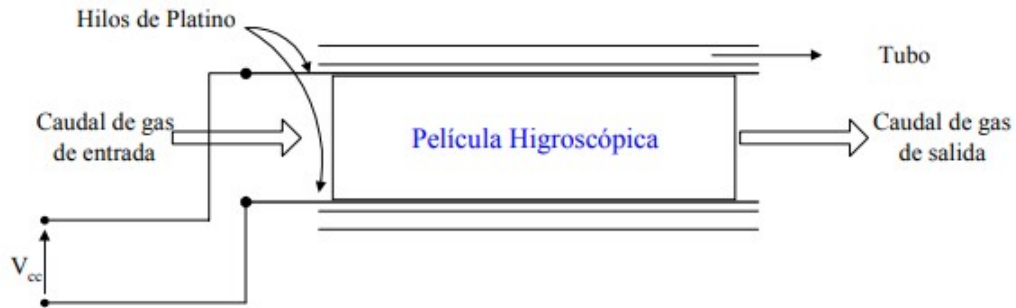


Lazo de control de sensor de sales higroscópicas

Figura 2-9

2.6.5 Tipo electrolítico

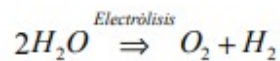
Se sabe que una molécula de agua puede descomponerse por electrólisis, cuando esto ocurre se liberan dos electrones por molécula, la idea entonces es producir la electrólisis de las moléculas de agua presentes en el gas, y medir la corriente que se genera cuando aquello ocurre.



Estructura sensor higroscópico

Figura 2-10

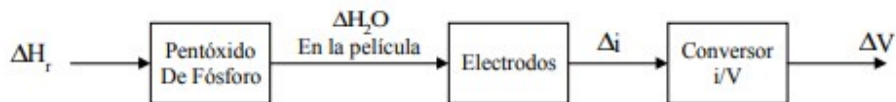
El filamento cargado positivo se llama ánodo, y en él se produce el gas oxígeno (O₂), el filamento con carga negativa se llama cátodo, y en él se produce el gas hidrógeno (H₂), la reacción química equivalente es la siguiente:



Ecuación que rige el sensor

Figura 2-11

Tal como se aprecia en la figura, se impulsa la mezcla gaseosa a través de un tubo que contiene en su interior ambos electrodos. Para poder capturar una cantidad de agua proporcional a la humedad existente en la mezcla (para producir la electrólisis), se cuenta con una película altamente higroscópica de pentóxido de fósforo, que absorbe la humedad del gas y posiciona las moléculas de agua entre los alambres de platino. La diferencia de potencial entre los electrodos descompone el agua en iones de hidrogeno y oxígeno, generándose una corriente, que es proporcional a la humedad presente en el tubo. El flujo del gas debe ser constante, y dependerá de las dimensiones del tubo (generalmente es de 100[cm³ /min]).

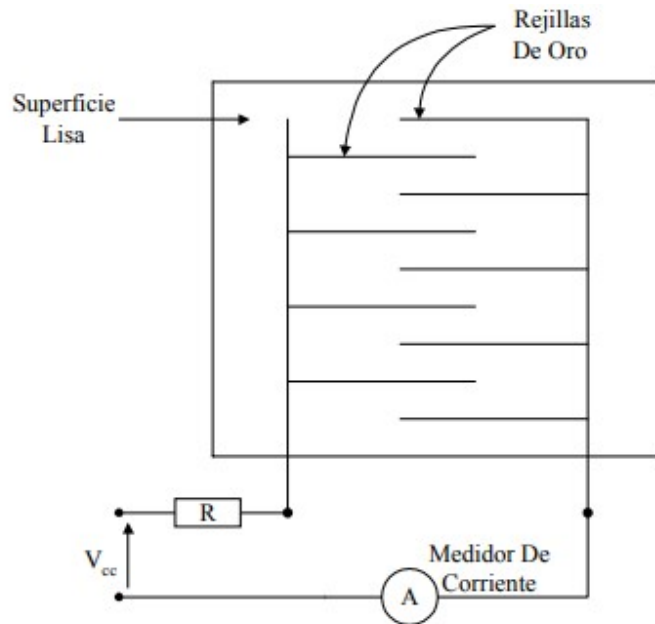


Lazo de control de sensor higroscópico

Figura 2-12

2.6.6 Sensor por conductividad

Si se tiene una superficie cualquiera en presencia de una mezcla gaseosa con vapor de agua, siempre habrá cierta cantidad de moléculas de agua presentes en dicha superficie. La presencia de agua permite que a través de la superficie circule una corriente, en ello se basan los sensores por conductividad.



Estructura sensor por conductividad

Figura 2-13

Se dispone de una superficie pulida, no conductora, sobre la cual se posicionan dos rejillas de oro entrelazadas, sin tocarse. Según sea la H_r presente, habrá una cantidad de moléculas de H_2O proporcional a ella. Luego al ser conectados los alambres de oro a una diferencia de potencial continua, se producirá una corriente que estará en directa relación con la cantidad de moléculas presentes en la superficie. Se debe conectar un amperímetro en serie para poder registrar la corriente generada. La resistencia R , es una medida de seguridad en caso de cortocircuitos. Basta calibrar el sensor para obtener medidas de humedad de la mezcla. Al igual que la mayoría de los sensores anteriores se debe proporcionar un flujo de la muestra, para que la medición sea válida. Este sensor no es muy útil, dado que la superficie puede ensuciarse, y no se obtiene un rango de medición grande.

2.6.7 Sensores capacitivos

Son quizás los más difundidos en la industria y meteorología, pues son de fácil producción, bajos costos, y alta fidelidad. El principio en el cual se basa este tipo de sensores, es en el cambio que sufre la capacidad (C en [Farad]) de un condensador al variar la constante dieléctrica del mismo. Si se utiliza en la mezcla gaseosa como dieléctrico entre las placas del condensador, el valor de este estará determinado por:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Ecuación que rige al sensor capacitivo

Figura 2-14

Donde:

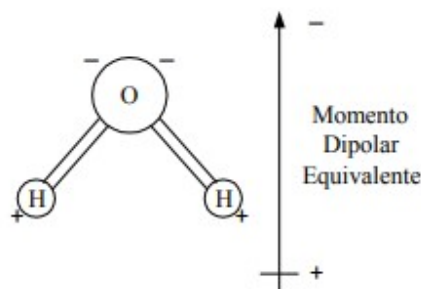
C , es el valor de la capacidad

ϵ , es la permitividad del dieléctrico

A , el área de las placas del condensador

d , la distancia entre las placas del condensador

Una molécula de agua está compuesta por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno. Los átomos de hidrógeno se encuentran unidos al oxígeno a través de un enlace covalente, que se produce al compartir un electrón, sin embargo, lo anterior ocurre en forma desequilibrada geoméricamente hablando. Lo cual se traduce en que una molécula de agua tenga una disposición neta de sus cargas, similar a las de un dipolo eléctrico.

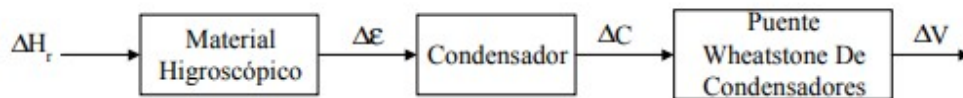


Estructura molecular del agua

Figura 2-15

Dado a la naturaleza polar del agua, en presencia de un campo eléctrico, se produce la alineación de las moléculas, siendo esta la causa del porque el agua presenta una

constante dieléctrica (80) mayor que el aire (1). Luego si se utiliza como dieléctrico, una mezcla gaseosa que contenga vapor de agua, el valor C del condensador va a variar dependiendo de la cantidad de moléculas de agua que estén presentes entre las placas. En consecuencia basta medir, o convertir el cambio de capacitancia, a otro tipo de variable eléctrica más fácil de manejar, lo anterior se puede lograr con un puente de Wheatstone de condensadores, o un circuito resonante, o también utilizar el condensador como componente de un oscilador a estable que varía su frecuencia de acuerdo al cambio de C.



Lazo de control de sensor capacitivos

Figura 2-16

2.6.8 Infrarrojos

Sensores infrarrojos: Las moléculas (cualesquiera), no son estructuras rígidas e inmóviles, poseen movimientos rotatorios alrededor del centro de masa, y movimientos vibratorios (de sus componentes atómicos), similares a un movimiento armónico simple. Ambas energías, tanto la rotatoria como la de vibración están cuantizadas, y para que la molécula pase de un nivel energético a otro se requiere por lo tanto, de una cantidad de energía específica, que depende del tipo de molécula que se esté considerando espectros moleculares. Dado que las ondas electromagnéticas poseen cierta cantidad de energía dependiendo de la longitud de onda de la misma, las moléculas absorberán o emitirán ondas de frecuencias muy específicas, cuya energía sea equivalente a las transiciones energéticas que presente la molécula. La fórmula matemática que permite calcular la energía de una onda está dada por:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Ecuación que rige sensor infrarrojo

Figura 2-17

Donde:

E, energía.

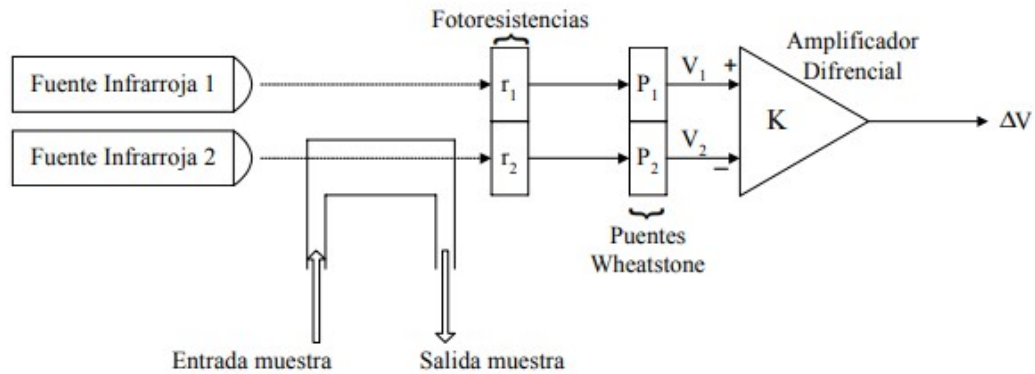
ν , frecuencia.

λ , longitud de onda.

h, constante de Planck = 6.63×10^{-34} [Js].

En el caso del agua una de las radiaciones que absorbe, se ubica en la porción infrarroja del espectro, concretamente en $\lambda = 1400[\mu\text{m}]$ y $\lambda = 1930[\mu\text{m}]$. Se puede aprovechar esta propiedad para medir la cantidad de agua presente en un gas. La idea consiste en proyectar una fuente de rayos infrarrojos a través de la muestra que se

desea medir, y recoger en el otro extremo la radiación resultante, empleando un receptor adecuado para tal propósito



Estructura de sensor infrarrojo

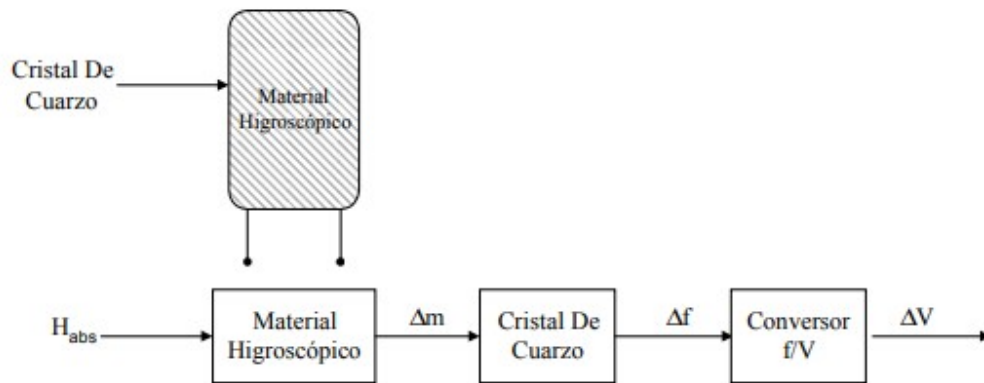
Figura 2-18

Se dispone de 2 fuentes infrarrojas idénticas (1 y 2), la primera se toma como referencia y es medida por una foto-resistencia (r_1), la segunda atraviesa la muestra con vapor de agua, el cual absorbe parte de la radiación e incide en el otro detector (r_2), ambos valores resistivos son transformados a voltaje por puentes de Wheatstone, para finalmente ser comparados con un amplificador diferencial. La diferencia entre ambos va a ser proporcional a la cantidad de humedad presente en la muestra, con lo que se logra una medida de la variable deseada. Los sensores que utilizan este método son muy sensibles y logran precisiones desde 0,05 a 30.000 PPM, en rangos de temperatura que comprenden de $-85[^\circ\text{C}]$ a $40[^\circ\text{C}]$. Lógicamente no conviene utilizarlos en el caso de tener mezclas con materiales particulados. Cabe señalar que todo el procedimiento anterior se puede realizar análogamente para frecuencias en la parte ultravioleta del espectro, donde el agua absorbe longitudes de onda de alrededor $\lambda = 121.66[\text{nm}]$.

2.6.9 Sensores pieza eléctricos

Los cristales poseen frecuencias de oscilación bastante estables, sin embargo, al cambiar la masa del cristal por deposiciones de materiales sobre él, éste experimenta una variación de $2000[\text{Hz}]$ en su frecuencia de oscilación por cada microgramo $[\mu\text{g}]$ de aumento de material sobre su superficie. Por ello son empleados en la medición de humedad, dado que basta cubrirlos con un material higroscópico, para que aumente la cantidad de agua sobre el cristal en forma proporcional a la humedad absoluta presente. A mayor masa, menor es la frecuencia de oscilación, con este sistema se pueden detectar hasta variaciones de $\pm 0.1[\text{Hz}]$, lo cual equivale a humedades de alrededor de 0.1 PPM. Son sensores bastante robustos, y como ya se indicó muy sensibles, otra ventaja es que son de transcientes cortas, y entregan una medida en

forma de frecuencia, la cual puede ser utilizada para control con PLL, o para ser convertida a voltaje



Lazo de control sensor piezo eléctricos

Figura 2-19

2.7 Tipos de lazos de control

2.7.1 Sistema de control **lazo abierto** son aquellos en los que la señal de salida no afecta el funcionamiento del sistema total.

Constan con 6 elementos principales señal de mando, unidad de control, entrada, unidad operativa o dinámica, salida, controlador.

2.7.2 Sistema de control **lazo cerrado** son aquellos en los que se produce una retroalimentación es decir que es capaz de modificar la señal de entrada en función de la señal de salida la toma de decisiones no depende solo de la entrada sino también de la salida.

2.7.3 **Retroalimentación** es el proceso en el cual se analiza la información de la salida de un sistema y de esta manera controla la ganancia del sistema generalmente esta misión la tienen los sensores.

2.8 Experimento de desarrollo

Para poder realizar experiencias de toma de datos y diseño de sistema de control utilizare el micro controlador Arduino el cual estará conectado a dos sensores uno de medición de temperatura sonda Ds 18B20 y a un módulo sensor de humedad de suelo higrómetro.

Este último permite medir la humedad gracias a la conductividad del agua, mientras mayor es la presencia de agua mayor conductividad reduciendo la resistencia entre los dos terminales.

Está basado en chip LM393 consta con dos salidas una digital y una analógica para una mayor precisión y un potenciómetro para ajustar sensibilidad de voltaje.

Con respecto a la sonda de temperatura Ds 18B20 permite medir temperaturas de hasta 125°C es estanco por lo que puede estar expuesto a condiciones de humedad es un sensor digital lo que logra que la señal leída no se degrade. Puede funcionar en modo de 1-wire con una precisión de 0,5°C con una resolución de 12

Se realiza experiencia de prueba para confirmar que los procesos propuestos para el secado del musgo son los correctos

Se procede a tomar una muestra de un kilo de musgos el que se encuentra con una concentración de agua de un 43 % tal como lo indica la primeras mediciones tomadas con el sensor Ds 18B20 instalado en el micro controlador Arduino (previamente se desarrolla código de programación para poder tomar mediciones del tipo analógicas)

LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%
 LA LECTURA ES: 575
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%
 LA LECTURA ES: 576
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%
 LA LECTURA ES: 577
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%
 LA LECTURA ES: 559
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 45%
 LA LECTURA ES: 566
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 44%
 LA LECTURA ES: 569
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 44%
 LA LECTURA ES: 572
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 44%
 LA LECTURA ES: 574
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%
 LA LECTURA ES: 575
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%
 LA LECTURA ES: 576
 EL PON PON ESTA HUMEDO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 43%

Tabla de medición de humedad

Tabla 2-1

El primer proceso propuesto es el de centrifugado del producto se toma la decisión de que el producto se centrifugara dentro de una especie de sacos de tele que tenga la capacidad de poder expulsar las partículas de agua con la finalidad de no dañar la fibra por una parte y por otra la de no tener que adicionar procesos al producto la idea es que el producto se extraiga desde los humerales y se deposite en los sacos destinado al centrifugado

Se procede a centrifugar el producto a 600 RPM por un tiempo de 10 minutos consiguiendo el siguiente resultado .

LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 799
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 799
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 800
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 801
 EL PON PON ESTA SECO
 LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 21%
 LA LECTURA ES: 801
 EL PON PON ESTA SECO

Tabla de medición de humedad

Tabla 2-2

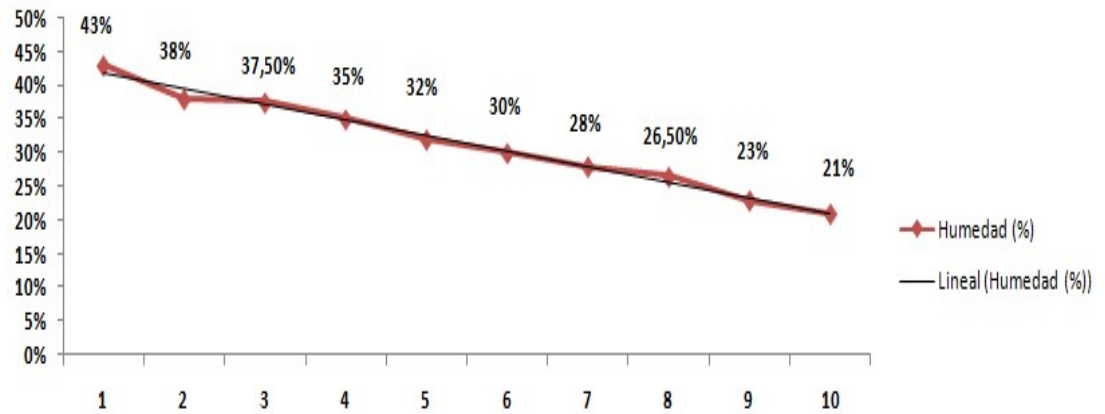


Grafico de comportamiento de Sphagmun en centrifugado
Figura 2-20

El proceso de centrifugado del producto resulto todo un éxito puesto que este logro perder un 20% de humedad y no provoco daños en las fibras

Se procede a realizar la segunda experiencia que consiste secar finalmente el musco con aire caliente la experiencia se desarrolla en un horno secador el que se encuentra a 190°C se determina a modo de prueba poner le producto por 5 minutos bajo estas condiciones teniendo como resultado .

```

LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 897
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 897
EL PON PON ESTA SECO
LA HUMEDAD DEL PON PON ES : 12%
LA LECTURA ES: 896

```

Tabla de medición de humedad
Tabla 2-3

Una vez concluido este tiempo se toma una muestra aleatoria y se le realiza la respectiva medición obteniendo un 12% humedad lo que aun no permitiría empaque por este motivo se le adiciona un minuto al proceso obteniendo un descenso de un 4% en la humedad

[illegible]

Tabla de medición de humedad

Tabla 2-4

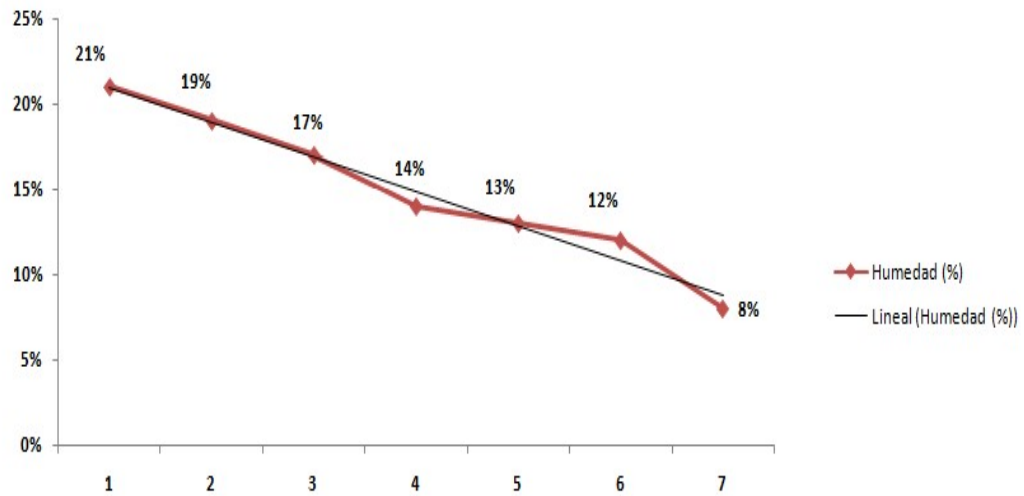


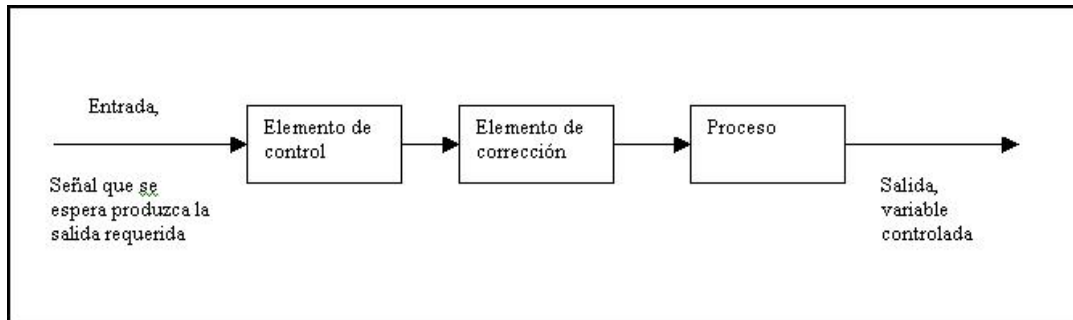
Grafico de comportamiento de sphagnum en secador
Figura 2-21

Con la última medición conseguida el producto se encuentra en condiciones de ser empacado para su destino final

Para confirmar el estado de la fibra sin daños esta es llevada a un productor especialista en estas tareas el cual revisa el material y lo encuentra en buen estado y sin daños para poder continuar con su proceso.

2.9 Lazo de control centrifugadora

En equipo de centrifugado se considerara un lazo de control abierto y con un controlador ON/OFF en este caso la variable controlada será el tiempo de funcionamiento de la maquina



Lazo de control on/off

Figura 2-22

El controlador utilizado en este equipo corresponderá a un Timer o temporizador el que controlara el tiempo de centrifugado del equipo este tendrá la misión de accionar el Variador de frecuencia este elemento tendrá parametrizado la rampa de partida, el voltaje, la corriente, la frecuencia la que determinara la velocidad de funcionamiento de la centrifugadora, la rampa de detención, estos parámetros corresponderán al moto reductor utilizado, el moto reductor costara de un freno para la detención del equipo, el tiempo considerado para el centrifugado es de 10 minutos a 900 RPM el equipo tendrá una capacidad de carga de 10 sacos de musgo esto considera un peso de 500 kilos de producto los que una vez concluido el proceso de centrifugado el musgo reducirá su peso en un 80% esto significa que dispondremos de 100 kilos de musgo para el proceso final de secado esto es muy importante porque esto dará la capacidad que debe tener el segundo equipo (El secador).

2.10 Lazo de control secador

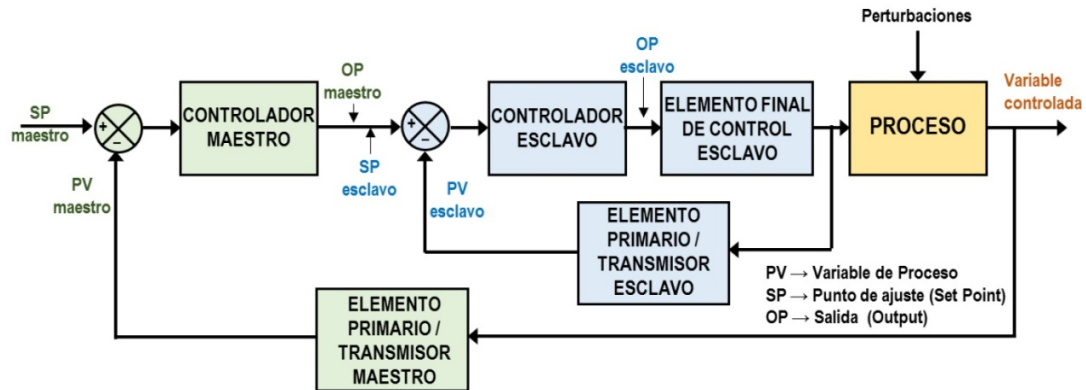
En equipo de secado de musgo se considera un lazo de control cerrado con un controlador y un sistema de control ON OFF con histéresis el que incorporara un retardo en el cambio de la señal para disminuir la cantidad de operaciones o conmutaciones, prolongando a la vida útil de los componentes

La histéresis se define como la diferencia entre el apagado y encendido del controlador

Se utilizara la estructura de control cascada que se caracteriza por 2 controladores realimentados y anidados siendo la salida del primer controlador, en este caso el de humedad al que llamaremos controlador maestro el punto de consigan del controlador

esclavo el que será de temperatura la salida de este controlador actuara sobre el proceso.

Se toma esta decisión puesto que el proceso tiene una variable manipulada y dos variables de medición



Lazo de control cascada

Figura 2-23

El lazo de control del equipo de secado será un sistema en cascada donde el controlador maestro en este caso corresponderá al controlador de humedad cuya señal de salida será la alimentación del segundo controlador esta señal de alimentación llegara hasta que este controlador logre llegar a su punto de consigna el controlador esclavo recibirá una retro alimentación desde el sensor de temperatura la cual accionara una batería de resistencias calefactoras las que estarán encargadas de generar una temperatura de unos 180° para generar la deshidratación del musgo es decir el proceso , una vez que el sensor de humedad que actuara sobre el controlador maestro logre llegar al valor deseado este detendrá el proceso .

El controlador maestro y esclavo se encontraran en la configuración on off ambos con una pequeña histéresis de uno $1,5^{\circ}$ C

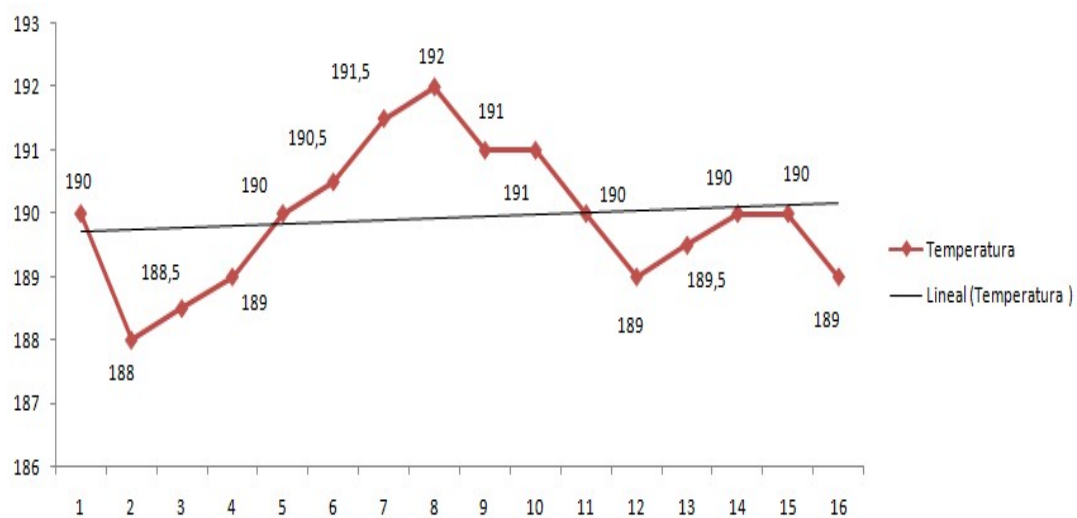


Grafico de comportamiento de temperatura en secador
Figura 2-24

CAPITULO 3 PROPUESTA ECONOMICA

3.1 Propuesta económica de fabricación de los equipos.

Propuesta de costo de fabricacion secador de Sphagmun		
Descripcion del porducto	Cantidad	Valor
Construccion de centrifuga	1	\$ 4.500.000
Moto reductor	1	\$ 400.000
Sistema electrico	1	\$ 1.500.000
Desarrollo de ingenieria	1	\$ 600.000
		\$ 7.000.000
Construccion de secador	1	\$ 8.000.000
Resistencias calefactoras	1	\$ 800.000
Sistema electrico	1	\$ 2.500.000
Desarrollo de ingenieria	1	\$ 600.000
		\$11.900.000
Total Inversion		\$18.900.000

Tabla de valorización del proyecto
Tabla 3-1

3.2 Proyección de ganancias con la incorporación de los equipos

Se considera saco en formato de 25 Kg

	kilos	Valor		
Kilos por saco	50	\$	40	\$ 2.000
Relacion seco	3	\$	3.500	\$ 10.500
Ganancia por saco			\$	8.500

Se considera 10 sacos por ciclo secado de 30 minutos

Costo de ciclo	\$ 20.000
Ganacia por ciclo	\$ 85.000

Se considera por dia 12 ciclos de secado 6 horas

	Diario	Semanal	Mensual	Anual
Ingresos diarios	\$ 850.000	\$ 4.250.000	\$17.000.000	\$204.000.000
Egreso diarios	\$ 200.000	\$ 1.000.000	\$ 4.000.000	\$ 48.000.000
Diferencia	\$ 650.000	\$ 3.250.000	\$13.000.000	\$156.000.000

Ganancias
Tabla 3.2

Considerando los números obtenidos se concluye que es totalmente viable y rentable la fabricación de los equipos.

Se generara un importantísimo apoyo para los productores y dar el comienzo para profesionalizar estas empresas.

A continuación tomare un extracto de la ley de preservación y regulación de este producto con la que se pretende darle continuidad a este negocio emergente.

ANEXSOS

Que la actividad productiva que dice relación con la extracción del musgo Sphagnum no ha sido establecida en la enumeración del artículo 10° de la ley N° 19.300, sobre

Bases Generales del Medio Ambiente, como una de las actividades susceptibles de causar impacto ambiental, por lo que atendidas las facultades que el artículo 1° del DFL N° 294, de 1960, del Ministerio de Hacienda, entrega al Ministerio de Agricultura, corresponde a este disponer la protección del Sphagnum, en tanto recurso natural renovable de uso productivo del ámbito silvoagropecuario.

Que a su turno, y reafirmando lo anterior, el numeral i.6 del artículo 3° del decreto N° 40, del 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, al señalar que la extracción de turba corresponde a una actividad susceptible de causar impacto ambiental y definir la turba, diferencia expresamente a esta última de los vegetales que se encuentran en su superficie, dentro de los cuales se incluye, entre otros, al musgo Sphagnum.

Decreto:

Artículo 1°. La actividad de corta y cosecha del musgo perteneciente a la especie *Sphagnum magellanicum* deberá dar cumplimiento a las reglas establecidas en el presente decreto.

Exceptuánse de la aplicación de estas normas aquellos proyectos o actividades que ingresen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); los que digan relación con las áreas silvestres protegidas, y los que se refieran a bienes regulados por la ley N° 20.283.

Artículo 2°. Al momento del corte y cosecha, y con el objeto de asegurar la regeneración natural del musgo *Sphagnum magellanicum*, deberá cumplirse con las siguientes condiciones:

a. La corta del musgo deberá realizarse en forma manual o mediante horquetas u otra herramienta de similar característica, de modo que el largo de la hebra cosechada no supere los 15 centímetros y, asegurando en todo caso, que el residuo del musgo que permanezca sea de al menos 5 centímetros sobre el nivel del agua.

b. No se utilizará maquinaria pesada o herramientas que compacten el musgo *Sphagnum magellanicum*.

c. El área donde se encuentra el musgo *Sphagnum magellanicum* no deberá ser drenada.

d. Se deberá asegurar que en cada paño permanezca al menos un 30% de cobertura del musgo sin cosechar. Se entenderá como paño aquel polígono cuya superficie contiene presencia continua del musgo *Sphagnum magellanicum*.

e. El 70% del paño a intervenir deberá ser subdividido delimitando áreas de cosecha en un número mínimo tal, que la primera área cosechada vuelva a ser intervenida, bajo condición de que, habiéndose cumplido el requisito del Artículo 5°, hayan transcurrido a lo menos 12 años, tratándose de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, y 85 años, tratándose de las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártica Chilena.

Durante la ejecución del plan de cosecha, las áreas de cosecha deberán ser manejadas de manera tal de dejar el área de cosecha adyacente a la que se está

cosechando,

sin

intervenir.

Artículo 3º . La persona natural o jurídica que realice las actividades señaladas en el Artículo 1º del presente decreto, deberá presentar a la Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero para su autorización, mediante resolución, un plan de cosecha del musgo, que incluya los siguientes antecedentes e información:

a) Copia auténtica y vigente del título que acredite su dominio sobre el predio en que se realizarán las actividades ya descritas, y de no ser el propietario, la escritura pública o el instrumento privado autorizado ante Notario Público en que conste la autorización del propietario del predio, sea a título de arrendamiento o comodato u otro documento que acredite el derecho de uso y goce sobre el predio.

b) Plano en papel y digital en formato Shape o KML (Keyhole Markup Language), georeferenciado en Datum WGS 84 y sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) o geográfica, con la siguiente información:

- i. Punto de ubicación del o de los accesos al predio;
- ii. Superficie de cada polígono con presencia continua de musgo *Sphagnum magellanicum*, de acuerdo a lo indicado en el Artículo 2º, letra d, señalando la superficie a cosechar y el 30% que no se cosechará;
- iii. Identificar las áreas de cosecha para cada paño de musgo *Sphagnum magellanicum* que se propone intervenir en el plan de cosecha, de acuerdo a lo indicado en el Artículo 2º, letra e.

c) Fecha, etapas y duración de las actividades de cosecha de musgo *Sphagnum magellanicum* en el predio y paños identificados, conforme a los literales a) y b).

d) Método de extracción y tipo de herramientas y equipos que serán utilizados, que aseguren la no compactación del musgo existente en el predio, conforme a lo señalado en el Artículo 2º, literal b).

e) Altura de corte del musgo que permita asegurar la regeneración del musgo presente en el área a intervenir, conforme a lo señalado en el Artículo 2º.

f) Registro del nivel freático (agua) de la turbera en la que se encuentra el musgo *Sphagnum magellanicum* que se propone cosechar, medido un año antes de la fecha en que se propone comenzar la ejecución del plan de cosecha.

Toda solicitud referida a la autorización o modificación del plan de cosecha del musgo deberá ser presentada, con sus antecedentes, a la Dirección Regional respectiva del Servicio Agrícola y Ganadero. Será aplicable a este respecto lo establecido en el artículo 59º de la ley N° 19.880.

Artículo 4º. Al finalizar cada etapa de cosecha, la persona natural o jurídica que presentó el plan a la Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero

correspondiente, deberá acompañar en relación con dicho plan un informe de cumplimiento por cada etapa, indicando peso cosechado o seco, y destino, el cual será aprobado o rechazado por la Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.

Artículo 5°. El área intervenida no deberá ser nuevamente cosechada hasta que el musgo *Sphagnum magellanicum* recupere la altura que tenía al momento de la autorización del plan de cosecha.

Artículo 6°. El Servicio Agrícola y Ganadero deberá llevar una lista actualizada de los predios de cada región respecto de los cuales se haya autorizado planes de cosecha de musgo *Sphagnum magellanicum*, y asimismo consignará el peso cosechado o seco y su destino. A su vez, en esta lista, el Servicio Agrícola y Ganadero consignará, el punto de salida y peso de *Sphagnum magellanicum* que se exporte.

Artículo 7°. Los intermediarios y empresas exportadoras deberán acreditar que el *Sphagnum magellanicum* que comercializan, exportan, o que se encuentre en su posesión, fue obtenido o adquirido de personas naturales o jurídicas que cuenten con planes de cosecha aprobados por el Servicio Agrícola y Ganadero.

Artículo 8°. El incumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente decreto será sancionado por el Servicio Agrícola y Ganadero, conforme las normas contenidas en la ley N° 18.755.

Artículo primero transitorio. El requisito contemplado en la letra f) del artículo 3°, referido al plan de cosecha del musgo, se aplicará una vez transcurrido el plazo de un año, contado desde la entrada en vigencia del presente decreto.

Artículo segundo transitorio. El presente decreto entrará en vigencia dieciocho meses después de su publicación en el Diario Oficial.

Anótese, tómese razón y publíquese.- MICHELLE BACHELET JERIA, Presidenta de la República, Carlos Furche G., Ministro de Agricultura.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Claudio Ternicier G., Subsecretario de Agricultura.

