



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

**RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 732-2017-UNAM**

Moquegua, 27 de Diciembre de 2017

VISTOS, el Informe N° 335-2017-EPIA/VIPAC/UNAM de 20 de Diciembre 2017, Oficio N° 519-2017-VIPAC-CO/UNAM de 20 de Diciembre 2017, Informe N° 27-2017-D-RGSV/EPIA/UNAM de 15 de Diciembre 2017, Acuerdo de Sesión Extraordinaria del 27 de Diciembre 2017, y.

CONSIDERANDO:

Que, el párrafo cuarto del artículo 18° de la Constitución Política del Estado, concordante con el artículo 8° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, reconoce la autonomía universitaria, en el marco normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, que guarda concordancia con el Capítulo IV del Estatuto de la UNAM.

Que, el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 190-2016-UNAM de 05 de Agosto de 2016, establece en el Artículo 12°, que el proyecto de tesis es un trabajo de investigación individual que presentan los estudiantes del último año académico, egresados o bachilleres al Director de la Escuela Profesional, con la finalidad de resolver un problema objeto de estudio, asimismo, precisa en el Artículo 15° que todo proyecto de tesis debe tener un asesor, quien deberá ser docente ordinario de la Escuela Profesional o en forma facultativa un docente contratado en la especialidad en el área que se investiga. El jurado dictaminador del proyecto, será designado por el Comité Asesor y el Director de la Escuela Profesional, el mismo que estará compuesto por tres miembros elegidos entre los docentes ordinarios y/o contratados, conforme se indica en los artículos 18°, 19° y 20° del precitado Reglamento.

Que, mediante Informe N° 335-2017-EPIA/VIPAC/UNAM de 20 de Diciembre 2017, el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita a Vicepresidencia Académica la aprobación del proyecto de tesis denominado: "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE DINÁMICA EN AGUA Y PISCO", presentado por el Bachiller Elvis Juan Ventura Flores, el mismo que fue declarado apto según acta de aprobación de proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial de fecha 01 de Diciembre de 2017, solicitando se emita el acto resolutorio.

Que, con Oficio N° 519-2017-VIPAC-CO/UNAM de 20 de Diciembre 2017, la Dra. María Elena Echevarría Jaime, Vicepresidencia Académica de la Universidad Nacional de Moquegua, solicita al Dr. Washington Zeballos Gámez Presidente de la Comisión Organizadora – UNAM, la emisión de acto resolutorio de reconocimiento de aprobación de proyecto de tesis, así como la designación de asesor y miembros del jurado dictaminador, conforme se precisa en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua.

Que, en Sesión Extraordinaria del 27 de Diciembre 2017, se acordó por UNANIMIDAD, Aprobar el Proyecto de Tesis en referencia presentado por el Bachiller Elvis Juan Ventura Flores, asimismo se acordó designar como Asesor de Tesis al Ing. MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, así como a los miembros del jurado revisor y dictaminador de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAM, encargados de evaluar el trabajo de investigación, conforme a la propuesta remitida.

Por las consideraciones precedentes y en uso de las atribuciones que le concede la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y lo acordado en Sesión Extraordinaria del 27 de Diciembre 2017.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el Proyecto de Tesis denominado: "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE DINÁMICA EN AGUA Y PISCO", presentado por el Bachiller ELVIS JUAN VENTURA FLORES, conforme a lo expuesto a la parte considerativa de la presente resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO.- DESIGNAR, al Ing. MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca, como Asesor del Proyecto de Tesis aprobado en el artículo primero de la presente resolución.

ARTÍCULO TERCERO.- DESIGNAR, al Jurado Revisor y Dictaminador del Proyecto de Tesis: "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE DINÁMICA EN AGUA Y PISCO", presentado por el Bachiller ELVIS JUAN VENTURA FLORES, conforme al siguiente detalle:

- | | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| ➤ Dr. RENE GERMÁN SOSA VILCA | : | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. ERIK EDWIN ALLCCA ALCA | : | PRIMER MIEMBRO |
| ➤ Ing. ROMUALDO VILCA CURO | : | SEGUNDO MIEMBRO |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 732-2017-UNAM

ARTÍCULO CUARTO.- ENCARGAR, a los profesionales designados el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, asimismo, Vicepresidencia Académica deberá adoptar las acciones académicas necesarias, para el cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese, Publíquese y Archívese.



[Handwritten signature]

DR. WASHINGTON ZEBALLOS GÁMEZ
PRESIDENTE



[Handwritten signature]

ABOG. GUILLERMO S. KUONG CORNEJO
SECRETARIO GENERAL

Presidencia
VIPAC
VIPI
EPIA
Interesado
Arch. (2)



PERÚ

UNAM

Universidad Nacional de Moquegua

VIPAC

Vicepresidencia Académica

EPIA

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

INFORME N° 335-2017-EPIA/VIPAC/UNAM

A : DRA. MARIA ELENA ECHEVARRIA JAIME
Vicepresidenta Académica - UNAM

DE : Ing. M.Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA
Director de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

ASUNTO : Aprobación de Proyecto de Tesis, Ratificación de Asesor, Jurado Dictaminador y Revisor.

REFERENCIA : INFORME N° 27-2017-D-RGSV/EPIA/UNAM

FECHA : Moquegua, 20 de diciembre del 2017



Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de saludarla cordialmente, y a su vez hacer de su conocimiento que en atención al documento de la referencia, presentado por el Dr. Rene German Sosa Vilca tiene a bien informar a esta dirección que con fecha 01 de diciembre del 2017 se declara APTO el Proyecto de Tesis denominado "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENOMENOS DE DINAMICA EN AGUA Y PISCO" presentado por el Bachiller ELVIS JUAN VENTURA FLORES Para lo cual se adjunta un (01) ejemplar del Proyecto de Tesis Aprobado.

En tal sentido y en amparo del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAM, según se indica en su art. 30° se inscribe el Proyecto de Tesis en el Registro de Trabajos de Tesis de la Escuela y se notifica al Tesista sobre la aprobación del referido proyecto.

Por lo mismo, solicito a usted que mediante su despacho se realice el trámite correspondiente para la emisión del acto resolutorio según se precisa:

Artículo Primero: Aprobar el Proyecto de Tesis denominado: "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENOMENOS DE DINAMICA EN AGUA Y PISCO" presentado por el Bachiller ELVIS JUAN VENTURA FLORES.

Artículo Segundo: Ratificación de Asesor de Proyecto de Tesis:

- Asesor : Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca

Artículo Tercero: Ratificación de Jurado Dictaminador y Revisor, según el siguiente detalle:

- Presidente : Dr. Rene German Sosa Vilca
 - Primer Miembro : Mg. Erik Edwin Alcca Alca
 - Segundo Miembro : Ing. Romualdo Vilca Curo

Es todo cuanto informo a usted, para su conocimiento y acciones necesarias.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Ing. M. Sc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA
DIRECTOR

MRCS/DEPIA.
SCO/Sec.
C.C.: ARCHIVO

VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA

Fecha: Prov. N° 5069
 Folios: Pasa a:
 Para:
 Firma





Universidad Nacional de Moquegua
Vicepresidencia Académica

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
SECRETARIA GENERAL
RECIBIDO
26 DIC 2017
Hora: 16:09 N° REG: 1687
Firma: [Signature] Folios: 6 + file

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Moquegua, 20 de Diciembre del 2017.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISION ORGANIZADORA
PRESIDENCIA
RECIBIDO
22 DIC 2017
Hora: 12:27 pm N° REG: 5770
Firma: [Signature] Folios: 6 + 1 FILE

OFICIO N° 519 -2017-VIPAC-CO/UNAM

SEÑOR:
Dr. WASHINGTON ZEBALLOS GAMEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
Presente.-

ASUNTO : APROBACION DE PROYECTO DE TESIS, ASESOR, JURADO DICTAMINADOR
REFERENCIA : INFORME N° 335-2017-EPIA/VIPAC/UNAM

Mediante el presente es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que visto el documento de la referencia, presentado por el Ing. MSc. MARIO ROGER COTACALLAPA SUCAPUCA Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, solicita la emisión de la respectiva resolución según el siguiente detalle:

1.- Aprobar el Proyecto de Tesis "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACION DE FENOMENOS DE DINAMICA EN AGUA Y PISCO", del Bachiller ELVIS JUAN VENTURA FLORES , se adjunta el Acta de Aprobación del Proyecto de Tesis.

2.- Asesor del Proyecto de Tesis:

- Asesor : Ing. MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucacpuca

3.- Ratificación de Jurado Dictaminador y Revisor:

- Presidente : Dra. Rene German Sosa Vilca
- Primer Miembro : Mg. Erik Edwin Allcca Alca
- Segundo Miembro : Ing. Romualdo Vilca Curo

Por lo expuesto, solicito a través de vuestro despacho la aprobación mediante acto resolutivo del Proyecto de Tesis, Asesor y Ratificación de Jurado Dictaminador y Revisor

Agradeciendo la atención al presente, hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

[Signature]
Dra. MARÍA ELENA ECHEVARRIA JAIME
VICEPRESIDENTA ACADÉMICA

Adjunto (05) folios + 01 file

MEEJ/VIPAC
masm./sec
Cc.: Archivo.

PRESIDENCIA - UNAM Prov. 5770
Folios: 6 + 1 FILE Pase a: 56
Fecha: 26 DIC 2017 Para: SESIÓN DE
COMISION ORGANIZADORA



Moquegua, Prolongación Calle Ancash S/N Telefax 053 – 461227 053 – 463514 Anexo (202) 053-461471

www.unam.edu.pe

Vice_presidencia@unam.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
SECRETARIA GENERAL
PROVEIDO: []
FECHA: []
PASE A : SESIÓN CO
PARA : []



INFORME N° 27-2017-D-RGSV /EPIA/UNAM

A : M. Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca
Director de la Escuela Prof. De Ingenieria Agroindustrial

DE : Dr. René German Sosa Vilca
Docente EPIA-UNAM

ASUNTO : Presentación de proyecto de tesis APTO.

FECHA : Moquegua, 15 de Diciembre del 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

RECIBIDO

19 DIC 2017

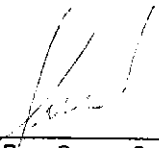
Hora: 15:50 N° de Reg: 1167

Firma: [Firma] Folio: 04404

Tengo el agrado de dirigirme a usted, a fin de saludarlo y al mismo tiempo informarle, que en calidad de presidente del jurado evaluador del proyecto de tesis titulado: "DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMOGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENOMENOS DE DINAMICA EN AGUA Y PISCO", y tras los dictámenes correspondientes ejecutado por el Bach. ELVIS JUAN VENTURA FLORES, se ha declarado APTO, para lo cual se presenta en 4 ejemplares y acta de evaluación respectiva.

Es todo cuanto tengo que informar a usted, para su conocimiento y la atención correspondiente.

Atentamente,



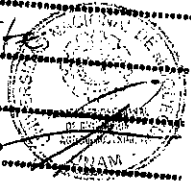
René German Sosa Vilca
Docente EPIA-UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Pase a: [Firma]

Para: [Firma]

Fecha: 19/12/2017 V°B



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

FICHA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Esta ficha deberá se llenada por el jurado dictaminador y revisor del Proyecto de Investigación, en una reunión conjunta con todos sus miembros y después de haber compatibilizado sus sugerencias:

TITULO DEL PROYECTO : *Discusión de la influencia de la actividad agrícola en la contaminación del agua superficial en la zona de estudio*

AUTOR :

DIRECTOR :

ASESOR : *José María Muñoz Ruiz*

1. ¿El título tentativo refleja el problema objeto de estudio? SI (X) NO (.....)
Se sugiere..... *Se sugiere que se cambie el problema*

2. ¿El problema de estudio concuerda con las líneas, programas y áreas de investigación de la EPIA? SI (X) NO (.....)
Se sugiere.....

3. ¿El problema de estudio ayuda al conocimiento y/o solución de los problemas que aquejan a la realidad nacional y/o regional? SI (.....) NO (X)
Se sugiere..... *mejorar justificación*

4. ¿El planteamiento del problema objeto de estudio tiene sustento teórico y precisa con claridad lo que se sugiere investigar? SI (.....) NO (X)
Se sugiere..... *dar un sustento teórico y definir*

5. ¿Se expone como antecedentes los resultados o avances de estudios anteriores relacionados con el problema objeto de investigación? SI (X) NO (.....)

Se sugiere Revisar aún mas bibliografía

6. ¿Los objetivos están elaborados de acuerdo con el problema objeto de estudio?

SI (....) NO (X)

Se sugiere Delimitar problema y objetivos

7. ¿Se precisa en los objetivos los logros que se espera alcanzar? SI (X) NO (....)

Se sugiere

8. ¿En el marco teórico expone suficientemente las teorías que sirven de sustento y explicación al problema objeto de investigación? SI (....) NO (X)

Se sugiere más bibliografía

9. ¿Se ha revisado la suficiente bibliografía para la elaboración del marco teórico?

SI (X) NO (....)

Se debe incluir además los siguientes conceptos

10. ¿Se incluyen todos los conceptos que intervienen en la investigación? SI (....) NO (X)

Se debe incluir además los siguientes conceptos dinámica de plantas, agua, piso, venturi

11. ¿Los conceptos están adecuadamente definidos? SI (X) NO (....)

Se debe incluir además los siguientes conceptos

12. LAS HIPÓTESIS:

a) ¿Tienen relación y responden al problema formulado?

SI (....) NO (X)

Se deben de: Mejorar objetivos

13. Método de la Investigación:

a) ¿Cuál es el tipo de investigación a ser desarrollada en el proyecto?

- Investigación Básica o Pura (....)

- Investigación aplicada (X)

SEÑOR DIRECTOR DE LA EPIA:

En mérito a la evaluación del proyecto, el jurado lo declara:

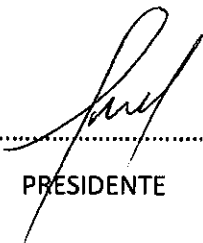
A) APTO (~~.....~~)

Por tanto debe ser inscrito en el Libro de Proyectos de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

B) NO APTO (.....)


Por tanto, el Tesista debe de corregir las observaciones efectuadas por el Jurado Dictaminador y Revisor en el Presente formato y presentarlo oportunamente para una nueva revisión y evaluación.

Moquegua C.U. a los1.....días del mes de Diciembre.....del 20...17.....


.....
PRESIDENTE


.....
PRIMER MIEMBRO
Ing. Erik E. Alcega Alce


.....
SEGUNDO MIEMBRO
Ing. Romualdo Vilca Curo


.....
DIRECTOR O ASESOR DE TESIS
Mtro R. Cotacallpa S.


.....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



PROYECTO DE TESIS:

**DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMÓGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA
EVALUACIÓN DE FENOMENOS DE DINAMICA EN AGUA Y PISCO**

TESISTA:

Bach. Elvis Juan Ventura Flores

ASESOR:

Ing. MSc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca

MOQUEGUA – PERÚ

2017


.....
Ing. M.Sc. Mario Roger Cotacallapa Sucapuca
Ingeniero agroindustrial
CIP N° 97878

I. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

La Ingeniería Agroindustrial demanda el conocimiento en temas de dinámica de fluidos, temas en los cuales es importante verificar de forma práctica dichos conceptos, para lo cual la Universidad Nacional de Moquegua no cuenta con equipos que permitan hacer esa parte experimental, por lo cual el diseño de un medidor deprimógeno tipo tubo Venturi facilitara la evaluación de distintos fluidos.

Es indispensable para la parte de diseño tener los conocimientos referidos de un Tubo de Venturi, los cuales se pueden realizar haciendo la relación entre los distintos diámetros del tubo, el de la entrada del tubo, la garganta y la salida del tubo; igualmente teniendo el conocimiento del caudal que va a entrar en el mismo, o que se desea introducir para cumplir una determinada función.

La necesidad de transportar algún tipo de fluido en las distintas actividades que se tienen presentes en el estudio de dinámica de fluidos , el agua y pisco como fluidos principales, traen consigo una serie de sistemas de manejo y control de fluidos, constituyéndose hoy en día como una de las más complejas y dinámicas estructuras hidráulicas que están a la vanguardia de los últimos tiempos, no solo debido a la evolución experimentada en los sistemas de control sino también a los adelantos tecnológicos introducidos en los equipamientos.

Ello ha originado diversos problemas según el comportamiento de los fluidos conducidos bajo estructuras que requieren especial tratamiento al momento de diseñar otras formas más de dinamizar a los fluidos, por lo que existe la necesidad de comprender y conocer el comportamiento de los fluidos bajo distintas cavidades en las condiciones diversas, es por ello que se han constituido distintas herramientas que sirven para controlar, predecir, diagnosticar distintos fenómenos de transporte de fluidos en las actividades de la ingeniería; sin embargo dichas herramientas siguen siendo limitante en la configuración de los problemas y la obtención de soluciones.

Frente a ello se han establecido interesantes medios como programas de ordenador, cuyas ventajas son de mayor variabilidad y flexibilidad a la resolución de problemas, disminuyéndose de esa forma el tiempo invertido en la resolución de los problemas. La ingeniería asistida por computador ha revolucionado el diseño mecánico y los procesos de producción. Se suplen los complicados cálculos y ecuaciones matemáticas para resolver problemas de posicionamiento, situación que se puede resolver utilizando un computador que permita realizar el diseño geométrico y programas de control numérico para obtener resultados inmediatos. Uno de los programas de ordenador es justamente el denominado "Dinámica de fluidos Computacional" (DFC), la que en efecto realiza distintas soluciones en los diversos casos de las ingenierías como es el caso de la mecánica de los fluidos, ello trae consigo el desarrollo de una metodología utilizando el software Autodesk Simulation, conducente para emplazar los problemas y la definición de los diseños de prototipos de deprimógeno tipo tubo Venturi, fortaleciéndose de esa forma, mayor comprensión, alta confiabilidad, condiciones exigentes al momento de simularlas. La investigación estará delimitada al estudio del medidor de caudal tipo tubo Venturi que forma parte de los medidores deprimógenos, perteneciente a la dinámica de fluidos.

Problema principal

De qué manera el diseño, la simulación y evaluación de un medidor deprimógeno tipo tubo Venturi relaciona los fenómenos de dinámica en agua y pisco?

Problemas secundarios

- a. Como identificar las propiedades reológicas de los fluidos (agua y pisco)?
- b. Como la simulación de deprimógenos tipo tubo Venturi con fluidos (agua y pisco) utilizando el Autodesk Simulation CFD ayudara a obtener un prototipo óptimo?
- c. Como se fabricara el prototipo de deprimógeno tipo tubo Venturi?
- d. Como se evalúa el diseño de deprimógenos tipo tubo Venturi con fluidos (agua y pisco)?.

1.2. Justificación

Para la solución de problemas, siendo ingeniería, es de gran importancia que en su formación tenga la oportunidad de comprobar los conocimientos que se manejan en forma práctica. En la dinámica de Fluidos, que en buena parte se basa en el conocimiento experimental, es de la mayor importancia contar con un equipo para la experimentación y enseñanza de manera didáctica. Dada la cantidad de variables y conceptos que se manejan en la dinámica de fluidos, este proyecto se ocupa del diseño de un deprimogeno tipo tubo Venturi con los suficientes elementos para evaluar distintos fluidos.

El tubo Venturi tiene la particularidad de predecir que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado, disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor. Se trata de una particularidad sostenida por la ingeniería como fenómenos cuantificables y por tanto verificables y evaluables, por lo que posibilita realizar el diseño, la evaluación y con ello fortalecer, dinamizar los conocimientos, así como demostrarlo en forma presencial a través del presente trabajo de investigación; la misma que contribuirá en desarrollar conocimientos de acuerdo a los avances tecnológicos dentro de dinámica de fluidos que se propicia como una de las herramienta básica en ingeniería Agroindustrial.

Las metodologías de solución en las ingenierías que tienen implicancia al manejo de fluidos, a veces, son tediosas y relativamente complicados, es por ello que se hace el uso indefectible de las computadoras; para los que existen programas y simuladores especializados, para llevar a cabo simulaciones y modelamientos en el área de dinámica de fluidos, por ejemplo algunos programas de Autodesk Simulation CFD de carácter interactivo en entorno Windows, de aplicación específica a la simulación de fenómenos de Dinámica de fluidos Computacional, para lo que se pretende el diseño de prototipos deprimógenos tipo tubo venturi, para ser utilizados como material didáctico, sobre la cual realizar distintas evaluaciones de los diferentes tipos de diseño de deprimógenos tipo tubo Venturi, motivo del presente estudio.

Las distintas pruebas simuladas traen consigo múltiples casos necesarios en la distribución, orientación y definición de los fluidos para muchas aplicaciones de la actividad agroindustrial de planta, se hace necesario propuestas técnicas comprobadas para que los procesos tecnológicos puedan ser cada vez más organizados, más flexibles y comprensión de los resultados a obtenerse.

El diseño de equipos es un punto focal de la práctica en Ingeniería agroindustrial. Más que un desarrollo de unos conjuntos de especificaciones para un nuevo equipo, el diseño es una actividad creativa a través del cual los ingenieros, continuamente, mejoran la operación de equipos de procesos para generar productos que mejoren la calidad de vida. Ya sea desarrollando un nuevo equipo, proponiendo y dirigiendo modificaciones de procesos o investigando fallas e implementando estrategias operacionales para equipos existentes, el ingeniero de diseño requiere amplios conocimientos y habilidades intelectuales para poder analizar los grandes y los minúsculos detalles y, lo más importante, saber cuándo concentrarse en cada uno.

El diseñar un medidor deprimogeno tipo tubo Venturi instalado en un módulo hidráulico facilitará realizar las pruebas con distintos fluidos para no limitar la capacidad del estudiante para integrar la parte de mecánica de fluidos, es por lo cual que su implementación en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial tendrá como fin desarrollar pruebas experimentales.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Diseñar, simular y evaluar un prototipo de deprimógeno tipo tubo Venturi para estudiar los fenómenos de dinámica en agua y pisco.

Objetivos específicos

- a. Identificar las propiedades reológicas (densidad y viscosidad) de los fluidos (agua y pisco)
- b. Simular los fenómenos de dinámica en deprimógenos tipo tubo Venturi mediante uso de tipos de fluidos (agua y pisco) en Autodesk Simulation CFD con ángulos de convergencia (20, 21, 22) y divergencia (7, 10, 15), consideraciones de diseño establecidos según norma ISO 5167.
- c. diseñar un prototipo de un deprimogenos tipo tubo Venturi y fabricarlo mediante impresión 3D.
- d. Evaluar el deprimogeno tipo tubo Venturi mediante simulación y montaje en un módulo con tipos de fluidos (agua y pisco).

1.4. Hipótesis

Hipótesis general

El prototipo de deprimógeno tipo tubo Venturi diseñado, simulado y evaluado conduce a comprender los fenómenos de dinámica en agua y pisco.

Hipótesis específicas

- a. El identificar las propiedades reológicas de los fluidos (agua y pisco) nos permite trabajar de manera adecuada en la simulación y evaluación del deprimogeno tipo tubo Venturi.
- b. La simulación adecuada de deprimógenos tipo tubo Venturi con tipos de fluidos (agua y pisco), utilizando Autodesk Simulation CFD nos permite conocer los fenómenos dinámica.
- c. Se conocen los mecanismos de diseño y fabricación de deprimogenos

tipo tubo Venturi.

- d. El mecanismo para comparar la simulación y la evaluación física del prototipo con valores, permite evaluar su funcionamiento con agua y pisco.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se encontró el estudio realizado por Franco, Arriel, & Nascimento (2004), en su trabajo titulado: "**Desarrollo y evaluación de tubos Venturi para medición de caudal**". El objetivo de este trabajo fue desarrollar y evaluar dos medidores de caudal a través de dispositivos electrónicos. Fueron construidos 2 medidores Venturi, siendo las partes cilíndricas de los mismos construida con tubos soldables de PVC, con un diámetro principal (D) nominal de 50 mm para el Venturi 1 (DN 50) y de 75 mm para el Venturi 2 (DN 75); las gargantas (d) fueron en diámetro nominal de 32 e 40 mm para los Venturis 1 y 2, respectivamente. Los conos convergentes y divergentes fueron fabricados con resina plástica reforzada con fibra de vidrio. Para la construcción de las secciones cónicas se utilizaron moldes de PVC que posteriormente fueron cubiertos con resina y fibra de vidrio. Los ángulos fueron de 21 y 10 para las secciones convergentes y divergentes en los 2 modelos. Los resultados obtenidos mostraron que es viable técnica y económicamente la construcción artesanal de tubos Venturi. Los medidores presentaron una buena precisión en las medidas ($r^2 = 0,99$). El rango de trabajo de los Venturis está de acuerdo con las velocidades recomendadas para las tuberías de recalque en riego. Para ambos Venturis, los desvíos medios en las lecturas fueron mayores ($>\pm 2\%$), para velocidades inferiores a 1,5 m/s.

El estudio realizado por Royuela & Manzano (2014), en su trabajo titulado: "**Diseño y predicción del funcionamiento de inyector Venturi en riego localizado**". El objetivo del siguiente trabajo es evaluar el diseño y funcionamiento de cuatro prototipos del inyector Venturi con técnicas de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), comparándolas con ensayos en laboratorio. Para cada prototipo, las geometrías definidas y analizadas han permitido simular el funcionamiento sin (G1) y con inyección (G2) para

quimigación. El diseño de 4 tipos de tubos Venturi para su evaluación variando DN - diámetro nominal de la tubería en que se inserta el inyector; D1 - diámetro de la tobera; D2 - diámetro de la garganta; β - relación de diámetros (D2/D1); d - diámetro de la tubería de aspiración; α_1 - ángulo de la tobera; α_2 - ángulo del difusor, pero trabajando con ángulo de convergencia de 21 y divergencia de 7. El ensayo de cada unidad se desarrolló en dos fases. En la primera (E1), con la aspiración cerrada, se mantuvo constante la presión en la entrada del inyector (P1) y se incrementó progresivamente el caudal (Q1) hasta que se detectó la cavitación en la garganta. En la segunda fase (E2), la toma de datos se realizó de forma semejante a la fase anterior. La diferencia con la fase E1 reside en que la adquisición de datos comenzó cuando se alcanzaron presiones negativas, registrándose valores con la válvula de aspiración cerrada y abierta en cada regulación. Para comparar los resultados obtenidos con CFD frente al resultado experimental, se calculó el error relativo. Las técnicas CFD exigen un buen ajuste del modelo para dar un resultado aceptable.

Se encontró el estudio realizado por Manzano, Palau, Moreira de Azevedo, & Vieira (2015), en su trabajo titulado: "***Diseño y alternativas en la instalación de inyectores Venturi en riego localizado***". El objetivo del trabajo es el funcionamiento de cuatro prototipos de inyector Venturi y tres formas de instalación distintas. Uno de los objetivos del ensayo ha sido relacionar las presiones en la entrada, aspiración y salida del inyector con el caudal principal, el caudal inyectado y las pérdidas de carga totales para cada uno de los prototipos. El funcionamiento se ha analizado bajo diversos parámetros, como pérdidas de carga, relación de caudales y rendimiento. Las formas de instalación analizadas han sido: sin inyección, con inyección y presiones negativas o positivas en la garganta. Las presiones se establecieron entre 10 y 40 m.c.a. A partir de los datos experimentales han sido procesados utilizando técnicas de regresión múltiple y análisis de la varianza. Con ellas, fue posible, a través de la integración de geometrías en función de los diámetros, caudales y presiones, obtener expresiones para prever la pérdida de carga o el caudal inyectado. En el diseño de 4 prototipos de tipo tubo Venturi se los diseño con ángulos de convergencia de 21 y divergencia de 7 respectivamente para los 4 Venturis y relaciones de ángulo de 0.3, 0.3, 0.4, 0.2. La instalación de lo inyector Venturi en

serie, con inyección superior, presenta ventajas, a igualdad de caudal inyectado, frente a inyección inferior: las pérdidas de carga son siempre inferiores; la relación de caudales es siempre superior; la presión requerida a la entrada también es menor.

Se encontró el estudio realizado por García (2015), titulado: ***Inyectores de fertilizante tipo Venturi: Aplicación, diseño y simulación***. El objetivo de este trabajo fue describir las principales características de inyectores de fertilizante tipo Venturi. Contiene información relacionada con el diseño, construcción, modelado, montaje, desempeño, evaluación e instalación. Un inyector del tipo Venturi genera succión debido al diferencial de presión negativa que se produce entre su entrada y su salida al reducir su diámetro de garganta y acelerar la velocidad del fluido debido a este decremento en los diámetros. La presión de entrada de energía se traduce en la energía cinética cuando el agua fluye a través de la garganta del inyector. A medida que aumenta la presión entrada y la velocidad de descarga, aumenta la energía cinética en la garganta; cuando alcanza un cierto valor, la energía de presión en la garganta desaparece por completo y la presión negativa se produce. En el diseño de Venturi, existen dos variables geométricas comunes en todos inyectores de tipo Venturi: el diámetro de la tubería (D) y el diámetro del estrangulamiento o garganta (d), la relación d/D se conoce como relación de diámetros y se simboliza con la letra griega β . Algunos autores señalan que el diseño para el inyector tipo Venturi está definido con un ángulo convergente (α_c) de 21° y el divergente (α_d) 5° y 7° . Empresas como Mazzei, Vicamp y otros ya comercializan al mercado los Inyectores de fertilizante con este diseño, sin embargo investigadores como Zárate señalan que se encuentran altos rendimientos en el uso de energía (menores pérdidas de carga), al realizar la succión de un segundo fluido con un α_c de $7,5^\circ$ contra α_d de 5° y 7° comerciales; aunque en las pruebas realizadas se encontró que para inyectores de fertilizante para baja presión, los diseños con α_c 21° y α_d de 6° tiene mejor rendimiento. Existe poca información acerca de dispositivos para aplicación de fertilizantes utilizando el principio del tubo Venturi en sistemas de riego de baja presión, por lo que es apremiante el desarrollo de prototipos que se utilice en estos sistemas de riego sin la necesidad de energía alternativa y que disminuyan costos de operación. Utilizando la técnica CFD se determinó el uso

de los ángulos de entrada de 7.5° y 21° con ángulos de salida de 10° y 6° respectivamente para sistemas de riego de baja presión por multicompuertas.

El estudio realizado por Vargas, Chipana, & Huayta (2007), en su trabajo titulado: *"Inyector de fertilizante tipo Venturi: Construcción y evaluación"*. Tiene como objetivo del presente trabajo es el de diseño, construcción y evaluación de inyectores de fertilizante tipo Venturi de ¾ de pulgada. El diseño de inyectores tipo Venturi está definido con un ángulo convergente (ac) de 21° y el divergente (ad) de 5° y 7° en su diseño clásico, no obstante, otros señalan que se encuentran mejores rendimientos en el uso de energía, al succionar un segundo fluido con un ac de 7.5° vs. ad de 5° y 7°. Por ello se propuso para los prototipos del presente trabajo, ángulos con las siguientes características: ac de 21°, 7.5° y 4.54°; ad de 5°, 7° y 11.6°. Los parámetros de desempeño analizados fueron: el rendimiento y caudal de succión, con presiones de entrada y salida variando entre 7, 14, 21, 28, 32.6, 36.7 y 41 m.c.a. en la alimentación y 3.5, 7, 10.5, 14, 17.5, 21 y 24 m.c.a. en la salida, dejando el resto de las variables dependientes a esta condición. Se encontró rendimientos más altos para el prototipo cuatro con un ángulo convergente de 7.5° y el divergente de 5°, cuyo rendimiento fue de 9.19% y un caudal de succión de 60.78 l/h, sobre la presión de alimentación de 28 m.c.a. y presión de salida de 10.5 m.c.a. y un caudal de alimentación de 9.09 l/minuto. El máximo caudal de succión se lo encontró para el prototipo dos de 96.37 l/h, seguido del prototipo uno con 92.24 l/h. Fueron evaluadas las relaciones entre el caudal de succión, rendimiento de los prototipos versus diferencial de presión. Se encontró que cuando se mantiene constante una presión de succión en 0.5 m.c.a. con presiones de alimentación, de 5, 10, 15, 20, 25, 32.6 y 41 m.c.a., para cada prototipo, se observó mejor rendimiento en el prototipo cuatro (6.68%), con una capacidad de succión de 36.99 l/h, a presión de alimentación de 25 m.c.a. y presión de salida de 11.05 m.c.a.. El máximo caudal de succión fue hallado para el prototipo 5 (56.40 l/h), con un rendimiento de 1.89%, a presión de alimentación de 15 m.c.a. y una presión jusante de 3.72 m.c.a. El prototipo cuatro presentó menores pérdidas de carga y mayores rendimientos a diferentes diferenciales de presión, el mismo en su diseño presenta el ángulo convergente de 7.5° y ángulo divergente de 5°. La construcción artesanal de los prototipos es técnicamente viable y presenta

costos bajos. La combinación de ángulo convergente y divergente 7,5° y 5°, respectivamente es la mejor opción.

El trabajo realizado por Garcia, Garcia, & Gaviria (2009), en su trabajo titulado: ***"Diseño y montaje del laboratorio de hidráulica de tuberías"***. Tuvo como objetivo del presente trabajo es de diseñar y construir de la unidad tematica hidraulica de tuberías. El control de un proceso industrial requiere conocer la cantidad de materia que entra y sale de los distintos aparatos y operaciones que lo Componen. Con este fin se utilizan diversos procedimientos de medición de caudales. En el caso de los fluidos, existen dos grandes grupos de medidores de caudal: los basados en métodos directos y los basados en métodos indirectos. Para medir el gasto que circula en un conducto se utilizan varios procedimientos. Cuando el conducto es un tubo, es frecuente utilizar lo que se llama "Medidor De Agua de Venturi". Este medidor reemplaza la medida del gasto por la medida de una diferencia de presiones. Consiste en un estrechamiento y posterior ensanchamiento de una conducción. Tanto a la entrada, como a la salida del tubo, el cambio de sección se produce de manera gradual. Los ángulos de entrada y de salida suelen estar entorno a 25° y 7°, respectivamente El punto de menor sección se conoce como garganta. La pérdida de presión que experimenta el fluido se mide mediante un manómetro diferencial conectado en un punto antes del Venturimetro y en la garganta de éste. Para llevar a cabo la construcción del laboratorio se realizaron varios planos de Diseño en busca del mejoramiento y funcionalidad del laboratorio.

El estudio realizado por Vargas, Chipana, & Huayta (2007), en su trabajo titulado: ***"Inyector de fertilizante tipo Venturi: Construcción y evaluación"***.

Tiene resultados en perdida de carga frente a la variacion de caudal datos de importancia, en los resultados se tienen que el caudal fue aumentando empezando de 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 todos en l/h y conforme estos aumentaban la perdida de carga aumentaba teniendo valores de 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 todos en kPa. Esto nos da como conclusiones, para los tres prototipos evaluados en este trabajo la perdida de carga es menor, utilizando un caudal de 1200 a 1400 l/h y obteniendo una perdida de carga de 400 kPa.

El trabajo realizado por Ortega (2013), en su trabajo titulado: "***Diseño, construcción y operación de un banco Hidráulico y Venturímetro para pruebas hidráulicas***".

El objetivo de dicho trabajo es el de evaluar su diseño de Venturi con un caudal de alimentación de 0.2567 l/s, trabajando con dimensiones de un tubo Venturi clásico (21°,7°) y comento que la medida de velocidad de un fluido consiste en un tubo formado por dos secciones cónicas unidas por un tubo estrecho en el que el fluido se desplaza consecuentemente a mayor velocidad.

El trabajo realizado por García, (2015), en su trabajo titulado: "***Inyectores de fertilizante tipo Venturi: Aplicación, diseño y simulación***". El objetivo fue la simulación del tubo Venturi como medio eficaz de evaluación. Se realizó una simulación con el fin de reducir el efecto en la diferencia de presión de entrada-salida requerida por el dispositivo inyector tipo Venturi y mejorar la eficiencia de inyección, la mejor opción para calcular los parámetros estructurales ideales es la simulación por computadora el cual nos puede ayudar a calcular la tasa de flujo de inyección del dispositivo; misma que se logra con una presión constante en la entrada, por lo que se recomienda una válvula reguladora de presión aguas arriba antes de instalar nuestro dispositivo Venturi y a una distancia tal que se evite turbulencias en nuestro fluido. Es posible determinar tanto las características físicas como el desempeño de un dispositivo inyector de fertilizante del tipo Venturi con base a una simulación previa basada en el método de dinámica de fluidos computacional (CFD). Estas características estiban en los cálculos de los diámetros de entrada, de succión, de garganta y de salida, así como los ángulos convergentes y divergentes. La metodología idónea para su diseño es desarrollar modelos simulados basados en el método de dinámica de fluidos computacional, obteniendo un ahorro de tiempo y dinero. Para el diseño de diámetros de inyectores se tomó la entrada, salida, succión y garganta, así como los ángulos convergentes y divergentes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fluidos:

Se llaman fluidos al conjunto de sustancias donde existe entre sus moléculas poca fuerza de atracción, cambiando su forma, lo que ocasiona que la posición que toman sus moléculas varía, ante una fuerza aplicada sobre ellos, pues justamente fluyen. Los líquidos toman la forma del recipiente que los aloja, manteniendo su propio volumen. Un fluido es todo cuerpo que tiene la propiedad de fluir, y carece de rigidez y elasticidad, y en consecuencia cede inmediatamente a cualquier fuerza tendente a alterar su forma y adoptando así la forma del recipiente que lo contiene (Potter & Wiggert, 2002).

2.2.1.1. Propiedades de los fluidos:

Los fluidos son sustancias que abundan en la naturaleza, su uso es común en la vida cotidiana, de ahí la importancia de conocer su comportamiento tanto en reposo como en movimiento. El manejo de los fluidos es indiscutible cuando se recuerda cómo se da el abastecimiento de agua a las grandes ciudades. Además del agua, el ser humano utiliza actualmente tanto en la industria como en el hogar otros fluidos tales como aire, gasolina, gas, petróleo, entre otros (Mott, 2006).

a) Densidad

Se denomina densidad a la relación que existe entre la masa de una sustancia cualquiera y el volumen que ocupa, se expresa con la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

b) Viscosidad

La viscosidad es una propiedad distintiva de los fluidos que está ligada a la resistencia que opone un fluido a deformarse continuamente cuando se somete a una fuerza de corte. Esta propiedad es utilizada para distinguir el comportamiento entre fluidos y sólidos. Además los fluidos pueden ser en

general clasificados de acuerdo a la relación que exista entre el esfuerzo de corte aplicado y la velocidad de deformación (Mott, 2006).

c) Presión

Es importante la diferencia entre cómo actúa la fuerza sobre un fluido y como lo hace sobre un sólido. Puesto que el sólido es un cuerpo rígido, puede soportar que se le aplique una fuerza sin que cambie apreciablemente su forma. Por otra parte un líquido puede soportar una fuerza únicamente en una superficie o frontera cerrada. Si el fluido no está restringido en su movimiento empezará a fluir bajo el efecto del esfuerzo cortante, en lugar de deformarse elásticamente. La presión se define como la acción que ejerce una fuerza sobre un área determinada, los fluidos ejercen presión en todas direcciones (Mott, 2006).

$$P = \frac{F}{A}$$

2.2.1.2. Agua

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido (Chow, 1990).

Propiedades físicas del agua

Temperatura	Masa Específica	Peso Específico	Presión de vapor	Viscosidad Dinámica	Viscosidad Cinemática
T (°C)	ρ (kg/m ³)	Σ (N/m ³)	P (Pa)	μ (10 ⁻³ kg/m.s)	ν (10 ⁻⁶ m ² /s)
0	999.9	9805	611	1.79	1.79
5	1000	9806	873	1.52	1.52
10	999.7	9803	1266	1.31	1.31
15	999.1	9798	1707	1.14	1.14
20	998.2	9789	2335	1.01	1.01
25	997.1	9779	3169	0.89	0.90

Fuente: (Chow, 1990)

2.2.1.3. pisco

La elaboración del pisco está regida por la Norma Técnica Peruana **NTP 211.001.2006**, vigente desde el 2 de noviembre del 2006, la que en sus definiciones precisa lo siguiente:

El Pisco es definido como el "Aguardiente obtenido exclusivamente por destilación de mostos frescos de uvas pisqueras (Quebranta, Negra Corriente, Mollar, Italia, Moscatel, Albilla, Torontel y Uvina) recientemente fermentadas utilizando métodos que mantengan el principio tradicional de calidad establecido en las zonas de producción reconocidas".

Dicha Norma establece igualmente que el grado alcohólico volumétrico del pisco puede variar entre los 38 y 48 GL.

2.2.2. Mecánica de fluidos:

La Mecánica de Fluidos estudia las leyes del movimiento de los fluidos y sus procesos de interacción con los cuerpos sólidos. La Mecánica de Fluidos como hoy la conocemos es una mezcla de teoría y experimento que proviene por un lado de los trabajos iniciales de los ingenieros hidráulicos, de carácter fundamentalmente empírico, y por el otro del trabajo de básicamente matemáticos, que abordaban el problema desde un enfoque analítico. Al integrar en una única disciplina las experiencias de ambos colectivos, se evita la falta de generalidad derivada de un enfoque estrictamente empírico, válido únicamente para cada caso concreto, y al mismo tiempo se permite que los desarrollos analíticos matemáticos aprovechen adecuadamente la información experimental y eviten basarse en simplificaciones artificiales alejadas de la realidad (Bolinaga, 1998).

La característica fundamental de los fluidos es la denominada fluidez. Un fluido cambia de forma de manera continua cuando está sometido a un esfuerzo cortante, por muy pequeño que sea éste, es decir, un fluido no es capaz de soportar un esfuerzo cortante sin moverse durante ningún intervalo de tiempo. Unos líquidos se moverán más lentamente que otros, pero ante un esfuerzo cortante se moverán siempre (Bolinaga, 1998).

2.2.3. Estática de fluidos:

La estática de fluidos se refiere al estudio de los fluidos en reposo, mientras que la dinámica de fluidos estudia los fluidos en movimiento. Los fluidos en reposo o en movimiento uniforme en equilibrio deberán estar libres de esfuerzos cortantes pues no los soportan (Mott, 1996).

2.2.4. Dinámica de fluidos:

La dinámica de fluidos estudia los fluidos en movimiento y es una de las ramas más complejas de la mecánica. Aunque cada gota de fluido cumple con las leyes del movimiento de Newton las ecuaciones que describen el movimiento del fluido pueden ser extremadamente complejas. En muchos casos prácticos, sin embargo el comportamiento del fluido se puede representar por modelos ideales sencillos que permiten un análisis detallado. En un principio vamos a trabajar con lo que llamaremos fluido ideal, es decir un fluido que es incompresible y que no tiene rozamiento interno o viscosidad (Crespo, 2006).

La trayectoria descrita por un elemento de fluido en movimiento se llama línea de flujo. La velocidad del elemento varía en magnitud y dirección a lo largo de su línea de flujo. Si cada elemento que pasa por un punto dado sigue la misma línea de flujo que los elementos precedentes se dice que el flujo es estable o estacionario. Un flujo puede empezar no estacionario y hacerse estacionario con el tiempo. En un flujo estacionario la velocidad en cada punto del espacio permanece constante en el tiempo aunque la velocidad de la partícula puede cambiar al moverse de un punto a otro (Crespo, 2006).

2.2.5. Ecuaciones fundamentales de dinámica de fluidos

2.2.5.1. Ecuación de Continuidad

Según Cengel & Cimbala, (2006); para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección transversal es constante, aun cuando esta sección transversal cambie. Dado que la masa de un fluido que atraviesa una sección transversal por unidad de tiempo es ρvA , se tiene que la ecuación de continuidad para cualquier fluido es la siguiente.

$$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$$

La densidad puede variar con el tiempo dependiendo de las condiciones de presión y temperatura del fluido, sin embargo para un fluido incompresible $\rho_1 = \rho_2$, de esta forma, para un líquido el cual es considerado incompresible la ecuación de continuidad puede expresarse como:

$$Q_v = A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3 = \text{constante}$$

El flujo volumétrico es el volumen de fluido que atraviesa una sección transversal por unidad de tiempo, y el flujo másico es la masa de fluido que atraviesa la sección transversal por unidad de tiempo. La relación entre el flujo volumétrico y el flujo másico es una constante, la cual de acuerdo a las ecuaciones anteriores es la densidad.

$$Q_m = \rho Q_v$$

2.2.5.2. Ecuación de Bernoulli

Según Cengel & Cimbala, (2006); La dinámica de los fluidos, está regida por el mismo principio de la conservación de la energía que para los sólidos en movimiento. Este último fue aplicado a los fluidos por el físico suizo Daniel Bernoulli (1700-1782), obteniendo como resultado una ecuación muy útil en este estudio, que se conoce con su nombre. Sobre fluidos, se destacan cuatro parámetros; presión, densidad, velocidad y altura sobre algún nivel de referencia, ya que estos parámetros influyen en la energía contenida en el fluido en general. Para un flujo estable, viscoso e incompresible se tiene la siguiente ecuación.

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

En vista a que los subíndices 1 y 2 se refieren a dos puntos cualesquiera, la ecuación de Bernoulli se puede enunciar en una forma más simple como

$$P + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante}$$

2.2.5.3. Ecuaciones de Navier-Stoke:

Un flujo incompresible viscoso tridimensional es gobernado por las siguientes ecuaciones de Navier-Stokes:

$$\frac{\partial \mu_i}{\partial x_i} = 0$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_i \partial u_j}{\partial x_j} = \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j}$$

Donde t es el tiempo, x_i las coordenadas cartesianas, u_i las componentes correspondientes a la velocidad, p es la presión, τ_{ij} el tensor de la tensión viscosa. Aquí, todas las variables son adimensionales por una velocidad de referencia y una escala de longitud. Para flujo turbulento, τ_{ij} debe incluir tensiones turbulentas. La mayor diferencia entre la formulación incompresible y compresible de las ecuaciones de Navier-Stokes está en la ecuación de continuidad. La formulación incompresible puede ser vista como un límite singular de una compresible. La satisfacción de la ecuación de conservación de la masa, por lo tanto, es la edición primaria en solucionar el anterior sistema de ecuaciones. Físicamente, el flujo incompresible se caracteriza por un comportamiento elíptico de ondas de presión, la velocidad en un flujo verdaderamente incompresible es infinita. El campo de presión se espera como parte de la solución; por lo cual, la condición de la presión es necesaria en el límite del cómputo numérico. Se puede utilizar otras formulaciones usando cantidades derivadas como la vorticidad para eliminar la presión de las condiciones de borde o límite; sin embargo, las condiciones de borde para las variables derivadas tienen que ser impuestas. En problemas tridimensionales reales, estas cantidades derivadas son difíciles de definir o su uso no es práctico. La formulación en variables primitivas, a saber, usando la presión y velocidades como variables dependientes, llega a ser muy conveniente y flexible en las aplicaciones tridimensionales. Sin embargo, en esta formulación, la conservación de la masa y su relación a la presión debe ser dirigida

correctamente mientras que alcanza la eficiencia computacional. Aunque varias técnicas se han descubierto en el pasado, ninguna ha demostrado ser universalmente mejor que otras (Cengel & Cimbala, 2006).

2.2.6. Velocidad:

Es la velocidad media de las partículas del líquido en un punto determinado a la distancia media que las partículas recorren por unidad de tiempo. Se mide en metros por segundo o metros por minuto (White, 2003).

2.2.7. Caudal:

Es la cantidad de líquido que pasa por un punto, por unidad de tiempo. Puede expresarse en: cm^3/min ; l/seg ; m^3/seg ; etc.

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q = Caudal (cm^3/min ; l/seg ; gal/min ;)

A = Área (m^2, cm^2)

V = Velocidad (m/s ; m/min ; cm/s)

De ahí que la hidráulica se puede establecer como una rama importante que estudia las leyes de equilibrio y movimiento de los fluidos incompresibles; especialmente los líquidos (Crespo, 2006).

2.2.8. Pérdida de carga:

La pérdida de carga en una tubería o canal es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizadas, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc. (Mataix, 2001).

2.2.9. Medidores Deprimógenos:

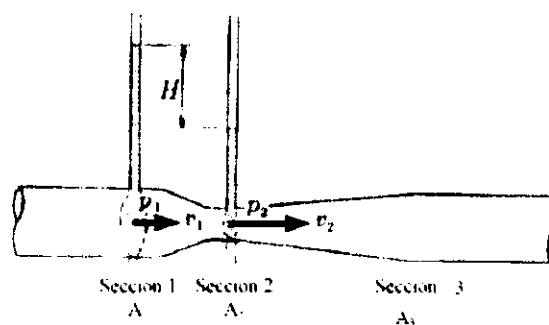
Se denomina así al elemento primario cuya instalación produce una diferencia de presiones (pérdida de carga), que se vincula con el caudal que circula, en una relación determinable (Hernandez, 2006). Los elementos deprimógenos más usados son:

- ✓ Placa orificio
- ✓ Tubo Venturi
- ✓ Boquilla / Codo
- ✓ Tubo Pitot / Annubar
- ✓ Cuña

2.2.10. Medidor tipo Venturi:

El medidor de flujo tipo Venturi, es un medidor de presión diferencial que se caracteriza por presentar una baja caída de presión permanente en la línea. El instrumento consta de una sección cónica convergente donde se incrementa la velocidad del fluido, lo cual provoca una caída de presión local. Luego, el flujo para a través de una sección cilíndrica de diámetro mínimo, conocida como la garganta del instrumento, para finalmente cruzar una sección cónica divergente, la cual permite recuperar gradualmente la presión estática. Entre las secciones 1 y 3 mostradas en la Figura 2. se produce la caída de presión permanente del medidor tipo Venturi, estas secciones 1 y 3 coinciden con el plano de entrada de la sección cónica convergente y el plano de salida de la sección cónica divergente respectivamente (White, 2003).

Figura 2. Medidor de flujo tipo Venturi



Este medidor reemplaza la medida del gasto por la medida de una diferencia de presiones. Consiste en un estrechamiento y posterior ensanchamiento de una conducción. Tanto a la entrada, como a la salida del tubo, el cambio de sección se produce de manera gradual. Los ángulos de entrada y de salida suelen estar entorno a 21° y 7° , respectivamente. El punto de menor sección se conoce como garganta. La pérdida de presión que experimenta el fluido se mide mediante un manómetro diferencial conectado en un punto antes del Venturímetro y en la garganta de éste (Nakayama, 2000).

2.2.11. Funcionamiento del Tubo Venturi

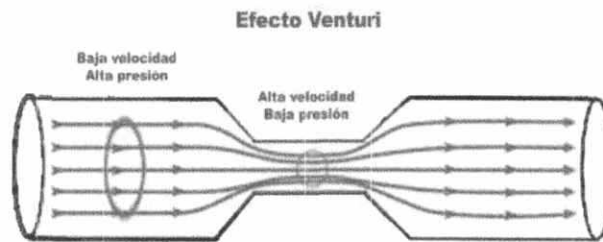
El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado, disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Batista Venturi (1746-1822). El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa (Crespo, 2006).

Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta tras atravesar esta sección. Por el teorema de la conservación de la energía mecánica, si la energía cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente (Mataix, 2001).

2.2.12. Efecto Venturi:

Consiste en un estrechamiento intercalado en una tubería y diseñado de modo que mediante una disminución gradual de la sección de entrada y un aumento también gradual de la salida se eviten turbulencias (Nakayama, 2000).

Figura 3. Esquema del efecto Venturi



La siguiente figura muestra el efecto que se genera dentro de un tubo Venturi (Nakayama, 2000).

El teorema de Bernouilli aplicado a la parte ancha y al estrechamiento de la figura es:

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

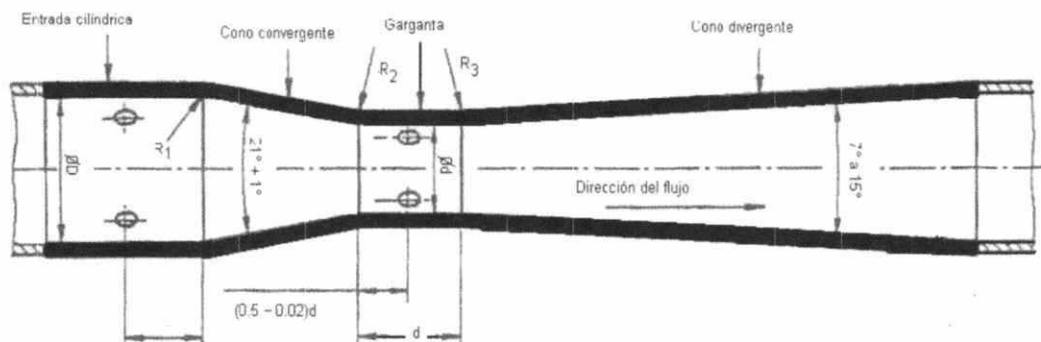
2.2.13. Tubo Venturi: Norma Iso-5167

Según la norma ISO 5167: 2003; Este elemento posee un cono convergente que va reduciendo gradualmente el diámetro hasta llegar a lo que se conoce como garganta, posteriormente hay un cono divergente, el cual expande el flujo otra vez al diámetro de tubería inicial. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el flujo instantáneo. El tubo Venturi permite la medición de flujos 60% superiores a los de la placa orificio en las mismas condiciones de servicio y con una pérdida de presión de sólo 10% a 20% de la presión diferencial. Posee una incertidumbre baja y permite el paso de fluidos con un porcentaje relativamente grande de sólidos, sin embargo los sólidos abrasivos influyen en su forma afectando la exactitud de la medida. El costo del tubo Venturi es elevado, del orden de 20 veces el de un diafragma y su exactitud es del orden de $\pm 0.75\%$. La geometría del tubo Venturi se muestra en la figura 4. La entrada cilíndrica debe tener un diámetro D y no debe diferir del diámetro de la tubería por más de 0.01 D. En el caso de cono convergente maquinado el tramo de entrada cilíndrica debe ser igual a D. El cono convergente debe ser cónico y debe tener un ángulo de $21^\circ \pm 1^\circ$ para cualquier tipo de tubo Venturi. La longitud del cono convergente promedio paralela a la

línea de centro del tubo Venturi es aproximadamente igual a $2.7 (D-d)$. El cono convergente está conectado con la entrada cilíndrica por medio de una curvatura de radio R_1 , el cual en el caso de cono convergente maquinado debe ser menor a $0.25 D$, pero de preferencia debe ser igual a cero (ISO ,2003).

La garganta está conectada al cono convergente por una curvatura de radio R_2 , y al cono divergente por una curvatura de radio R_3 . En el caso del tubo Venturi de cono convergente maquinado el radio R_2 debe ser menor a $0.25 d$, pero de preferencia debe ser igual a cero. El tramo entre el radio R_2 y el plano de la toma de presión de la garganta no debe de ser menor a $0.25 d$. El tramo entre el plano de las tomas de presión de la garganta y el principio del radio de curvatura R_3 no debe ser menor a $0.3 d$. El radio R_3 debe ser menor a $0.25 d$, pero de preferencia debe ser igual a cero (ISO, 2003).

Figura 4. Geometría normalizada del tubo Venturi



El tubo Venturi se puede utilizar para valores extremos de β , Re y D ya que estos no afectan demasiado al coeficiente de descarga. Los límites de uso para el tubo Venturi, están en función del tipo de cono convergente que se utilice. Los siguientes límites de uso son los que contempla la norma ISO 5167 según sea el tipo de cono convergente utilizado.

Tubo Venturi de Cono Convergente Maquinado

$$50 \text{ mm} \leq D \leq 250 \text{ mm}$$

$$0,4 \leq \beta \leq 0,75$$

$$2 \times 10^5 \leq Re (D) \leq 2 \times 10^6$$

En estas condiciones el coeficiente de descarga $C=0,995$

2.2.14. Autodesk simulation CFD:

La Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) es una herramienta numérica que se utiliza para simular el comportamiento de problemas que implican flujos de fluidos, transferencia de calor y otros procesos físicos relacionados. La técnica trabaja solucionando las ecuaciones del flujo en forma especial sobre una región de interés, con condiciones apropiadas conocidas en el límite de esa región (Autodesk, 2006).

✓ Características:

Autodesk Simulation CFD, es eficiente para realizar modelamiento de flujo de fluidos de manera rápida, precisa y flexible. También cuenta con la ayuda de las herramientas térmicas para ayudar a predecir el intercambio de calor. El flujo de fluidos se realiza de manera interactiva alrededor o en los objetos sólidos, lo que en su conjunto permiten comprender la transferencia de calor y flujo durante el proceso de diseño (Autodesk, 2006).

2.2.15. Computer Aided Engineering (CAE):

Es la disciplina que se encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, o creados de otro modo e introducidos en el ordenador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad, y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado (Wendt, 2009).

2.2.16. Computer Aided design (CAD):

El diseño asistido por computadoras, es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores. El CAD es también utilizado en el marco de procesos de administración del ciclo de vida de productos, también se puede llegar a

encontrar denotado con las siglas CADD (computer-aided design and drafting), que significan «bosquejo y diseño asistido por computadora» (Smith, 2009).

Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo 2D y de modelado 3D. Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos. CAD fue principalmente inventado por un francés, Pierre Bézier, ingeniero de los Arts et Métiers ParisTech. El ingeniero desarrolló los principios fundamentales de la CAD con su programa UNISURF en 1966. El usuario puede asociar a cada entidad una serie de propiedades como color, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, material, etc., que permiten manejar la información de forma lógica. Además se pueden renderizar a través de diferentes motores o softwares como V-Ray, Maxwell Render, Lumion, Flamingo, entre los que son pagos, hay algunos de licencia free and open source como por ejemplo el Kerkythea y Aqsis, entre los más usados, son modeladores 3D para obtener una previsualización realista del producto, aunque a menudo se prefiere exportar los modelos a programas especializados en visualización y animación, como Autodesk Maya, en visualización y animación, como Autodesk Maya, Bentley MicroStation, Softimage XSI o Autodesk 3ds Max y la alternativa libre y gratuita Blender, capaz de modelar, animar y realizar videojuegos (Wendt, 2009).

2.2.17. Utilización del CFD:

Las técnicas computacionales de fluidos o la Dinámica de Fluidos Computacional (traducción más próxima al término inglés Computational Fluid Dynamics, CFD), se ocupan de obtener soluciones numéricas de problemas de mecánica de fluidos con el apoyo de ordenadores (Wendt, 2009). Se basan en la resolución numérica de las ecuaciones fundamentales de conservación de materia, energía y cantidad de movimiento en un dominio concreto discretizado (geometría); es decir, convertido en una malla de puntos (volúmenes o elementos finitos). Como resultado, se obtienen los valores de todas las variables características del sistema (presión, velocidad, temperatura,

composición, etc.) en cada punto de la malla de cálculo y en función del tiempo (Manzano, 2008).

Otro campo donde existe una amplia experiencia aplicada es en el estudio de la cavitación. Esta es una línea de investigación que en la actualidad es muy activa, presentándose numerosos trabajos y aportaciones sobre modelos de cavitación. Es muy habitual el uso de toberas o de tubos Venturi para realizar los ensayos experimentales y para validar los modelos de cavitación. También se ha analizado el comportamiento no estacionario de la formación de vapor con un Venturi rectangular (Delgosha, Fortes, & Reboud, 2003).

2.3. Definición de términos

Fluido: Un fluido es una sustancia incapaz de resistir fuerzas o esfuerzos de corte sin desplazarse.

Caudal: Es el volumen de un fluido que pasa en la unidad de tiempo a través de una sección dada.

Presión: La presión en un fluido en reposo se define como la fuerza de compresión normal por unidad de área que actúa sobre una superficie sumergida en el fluido.

Tubería: Conducto formado de tubos para el paso de gases combustibles, agua, etc.

Válvula: Pieza de variadas formas que al colocarla en una abertura de máquinas o instrumentos sirve para interrumpir alternativa o permanentemente la comunicación entre dos de sus órganos, o entre éstos y el medio externo, moviéndose a impulso de fuerzas contrarias. Controlan la dirección, la presión, el volumen o combinación de estas magnitudes.

Rotámetro: El rotámetro es un tipo común de medidor de área variable que sirve para medir caudales. El fluido corre hacia arriba a través de un tubo libre que tiene una ramificación en el interior.

Vacuómetro: instrumento que permite realizar la medición de la presión cuando ésta resulta menor a la presión de la atmósfera. Por eso se dice que los vacuómetros miden el vacío.

Bomba centrífuga: es actualmente la máquina más utilizada para bombear líquidos en general.

Agua: Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres

cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H_2O).

Pisco: aguardiente de uva peruano obtenido de la destilación de los caldos frescos de la fermentación exclusiva del mosto de uva (jugo de uva),

Perdida de presión: se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

Tubo Venturi: Un tubo de Venturi es un dispositivo inicialmente diseñado para medir la velocidad de un fluido aprovechando el efecto Venturi.

Resina Acetal: es un plástico de ingeniería muy versátil, con propiedades similares a las de los metales. Con esta nueva generación de acetales versátiles, usted puede mecanizar fácilmente formas complejas con ciclos cortos que disminuyen los costos de producción logrando flexibilidad y libertad para diseñar todo tipo de producto.

III. MARCO METODOLOGICO

3.1. Lugar de ejecución

El presente proyecto de investigación se llevara a cabo las evaluaciones pertinentes en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Moquegua.

La fabricación del tubo Venturi se realizara en una empresa dedicada a la impresión 3D.

3.2. Tipo de investigación

Aplicada

3.3. Nivel de investigación

Explicativa

3.4. Operacionalización de variables

VARIABLES INDEPENDIENTES

Indicadores

- Tipos de fluidos (pisco, agua)
- Dimensiones
 - Ángulos de convergencia (20, 21, 22)
 - Ángulos de divergencia (7, 10, 15)
- Caudales(5,10,15,20,25,30) L/min

VARIABLE DEPENDIENTE

Indicadores

- Variación de Presión(kPa)
- Pérdida de carga(h_L)

- Rendimiento

3.5. Materiales y equipos

- **Materia prima e insumos**

- Agua
- pisco

- **Materiales y equipos e insumos**

- Equipo de cómputo procesador Intel core i5, ram >= 4 gb.
- Software Autodesk Simulation CFD y AutoCAD version 2015
- Impresora 3D
- Acetal o plástico ABS
- Picnómetro
- Balanza analítica
- Reómetro (Fungilab)

3.6. Población y/o muestra de estudio

Población

- Transporte de fluidos (agua y pisco) mediante tuberías

Muestra

- Muestras de trabajo: agua y pisco

3.7. Metodología experimental

Método

- Analítico
- Experimental

Técnicas

- Análisis documental
- Observación
- Ensayos con el software
- Ensayos experimentales

3.8. Metodología de desarrollo:

3.8.1. Identificar las propiedades reológicas (densidad, viscosidad) de los fluidos (agua y pisco)

- Determinación de la densidad utilizando el picnómetro:

1. Anote el valor del volumen del picnómetro. (V_p)
2. Mida la masa del picnómetro vacío, teniéndose el cuidado de que se encuentre totalmente seco y limpio. (m_1)
3. Llénelo completamente de agua o pisco utilizando una jeringa o pipeta y enseguida colóquele su tapón. (Deberá secar perfectamente el recipiente y el tapón).
4. Mida la masa del picnómetro lleno de líquido. (m_2)
5. Determine la densidad del agua y pisco.

Fluidos	DATOS					
	m 1	m 2	Vp	Temp.	densidad	μ
Agua						
Pisco						

$$\rho = (m_2 - m_1) / V_p$$

- Para determinar la viscosidad tanto de pisco como el agua se utilizara el reómetro (Fungilab), realizando varias pruebas para obtener un resultado adecuado, a continuación los pasos a seguir:

1. Colocar la muestra en el recipiente del equipo para su evaluación.

2. Escoger el tipo de rotor de acuerdo al tipo de fluido y colocarlo en el equipo para empezar con la evaluación.
3. Encender y registrar los datos, se harán 10 repeticiones.
4. Se promedian los datos obtenidos para obtener un dato adecuado.

muestras	viscosidad	
	agua	pisco
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

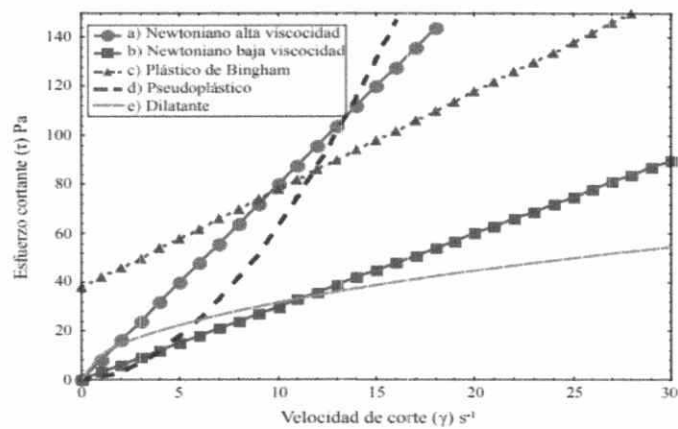
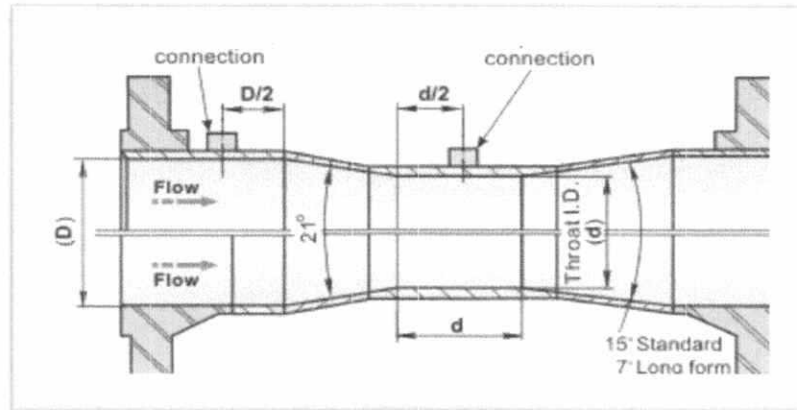


Figura 1. Muestra la clasificación de fluidos en grupos

3.8.2. Simular los fenómenos de dinámica en deprimógenos tipo tubo Venturi mediante uso de tipos de fluidos (agua y pisco) en el Autodesk Simulation CFD con ángulos de convergencia (20, 21,22) y divergencia (7,10,15), consideraciones establecidas según norma.

Según la norma ISO 5167-2003. Se designan ángulos tanto de convergencia ($21^{\circ} \pm 1$) y ángulos de divergencia ($7^{\circ} \leq \Phi \leq 15^{\circ}$)



Ángulos designados en un tubo Venturi:

Ángulos de convergencia	Ángulos de divergencia
20	7
21	10
22	15

A continuación se detallaran los ángulos de convergencia y divergencia designados para los 9 prototipos a diseñar y simular para obtener un óptimo:

Prototipos	
Ángulos de convergencia	Ángulos de divergencia
20	7
	10
	15
21	7
	10
	15
22	7
	10
	15

Pasos a seguir para el modelado de prototipos digitales cada uno con las medidas respectivas, para la obtención de un prototipo óptimo.

- Diseño prototipos en 3D, utilización de dimensiones y ángulos.
- Simulación en Autodesk CFD
 - En este punto se utiliza el Autodesk simulation CFD, ya con los modelos en 3D.
 - Cargamos el modelo 3D al simulador, en este caso el modelo SAT.
 - Corrección de geometría y asignación de material y propiedades.
 - Condiciones de contorno, ingreso de variables (caudal, temperatura, presión, etc).
 - Enmallado de diseño geométrico.
 - Simulación numérica (solve), iteraciones.
 - Generación de reportes (imágenes espectros, tablas, gráficos)
 - Resultados (data), análisis de resultados.

Datos:

Prototipos	Simulación			
	v	P	ΔP	R
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

De los 9 prototipos se verifican datos y se determina el que genera menor pérdida de carga con: $\Delta P = P_3 - P_1$, con la simulación.

También se determina cual tiene mayor rendimiento con: $R = \frac{P_3 - P_2}{P_1 - P_3}$, calculo solo simulación. Luego de comparar los datos se tendrá un prototipo óptimo, que se mandara a maquinar.

3.8.3. Diseñar un prototipo de deprimogeno tipo tubo Venturi y fabricarlo mediante impresión 3D.

Fabricación en impresora 3D con material acetal o plástico ABS.

- Una vez terminada la simulación se tendrá un prototipo óptimo que se mandara a imprimir.

“Las impresoras 3D son por lo general más rápidas, más baratas y más fáciles de usar que otras tecnologías de fabricación por adición, aunque como cualquier proceso industrial, estarán sometidas a un compromiso entre su precio de adquisición y la tolerancia en las medidas de los objetos producidos”.

- Se enviara a la empresa que se encargara de la impresión, las dimensiones establecidas en planos para el tubo Venturi.
- Se usara para la impresión Acetal.
- Se elaborara un manual de diseño de un tubo Venturi (Ficha Técnica).

3.8.4. Evaluar el deprimogeno tipo tubo Venturi mediante simulación y montado en un módulo con tipos de fluidos (agua y pisco).

- ✓ Evaluación del prototipo fabricado en el módulo con muestras de agua y pisco.
- ✓ Obtención de valores (ΔP , *velocidad*)
- ✓ Caudal de diseño (30 L/min)
- ✓ Caudal de evaluación, variaciones (0-30L/min)

Cuadro No. 1. Evaluación del Agua

Caudal (L/min)	ΔP (kPa)	V(m/s)
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Cuadro No. 2. Evaluación del Pisco

Caudal (L/min)	ΔP	v
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Cuadro No. 3. Comparación de datos obtenidos en la simulación y en el módulo del deprimogeno tipo tubo Venturi

Caudal	Simulación		Evaluación	
	v	ΔP	v	ΔP
5				
10				
15				
20				
25				
30				

IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
ACTIVIDADES	MESES			
	NOV.	DIC.	ENE.	FEBR.
Revisión Bibliográfica	■	■	■	
Evaluaciones Preliminares	■	■		
Elaboración de diseño de deprimógenos 3D		■	■	
Simulación del modelo en Autodesk Simulation CFD		■	■	
Fabricación de Venturi			■	
Procesamiento de Datos			■	
Evaluación del medidor Venturi montado en el módulo hidráulico			■	
Análisis y discusión de resultados			■	
Elaboración del borrador de tesis			■	
Redacción del informe final				■

Recursos disponibles

- ✓ Libros de la biblioteca, Internet.
- ✓ Laboratorios de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAM, Equipo de cómputo, Software Autodesk Simulation CFD Version 2015.

4.2. Presupuesto

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto estimado para el desarrollo de la investigación.

CONCEPTOS		UNIDADES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
MATERIA PRIMA				
Agua		10 m3	3.5	35
Pisco		10 m3	20	200
MATERIALES				
Modulo Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrífuga de 30l/min capacidad con motor de 0.5Hp • Vacuómetro y manómetro de reloj succión y descarga de bomba respectivamente. • Sistema de control de nivel de tanque pulmon • Sistema de tuberías y conexión en AISI 304 • Válvulas compuerta y bola de bronce • Tubo Venturi de Acetal Blanco o plastic ABS, con medidas bajo criterio de cliente • Tablero de control en PVC • Sistema de indicador de temperatura • Medidor de caudal tipo rotámetro de acrílico 30L/min. • Estructura de AISI 304 de 3/4". 	1	4200	4200
CAPACITACIÓN TÉCNICA				
Curso CAD Y CFD Autodesk CFD		1	450	450
GASTOS ADICIONALES				
Impresión y empastado (incluido correcciones)			350	350
Imprevistos				150
Total				5385

4.3. Fuente de financiamiento: EL proyecto será autofinanciado

V. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk. (2006). Manual del usuario Autodesk civil 3D . España: Autodesk.
- Azevedo, J., Fernandez, M., & Araujo, R. (1998). Manual de Hidraulica (octava ed.). Sao Paulo: Blucher.
- Bolinaga, J. (1998). Mecanica elemental de los fluidos. Caracas: Fundación Polas.Universidad Católica Andrés.
- Cengel, Y., & Cimbala, J. (2006). Mecánica de fluidos. México: Mac Graw Hill.
- Crespo, A. (2006). Mecanica de Fluidos, Primera Edición. En P. E. Mecanica de Fluidos. Madrid: Paraninfo.
- Delgosha, O., Fortes, P., & Reboud, J. (2003). Evaluation of the turbulence model influence on the numerical simulations of unsteady cavitation. Journal of fluids Engineering, 38-45.
- Franco, R., Arriel, T., & Nascimento, S. (2004). Desarrollo y evaluación de tubos venturi para medición de cudad. Sao Paulo.
- Garcia, A., Garcia, L., & Gaviria, E. (2009). Diseño y Montaje del laboratorio de Hidraulica de tuberías. Cundinamarca-Girardot.
- García, A., Landeros, C., Pérez, A., Castañeda, M., Martínez, J., & Carrillo, E. (2015). Inyectores de Fertilizante tipo Venturi: Aplicación,diseño y simulación. Revista Iboamericana de Ciencias, 111-119.
- Hernandez, M. (2006). Medición del flujo de agua residual a presión en tuberías, através de un tubo pitot con inyección de aire. México.
- ISO, 5167. (2003). Part 4: Venturi tubes.
- juan, m., benito, d., guillermo, d., aivaró, r., & carmen, p. (2012). diseño y prediccion del funcionamiento de inyectores venturi en riego localizado. valencia, españa.
- Manzano, J. (2008). Análisis del inyector Venturi y mejora de su instalación en los sistemas de riego localizado. Valencia: UPV.

- Manzano, J., Palau, C., Moreira de Azevedo, B., & Vieira, G. (2015). Diseño y alternativas en la instalcion de inyectores Venturi en riego localizado. *Ciencia Agronomica*, 287-298.
- Mataix, C. (2001). *Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidraulicas*. México: HARLA S.A.2da Edición. Recuperado el 8 de junio de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9rdida_de_carga
- Mott, R. (1996). *Mecanica de fluidos Aplicada*,Cuarta Edición. En R. Mott, *Mecanica de fluidos Aplicada*,Cuarta Edición (págs. 475-508). Bogotá: Edit. Pren Tice Hall.
- Mott, R. L. (2006). *Mecanica de Fluidos*.Sexta Edición. México: Pearson Educación.
- Nakayama, Y. (2000). *Introdution to fluid Mechanics*. Tokai: oxford:Butterworth Heinemann.
- Norma Técnica Peruana 211.001.2006
- Ortega, R. (2013). *Diseño,Construcción y operación de un banco Hidráulico y Venturi para pruebas Hidráulicas*. Quito.
- Potter, M., & Wiggert, D. (2002). *Mecanica de Fluidos 3ra Edición*. Mexico D.F: Thomson.
- Royuela, Á., & Manzano, J. (2014). Diseño y prediccion del funcionamiento de inyectores Vneturi en riego localizado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 1209-1217.
- Silva, M. (1980). *Manual de Mecanica de Fluidos*,primera edición . En M. V. Silva, *Manual de Mecanica de Fluidos*,primera edición (págs. 75-110). Quito: Edit.Universitaria.
- Smith, M. (2009). – El uso de simulaciones CFD en el Aprendizaje de Mecánica de fluidos a nivel de Pregrado. Atlanta: Instituto de tecnologia de Georgia.
- Timings, R. (2001). *Tecnología de la fabricación:procesos y materiales del taller*. México: Alfaomega.
- Vargas, R., Chipana, R., & Huayta, E. (2007). *Inyector de Fertilizante tipo Venturi:Construcción y Evaluación*. La Paz.

Wendt, J. (2009). Computational fluid dynamics: An introduction. Berlin: Springer-Verlag.

White, F. (2003). Fluid Mechanics. McGraw-Hill .

wikipedia. (8 de junio de 2016). Wikipedia. Obtenido de wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_asistido_por_computadora

Zarate, N. (1995). Desenvolvimento y evaluación de dos Inyectores de Fertilizantes tipo Venturi. Sao Paulo.

Zhang, H., Yue, W., & Huang, Z. (2004). Investigation of oil-air two-phase mass flow rate measurement using Venturi and void fraction sensor. Journal of Zhejiang University SCIENCE , 601-606.

VI. ANEXOS

TÍTULO DE LA TESIS:	DISEÑO DE MEDIDOR DEPRIMÓGENO TIPO TUBO VENTURI PARA LA EVALUACIÓN DE FENÓMENOS DE DINAMICA EN AGUA Y PISCO.			AUTOR: EMIS VENTURA FLORES
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>Problema principal</p> <p>De qué manera el diseño, la simulación y evaluación de un medidor deprimógeno tipo tubo Venturi relaciona los fenómenos de dinámica en agua y pisco?</p> <p>Problemas secundarios</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar, simular y evaluar un prototipo de deprimógeno tipo tubo Venturi para estudiar los fenómenos de dinámica en agua y pisco.</p> <p>Objetivos específicos</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El prototipo de deprimógeno tipo tubo Venturi diseñado, simulado y evaluado conduce a comprender los fenómenos de dinámica en agua y pisco.</p> <p>Hipótesis específicas</p>	<p>1) Variable Independiente Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipos de fluidos (agua y pisco) ➤ Caudales ➤ dimensiones <p>2) Variable Dependiente Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pérdida de carga ➤ Variación de presión ➤ Rendimiento <p>3) Variables intervinientes</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Norma ISO 5167-2003 	<p>1) Tipo de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicada <p>2) Nivel de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Explicativa <p>3) Método</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Analítico ➤ Experimental <p>4) Población</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Transporte de fluidos (agua y pisco) mediante tuberías <p>5) Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua y pisco <p>6) Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis documental ➤ Observación ➤ Ensayos con el software ➤ Ensayos Experimentales <p>7) Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipo de computo ➤ Software Autodesk Simulation CFD ➤ Materiales de escritorio ➤ Módulo Hidráulico con tubo Venturi.
<p>a. Como identificar las propiedades reológicas de los fluidos (agua y pisco)?</p> <p>b. Como la simulación de deprimógenos tipo tubo Venturi con fluidos (agua y pisco) utilizando el Autodesk Simulation CFD ayudara a obtener un prototipo óptimo?</p> <p>c. Como se fabricara el prototipo de deprimógeno tipo tubo Venturi?</p> <p>d. Como se evalúa el diseño de deprimógenos tipo tubo Venturi con fluidos (agua y pisco)?</p>	<p>a. Identificar las propiedades reológicas (densidad y viscosidad) de los fluidos (agua y pisco)</p> <p>b. Simular los fenómenos de dinámica en deprimógenos tipo tubo Venturi mediante uso de tipos de fluidos (agua y pisco) en Autodesk Simulation CFD con ángulos de convergencia (7, 10, 15), consideraciones de diseño establecidos según norma ISO 5167.</p> <p>c. diseñar un prototipo de un deprimógenos tipo tubo Venturi y fabricarlo mediante impresión 3D.</p> <p>d. Evaluar el deprimógeno tipo tubo Venturi mediante simulación y montado en un módulo con tipos de fluidos (agua y pisco).</p>	<p>a. El identificar las propiedades reológicas de los fluidos (agua y pisco) nos permite trabajar de manera adecuada en la simulación y evaluación del deprimógeno tipo tubo Venturi.</p> <p>b. La simulación adecuada de deprimógenos tipo tubo Venturi con tipos de fluidos (agua y pisco), utilizando autodesk Simulation CFD nos permite conocer los fenómenos de dinámica.</p> <p>c. Se conocen los mecanismos de diseño y fabricación de deprimógenos tipo tubo Venturi.</p> <p>d. El mecanismo para comparar la simulación y la evaluación física del prototipo con valores, permite evaluar su funcionamiento con agua y pisco.</p>		