



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL

SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS  
RECURSOS HÍDRICOS EN EL VALLE DEL RIO  
CAÑETE

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR

SABY DE JESUS SERNAQUE MOZOMBITE.

ASESOR

ING MARIA DEL CARMEN AYLAS HUMAREDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

2012

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar presente en todos mis pasos, por iluminarme siempre y poner en mi camino a personas extraordinarias que me dieron su apoyo en mi etapa universitaria.

A mi mamá y hermanos, por apoyarme incondicionalmente en toda mi educación y por ser siempre la fuente de toda mi inspiración.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de vivir, a mi madre Hilda Luz por su amor y por enseñarme que lo me proponga lo puedo lograr, a mis hermanos por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A funcionarios de la Autoridad Nacional del Agua, a los Ingenieros de la Gerencia de operaciones de la Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego Cañete, a la Autoridad Local del Agua, al Departamento de Defensa Civil y al EMAPA Cañete por brindarme datos y asesorarme.

A todos mis asesores temáticos y metodológicos por guiarme en el camino de la realización de mi tesis, A mis amigos por darme ánimos y fuerzas y ayudarme en todo lo que pudieron.

A todas las personas que me apoyaron en la realización de mi investigación, mis más sinceros agradecimientos.

# PRESENTACIÓN

La presente investigación busca explicar el comportamiento de los recursos hídricos del valle del río Cañete, a través del análisis de disponibilidad y demanda con su consecuente balance hídrico; también presenta un pronóstico mensual de demanda hídrica para cada canal de riego del valle.

Se realiza un análisis de la disponibilidad hídrica del valle de Cañete con datos brindados por el Ministerio de Agricultura a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el cual es comparado con el análisis de la demanda hídrica con datos brindados por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA) Cañete S.A, la Autoridad Local de Agua (ALA) Cañete y la Junta de Usuarios del Sub Distrito de Riego de Cañete; con la finalidad de hallar el balance hídrico del valle y conocer su comportamiento para determinar las causas de la inadecuada distribución del recurso.

Se realizaron pronósticos mensuales de demanda para cada canal de riego que conforman el valle; Nuevo Imperial, Viejo Imperial, Pachacamilla, Huanca, San Miguel, María Angola y Palo Herbay cuya distribución está encargada por la institución Junta de Usuarios del Sub Distrito del Valle de Riego Cañete; para dicho pronóstico se ha utilizado los complementos de minería de datos de SQL Server 2008, generando finalmente una herramienta para los cimientos de la planificación hidrológica de la cuenca del río Cañete.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
PRESENTACIÓN.....	3
ÍNDICE.....	4
INDICE DE TABLAS.....	6
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
CAPITULO I.....	11
INTRODUCCION.....	12
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	13
1.1.2 Formulación del Problema.....	15
1.1.3 Justificación.....	16
1.1.4 Antecedentes.....	17
Determinar la situación actual de la distribución de los recursos hídricos en el valle del río Cañete.....	19
Determinar el análisis de la disponibilidad de los recursos hídricos en el valle del río Cañete... ..	19
Determinar el análisis de la demanda de los recursos hídricos en el valle del río Cañete.....	19
Determinar el balance hídrico en el valle del río Cañete.....	19
1.2 MARCO TEÓRICO.....	20
1.2.1 Marco Teórico.....	20
1.2.1.1 Descripción Del Valle De Cañete.....	20
Ubicación.....	20
Accesibilidad.....	20
1.2.1.2 Demanda Hídrica Agrícola Del Valle.....	22
1.2.1.3 Disponibilidad De Recursos Hídricos Del Valle.....	24

1.2.1.4	Balance Hídrico Para Usos De Agua Agrícola Del Valle Del Rio Cañete.....	24
1.2.1.5	Pronóstico de la demanda para el año 2015.....	24
1.2.1.6	Planificación De Recursos Hídricos.....	25
1.2.2	Marco Conceptual .....	27
1.2.2.1	Marco legal aplicable.....	27
1.2.2.2	Caudal ecológico.....	27
CAPITULO II.....		29
2.	MARCO METODOLÓGICO.....	30
2.1	Hipótesis .....	30
2.2	Variables, Definición Conceptual, Definición Operacional e Indicadores .....	31
2.3	Metodología .....	33
2.3.1	Tipo de estudio .....	33
2.3.2	Diseño de estudio .....	33
2.4	Población y muestra .....	34
2.5	Método de investigación .....	35
2.6	Técnicas y procedimientos de recolección de datos.....	37
2.7	Métodos de análisis de datos.....	38
2.7.1	Análisis De Consistencia .....	38
2.7.2	Estimación de datos faltantes .....	41
2.7.3	Análisis para el pronóstico .....	41
CAPITULO III .....		44
3.	RESULTADOS.....	45
3.1	Resultados del balance hídrico.....	45
CAPITULO IV.....		66
4.	DISCUSIÓN .....	67
CAPITULO V .....		69
5.	CONCLUSIONES.....	70

CAPITULO VI.....	72
6. RECOMENDACIONES .....	73
CAPITULO VII.....	74
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
CAPITULO VIII .....	77
8. ANEXOS.....	78
8.1 Formato Para Solicitar Entrevista Con Algún Funcionario Del Ministerio Del Ministerio De Agricultura.....	78
8.2 Datos brindados por la Autoridad Nacional del Agua .....	79
8.3 Datos del análisis de doble masa.....	82
8.4 Estimación de datos faltantes .....	84
8.5 Datos para la demanda.....	86
8.6 Matriz de Consistencia .....	98
Tabla 49 Matriz de Consistencia.....	98
8.7 Mapa de Ubicación .....	99
8.8 Formato propuesto para la Distribución Semanal .....	100

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Variables, Definición Conceptual, Definición Operacional e Indicadores.....	31
Tabla 2 Diagrama de flujo para las tareas de campo; recolección de datos para el análisis de disponibilidad y demanda hídrica del Valle.....	36
Tabla 3 Formato de recolección de datos para registro de caudales promedios y demandas agrícolas del valle. ....	37
Tabla 4 . Precipitación en el Río Cañete, clasificados por año .....	39
Tabla 5 Análisis de Doble Masa .....	40
Tabla 6 Diagrama Minería de Datos .....	43
Tabla 7 Balance Hídrico para el año promedio (2000-2010) en el valle del Rio Cañete .....	45

Tabla 8 Gráfica del Balance Hídrico para el Valle .....	47
Tabla 9 Formato para el registro de demandas mensuales de cada canal riego del valle .....	48
Tabla 10 Pronóstico de demanda para el mes de Enero .....	49
Tabla 11 Gráfico del pronóstico de demanda para el mes de Enero .....	49
Tabla 12 Pronóstico de demanda Para el mes de Febrero.....	50
Tabla 13 Gráfico del pronóstico de demanda para el mes de Febrero .....	50
Tabla 14 Pronóstico de demanda para el mes de Marzo .....	51
Tabla 15 Gráfico del pronóstico de demanda para el mes de Marzo .....	51
Tabla 16 Pronóstico de demanda para el mes de Abril.....	52
Tabla 17 Gráfico del pronóstico de demanda para el mes de Abril .....	52
Tabla 18 Pronóstico de demanda para el mes de Mayo .....	53
Tabla 19 Gráfica del Pronóstico de demanda para el mes de Mayo.....	53
Tabla 20 Pronóstico de demanda para el mes de Junio .....	54
Tabla 21 Gráfica del pronóstico de demanda para el mes de Junio.....	54
Tabla 22 Pronóstico de demanda para el mes de Julio .....	55
Tabla 23 Gráfico del pronóstico de demanda para el mes de Julio.....	55
Tabla 24 Pronóstico de demanda para el mes de Agosto .....	56
Tabla 25 Gráfica del pronóstico de demanda para el mes de Julio.....	56
Tabla 26 Pronóstico de demanda para el mes de Setiembre.....	57
Tabla 27 Gráfica del pronóstico de demanda para el mes de Setiembre .....	57
Tabla 28 Pronóstico de demanda para el mes de Octubre .....	58
Tabla 29 Gráfica del pronóstico de demanda para el mes de Octubre.....	58
Tabla 30 Pronóstico de demanda para el mes de Noviembre .....	59
Tabla 31 Gráfica del pronóstico de demanda para el mes de Noviembre.....	59
Tabla 32 Pronóstico de demanda para el mes de Diciembre.....	60
Tabla 33 Gráfica del pronóstico de demanda para el mes de Julio.....	60
Tabla 34 Proyección 2011.....	61



Tabla 35 Proyección 2012.....	62
Tabla 36 Proyección 2013.....	63
Tabla 37 Proyección 2014.....	64
Tabla 38 Proyección 2015.....	65
Tabla 39 Formato de Entrevista a Funcionario.....	78
Tabla 40 Caudales Medios Mensuales del Rio Cañete .....	80
Tabla 41 Análisis de Doble Masa .....	82
Tabla 42 Estimación de Datos Faltantes.....	84
Tabla 43 Demanda del año 2005 de Canales de Riego en el Valle de Cañete.....	86
Tabla 44 Demanda del año 2006 de Canales de Riego en el Valle de Cañete.....	88
Tabla 45 Demanda del año 2007 de Canales de Riego en el Valle de Cañete.....	90
Tabla 46 Demanda del año 2008 de Canales de Riego en el Valle de Cañete.....	92
Tabla 47 Demanda del año 2009 de Canales de Riego en el Valle de Cañete.....	94
Tabla 48 Demanda del año 2010 de Canales de Riego en el Valle de Cañete.....	96
Tabla 49 Matriz de Consistencia.....	98
Tabla 50 Mapa de Ubicación .....	99
Tabla 51 Formato propuesto para la distribución semanal del recurso hídrico .....	100

## RESUMEN

En el año 2001, el Ministerio de Agricultura realizó estudios que evidenciaron un elevado consumo de agua a nivel de la cuenca del río Cañete, siendo el sector agrícola de mayor demanda, con un consumo del 90% respecto a los otros usos de agua superficial en la cuenca. Desde esta perspectiva el sector agrícola más importante se concentra en el valle de Cañete, razón por la cual el conocimiento del comportamiento del río en el valle, permite determinar cuán afectado está y cuál es el estado actual del mismo, para poder realizar pronósticos; dejando de esta manera herramientas para una adecuada gestión de los recursos hídricos con la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo enmarcada en una planificación hidrológica.

En la presente tesis se realiza un análisis de la disponibilidad y demanda hídrica del valle de Cañete; con el objetivo de hallar el balance hídrico y conocer su comportamiento, considerando que éste resulta de la comparación entre la disponibilidad y la demanda en los puntos de control; para ello, se toman datos históricos de caudales medios de la estación hidrométrica Sosci, proporcionados por el ANA (Autoridad Nacional del Agua) en los años de 1926 al 2010, también se utilizaron datos de demanda poblacional e industrial capturados por el EMAPA S.A. Cañete (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado) en el año 2000 al 2010.

Así mismo se utilizan los datos proporcionados por la Junta de Usuarios del sub distrito de riego Cañete (demandas hídricas de los siete canales de riego del 2000 al 2010) así como el caudal ecológico y filtraciones en los mismos años.

Los resultados arrojaron que la disponibilidad está por encima de la demanda 1536.04 MMC (millones de metros cúbicos) frente a 499.94 MMC, lo que determina que existe suficiente agua en el valle para el desarrollo de todas las actividades, sin embargo se recomienda la mejora de su gestión; para lo cual se realizaron pronósticos mensuales de demanda para los siete canales de riego hacia el 2015, utilizando la metodología Minería de datos, herramienta que analiza la data histórica para la predicción de valores futuros basándose en la tendencia de datos; dicho pronóstico genera una herramienta para los cimientos de la planificación hidrológica de la cuenca del valle del río Cañete.

## **ABSTRACT**

In 2001, the Ministry of Agriculture conducted studies that demonstrated a high level of water consumption of the Cañete river basin, agriculture being most in demand, with a consumption of 90% compared to other uses of surface water basin. From this perspective the most important agricultural sector is concentrated in the Cañete Valley, which is why knowledge of the behavior of the river in the valley, to determine how it is affected and what is the current state of the same, to make predictions, leaving thus tools for proper management of water resources decision making in the short, medium and long-term water planning in a setting.

In this thesis, an analysis of the availability and water demand Cañete Valley, with the goal of finding the water balance and know their behavior, considering that this is a comparison between the availability and demand in the checkpoints testing it with historical data taken mean flows Socsi hydrometric station, provided by the ANA (National Water Authority) in the years 1926 to 2010, also used data from population and industrial demand captured by EMAPA SA Cañete (Empresa Municipal de Agua Potable) in 2000 to 2010.

Also used data provided by the Board of Users of sub irrigation district Cañete (water demands of seven irrigation canals from 2000 to 2010) and the ecological flow and leaks in the same years.

The results showed that the availability is above 1536.04 MMC demand (million cubic meters) versus MMC 499.94, which determines that there is sufficient water in the valley to the development of all activities, however it is recommended improving management, for which monthly demand forecasts made for the seven irrigation canals to 2015, using data mining methodology, tool that analyzes historical data to predict future values based on trend data, the forecast creates a foundation tool for water planning Basin Cañete river valley.