

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y  
AGROINDUSTRIA**

**SEGUIMIENTO DE UNA ESTRATEGIA ECOPRODUCTIVA  
DISEÑADA PARA LA ADMINISTRACIÓN EFICIENTE DE  
RECURSOS MATERIALES Y ENERGÉTICOS EN LOS  
PROCESOS QUE SE APLICAN EN LA CAPTACIÓN Y  
CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA PARA SU POTABILIZACIÓN  
EN LA EPMAPS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MÁSTER (MSc.) EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

**GLORIA MARITZA LOZADA SALTOS**

**DIRECTOR: ING. KELVIN ESPINOSA, MSC.**

**CO-DIRECTOR: ING. PEDRO BUITRÓN, MSC.**

**Quito, abril 2017**

© Escuela Politécnica Nacional (2017)  
Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo, Gloria Maritza Lozada Saltos, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Ing. Gloria Maritza Lozada Saltos

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gloria Maritza Lozada Saltos, bajo mi supervisión.

---

Ing. Kelvin Espinosa, Msc.

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

Ing. Pedro Buitrón, Msc.

**CODIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a las autoridades de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, a la Jefatura Departamental en especial al Ing. Luis Idrovo por creer en mí, a mi Director de Tesis Ing. Kelvin Espinosa por su esmero en la dirección y desarrollo de la presente Investigación.

## **DEDICATORIA**

A mi amado esposo Wilson Santiago por su cariño y apoyo, a mis hermosas hijas Ana Paula, Bianca y Cristina que son el motor de mi corazón, a mis Padres Carlos y Gloria por su ejemplo y amor incondicional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xi</b>
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1. Estrategias Productivas	1
1.1.1. Principios de 5 S	2
1.1.2. KAISEN	2
1.1.3. Lean Manufacturing	2
1.1.4. SIX SIGMA	3
1.1.5. Teoría de Restricciones	3
1.1.6. Cuadro de mando integral	3
1.2. Productividad	4
1.3. Ecoproductividad	4
1.3.1. Fundamento 1: Las entradas	5
1.3.2. Fundamento 2: El proceso	6
1.3.3. Fundamento 3: Las salidas	8
1.3.4. La importancia del talento humano	9
1.3.5. Inversiones de corto y largo plazo	9
1.4. Administración Eficiente	10
1.4.1. Eficiencia	10
1.4.2. Eficacia	11
1.4.3. Efectividad	11
1.5. Indicadores Ecoproductivos	12
1.6. Captaciones y Conducciones (Obras hidráulicas)	13
1.6.1. Captaciones	14
1.6.1.1. Obras de almacenamiento	15
1.6.1.2. Tomas por derivación	15
1.6.2. Conducciones	16
1.6.2.1. Canales	16
1.6.2.2. Túneles	16

1.6.3.	Energía Eléctrica	17
1.6.3.1.	Generación de energía	17
1.6.3.2.	Energía excedente	17
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
2.1.	Evaluación de los procesos del Departamento de Captaciones y Conducciones	18
2.2.	Materiales	22
2.2.1.	Agua como insumo	22
2.2.2.	Consumo de energía en autoconsumos y bombeo	23
2.2.3.	Mantenimiento	26
2.2.4.	Personal	27
2.2.5.	Vehículos	27
2.2.6.	Opinión de expertos	28
2.3.	Indicadores ecoproductivos	29
2.4.	Aplicación de la estrategia	30
2.5.	Seguimiento de la estrategia ecoproductiva	31
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>
3.1.	Análisis de la situación actual	32
3.1.1.	Evaluación de los procesos del DCC	32
3.1.1.1.	Captación y conducción del agua en el DCC	32
3.1.1.2.	Mantenimiento de la infraestructura del DCC	35
3.1.2.	Análisis comparativo 2007-2012	36
3.1.2.1.	Agua Cruda	37
3.1.2.2.	Consumo de Energía	40
3.1.2.3.	Mantenimiento	41
3.1.2.4.	Evaluación de los recursos del DCC	42
3.1.3.	Opinión de expertos-encuesta análisis	44
3.2.	Indicadores ecoproductivos en los procesos del DCC	47
3.3.	Aplicación de la estrategia	51
3.4.	Mejoramiento como aplicación de la estrategia	55
3.4.1.	Agua como insumo	55



3.4.2. Consumo de energía	56
3.4.3. Proceso de mantenimiento de infraestructura DCC	58
3.4.4. Manejo de Recursos	60
3.5. Proyección	63
3.5.1. Proceso de captación y conducción	64
3.5.1.1. Agua como insumo	64
3.5.1.2. Consumo de energía	66
3.5.1.3. Proceso de mantenimiento de infraestructura DCC	68
3.5.1.4. Manejo de Recursos	69
3.6. Seguimiento de la estrategia	71
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
4.1.1. Conclusiones	72
4.1.2. Recomendaciones	74
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 2.1.</b>	Plantas Asociadas a los Sistemas del DCC	20
<b>Tabla 2.2.</b>	Distancia de los Sistemas del DCC	21
<b>Tabla 2.3.</b>	Datos de Agua Captada del DCC	23
<b>Tabla 2.4.</b>	Número de Ordenes Preventivas y Número de Ordenes Correctivas del DCC dentro del período 2007-2012	27
<b>Tabla 2.5.</b>	Indicadores de los Procesos del DCC	30
<b>Tabla 3.1.</b>	Resumen de los indicadores considerados para la Estrategia Ecoproductiva	49
<b>Tabla 3.2.</b>	Productos de los procesos del DCC con los indicadores Ecoproductivos	71
<b>Tabla AI.1.</b>	Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico	80
<b>Tabla AV.1.</b>	Pasos a Seguir del Subproceso planificar la captación y conducción de agua y la generación de energía	84
<b>Tabla AV.2.</b>	Pasos a Seguir del Subproceso planificar la captación y conducción de agua y la generación de energía	86
<b>Tabla AV.3.</b>	Entradas del Subproceso procesar información, analizar y retroalimentar	87
<b>Tabla AVI.1.</b>	Pasos a seguir del Subproceso planificar el mantenimiento preventivo	88
<b>Tabla AVI.2.</b>	Pasos a seguir del subproceso ejecutar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo	89
<b>Tabla AVI.4.</b>	Pasos a seguir del Subproceso elaborar reportes de gestión, analizar y retroalimentar	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 2.1.</b>	Diagrama de macroprocesos de la EPMAPS	18
<b>Figura 2.2.</b>	Organigrama del DCC y de la Gerencia de Operaciones de la EPMAPS	19
<b>Figura 2.3.</b>	Esquema del proceso de captación, conducción y generación de energía del DCC	22
<b>Figura 2.4.</b>	Esquema del proceso de mantenimiento de la infraestructura de captación y conducción del DCC	22
<b>Figura 2.5.</b>	Vehículos del DCC dentro del período 2007-2012	28
<b>Figura 3.1.</b>	Proceso de gestión de la captación y conducción de agua	33
<b>Figura 3.2.</b>	El volumen de agua cruda captada y entregada a PT del DCC dentro del período 2007-2012	33
<b>Figura 3.3.</b>	Generación, consumo y disponibilidad de la energía eléctrica del DCC dentro del período 2007-2012	34
<b>Figura 3.4.</b>	Proceso para mantener la infraestructura de captaciones y conducciones	35
<b>Figura 3.5.</b>	Mtto. Preventivo y Mtto. Correctivo del DCC dentro del período 2007-2012	36
<b>Figura 3.6.</b>	Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Papallacta Integrado (SPI)	37
<b>Figura 3.7.</b>	Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Conducciones Orientales (SCOR)	38
<b>Figura 3.8.</b>	Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Mica Quito Sur (SMQS)	39
<b>Figura 3.9.</b>	Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Conducciones Occidentales (SCOC)	39

<b>Figura 3.10.</b>	Agua cruda entregada a PT en el período 2007-2012 del DCC	40
<b>Figura 3.11.</b>	Consumo de energía en el período 2007-2012 del DCC	40
<b>Figura 3.12.</b>	Mantenimiento preventivo en el período 2007-2012 del DCC	41
<b>Figura 3.13.</b>	Mantenimiento correctivo en el período 2007-2012 del DCC	42
<b>Figura 3.14.</b>	Personal y vehículos en el período 2007-2012 del DCC	43
<b>Figura 3.15.</b>	Resultados de encuesta de satisfacción de al Mtto. de vehículos	44
<b>Figura 3.16.</b>	Resultados de las encuestas realizadas al personal del DCC de la productividad	45
<b>Figura 3.17.</b>	Gráfico de los resultados de las encuestas realizadas al personal del DCC de los procesos	46
<b>Figura 3.18.</b>	Plan anual de contrataciones del DCC en USD	47
<b>Figura 3.19.</b>	Mejoramiento proceso de captación y conducción	52
<b>Figura 3.20.</b>	Mejoramiento de mantenimiento de infraestructura de la captación y conducción	53
<b>Figura 3.21.</b>	Volumen de agua cruda del DCC	55
<b>Figura 3.22.</b>	Indicador que relaciona el volumen de agua para otros usos con el agua entregada en PT	56
<b>Figura 3.23.</b>	Indicador que relaciona la energía consumida con el agua entregada en las PT	57
<b>Figura 3.24.</b>	Energía disponible que resulta de la energía generada menos la energía consumida	58
<b>Figura 3.25.</b>	Número de OT no realizadas del DCC	59
<b>Figura 3.26.</b>	Indicador del porcentaje que relaciona las órdenes de trabajo correctivas con las órdenes preventivas ejecutadas	59
<b>Figura 3.27.</b>	Indicador que relaciona el número de vehículos con el caudal entregado en PT	61

<b>Figura 3.28.</b>	Indicador que relaciona el número de vehículos con el número de órdenes de trabajo	61
<b>Figura 3.29.</b>	Indicador que relaciona el número de personas con el caudal entregado en PT	62
<b>Figura 3.30.</b>	Indicador que relaciona el número de personas con el número de órdenes de trabajo	63
<b>Figura 3.31.</b>	Proyección de la captación del SPI 2015 y 2016	64
<b>Figura 3.32.</b>	Proyección de la captación del SMQS 2015 y 2016	65
<b>Figura 3.33.</b>	Proyección de la captación del SCOR 2015 y 2016	65
<b>Figura 3.34.</b>	Proyección de la captación del SCOC 2015 y 2016	66
<b>Figura 3.35.</b>	Proyección del consumo de energía SPI 2015 y 2016	67
<b>Figura 3.36.</b>	Proyección del consumo de energía SMQS 2015 y 2016	67
<b>Figura 3.37.</b>	Proyección del mantenimiento preventivo DCC 2015 y 2016	68
<b>Figura 3.38.</b>	Proyección del mantenimiento correctivo DCC 2015 y 2016	69
<b>Figura 3.39.</b>	Proyección del Talento Humano del DCC 2015 y 2016	70
<b>Figura 3.40.</b>	Proyección de vehículos del DCC 2015 y 2016	70
<b>Figura AII.1.</b>	Procedimiento para el mantenimiento de infraestructura de captación y conducción de agua	81
<b>Figura AIII.1.</b>	Procedimiento para el mantenimiento de infraestructura de captación y conducción de agua	82
<b>Figura AIV.1.</b>	Cobertura de Agua Potable en el Distrito Metropolitano de Quito	83
<b>Figura AVII.1.</b>	Proyección de la captación del SPI 2015 y 2016	92
<b>Figura AVII.2.</b>	Proyección de la captación del SMQS 2015 y 2016	92
<b>Figura AVII.3.</b>	Proyección de la captación del SCOR 2015 y 2016	93
<b>Figura AVII.4.</b>	Proyección de la Captación del SCOC 2015 y 2016	93
<b>Figura AVII.5.</b>	Proyección del consumo de energía SPI 2015 y 2016	94

<b>Figura AVII.6.</b>	Proyección del consumo de energía SMQS 2015 y 2016	94
<b>Figura AVII.7.</b>	Proyección del mantenimiento preventivo DCC 2015 y 2016	95
<b>Figura AVII.8.</b>	Proyección del mantenimiento correctivo DCC 2015 y 2016	95
<b>Figura AVII.9.</b>	Proyección del Talento Humano del DCC 2015 y 2016	96
<b>Figura AVII.10.</b>	Proyección de vehículos del DCC 2015 y 2016	96

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b>	
Calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico	80
<b>ANEXO II</b>	
Procedimiento para captación y conducción de agua cruda	81
<b>ANEXO III</b>	
Procedimiento para el mantenimiento de infraestructura de captación y conducción de agua	82
<b>ANEXO IV</b>	
Cobertura de Agua Potable en el Distrito Metropolitano de Quito	83
<b>ANEXO V</b>	
Mejoramiento con la Estrategia	84
<b>ANEXO VI</b>	
Proceso para el mantenimiento de la infraestructura de la captación y conducción DCC	88
<b>ANEXO VII</b>	
Modelación en el Risk Simulator	92

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**EPMAPS:** Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

**MTTO:** Mantenimiento en el caso de DCC es uno de los procesos motivo de este trabajo de investigación.

**CAPTACIÓN:** Recoger el agua de la naturaleza para su utilización. Aquí, se incluyen los servicios de embalse y la conducción por arterias y conducciones primarias.

**PT:** Planta de Tratamiento es el cliente del proceso de Captación y Conducción de agua cruda.

**DCC:** Es el Departamento de Captaciones y Conducciones motivo de estudio de la presente investigación

**SPI:** Sistema Papallacta Integrado

**SMQS:** Sistema Mica Quito Sur

**SCOR:** Sistema Conducciones Orientales

**SCOC:** Sistema Conducciones Occidentales

**ECO:** Se utiliza para designar a todo lo que se vincule con las prácticas sustentables y que tienen al cuidado del medio ambiente como principal objetivo.

**OT:** Orden de Trabajo

**OTCRR:** Orden de Trabajo Correctiva

**OTPRE:** Orden de Trabajo Preventiva

**PRODUCTIVIDAD:** Capacidad de la naturaleza o la industria para producir.

**GENERACIÓN:** Acción que consiste en producir o crear una cosa.

**ENERGÍA:** Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

**RETROSPECTIVA:** Que hace referencia a un tiempo pasado.



## RESUMEN

El presente trabajo de Titulación tiene como objetivo aplicar objetivamente una estrategia ecoproductiva que permita optimizar los procesos de productividad en la captación y conducción de agua cruda en las actividades de operación, mantenimiento y monitoreo inherentes al “Departamento de Captaciones y Conducciones de la EPMAPS” La investigación partió del análisis retrospectivo en la información histórica desde 2007 hasta el 2012 de insumos y recursos que se receiptan, analizan y archivan en el Departamento de Captaciones y Conducciones (DCC) con la finalidad de evaluar el comportamiento productivo mediante análisis estadístico de las cantidades de agua cruda, el consumo de energía eléctrica, el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, recurso humano, equipos y vehículos.

Del análisis a los procesos existentes en el DCC, se determinan y generan indicadores ecoproductivos, mismos que constituyen elementos de la Estrategia ecoproductiva del Estudio y que fueron aplicados a la producción de los años 2013 y 2014 logrando incluir de esta manera el componente ECO del Estudio. De la experiencia e información complementaria se realizó una proyección para los años 2015 y 2016 mediante la herramienta informática “Risk Simulator” evaluando el comportamiento a futuro los materiales y recursos detallados.

Adicionalmente se encuestó al personal para evaluar la productividad y su percepción del Departamento como insumo de Opinión de Expertos, llegando a conclusiones finales como que la limitación de recursos obliga a una reformulación de las actividades en los procesos del DCC y contar con indicadores de gestión más ajustados a poder lograr la efectividad. Por otro lado, la resiliencia del presente Estudio en la Estrategia Presentada permite con facilidad implantar mejoras continuamente en beneficio de los tomadores de decisión.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación es potencialmente aplicable a las actividades y operaciones del Departamento de Captaciones y Conducciones (DCC) y a la Gerencia de Operaciones de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), y lo es también porque enfrenta al entorno de la productividad y el manejo eficiente de recursos tanto materiales como energéticos, sin descuidar la variabilidad de cantidades en los parámetros, al momento de cumplir la norma técnica de agua cruda con sus límites permisibles (Tabla1 del ANEXO I TULAS, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente, 2015, p 13) sobre la calidad del agua cruda y potable. Es pertinente éste estudio, además, porque toma en cuenta los recursos económicos, los insumos que generen una problemática dificultando el desarrollo productivo en los procesos que realiza el DCC. Se ha evidenciado aspectos importantes como recortes al presupuesto anual para Operación y Mantenimiento, sumado a la falta de renovación del parque automotor, de profesionales expertos y operativos técnicos por acogerse a su jubilación o por cambios administrativos internos dentro de la empresa. Estas acciones han ocasionado retrasos en las actividades primordiales del DCC afectando su objetivo principal, el de garantizar la provisión de agua cruda en cantidad y calidad, insumo requerido por las Plantas de tratamiento asociadas a cada uno de los Sistemas de Aducción.

La Estrategia Ecoproductiva implícita en este trabajo, pretende llegar a intervenir en los recursos y su administración, en la reposición del personal y necesidad del cumplimiento de los procesos en el DCC, en la resolución de conflictos de operación y mantenimiento, y en decisiones importantes para conservar y precautelar la calidad del agua cruda. La EPMAPS como líder de las empresas en su género y por su misión y visión tiene la obligación de optimizar su gestión en el agua cruda con lo que se justifica acoger la presente estrategia como modelo de producción ecoeficiente para el DCC y finalmente externalizar su aplicación a otras instituciones de la industria del agua con iguales condiciones geográficas a nivel mundial que entregan una dotación del líquido vital a poblaciones alto andinas y de altitud alrededor del mundo cumpliendo de esta manera con alguno de los objetivos del milenio promulgados por la Organización de las Naciones Unidas.

# **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS**

La estrategia en el ámbito empresarial es el conjunto de acciones planificadas anticipadamente, con el objetivo de alinear los recursos y potencialidades de una empresa para el logro de sus metas y objetivos de expansión y crecimiento (Heizer y Render, 2004, p. 332).

Toda estrategia tiene etapas formulación, implantación y evaluación (David, 2003, p.5), ya que los recursos son limitados al crear una estrategia ésta debe cubrir las necesidades para la producción y correcto manejo de los insumos y desperdicios permitiendo brindar un manejo responsable del presupuesto y tareas productivas.

Para manejar las estrategias productivas es necesario considerar:

- En Operaciones.- Eliminar las que son innecesarias, combinar, cambiar la secuencia o simplificar las que son necesarias.
- En Transporte.- Eliminar, Reducir la distancia, Mejorar el método, Mejorar el equipo de transporte.
- En Inspección.- Eliminar, Simplificar (sin perder eficiencia).
- En Tiempo.- Eliminar los retrasos, reducir (al mínimo necesario).

En el caso de la presente investigación en el Departamento de Captaciones como parte de la Planificación Estratégica de la empresa basada en procesos con énfasis en la distribución de recursos (Burgwal y Cuéllar, 1999, p. 31); se analiza las siguientes estrategias:

### **1.1.1 PRINCIPIOS DE 5 S**

Las cinco "S" son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. Las 5S son: Clasificar (Seiri), Orden (Seiton), Limpieza (Seiso), Limpieza Estandarizada (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke). Practicamos el Seiri y Seiton cuando se mantiene en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc (González, 2007, p. 87).

### **1.1.2 KAISEN**

El significado de la palabra Kaizen es mejoramiento continuo y esta filosofía se compone de varios pasos que nos permiten analizar variables críticas del proceso de producción y buscar su mejora en forma diaria con la ayuda de equipos multidisciplinarios.

Esta filosofía lo que pretende es tener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias.

Al hacer Kaizen los trabajadores mejoran los estándares de la empresa y al hacerlo podrán llegar a tener estándares de muy alto nivel y alcanzar los objetivos de la empresa. Es por esto que es importante que los estándares nuevos creados por mejoras o modificaciones sean analizados y contemplen siempre la seguridad, calidad y productividad de la empresa (Niebel y Freivalds, 2004, p. 664).

### **1.1.3 LEAN MANUFACTURING**

El lean manufacturing es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios: es decir ajustados (González, 2007, p. 85).

#### **1.1.4 SIX SIGMA**

El Six Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos y oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente (Gutiérrez y De la Vara, 2009, p. 420).

#### **1.1.5 TEORIA DE RESTRICCIONES**

La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eli Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento.

La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza la dilucididad, los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. En la descripción de esta teoría estos factores limitantes se denominan restricciones o "cuellos de botella" (Goldratt, 2008, p.491).

#### **1.1.6 CUADRO DE MANDO INTEGRAL**

El Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) fue creado en 1992 por los Profesores de Harvard Business School, Doctores Rober Kaplan y David Norton; y, desde entonces, ha sido aplicado con éxito alrededor del mundo, tanto en organizaciones del sector privado como en el ámbito público y organismos gubernamentales.

Proporciona un nuevo marco para describir una estrategia al vincular activos tangibles e intangibles en actividades que crean valor, puede usar mapas de estrategia y relaciones causa – efecto para describir la forma en que los activos intangibles se movilizan y combinan con otros activos, para alcanzar proposiciones válidas para el cliente y los resultados financieros deseados (Kaplan y Norton, 2000, p.13).

## **1.2 PRODUCTIVIDAD**

La productividad hoy en día tiene gran relevancia para contar con empresas de éxito, se trata de la capacidad de producción por unidad de trabajo es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para obtener los resultados logrados (Prokopenko, 1989, p. 8).

Para el mejoramiento de la Productividad (Bain, 1985, p.14) con una dirección por objetivos y resultados se recomienda contar con cinco etapas:

- Análisis de puestos
- Determinación de los objetivos
- Diálogo sobre objetivos
- Fijación de puntos de revisión
- Evaluación de resultados

## **1.3 ECOPRODUCTIVIDAD**

La Ecoproductividad de manera global es la utilización eficiente de los recursos un grado importante de oportunidad y calidad de la vida de los recursos humanos involucrados en los sistemas de producción con cuidado del medio ambiente. (Legal, 2005, p. 17).

En la actualidad se habla de Ecoproductividad a la relación del ambiente con la productividad, sin embargo, al profundizar en su significado y al conocer en detalle con esta estrategia metodológica de trabajo, se comienza a vincular la palabra ECO, con asuntos ecológicos. Entonces hacer un proceso de manera Ecoproductivo, es, producir de la mejor manera con mínimos recursos, con la máxima productividad, con las mínimas fallas, con los mayores rendimientos y con el ambiente (Kotler y Keller, 2006, p. 36).

Esto en detalle, involucra tres fundamentos al interior del DCC. Para esbozarlo, hay que tomar en cuenta que una empresa toma ciertos materiales, los transforma a partir de diferentes operaciones, las cuales en su conjunto conforman el proceso de producción y posteriormente tiene unas salidas, entre las que se encuentra su salida principal, que es el producto que transfiere para el caso del DCC se transfiere el agua cruda (Heizer y Render,2004, p. 14).

### **1.3.1 FUNDAMENTO 1: LAS ENTRADAS**

Son los recursos requeridos que hacen referencia a materias primas, insumos materiales y energéticos necesarios para obtener el producto final que para el DCC caso de investigación lo componen el agua y la energía y su respectiva planificación (Heizer y Render,2004, p. 268).

Al considerar una estrategia ecoproductiva, desde las entradas, se considera cuál es la eficiencia con la menor cantidad requerida para lograr obtener mayor beneficio evitando operaciones adicionales. Dentro de este fundamento juegan un papel muy importante dos insumos: el agua y la energía, son dos puntos críticos al hablar de empresas ecoproductivas.

Las empresas innovadoras, tienen clara conciencia de sus entradas, evaluando en todo su ciclo, cuáles materiales e insumos representan en el proceso completo una mayor eficiencia y en consecuencia, una mejora continua en su proceso.

La relación ambiental de esta estrategia significa el consumo de menos recursos naturales, tanto renovables como no renovables, lo cual conlleva a la posibilidad de aprovechar los mismos posteriormente manteniendo un desarrollo sostenible sin comprometer posibilidades futuras.

### **1.3.2 FUNDAMENTO 2: EL PROCESO**

El proceso está entonces conformado por una serie de suboperaciones dentro de cada operación, se necesitarán combustibles, electricidad y personal operativo. Con la utilización de las estrategias productivas descritas en el punto 1.1, procuran hacer una revisión de lo que se viene realizando para así, entender qué es lo que se está haciendo muy bien, para mantenerlo y qué es lo que se debe mejorar, es el enfoque basado en procesos (Gutiérrez, 2010, p.64).

Sobre esta revisión, se pasa a un profundo plan de trabajo que continúa con unas implementaciones, las cuales deben ser evaluadas y revisadas para verificar sus resultados y sobre éstos, hacer las correcciones necesarias para lograr que en el tiempo, estos procesos se vuelvan cíclicos, permanentes y se llegue a la meta final de cada una de estas herramientas: el mejoramiento continuo.

El significado de ser Ecoproductiva es hacer mejor las cosas, con la menor cantidad de recursos posibles (Heizer y Render, 2004, p. 257). Muy importante tener en cuenta que, para lograr este tipo de mejoramientos, siempre, el principal actor es el personal. Se debe lograr el convencimiento y compromiso de lo que se está haciendo y para qué se está haciendo. Y para lograrlo, todo debe iniciar con el compromiso de sus directivos, quienes, en el proceso lograrán irradiar este compromiso a todas las instancias de su organización con Liderazgo y participación del personal.



Estrategias enfocadas al ahorro y al uso eficiente de la energía, a partir de buenas prácticas y mejoramiento tecnológico promoverán la disminución de la huella de carbono de empresas, la disminución del consumo de estos importantes recursos no renovables y lógicamente, una disminución considerable en los costos operativos, siendo entonces un camino trascendental para las empresas eco productivas (Bustos, 2007, p. 544).

Para el caso del agua, el impacto económico no será tan grande. Estamos en un país donde los recursos hídricos parecen ser ilimitados, por lo que el costo asociado al consumo de agua es mínimo. Sin embargo, el impacto ambiental de estos consumos es supremamente alto. De esta forma, una empresa ecoproductiva no se enfocará tanto en la reducción de los costos a corto plazo por sus consumos de agua, sino en medir y tener conciencia de cuánta agua está dejando de utilizar y cuánta agua está dejando de contaminar (Ordenanza No.213, 2007, p. 77).

Estrategias enfocadas a recirculación de aguas al interior de procesos, aprovechamiento de aguas lluvias y lógicamente reducciones por buenas prácticas, significarán una disminución de mucho peso en la huella hídrica de la organización y en el mediano y largo plazo, ahorros económicos importantes (Ley Ambiental, 2004, p. 14). Las huellas que son convenientes tenerlas y aplicarlas son:

- La Huella de carbono de una empresa hace referencia a la cantidad de emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero que se generan dentro de la cadena de producción de un bien o servicio y se mide en unidades de dióxido de carbono equivalente.
- La Huella hídrica de una empresa corresponde a la cantidad total de agua dulce requerida para producir un bien o servicio. Hace referencia al volumen de agua consumida, evaporada o contaminada dentro del proceso.
- La Huella ecológica de una empresa corresponde al impacto ambiental relacionada con la capacidad ecológica de regenerar los recursos naturales.

### 1.3.3 FUNDAMENTO 3: LAS SALIDAS

Las salidas hacen entonces referencia a todo lo que sale de un proceso: por la puerta de adelante, sus productos terminados y por la puerta de atrás, una variedad de posibilidades como residuos, emisiones atmosféricas, vertimientos líquidos, pérdidas por calor, devoluciones, etc. (Heizer y Render, 2004, p. 264). Todo lo que sale por la puerta de atrás significará ineficiencias dentro de las operaciones de la organización y, en consecuencia, su reducción, significará mejorar la Ecoproductividad.

Las Pérdidas dentro del proceso, es decir, ineficiencias productivas. Todo el esfuerzo que hace la empresa está enfocado a su producto o bien producido o construido. Así, el resto de salidas son unas contingencias que se deben manejar. Y todos estos manejos significan gastos. Si hay que controlar emisiones o vertimientos, hay que incurrir en sistemas de control y descontaminación, si son residuos, habrá que pagar por su recolección y disposición final. Incluso, si son residuos reciclables, habrá que hacer un almacenamiento y dedicar recursos para su manejo. El enfoque eco productivo en este pilar busca soluciones a lo largo de la cadena productiva para disminuir progresivamente la generación de estas pérdidas. Con herramientas como el análisis de ciclo de vida, logística inversa, gestión de proveedores, etiqueta verde y compras verdes se pueden lograr interesantes resultados (Bustos, 2007, p. 530).

Es muy importante tener en cuenta dentro de este fundamento, las salidas que se dan en cada operación de los procesos para considerar que cada operación tenga un alto volumen de residuos que posteriormente serán reintroducidos al proceso. Las empresas eco productivas son conscientes de la dinámica de cada fundamento, ya que son asuntos que están integrados dentro del funcionamiento de la empresa y que al desarrollar una estrategia comprometida y eficaz están abarcando los tres fundamentos de la eco productividad.

Es necesario entonces, lograr articular los diferentes departamentos de las empresas. Y esta articulación, en síntesis, significa lograr un excelente trabajo en equipo en el que cada una de las partes esté involucrada dentro del sistema.

#### **1.3.4 LA IMPORTANCIA DEL TALENTO HUMANO**

El personal es un componente esencial y deben estar vinculados y comprometidos para lograr resultados. La gerencia, al estar convencida de lo trascendental del asunto, logrará irrigar este compromiso a todo su equipo de trabajo, además de que estará dispuesta a invertir en estos profundos procesos de mejoramiento. Las direcciones de departamentos, teniendo la capacitación, el apoyo y la motivación de sus jefes (Asfahl, 2000, p. 35), transmitirán esto a sus equipos logrando una reacción en cadena, toda enfocada al mejoramiento continuo y a la búsqueda de los beneficios de todos, detalle sumamente importante para el mejoramiento con la estrategia ecoproductiva que debe significar beneficios para todos los participantes. Estos beneficios pueden ser incentivos, reconocimientos, promociones que apoyan el crecimiento y el mejoramiento del personal como personas, aportando a la responsabilidad social de la organización.

#### **1.3.5 INVERSIONES DE CORTO Y LARGO PLAZO**

El camino para ser una empresa ecoproductiva es un proceso de mejoramiento continuo y de acuerdo al estado de la organización y a sus recursos, lo podrá iniciar en sus diferentes niveles, habrá inversiones pequeñas. Igualmente, inversiones bajas pueden significar retornos en el mediano y largo plazo y es cuando estamos tratando con asuntos de cultura y política dentro de las empresas (CISMIL, 2007, p. 97).

En el proceso, se podrán ir aumentando los montos de la inversión e ir observando cómo los cambios se van presentando paulatinamente, hasta obtener los retornos de dicha inversión en el mediano y largo plazo. Lo que es fundamental, es tener la clara conciencia de lo trascendental de ser una empresa ecoproductiva, para tener la capacidad y disposición de entender dichos tiempos y beneficios.

Las empresas que se nieguen a invertir en este tipo de estrategias, terminarán siendo superadas por aquellas visionarias que entienden estos asuntos como una apuesta hacia la sostenibilidad de sus negocios en el tiempo. No asumir estos retos puede terminar convirtiéndose, más allá de unos simples costos adicionales en sus procesos, en unos factores de riesgo para la permanencia de la empresa.

Lo verde, lo ecológico se está convirtiendo con mayor frecuencia en una prioridad, así, los clientes y consumidores finales están exigiendo de parte de los bienes y productos que consumen estos compromisos.

## **1.4 ADMINISTRACIÓN EFICIENTE**

La administración es el proceso cuyo objeto es la coordinación eficaz y eficiente de los recursos de un grupo social para lograr sus objetivos con la máxima productividad (Munch y García, 2002, p.6).

Dentro de una Administración eficiente es necesario tener en consideración los siguientes conceptos:

### **1.4.1 EFICIENCIA**

Cuando se analiza y evalúa la gestión de un dirigente se dice que es eficiente, con una dimensión interna, de manera que hace las cosas bien, siendo la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados (Niebel y Freivalds, 2004, p. 597).

El Plan Estratégico de la EPMAPS ( 2014), señaló que la eficiencia se mantendrá con el levantamiento y optimización de procesos empresariales, adecuación organizacional ágil y flexible e inversiones priorizadas y optimizadas en función del logro de objetivos estratégicos (p. 4). En el caso del DCC el alcanzar la transferencia de agua cruda con Talento Humano competente o con capacidades, es decir con actitudes, aptitudes (conocimientos), habilidades y experiencias y también con recursos de naturaleza tangible e intangible propio de las diferentes redes de flujos de las organizaciones.

#### **1.4.2 EFICACIA**

Sin embargo, cuando se dice que es eficaz, se hace con una dimensión externa, considerando que cumple con los objetivos previstos, estando bien relacionado o adaptado con el entorno, siendo el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados (Heizer y Render, 2004, p. 271). ISO 9000 (2005), señala que eficacia es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados (p.10).

En el caso del DCC el cumplimiento de los procedimientos referentes a los procesos tanto de Captación y Conducción como el mantenimiento de Infraestructura, en los cuales se cuenta con la planificación de las actividades como de las salidas requeridas.

#### **1.4.3 EFECTIVIDAD**

Involucra la eficiencia y la eficacia, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Realizar lo planificado con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero (Heizer y Render, 2004, p. 277).

## 1.5 INDICADORES ECOPRODUCTIVOS

Un indicador es principalmente una herramienta que permite de una forma estandarizada y con argumentos cualitativos o cuantitativos definir en qué estado de rendimiento se encuentra un determinado proceso.

Los indicadores tienen como principal función señalar datos, procedimientos a seguir, fenómenos y situaciones específicas. Otra definición es que son puntos de referencia que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos es la expresión del comportamiento y desempeño de un proceso (Rincón, 1998, p. 48).

Los indicadores ecoproductivos se consideran los puntos de referencia que brindan la información concerniente al uso de recursos y a la productividad (Quiroga, 2007, p.34) Desde este punto de vista se mencionan los siguientes:

- Uso del Agua: Cantidad de agua, calidad de agua
- Consumo de energía: generación de energía eléctrica, consumo de energía eléctrica
- Intensidad del flujo vehicular
- Generación de residuos
- Consumo de papel
- Requerimiento de materiales
- Productividad
- Mantenimiento
- Índice de Pérdidas
- Índice de Desempeño del Talento Humano por resultados
- Índice de Ambiente Laboral

## **1.6 CAPTACIONES Y CONDUCCIONES (OBRAS HIDRÁULICAS)**

Las obras hidráulicas sirven para muchos propósitos entre los cuales tenemos como principales los siguientes:

- Riego de cultivos
- Abastecimiento de agua para consumo doméstico e industrial
- Producción de energía eléctrica
- Navegación

En todos estos casos el agua se utiliza para el beneficio del hombre. Hay casos en los que el agua puede producir daños y las obras se construyen para eliminarla o controlarla. Así se tiene:

- Alcantarillado para evacuar las aguas servidas
- Drenaje para eliminar el exceso de agua de una zona cultivada
- Control de crecientes y protección de orillas

Un sistema es un conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad (Krochin y Sviatoslav, 1986, p. 21).

Un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano o industrial se compone de obras de toma, canales, tuberías y obras de medición y distribución de agua que llegan a una planta de tratamiento en la cual se mejora su calidad.

En el caso de la producción de energía eléctrica se utiliza la energía transformada que al estar el agua en una tubería o canal es conducida hasta un sitio donde existe una caída apropiada y el aprovechamiento se realiza al pie de ésta por la diferencia de altura.

Según su función las obras hidráulicas pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- Obras de Captación.- Por gravedad como tomas de derivación y presas de embalse y por bombeo.

- Obras de Conducción.- Canales y túneles. Pasos de depresiones como acueductos, sifones y rellenos. Tuberías de presión.
- Obras de Protección.- Desarenadores, aliviaderos, desfogues, disipadores de energía y tanque de presión
- Obras de Regulación.- Medidores y reservorios.

Existen además obras como campamentos, caminos, etc., que no son hidráulicas pero complementarias a éstas.

### **1.6.1 CAPTACIONES**

La Captación es tomar de las fuentes y vertientes agua en estado crudo para su posterior tratamiento en agua potable (Krochin y Sviatoslav, 1986, p. 22).

La captación se lo realiza sobre fuentes en dos condiciones:

- Fuentes superficiales como lagunas, lagos, esteros, ríos y embalses.
- Fuentes subterráneas como pozos profundos, punteras, drenes y norias.

Generalmente, las aguas subterráneas implican que al sacarlas a la superficie puede ser muy costoso.

La calidad del agua varía según diversos factores, su naturaleza, las actividades que se desarrollen en las riberas de los ríos y esteros o por los elementos naturales que pueden ser arrastrados por esto es importante la prevención de la contaminación (ISO 14000, 2004, p. 4).

La mayor parte del agua consumida por el hombre es extraída de los ríos y utilizada aprovechando la fuerza de la gravedad. Hay muchas regiones en el mundo en las cuales debido a la escasez del agua superficial se extrae el agua subterránea por medio del bombeo utilizándola especialmente para el consumo doméstico y a veces para el riego (Krochin y Sviatoslav, 1986, p. 23).



En la Captación se requiere cumplir con las siguientes condiciones:

- Con cualquier altura en el río deben captar una cantidad de agua prácticamente constante.
- Deben impedir hasta donde sea posible la entrada a la conducción de material sólido y flotante y hacer que éste siga por el río, como se considera en el caudal ecológico o el caudal ambiental
- Satisfacer todas las condiciones de seguridad necesarias.

Dentro de las obras de captación existen muchos tipos diferentes, pero básicamente se los puede clasificar en obras de toma por obras de almacenamiento y derivación directa.

#### **1.6.1.1 Obras de Almacenamiento**

Las obras de almacenamiento consisten en presas que cierran el cauce del río y otro sitio apropiado formando un reservorio o embalse en el mismo. El reservorio permite regular la utilización del caudal del río, almacenando el agua en las épocas de crecientes y utilizándola en las épocas de sequía. El tipo de la presa depende de una serie de condiciones pudiendo ser de tierra, piedra y hormigón y trabajar a gravedad.

#### **1.6.1.2 Tomas por Derivación**

Las tomas por derivación directa captan el agua que viene por el río sin ningún almacenamiento o sea que no hay ninguna regulación y se aprovecha el caudal que hay en un momento dado.

## **1.6.2 CONDUCCIONES**

La conducción es el transporte de agua desde la captación hasta la planta de tratamiento, tanque de regulación, o directamente a la red, ya sea por tubería, canal o túnel (Krochin y Sviatoslav, 1986, p. 24).

El agua captada por las obras de toma debe ser conducida hasta el sitio de su utilización y esto se hace por medio de canales abiertos o de tuberías forzadas.

### **1.6.2.1 Canales**

Se llaman canales a los cauces artificiales de forma regular que sirven para conducir agua. Los canales buscan redirigir y controlar el traslado del agua hacia otras zonas.

### **1.6.2.2 Túneles**

Se llama túneles a los conductos que se excavan bajo tierra con el objeto de atravesar una loma. Los túneles son obras de conducción que se excavan siguiendo su eje que se utilizan en los siguientes casos:

- Cuando es necesario pasar el agua de un valle a otro, atravesando el macizo montañoso que los separa.
- Cuando de este modo se evita un desarrollo muy largo de canal abierto y, con el consiguiente aumento de pendiente y reducción de la sección.
- Cuando la pendiente transversal demasiado elevada y lo material de mala calidad no permiten asegurar la estabilidad del canal abierto. Dentro de este caso están los túneles que entran y salen de centrales en caverna.

### **1.6.3 ENERGÍA ELÉCTRICA**

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento a más del abastecimiento de Agua y del manejo de Alcantarillado se encarga de la Generación de Energía Eléctrica para esto es necesario conocer de qué se trata:

#### **1.6.3.1 Generación de Energía**

La generación de Energía Eléctrica es la transformación de energía ya sea química, potencial, cinética, térmica, nuclear, solar, eólica entre otras en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a la instalación de centrales eléctricas, con un generador, que ejecutan las transformaciones citadas.

#### **1.6.3.2 Energía Excedente**

La Energía Eléctrica Disponible es el resultado de la diferencia de la energía generada por las Centrales Eléctricas sin los consumos asociados, estos consumos son los auxiliares y/o consumos por bombeo (CONELEC Regulación, 2014, p. 4).

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DEL DEPARTAMENTO DE CAPTACIONES Y CONDUCCIONES

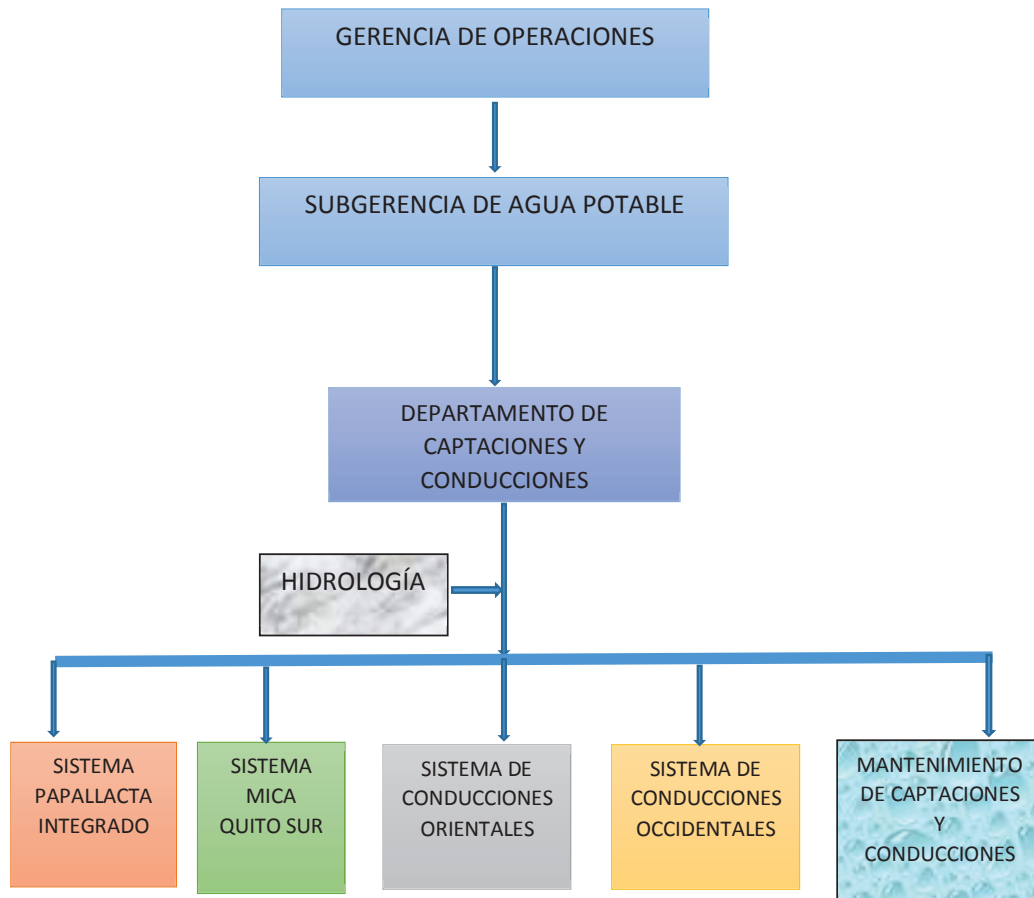
El Departamento de Captaciones y Conducciones pertenece a la Gerencia de Operaciones de la EPMAPS que se encarga de la gestión de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de captación, almacenamiento y conducción de agua cruda que es el primer proceso dentro de la Gestión de Agua Potable como se observa en la Figura 2.1.



**Figura 2.1.** Diagrama de macroprocesos de la EPMAPS  
(EPMAP, Manual CASS, 2015, p. 40)

El objetivo principal del DCC cuyo organigrama se visualiza en la Figura 2.2 es garantizar la provisión de agua cruda requerida por las Plantas de Tratamiento asociadas a cada uno de los Sistemas de Aducción a través de cuatro Unidades:

- Sistema Papallacta Integrado (SPI)
- Sistema Mica Quito Sur (SMQS)
- Sistema Conducciones Orientales (SCOR)
- Sistema Conducciones Occidentales (SCOC)



**Figura 2.2.** Organigrama del DCC y de la Gerencia de Operaciones de la EPMAPS  
(EPMAPS, ROF, 2013, p. 44.)

Cada uno de los sistemas descritos anteriormente tiene Plantas de Tratamiento para saber cuáles son los sistemas y cuáles las plantas asociadas a cada sistema se muestra en la Tabla 2.1., es hasta la entrega del agua cruda en las PT donde el DCC tiene la responsabilidad del proceso de Agua, luego en las Plantas de Tratamiento es donde el agua cruda es potabilizada para que posteriormente se distribuya a cada uno de los sectores de Distrito Metropolitano de Quito como se visualiza en la Figura I.1 conforme el Organigrama de la Empresa EPMAPS.

Los procesos del DCC son representan el punto de partida motivo del análisis de este proyecto de Tesis, el Proceso de Captación y Conducción de agua cruda consta de tres subprocesos que son: Planear, Operar y Controlar y el Procesamiento de la información con la retroalimentación; mientras que para el Proceso de, Mantenimiento de la Infraestructura de Captaciones y Conducciones consta de tres subprocesos que son: Planificar, Ejecutar y Reportar con la retroalimentación analizada.

**Tabla 2.1.** Plantas Asociadas a los Sistemas del DCC

<b>SPI</b>	<b>SMQS</b>	<b>SCOR</b>	<b>SCOC</b>
PT BELLAVISTA	PT EL TROJE	PT PUENGASI	PT EL PLACER
			PT TOCTIUCO
		PT EL PLACER	PT TOROHUCO
PT PALUGUILLO	APOYO SISTEMA PITA (SCOR)	PT CONOCOTO	PT CHILIBULO
		PT TESALIA	TQ DISTRIBUCIÓN

Los procesos del DCC son representan el punto de partida motivo del análisis de este proyecto de Tesis, el Proceso de Captación y Conducción de agua cruda consta de tres subprocesos que son: Planear, Operar y Controlar y el Procesamiento de la información con la retroalimentación; mientras que para el Proceso de, Mantenimiento de la Infraestructura de Captaciones y Conducciones consta de tres subprocesos que son: Planificar, Ejecutar y Reportar con la retroalimentación analizada.

Para ver el comportamiento de los procesos descritos se toma la muestra estadística de cinco años desde el año 2007 hasta el año 2012 del producto (agua cruda, energía y órdenes de trabajo) como de los recursos involucrados en los dos procesos (personal y vehículos).

Los Sistemas del DCC al realizar la Captación del agua cruda desde la naturaleza para la entrega de agua en las Plantas de Tratamiento y su posterior potabilización recorre grandes distancias ya que el agua se toma desde los alrededores del Distrito Metropolitano de Quito y se distribuye para toda la ciudad, en los procesos que maneja el DCC el personal para realizar su trabajo necesita vehículos, los mismos que requieren estar en óptimas condiciones dada la logística de la infraestructura de Captación y Conducción como de los equipos para su funcionamiento, lo cual se puede observar en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Distancia de los Sistemas del DCC

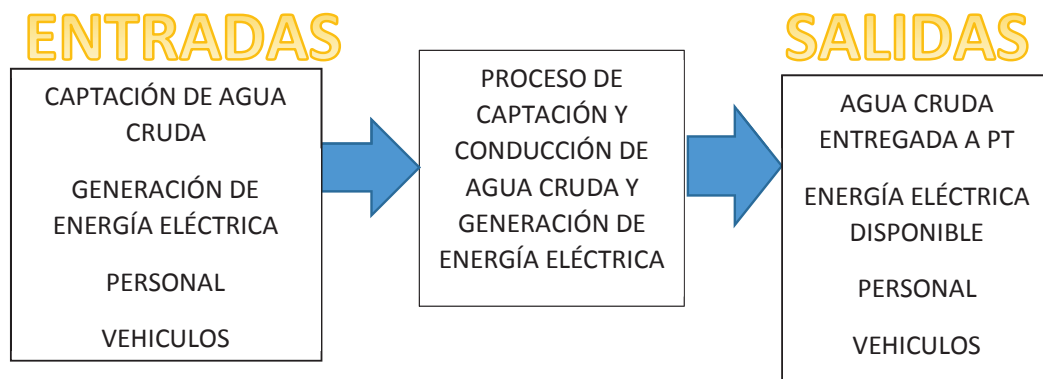
<b>SPI</b>	<b>SMQS</b>	<b>SCOR</b>	<b>SCOC</b>
85 km	54 km	41 km	90 km

Para una mejor visualización del trayecto de las conducciones de los Sistemas de DCC en el Anexo IV se muestra tanto los Sistemas de Captación y Conducción como las Plantas asociadas a cada uno.

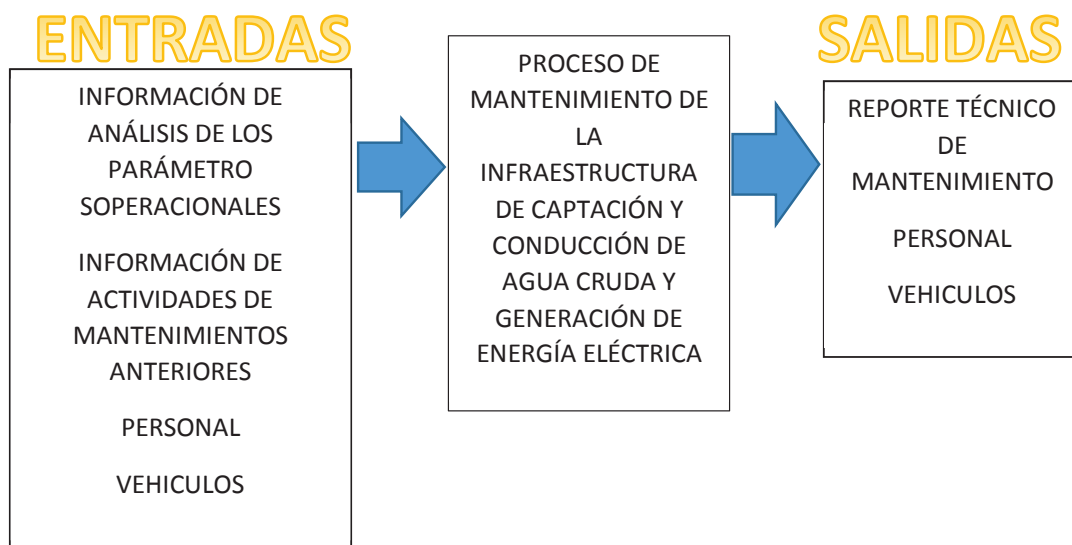
Cada uno de los Sistemas tiene características únicas por lo que para la utilización de la información puntualmente en lo que concierne al agua (insumo) y al consumo de energía eléctrica se han tomado los datos por cada Sistema.

## **2.2 MATERIALES**

Para la presente investigación se ha tomado con un enfoque en los procesos DCC la Captación y Conducción de agua cruda en cuanto a la operación como del mantenimiento, la información procede de los informes mensuales y de los informes de gestión del DCC, el período es desde el 2007 al 2012 aplicando una retrospectiva histórica de cinco años para evaluar su comportamiento tanto en el Proceso de Captación y Conducción como del Mantenimiento de la Infraestructura como se muestran en las Figuras 2.3 y 2.4.



**Figura 2.3.** Esquema del proceso de captación, conducción y generación de energía del DCC



**Figura 2.4.** Esquema del proceso de mantenimiento de la infraestructura de captación y conducción del DCC

### 2.2.1 AGUA COMO INSUMO

El agua potable es uno de los productos que genera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, y como se mencionó en el punto 1.1 el DCC forma parte de la Gestión de Agua, en la Figura 2.2 se tienen los Sistemas que conforman la Gestión de la Captación y Conducción de Agua Cruda para la entrega en las Plantas de Tratamiento.



Con los datos históricos que se manejan para visualizar desde el 2007 al 2012, en la Tabla 2.3, se los estudió por sistemas ya que la particularidad de los mismos nos aporta por separado para el componente de Eco-productividad, los sistemas con embalse y los sistemas por derivación.

**Tabla 2.3.** Volúmenes de Agua Cruda Captada por el DCC

MESES	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
ENERO	16 715 711	16 638 187	17 725 986	17 43 279	17 544 295	17 312 142
FEBRERO	15 205 756	15 395 678	16 068 539	15 974 889	16 151 266	16 947 609
MARZO	16 586 316	16 415 630	17 793 312	17 468 107	17 891 838	17 707 760
ABRIL	15 482 950	15 861 344	16 900 456	16 351 336	16 120 984	16 636 761
MAYO	16 104 185	16 368 050	17 631 655	17 275 539	17 796 849	17 694 097
JUNIO	16 404 097	16 082 644	17 472 749	16 886 891	17 466 970	17 862 991
JULIO	16 637 859	17 421 636	18 059 043	19 305 078	17 591 253	18 023 341
AGOSTO	16 762 827	17 254 275	17 879 788	17 869 416	17 120 737	18 394 334
SEPTIEMBRE	16 601 778	16 841 842	17 104 915	16 976 181	16 905 556	17 798 843
OCTUBRE	16 382 750	17 690 038	17 775 838	17 834 048	17 297 001	17 373 464
NOVIEMBRE	16 200 177	16 702 200	16 963 160	16 943 969	16 704 313	17 230 772
DICIEMBRE	16 738 685	17 104 052	17 594 802	17 612 999	17 070 877	17 994 553
<b>TOTAL</b>	<b>195 823 091</b>	<b>199 775 576</b>	<b>208 970 244</b>	<b>207 937 732</b>	<b>205 661 940</b>	<b>210 976 667</b>

## 2.2.2 CONSUMO DE ENERGÍA EN AUTOCONSUMOS Y BOMBEO

La EPMAS tiene centrales de Generación Eléctrica en el DCC existen dos centrales hidroeléctricas Recuperadora en el Sistema Papallacta Integrado y El Carmen en el Sistema Mica Quito Sur.

### 2.2.2.1 Sistema Papallacta Integrado

El Sistema Papallacta Integrado está formado en la actualidad por el Sistema Papallacta I y el Sistema Optimización Papallacta.

El sistema Papallacta I.- Está conformado por tres estaciones de bombeo denominadas: Elevadora, Booster No. 1 y Booster No. 2; Túnel Quito de 6 km de longitud; Central Recuperadora de 14,7 MW; Estación reguladora de caudal de Pifo. Sus drenajes principales: Chiche, San Pedro y Machángara; 52 km de línea de conducción de agua en tubería de acero de 48 pulgadas y Centro de Control Bellavista (CCB). La capacidad nominal de conducción de agua del Sistema Papallacta I es de 3,0 m<sup>3</sup>/s, en pasos de 0,75 m<sup>3</sup>/s, que representa una línea de bombeo (una bomba por estación). Por razones económicas básicamente, este sistema se lo ha venido utilizando como regulador de los caudales que son requeridos desde las plantas de tratamiento y que no pueden ser abastecidos por el caudal a gravedad proveniente de la Optimización.

El Sistema Optimización Papallacta.- Es el sistema de abastecimiento de agua por gravedad, que está en operación con todos los subsistemas considerados, desde agosto del 2002. Tiene como elementos fundamentales sus tres embalses, las tomas secundarias, la línea de alimentación eléctrica y los equipos de regulación, control y medición. La conformación de este sistema se resume de la siguiente manera:

- Embalse Salve Faccha con un volumen útil de 8 892 447 m<sup>3</sup>;
- Dique Mogotes con un volumen útil de 5 999 037 m<sup>3</sup> (consideradas las obras de recrecimiento que están terminadas)
- Laguna Sucos con una reserva de 1 171 518 m<sup>3</sup>
- Captaciones Secundarias: Quillucsha No.2, Quillugsha No.3, Chalpi, Guaytaloma, Gonzalito, El Glacial y El Venado, asociadas a la conducción principal a través de los Túneles Guaytaloma y Baños. El suministro promedio de agua de estas tomas secundarias es de 0,430 m<sup>3</sup>/s.

- Línea de conducción de agua con una longitud de 33 km de tubería de acero de 48 pulgadas, considerada desde la salida de la represa Salve Faccha hasta la entrada al Túnel Quito.
- Estaciones de regulación, control y medición conformadas por cámaras que alojan válvulas de regulación, de drenaje y aire-vacío; equipos de medición de parámetros hidráulicos, equipos de comunicaciones y PLC's.

La capacidad de almacenamiento del Sistema de Optimización en la que se incluye aquella generada por el recrecimiento del dique Mogotes, permite contar con una regulación mensual importante, para el suministro de agua cruda hasta las Plantas de Bellavista y Palugullo y también para el sistema de generación eléctrica.

El Sistema de Optimización a más de mantener las reservas estratégicas de agua para la ciudad Quito, permite una mejor planificación del abastecimiento mensual de agua por gravedad reduciendo al caudal requerido por el sistema de bombeo, lo cual posibilita además una mejor planificación en la operación de la Central Recuperadora, los autoconsumos en sus tres estaciones de impulsión y consecuentemente la energía neta que está disponible para la autoconsumos y venta a través del MEM.

#### **2.2.2.2 Sistema Mica Quito Sur**

Está constituido por la represa La Mica con un volumen útil de 20 193 659 m<sup>3</sup>; captaciones secundarias: Antisana, Jatunhuayco y Diguchi; tres túneles, chimenea de equilibrio; Central Eléctrica "El Carmen" de 9,2 MW de capacidad máxima; Estación Reductora de presión y reguladora de caudal "La Moca"; desagües principales; Santa. Clara, Pita, Sambache y San Pedro; 54 km de líneas de conducción de agua en tubería de 32 pulgadas de diámetro predominantemente y Centro de Control Bellavista (CCB), desde donde se controla el sistema de manera remota.

La Central Hidroeléctrica El Carmen aprovecha una caída bruta de 611 m para obtener una potencia nominal de 9,2 MW, mediante la instalación de una turbina Pelton de eje horizontal de dos inyectores y un generador de eje horizontal de 10,5 MVA. La central tiene también un grupo diesel de emergencia de 80 KVA. La subestación es del tipo convencional con transformador de elevación de 138 KV, ubicada en un patio de 1 350 m<sup>2</sup>.

### **2.2.3 MANTENIMIENTO**

La Unidad de Mantenimiento fue incorporada al Departamento de Captaciones y Conducciones en noviembre de 2012, con el propósito de unificar en esta unidad la responsabilidad de la Planificación, ejecución del mantenimiento, adquisición, modernización y remplazo de equipos e instalaciones de los cuatro sistemas del Departamento de Captaciones y Conducciones: Papallacta Integrado, Mica Quito Sur, Orientales, Occidentales; en las áreas técnicas: Eléctrica, Mecánica, Electrónica – control, Sistemas e Hidrología.

El personal que se integró a esta nueva unidad está conformado por Funcionarios, y personal técnico que en el organigrama anterior venía realizando funciones de mantenimiento en cada una de los 4 sistemas. El mantenimiento de la parte Civil se integró a las jefaturas de las Unidades del DCC a quienes les corresponde la Operación de la Infraestructura de la Captación y Conducción de agua cruda y su mantenimiento estructural.

Los datos para este estudio se los tomó de los informes mensuales como se visualiza en la Tabla 2.4, se tienen los totales anuales desde el 2007 al 2012.

Uno de los problemas que se presenta en el proceso de Mantenimiento de Infraestructura de la Captación y Conducción de Agua es que no se toma en cuenta las Ordenes de Trabajo no realizadas con lo cual no se tiene una idea de los recursos con los que se cuenta, cómo debemos planificar conforme a las necesidades de cada sistema del DCC y cómo podemos realizar una mejora continua.

**Tabla 2.4.** Número de Ordenes Preventivas y Número de Ordenes Correctivas del DCC dentro del período 2007-2012

AÑOS	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MTTO PREVENTIVO	2 122	2 688	2 499	2 609	2 358	2 763
MTTO CORRECTIVO	346	352	524	452	462	422

#### 2.2.4 PERSONAL

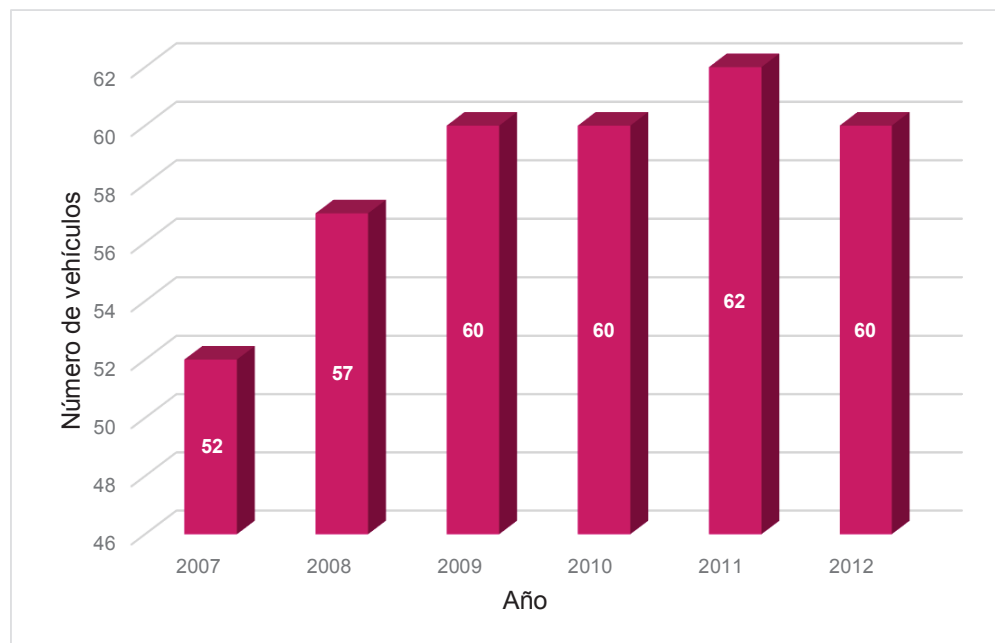
En cuanto al personal como se manifestó en el punto 1.3.4, es un componente esencial y también es importante su compromiso para la ejecución de los procesos en el DCC, para los datos de estudio se consultó los libros de gestión del departamento, es preocupante ya que no se encontró una planificación para la renovación del personal, hay talento humano que cumple los requisitos para la jubilación y en su ausencia no se han tomado alternativas preventivas para no vulnerar el correcto funcionamiento de los Sistemas de Captación y su Mantenimiento.

#### 2.2.5 VEHÍCULOS

Los vehículos en el DCC no son los suficientes para la realización de la Operación y Mantenimiento de las Captaciones y Conducciones, la información se tomó mediante la solicitud al Departamento de Transportes y a las Jefaturas de las Unidades del DCC con lo cual se tiene lo indicado en la Figura 2.5.

El estado de los vehículos no es el adecuado para ejecución de las actividades tanto de Operación como de Mantenimiento de los procesos del DCC por lo que se revisó una encuesta de satisfacción del servicio de Transportes de la empresa.

Los datos se utilizaron de un período desde el año 2007 al año 2012, la aplicación de los indicadores de la estrategia en los años 2013 y 2014 y una proyección de los años 2015 y 2016 en aplicación de la estrategia ecoproductiva.



**Figura 2.5.** Vehículos del DCC dentro del período 2007-2012

### 2.2.6 OPINIÓN DE EXPERTOS

En el Departamento de Captaciones y Conducciones se cuenta con personal con una experiencia de 25 años promedio por lo que se vio como un aporte para la investigación que la gente sea quien dé su opinión desde su perspectiva, para esto se realizó una encuesta que abordó tres aspectos importantes: Procesos, Productividad y Recursos.

Los profesionales escogidos para la encuesta fueron: jefaturas tanto departamental como de las unidades, personal operativo de cada sistema tanto en las áreas de civil, eléctrica, mecánica y electrónica.

La opinión de expertos fue incluida para determinar el punto de vista de las personas involucradas en los procesos, con la finalidad de complementar la estrategia ecoproductiva para su seguimiento y mejoramiento.

### **2.3 INDICADORES ECOPRODUCTIVOS**

Con la observación de los procesos del DCC, mediante la descripción de los indicadores que constan en los procesos del mismo, los Indicadores que se encuentran en los procesos actuales del DCC son los que se muestran en la Tabla 2.5.

Se realizaron los indicadores Ecoproductivos del Departamento de Captaciones y Conducciones se ha escogido para dar solución a puntos críticos como las Órdenes de Trabajo no realizadas en el proceso del Mantenimiento de la Infraestructura de Captaciones y Conducciones del DCC y que tengan un componente de sostenibilidad, que consta en la visión de la Empresa, a continuación, se indican los siguientes:

- Volumen de Agua Captada vs Volumen en retorno
- Volumen de Agua Entregada a PT vs Volumen de Agua Captada
- Megavatios Generados vs Megavatios consumidos
- Megavatios Disponibles vs Megavatios Generados
- Mantenimiento preventivo vs Mantenimiento correctivo
- Número de personal vs número de vehículos

**Tabla 2.5.** Indicadores de los Procesos del DCC

VARIABLE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	FUENTE	INDICADOR PROCESO ANTES DE ESTRATEGIA
Volumen de agua captada	Volumen de agua captada vs volumen de agua entregada	Mide las pérdidas desde la captación hasta la entrega en plantas	Mensual	Informes mensuales	Volumen de AP distribuida en los últimos 12 meses 7 ( Volumen de agua captada ( ríos y embalses; vertientes; pozos)-Volumen de agua utilizada en procesos de plantas de tratamiento-Volumen de aguas para otros usos), en los últimos 12 meses ) * 100
Consumo de energía	Consumo de energía vs agua entregada	Mide el consumo de energía por bombeo para el abastecimiento de agua	Mensual	Informes mensuales	Energía generada / Energía programada Energía disponible para la venta / Energía vendida
Número de órdenes de trabajo preventivas	Número de órdenes emitidas vs número de órdenes ejecutadas	Mide la eficiencia en la ejecución del MTTO en el DCC	Mensual	Informes mensuales	Órdenes realizadas /Órdenes de mantenimiento planificadas

## 2.4 APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

Con la aplicación de la Estrategia del presente tema de investigación se conocía la problemática del objeto investigado, al avanzar con el análisis se opta por una estrategia basada en tres puntos importantes:

- Sostenibilidad
- Productividad
- Mejora continua

Para este punto se analiza la información existente de los años 2013 y 2014 con la información del agua cruda entregada en Plantas de Tratamiento para cada uno de los materiales objetivo de la investigación.



## **2.5 SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA ECOPRODUCTIVA**

Para el seguimiento se realiza un pronóstico de los datos para los años 2015 y 2016 con la utilización del Risk Simulator como una herramienta informática para realizar proyecciones futuras, con este pronóstico se busca ir evaluando los datos de cada uno de los puntos estudiados como el insumo agua, el consumo de energía, las órdenes de trabajo, el personal y los vehículos para la aplicación de la Estrategia Ecoproductiva.

El Risk Simulator escogió por ser una herramienta técnica y teórica de vanguardia a nivel mundial que se acopla al Excel para el desarrollo de Árboles de Decisión, Simulacros Montecarlo, Pronósticos y Herramientas Estadísticas y de Análisis.

### **3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

##### **3.1.1 EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DEL DCC**

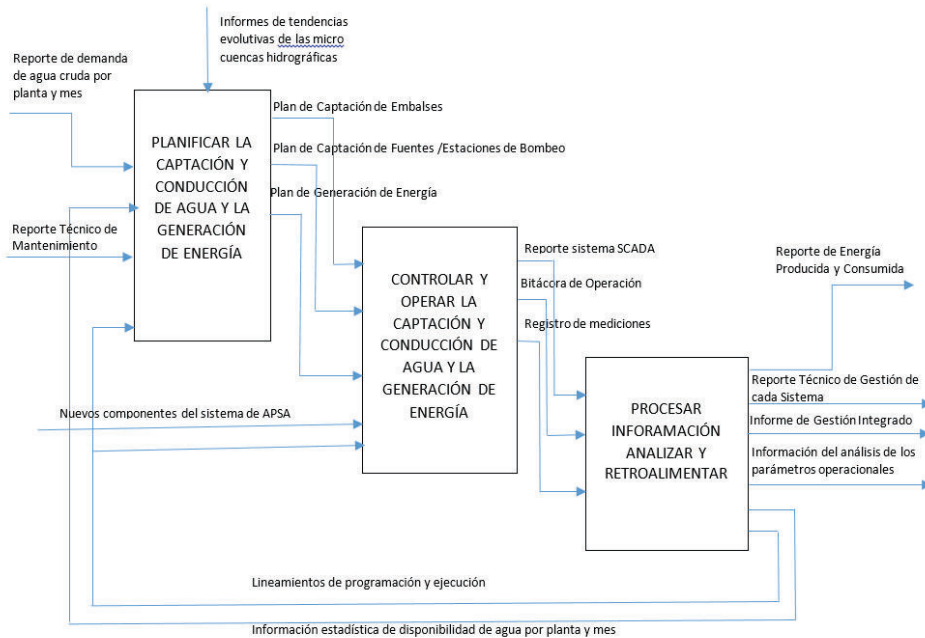
El Departamento de Captaciones y Conducciones cuenta con dos procesos sus respectivos subprocesos cuyos esquemas se detallan en la Figuras 3.1 con el proceso de Gestión de la Captación y Conducción de Agua y 3.2 con el proceso Mantener la Infraestructura de Captaciones y Conducciones.

###### **3.1.1.1 Captación y Conducción de Agua en el DCC**

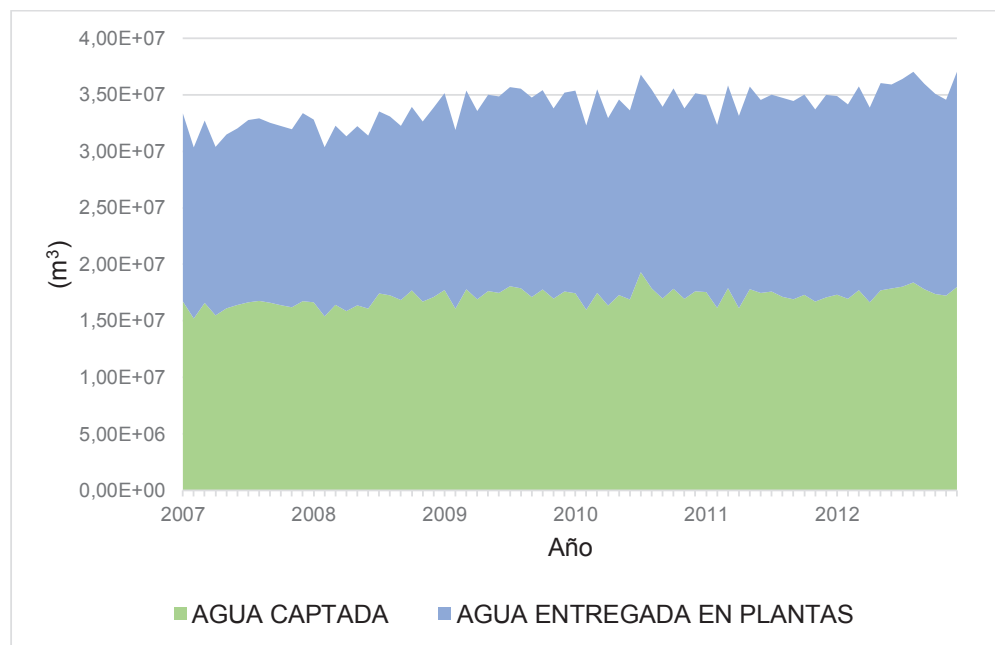
El objetivo de este proceso es derivar la cantidad necesaria de agua cruda desde la fuente de abastecimiento y conducirla hasta las plantas de tratamiento de agua potable o reservorios para su distribución. Según la Figura 3.1. para la planificación se requiere de la información estadística de disponibilidad de agua por planta, lineamientos de programación y ejecución, reporte técnico de mantenimiento y la demanda de agua cruda por planta de tratamiento de cada uno de los sistemas que maneja el DCC.

Este proceso tiene como subprocesos la planificación, la operación y control, y el análisis de la información para su retroalimentación, con lo cual se tiene como resultado los reportes técnicos de gestión de cada sistema, el informe de gestión Integrado y la información para el análisis de los parámetros operacionales.

En este proyecto de titulación se vio la necesidad de visualizar la captación de agua cruda en relación con la entrega de la misma en las plantas para su tratamiento como se observa en la Figura 3.2 durante el período de estudio 2007 a 2012.



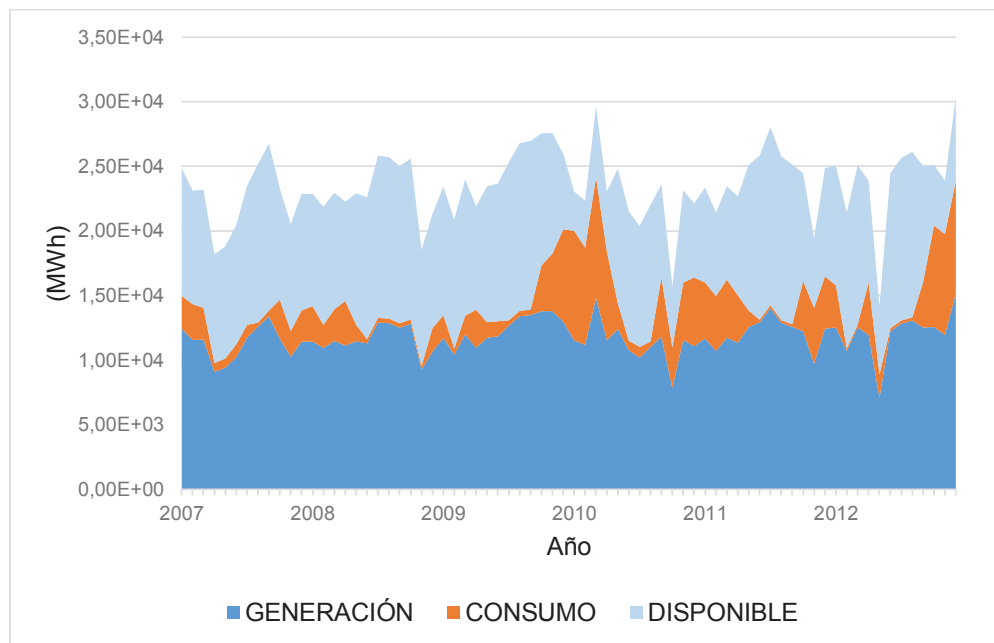
**Figura 3.1.** Proceso de gestión de la captación y conducción de agua (EPMAPS, 2012, Procedimiento para la Captación y Conducción de Agua, Anexo II)



**Figura 3.2.** El volumen de agua cruda captada y entregada a PT del DCC dentro del período 2007-2012 (Informes Mensuales DCC)

En el mismo proceso de Captación y Conducción se encuentra la generación de energía eléctrica con las Centrales Recuperadora y El Carmen pertenecientes a los sistemas Papallacta Integrado y Mica Quito Sur respectivamente. En la Figura 3.3 se muestra la generación de las centrales Hidroeléctricas del DCC, el consumo de energía y la energía eléctrica disponible para la entrega en el SNI (Sistema Nacional Interconectado) o en el consumo de las instalaciones de la EPMAPS.

Como se observa en la Figura 3.3 existe un consumo de energía eléctrica mayor en el año 2010 que en el resto de años, esta variación se debe posiblemente a las necesidades de bombeo para el abastecimiento de agua cruda principalmente en el Sistema Papallacta Integrado.

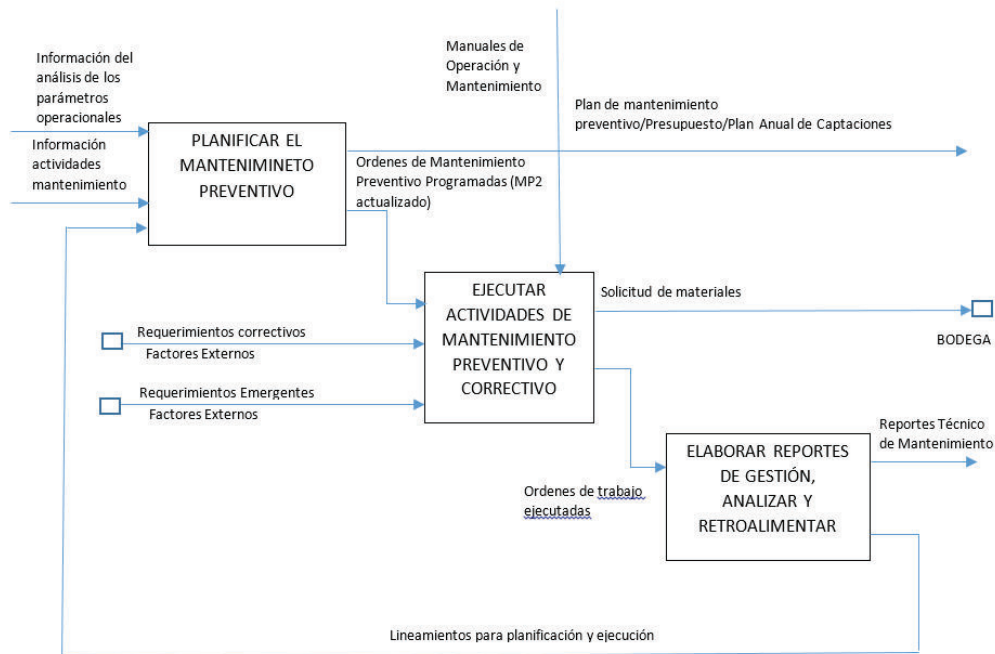


**Figura 3.3.** Generación, consumo y disponibilidad de la energía eléctrica del DCC dentro del período 2007-2012

Si bien es cierto que el Departamento se encarga del abastecimiento de agua cruda para las Plantas de Tratamiento como también realiza la generación de energía eléctrica la prioridad es la conducción de agua ya que es la razón de ser de la EPMAPS por lo que la generación es una optimización de las instalaciones sujeta al suministro de agua.

### 3.1.1.2 Mantenimiento de la Infraestructura del DCC

Este es el segundo proceso que tiene el DCC cuyo objetivo es el de mantener en condiciones operables la infraestructura de captaciones y conducciones de agua cruda para su posterior tratamiento. Su esquema se muestra en la Figura 3.4:

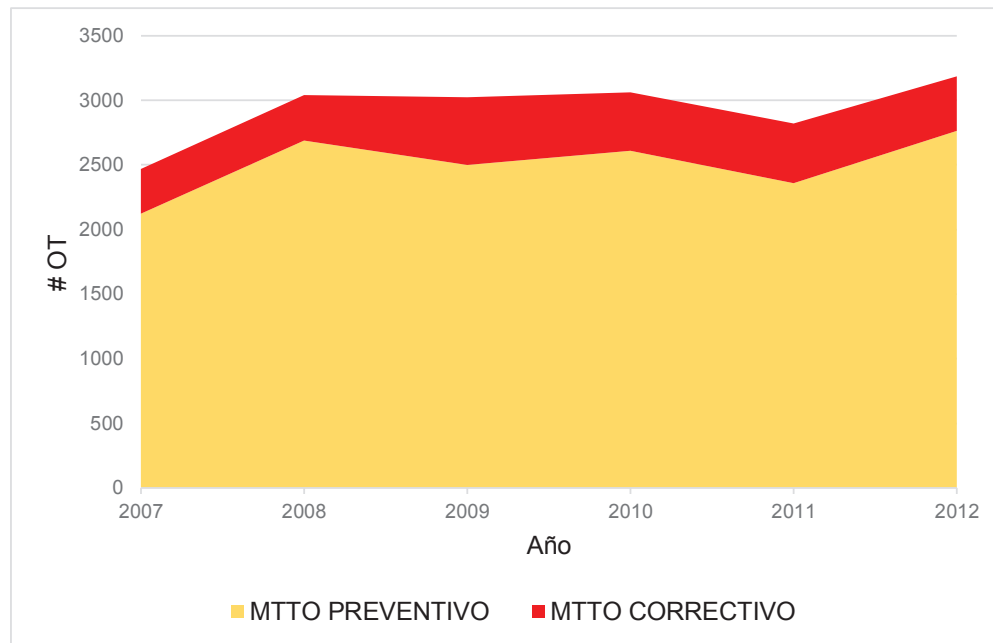


**Figura 3.4.** Proceso para mantener la infraestructura de captaciones y conducciones (EPMAPS, 2012, Procedimiento para el Mantenimiento de Infraestructura de Captaciones y Conducciones, Anexo III)

Este proceso como indica la Figura 3.4 tiene tres subprocesos como lo son la planificación del Mto Preventivo, la ejecución de las actividades del Mto Preventivo y Correctivo y la elaboración de reportes de gestión para el análisis y la retroalimentación.

Para el cumplimiento del proceso de mantenimiento se requiere de la información del análisis de los parámetros operacionales de los equipos que conforman la infraestructura del DCC, las actividades de mantenimiento y los lineamientos de planificación y ejecución para tener como resultado la operatividad de las instalaciones y los reportes técnicos de mantenimiento que son un indicativo de la gestión dentro del DCC.

A continuación, en la Figura 3.5 se muestra el Mtto. Preventivo y el Mtto Correctivo para el periodo de análisis de esta Tesis.



**Figura 3.5.** Mtto. Preventivo y Mtto. Correctivo del DCC dentro del período 2007-2012

Según se indica en la Figura 3.5 y comparando el número de Ordenes de Trabajo tanto Preventivas como las Ordenes de Trabajo Correctivas se tiene un crecimiento constante del número de Ordenes de Trabajo Correctivas.

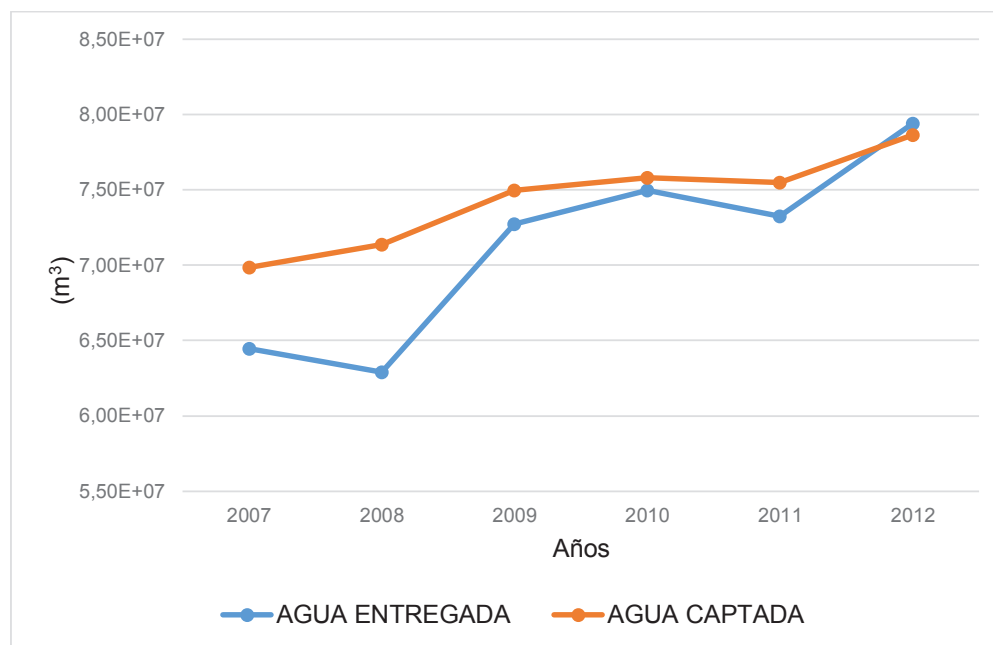
### 3.1.2 ANALISIS COMPARTIVO 2007-2012

En el Departamento de Captaciones y Conducciones se han tomado los datos retrospectivos desde el año 2007 al año 2012 de los siguientes aspectos: agua cruda captada, consumo de energía, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, personal y vehículos. Para lo cual se ha comparado con el resultado de los dos procesos que maneja el DCC que es el agua cruda entregada en las Plantas de Tratamiento (PT) con la finalidad de ver el comportamiento de los insumos materiales y energéticos en el Departamento.

### 3.1.2.1 Agua Cruda

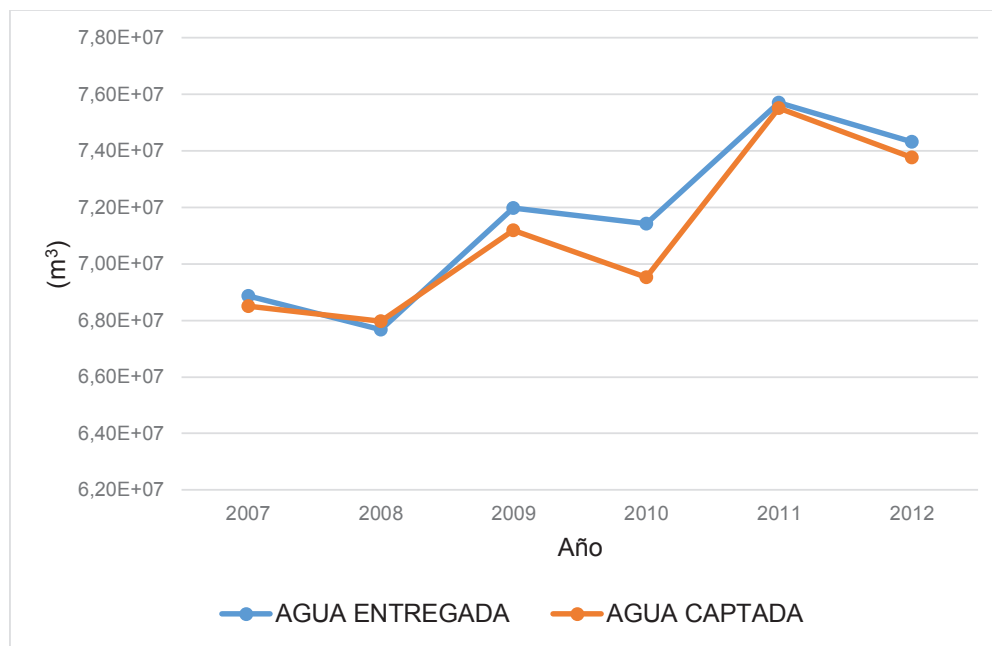
Para visualizar las captaciones del Departamento a continuación se indica los datos para el período 2007 a 2012 por cada uno de los sistemas el Sistema Papallacta Integrado, Sistema Conducciones Orientales, Sistema Mica Quito Sur y Sistema de Conducciones Occidentales en las Figuras 3.6, 3.7, 3.8, y 3.9.

Los datos del Sistema Papallacta Integrado según la Figura 3.6 tiene los valores del agua captada es mayor con relación al agua entregada a las plantas asociadas posiblemente a la existencia de embalses como la Presa Salve Faccha, el Dique Mogotes y la Laguna Sucos.



**Figura 3.6.** Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Papallacta Integrado (SPI)

Los datos del Sistema de Conducciones Orientales como se muestra en la Figura 3.7 tiene los valores del agua captada es menor con relación al agua entregada a las plantas de tratamiento posiblemente a que es un sistema de canal abierto y además para poder cumplir con el requerimiento de las Plantas asociadas se complementa del Sistema Mica Quito Sur.

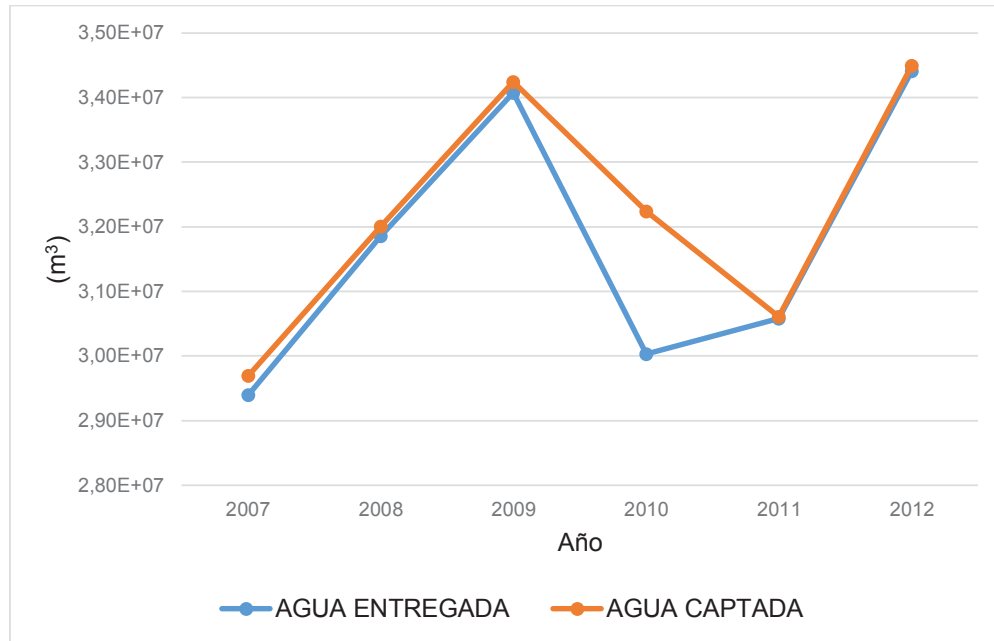


**Figura 3.7.** Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Conducciones Orientales (SCOR)

Los datos del Sistema de Conducciones Orientales como se muestra en la Figura 3.7 tiene los valores del agua captada es menor con relación al agua entregada a las plantas de tratamiento posiblemente a que es un sistema de canal abierto y además para poder cumplir con el requerimiento de las Plantas asociadas se complementa del Sistema Mica Quito Sur.

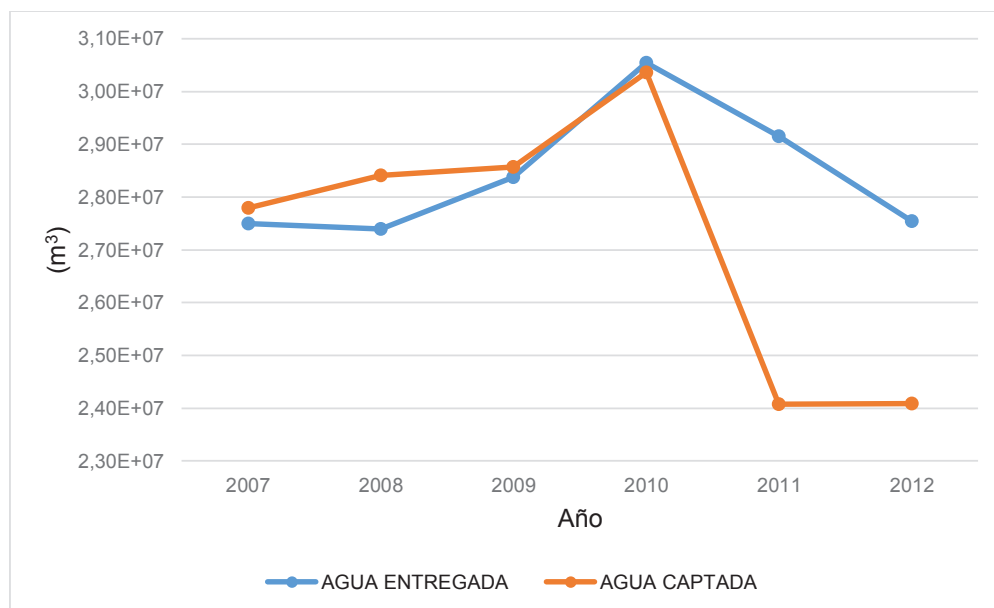
Los datos del Sistema Mica Quito Sur según la Figura 3.8 tiene los valores del agua captada es mayor con relación al agua entregada a las plantas asociadas posiblemente a la existencia del embalse la Mica.





**Figura 3.8.** Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Mica Quito Sur (SMQS)

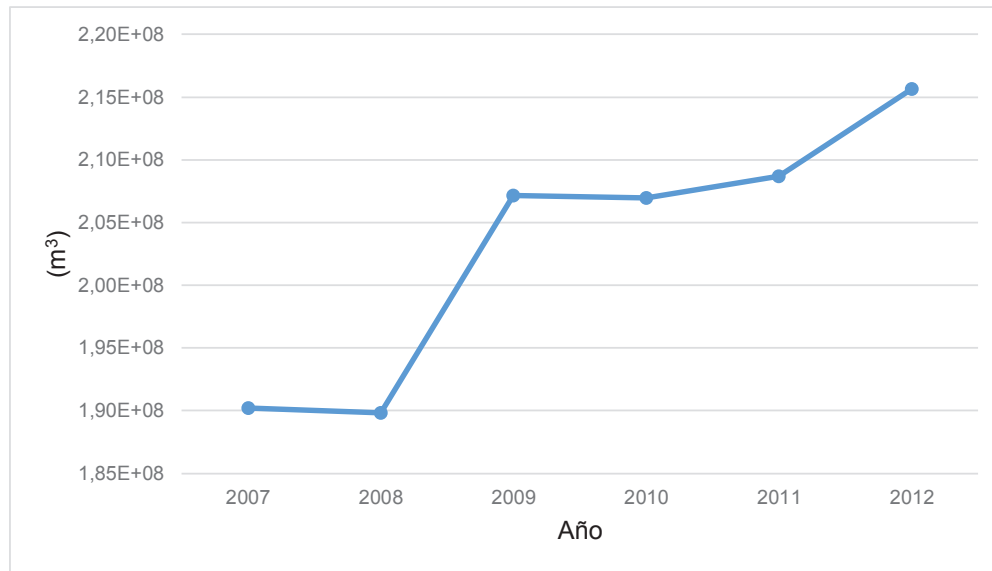
En el caso del Sistema de Conducciones Occidentales en la Figura 3.9 los datos del 2011 y 2012 el agua captada es menor al agua entregada ya que es un sistema de canal abierto con subsistemas independientes que se redistribuyen.



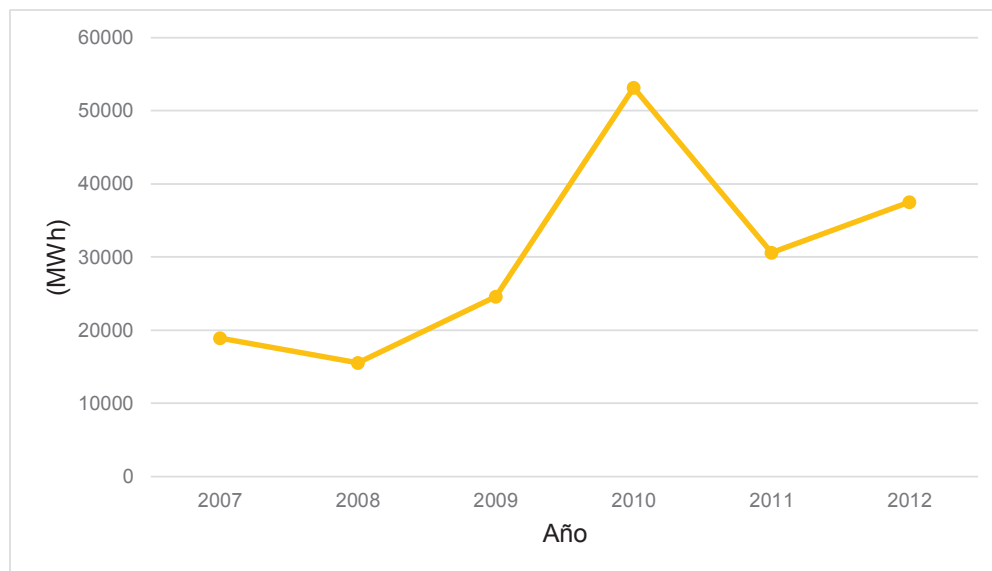
**Figura 3.9.** Agua cruda captada vs entregada a PT en el período 2007-2012 del Sistema Conducciones Occidentales (SCOC)

### 3.1.2.2 Consumo de Energía

Al ser diferentes parámetros de comparación se realizan dos Figuras 3.10 y 3.11 para ver la influencia del consumo de energía con la entrega de Agua Cruda a las Plantas de Tratamiento del Departamento de Producción en donde se realiza el tratamiento de agua para consumo humano.



**Figura 3.10.** Agua cruda entregada a PT en el período 2007-2012 del DCC



**Figura 3.11.** Consumo de energía en el período 2007-2012 del DCC

En el análisis del consumo de energía como se muestra en las Figuras 3.10 y 3.11 para el resultado de la entrega de agua cruda en las Plantas de Tratamiento existe un incremento de consumo de energía en el año 2010 que posiblemente se debió a un aumento en el bombeo para suplir los requerimientos de las Plantas asociadas al Sistema Papallacta Integrado.

### 3.1.2.3 Mantenimiento

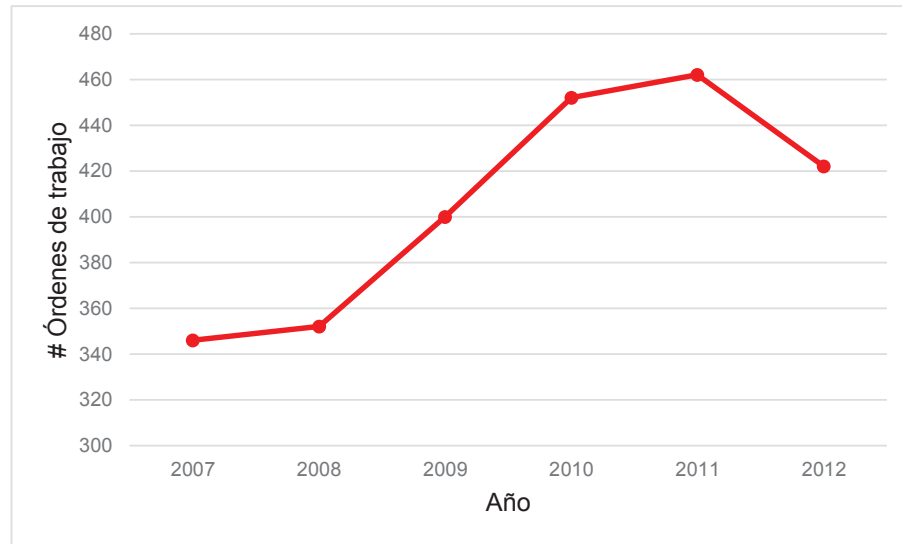
Para poder visualizar en el caso del mantenimiento y la comparación con el agua entregada a Plantas de Tratamiento se indica en las Figuras 3.10, 3.12 y 3.13:

Según la Figura 3.12 el mantenimiento preventivo tiene aumento en el año 2008 y 2012 por requerimientos ambientales en especial a los sistemas que tienen canal abierto del Departamento de Captaciones y Conducciones.



**Figura 3.12.** Mantenimiento preventivo en el período 2007-2012 del DCC

Según las Figuras 3.10 y 3.13 el mantenimiento correctivo tiene la misma tendencia que el agua cruda entregada en las Plantas de Tratamiento asociadas al Departamento de Captaciones y Conducciones.



**Figura 3.13.** Mantenimiento correctivo en el período 2007-2012 del DCC

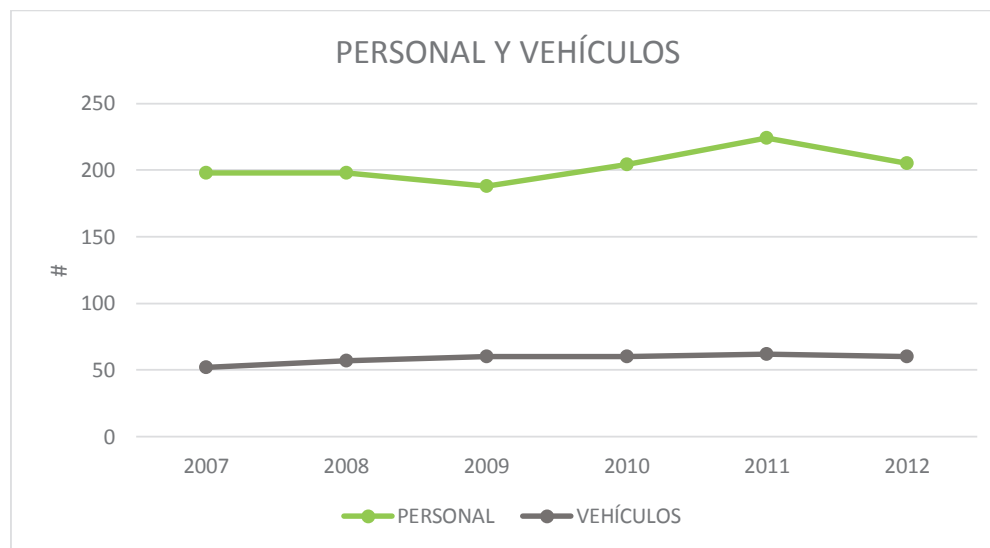
El mantenimiento correctivo que se muestra en la Figura 3.13 con el agua cruda entregada en las Plantas de Tratamiento asociadas al Departamento de Captaciones y Conducciones en el año 2012 presenta una disminución en comparación con los años 2008 a 2011.

#### 3.1.2.4 Evaluación de los Recursos del DCC

En la evaluación de los recursos del Departamento de Captaciones y Conducciones es el punto más crítico con el cual se puede replantear la estrategia a una prioridad que se maneje como una necesidad ya que no puede existir la calidad sin recursos. En las Figuras 3.10 y 3.14 se muestra el Agua entregada con el número de vehículos y personal respectivamente.

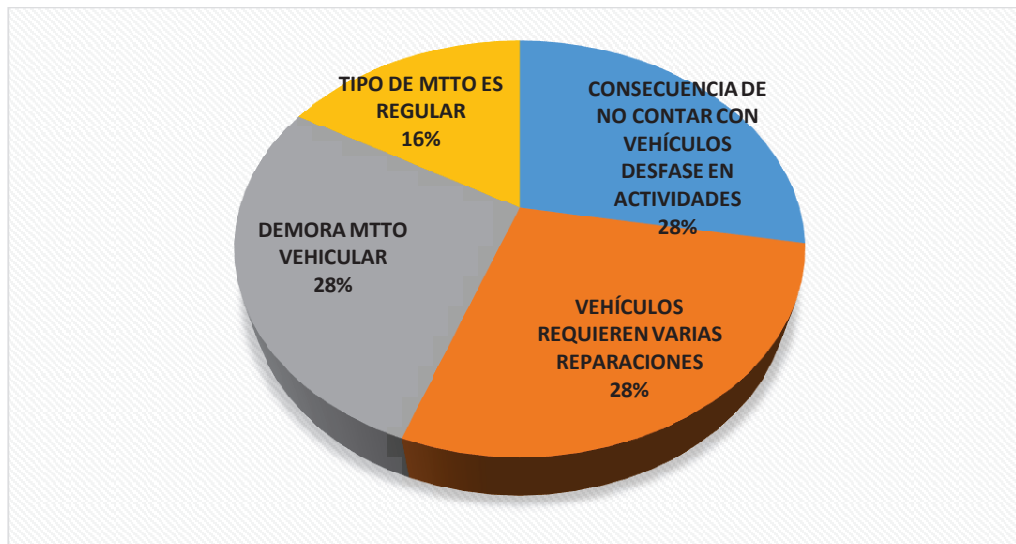
Según las Figuras 3.10 y 3.14 no se visualiza una tendencia por el contrario tanto en el número de vehículos como del personal en el año 2012 existe una posible disminución.

En el momento de la toma de información el Departamento de Captaciones y Conducciones una encuesta realizada con el objetivo de evaluar el mantenimiento realizado a los vehículos del DCC la misma que se presenta en la Figura 3.17 en la que se muestra que la demora en el mantenimiento y las varias reparaciones realizadas en el mantenimiento vehicular provoca un desfase en las actividades que requiere realizar el Departamento de Captaciones y Conducciones.



**Figura 3.14.** Personal y vehículos en el período 2007-2012 del DCC

En el momento de la toma de información el Departamento de Captaciones y Conducciones una encuesta realizada con el objetivo de evaluar el mantenimiento realizado a los vehículos del DCC la misma que se presenta en la Figura 3.15 en la que se muestra que la demora en el mantenimiento y las varias reparaciones realizadas en el mantenimiento vehicular provoca un desfase en las actividades que requiere realizar el Departamento de Captaciones y Conducciones.



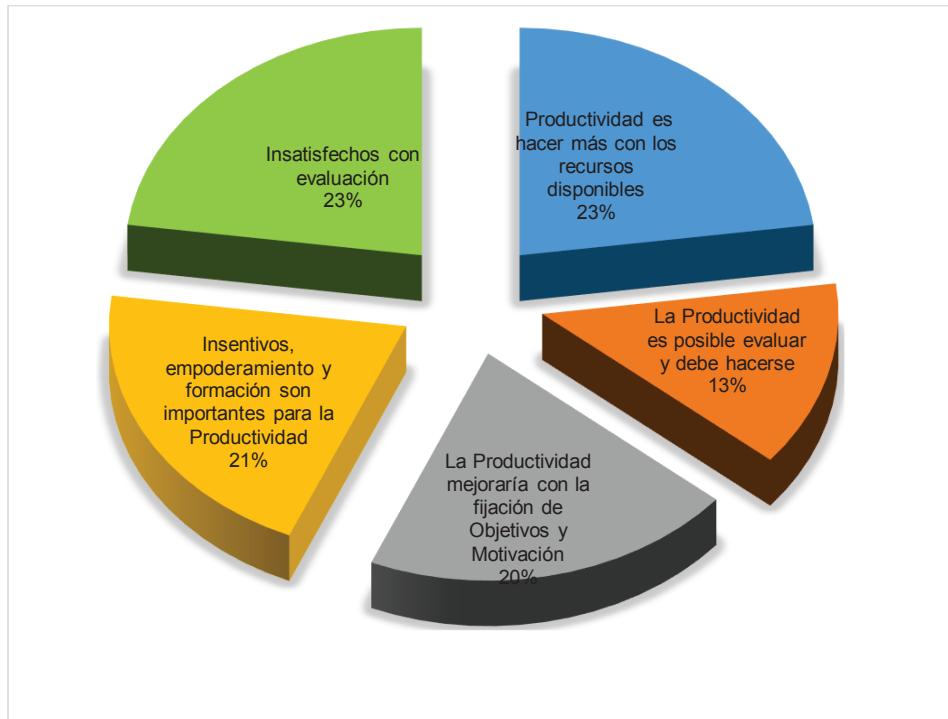
**Figura 3.15.** Resultados de encuesta de satisfacción de al Mtto. de vehículos

### 3.1.3 OPINIÓN DE EXPERTOS- ENCUESTAS ANALISIS

En la investigación se ha seleccionado a un grupo de personas que llevan un promedio de 25 años en la empresa y específicamente en el Departamento de Captaciones y Conducciones su criterio es necesario para mejorar los procesos en DCC. A continuación, se recopila la información suministrada a través de la encuesta realizada al DCC:

#### 3.1.3.1 PRODUCTIVIDAD

En la Figura 3.16 se presentan los resultados obtenidos de la encuesta realizada en el Departamento de Captaciones y Conducciones con la finalidad de evaluar la percepción que se tiene en el Departamento de la productividad.



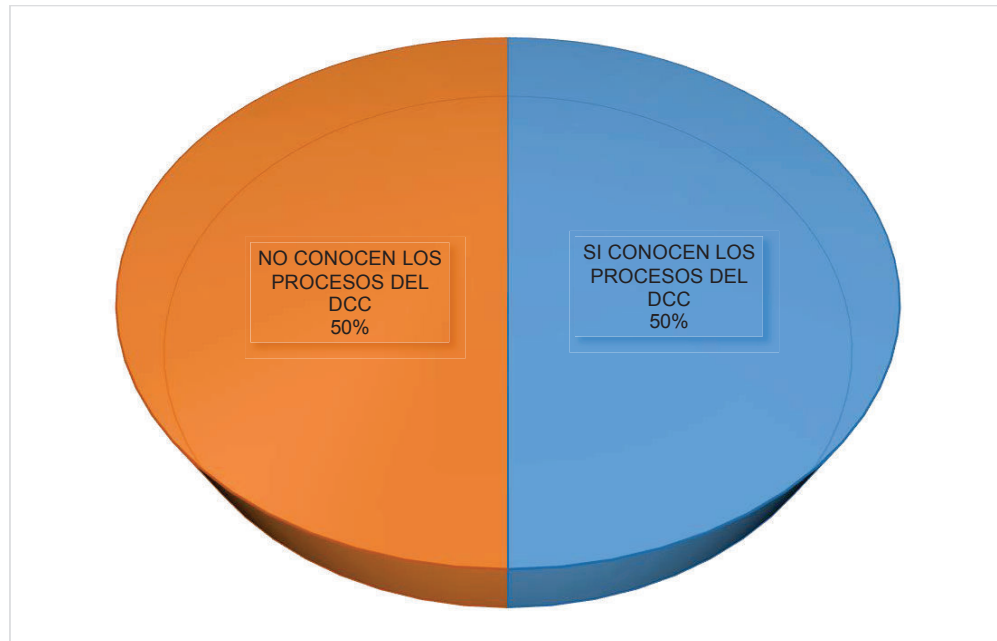
**Figura 3.16.** Resultados de las encuestas realizadas al personal del DCC de la productividad

Según la Figura 3.16 se ve el requerimiento de Objetivos, Motivación, empoderamiento y formación, el concepto de Productividad es mirado como un mejoramiento de los recursos y de la posibilidad de realizar un trabajo satisfactorio.

### 3.1.3.2 PROCESOS

En lo relacionado con los procesos hace falta el conocimiento a fondo de los mismos y sobre todo el compromiso para el cumplimiento de los procesos que se manejan en el Departamento de Captaciones y Conducciones lo cual se muestra en la Figura 3.17:

Como se presenta en la Figura 3.17 sólo el 50 % de los encuestados conocen los Procesos del Departamento, para el presente trabajo de Tesis que el Talento Humano es fundamental que se involucren tanto en los procesos como en la solución de problemas.

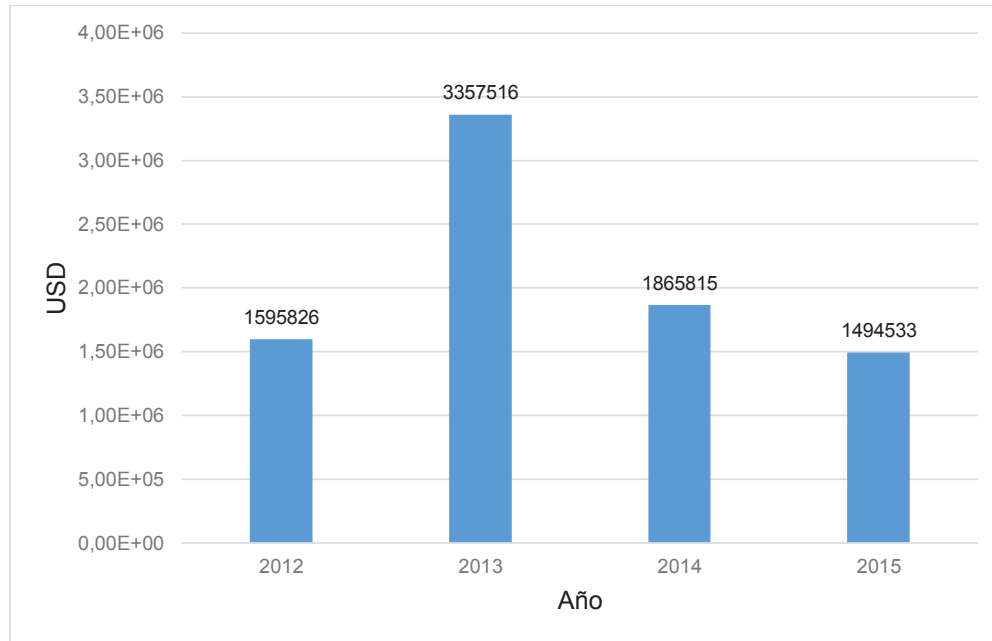


**Figura 3.17.** Gráfico de los resultados de las encuestas realizadas al personal del DCC de los procesos

### 3.1.3.2 RECURSOS

En cuanto a los recursos el 100 % de los encuestados coinciden que no existen recursos para realizar la operación y mantenimiento de los procesos que se manejan en el Departamento de Captaciones y Conducciones. En la Figura 3.18 se puede indicar el Plan Anual de Contrataciones desde el año 2012 al 2015 en el cual se muestra la disminución en el recurso presupuestario.





**Figura 3.18.** Plan anual de contrataciones del DCC en USD

### **3.2 INDICADORES ECOPRODUCTIVOS EN LOS PROCESOS DEL DCC**

Para la determinación de los indicadores Ecoproductivos se revisaron los indicadores que constan en los procesos del Departamento de Captaciones y Conducciones evaluados por procesos y por recursos.

Al existir tres puntos importantes en los procesos que se manejan en el Departamento de Captaciones y Conducciones se contemplan los siguientes parámetros:

- El agua como insumo
- El consumo de energía
- La variabilidad del Mantenimiento
- Recursos

Los recursos tanto en el proceso de la Captación y Conducción de agua cruda como del proceso de mantenimiento de infraestructura es el mismo desde el año 2007 al 2012 es cuando se crea la Unidad de mantenimiento que a partir del año de 2013 se separan los recursos tanto de talento humano como de vehículos siendo así el mantenimiento se analiza con los recursos compartidos.

En la Tabla 3.1 se tienen los indicadores propuestos para el Departamento de Captaciones y Conducciones, basados en los indicadores de los procedimientos del Departamento y que fueron levantados por la consultora Balarezo Consultores en el año 2012 con un criterio Eco Productivo.

**Tabla 3.1.** Resumen de los indicadores considerados para la Estrategia Eco productiva

ENFOQUE	VARIABLE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	FUENTE	INDICADOR PROCESO ANTES DE ESTRATEGIA	INDICADOR PROCESO EN LA ESTRATEGIA	CRITERIO
Por proceso	Volumen de agua captada	Volumen de agua captada vs volumen de agua entregada	Mide las pérdidas desde la captación hasta la entrega en plantas	Mensual	Informes mensuales	Volumen de AP distribuida en los últimos 12 meses 7 (Volumen de agua captada ( ríos y embalses; vertientes; pozos)-Volumen de agua utilizada en procesos de plantas de tratamiento-usos), en los últimos 12 meses ) * 100	Volumen agua para otros usos/volumen agua entregada en plantas	Cuando yo mido con este indicador se cuánto de agua retorna a la naturaleza manteniendo la eco productividad
	Consumo de energía	Consumo de energía vs agua entregada	Mide el consumo de energía por bombeo para el abastecimiento de agua	Mensual	Informes mensuales	Energía generada / Energía programada Energía disponible para la venta / Energía vendida	Energía consumida/agua entregada en plantas energía generada - energía consumida = energía disponible	Desde el enfoque eco productivo al generar la energía y medir el consumo de energía cuanto se recupera
	Número de órdenes de trabajo preventivas	Número de órdenes emitidas vs número de órdenes ejecutadas	Mide la eficiencia en la ejecución del Mtto en el DCC	Mensual	Informes mensuales	Órdenes realizadas /Órdenes de mantenimiento planificadas	Órdenes emitidas - órdenes ejecutadas= órdenes no ejecutadas	La eco productividad mide el desperdicio que en este caso puede manejarse mejor

**Tabla 3.1.1.** Resumen de los indicadores considerados para la Estrategia Ecoproductiva (continuación...)

ENFOQUE	VARIABLE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	FUENTE	INDICADOR PROCESO ANTES DE ESTRATEGIA	INDICADOR PROCESO EN LA ESTRATEGIA	CRITERIO
	Número de órdenes de trabajo correctivas	Número de ordenes preventivas vs número de ordenes correctivas	Mide la eficiencia en la ejecución del Mito preventivo y correctivo	Mensual	Informes mensuales	No existe	Número de ordenes correctivas /número preventivas	La ecoproductividad maneja el uso eficiente de los recursos no es lo mismo una orden preventiva que una correctiva
Por recursos	Número de personal	Variación de personal en el DCC	Mide la afectación del personal en los procesos	Anual	Libros de gestión	No existe	Número de personas /caudal entregado DCC /ordenes preventivas	La ecoproductividad maneja el uso eficiente de los recursos
	Número de vehículos	Variación de vehículos en el DCC	Mide la afectación de vehículos en los procesos	Anual	Matriz de transporte DCC	No existe	Número de vehículos/ caudal entregado DCC número de vehículos /ordenes preventivas	La ecoproductividad maneja el uso eficiente de los recursos

Nota: La comparación me sirve para analizar el comportamiento retrospectivo de cada variable: Volumen, Consumo energía, Número de OT, personal y vehículos; ya que en los indicadores de los procesos son diferentes a los indicadores ecoproductivos de la Estrategia propuesta.

### **3.3 APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

En la aplicación de la Estrategia se analizó cada uno de los procesos que maneja del DCC con la finalidad de incluirle en componente ECO enmarcada con la Visión de la EPMAPS referente a la sostenibilidad.

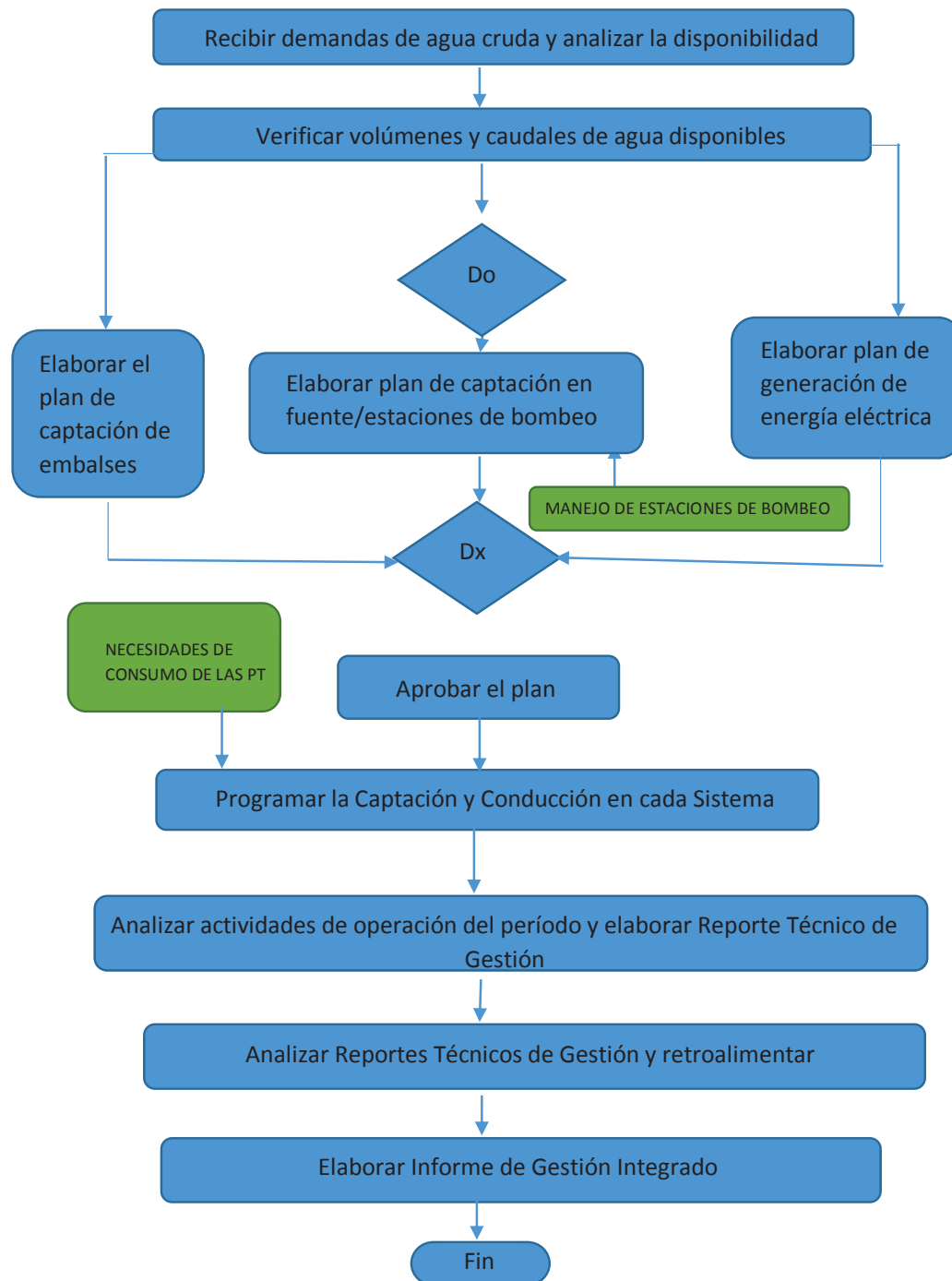
Para lo cual se tomó el flujo de los procesos como se indica en las Figuras 3.19 y 3.20 se reforzaron las actividades y tareas de los subprocesos.

En el caso de la Figura 3.19 como componente ECO se incluye las necesidades de las Plantas de Tratamiento de cada uno de los sistemas que conforman el abastecimiento de agua cruda operado por el DCC así como también se incluye el manejo de las estaciones de bombeo para una optimización en su utilización.

En la Planificación del Proceso se propone coordinar y disponer las acciones al personal de campo, operación y maniobras comprobar su correcta ejecución, en el control de flujo de agua se plantea Medir los caudales antes y en las captaciones para obtener el caudal que se deja de captar o entregar a la naturaleza mensualmente, en el subproceso Información análisis y retroalimentación se sugiere que se incluya la verificación de las acciones de gestión como información de gestión integrado.

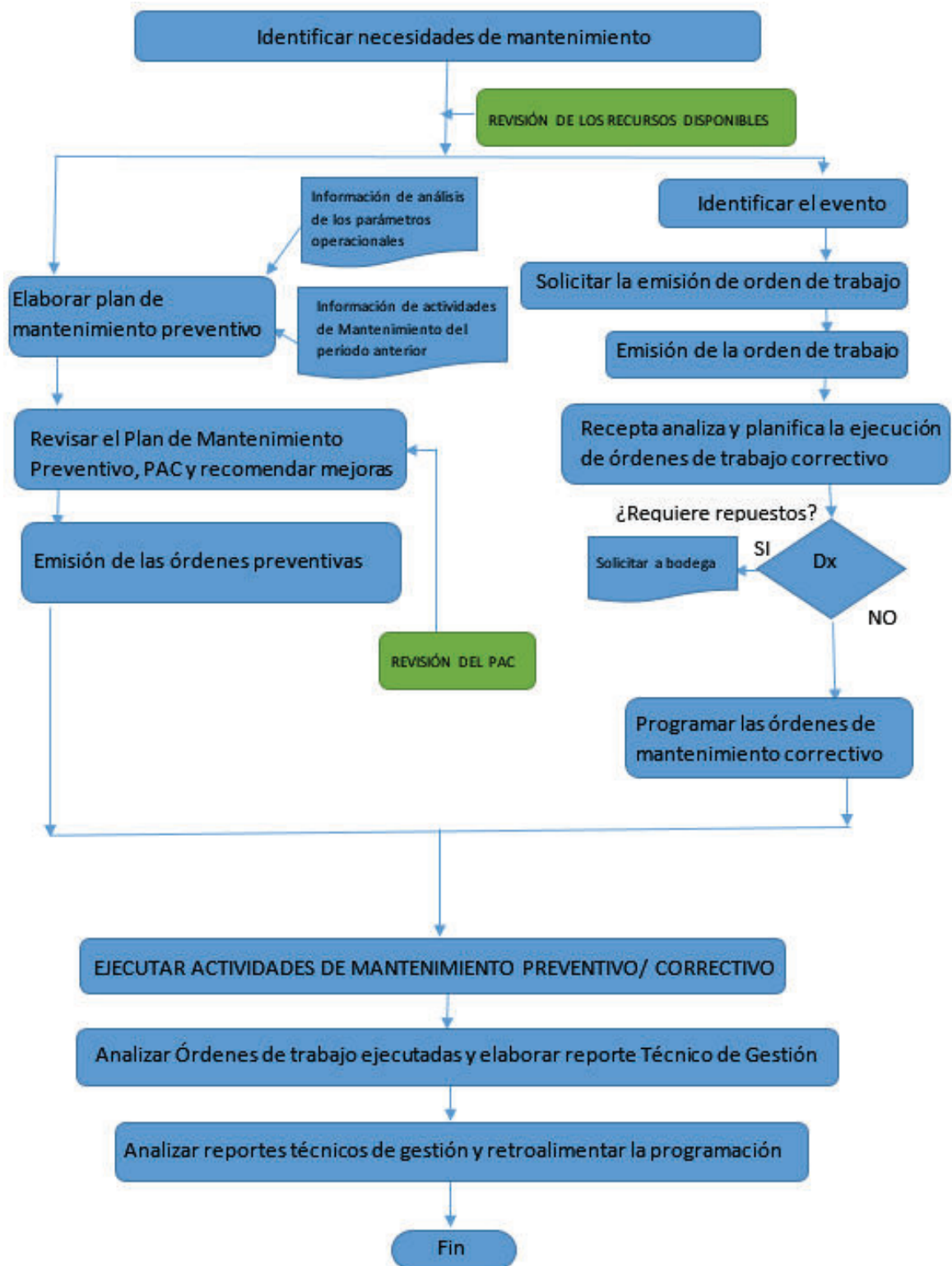
Estas acciones pretenden mantener el control en el proceso para tomar correctivos adecuados y oportunos que beneficien la mejora continua.

Los aportes descritos con la inclusión del concepto ECO productivo se realizó en el detalle de los procesos y subprocesos con la correspondiente especificación para cada uno en el Anexo V.



**Figura 3.19.** Mejoramiento proceso de captación y conducción

Se presenta en este trabajo la Figura 3.20 en la que la aplicación de la estrategia se muestra en el proceso de Mantenimiento de Infraestructura de la Captación y Conducción de Agua en el DCC.



**Figura 3.20.** Mejoramiento de mantenimiento de infraestructura de la captación y conducción

De acuerdo con la Figura 3.20 indica desde el punto de vista Eco ser necesaria la Revisión de los recursos disponibles para la ejecución de las Órdenes de Trabajo de mantenimiento preventivo como las Ordenes de Trabajo de mantenimiento correctivo, además de la Revisión del Plan Anual de Contrataciones (PAC).

En las actividades o tareas del Proceso de Mantener la Infraestructura de Captaciones y conducciones se propone:

En la Planificación del Mantenimiento Preventivo se propone Elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo, Presupuesto y Contrataciones requeridas para el siguiente período y reportar incumplimientos o hallazgos del anterior en detalle, para el correspondiente seguimiento y toma de decisiones eco productivas, Revisar el Plan de Mantenimiento Preventivo y Contrataciones medir los tiempos y demoras en la ejecución del Plan y de los procesos de contrataciones identificando responsables.

En lo que tiene referencia al subproceso de la Ejecución de actividades de Mantenimiento Preventivo y Correctivo se plantea Generar un indicador de eficiencia que permita verificar la frecuencia de la aplicación de las órdenes preventivas, Verificar la necesidad y respetando el plazo mínimo de entrega de materiales, acciones de campo verificando de lo actuado y en caso de negligencia cargar los costos generado por recursos y al ambiente a los responsables.

Para el Subproceso Elaborar Reportes de Gestión, Analizar y Retroalimentar se sugiere Verificar si se han cumplido los objetivos o metas propuestas para incluirlas en la nueva programación con los correctivos que sean del caso a los responsables sin descuidar la responsabilidad ante el ambiente, justificando la causa de la demora o no ejecución y de ser negligencia aplicar los correctivos correspondientes a los responsables y la respectiva toma de decisiones eco productivas.

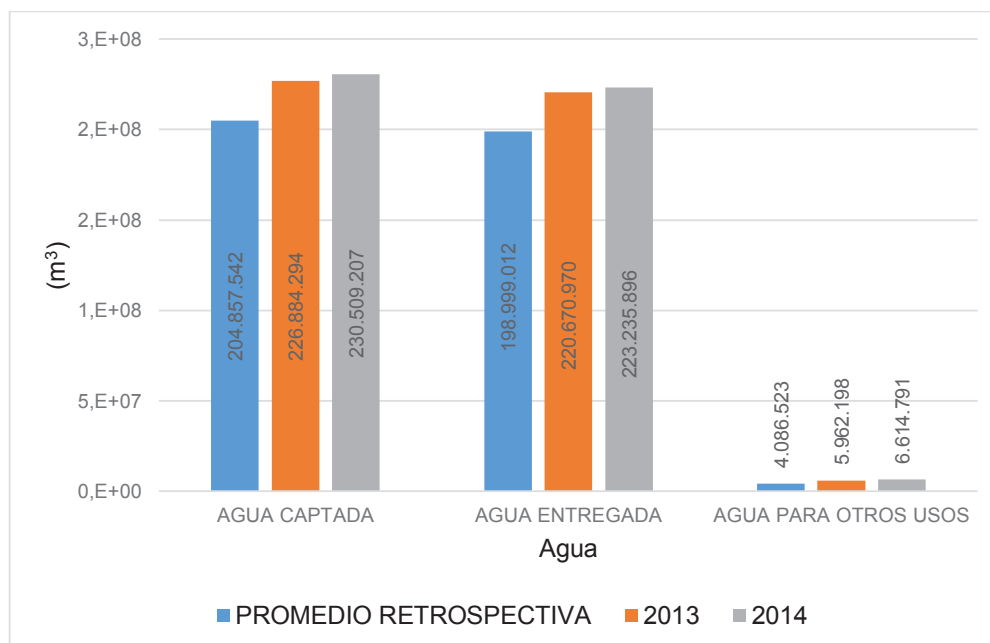


### 3.4 MEJORAMIENTO COMO APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

A continuación, se presenta las mejoras con la aplicación de la Estrategia propuesta en cada uno de los insumos y materiales analizados se han tomado los datos en retrospectiva del período del 2007 al 2012 y se ha realizado la aplicación de los indicadores propuestos para el año 2013 y 2014 evaluando su comportamiento.

#### 3.4.1 AGUA COMO INSUMO

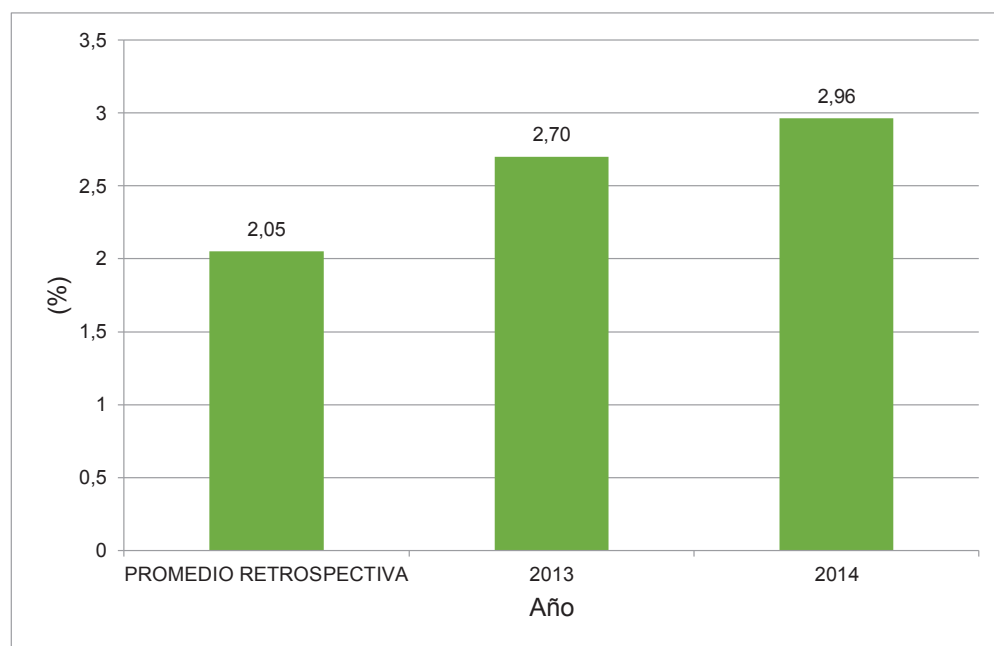
En el proceso de la Captación y Conducción de Agua del DCC se realizó la inclusión de los indicadores de la Tabla 3.1 manejando los datos de la retrospectiva hasta el 2012 con los datos reales del 2013 y 2014 como se indica en la Figura 3.21:



**Figura 3.21.** Volumen de agua cruda del DCC

La propuesta de la estrategia con la finalidad de cuantificar el agua que regresa a la naturaleza como se visualiza en la Figura 3.21 se puede tener con el agua para otros usos luego del abastecimiento de las Plantas de Tratamiento como es el objetivo del proceso de captación y conducción de agua cruda.

Además, que se puede tener también el porcentaje del volumen de agua para otros usos con relación al agua entregada en las Plantas de Tratamiento como se muestra en la Figura 3.22:



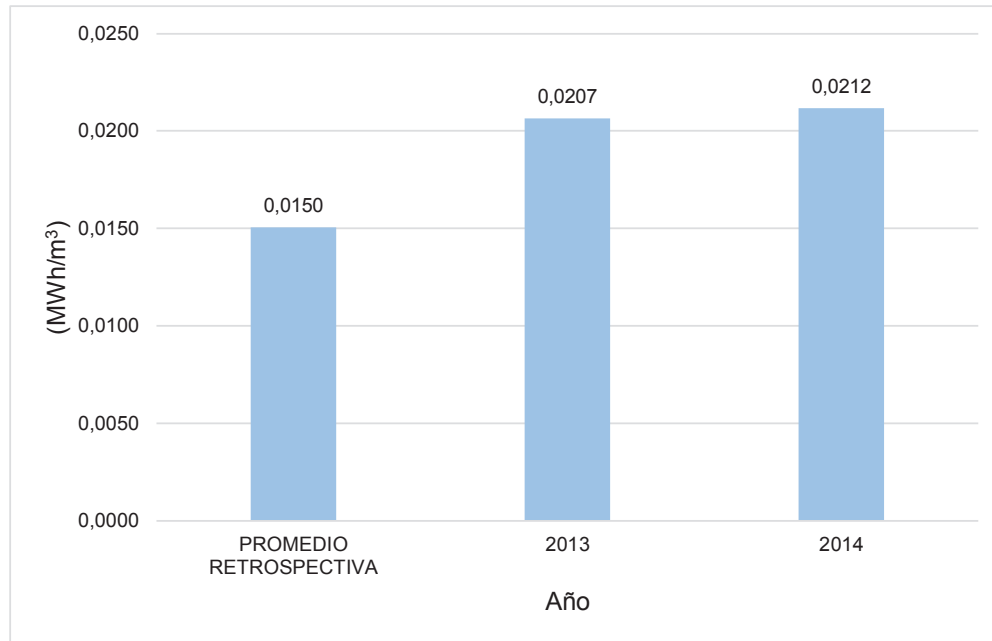
**Figura 3.22.** Indicador que relaciona el volumen de agua para otros usos con el agua entregada en PT

En la Figura 3.22 se evidencia un incremento en el porcentaje de agua para otros usos en relación con el agua entregada en las Plantas de Tratamiento de cada uno de los sistemas que conforman el Departamento de Captaciones y Conducciones.

### 3.4.2 CONSUMO DE ENERGÍA

En el consumo de energía al tener un sistema que funciona con líneas de bombeo como es el caso del Sistema Papallacta integrado es un tema importante para tomarlo en consideración.

En referencia con el consumo de energía se propone tener dos indicadores el uno que relaciona la Energía consumida con el agua cruda entregada en las Plantas de Tratamiento como se muestra en la Figura 3.23:

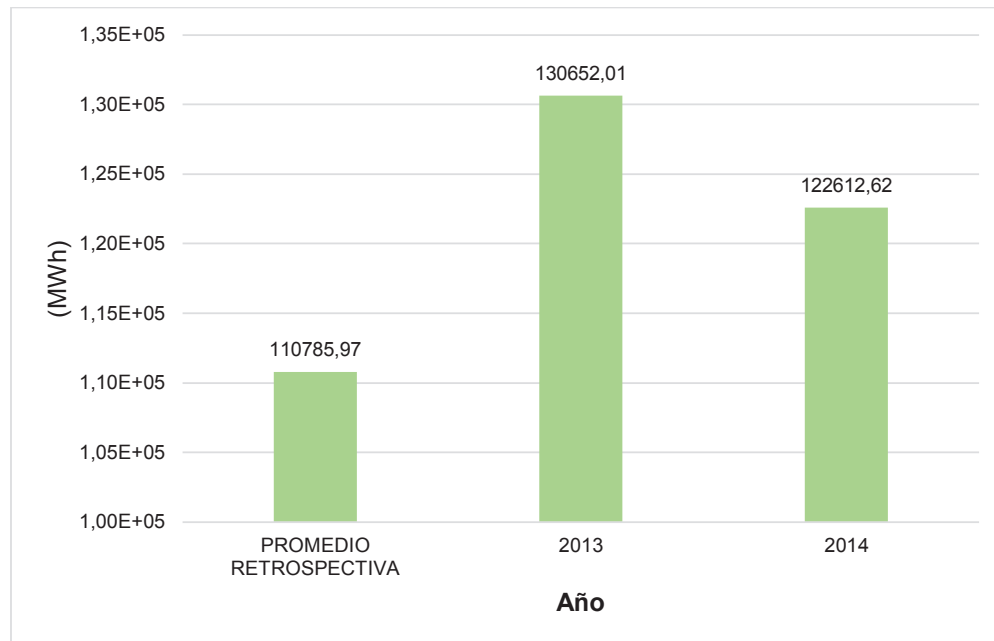


**Figura 3.23.** Indicador que relaciona la energía consumida con el agua entregada en las PT

Según la Figura 3.23 hay un incremento considerable del consumo de energía como del volumen entregado a las Plantas de Tratamiento asociadas a los sistemas del Departamento de Captaciones y Conducciones.

Y el otro indicador, como uno de los beneficios que se tiene con la generación de energía eléctrica es contar con energía disponible luego de su utilización en el consumo de las estaciones de bombeo como se indica en la Figura 3.24:

Como se muestra en la Figura 3.24 existe un incremento en de la energía disponible para el año 2013, mientras que para el año 2014 hay una disminución probablemente debido al incremento del consumo en ese año.

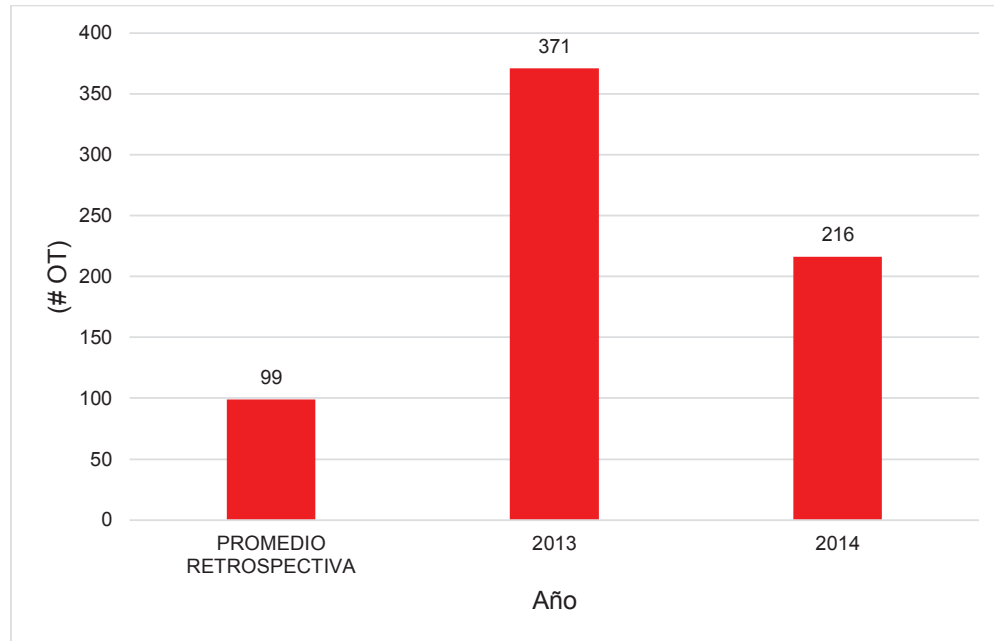


**Figura 3.24.** Energía disponible que resulta de la energía generada menos la energía consumida

### 3.4.3 PROCESO DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DCC

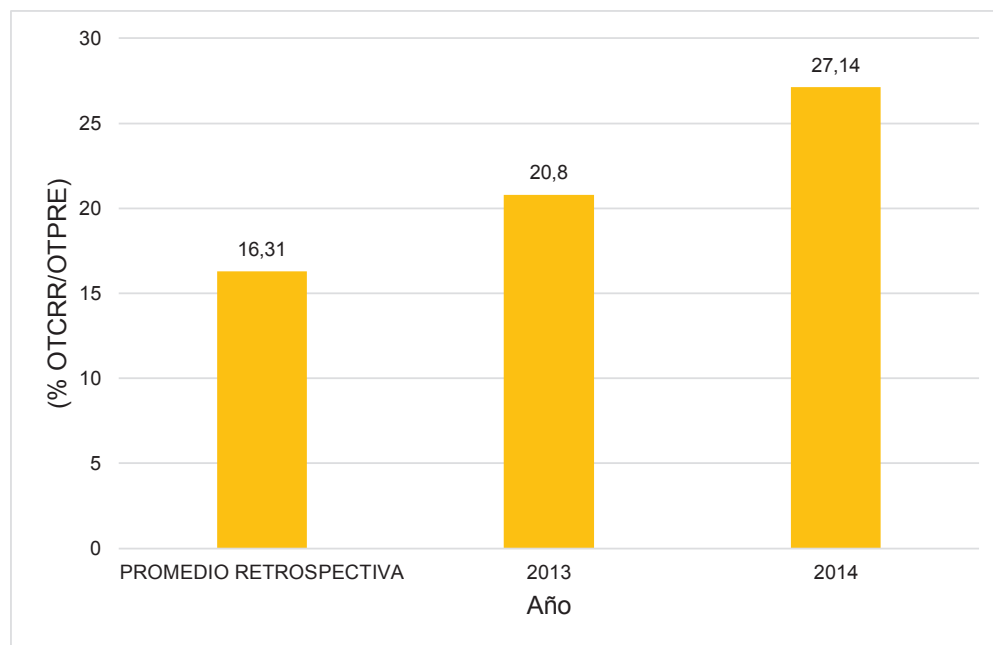
En el proceso del Mantenimiento de Infraestructura de la Captación y Conducción de Agua cruda se propone evaluar las OT no realizadas luego de ser planificadas para que se tenga en cuenta las razones reales de la falta de cumplimiento. En la Figura 3.25 se muestra el número de Órdenes de Trabajo no realizadas para los años de aplicación:

Con base en los datos indicados en la Figura 3.25 se tiene que un gran número de Órdenes de Trabajo no fueron realizadas, desde el punto de vista Eco productivo se considera como desperdicio.



**Figura 3.25.** Número de OT no realizadas del DCC

De acuerdo con la Órdenes de Trabajo Preventivas como con las Órdenes de Trabajo Correctivas se presenta el porcentaje de esta relación en la Figura 3.26:



**Figura 3.26.** Indicador del porcentaje que relaciona las órdenes de trabajo correctivas con las órdenes preventivas ejecutadas

Según la Figura 3.26 se muestra que para el año 2014 se tiene un incremento en el porcentaje, esto se da posiblemente debido al incremento en las Órdenes de Trabajo Correctivo.

#### **3.4.4 MANEJO DE RECURSOS**

En relación al manejo de los recursos se plantea en este trabajo la revisión de los vehículos y del personal. Para contar con productividad eficiente en el capítulo 1 se enfatizó la importancia del Talento Humano.

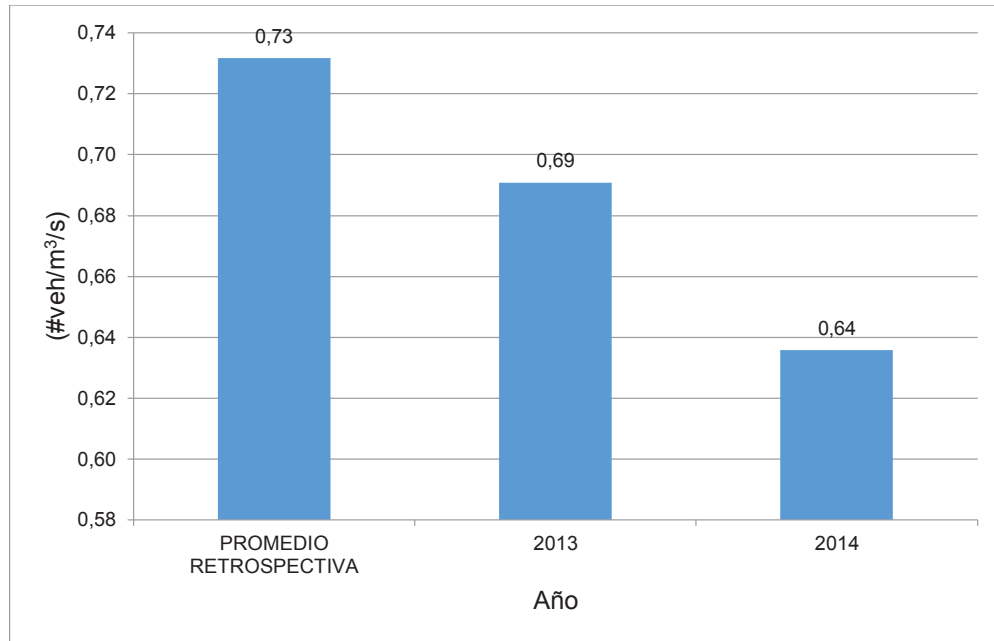
Para tener tanto en el Proceso de Captación y Conducción de Agua como en el Proceso de Mantenimiento de la Infraestructura del DCC se requiere contar con personal especializado y con un medio de movilización ya que las Captaciones son en sitios alejados.

En la Figura 3.27 se muestra el indicador que relaciona el número de vehículos con el caudal de agua entregada en las Plantas de Tratamiento asociadas del Departamento de Captaciones y Conducciones.

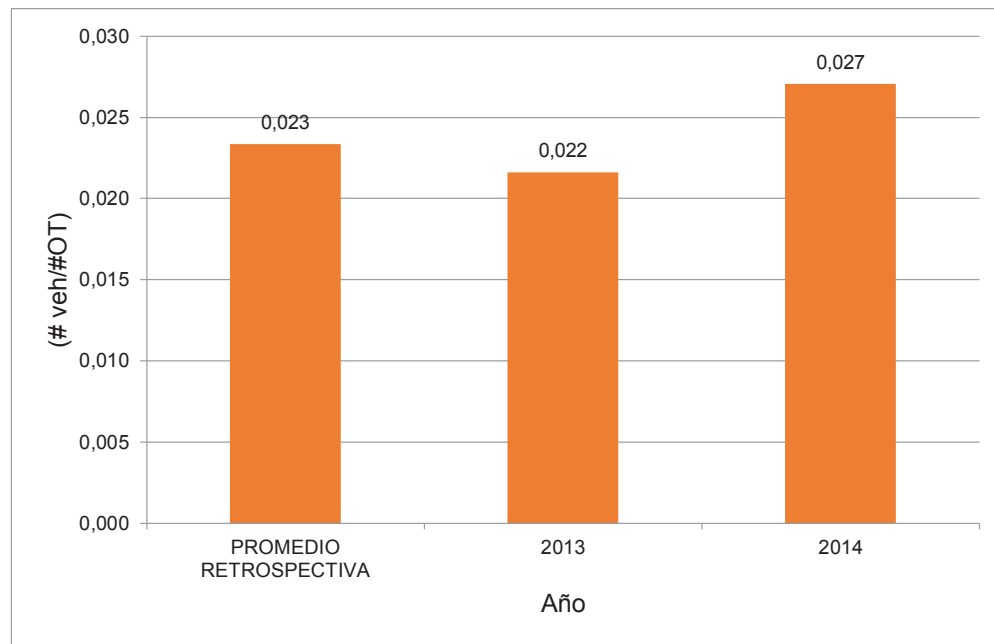
De acuerdo con los datos presentes en la Figura 3.27 se puede indicar la disminución del número de vehículos.

En la Figura 3.28 se presenta el indicador que relaciona el número de vehículos relacionado con el número de Órdenes de Trabajo ejecutadas:

Con relación a los datos de la Figura 3.28 se visualiza una disminución en la ejecución del número de Órdenes de Trabajo para el año 2014.

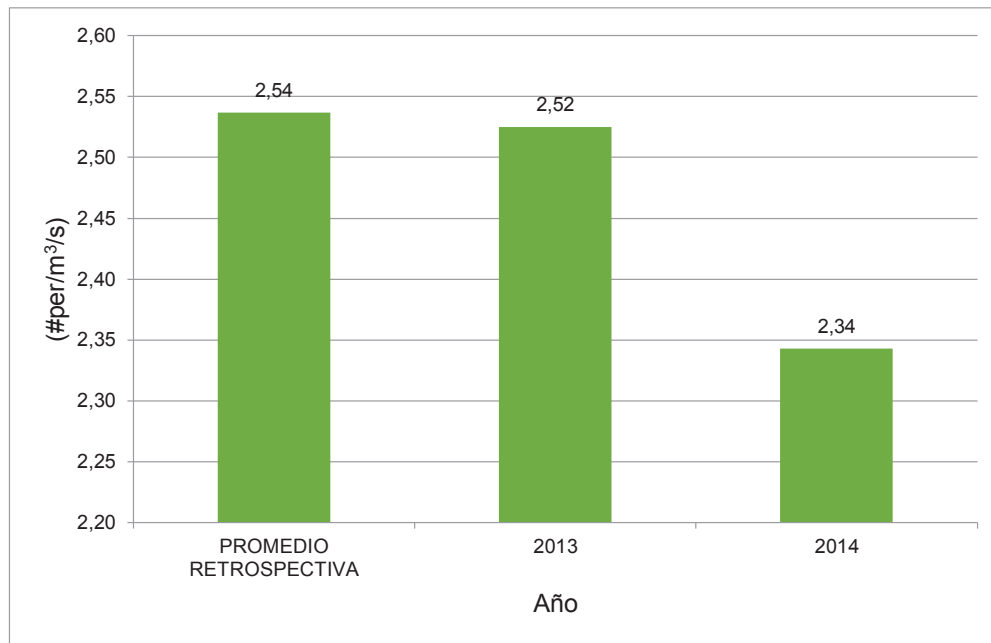


**Figura 3.27.** Indicador que relaciona el número de vehículos con el caudal entregado en PT



**Figura 3.28.** Indicador que relaciona el número de vehículos con el número de órdenes de trabajo

En referencia al personal o Talento Humano del Departamento de Captaciones y Conducciones se muestra en la Figura 3.29 el indicador que relaciona el Número de personas con el caudal entregado en las Plantas de Tratamiento:

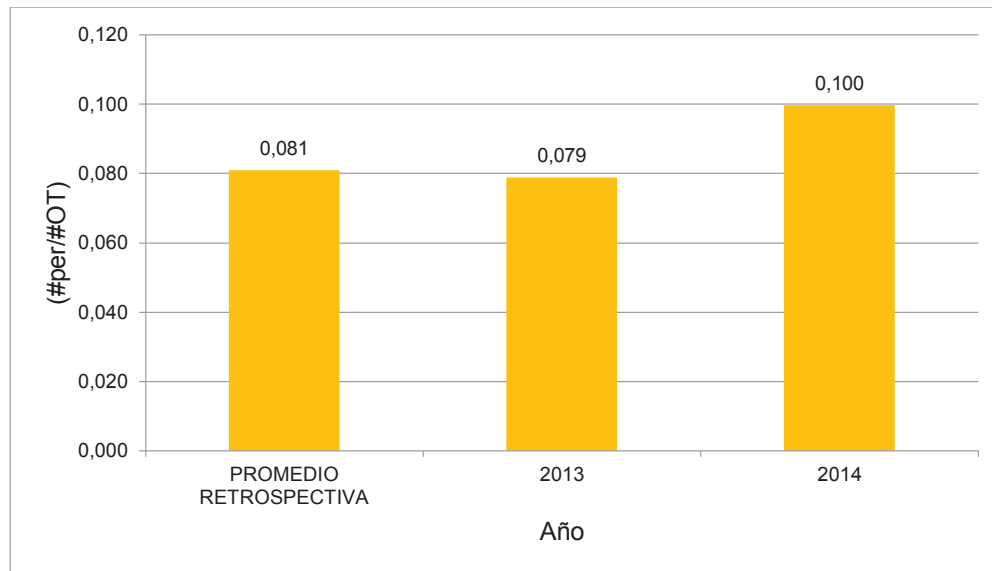


**Figura 3.29.** Indicador que relaciona el número de personas con el caudal entregado en PT

Según la Figura 3.29 los datos muestran una gran disminución para el año 2014 del personal.

En referencia a la Figura 3.30 que se indica la relación entre el personal y el número de Órdenes de Trabajo ejecutadas se presenta a continuación:





**Figura 3.30.** Indicador que relaciona el número de personas con el número de órdenes de trabajo

Como se indica en la Figura 3.30 los datos muestran una disminución en la ejecución de las Órdenes de Trabajo Preventivas.

El mejoramiento con la estrategia consiste en la inclusión de éstos indicadores que permitirán tener elementos de análisis que lleven a un manejo de los procesos con mayor control de los insumos que opera y de los recursos asociados a los mismos.

### 3.5 PROYECCIÓN

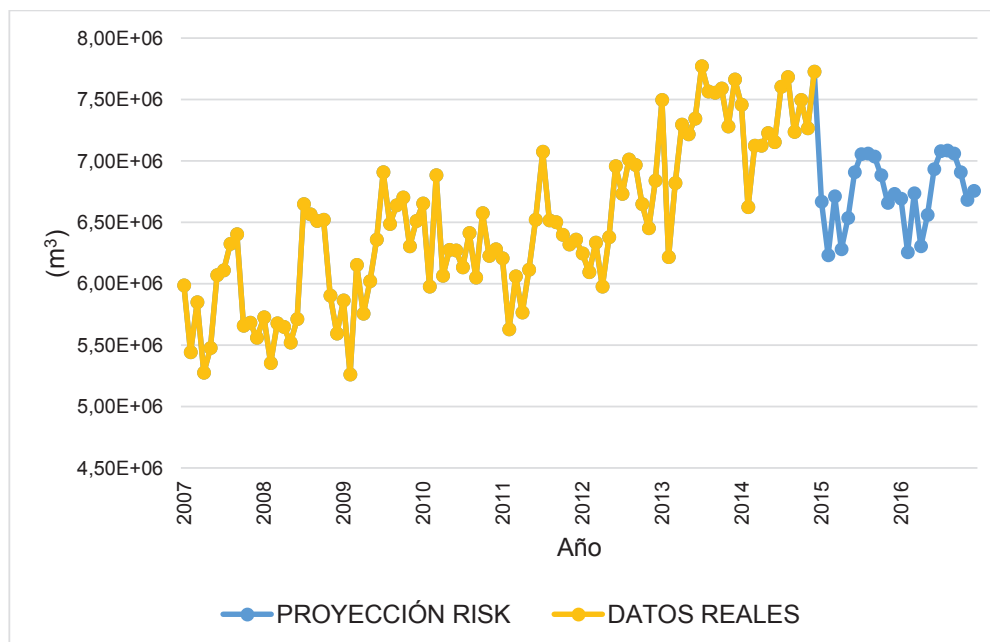
Con la Estrategia aplicada se realiza la proyección de lo que se requeriría en el DCC para el mejoramiento de la utilización de los recursos necesarios para el cumplimiento de los procesos que maneja el DCC.

Para la proyección planteado en los objetivos de este trabajo de investigación se utilizó como herramienta el software risk simulator (modelación en el Anexo VI) y todas las figuras expuestas a continuación se simularon para el año 2015 y 2016 para cada uno de los parámetros en análisis.

### 3.5.1 PROCESO DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN

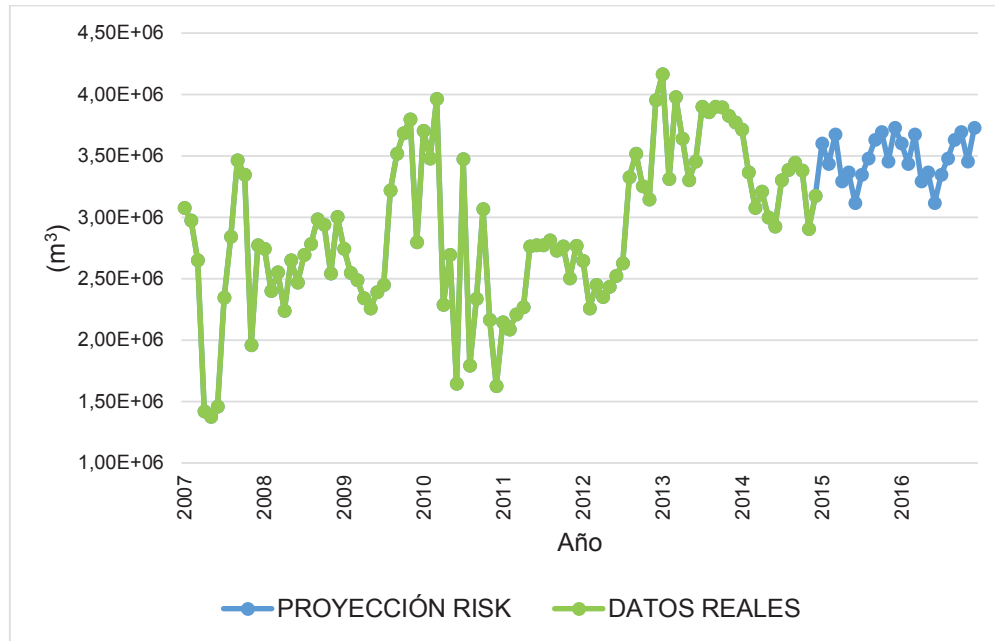
#### 3.5.1.1 AGUA COMO INSUMO

En las Figuras 3.31, 3.32, 3.33 y 3.34 se realizan las proyecciones de cada uno de los sistemas que forman parte del Departamento de Captaciones encontrándose que la captación tiene la probabilidad de mejorar el control del proceso.



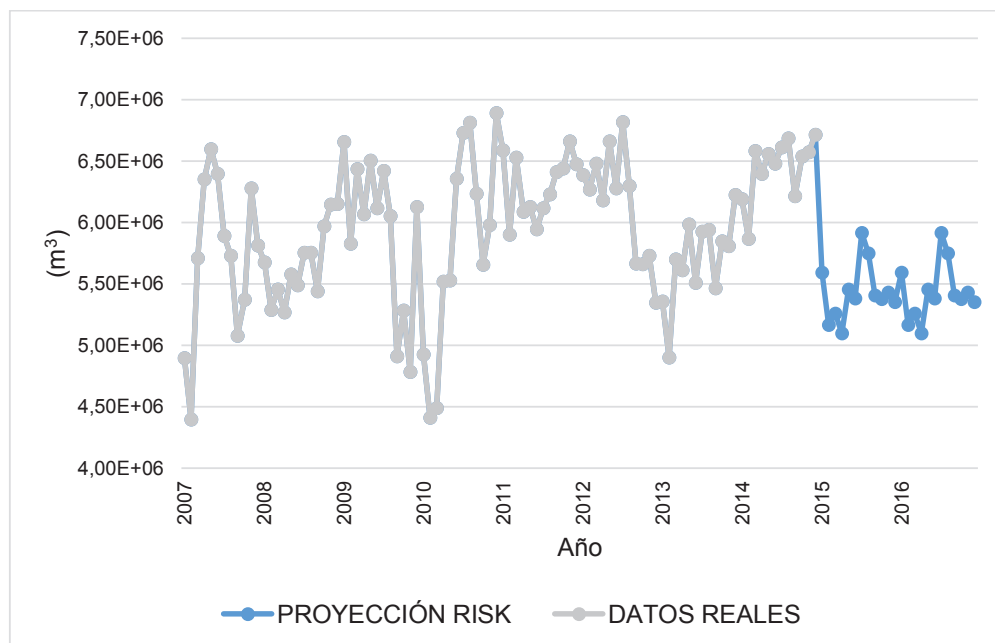
**Figura 3.31** Proyección de la captación del SPI 2015 y 2016

Según la Figura 3.31 para la captación del Sistema Papallacta Integrado la proyección se muestra controlada posiblemente porque este sistema tiene embalses que le permiten manejar el abastecimiento.



**Figura 3.32.** Proyección de la captación del SMQS 2015 y 2016

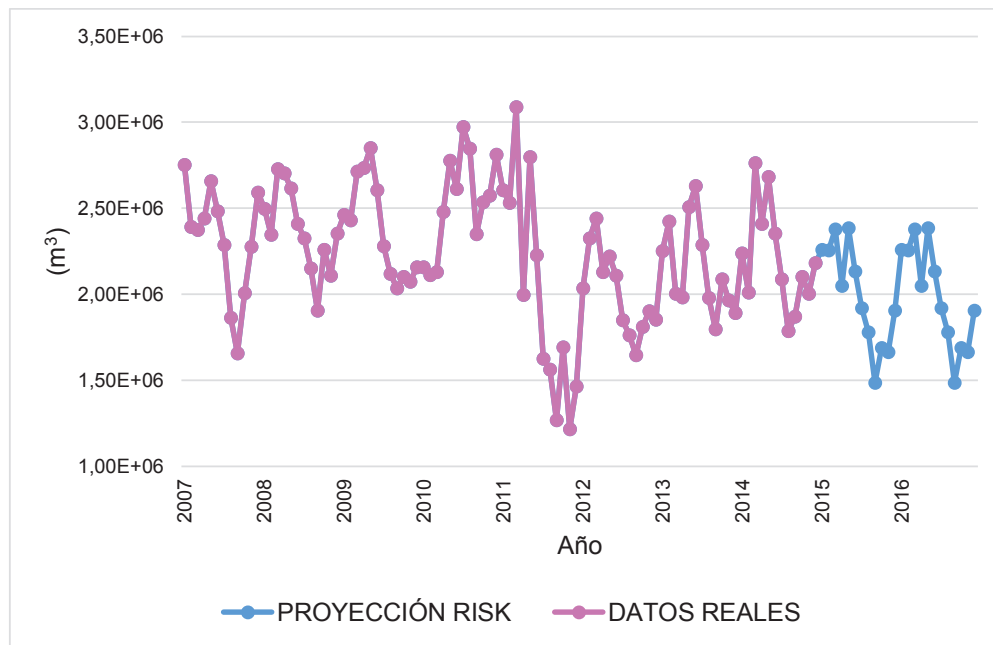
De acuerdo con la Figura 3.32 para la captación del Sistema Mica Quito Sur la proyección se muestra controlada posiblemente porque este sistema tiene el embalse la Mica y que además cuenta con una medición adecuada.



**Figura 3.33.** Proyección de la captación del SCOR 2015 y 2016

En referencia a la Figura 3.33 que muestra la proyección de la captación del Sistema de Conducciones Orientales es irregular ya que es un sistema de canal abierto que no cuenta con almacenamiento.

Según la Figura 3.34 la proyección de la captación del Sistema de Conducciones Occidentales es irregular ya que es un sistema que cuenta con varios subsistemas y que además son aislados de canal abierto.

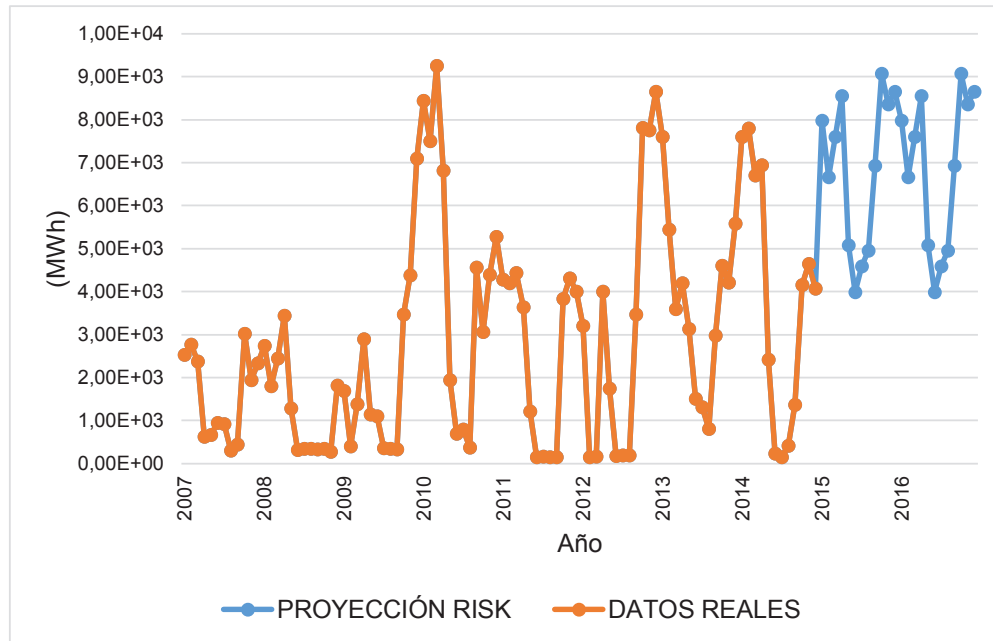


**Figura 3.34.** Proyección de la captación del SCOC 2015 y2016

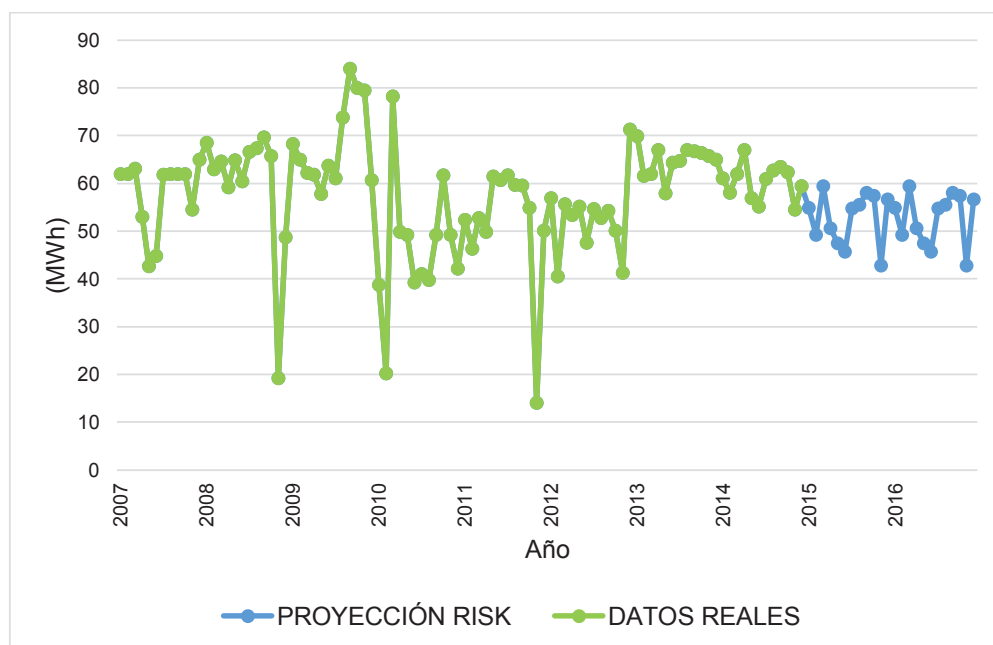
### 3.5.1.2 Consumo de Energía

En el caso del consumo de energía se puede mantener un control para manejar su consumo y de esta manera incrementar la energía disponible y comercializarla para beneficio de la Empresa. En las Figuras 3.35 y 3.36 se muestra la proyección del consumo de energía en las centrales hidroeléctricas Recuperador y El Carmen.

Según la Figura 3.35 el consumo en la Central Hidroeléctrica Recuperadora requiere control ya que se tiene fundamentalmente el consumo de bombeo de las estaciones del Sistema Papallacta.



**Figura 3.35.** Proyección del consumo de energía SPI 2015 y 2016

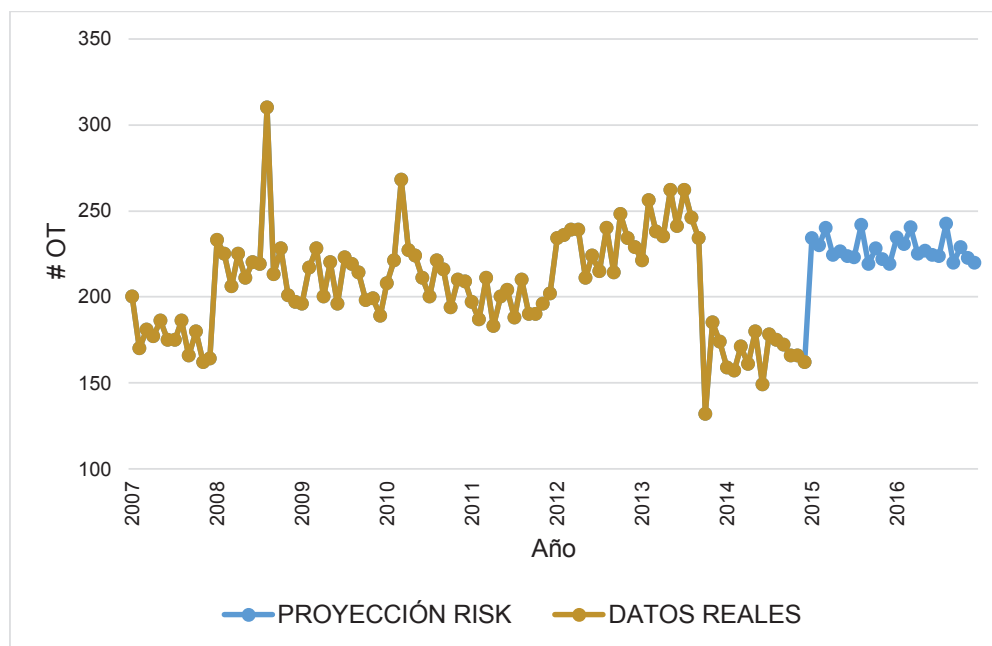


**Figura 3.36.** Proyección del consumo de energía SMQS 2015 y 2016

En referencia a la Figura 3.36 se tiene más control en la proyección de la Central Hidroeléctrica El Carmen ya que los valores actualmente son tomados de una medición precisa.

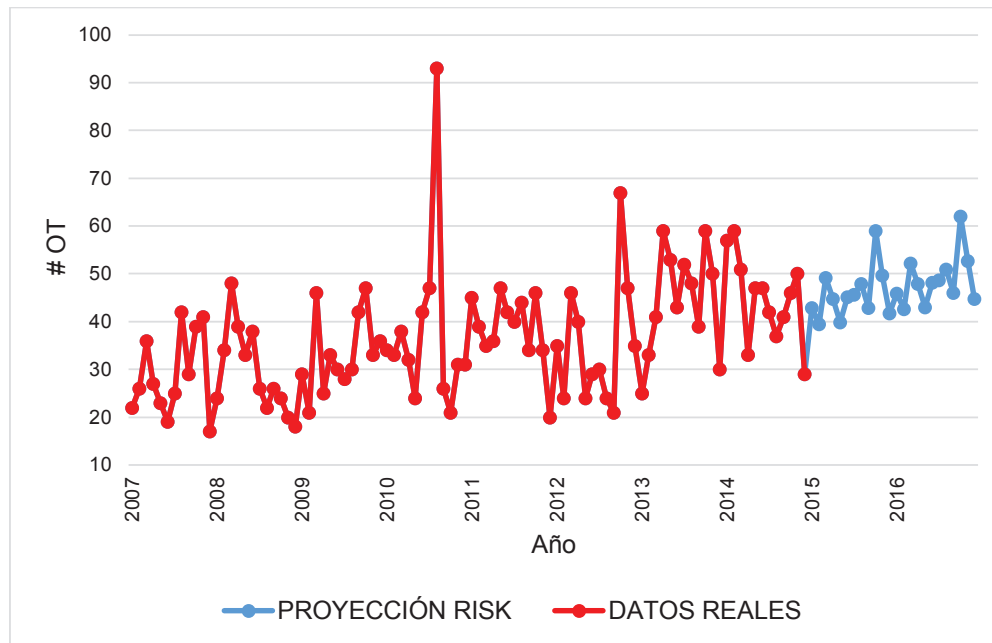
### 3.5.2 PROCESO DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DCC

En el caso del mantenimiento se indica un ajuste necesario tanto en el mantenimiento preventivo como el mantenimiento correctivo ya que al no existir recursos la planificación del mantenimiento preventivo se hace necesaria. En las Figuras 3.37 y 3.38 se presentan las proyecciones de los mantenimientos preventivo y correctivo respectivamente con el Risk Simulator.



**Figura 3.37.** Proyección del mantenimiento preventivo DCC 2015 y 2016

Según la Figura 3.39 para el mantenimiento preventivo tiende a una media conforme la proyección, pero esto estaría sujeto a los recursos disponibles.



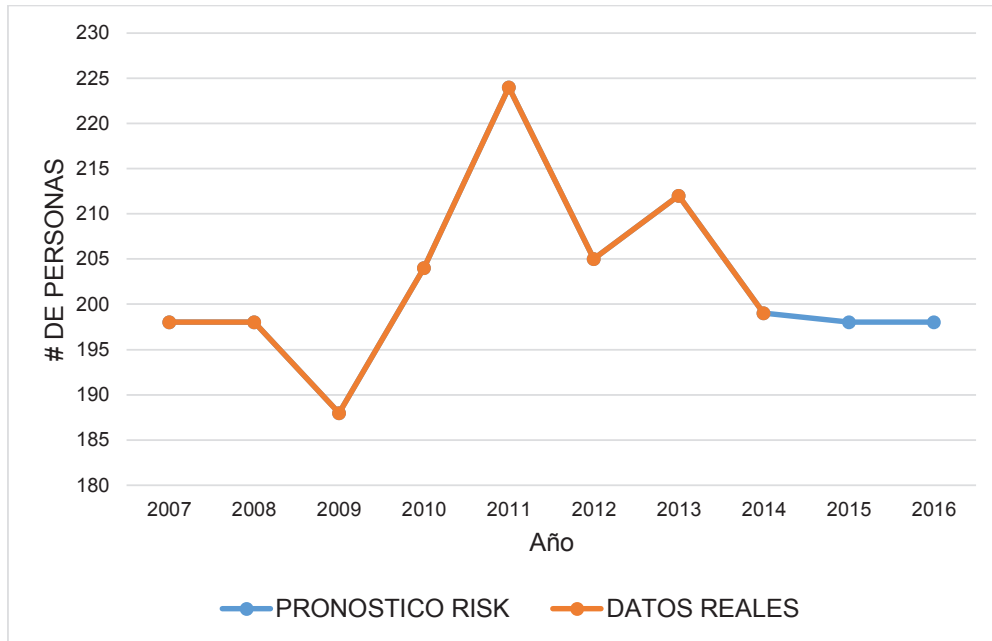
**Figura 3.38.** Proyección del mantenimiento correctivo DCC 2015 y 2016

Como se muestra en la Figura 3.38 el mantenimiento correctivo su tendencia en la proyección es controlar su variabilidad.

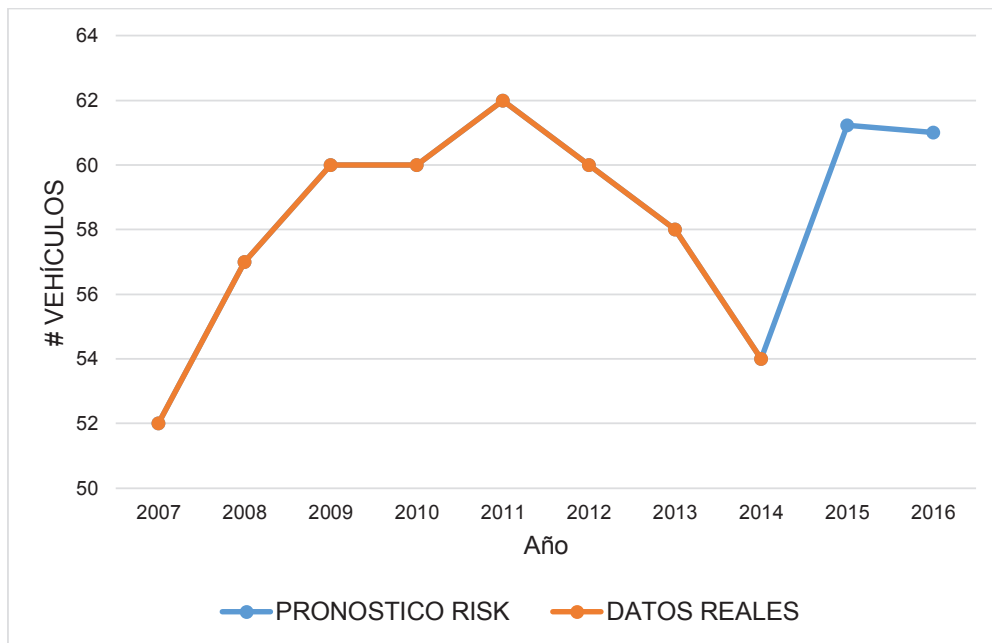
### 3.5.1 MANEJO DE RECURSOS

Con los recursos escogidos para el análisis de la presente investigación como son el Talento Humano como los vehículos al realizar la proyección con el Risk Simulator que se indica en las Figuras 3.39 y 3.40 que los recursos disminuyen en la realidad lo cual representa un problema para la operación y mantenimiento de los dos procesos que maneja el Departamento de Captaciones y Conducciones.

Para el Talento Humano según la Figura 3.39 requiere mantener personal para que no existan problemas en el desarrollo de los procesos del Departamento de Captaciones y Conducciones.



**Figura 3.39.** Proyección del Talento Humano del DCC 2015 y 2016



**Figura 3.40.** Proyección de vehículos del DCC 2015 y 2016

Como se muestra en la Figura 3.40 los vehículos deben subir uno por año y requieren ser renovados para que no se pierda tiempo en los mantenimientos vehiculares.



### 3.6 SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA

Luego de la proyección para el año 2015 y 2016 se realiza el seguimiento para esos años, con los indicadores propuestos para los procesos con el punto de vista de Ecoproductivo, no se relaciona el personal y vehículos ya que son recursos y los productos de los procesos sujetos a este estudio son los indicados en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Productos de los procesos del DCC con los indicadores Ecoproductivos

AÑOS	AGUA (%)	CONSUMO DE ENERGÍA (MWh/m <sup>3</sup> )	MANTENIMIENTO (# OT)
2013	2,702	0,0207	371
2014	2,963	0,0212	216
2015	2,714	0,0240	229
2016	2,953	0,0240	229

## **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- De la investigación y en especial de los parámetros de diseño e implementación de una estrategia se concluye que no se cuenta un control de procesos que permita una mejora continua fundamentada en las actividades de captación y conducción del DCC de la EPMAPS.
- Es necesario contar con procesos exhaustivos, controlados que persigan sostenibilidad y puedan generar requerimientos de recursos o redistribuirlos eficaz y eficientemente que para el caso del DCC es perfectamente aplicable a los procesos de Captación, Conducción y el del Mantenimiento de Infraestructura a cargo.
- El Proceso de captación y conducción dentro del Departamento de Captaciones y Conducciones se encuentra bajo control en sus actividades mientras que el proceso de mantenimiento tiene una variabilidad y con el agravante de que la falta de recursos es un factor que convierte al proceso en riesgo.
- Uno de los conflictos que primero es necesario mejorar es la falta de compromiso en la misión y visión de la Empresa del personal a todos los niveles para que se institucionalicen soluciones que partan del DCC y puedan ser extensivas a todos los departamentos dentro de sus respectivos procesos para la mejora continua de la EPMAPS.
- El objetivo estratégico de la EPMAPS de la optimización de la operación y mantenimiento de infraestructura aplicable al DCC que no cuenta con la información de un indicador que refleje la ejecución de las Órdenes de Trabajo. Y otros similares que sean introducidos para medir el comportamiento eco productivo.

- Implantar un mecanismo e indicador de control de la coordinación entre la demanda de agua a potabilizar y la verificación del agua disponible, mismo que pueda ser medible y susceptible de mejora continua por el resultado inmediato.
- Para la actividad de generación eléctrica donde sea aplicable, medir el manejo eficiente del consumo de bombeo y la recuperación de los recursos consumidos en esta actividad a corto plazo convirtiendo el proceso en sostenible.
- Transparentar la coordinación, disposición y accionar del personal de campo en operación y mantenimiento mediante un indicador que permita evidenciar la correcta ejecución en procesos en donde sea fácilmente comprobable.
- Visibilizar los valores de caudal que se dejan de captar para entregar a la naturaleza a fin de cumplir con las reglamentaciones que la Agencia de Regulación y Control de Electricidad estipula como actividades para alcanzar el cuidado ecológico en acciones de Captación de agua para consumo humano, que bien pudiera plasmarse en un eco indicador.
- Es necesario generar los informes de gestión integrados en el que se incluyan parámetros de verificación perfectamente medibles de las acciones en los subprocesos que favorezca los desempeños y desarrollo óptimo de los mismos. Estos informes deberán en su mayoría contener formatos técnicos que permitan retroalimentar deficiencias, incumplimientos, riesgos y fortalezas.
- Se hace indispensable la elaboración de el Plan de Mantenimiento Preventivo y Presupuesto en las contrataciones futuras de tal modo que permita su seguimiento, reporte de incumplimientos en plazo y operación, hallazgos omitidos del anterior plan con detalles para el correspondiente control y toma de decisiones que incluyan responsables dentro de la misión que por el cuidado del ambiente profesa la EPMAPS.

- Son necesarios incluir indicadores de eficiencia que permita verificar la frecuencia en la aplicabilidad de órdenes preventivas, correctivas y de emergencia convirtiendo estas acciones en hechos automáticos medibles del mantenimiento y consumo de recursos simultáneamente, esto es respetando el plazo, entrega de materiales, verificación in situ de lo actuado y en caso de negligencia transparentar y medir los costos al proceso y ambiente para poder trasladar los mismos a los responsables.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Contar con la información completa, necesaria y suficiente en el Departamento de Captaciones y Conducciones de manera que se pueda discriminar por sistema los valores de consumos, residuos y gastos de los recursos para garantizar la retroalimentación automática e inmediata que favorezca la estrategia estudiada.
- Es recomendable que los procesos sean controlados en cuanto a sostenibilidad y sus parámetros de recursos en especial para la captación y conducción con la transversalidad del mantenimiento.
- Eliminar del diseño para la estrategia la variabilidad en los mantenimientos de manera tal que no se convierta en amenaza y atente al buen desempeño eficiente y eficaz de los sistemas, transformando las acciones en proactivas.
- Las estrategias deben ser dinámicas, medibles en el tiempo y en las metas y de no concretar el funcionamiento esperado avanzar con otra hasta lograr los objetivos que el DCC se ha propuesto a corto plazo.
- Se debe difundir masivamente tanto la misión como la visión de la Empresa con el propósito de empezar el comprometimiento de sus trabajadores a

todos los niveles en concretar objetivos, mejorar procesos, subir indicadores y plasmar logros sostenibles productivos.

- Hacer evidente la falta de recursos del DCC por subplanificación, asignación insuficiente en el presupuesto o desvío de fondos para fines emergentes que impidan el desarrollo establecido en la estrategia, en especial dirigido a las Auditorías Internas y Externas enfocarlas a la Calidad.
- El concretar debidamente indicadores es altamente recomendable, para lo cual se hace necesario generar la información adecuada y a tiempo en especial atención a las órdenes de trabajo y similares involucradas en medir el comportamiento ecoproductivo.
- Dedicar y concretar una coordinación para las actividades de bombeo con el uso de indicadores que midan la recuperación de energía de ser posible en el mismo sistema SCADA actualmente operado en la Empresa.
- Coordinar las actividades de campo eficiente, evaluando los valores que arrojan los indicadores y su perfeccionamiento inmediato y como mínimo una vez al año.
- Incluir en las matrices de auditorías tanto en calidad como ambientales el seguimiento continuo del cumplimiento y control de las reglamentaciones y leyes aplicables que enfatizan en la ecología con el control de los caudales ecológicos y ambientales.
- Aplicar la estrategia propuesta que ha superado las deficiencias encontradas en el análisis retrospectivo y que proyectando acciones al futuro inmediato pretende favorecer la productividad de la mano con el cuidado del ambiente, por lo que recomendaría su inserción, control y seguimiento anual al ser perfectamente revisable, modificable en pro de la sostenibilidad y cuidado del recurso del agua para consumo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asfahl, R. (2000). *Seguridad Industrial y Salud*, (4ta. ed.). México: Pearson Prentice Hall.
2. Bain, D, (1985). *Productividad la Solución a los Problemas de la Empresa*. México: Mc.Graw-Hill.
3. Burgwal, G. y Cuéllar, J. (1999). *Planificación Estratégica y Operativa: aplicada a Gobiernos Locales*. (1ra. ed.). Quito: Abya Yala.
4. Bustos, F. (2007). *Manual de Gestión y Control Ambiental*. (2da. ed.). Quito: Acierto Gráfico.
5. CISMIL (Centro de Investigaciones Sociales del Milenio). (2007). *II Informe Nacional de los Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Ecuador: CISMIL, PNUD, SENPLADES.
6. CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad). (2014). *Regulación Autogeneradores-001/14*. Quito.
7. David, F. (2003). *La Gerencia Estratégica*. (9na. ed.). México: Pearson.
8. EPMAPS. (2015). *Memoria de Sostenibilidad*. Quito.
9. EPMAPS. (2015). *Manual Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional(CASS)*. Quito.
10. EPMAPS. (2013). *Reglamento Orgánico Funcional (ROF)*. Quito.
11. EPMAPS (2012). *Procedimiento para captación y conducción de agua*. Quito.

12. EPMAPS. (2012). *Procedimiento para el mantenimiento de infraestructura de captaciones y conducciones*. Quito.
13. EPMAPS.(2014). *Plan estratégico*. Quito.
14. Goldratt, E. (2008). *La Meta*. (3ra. ed.). Buenos Aires. Granica.
15. González, F., (2007), *Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing): Principales Herramientas*. *Revista Panorama Administrativo*, No 2.
16. Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Mc.Graw-Hill.
17. Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3ra. ed.). México: Mc.Graw-Hill.
18. Heizer, J. y Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. (5ta. ed.). México: Pearson Prentice Hall.
19. ISO 9000 (Internacional Organization for Standarization). (2005). *Sistemas de Gestión de la Calidad Fundamentos y Vocabulario*. Recuperado de [http://www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO\\_9000\\_2005.pdf](http://www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO_9000_2005.pdf). (Abril, 2014).
20. ISO 14000 (Internacional Organization for Standarization). (2004). *Sistemas de Gestión de Ambiental*. Recuperado de <http://www.uv.es/dmoreno/ISO14000.pdf>.(Abril,2014).
21. Kaplan R. y Norton D. (2000). *Cómo utilizar el Cuadro de Mando Integral para implementar y gestionar su estrategia*. (2da. ed.). Barcelona: Economía3.

22. Kotler P. y Keller, K. (2006). *Dirección de Marketing*. (12va. ed.). México:Pearson.
23. Krochin y Sviatoslav. (1986). *Diseño Hidráulico*. (3ra. ed.). EPN. Quito.
24. Legal, José. (2005). *Ecoeficiencia: Marco de Análisis, Indicadores y Experiencias*. Santiago: CEPAL.
25. Ley de Gestión Ambiental. (2004). Registro Oficial Suplemento 418. Cod. 19.
26. Munch, L. y García, J. (2002). *Fundamentos de Administración*. México: Trillas.
27. Niebel, B. Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. (11ra. ed.). México: Alfaomega.
28. Ordenanza No.213. (2007). *Ordenanza Metropolitana*. Registro Oficial.
29. Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad*. México: Limusa
30. Quiroga, R. (2007). *Indicadores Ambientales y de Desarrollo Sostenible: Avances y Perspectivas para América Latina y el Caribe*. Santiago: CESPAL .
31. Rincón, R. (1998). *Los Indicadores de Gestión Organizacional: Una Guía para su Definición*. Medellín. Recuperado de <http://www1.eafit.edu.co/drupal/?q=node/538>. (Abril, 2014).
32. TULAS. (2015). (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente) Recuperado de [http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=125:texto-unificado-de-legislaci%2525C3%2525B3n-ambiental-secundaria-del-ministerio-de-ambiente-tulas&lang=es](http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=125:texto-unificado-de-legislaci%2525C3%2525B3n-ambiental-secundaria-del-ministerio-de-ambiente-tulas&lang=es), (Noviembre 2015).



## **ANEXOS**

## ANEXO I

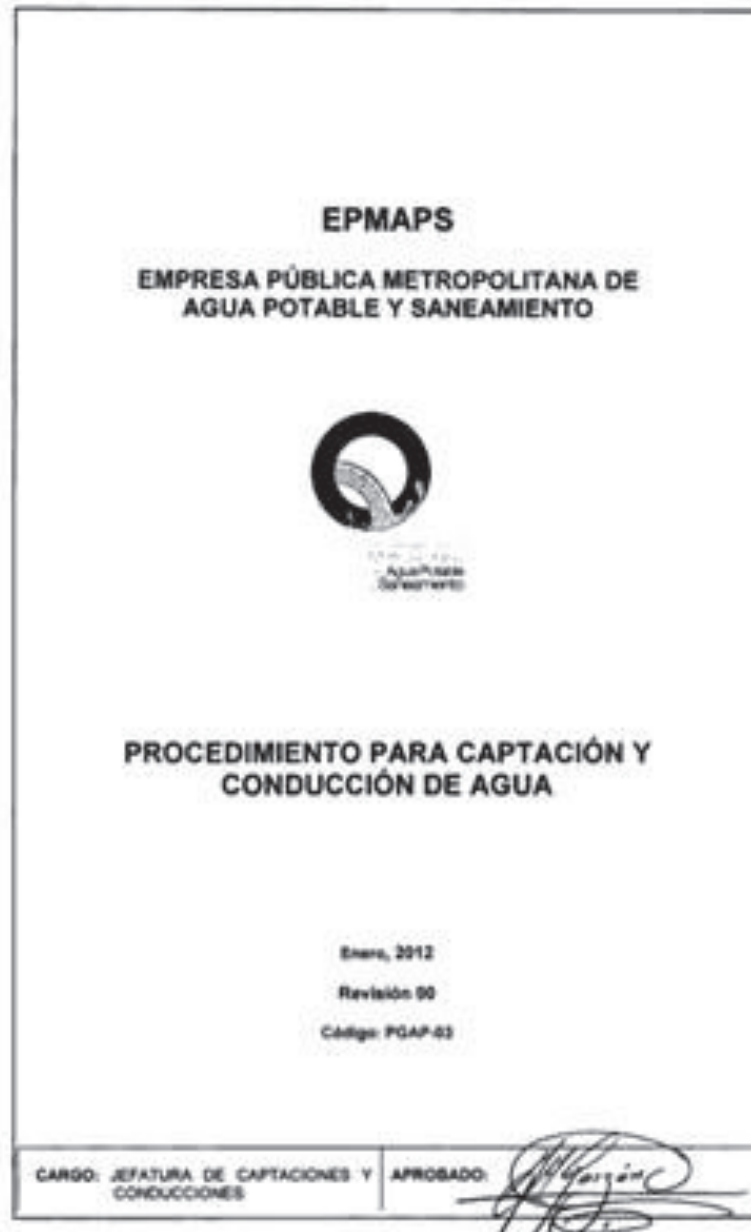
## CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

Tabla AI.1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Fluoruro	F <sup>-</sup>	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	50,0
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.



## ANEXO II

PROCEDIMIENTO PARA CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA  
CRUDA

**Figura AII.1.** Procedimiento para el mantenimiento de infraestructura de captación y conducción de agua

## ANEXO III

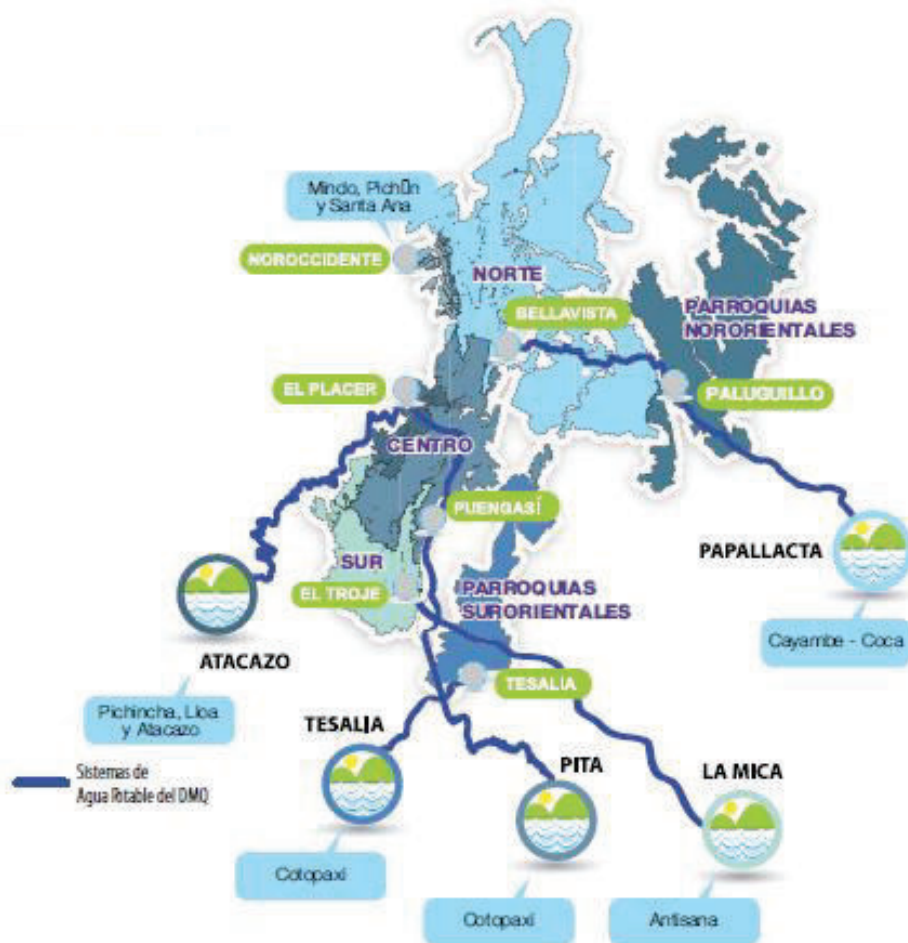
### PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA

<b>EPMAPS</b> <b>EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO</b>	
	
<b>PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE CAPTACIONES Y CONDUCCIONES</b>	
Enero, 2012 Revisión 00 Código: PHQM-01	
<b>CARGO JEFEATURA DE CAPTACIONES Y CONDUCCIONES</b>	<b>APROBADO:</b> 

**Figura AIII.1.** Procedimiento para el mantenimiento de infraestructura de captación y conducción de agua

## ANEXO IV

### COBERTURA DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO



**Figura AIV.1.** Cobertura de Agua Potable en el Distrito Metropolitano de Quito (EPMAPS, Memoria de Sostenibilidad, 2015, p.10)

## ANEXO V

### MEJORAMIENTO CON LA ESTRATEGIA

#### SUBPROCESO: PLANIFICAR LA CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA Y LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

**Tabla AV.1.** Pasos a Seguir del Subproceso planificar la captación y conducción de agua y la generación de energía

SECUENCIA	ACTIVIDADES/ TAREAS	RESPONSABLE	SI
1	Recibir demandas de agua cruda y analizar la disponibilidad Recibir demandas del Departamento de Producción para verificar la disponibilidad de agua cruda	Responsable de Captación y Conducción/Responsables de Sistemas	
2	Verificar volúmenes y caudales de agua disponibles	Responsable de Sistema	Datos Históricos (SCADA)
3	Si es un embalse, elaborar el plan de captación de embalses	Responsable de Sistema	
4	Si es una fuente, elaborar el plan de captación en fuente/estaciones de bombeo	Responsable de Sistema	
5	Si el sistema genera energía eléctrica, elaborar plan de generación de energía eléctrica Si hay generación eléctrica elaborar y cumplir con el manejo eficiente del consumo de bombeo y su recuperación.	Responsable de Sistema	
6	Si el plan cumple con los objetivos y demandas establecidas, aprobar Si el plan requiere ajustes, volver a actividad 2	Responsable de Sistema	

## SUBPROCESO: CONTROLAR Y OPERAR LA CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA Y LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

**Tabla AV.2.** Pasos a Seguir del Subproceso controlar y operar la captación y conducción de agua y la generación de energía

SECUENCIA	ACTIVIDADES/ TAREAS	RESPONSABLE	SI
1	PROGRAMAR LA CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN EN CADA SISTEMA		
1.1	Analizar Datos Realizar el balance de caudales requeridos versus el caudal de ingreso, nivel de las piletas y sus tendencias	Responsable de Sistema/Operador SCADA	SCADA
1.2	Si cumple con los requerimientos, ir a controlar flujo de agua de conducción superior e inferior (actividades 2y3)	Responsable de Sistema	
1.3	Fijar Caudal Requerido Determinar el caudal óptimo que permite mantener la reserva dentro de los niveles de seguridad y comunicar	Responsable de Sistema/Operador SCADA	SCADA
1.4	De acuerdo a las disponibilidades, seleccionar las captaciones para cada sistema	Responsable de Captación y Conducción/Responsables de Sistemas	
1.5	Reprogramar la captación de embalses y la captación en fuentes/ estaciones de bombeo	Responsable de Sistema/Operador SCADA	
1.6	Coordinar las acciones con el personal de campo operación y maniobras Coordinar y disponer las acciones al personal de campo, operación y maniobras y comprobar su correcta ejecución.	Operador SCADA y Operador de Campo	
SECUENCIA	ACTIVIDADES/ TAREAS	RESPONSABLE	SI
2	CONTROLAR FLUJO DE AGUA DE CONDUCCIÓN SUPERIOR		
2.1	Controlar la cantidad y continuidad de agua, según disposiciones e instrucciones de operación del sistema	Operador SCADA y Operador de Campo	SCADA
	Si existen novedades, comunicar a responsable y volver a actividad 1	Operador SCADA	
2.2	Si puede generar energía eléctrica,	Operador SCADA	
2.2.1	Decidir la cantidad de MW a generar	Responsable de Sistema	

**Tabla AV.2.** Pasos a Seguir del Subproceso controlar y operar la captación y conducción de agua y la generación de energía (continuación...)

2.2.2	Operar la Central Hidroeléctrica	Operador de la Central Hidroeléctrica	
<b>SECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES/ TAREAS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>SI</b>
3	CONTROLAR FLUJO DE AGUA DE CONDUCCIÓN INFERIOR		
3.1	Controlar la cantidad y continuidad de agua, según disposiciones e instrucciones de operación del sistema	Operador SCADA y Operador de Campo	SCADA
3.2	Vigilar y realizar recorridos	Operador de Campo	
3.3	Realizar mediciones de caudales Medir los caudales antes y en las captaciones para obtener el caudal que se deja de captar o entrega a la naturaleza mensualmente	Operador de Campo	
3.4	Verificar y controlar el nivel de reserva	Operador SCADA	
3.5	Si existen novedades en actividades 3.1,3.2,3.3 y 3.4, comunicar a responsable y volver a actividad 1	Operador SCADA y Operador de Campo	



### SUBPROCESO: PROCESAR INFORMACIÓN, ANALIZAR Y RETROALIMENTAR

**Tabla AV.3.** Entradas del Subproceso procesar información, analizar y retroalimentar

SECUENCIA	ACTIVIDADES/ TAREAS	RESPONSABLE	SI
1	Analizar actividades de operación del período y elaborar Reporte Técnico de Gestión	Responsable de Sistema	
2	Analizar Reportes Técnicos de Gestión por Sistema y retroalimentar	Responsable de Captación y Conducción/Responsables de Sistemas	
3	<b>Elaborar Informe de Gestión Integrado</b> En el que se incluya la verificación de las acciones de gestión del subproceso	Responsable de Captación y Conducción	

REGISTRO	DESCRIPCIÓN	ORDEN	DIGITAL/ FISICO	TIEMPO RETENCIÓN	RESPONSABLE
Reportes/alar mas sistema SCADA	Información del proceso	Por fecha y hora	Archivos del sistema SCADA	Cinco años	Operador SCADA
Bitácora de Operación	Información de actividades de monitoreo, control y operación del sistema por día y hora	Por Fecha y Unidad	Archivos físicos	Cinco años	Operador SCADA y Operador de Campo
Registros de Mediciones	Registros de mediciones de caudales, sedimentos, afloros de drenaje y otros registros de medición del sistema, por día y hora	Por Fecha y Unidad	Archivos sistema SCADA ITOUCH (BD SQL)	Cinco años	Operador SCADA
Reporte Técnico de Gestión de cada Sistema	Reporte de gestión mensual por sistema y mes	Por Fecha y Unidad	Archivos físicos y digitales	Cinco años	Responsable de Sistema
Informes de Gestión Integrados	<b>Información de gestión integrado</b> En el que se incluya la verificación de las acciones de gestión del subproceso	Por Fecha	Informe Ejecutivo accesible en Intranet	Cinco años	Responsable de Captación y Conducción

## ANEXO VI

### PROCESO PARA EL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DCC

#### SUBPROCESO: PLANIFICAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**Tabla AVI.1.** Pasos a seguir del Subproceso planificar el mantenimiento preventivo

SECUENCIA	ACTIVIDADES/TAREAS	RESPONSABLE	SI
1	Identificar necesidades de mantenimiento	Responsables de Mantenimiento de cada área ((Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)	
2	Elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo, Presupuesto y Contrataciones requeridas para el siguiente periodo Elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo, Presupuesto y Contrataciones requeridas para el siguiente periodo y reportar incumplimientos o hallazgos del anterior en detalle, para el correspondiente seguimiento y toma de decisiones ecoproductivas.	Responsables de Mantenimiento de cada área (eléctrica, mecánica, instrumentación y control, obras civiles) + Responsable del Sistema	
3	Revisar el Plan de Mantenimiento Preventivo, Presupuesto y Contrataciones y recomendar mejoras Revisar el Plan de Mantenimiento Preventivo y Contrataciones medir los tiempos y demoras en la ejecución del Plan y de los procesos de contrataciones identificando responsables.	Responsable del proceso de Captación y Conducción / Responsable del Sistema	
4	Ingresar el Plan de Mantenimiento preventivo aprobado, al sistema de gestión y control	Proceso de Captaciones y Conducciones: Asistente Administrativo de Mantenimiento	MP2/ERP

## SUBPROCESO: EJECUTAR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

**Tabla AVI.2.** Pasos a seguir del subproceso ejecutar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo

SECUENCIA	ACTIVIDADES/TAREAS	RESPONSABLE	SI
1	Ejecutar órdenes de mantenimiento preventivo		
1.1	Emitir órdenes de mantenimiento programadas para el mes y entregar a cada Unidad (registro e/r)	Proceso de Captaciones y Conducciones: Asistente Administrativo de Mantenimiento	MP2/ ERP
1.2	Receptar, analizar y planificar la ejecución de las órdenes de mantenimiento preventivo	Responsables de Mantenimiento de cada área (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)	
1.3	Si requiere repuestos, solicitar a bodega		
1.4	Programar la órdenes de mantenimiento preventivo Generando un indicador de eficiencia que permita verificar la frecuencia de la aplicación de las órdenes preventivas.		
1.5	Ejecutar las órdenes de mantenimiento preventivo		
1.6	Actualizar datos de la orden de mantenimiento		
SECUENCIA	ACTIVIDADES/TAREAS	RESPONSABLE	SI
2	Ejecutar actividades de mantenimiento emergentes		
2.1	Identificar el evento	Responsables de Mantenimiento de cada área (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)	
2.2	Si requiere repuestos, solicitar a bodega		
2.3	Realizar mantenimiento emergente		
2.4	Solicitar la emisión de la orden de trabajo correspondiente al trabajo realizado		
2.5	Emitir la orden de trabajo correspondiente al trabajo realizado	Proceso de Captaciones y Conducciones: Asistente Administrativo de Mantenimiento	MP2/ ERP
2.6	Reportar la actividad de mantenimiento emergente ejecutada	Responsables de Mantenimiento de cada área (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)	
2.7	Actualizar datos de la orden de mantenimiento		

**Tabla AVI.3.** Pasos a seguir del subproceso ejecutar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo (continuación...)

SECUENCIA	ACTIVIDADES/TAREAS	RESPONSABLE	SI
3	Ejecutar actividades de mantenimiento correctivo		
3.1	Identificar el evento	Responsables de Mantenimiento de cada área (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)	
3.2	Solicitar la emisión de la orden de trabajo		
3.3	Emitir la orden de mantenimiento correctivo Verificando la necesidad y respetando el plazo mínimo de entrega de materiales, acciones de campo y verificación de lo actuado y en caso de negligencia cargar los costos generados por recursos y al ambiente a los responsables.	Proceso de Captaciones y Conducciones: Asistente Administrativo de Mantenimiento	MP2/ERP
3.4	Receptar, analizar y planificar la ejecución de las orden de mantenimiento correctivo	Responsables de Mantenimiento de cada área (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)	
3.5	Si requiere repuestos, solicitar a bodega		
3.6	Programar la orden de mantenimiento correctivo		
3.7	Ejecutar la orden de mantenimiento correctivo		
3.8	Actualizar datos de la orden de mantenimiento		

## SUBPROCESO: ELABORAR REPORTES DE GESTIÓN, ANALIZAR Y RETROALIMENTAR

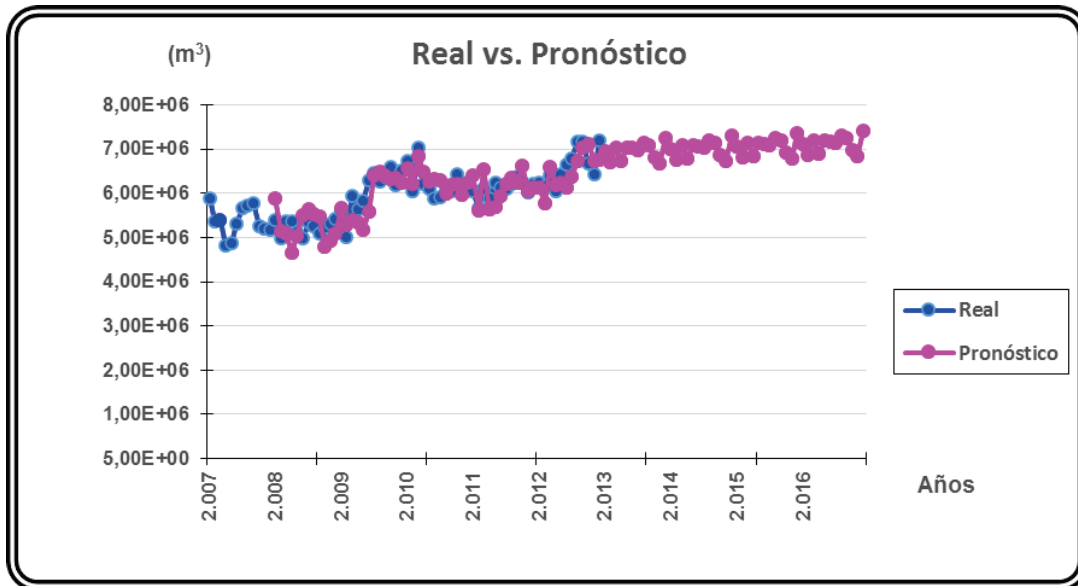
**Tabla AVI.4.** Pasos a seguir del Subproceso elaborar reportes de gestión, analizar y retroalimentar

SECUENCIA	ACTIVIDADES/TAREAS	RESPONSABLE	SI
1	Analizar Ordenes de trabajo ejecutadas y elaborar reporte Técnico de Mantenimiento	Responsables de Mantenimiento de cada área (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación y Control, Obras Civiles)+Responsable del Sistema	
2	Registrar información en el sistema de gestión y control	Proceso de Captaciones y Conducciones: Asistente Administrativo de Mantenimiento	MP2/ERP
3	Analizar reportes técnicos de gestión y retroalimentar la programación Verificando si se han cumplido los objetivos o metas propuestas para incluirlas en la nueva programación con las correctivos que sean del caso a los responsables sin descuidar la responsabilidad ante el ambiente.	Responsable del proceso de Captación y Conducción /Responsable de Sistema	

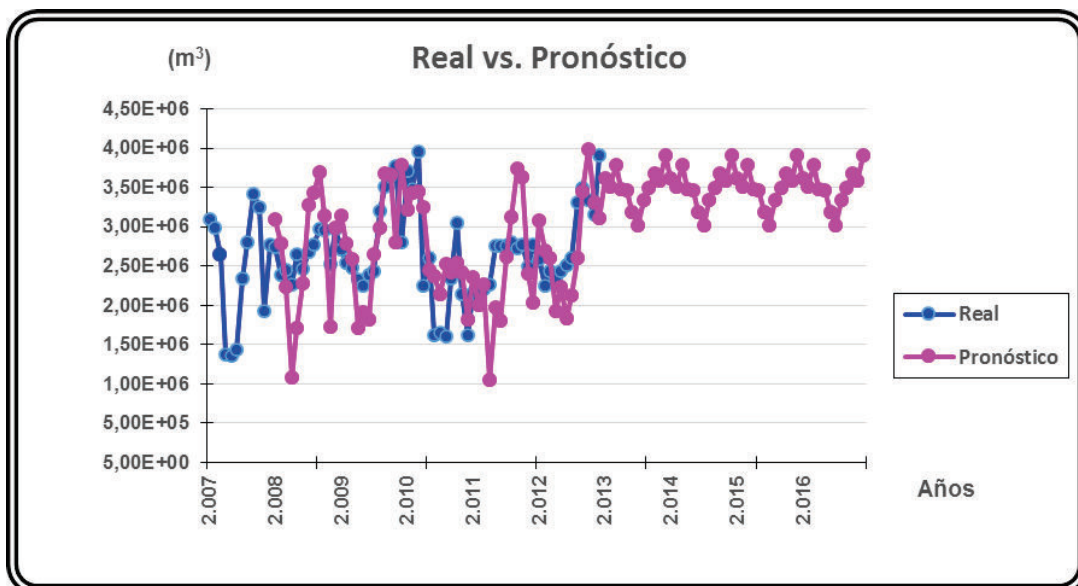
REGISTRO	DESCRIPCIÓN	ORDEN	DIGITAL/FISICO	TIEMPO RETENCIÓN	RESPONSABLE
Ordenes de Mantenimiento Ejecutadas	Información de seguimiento de la ejecución de órdenes de trabajo, desde que se activa mediante una solicitud de servicio hasta cuando se reporta la información de prestación del servicio	Por Fecha, Unidad, Equipo	Archivos del Sistema MP2	Cinco años	Asistente Administrativo
Información de repuestos utilizados para ejecutar la orden de trabajo	Información de retiro y reingreso de materiales a bodega para ejecutar las órdenes de trabajo Justificando la causa de la demora o no ejecución y de ser negligencia aplicar los correctivos correspondientes a los responsables, y las respectivas toma de decisiones ecoproductivas.	Por fecha y Unidad	Archivos del Sistema de Bodegas	Cinco años	Responsable de Bodega
Reporte Técnico de Mantenimiento	Información de trabajo mensual tanto técnica como administrativa	Por fecha y Unidad	Informes ejecutivos accesibles en Intranet	Cinco años	Asistente Administrativo

## ANEXO VII

### MODELACIÓN RISK SIMULATOR



**Figura AVII.1.** Proyección de la captación del SPI 2015 y 2016



**Figura AVII.2.** Proyección de la captación del SMQS 2015 y 2016

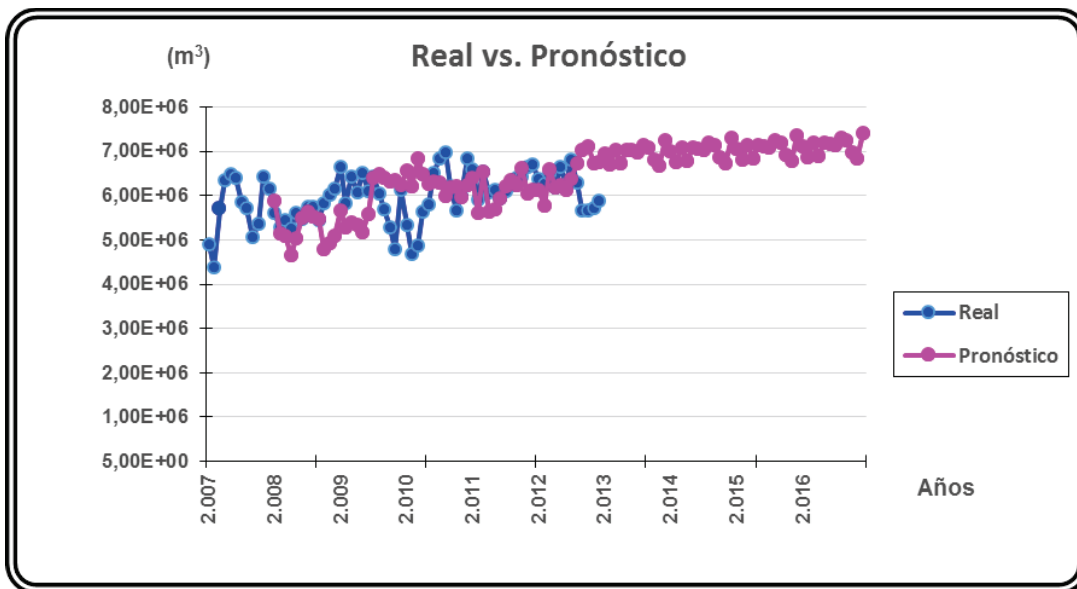


Figura AVII.3. Proyección de la captación del SCOR 2015 y 2016

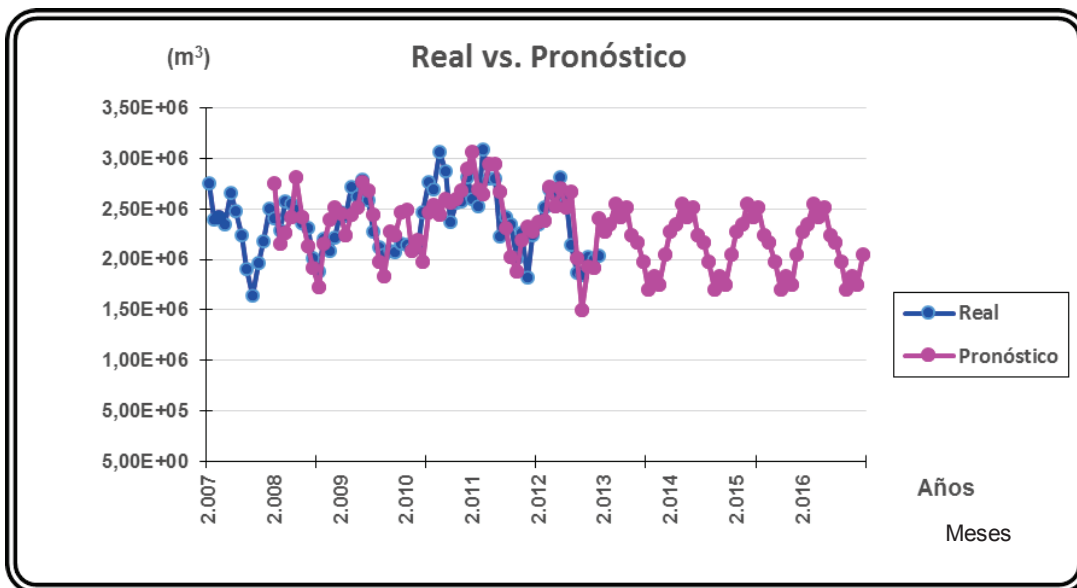
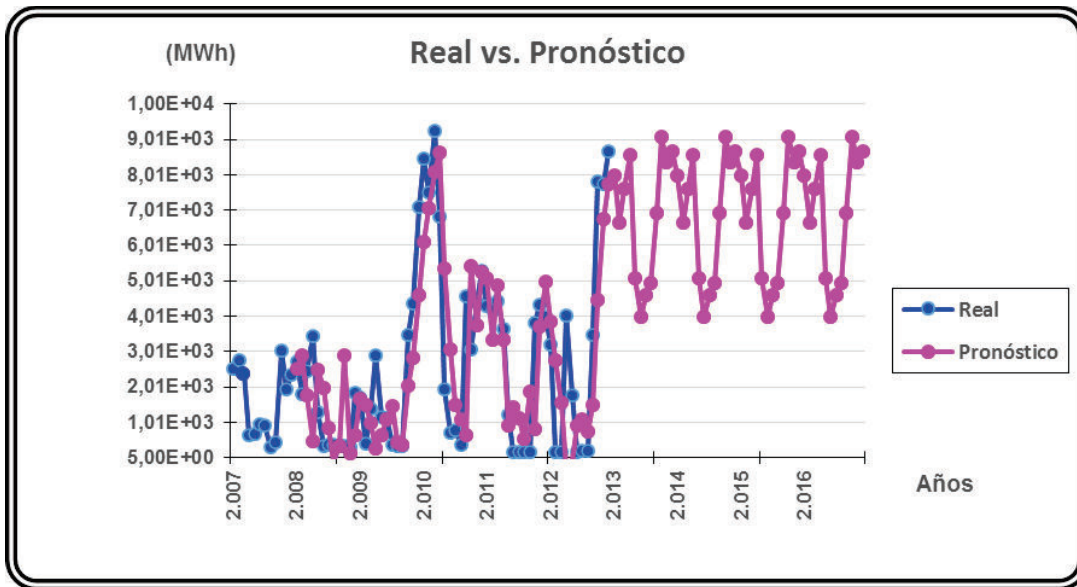
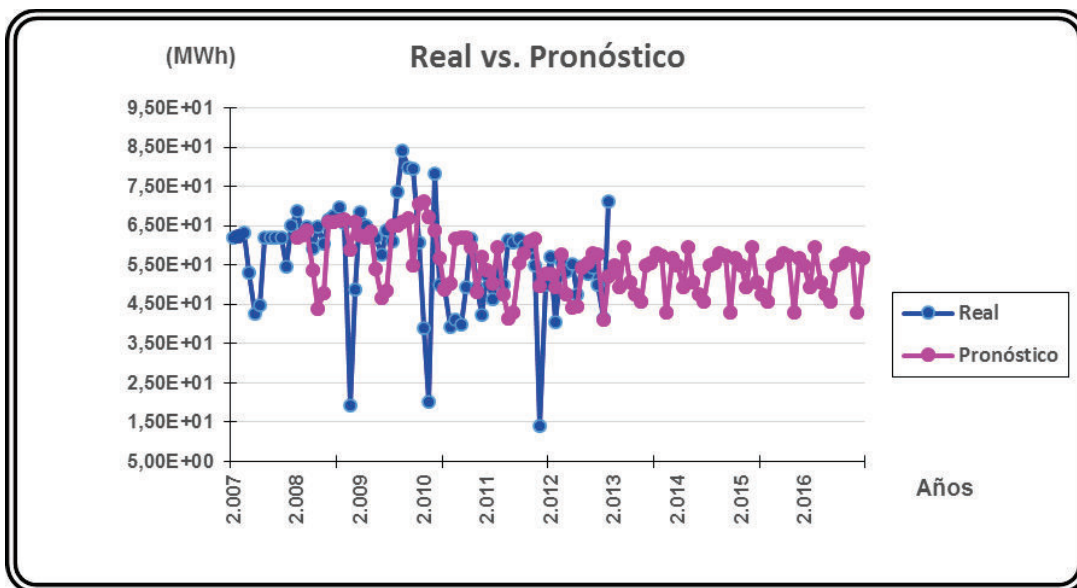


Figura AVII.4. Proyección de la captación del SCOC 2015 y 2016

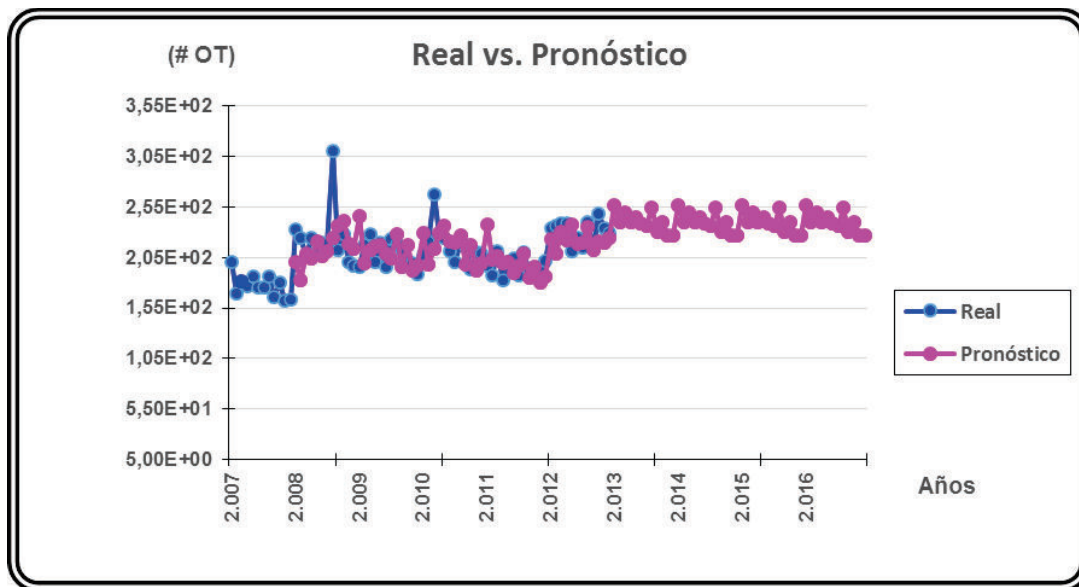


**Figura AVII.5.** Proyección del consumo de energía SPI 2015 y 2016

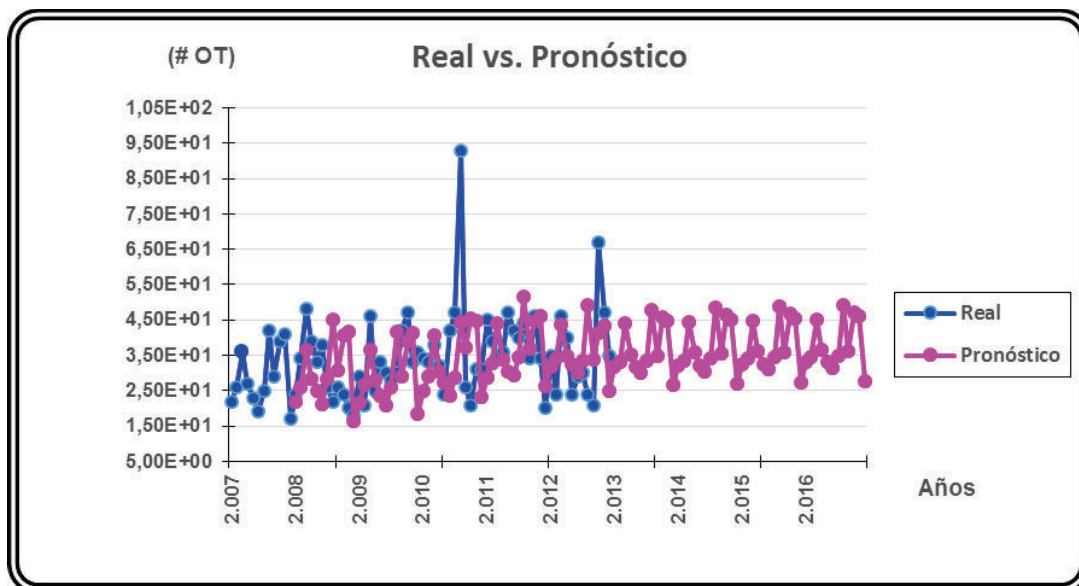


**Figura AVII.6.** Proyección del consumo de energía SMQS 2015 y 2016

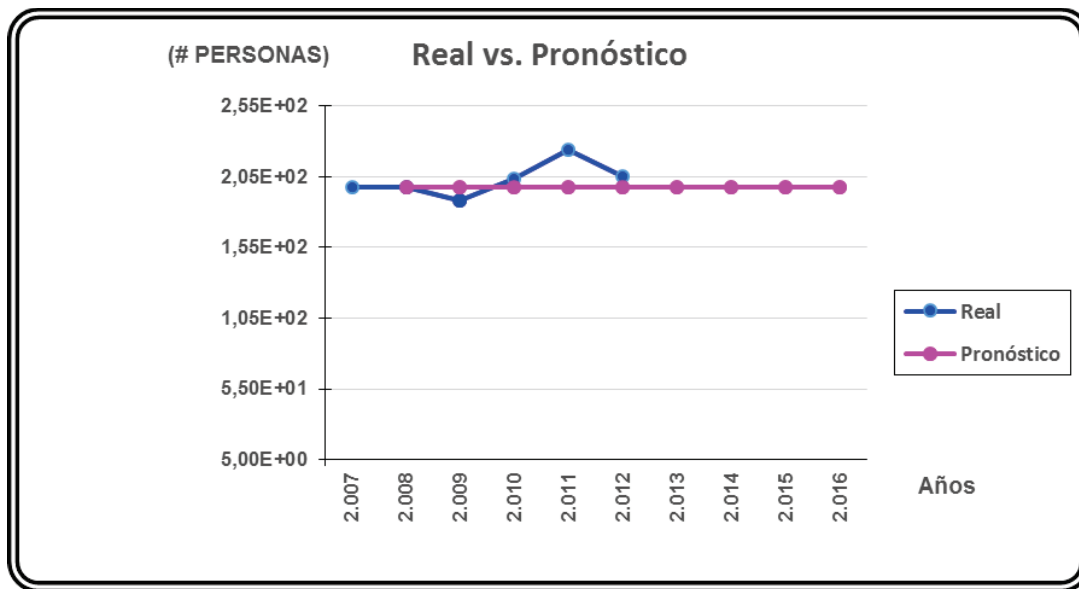




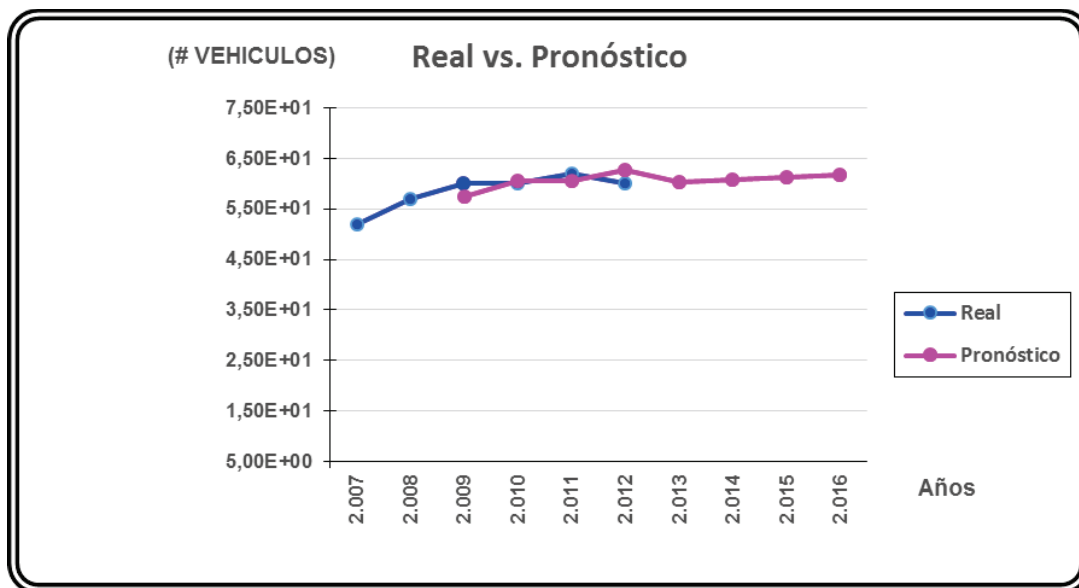
**Figura AVII.7.** Proyección del mantenimiento preventivo DCC 2015 y 2016



**Figura AVII.8.** Proyección del mantenimiento correctivo DCC 2015 y 2016



**Figura AVII.9.** Proyección del Talento Humano del DCC 2015 y 2016



**Figura AVII.10.** Proyección de vehículos del DCC 2015 y 2016