

## Aportes de Nuestros Egresados

---

### IMPORTANCIA DE LOS REGISTROS HIDROLOGICOS EN EL DISEÑO Y PROYECCION DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS

*José Iván Cárdenas Montoya\**

Los registros hidrológicos incompletos son el primer obstáculo que se presenta en el análisis, el planteamiento, la ejecución y operación de los proyectos de aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

En este artículo se presenta la primera parte del trabajo de grado "REVISION DE LAS TEORIAS Y METODOS PARA LA RECONSTRUCCION DE SERIES HIDROLOGICAS Y EXTENSION DE ESTAS HACIA PERIODOS SIN REGISTROS". Se enumeran las características mínimas necesarias para que las series hidrológicas sean un reflejo del comportamiento hidrológico de la cuenca, características como longitud mínima, lectura de registros... etc.

\* Ingeniero Civil de la Universidad Militar "Nueva Granada", Ingeniero de Mantenimiento en Comunicación de Datos, en la División Informática Banco del Estado.

## INTRODUCCION

Los registros hidrológicos constituyen la base fundamental del planeamiento, ejecución y operación de los proyectos de aprovechamiento de los recursos hidráulicos. En la medida en que estos registros sean más extensos y completos, las decisiones que se tomen con respecto a los proyectos hidráulicos, serán más confiables con la consecuente disminución de los riesgos que se pueden correr y la maximización económica de estos.

Desafortunadamente los registros hidrológicos casi nunca tienen la extensión deseada para poder tomar las decisiones de mayor confiabilidad o lo que es más frecuente, casi siempre presentan vacíos dentro de la serie. Estos vacíos se conocen dentro de la literatura existente como registros faltantes.

La optimización de los registros hidrológicos de una cuenca requiere tener en cuenta tres aspectos fundamentales a saber: necesidad de los registros hidrológicos completos, longitud óptima de las series, prerequisites para la lectura.

### 1. Necesidad de registros hidrológicos completos

La necesidad de los registros hidrológicos en todas las instancias en el desarrollo de los proyectos de aprovechamiento de los recursos hidráulicos, es fundamental por múltiples razones.

Desde el diseño de una pequeña red de abastecimiento, hasta los proyectos de operación de grandes redes de acueducto, embalses y centrales hidroeléctricas, es básica la existencia de registros hidrológicos completos y extensos; de manera que, las series de tiempo que representan las secuencias

de los eventos hidrológicos no tengan vacíos y sean de longitud apropiada con el objeto de poder tomar decisiones más confiables desde los puntos de vista técnico, económico y social en cada proyecto. Se pueden mencionar diferentes proyectos en los cuales es necesario contar con registros hidrológicos completos y extensos.

- Generación hidroeléctrica: para los análisis de generación de potencia y energía, y confiabilidad en la misma.
- Suministro de agua: para el abastecimiento de agua potable para uso humano e industrial.
- Obras de regulación de caudales o de embalses: en los análisis y el diseño de las obras para la regulación de los ríos o embalses para el control de inundaciones, irrigación, suministro de agua, generación de energía, etc.
- Prevención y control de daños por inundación: los registros hidrológicos de la frecuencia y los períodos de retorno de eventos hidrológicos extremos, son fundamentales para la estimación, distribución y magnitud de los caudales futuros, para el análisis económico para el diseño de obras de protección contra inundaciones.
- Diseño de estructuras hidráulicas: para conocer caudales pico, lluvias pico, etc., que deben soportar las estructuras hidráulicas tales como vertederos, conductos de desviación, túneles, pilas de puentes, etc.
- Análisis de la hidrología estocástica: para la generación de las series sintéticas necesarias en los estudios de simulación y optimización de los sistemas de aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

- Navegación fluvial: para la determinación de las épocas y los tramos en los cuales permite la navegación.
- Pesca: de acuerdo a los niveles de agua de una corriente se puede determinar qué especies se pueden encontrar presentes, y su posible pesca.

Desde el punto de vista estadístico, los registros hidrológicos son muestras de una población teóricamente infinita y la exactitud de los parámetros estadísticos estimados en una muestra temporal, es función de la exactitud en la medición de los datos registrados y de la longitud del intervalo de tiempo a través del cual se efectuó el registro.

Desafortunadamente en nuestro medio es muy difícil encontrar series hidrológicas completas y de gran longitud. En COLOMBIA la instalación sistemática de redes de recolección de registros hidrológicos data de épocas recientes (10 a 15 años), o se ha suspendido su operación por motivos económicos, inseguridad, por lo anterior es muy usual que éstos registros contengan vacíos en la información recolectada. Estos últimos se pueden presentar por múltiples causas, tales como daños en los equipos de medición, fallas en los papeles, tintas o cintas de impresión, o errores humanos como lectura equivocada del registro u olvidos en el cambio de papel, etc. Como se puede observar los factores que hacen aparecer vacíos en las series se debe a causas triviales por lo cual no es difícil encontrarlos

## 2. Longitud óptima de las series hidrológicas

En relación al problema de la extensión óptima de las series de registros hidrológicos los criterios difieren de acuerdo al tipo de registros coleccionados como a la utilización de los

mismos. La suficiencia de éstos es también función del método de planeamiento que se haga.

Algunos enfoques sobre éste tema se muestran a continuación:

*Yevjevich, en una forma muy general opina lo siguiente: la mayoría de los especialistas en recursos hidráulicos coinciden en que una serie de 80 a 100 años de registros de una variable hidrológica suministraría suficiente información, mientras que una de 10 a 15 años sería considerada insuficiente para los propósitos de tomar decisiones confiables en el planteamiento de los recursos hidráulicos. (1979, p. 4).*

Con el objeto de obtener una distribución de frecuencia estable para cinco factores climáticos diferentes y cuatro tipos de regiones climáticas, Landsberg y Jacobs (1951, p. 986) presentaron una tabla de las longitudes necesarias de los registros. Para cantidades de precipitación obtuvieron que eran necesarias series de 50 años.

Enger (1959 p. 783) trató el problema de la longitud óptima de registros para predecir valores de temperatura, precipitación o caudal de un año futuro y encontró que una serie de 10 a 15 años de registros eran efectivos para éste propósito.

Uno de los trabajos más importantes sobre el tema de la longitud de las series de caudales medios anuales de un río fue realizado por Rodríguez Iturbe (1969) sobre la variación de los principales parámetros estadísticos de acuerdo al tamaño de la muestra y concluyó que:

*Son deseables registros de 40 a 60 años para estimar la media y la varianza. El*

*error standard crece rápidamente con cualquier disminución del tamaño de la muestra. Para la misma cantidad de datos la estimación de la media es mucho más precisa que la estimación de la varianza. Si la longitud de la serie es menor de 40 años, el error (se define:  $\text{error} = [\text{parámetro estimado} - \text{parámetro de la población}] / [\text{parámetro de la población}]$ ) en porcentaje puede ser del 2% al 20% para la media y del 15% al 60% para la varianza. El estimador del coeficiente de correlación serie de rezago uno es muy inestimable para series de caudales anuales y es frecuente encontrar errores del 200% al estimar  $p(i)$  con menos de 40 años de datos. Rodríguez-Iturbe (1969, p. 1420).*

Existen muchos otros criterios para determinar la longitud óptima de las series hidrológicas como por ejemplo los de costos de operación de las estaciones de recolección de registros.

Como ya se mencionó, éste problema de la longitud óptima de las series está muy ligado a la finalidad de este proyecto, ya que si se considera que una serie posee una longitud óptima no es necesario proceder a extender su registro. Sin embargo como es un tema que merece un estudio detallado como para un proyecto de grado, no se profundizará más sobre el mismo.

Además del estudio de la longitud necesaria de la series de registros hidrológicos, hay otro tema muy ligado al de la reconstrucción de registros: el diseño y establecimiento de las redes de registros. La longitud del registro de una estación puede ser corta en determinados casos si se considera aisladamente, pero puede extenderse de manera fácil utilizando los otros registros de la red de estaciones dentro de la cuenca hidrográfica, o también no ser necesario extender la longitud del registro sin la

información y disposición de las estaciones vecinas es suficiente y conveniente para evaluar parámetros estadísticos regionales de algunos eventos hidrológicos.

Sin embargo no se hará referencia sobre éste aspecto en el transcurso del proyecto, y se recomiendan éstos dos temas (longitud de series y diseño de redes de estaciones) como posibles investigaciones para realizar dentro de la universidad.

### 3. Prerrequisitos para la lectura

Para la cabal comprensión de la mayoría de los temas tratados en éste trabajo se requieren los conocimientos básicos de las matemáticas y de la estadística en lo que se refiere a la teoría de las probabilidades y a la de procesos estocásticos y a su aplicación a las series de tiempo hidrológicas.

Obviamente, también se requieren los conocimientos básicos sobre hidrología general y sobre hidrología aplicada.

Para finalizar se puede decir que cuando verdaderamente comienza la tarea de tomar las decisiones sobre los proyectos, es necesario haber reconstruido los registros y completado las series. Aquí vale decir que "la verdadera labor del hombre de ciencia no ha terminado, ni siquiera empezado, cuando los datos se han descubierto o reunido, ordenado y clasificado, depurado y comprobado, contado y medido. Apenas se ha preparado el terreno para iniciarla". (Maclver, 1968, p. 13).

Tal vez, con el presente trabajo se ayude a la preparación de éste terreno en el ámbito de la hidrología.

(Continuará)

## BIBLIOGRAFIA

- CADAVID, L. y GUZMAN, V. Modelo de reconstrucción de caudales. Medellín. (Documento inédito).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS. Proyecto Magdalena - Cauca. Convenio Colombo-Holandés: Informe final. Bogotá. HIMAT. 1977.
- INTERCONEXION ELECTRICA S.A., INTEGRAL LTDA. y MEJIA Y MILLAN LTDA. Estudios Hidrológicos y Energéticos para la central de Cañafisto. Agosto, 1978.
- LINSLEY, R.K., KOHLER, M.A. y PAULUS, J.L.H. Hidrología para ingenieros, 2ª ed. México, D.F., McGraw-Hill, 1977.
- RODRIGUEZ-ITURBE, Ignacio. Estimation of statistical parameters for annual river flows. Water Res. Res. Washington D.C., vol. 5, Nº 6, pp. 1418-1421, dic., 1969.
- YEVJEVICH, Y. Opening remarks. In: Proceedings/Decisions with inadequate hydrologic data. 1972. Fort Collins. Water Resources Publications, 1973, pp. 1-5.
- Fluctuations of wet and dry years, 2, Analysis by serial correlation. Hydrol. Pap. 4. Fort Collins, Colorado State University, 1964.

\* \* \* \* \*

*error standard crece rápidamente con cualquier disminución del tamaño de la muestra. Para la misma cantidad de datos la estimación de la media es mucho más precisa que la estimación de la varianza. Si la longitud de la serie es menor de 40 años, el error (se define:  $\text{error} = [\text{parámetro estimado} - \text{parámetro de la población}] / [\text{parámetro de la población}]$ ) en porcentaje puede ser del 2% al 20% para la media y del 15% al 60% para la varianza. El estimador del coeficiente de correlación serie de rezago uno es muy inestimable para series de caudales anuales y es frecuente encontrar errores del 200% al estimar  $p(i)$  con menos de 40 años de datos. Rodríguez-Iturbe (1969, p. 1420).*

Existen muchos otros criterios para determinar la longitud óptima de las series hidrológicas como por ejemplo los de costos de operación de las estaciones de recolección de registros.

Como ya se mencionó, éste problema de la longitud óptima de las series está muy ligado a la finalidad de este proyecto, ya que si se considera que una serie posee una longitud óptima no es necesario proceder a extender su registro. Sin embargo como es un tema que merece un estudio detallado como para un proyecto de grado, no se profundizará más sobre el mismo.

Además del estudio de la longitud necesaria de las series de registros hidrológicos, hay otro tema muy ligado al de la reconstrucción de registros: el diseño y establecimiento de las redes de registros. La longitud del registro de una estación puede ser corta en determinados casos si se considera aisladamente, pero puede extenderse de manera fácil utilizando los otros registros de la red de estaciones dentro de la cuenca hidrográfica, o también no ser necesario extender la longitud del registro sin la

información y disposición de las estaciones vecinas es suficiente y conveniente para evaluar parámetros estadísticos regionales de algunos eventos hidrológicos.

Sin embargo no se hará referencia sobre éste aspecto en el transcurso del proyecto, y se recomiendan éstos dos temas (longitud de series y diseño de redes de estaciones) como posibles investigaciones para realizar dentro de la universidad.

### 3. Prerrequisitos para la lectura

Para la cabal comprensión de la mayoría de los temas tratados en éste trabajo se requieren los conocimientos básicos de las matemáticas y de la estadística en lo que se refiere a la teoría de las probabilidades y a la de procesos estocásticos y a su aplicación a las series de tiempo hidrológicas.

Obviamente, también se requieren los conocimientos básicos sobre hidrología general y sobre hidrología aplicada.

Para finalizar se puede decir que cuando verdaderamente comienza la tarea de tomar las decisiones sobre los proyectos, es necesario haber reconstruido los registros y completado las series. Aquí vale decir que "la verdadera labor del hombre de ciencia no ha terminado, ni siquiera empezado, cuando los datos se han descubierto o reunido, ordenado y clasificado, depurado y comprobado, contado y medido. Apenas se ha preparado el terreno para iniciarla". (Maclver, 1968, p. 13).

Tal vez, con el presente trabajo se ayude a la preparación de éste terreno en el ámbito de la hidrología.

(Continuará)

## BIBLIOGRAFIA

- CADAVID, L. y GUZMAN, V. Modelo de reconstrucción de caudales. Medellín. (Documento inédito).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS. Proyecto Magdalena - Cauca. Convenio Colombo-Holandés: Informe final. Bogotá. HIMAT. 1977.
- INTERCONEXION ELECTRICA S.A., INTEGRAL LTDA. y MEJIA Y MILLAN LTDA. Estudios Hidrológicos y Energéticos para la central de Cañafisto. Agosto, 1978.
- LINSLEY, R.K., KOHLER, M.A. y PAULUS, J.L.H. Hidrología para ingenieros, 2ª ed. México, D.F., McGraw-Hill, 1977.
- RODRIGUEZ-ITURBE, Ignacio. Estimation of statistical parameters for annual river flows. Water Res. Res. Washington D.C., vol. 5, Nº 6, pp. 1418-1421, dic., 1969.
- YEVJEVICH, Y. Opening remarks. In: Proceedings/Deceisions with inadequate hydrologic data. 1972. Fort Collins. Water Resources Publications, 1973, pp. 1-5.
- Fluctuations of wet and dry years, 2, Analysis by serial correlation. Hydrol. Pap. 4. Forot Collins, Colorado State University, 1964.

\* \* \* \* \*

## RESEÑAS DE TRABAJOS DE GRADO 1992 - 1993

La revista como órgano de difusión de actividad investigativa que cumplen los alumnos orientados por los docentes a través de las distintas áreas del programa profesional de Ingeniería Civil, reseña brevemente el contenido de los trabajos de grado. Los originales de éstos se encuentran en la biblioteca de la Universidad y en el Centro de Investigaciones de la facultad.

Título: VERIFICACION DEL GRAFICO  
AAHTO DESIGNATION T- 224-67  
(1974) DE CORRECCION DE LA  
DENSIDAD POR LA PRESENCIA  
DE AGREGADO GRUESO.

Autor: HUMBERTO VELASQUEZ  
CONTRERAS

Director: Ing. GUILLERMO HERNANDEZP.

El control de la compactación de las capas que conforman el pavimento de las carreteras en el país, se realiza mediante la comparación entre la densidad obtenida en el terreno y la obtenida en el laboratorio con el mismo material. Esta

comparación se puede hacer de forma directa siempre y cuando el porcentaje de material grueso sea el mismo tanto en el terreno como en el laboratorio; de no ser así, se debe realizar una corrección a la densidad de laboratorio, corrección que se efectúa mediante el gráfico AASHTO.

Según el gráfico AASHTO, a medida que se aumenta el porcentaje de gruesos aumenta la densidad, sin embargo en la realidad no se cumple esto exactamente, sino que llega un momento en que la densidad comienza a disminuir al aumentar los gruesos, después de un determinado porcentaje de estos. Es de ahí de donde surge la inquietud de hacer una verificación del gráfico ASSHTO.

Para hacer dicha verificación, se comparan resultados obtenidos mediante el gráfico ASSHTO con resultados obtenidos directamente en el laboratorio. Se utilizaron para esta comparación cuatro fuentes de material así: Las canteras Soacha, Zuque, Suba y la Cantera del Vino.

Para utilizar el gráfico ASSHTO se debe

*Continúa en la página siguiente*



tener con anterioridad el resultado de los siguientes ensayos: Densidad seca máxima de laboratorio, porcentaje retenido en el tamiz N° 4 del material con que se realizó la anterior densidad, peso específico bulk del agregado grueso y porcentaje retenido en el tamiz N°4 del material con que se realizó el ensayo de densidad en el terreno; (Supuesto) ensayos que se realizaron a cada una de las fuentes de material.

Los resultados obtenidos directamente en el laboratorio se realizaron de la siguiente forma:

1. Se preparó el material con el porcentaje de gruesos del material del ensayo en el terreno; (supuesto), esto se realizó separando el material en gruesos y finos, y dosificando cada muestra con el porcentaje deseado.
2. Con este material preparado se realizó el ensayo de compactación, se obtuvo así la densidad seca máxima.

Con base en el análisis de resultados de los ensayos, se presentan las conclusiones y las recomendaciones con las cuales se da respuesta a la hipótesis y objetivos que orientaron el desarrollo de la investigación.

**Título: METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE TUNELES Y OBRAS SUBTERRANEAS ENFOCADA AL MEDIO COLOMBIANO**

**Autor: GLADYS CONSUELO GALVIS MOJICA**

**Director: Ing. RAMIRO GUTIERREZ RODRIGUEZ**

El trabajo proporciona la metodología para el diseño de obras subterráneas, a partir de estudios e investigaciones recopiladas a nivel mundial y la experiencia obtenida con el diseño y la operación de diferentes obras subterráneas construídas en una gran variedad de condiciones geológicas y geotécnicas propias de la Cordillera de los Andes y que actualmente se encuentran funcionando adecuadamente.

El material que se presenta en forma concisa y breve, da una serie de guías prácticas para obtener un diseño confiable, seguro y económico de cualquier obra subterránea (túneles, pozos y cavernas); describe los tipos de excavación subterráneas con su importancia, y el enfoque propio del diseño, además se definen los aspectos geométricos del mismo como son los criterios para alineamiento, localización orientación, tamaño y forma geométrica.

Dentro de los procesos de excavación y soporte de cualquier obra subterránea la instrumentación o el monitoreo del comportamiento del terreno y de los elementos de soporte, forman parte integral en el diseño y el proceso de estabilización. Por ello se recopilan los criterios y conceptos más importantes relacionados con el tema.

**Título: LOS ANCLAJES EN  
GEOTECNIA,  
DISEÑO Y CONSTRUCCION**

**Autor: HERNAN GUILLERMO PEÑA  
FLOREZ  
MAURICIO POSADA SEGURA**

**Director: Ing. EDGAR FORERO M.**

Los anclajes usados en Geotecnia, son unos elementos estructurales que trabajan a tracción mejorando las condiciones de equilibrio de una estructura, las ventajas ofrecidas por estos, han hecho que en las últimas décadas se tengan como alternativa en la solución de problemas ingenieriles que anteriormente exigían grandes esfuerzos y costos exagerados. Su funcionamiento se basa en los fundamentos teóricos en un pilote con la diferencia que el pilote siempre trabaja a compresión.

El problema al cual responde este trabajo es: Cuáles son los criterios para el diseño y construcción de anclajes en geotecnia, aplicada en importantes proyectos realizados en Colombia, en los cuales se utilizaron anclajes como solución alternativa?

El objetivo es exponer los diferentes métodos de diseño, técnica de prueba y procedimientos de construcción utilizados en Colombia para anclajes en geotecnia, previo estudio comparativo de normas alemanas, francesas, norteamericanas y británicas.

Presenta una información básica sobre la definición, componentes, clases y elementos constitutivos de un anclaje; como también los diferentes sistemas de protección utilizados para evitar la corrosión de estos elementos.

Describe los procedimientos e instalación existentes a los que actualmente se utilizan en el país para el uso de sistemas de anclajes.

Muestra las diferentes formas de prueba, a la cual son sometidos los anclajes después de instalados para garantizar de que su capacidad de trabajo sea requerida por el diseño.

Expone los diferentes procedimientos de cálculo utilizados para presentar una solución usando anclajes, dependiendo de tipo de suelo y naturaleza del problema.

Presenta una reseña de importantes proyectos realizados en Colombia y otros países, en los cuales se utilizaron anclajes. En los anexos se encuentran consignados valores de adherencia, recopilación por diferentes autores en proyectos internacionales, los cuales son recomendados como parámetro de diseño.

En los proyectos tanto el diseñador como el constructor de un sistema de anclado, debe conocer muy bien los conceptos teóricos y poseer una amplia experiencia, en especial el constructor, si se tiene en cuenta que un alto porcentaje de éxito lo determina la construcción.

**Título: EVALUACION DE UNA ZONA DE EROSION EN EL MUNICIPIO DE FLANDES-TOLIMA**

**Autor: CARLOS ANDRES BETANCOURT R. FERNANDO ARMANDO GALARZA R.**

**Director: Ing. JUAN CARLOS PAEZ AYALA**

En este estudio se evalúa una zona de erosión localizada en el municipio de Flandes en el Departamento del Tolima, dentro del alcance establecido por el convenio entre el Departamento Administrativo de Planeación del Tolima y la Universidad Militar "Nueva Granada".

Para tener un enfoque general del problema y conocer sus antecedentes, se describen inicialmente las condiciones básicas en que se encuentra el municipio y se orienta al lector para que comprenda completamente en el transcurso del trabajo, las características que identifican cada tipo de erosión.

Para determinar las causas del comportamiento inestable de esta zona se realizó un análisis de los factores de inestabilidad (geológicos, morfológicos, hidrogeológicos y los inducidos por el hombre), que permitió establecer el principal agente erosivo.

Con base en los resultados obtenidos, se plantea una estrategia de estabilización que describe varias alternativas de solución. La selección de cualquiera de estas alternativas se basa esencialmente en el menor costo comparativo que demande su ejecución.

**Título: EVALUACION DEL SUMINISTRO DE AGUA EN CUATRO UNIDADES MILITARES**

**Autor: DORA ADRIANA SANTISTEBAN RUIZ CESAR PACHECO SANDOVAL**

**Director: Ing. JOSE VICENTE CASAS REYES**

El objetivo del trabajo es evaluar el funcionamiento del sistema de suministro de agua potable en las siguientes Unidades Militares: Batallón Escuela de Comunicaciones (Facatativa-Cundinamarca), Batallón Rooke (Ibague-Tolima), Décima Brigada (Melgar-Tolima), Base Aérea Germán Olano (Puerto Salgar-Cundinamarca). Se presentan capítulos independientes para cada Unidad los cuales comprenden una información general de la Unidad, descripción del sistema de abastecimiento de agua, evaluación de la calidad del agua y operación del sistema de suministro (en el aspecto físico, funcional y operacional) con la cual se definen la serie de conclusiones y recomendaciones pertinentes a cada una de ellas.

El Batallón Escuela de Comunicaciones no posee planta de tratamiento, la calidad del agua suministrada puede ser mejorada mediante el uso del tratamiento propuesto.

En la evaluación realizada a la planta de tratamiento del Batallón Rooke se observa que puede funcionar perfectamente mejorando el sistema de dosificación de coagulante y se pone en funcionamiento el proceso de filtración.

*Continúa en la siguiente página*

La planta de tratamiento de la Décima Brigada no está en capacidad de satisfacer los requerimientos de la población cuando se presenta la demanda máxima. Al igual que en las Unidades anteriores se debe adoptar el tratamiento propuesto para obtener una mejor calidad del agua.

En cuanto al sistema de suministro de la Base Aérea "Germán Olano" se encontró que es el que presenta mejores condiciones físicas, sin embargo se están cometiendo errores en cuanto a la dosificación lo cual ocasiona que la calidad del agua no sea la más apropiada.

**Título: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EN CUATRO UNIDADES DE LA FUERZA AEREA**

**Autor: FABIOLA ORTEGON PINZON  
ALBERTO ORLANDO MENDEZ  
ALVAREZ.**

**Director: Ing. JOSE VICENTE CASAS REYES**

El trabajo ofrece una evaluación de las plantas de tratamiento de agua potable ubicadas en las Unidades de la Fuerza Aérea de Apiay Melgar y Madrid Comando Aéreo de Combate N°2, Apiay; Comando Aéreo de Apoyo Táctico N°1, Melgar; Comando Aéreo de Mantenimiento, Madrid; Escuela de suboficiales Andrés M. Díaz, Madrid.

Igualmente se presenta la descripción físicas de las estructuras de cada planta, fundamentada en la información básica resultante de las visitas preliminares de inspección, en las mediciones efectuadas, consecución de planos de diseño, revisión de documentos existentes suministrados por los respectivos comandos; entrevistas con operarios y usuarios del servicio y una cuidadosa observación de las instalaciones.

En segundo lugar se ofrece el estudio integral de las plantas basado en análisis del estado de las instalaciones y equipos, su funcionamiento, eficiencia de procesos, actividades de operación, mantenimiento, administración y control, las características físicas y bacteriológicas del agua cruda y tratada, comparando estos aspectos con los parámetros y normas establecidas por la ley como patrones.

Por último se presenta el diagnóstico, las conclusiones y recomendaciones que al dar respuesta a los objetivos propuestos, a opinión de los autores deben ejecutarse para lograr la optimización necesaria de cada una de las plantas.

**Título: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BATALLON DE INFANTERIA N°21 VARGAS, GRANADA - META**

**Autor: MIGUEL ANGEL CARDOZO NELSON JAVIER GUERREROARANGO**

**Director: Ing. RAFAEL MONTAÑA SANTOS**

El proyecto describe como punto de partida, la situación existente en el batallón relacionada con el suministro de agua potable. Desarrolla todos los estudios preliminares necesarios para satisfacer la demanda de agua en la unidad táctica.

Analiza las posibles alternativas de solución para el abastecimiento y tipos de fuente de agua, con sus ventajas y desventajas.

Presenta las características del agua cruda resultantes de las muestras tomadas en la fuente de suministro.

Establece el tratamiento más favorable, previa evaluación de las estructuras existentes del proceso de tratamiento actual y de los aspectos que lo afectan tanto funcional como económicamente.

El diseño propuesto se fundamenta en las recomendaciones del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, la estabilidad, economía y funcionalidad de cada una de ellas.

Incluye una edificación donde se centralizan todas las entidades del tratamiento de agua en la unidad.

Por último se presenta un análisis de costos de las actividades que se deben realizar para culminar con éxito la construcción y adecuación de la planta de tratamiento en el Batallón de Infantería N° 21 Vargas, como también de las operaciones de control que requiere el proceso de funcionamiento.

# UNA EXPERIENCIA MARAVILLOSA

*Ana María Angulo Calderón\**

Pasan los días y tanto la emoción como la incertidumbre invaden mi alma. Todo da vueltas dentro de mi cabeza y lo único realmente importante es dar lo mejor de mí para no defraudar a nadie y en especial a mí misma.

Llegó la hora: una institución, unas personas que se esforzaron para hacer de Ingeniería Diurna un éxito total. Unos jóvenes con las mismas expectativas, un ambiente de trabajo y un deseo de triunfo era ahora lo que me rodeaba. Había tenido que dejar otras millones de cosas que seguramente iba a extrañar, pero era hora de triunfar gracias a mis esfuerzos y ayuda básica de los demás, era hora de enfrentarme a

un millón de cosas que nunca pensé enfrentar. Personalidades, distintas metas y expectativas que no concordaban con lo que yo realmente buscaba. Había otras que a pesar de los ideales enfrentados también querían salir adelante, ellos eran mis compañeros. No faltaron los contratos personales de triunfo, ni las promesas de éxitos, ni las trasnochadas grupales, ni los esfuerzos en vano... porque al final de tanto padecer y luchar conseguimos lo que queríamos o por lo menos lo que añorábamos... Recordamos, entendimos y aprendimos una cantidad de cosas que serán la base de nuestro futuro, pero eso no es todo, es simplemente el principio para conseguir lo que soñamos, ser ingenieros, pero no sólo ingenieros,

---

\* Alumna de primer semestre de Ingeniería Civil Diurna de la Universidad Militar "Nueva Granada"

sino formar parte de los excelentes ingenieros civiles egresados de la Universidad Militar Nueva Granada.

Gracias a todas las personas que se esforzaron por conseguir el sueño de nosotros (Ingeniería Civil Diurna); a todas las personas que

compartieron conmigo esta etapa de mi vida, pues, para mi era el paso más importante para continuar firme en mi carrera y en especial a mi grupo (F.M.L.P.X.), pues, al lado de ellos si Dios quiere recibiré mi diploma de profesional como Ingeniero Civil.

\* \* \* \* \*