

UNA TESIS DE INGENIERIA QUIMICA

ACUEDUCTO DE SANTO DOMINGO

Por **RODRIGO JARAMILLO R.**

GABRIEL DUQUE D.

(Primeros capítulos de la Tesis de Grado presentada por sus autores para optar el título de Ingenieros Químicos en la Universidad Pontificia Bolivariana).

INTRODUCCION

La Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana, la primera de su clase en establecerse en el país, hizo su entrada triunfal en la historia del comercio y de la industria nacionales: sus primeras promociones convirtieron el pasado de la incipiente industria colombiana en historia antigua y prestaron ayuda, valiosa por cierto, al incremento y desarrollo de estas actividades que hoy se encuentran en una etapa de amplia superación.

Los profesionales de Ingeniería Química de la Bolivariana y de otras Universidades que establecieron con posterioridad estudios de esta rama, consiguieron la nacionalización de muchas actividades técnicas y comerciales con ella relacionadas, actividades que antes de establecerse la Facultad estaban íntegramente en manos de extranjeros. De los beneficios que a la industria ha traído este cambio pueden hablar, con extensión y propiedad, los directores y el estado financiero de las industrias.

Mas, no ha de declararse satisfecha la profesión con los éxitos hasta ahora alcanzados, y ha de buscar nuevos caminos que acerquen sus servicios a la colectividad, y la hagan, por decirlo así, una profesión de servicio social directo, puesto que hasta ahora, el Ingeniero Químico sólo se relaciona con el pueblo a través de muchos intermediarios que absorben su actividad y ayudan a sostener el concepto, no por entendido menos erróneo, de que el Ingeniero Químico no es sino un laboratorista, ignorando quizá que por su preparación está capacitado para desarrollar sus actividades más allá de los estrechos límites de

un laboratorio, el cual por otra parte le brinda a él mismo una valiosa ayuda en sus labores y es una fuente pródiga de actividades en qué ocupar sus energías.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, elegimos como tema del trabajo de grado la prospectación y estudio de un acueducto, para servir a una comunidad aunque pequeña, a la cual nos ligan lazos muy cordiales.

Animados con la idea de que nuestro intento sirva también a los futuros colegas para que ellos se animen a buscar nuevos caminos a sus actividades, presentamos nuestro estudio a la consideración del jurado calificador.

No nos hemos propuesto sentar doctrina sobre la materia, que para ello fuera necesaria mayor experiencia que la nuestra; tampoco nos detenemos en el estudio de la historia que toca con la construcción de esta clase de trabajos ni con la población objeto de nuestro estudio, ya que sólo nos proponemos el caso específico de un acueducto para una población determinada, en las circunstancias presentes.

Para ello hemos tomado como normas de acción las indicaciones de los textos que tratan de las materias con las que tocamos: estadística, hidráulica, topografía, resistencia de materiales y tecnología, y las no escasas referencias que hemos encontrado en publicaciones periódicas de carácter técnico.

La bibliografía consultada, cuya lista añadiremos en la parte final, no la hemos citado a lo largo de nuestro trabajo con el fin principal de no desvertebrar el hilo de éste, no siendo necesaria, además, la citación textual de grandes apartes que, como ya advertimos, nos sirvieron de norma, pero que no hemos querido aprovechar como material de relleno.

CAPITULO I

POBLACION Y CONSUMO DE AGUA

La primera cuestión que debe estudiarse, al emprender un trabajo de la naturaleza del nuestro, es la que se relaciona con el número de habitantes para los que se calcula el suministro, y la rata de crecimiento de la población, con el fin de poder hacer alguna previsión para su abasto en un futuro.

Los autores que tratan de la materia, exigen varios requisitos para la correcta aproximación de dichos cálculos: larga trayectoria censal, que en nuestro medio es imposible de obtener; censos escolares, que si bien pueden ser índices ciertos para las grandes ciudades, en pequeñas poblaciones no proporcionan ningún criterio de certeza; el volumen de los negocios sería otra información orientadora, sólo utilizable, por desgracia, cuando ella viene a ser ofrecida por una entidad dedicada a tales menesteres, como sería una cámara de comercio.

Con los datos que logramos obtener formamos el cuadro I-1 (Población del Municipio de Santo Domingo); las fuentes de información fueron en un principio las publicaciones de la Oficina Departamental de Estadística, publicaciones que no siempre fueron tomadas de números reales, según tuvimos ocasión de confrontar en los libros pa-

roquiales; de éstos últimos obtuvimos, como de fuente más seguramente exacta, los números que se refieren al crecimiento vegetativo del municipio y del conglomerado urbano.

Cuadro I-1
Población del Municipio de Santo Domingo

Año	Crecimiento vegetativo Municipio	Habitantes Municipio (calculados)	Crecimiento vegetativo Pob. Urbana	Habitantes urbanos (calculados)
1918	...	11.681 (")	..	2.256 (")
1919	188	11.869	42	2.294
1920	368	12.237	38	2.332
1921	115	12.352	41	2.373
1922	84	12.436	48	2.421
1923	167	12.603	47	2.468
1924	198	12.801	38	2.506
1925	205	13.006	41	2.547
1926	237	13.243	25	2.572
1927	300	13.543	33	2.607
1928	67	13.610 (")	33	2.638 (")
1929	248	13.858	18	2.654
1930	264	14.122	64	2.718
1931	165	14.287	38	2.756
1932	218	14.505	59	2.815
1933	262	14.767	31	2.846
1934	236	15.003	41	2.887
1935	258	15.261	44	2.931
1936	260	15.521	41	2.972
1937	307	15.828	36	3.008
1938	(306)	12.223 (")	(23)	2.263 (")
1939	288	12.511	15	2.278
1940	183	12.694	29	2.307
1941	122	12.816	25	2.332
1942	183	12.999	32	2.364
1943	145	13.144	32	2.396
1944	123	13.267	33	2.429
1945	165	13.432	51	2.470
1946	159	13.591	48	2.518
1947	197	13.788	48	2.566
1948	180	13.968	73	2.639
1949	188	14.156	64	2.703
1950	192	14.348	45	2.748

Acueducto de Santo Domingo

1951	275	14.623	27	2.775
1952	197	14.820	19	2.794
1953	...	15.014	..	2.815

(") Datos de los censos oficiales: 1918 (14 de octubre), aprobado; 1928 no aprobado; 1938 (5 de julio) aprobado.

(..) Los números encerrados entre paréntesis son exactos en sí mismos, pero no deben ser sumados a los anteriores.

La población total se calculó con base en el censo de 1918, corrigiendo la desviación señalada en 1938.

Si en nuestro país tuviéramos mejor voluntad de servicio público, los datos del censo realizado en 1951 ya debieran estar analizados y publicados si es que merecen la aprobación; por carecer de estos datos, tuvimos que aceptar como base la población de 1938, que sometida a una rata constante de crecimiento, la cual rata parece muy semejante a la que rigió el aumento hasta esa fecha, para calcular la población probable en 1953.

Según puede observarse en el cuadro I-1 (Población del Municipio de Santo Domingo) en el año de 1938 hubo discontinuidad, la que no puede tener otra explicación sino en la emigración; es lógico suponer que esa emigración se efectuó en un período mayor al año en que se señala pero desgraciadamente nuestros estadígrafos no se preocupan de estos detalles que darían luces oportunas; y es lógico que el período haya sido mayor porque nos encontramos con una de tantas épocas anormales que ha vivido nuestra patria, y cuyas consecuencias más funestas repercuten en la parte de la población menos favorecida de la civilización y de la fortuna: el campesino y el habitante de la aldea suministra personal para las deportaciones motivadas por una política absurda y sin justicia; y es la fuente para el abastecimiento de material humano de las industrias: en la época comprendida entre 1930 y 1937 vivió Colombia esas dos circunstancias casi simultáneamente y las aldeas y los campos vieron mermar sus habitantes, al tiempo que en las ciudades crecían las clases obrera y mendicante.

En el caso particular de la población de Santo Domingo, hay otra circunstancia que afecta su conglomerado humano precisamente en la época citada: la inauguración del túnel de la Quebra, del Ferrocarril de Antioquia, situado en este municipio, necesariamente desalojó buen número de obreros enganchados en la obra, varios de los cuales, junto con sus familias, habían sido censados en 1928; por circunstancias especiales, gran número de habitantes derivaban su subsistencia de actividades en el transporte que se estableció provisional mientras se terminaba la perforación del túnel, y muchos de estos también fueron desplazados al cerrarse dicha fuente de trabajo para ellos.

La discontinuidad, tanto de población rural como urbana, es por tanto una consecuencia natural.

Deducimos del cuadro I-1 (Población del Municipio de Santo Domingo) que la población probable para 1973 será de 3.580 habitantes urbanos.

Cuadro I-2
Población Escolar Urbana de Santo Domingo

Año	Esudiantes Urbanos (1)	Estudiantes Urbanos por mil hab. (2)	Población Urbana (3)
1921	606	256	2.273
1922	550	227	2.421
1923	470	192	2.468
1924	479	192	2.506
1925	463	186	2.547
1926	484	188	2.572
1927	446	171	2.605
1928	472	179	2.638
1929	421	159	2.654
1930	454	167	2.718
1931	438	159	2.756
1932	460	164	2.815
1933	589	204	2.846
1934	579	200	2.887
1935	564	193	2.931
1936	541	183	2.972
1937	533	172	3.108
1938	529	234	2.263
1939	470	207	2.278
1940	423	184	2.307
1941	437	187	2.332
1942	416	176	2.364
1943	401	167	2.396
1944	408	166	2.429
1945	437	178	2.470
1946	452	179	2.518
1947	476	185	2.566
1948	499	190	2.639
1949	518	192	2.703
1950	533	194	2.748
1951	504	183	2.775
1952	493	177	2.794
1953	510	181	2.815

(1) Datos de los libros de matrícula de las escuelas y colegios urbanos.

(2) Calculado con base en los datos de (1) y los correspondientes datos del cuadro I-1.

(3) Tomados del cuadro I-1.

Acueducto de Santo Domingo

Consideramos a continuación el consumo posible por cabeza y por día, para conocer las necesidades que deberá llenar la fuente de suministro de agua.

Poca o ninguna información nos fue posible obtener de las instalaciones actuales porque estas no abastecen de agua a toda la población, en las tomas que se hacen del servicio público no hay contadores, y por otra parte las tuberías de distribución se encuentran en avanzado estado de obstrucción (esta causa añadida a la que representa el pequeño volumen total que se suministra, obliga al racionamiento del servicio).

Apelamos al estudio de poblaciones de características semejantes a la que nos ocupa y a consultas con ingenieros que han tenido experiencias en estas clases de trabajos, y tomamos como base 155 litros por cabeza y por día, distribuidos según el cuadro I-3.

Cuadro I-3

Consumo de agua por cabeza y por día

Servicio	Litros	%
Servicio doméstico y comercial	100	65
Servicio público	30	19
Pérdidas	25	16

Se trata de una población que por su localización geográfica y topográfica no ofrece ninguna perspectiva para su industrialización, por eso no se presupuesta para tal servicio.

En el suministro para servicios públicos comprende: matadero, plaza de ferias, hidrantes, fuentes ornamentales, aseo de calles, en su gran mayoría pavimentadas.

En el renglón de pérdidas, consideramos la circunstancia de que no habrá servicio de contadores para no recargar el costo de las nuevas instalaciones.

CAPITULO II

PRECIPITACION PLUVIAL

El régimen de lluvias en una determinada región está sometido a los vientos imperantes, como causa principal; estos, así mismo, obedecen en mucho a las variaciones de temperatura y ésta a su vez, depende de la latitud, como también de la configuración topográfica del terreno y de la exposición de los suelos.

En el caso que nos ocupa, ha sido imposible fijar estas variables, por carecer en la localidad de equipos apropiados para su medición.

Como única información posible, pudiéramos tener en cuenta las cifras que se refieren a la precipitación pluvial neta, si como veremos al exhibirlos, estos fueran aceptables.

Los datos agrupados en el cuadro II-1 (Precipitación pluvial en el Municipio de Santo Domingo) fueron obtenidos en el archivo

de la Oficina Municipal de Estadística de la localidad, confrontados con los existentes en los archivos de la Oficina Departamental de Estadística, algunos de los cuales han sido publicados por esta última en los Anuarios y Boletines que le han servido como órganos de divulgación; desafortunadamente estos datos, además de estar incompletos como puede observarse, son inadmisibles en su mayoría.

Cuadro II-1
Precipitación Pluvial en Santo Domingo

Año	Lluvia en Mm.	Promedio mensual
1921	3.361	380
1922	2.680	224
1923	2.366	197
1924	6.878	490
1925	.....	...
1926	3.371	380
1927	2.266	222
1928	.....	...
1929	.....	...
1930	.....	...
1931	2.376	237
1932	3.182	265
1933	2.869	239
1934	.....	...
1935	2.326	193
1936	.....	...
1937	.....	...
1938	3.266	231
1939	2.667	272
1940	1.822	188
1941	1.769	179
1942	.....	...
1943	.....	...
1944	2.529	210
1945	1.851	154
1946	1.398	117
1947	.....	...
1948	.....	...
1949	2.475	206
1950	.....	...
1951	1.098	91
1952	1.252	104
1953	.....	...

Fuente: Archivos de las Oficinas de Estadística Municipal de Santo Domingo y Departamental de Medellín.

Acueducto de Santo Domingo

Según los "Estudios Meteorológicos de Colombia" de Luis H. Osorio, citados en la "Geografía Superior de Colombia" por el Hermano Justo Ramón, F. S. C., la región más lluviosa del país es la comprendida entre la costa del Océano Pacífico y el ramal occidental de la cordillera de los Andes en el sur y la serranía del Baudó en la parte norte. Cifras típicas de diversos puntos en esta región, según las obras citadas, se encuentran en el cuadro II-2, que copiamos de la obra citada, para demostrar la inexactitud de las cifras del cuadro II-1. (Precipitación pluvial en el Municipio de Santo Domingo).

Cuadro II-2 Promedio anual de lluvias en algunos lugares de la región del Pacífico

Lugar	Lluvia anual en m.m.
Juradó	2.323
Quibdó	6.742
Istmina	6.904
Andagoya	7.340
Buenaventura	3.646
Barbacoas	4.642
El Diviso	6.760
Altaquer	3.092
Tumaco	2.940
Córdoba	3.646

Fuente: Geografía Superior de Colombia.

Si comparamos algunas de las cifras del cuadro II-1 (Precipitación pluvial en el Municipio de Santo Domingo), con las del cuadro II-2 (Promedio anual de lluvias en algunos lugares de la región del Pacífico) vemos que en el primero más de una supera a las del segundo, obtenidas por mediciones más cuidadosas y quizá más técnicas:

La precipitación pluvial en Santo Domingo, durante los años 1921, 1922, 1924, 1926, 1931, 1933, 1935, 1938, 1939, 1944 y 1949, sobrepasa al promedio dado para las localidades de Juradó y Tumaco; la cifra para el año de 1924, de 6.878 mm. excede a la de todos los lugares anotados en el cuadro II-2, con excepción de Andagoya e Istmina.

Las consideraciones anteriores son suficientes para deshechar estos datos, cuya inexactitud atribuimos a descuido de los empleados encargados de la observación del pluviómetro.

Sin embargo, parece que las cifras anotadas para los años de 1951, 1952 y los meses corridos del presente, que copiamos en el cuadro II-3 (Precipitación pluvial en Santo Domingo, Antioquia), se ajustan más a la realidad. Personalmente pudimos comprobar durante los meses de julio, agosto y septiembre últimos, la exactitud de estas lecturas.

En consecuencia, nuestros cálculos tendrán como base las cifras del cuadro II-3, ya que no fue posible obtener mayor información que pudiera aceptarse como verídica.

Cuadro II-3
Precipitación Pluvial en Santo Domingo (Antioquia)
(en milímetros)

	1951	1952	1953
Enero	41	113	54
Febrero	49	58	49
Marzo	61	61	151
Abril	47	110	133
Mayo	72	169	147
Junio	87	120	141
Julio	40	99	63
Agosto	108	56	42
Septiembre	156	98	160
Octubre	164	133	...
Noviembre	135	115	...
Diciembre	138	119	...
TOTAL	1.098	1.250	...
Prom. Mens.	91	104	95

Fuente: Oficina de Estadística de Santo Domingo.

CAPITULO III

DIVERSAS FUENTES DE SUMINISTRO

Al entrar en esta etapa de nuestro estudio, consideramos en primer lugar la posibilidad de aprovechar la fuente de suministro actual, para servir agua potable y suficiente a la población.

El agua se recoge en unos pantanos poco extensos, situados en el paraje de "Moro" hacia el norte de la población, por medio de un muro que solo tiene utilización como desarenadero, ya que la conducción se toma en el nivel superior del muro.

La conducción desde la bocatoma hasta el tanque de distribución se hace a través de una tubería de barro cocido, de 160 milímetros de diámetro y 2.200 metros de longitud.

Si bien hay que reconocer el mérito de esta obra, pues en ella se obró con gran economía de pendiente, ya que la promedia de dicha conducción es de 1%, debido a la poca altura disponible; la circunstancia de carecer de desnivel la desfavorece por estar plagada dicha conducción de cierta familia vegetal cuyas raíces, hidrófilas en sumo grado, forman dentro de la tubería obstrucciones considerables y simultáneas que hacen el papel de sedimentadores, pero que obligan a reparaciones continuas, con sus consiguientes perjuicios y gastos adicionales.

Acueducto de Santo Domingo

Por diversas mediciones efectuadas en la entrada al tanque de distribución, encontramos que su caudal es insuficiente; estas mediciones están anotadas en el cuadro III-1.

Cuadro III-1

Caudal de la Fuente de "Moro"

	1 9 5 3	Litros/segundo
Julio	22	3.60
	26	3.10
	30	3.30
Agosto	4	3.40
	10	2.50
	16	2.20
	24	2.00
	30	2.90
Septiembre	2	3.20
	8	2.70
	13	4.00

Por análisis efectuados sobre muestras tomadas en la bocatomá, en el tanque de distribución y en diversas llaves de la red actual, encontramos que esta agua es de una calidad poco aconsejable. Los análisis pueden verse en los cuadros III-2 (Análisis físico-químico del agua de "Moro") y III-3 (Análisis bacteriológico del agua de "Moro").

Cuadro III-2

Análisis Físicoquímico del agua de "Moro"

	Red actual	Tanque distrib.	Boca toma
pH	6.1	6.1	6.0
CO	9.4	10.7	10.9
Alcalinidad Fenol	0.0	0.0	0.0
Alcalinidad total (como CaCo)	18.0	18.0	18.2
Turbidez (como SiO)	12.0	12.5	13.0
Color (escala C.P.)	60.0	55.0	65.0
Cloruros	0.0	0.0	0.0
Dureza (como CaCo)	13.3	12.0	12.5
Hierro	1.4	1.5	1.6
Nitritos	0.0005	0.0005	0.0005

Los datos están dados en partes por millón y son un promedio de los varios análisis.

Cuadro III-3

Análisis Bacteriológico del agua de "Moro"

	Colonias	Gr. Colib.	Clasif.
Red actual	incontables	positivo	impotab.
Tanque de distribución	incontables	positivo	impotab.
Boca-toma	incontables	positivo	impotab.

Estudiamos luego la posibilidad de aumentar el caudal de dicha agua y considerar el indispensable tratamiento químico para mejorar su calidad.

La hoya hidrográfica más cercana a la bocatoma actual entrega sus aguas a la quebrada de "Playas"; tiene una extensión bastante considerable, en la cual se encuentran ubicadas catorce casas de habitación y cuyos terrenos pertenecen a más de doce propietarios. El punto de nivel más alto aprovechable se encuentra a gran distancia de la bocatoma actual; la vía posible para desviar dichas aguas sería una conducción a nivel hasta el punto más cercano a la actual, con una longitud aproximada de 3.500 metros, o una conducción a través de túneles de 400 y 250 metros aproximadamente.

El valor de los terrenos que constituyen la vertiente de 2 kilómetros cuadrados aproximadamente, el costo de las construcciones que existen en ella, el de las obras accesorias para lograr el aprovechamiento de la quebrada de "Playas" descartan la viabilidad de un posible ensanche.

La quebrada "Saladero" es otra fuente vecina a la población, aunque demasiado pequeña en caudal, sin posibilidades mayores para aumentarla por reforestación de su hoya, por ser esta de poca extensión. El punto donde esta agua pudiera aprovecharse tiene un nivel más bajo con relación al tanque de distribución y la conducción tendría aproximadamente 2 kilómetros.

El "Tambo". Esta quebrada tiene un volumen más que suficiente pero sin embargo no es aprovechable por la distancia a que está: su conducción superficial sería mayor de 6 kilómetros, y si se hicieran a través de un túnel, éste tendría aproximadamente 800 metros de longitud.

"Las Nutrias". Elegimos finalmente esta fuente por presentar mayores ventajas que las anteriores, no obstante no tener altura suficiente: la hoya en donde se forma es relativamente pequeña, su distancia de la población no es mucha y su contaminación mineral y bacteriológica es mínima como podrá verse en los cuadros III-4 (Análisis físico-químico de la quebrada "Las Nutrias") y III-5 (Análisis bacteriológico del agua de la quebrada "Las Nutrias").

Con la elección de la quebrada "Las Nutrias" queda descartada el agua de "Moro" como fuente de suministro, y se elimina la necesidad de procesar las aguas, ya que las cifras de contaminación están por debajo de las permisibles.

Acueducto de Santo Domingo

Cuadro III-4

Análisis Físicoquímico del agua de la quebrada "Las Nutrias"

	p.p.m.	permisibles
pH	7.0	
CO	4.5	10.0
Alcalinidad Fenol	0.0	
Alcalinidad total (como CaCo)	23.0	80.0
Turbidez (como SiO)	4.0	10.0
Color (escala C.P.)	10.0	15.0
Cloruros	0.0	250.0
Dureza (como CaCo)	20.0	50.0
Hierro	0.15	0.3
Nitritos	0.0015	0.0015

Los datos están dados en partes por millón y son un promedio de los varios análisis.

Cuadro III-5

Análisis Bacteriológico del agua de la quebrada "Las Nutrias"

Muestras	Colonias	Gr. Colib.	Clasificación
1	3	positivo	sospechosa
2	3	positivo	sospechosa
3	4	positivo	sospechosa
4	3	positivo	sospechosa
5	2	positivo	satisfactoria

Las cifras de contaminación orgánica se rebajarían eliminando de la hoya una casa de habitación que hay en ella y cerrando la entrada a los ganados que actualmente pacen en los dos potreros en que está dividida.

La configuración misma del terreno que forma la hoya de "Las Nutrias" facilita su aprovechamiento para trabajos de esta índole por poderse aislar sin dificultad y presentar en la parte más baja, un estrechamiento que hace posible la construcción de un muro de represa con el mínimo costo.

Las mediciones del caudal se anotan en el cuadro III-6 (Caudal de agua de la quebrada "Las Nutrias").

Estudio Topográfico de "Las Nutrias"

Dentro de la hoya en que se forma esta quebrada se hicieron los siguientes trabajos:

a) — Levantamiento del polígono que la encierra, levantamiento que se hizo a stadia y consiguiente investigación de su área, y niveles de contorno.

b) — Levantamiento de las curvas de nivel de la cuenca.

c) — Perfil de la quebrada, en la propiedad de don Jesús Franco y perfil de la proyectada represa.

Cuadro III-6
Caudal del agua de la quebrada "Las Nutrias"

	1953	litros/segundo	Promedio lit./seg.
Julio	22	6.30	5.58
	24	5.20	
	26	4.80	
	28	5.50	
	30	6.10	
Agosto	4	5.70	3.66
	8	3.30	
	10	3.20	
	12	3.40	
	16	3.00	
	20	2.80	
	22	3.10	
	24	2.90	
	28	3.50	
	30	5.10	
Septiembre	2	7.10	16.76
	6	12.20	
	8	14.40	
	10	16.30	
	13	15.60	
	15	18.80	
	27	25.40	
	30	24.30	

Para todos estos trabajos tomamos como punto de referencia la estación 1 en la raíz de un árbol de "carate", a 0.89 metros del cerco (lindero) de don Jesús Franco y don Andrés Gallego, en terrenos del primero, en la vertiente derecha de la quebrada y a 24.30 metros de dicha quebrada a lo largo del cerco.

Al punto de esta estación se llega, desde la población siguiendo el camino de vereda (servidumbre) que atraviesa los predios de: Parroquia, Alfonso Murillo, sucesores de Lázaro Arismendy y Andrés Gallego; de la estación en adelante continúa por propiedad de Jesús Franco, donde se ramifica. Por este camino no hay acceso para cabalgaduras. La estación está colocada en el punto donde el camino de vereda cruza el lindero de Gallego y de Franco.

De los datos de la cartera de campo sacamos los que son la base para averiguar el área de la cuenca hidrográfica:

Acueducto de Santo Domingo

Area según el cuadro III-7:	427.292,05 metros
Area según el cuadro III-8:	7.034,80 metros
Area total de la cuenca:	<u>434.326,85 metros</u>

CAPITULO IV
CALCULOS DE EMBALSE

El agua lluvia precipitada sobre la superficie de la tierra puede distribuirse en la siguiente forma:

- a) — La parte que corre sobre la superficie;
- b) — La que se evapora, ya sobre la superficie del agua, ya sobre la superficie de la tierra;
- c) — La que va por grietas profundas;
- d) — La que por infiltración va a los estratos acuíferos aptos para su almacenamiento subterráneo; y
- e) — La consumida por las plantas.

Del agua lluvia sólo es aprovechable:

- 1) — La que corre sobre la superficie del terreno, siempre y cuando haya modo de represarla, porque debido a la inclinación del terreno, el agua desciende rápidamente;
- 2) — La que por infiltración va a los estratos acuíferos, que es la fuente reguladora de los ríos y quebradas.

Como vimos en capítulos anteriores el caudal de la quebrada "Las Nutrias" es suficiente en los meses de invierno, no así en los de verano, pues el consumo es de 6.43 litros/segundo, 155 litros por cabeza y por día para una población de 3.580 habitantes, población en 1973, fecha hasta la cual está proyectado el acueducto; hay por lo tanto necesidad de represar la quebrada para aprovechar aquella parte de las aguas lluvias que corren sobre la superficie del terreno.

Con los datos de los cuadros II-3 (Precipitación pluvial...) y III-6 (Caudal de Las Nutrias), levantaremos el cuadro IV-1 (Caudal de Las Nutrias), que nos muestra la curva característica de la quebrada.

Cuadro IV-1

**Caudal de "Las Nutrias", de 1951 a 1953
en litros/segundo, (calculado)**

	1951	1952	1953
Enero	3.6	10.2	4.8
Febrero	4.3	5.0	4.3

Marzo	5.4	5.4	14.8
Abril	4.2	9.8	12.4
Mayo	7.2	19.6	14.2
Junio	7.6	10.8	13.2
Julio	3.6	8.8	5.58
Agosto	9.6	5.0	3.66
Septiembre	15.8	8.8	16.77
Octubre	17.6	12.4	...
Noviembre	12.6	10.4	...
Diciembre	13.0	10.8	...

De los datos anteriores obtenemos las cifras para el cuadro IV-2 (Precipitación pluvial de la hoya de "Las Nutrias").

Cuadro IV-2

Precipitación pluvial en la hoya hidrográfica de la quebrada "Las Nutrias", de 1951 a 1953 en miles de metros cúbicos, (calculada)

	1951	1952	1953
Enero	17.8	49.0	23.4
Febrero	21.2	25.1	21.2
Marzo	26.4	26.4	65.3
Abril	20.4	47.6	57.6
Mayo	31.2	73.1	63.6
Junio	37.8	51.9	61.0
Julio	17.8	42.8	27.3
Agosto	46.9	24.3	18.2
Septiembre	67.6	42.4	69.3
Octubre	71.1	57.6	....
Noviembre	58.4	49.7	....
Diciembre	59.8	51.5	....

En el cuadro IV-2 (Precipitación pluvial en la hoya hidrográfica de la quebrada "Las Nutrias"), encontramos que los ciclos de lluvias son aproximadamente periódicos, y que el año más seco fue el de 1951 y en especial el mes de enero.

Según el cuadro IV-1 (Caudal de "Las Nutrias"...), el menor caudal correspondió a los meses de enero y julio de 1951; en estos meses se presenta un déficit en relación con el consumo calculado, de 7.250 metros cúbicos.

Tenemos entonces que el embalse ha de ser de 7.250 metros cúbicos, como mínimo; sin tener en cuenta la pérdida por evaporación, en donde entran muchas variables, tales como: temperatura, presión, velocidad del viento, humedad atmosférica, etc.; variables que en nuestro caso no fue posible conocer por carecer de equipos apropiados en la localidad; sólo disponemos de las estadísticas de evaporación levantadas por nosotros durante los tres meses de estadía en la población de Santo Domingo, y que aparecen en el cuadro IV-3.

Cuadro IV-3

Evaporación de agua en Santo Domingo

1953	Milímetros
Julio	65
Agosto	87
Septiembre	48

Los números son el promedio de cinco lecturas.

En el capítulo III se advirtió lo superfluo de un procesamiento para el agua proveniente de esta fuente; por tanto, proyectamos situar el desarenadero en la misma represa, para economizar espacio en las instalaciones urbanas.

Capacidad del embalse empleada como desarenadero y para decantación, hasta la cota 96.50: 1.250 metros cúbicos.

Capacidad empleada en desarenadero y decantación	1.250 mts.
Pérdidas por evaporación	1.250 mts.
<hr/>	
Capacidad del embalse no utilizable:	2.500 mts.
Capacidad máxima del embalse	13.250 mts.
Capacidad de embalse no utilizable	2.500 mts.
<hr/>	
Capacidad efectiva del embalse:	10.750 mts.