

309.24/E16PHR

v.4

Cedege

COMISION DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO
DE LA CUENCA DEL RIO GUAYAS
UNIDAD DE PLANIFICACION REGIONAL



NACIONES UNIDAS
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
INSTITUTO LATINOAMERICANO DE
PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL



PLAN REGIONAL INTEGRADO DE LA CUENCA DEL RIO GUAYAS
Y LA PENINSULA DE SANTA ELENA

Propuesta del Plan Hidráulico Regional

Tomo IV: Subcuenca Daule



900048406 - BIBLIOTECA CEPAL

Julio 1983

26 NOV 1991

44097

I N D I C E

Página

IV. SUBCUENCA DEL RIO DAULE

IV.0	<u>Resumen</u>	1
IV.1	<u>Demanda actual-oferta natural del río Daule</u>	1
IV.2	<u>Oferta regulada-demanda de agua</u>	11
IV.2.1	<u>Oferta regulada de agua</u>	11
IV.2.2	<u>Demanda de agua para consumo doméstico y dilución de aguas servidas</u>	16
IV.2.3	<u>Demandas de aguas de los trasvases a la Península de Santa Elena (P.S.E.) y Manabí</u>	19
IV.2.4	<u>Demanda de agua para riego y dilución de agua de retorno</u>	20
IV.2.5	<u>Operación de los embalses</u>	30
IV.3	<u>Proceso de ejecución del sistema de presa</u>	32
IV.4	<u>Proceso de incorporación de suelos al riego</u>	34
IV.5	<u>Análisis de las inundaciones</u>	38

	<u>Página</u>
IV.5.1 <u>Caudales de avenidas naturales</u>	38
IV.5.2 <u>Caudales de avenidas reguladas</u>	41

ANEXO

Cuadro N° 0.0.0.1: Oferta de agua, media multianual

Cuadro N° 0.0.0.2: Oferta de agua, año seco (1968)

Cuadro N° 0.0.0.3: Oferta de agua, año húmedo (1976)

Cuadro N° IV.1.0.1: Población por parroquias. Subcuenca del Daule

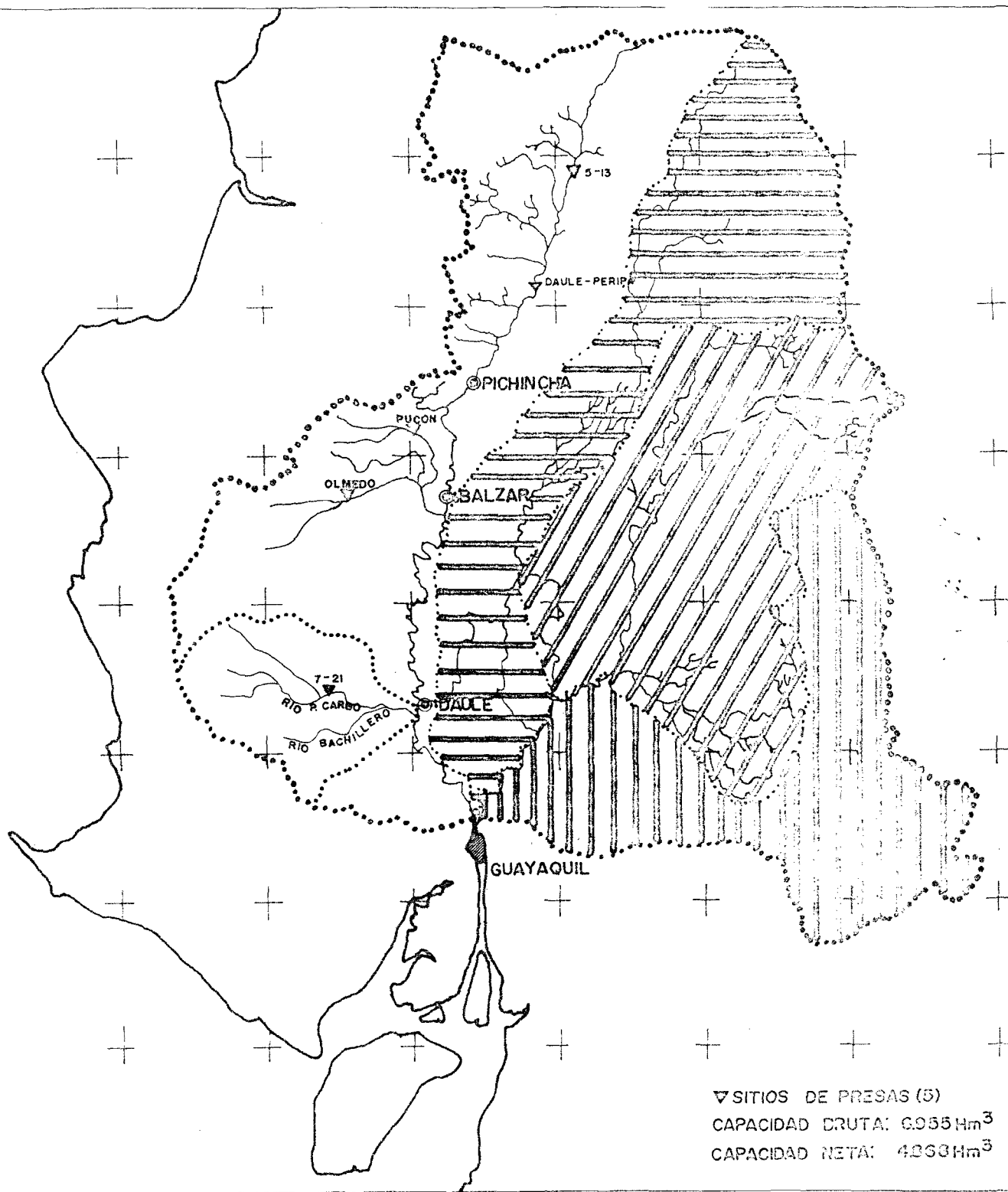
Cuadro N° IV.1.0.2: Servicios de agua potable. Subcuenca del Daule

Cuadro N° IV.1.0.3: Servicios de aguas servidas. Subcuenca del
Daule.

Cuadro N° IV.1.0.4: Algunos sistemas de agua potable establecidos
Subcuenca del Daule.

Cuadro N° IV.1.0.5: Calidad de las aguas superficiales.

#####



▽ SITIOS DE PRESAS (5)

CAPACIDAD CRUTA: 6055 Hm³

CAPACIDAD NETA: 4893 Hm³

SUPERFICIE TOTAL : 1'205.800 Has.
 SUPERFICIE REGABLE: 404.830 Has.
 GRAVEDAD : 52.320 Has.
 ASPERSION : 79.580 Has.
 ASP. con RESTRICCIONES: 272.960 Has.

POBLACION TOTAL : 1'627.060

URBANA : 1'296.000

RURAL : 333.075

IV.0 RESUMEN

SUBCUENCA DEL RIO DAULE

IV. 0.1 Generalidades

La subcuenca del río Daule tiene una superficie de 13.860 kilómetros cuadrados, que significa más de dos quintos de la superficie total de la Cuenca del Guayas y realiza un aporte de agua superficial de sólo un tercio de la media anual. Está localizada al Este de la Cuenca, y por ello constituye la fuente más cercana de agua para las áreas secas de la región de planificación que, se expresan en el Plan Hidráulico, como los travases a la Península de Santa Elena y Manabí.

El río Daule se origina al norte de la Cuenca, en un ramal que desciende de la Cordillera de Los Andes en dirección Este-Oeste y que se encuentra con la Cordillera Chongón-Colonche, de la costa, de donde descienden vertientes aportantes al río principal.

La población total es de 1'627.060 y comprende a los habitantes de Guayaquil que es el centro urbano más grande del País con 1'180.000 (Censo de 1982), existiendo otros centros poblados de importancia sub-regional como Daule y Balzar.

IV .0.2 Demanda actual y oferta natural de agua

El consumo actual de agua potable privilegia a más de 800.000 habitantes de la ciudad de Guayaquil, que son abastecidos por red de distribución con una dotación de 227 litros por habitante y

día; mientras que el un tercio restante reciben entre 10 y 24 litros por día, a mayor precio, y por medio de vehículos-cisternas. Dotación similar tiene la población campesina diseminada, y en los otros centros urbanos menores, la dotación es inferior en cantidad y calidad.

La inmensa mayoría de los abastecimientos para uso doméstico son de origen superficial y la evacuación de las aguas servidas, desechos industriales y sólidos se las hace al río Daule sin ningún tratamiento, a lo cual hay que agregar la polución proveniente de las aguas de retorno de los regadíos y la intrusión salina. Todo lo cual se evidencia en los importantes problemas que tiene la Empresa de Agua Potable de Guayaquil, en la época de estiaje (verano), para captar el agua que requiera potabilizar.

La ampliación de los regadíos, en el Valle del Daule, colaboran con los déficits, cada vez más críticos, que hay en la oferta de agua en el verano y que sólo es posible superar, hasta cierto punto, con los aportes derivados del río Pula.

No existen posibilidades de ampliar los consumos de agua potable de la población, ni las superficies bajo riego, sin la regulación del río Daule mediante embalses, por lo cual la decisión de construcción de la presa Daule-Peripa, evidencia la responsabilidad con que CEDEGE ha asumido su rol en el desarrollo del País.

IV .0.3 Oferta regulada-demanda de agua

Las posibilidades de almacenamiento de agua, mediante presas, para regular la oferta de agua, está inventariada en trece sitios de

embalse con una capacidad vez y media veces superior a la oferta anual de agua, y por tanto, podría haber sido receptora de volúmenes provenientes de las otras subcuencas.

Esta hipótesis no es adoptada en el presente Plan Hidráulico, que si, selecciona cinco (5) de los sitios de presas más promisorios para almacenar un volumen bruto de 6.955 millones de metros cúbicos, esto es la casi totalidad de la oferta media anual de agua.

Entre dichas presas está incluida la Daule-Peripa que significa el 78% de la capacidad total del Plan para esta subcuenca y que está actualmente en construcción, que entrará en funcionamiento aproximadamente hacia el año 1987.

La regulación del agua permitirá cubrir las siguientes demandas:

<u>USO DEL AGUA</u>	<u>VOLUMEN (Hm³)</u>
1. <u>Uso doméstico</u>	
1.1 Plan Maestro de Guayaquil	387
1.2 Resto de población	27
2. <u>Trasvases</u>	
2.1 Península de Santa Elena	710
2.2 Manabí	571
3. <u>Riego Agrícola</u>	1.681
4. <u>Control salino</u>	315
5. <u>Conservación de calidad</u>	2.343
<u>T o t a l</u>	<u>6.034</u>

Se evidencian demandas efectivas como ser las de consumo doméstico y la de los trasvases, de otra parte, potencia más de 180.000 hectáreas a ser regadas en las tres subcuencas mediante la transferencia de agua, en el escalón bajo, de Oeste a Este; y finalmente se observa una asentuada política conservacionista de la calidad del agua y del medio ambiente pues, más de dos quintos del volúmen del Plan Hidráulico, para la subcuenca del Daule, se usa con estos fines.

IV.0.4 Análisis de las inundaciones

El estudio realizado demuestra que la presa Daule-Peripa puede controlar crecientes que se producen con un período de retorno de uno en veinte años y con la influencia de la presa 5-13, aguas arriba de la Daule-Peripa, es posible controlar las avenidas de cada cincuenta años.

Esto demuestra el valor económico que tienen los embalses, no solamente en términos de la regulación de los caudales, sino en la defensa de la población, las inversiones públicas y privadas y los cultivos.

IV. SUB-CUENCA DEL RIO DAULE

IV.1 Demanda actual-oferta natural del río Daule

La población de la sub-cuenca del río Daule es de 1'627.060 personas, según el censo de 1982 1/, que incluye más de 1'180.000 - que habitan en la ciudad de Guayaquil y su periferia, y que es servida de agua potable desde la planta de tratamiento denominada "La Toma", que capta aguas superficiales del río Daule, a 25 kilómetros al norte de dicha ciudad. Los dos tercios de los habitantes en Guayaquil reciben el agua mediante conexiones domiciliarias con una dotación media de 227 litros por habitante y por día, considerando todos los usos del agua (doméstico, industrial, comercial, oficial) e incluyendo el agua no contabilizada normalmente 2/

Más de 400.000 personas que habitan en los barrios marginales de Guayaquil, se abastecen de agua potable desde vehículos cisternas con una dotación que varía entre 10 y 24 litros/hab/día y proveniente de la misma planta de tratamiento, que adicionalmente está conectada, mediante acueductos, con la ciudad de Daule a 40 kilómetros al norte de Guayaquil. Fuera de la población que habita en Guayaquil, solamente una de cada diez personas son abastecidas de agua, que tiene algún nivel de tratamiento, para el consumo humano y está localizada en solamente ocho centros poblados 3/. El resto de la población, que es básicamente rural, capta agua superficial desde los ríos y muy escasamente de pozos.

1/ "Población por parroquias": Cuadro IV.1.0.1 Anexo

2/ "Criterios básicos de Estudio del Plan Maestro de Agua Potable para Guayaquil". EMAP-G. 1980.

3/ Anexo , Cuadro IV.1.0.2: "Servicios de agua Potable"

Aunque en términos absolutos, solamente el tres por ciento de la población se abastece de aguas subterráneas es importante anotar la tendencia a utilizar esta fuente, principalmente en los centros poblados menos habitados.

Los bajos niveles de consumo de agua de la población rural está en relación, de muchas maneras, con la pérdida de calidad del agua - por la intrusión salina, y por la evacuación de desechos agro-industriales y las aguas de retorno de los regadíos; fenómeno que es particularmente determinante en el escalón bajo de la sub-cuenca del río Daule, - en donde el consumo es del orden de los 18 litros por habitante y por día.

CUADRO N° IV.1.1

CONSUMO DOMESTICO DE AGUA (1982)

FUENTE DE AGUA	POBLACION SERVIDA			CONSUMO (Hm ³)		
	TOTAL	URBANA		RURAL	ANUAL	MENSUAL
Superficial	1'574.562	775.861	474.746	323.955	69.54	5.80
Subterránea	52.498	18.518	23.960	10.020	1.27	0.11
T O T A L	1'627.060	794.379	498.706	333.975	70.81	5.91
PORCENTAJES		49%	31%	20%		

En los abastecimientos de la ciudad de Guayaquil se renocce una pérdida por fugas del orden de los 44.000 metros cúbicos por día, y que hace que la demanda de agua superficial para estos abastecimientos sean de 85,44 y 7,12 millones de metros cúbicos anuales y mensuales, respectivamente.

Más de la mitad de las aguas residuales del consumo doméstico y uso industrial son evacuados, al sistema hidrográfico del río Daule, casi sin ningún tratamiento.

La ciudad de Guayaquil tiene sistemas separados de alcantarillados y el de aguas servidas que está dividido en dos partes (norte y sur) que descargan al río Guavas y que poseen tratamiento preliminar y estación de bombeo, que envía las aguas mediante una tubería difusora sub-acuática.

En general, en las poblaciones menores la disposición de aguas servidas se hace en letrinas o pozos negros y ocasionalmente algunas viviendas tienen sistemas de tanque séptico. En el Cuadro N° IV.1.0.9 del anexo A, puede obtenerse la información de qué la casi totalidad de los centros poblados no evacuan sus aguas servidas al río Daule. Solamente los más grandes centros poblados como Daule y Balzar tienen sistemas de alcantarillados que cubren parcialmente el área poblada y descargan libremente las aguas servidas sin ningún tratamiento.

En relación al regadío actualmente se encuentran en producción de verano, aproximadamente, 25.000 hectáreas, en donde predominan unas 19.000 de ellas que son regadas con agua superficial proveniente del río Daule, siendo las 6.000 restantes de cultivos en pozas o utilizando éstas como reservorios de agua para riego. El arroz es el cultivo altamente predominante para el ciclo de verano, habiéndose determinado una

capacidad de captación de 31.7 mts³/seg como potencial de bombeo instalado en el río Daule desde La Toma hasta Balzar.

CUADRO N° IV.1.2

DEMANDA DE AGUA SUPERFICIAL PARA RIEGO
(En millones de metros cúbicos)

CULTIVO	SUPERFICIE (HAS)	AGOSTO	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DIC.	TOTAL
Arroz	19.000	19.9	45.6	71.3	50.8	--	187.6

Las aguas servidas y las de retorno de los regadíos, demandan de agua cruda en, por lo menos, las proporciones de tres volúmenes - por cada uno evacuado al sistema hidrográfico, para conservar la calidad del agua del río Daule, para el efecto de lo cual debe tenerse en cuenta el contenido de oxígeno disuelto, en los diferentes meses del año 4/.

La oferta de agua, del río Daule en el sitio de "La Toma", en tanto que punto importante de captación para los abastecimientos de Guayaquil, se expresa como la suma de los aportes del río Daule propiamente dicho más los correspondientes al río Pula y contenidos en el Cuadro N° IV.1.3

4/ Ver Cuadro N° IV.1.0.5, del Anexo A: "Calidad de las aguas superficiales".

CUADRO N° IV.1.3

OFERTAS NATURALES MEDIAS MENSUALES DE AGUA SUPERFICIAL

(En millones de metros cúbicos)

E S T A C I O N	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
En Pichincha */	378	959	1.463	1.180	659	298	153	73	58	48	38	70	5.377
En Balzar */	469	1.156	1.787	1.430	748	343	188	83	66	57	43	80	6.450
En La Capilla */	565	1.260	2.094	1.899	892	411	205	105	71	57	44	63	7.666
Río Pula */	173	256	276	259	201	146	108	74	67	67	58	87	1.773
En La Toma **/	782	1.811	2.742	2.228	1.269	607	355	179	144	130	105	172	10.524

*/ Período 1950-1981

**/ Período 1969-1981

Se puede observar que los aportes de los tributarios entre Pichincha y La Toma constituyen una porción aceptable del aporte total solamente durante el ciclo lluvioso. El aporte relativo del río Pula es el más importante durante los meses secos, ya que este río pertenece a la sub-cuenca del Vinces, siendo en la cabecera el río Macul y recibe derivación de caudales del propio Vinces, lo que se evidencia también en la observación del Gráfico N° IV.1.0.0.1.

El resumen de las demandas de aguas para consumo doméstico y los regadíos en el Valle del río Daule se presentan en el Cuadro N° I.1.4., en donde se observa que dichas demandas netas sobrepasan las ofertas del río Daule en los meses de Octubre y NOviembre, no solamente en los años medios, sino inclusive en los años húmedos (1976). En los años secos, como 1968, no es posible cubrir las demandas netas durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, todo lo cual puede ser observado en el Gráfico N° IV.1.0.0.2.

CUADRO N° IV.1.4

DEMANDAS NETAS DE AGUA SUPERFICIAL

(En millones de metros cúbicos)

DEMANDAS DE AGUA	ENERO	FEB.	MARZ	ABR.	MAYO	JUNIO	JUL.	AGOS	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Consumo doméstico	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	85.44
Riego Agrícola	--	--	--	--	--	--	--	19.90	45.60	71.30	50.80	--	187.60
TOTAL: DEMANDAS NETAS	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	27.02	52.72	78.42	57.92	7.12	273.04

GRAFICO N° 17,1,0,0,1

OFERTA DE AGUA RELATIVA Y MENSUAL
(en porcentajes del total anual)

RIOS DAULE Y PULA

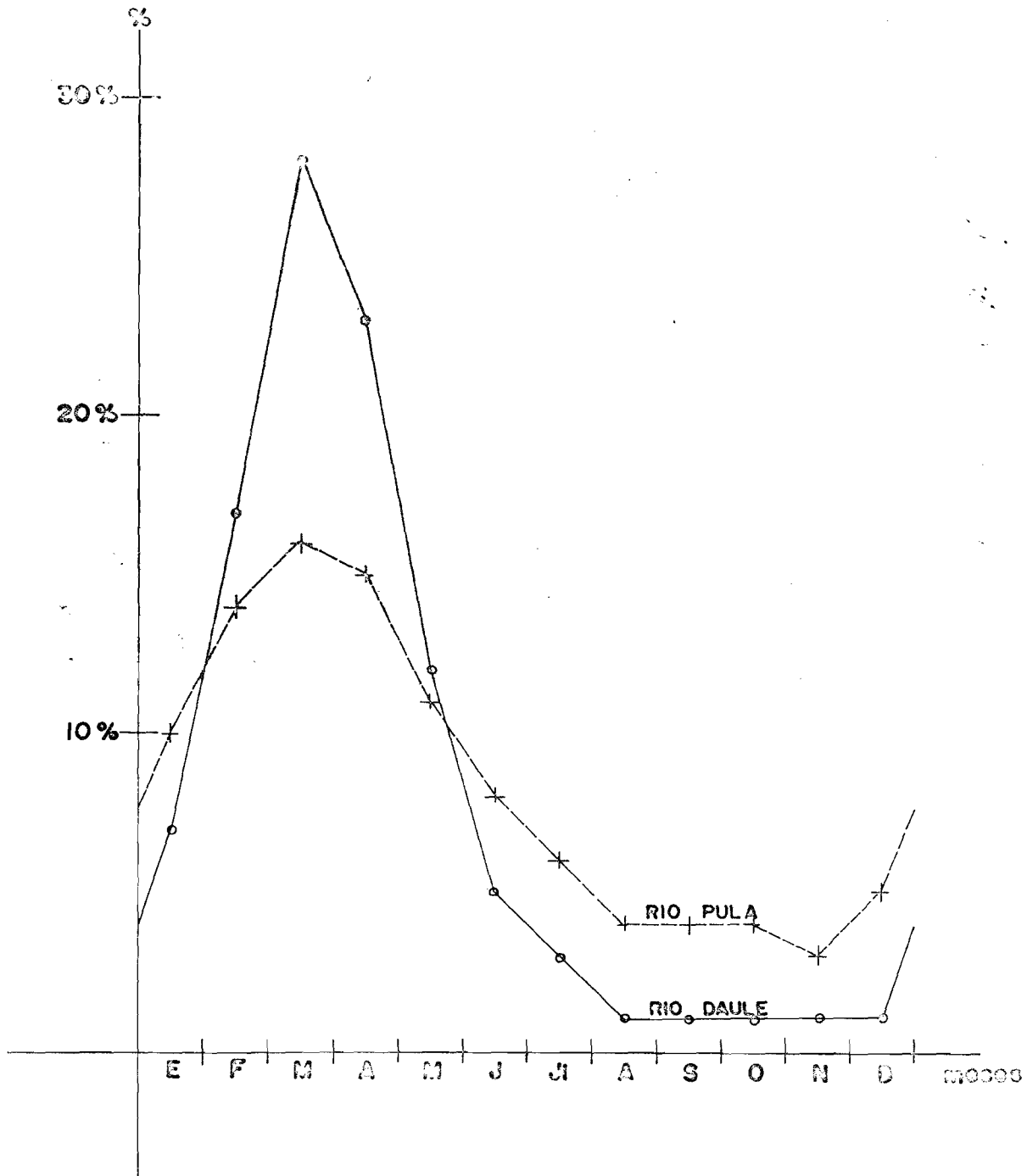
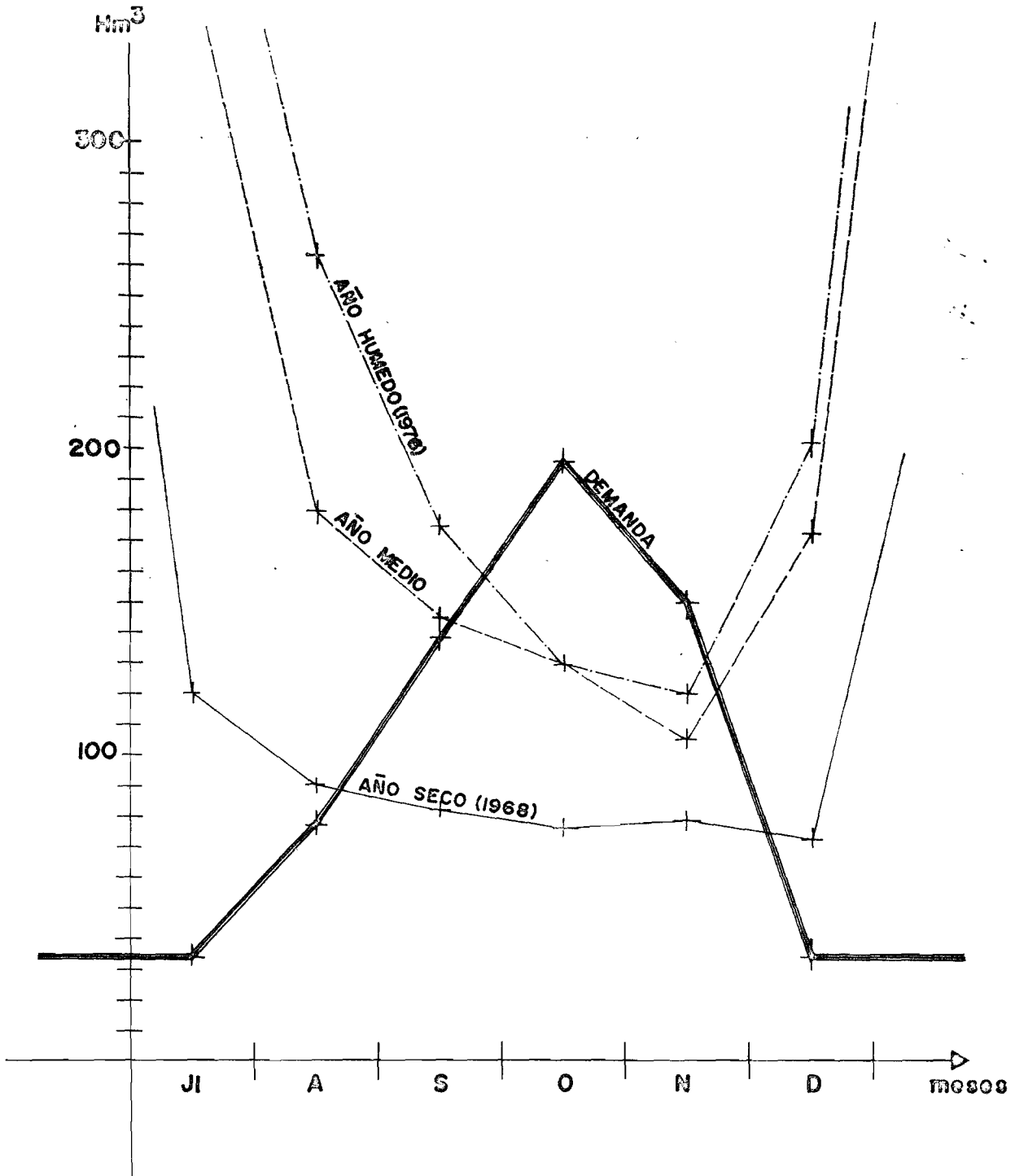


GRAFICO N° IV, 1,0,0,2

OFERTA NATURAL - DEMANDA ACTUAL DE AGUA
(SUB CUENCA DEL RIO DAULE)



Sin embargo, los aportes del río Pula plantean, en términos pro medios, un mejoramiento sustancial de la oferta de agua a tal punto que, aparentemente, se estarían cubriendo las demandas netas de agua; pero, - si se tiene en cuenta las necesidades de agua cruda para la dilución de los retornos de los regadíos y el control de la intrusión salina, se tie ne las demandas brutas determinadas en el Cuadro N° IV.1.5

CUADRO N° IV.1.5

DEMANDAS BRUTAS DE AGUA SUPERFICIAL

(En millones de metros cúbicos)

DEMANDA DE AGUA	ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Neta Total	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	27.02	57.72	78.42	57.92	7.12	273.04
<u>Conservación:</u>													
Dilución riego	--	--	--	--	--	--	--	25.71	58.92	92.12	65.63	--	242.38
Intrusión salina	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	315.00
T O T A L	33.37	33.37	33.37	33.37	33.37	33.37	33.37	77.03	137.89	196.79	149.60	33.37	830.42

OFERTAS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL EN "LA TOMA"

(En millones de metros cúbicos)

OFERTA DE AGUA	ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Media multianual	782	1.811	2.742	2.228	1.269	607	355	179	144	130	105	172	10.574
Año húmedo (1976)	1.730	3.101	3.527	4.108	2.405	890	442	263	175	131	120	203	17.095
Año seco (1968)	238	706	865	751	246	156	120	90	82	76	75	71	3.480

De la comparación de las ofertas y demandas de agua, del Cuadro anterior, se puede establecer que no es posible cubrir las demandas actuales de agua, en ningún tipo de año, durante los meses de Octubre y Noviembre, y en los años secos, inclusive, existe falta de agua en Septiembre.

Aunque el río Pula, con su contribución relativamente alta en el verano tiende a disminuir la severidad de la época de estiaje, estos aportes no son suficientes para abastecer agua de buena calidad a "La Toma". El principal problema de la calidad del agua se relaciona con el aumento de la salinidad, en "La Toma", como consecuencia de la penetración de la marea en los períodos de estiaje.

Si bien el consumo total anual de agua no alcanza a ser la décima parte de la oferta media anual, la dificultad radica en que la demanda es máxima precisamente en los meses en que la oferta es mínima.

El futuro aumento de las demandas, tanto domésticas como de riego no controlado, agravarán el problema de la calidad de agua, a lo que habría que agregar la ausencia de control y tratamiento de las descargas de aguas residuales de los centros poblados e industriales localizados en la subcuenca del río Daule.

Las ofertas naturales de agua son, en la actualidad, altamente limitantes al abastecimiento para el consumo doméstico de los habitantes del mayor centro urbano del País, así como para proveer agua suficiente para los regadíos existentes por el incremento del contenido salino del agua, lo que ha determinado la necesidad de regular el río Daule, mediante la construcción del embalse Daule-Peripa para cubrir las demandas insatisfechas señadas y propiciar la ampliación de la oferta de agua para consumo doméstico y la incorporación de mayor superficie de tierra apta a la agricultura, tanto en la propia Cuenca del Guayas así como en la

zona seca donde se localiza la Península de Santa Elena y Manabí, mediante la construcción de sendos trasvases.

IV.2 Oferta regulada-demanda de agua

IV.2.1 Oferta de regulación del agua

La identificación de sitios para presas que ofrezcan capacidad para el almacenamiento de los recursos de aguas corrientes superficiales, ha sido relativamente intensa en la subcuenca del río Daule a tal punto que la CEDEGE ha recopilado y realizado por su cuenta el incremento del inventario de hasta trece reservorios con una capacidad bruta de más de 11.000 millones de metros cúbicos y que sobrepasa, en mucho, a la oferta de agua media multianual.

CUADRO N° IV.2.1.1

EMBALSES DE LA SUB-CUENCA DEL RIO DAULE

(En millones de metros cúbicos)

DENOMINACION DE LA PRESA	CAPACIDAD DEL EMBALSE		OFERTA NATURAL DE LA CUENCA
	BRUTA	NETA	
5-13	670	469	1.979
Daule-Peripa	5.400	3.780	5.011
8-6	50	35	233
Solano (i)	729	510	85 */
Tigre (1)	520	364	94 */
Agua Fría (1)	311	218	95 */
Pucón (1)	1.850	1.295	164 */
Chicompe (1)	342	239	73 */
Don Pablo (1)	276	193	13 */
Pescado (1)	116	81	33 */
Olmedo (1)	606	424	357 */
7-20	130	91	459
7-21	140	98	224
T O T A L	11.140	7.797	224

(1) : La capacidad de embalse corresponde a la cota + 100 metros sobre el nivel medio del mar.

*/ : En todos estos casos la oferta de agua media de la Cuenca Aportante es inferior a la oferta de agua media de la cota + 100.

A efectos de seleccionar el conjunto de presas del total presentado, que deberían ser parte del plan hidráulico se plantearon dos alternativas de uso:

La primera, que busca aprovechar, al máximo la capacidad de almacenamiento que tiene la sub-cuenca del Daule mediante la interconexión de los embalses utilizando acueductos para conducir parte de los caudales de agua sobrantes en la sub-cuenca del Vinces mediante el trasvase inicial a la presa Daule-Peripa, desde el embalse en el río Baba.

El resultado del análisis, que inicia la conducción a la cota + 75 metros en el vaso del embalse Daule-Peripa y que considera una energía de carga necesaria para la conducción del agua por gravedad, se presenta en el Cuadro N° IV.2.1.2

CUADRO N° IV.2.1.2

CAPACIDAD DE LOS EMBALSES INTERCONECTADOS

DENOMINACION DE LA PRESA	C O T A (m.s.n.m)	CAPACIDAD (En Hm ³)		DISTANCIA A D - P (En Kilom.)
		B R U T A	N E T A	
Toma en Daule-Peripa	75.0	--	--	0.0
Solano	73.0	120	84	20.0
Tigre	71.2	150	106	37.5
Agua fría	70.5	55	39	44.7
Pucón	70.0	900	630	49.7
Chicompe	68.6	6	4	63.7
Don Pablo	67.0	9	6	79.3
Pescado	66.1	5	4	88.7
Olmedo	65.8	18	13	92.5

La información del cuadro anterior determina que las presas Chicompe, Don Pablo, Pescado y Olmedo pierden sensiblemente la capacidad de embalse, por disminución de cotas, lo que determina su precaria viabilidad en el trasvase. En el grupo más norte, las presas Solano y Tigre conservan una capacidad de embalse que es casi igual a la oferta natural de sus respectivas cuencas aportantes; la presa Agua Fria es la que perdería capacidad para aprovechar sus recursos propios, pero ello se vería altamente compensado con el incremento de la disponibilidad de agua que tendría la presa con el trasvase, ya que los aportes naturales son muy inferiores (164 Hm^3 natural y 900 Hm^3 con trasvase).

La segunda alternativa, proviene de analizar las perspectivas del funcionamiento independiente de la capacidad de embalse de las presas, habiéndose establecido la exclusión de las siguientes:

- a. Presas Chicompe, Don Pablo y Pescado, por tener relativamente poco aporte natural de agua y adicionalmente por no tener una superficie de dominio para el riego con suelos de aceptable aptitud.
- b. Presas Solano, Tigre y Agua Fria, relativa poca oferta natural de agua como para considerarlas dentro de un plan regional de aprovechamientos. Las perspectivas de éstas presas estarían más en el marco de los trasvases hacia la presa Pucón o hacia Manabí y el aprovechamiento local posiblemente relacionados con los proyectos de forestación de explotación y conservación.
- c. Presa 8-6, de escasa capacidad artificial de embalse, aunque el aporte natural de la sub-cuenca resulta en mucho superior.

d. Presa 7-20. La localización de ésta presa no permite el dominio del valle del río Colimes en el cual podría definirse el aprovechamiento local importante de esta presa. De otra parte, aguas arriba, se localiza la presa de Paján que sería la obra de almacenamiento para el aprovechamiento del agua y para la elaboración del proyecto de conservación en ésta subcuenca.

El análisis comparado de las alternativas, parte del hecho de que la primera de ellas aporta 240 millones de metros cúbicos netos de agua más que la segunda, pero que demanda la construcción de un acueducto de aproximadamente 50 kilómetros de longitud para conducir unos 700 millones de metros cúbicos de agua a la presa Pucón, durante aproximadamente cuatro meses de invierno y que significa un acueducto con capacidad para caudales de 70 mts³/seg. Resulta entonces una inversión importante con problemas complejos de operación que compromete la inversión en tres embalses intermedios, para construir un incremento del orden del 5%, de baja incidencia en el plan de aprovechamiento y que puede ser sustituido con solamente mejorar la eficiencia del riego en el 2%, y en la totalidad de las superficies que serían dominadas con el regadío desde los embalses de la sub-cuenca del río Daule.

Consecuentemente se adopta el aprovechamiento de los embalses sin trasvases de las cinco presas caracterizadas en el Cuadro N^o IV.2.1.3 , en el cual se observa que se ha ajustado la capacidad neta de las presas Pucón y Olmedo a la oferta natural media anual de sus respectivas cuencas aportantes.

CUADRO N° IV.2.1.3

EMBALSES PARA EL PLAN HIDRAULICO

(En millones de metros cubicos)

DENOMINACION DE LA PRESA	CAPACIDAD DE EMBALSE		OFERTA NATURAL DE LA CUENCA
	B R U T A	N E T A	
5 - 13	670	469	1.979
Daule-Peripa	5.400	3.780	5.011
Pucón	235	164 */	164 */
Olmedo	510	357 */	357 */
7 - 21	140	98	224
TOTAL	6.955	4.868	

*/ Limitante: la oferta natural media multianual

Debe indicarse que la presa 5-13 utilizaría parte de los aportes de la Daule-Peripa por lo que su relación responde a la capacidad de almacenamiento y las perspectivas de trasvasar agua del río Baba (de la subcuenca del Vinces) a dicha presa.

Las presas Pucón y Olmedo y 7-21 viabilizan el aprovechamiento de suelos aptos para la producción agropecuaria dominables desde estos embalses y preferentemente viabilizan la aplicación de los proyectos conservacionistas en las subcuencas de los ríos Puca y Pedro Carbo de importante incidencia en la zona seca de la subcuenca del río Daule.

IV.2.2 Demanda de agua para consumo doméstico y dilución de aguas servidas.

A efectos de determinar la demanda de agua para el uso doméstico, debe específicamente diferenciarse Guayaquil del resto de los centros poblados, por las características altamente diferenciadas de tamaño y actividades económica-sociales de la población, así como por el hecho de que existe "Plan Maestro de Agua Potable para Guayaquil y su Area de Influencia" cuyas demandas deben de quedar garantizadas por el Plan Hidráulico, particularmente para: el Sector Metropolitano de Guayaquil que la conforman el área actual y futura prevista para la ciudad, - incluyendo las parroquias rurales de Eloy Alfaro (Durán) y Pascuales, y el sector Norte en donde se han incluido las localidades de Nato, Safando, La Toma. El límite Este de la zona es la margen derecha del río Daule - y el Límite Oeste, una línea paralela a la carretera estable Guayaquil-Daule, trazada a 1 kilómetro de distancia de la misma, hasta - la cabecera cantonal de Daule, considerando posibles áreas de expansión; parroquia Piedrahita (Nobol), la localidad de Petrillo y los predios - agrícolas vecinos a estos centros poblados 5/

Las dotaciones unitarias para el sector Metropolitano - de Guayaquil adoptadas en base a los análisis son las siguientes:

<u>CATEGORIA</u>	<u>DOTACION</u>
1. Residencial	
densidad baja (100-200 hab/ha)	500 Lts/hab/día
densidad media (200-400 hab/ha)	270 Lts/hab/día
densidad media (Suburbio Oeste)	150 Lts/hab/día
densidad alta (400-600 hab/día)	320 Lts/hab/día
2. Comercial	80 m ³ /ha por día
3. Areas verdes	20 m ³ /ha por día
4. Industrial	80 m ³ /ha por día
5. Institucional	40 m ³ /ha por día

Las dotaciones para el sector norte es de 190 litros por habitante y por día para Daule y de 140 para Nobol.

El resumen de las demandas que serían abastecidas desde la planta de tratamiento de La Toma, están contenidas en el Cuadro N° IV.2.2.1.

CUADRO N° IV.2.2.1

DEMANDAS DE GUA PARA GUAYAQUIL Y ZONAS DE INFLUENCIA

DEMANDA	UNIDAD	GUAYAQUIL MAS DURAN	ZONA NORTE	TOTAL
Media diaria	mts ³	873.571	8.505	882.076
Máxima diaria	mts ³	1.048.285	12.499	1'060.784
Máxima mensual	Hm ³	32	0.4	32.4
Máxima anual	Hm ³	383	4.6	387.6

Para el restante población de la sub-cuenca del Daule las demandas de agua están contenidas en el Cuadro N°IV.2.2.2.

CUADRO N° IV.2.2.2

DEMANDAS DE AGUA PARA EL RESTO DE LA POBLACION

LOCALIZACION	DOTACION Lts/hab/día	POBLACION SERVIDA	CONSUMO (Hm ³)	
			A N U A L	MENSUAL
Centros Poblados	300	79.835	8.76	0.73
Rural	150	333.975	18.29	1.59
TOTAL	179	413.810	27'05	2.25

Se ha considerado así, que la población se abastecería exclusivamente de agua de fuente superficial para el uso doméstico.

En relación a la evacuación de aguas servidas se aceptaría la hipótesis de que todos los consumos, excluidos los de la zona metropolitana de Guayaquil y Durán, se realicen al río Daule, tanto de los centros poblados como del medio rural, sin ningún tratamiento, lo cual demandaría agua cruda para la dilución de los mismos.

La suma de los consumos de agua de la zona norte y del resto de la población de la sub-cuenca es de 2.65 millones metros cúbicos mensuales, que se consideran retornan totalmente al sistema hidrográfico como aguas servidas y que demandan el agua cruda para dilución en la proporción de tres o uno, teniendo en cuenta, el porcentaje de contenido de oxígeno disuelto medio mensual registrados en el Cuadro N° IV.1.0.5 del anexo A, son los siguientes:

ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	8.75	8.85	8.14	8.56	9.59	98.54

IV.2.3 Demandas de agua de los trasvases a la Península de Santa Elena (P.SE) y Manabí

El trasvase a la Península de Santa Elena consiste en el bombeo, conducción, almacenamiento y distribución de más de 700 millones - de metros cúbicos de agua anualmente para satisfacer en dicha zona las siguientes demandas:

U S O S	VOLUMEN (Hm ³)	
	A N U A L	MENSUAL
Domésticos	85	7.1
Industriales	125	10.4
Agropecuarios	500	41.7
	710	59.2

La EMAP-G otorgó a CEDEGE la autorización correspondiente para que la estación de bombeo del trasvase en el río Daule se localice contigua a los de La Toma, desde donde se capatarán el agua de conformidad con las disponibilidades energéticas, siendo hasta ahora, el modelo de captación contínuode aproximadamente 22.4 mt³/seg constantes (59.2 millones -

de metros cúbicos mensuales de promedio).

El trasvase a Manabí demanda el abastecimiento desde el río Daule, y/o del vaso de la presa Daule-Periba. un volúmen medio anual de 571 millones de metros cúbicos que corresponden a un caudal medio de 18 metros cúbicos por segundo permanentes (47.6 millones de metros cúbicos mensuales), ya que sea mediante bombeo y/o por gravedad desde el vaso de la presa.

Este volúmen de agua está básicamente comprometido para los regadíos en los valles de los ríos Chone y Portoviejo, para normalmente completar las demandas de agua para 45.000 en producción agropecuaria y también para garantizar los abastecimientos domésticos de importantes centros poblados de la provincia de Manabí.

En conjunto, los dos trasvases comprometen más de 1.280 millones de metros cúbicos de agua del río Daule al año y que significa un poco menos de un quinto de la oferta media multianual de dicho río.

IV.2.4 Demanda de agua para riego y dilución de agua de retorno

La disponibilidad de suelos regables en la subcuenca del río Daule está altamente gravitada por aquellos que tienen pendientes superiores al 10%, esto es que presentan restricciones para el riego por aspersión, constituyendo los dos tercios de dichas disponibilidades. Esto significa que, se cuenta solamente con algo más de 130.000 hectáreas de suelos regables por gravedad y aspersión sin restricciones, mayoritariamente localizados en el escalón bajo de la sub-cuenca.

En el escalón alto y en la zona localizada entre el sitio de la presa Daule-Peripa y la población de Balzar los suelos son regables exclusivamente, por aspersión con restricciones por lo cual se plantea los cultivos de Pasto, Maíz y permanentes.

Más al norte de la presa Daule-Peripa, y en la margen izquierda del río Peripa, existen más de 20.000 hectáreas regables por aspersión sin restricciones, que es una zona bastante húmeda en donde las demandas de agua para riego serían muy complementarias.

CUADRO N° IV.2.3.1

SUELOS REGABLES EN LA SUBCUENCA DEL DAULE

(En hectáreas)

SUELOS REGABLES POR	E S C A L O N		T O T A L	
	A L T O	B A J O		
Gravedad	--	52.320	52.320	13%
Aspersión	26.400	53.180	79.580	20%
Asper. con restricciones	255.200	17.760	272.960	67%
T O T A L	281.600	123.260	404.860	100%
	70%	30%	100%	

Las posibilidades de una distribución del agua para los regadíos intercuenca, demanda retomar la oferta de aquellos suelos, de

las subcuencas de los ríos Vinces y Babahoyo, que no pudieron ser incluidos en los planes de aprovechamiento o saldos de las correspondientes áreas de influencia.

La disponibilidad de suelos regables de la que se informa en el Cuadro N° IV.2.3.2 se refiere a las superficies totales de la subcuenca del río Daule y de aquellos de los del río Vinces y Babahoyo sobrantes de los planes ya conocidos de aprovechamiento de los suelos para la producción agropecuaria.

CUADRO N° IV.2.3.2

SUELOS DISPONIBLES PARA EL RIEGO EN EL ESCALON

BAJO DE LAS SUB-CUENCAS

(En hectáreas)

SUELOS REGABLES POR:	SUB-CUENCA DEL RIO			T O T A L
	BABAHOYO	VINCES	DAULE	
Gravedad	29.820	23.167	52.320	105.307
Aspersión	26.248	26.573	53.180	106.001
Asper.con restricciones	6.160	13.440	17.760	37.360
T O T A L	62.228	63.180	123.260	248.668

En relación a la adopción de cultivos, en la subcuenca del río Daule debe tenerse en cuenta, en primer lugar, la amplia difusión que tiene el cultivo del arroz en el escalón bajo, en mucho determinada

por la característica de los suelos a lo largo del valle del río Daule, y en donde está localizado el proyecto de riego de 50.000 hectáreas de Daule-Peripa, en el cual a más de arroz se plantea cultivos de maíz y diversificación, en base a cultivos permanentes. Debe resaltarse la posibilidad de racionalizar y por tanto de mejorar la calidad del Algodón, mediante la producción con riego.

En el escalón alto las características climáticas y las posibilidades de tipo de riego exclusivamente por aspersión son determinantes de la producción pecuaria básica, El Cuadro N° IV.2.3.3, presenta la información de los cultivos seleccionados con las correspondientes superficies para el regadío.

CUADRO N° IV.2.3.3

CUADRO DE CULTIVOS SELECCIONADOS SUBCUENCA DEL DAULE

(En hectáreas)

CULTIVOS	E S C A L O N		T O T A L	PORCENTAJE
	A L T O	B A J O		
Arroz	--	30.000	30.000	24%
Algodón	--	20.000	20.000	16%
Maíz	20.000	5.000	25.000	20%
Pasto	20.000	--	20.000	16%
Soya	--	5.000	5.000	4%
Otros cultivos	10.000	15.000	25.000	20%
T O T A L	50.000	75.000	125.000	100%
	40%	60%	100%	

De acuerdo con las características edafoclimáticas y de los criterios establecidos anteriormente, la selección de las superficies por aptitud para el riego está contenida en el Cuadro siguiente:

CUADRO N° IV.2.3.4

SUELOS SELECCIONADOS POR APTITUD PARA EL RIEGO

(En hectáreas)

SUBCUENCA DEL DAULE

APTITUD PARA EL RIEGO POR:	E S C A L O N		TOTAL	PORCENTAJE
	A L T O	B A J O		
Gravedad	--	50.000	50.000	40%
Aspersión	5.000	25.000	30.000	24%
Asper. con restricciones	45.000	--	45.000	36%
T O T A L	50.000	75.000	125.000	100%

Esto es que, se está utilizando en el plan prácticamente la totalidad de los suelos disponibles para riego por gravedad, casi la mitad de los disponibles para ser regados por aspersión y se obliga a utilizar el un quinto de los suelos con restricciones al riego por aspersión en ambas márgenes del río Daule y entre el sitio de la presa y Balzar.

Las demandas unitarias de agua y los coeficientes de aplicación mensuales son los contenidos en el Cuadro N° IV.2.3.5.; información

con la cual se han calculado las demandas de agua mensuales y anuales para el patrón y superficies de cultivos adoptados.

CUADRO N° IV.2.3.5

DEMANDAS UNITARIAS DE AGUA Y COEFICIENTES

DE APLICACION

CULTIVOS	DOTACION UNITARIA (mts ³ /ha)	COEFICIENTES MENSUALES						
		Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Noviem	Dic.
Arroz	9.875	--	--	0.106	0.243	0.380	0.271	--
Algodón	8.980	--	0.101	0.250	0.365	0.284	--	--
Maíz	4.946	--	0.082	0.214	0.387	0.317	--	--
Pasto	11.639	--	0.070	0.150	0.260	0.318	0.202	--
Soya	3.942	--	0.095	0.215	0.374	0.316	--	--
Otros cultivos	8.743	0.009	0.066	0.140	0.228	0.306	0.216	0.035

CUADRO N° IV.2.3.6

DEMANDAS DE COEFICIENTES DE AGUA Y COEFICIENTES
DE APLICACION

CULTIVOS	SUPERFICIE UNITARIA (mts ³ /ha)	COEFICIENTES MENSUALES							
		Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub	Nov.	Dic.	Total
Arroz	30.000	--	--	31.4	72.0	112.6	80.3	--	296.0
Algodón	20.000	--	18.1	44.9	65.6	51.0	--	--	179.6
Maíz	25.000	--	10.1	26.5	47.9	39.1	--	--	123.6
Pasto	20.000	--	16.3	34.9	60.5	74.0	47.1	--	232.8
Soya	5.000	--	1.9	4.2	7.4	6.2	--	--	19.7
Otros cultivos	25.000	2.0	14.4	30.6	49.8	66.9	47.2	7.7	218.6
SUB-TOTAL	125.000	2.0	60.8	172.5	303.2	349.8	174.6	7.7	1.070.6
Conservación de calidad		2.4	72.9	227.7	405.1	429.6	225.6	11.2	1.374.5
T O T A L		4.4	133.7	400.2	708.3	779.4	400.2	18.9	2.445.1

Establecidas las demandas comprometidas para el Plan Maestro de agua potable y para los trasvases a la Península de Santa Elena y Manabí, y de otra parte, para cubrir los consumos domésticos para el resto de la población de la sub-cuenca, los regadíos existentes, los proyectos de riego en marcha y de los suelos con mejor aptitud, se deben agregar los volúmenes necesarios para la dilución de las aguas servidas y de retorno de los riegos, así como para contener la intrusión salina en el río Daule, estimada en 10 metros cúbicos por segundo permanentes (26.3 Hm³ por mes).

CUADRO N° IV.2.3.7

DEMANDAS DE AGUA PARA DIVERSOS USOS EN LA SUBCUENCA
DEL DAULE Y PROYECTOS DE TRASVASES

USO DEL AGUA	ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1. Consumo doméstico	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7	416.40
2. Control salino	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	315.60
3. Trasvases	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	106.8	1.281.60
4. Riego agrícola	-	--	--	--	--	2.0	60.8	172.5	303.2	349.8	174.6	7.7	1.070.60
5. Conservación (dilución)	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	10.3	80.8	231.2	408.7	432.9	229.0	15.0	1'447.40
T O T A L	175.7	175.7	175.7	175.7	175.7	180.1	304.7	571.5	879.7	950.5	571.4	190.5	4'531.60
Oferta natural (media) */	565.1	1260.2	2094.5	1899.4	892.2	411.1	204.9	105.3	71.0	57.9	44.3	63.8	7.669.7
	7.199.5 - 1.030.4 =						547.2 Hm ³						

-27-

*/ En la estación de "La Capilla" en el río Daule, por cuanto los caudales del río Pula pertenecen al Plan de la subcuenca del río Vinces.

El plan utilizaría, hasta aquí, casi las tres quintas partes del volúmen de agua disponible en la sub-cuenca del Daule, pero debe observarse que se requiere incrementar los caudales a partir, exactamente, del segundo semestre de cada año, lo cual sólo puede ser posible mediante el desembalse del agua almacenada en los reservorios.

Habiéndose adoptado el Plan con cinco presas, que permiten una capacidad de almacenamiento de 4.868 millones de metros cúbicos netos de agua, sumada a las disponibilidades naturales de agua de Julio a Diciembre que son 547.2 se constituye la oferta total de regulación que es de 5.415.2 millones de metros cúbicos.

Esto significa que existiría una oferta de agua 1946 millones de metros cúbicos de agua que puede ser utilizada en regadíos de verano mediante trasvases hacia el escalón bajo de las subcuencas de los ríos Vinces y Babahoyo, teniendo en cuenta, para el efecto, las disponibilidades de suelos que se señalaban en el Cuadro N° IV.2.3.2, lo cual incrementaría la superficie a regar, en hectáreas, y según el cuadro de cultivos siguientes:

CUADRO N° IV.2.3.8

CULTIVOS SELECCIONADOS EN LAS TRES SUBCUENCAS RECURSOS

DE AGUA DEL RIO DAULE

(En hectareas)

C U L T I V O S	SUBCUENCA DEL RIO			T O T A L
	D A U L E	V I N C E S	B A B A H O Y O	
Arroz	30.000	10.000	--	40.000
Algodón	20.000	--	--	20.000
Maíz	25.000	5.000	5.000	35.000
Pasto	20.000	10.000	5.000	35.000
Soya	5.000	5.000	5.000	15.000
Caña de Azúcar	--	--	5.000	5.000
Otros cultivos	25.000	10.000	--	35.000
	125.000	40.000	20.000	185.000

Se deben incorporar a las demandas de agua anteriormente calculadas, para la subcuenca del Daule, las correspondientes a los regadíos y para la conservación de la calidad de las aguas de los cultivos - y superficies adicionales en las otras dos subcuencas.

CUADRO N° IV.2.3.9

DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO Y CONSERVACION, PROVENIENTES

DE LA OFERTA INTERCUENCAS

(En millones de metros cúbicos)

Subcuenca	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Vinces Riego agrícola	—	—	—	—	—	0.6	174	493	90.9	112.6	64.5	2.3	337.6
C. Calidad	—	—	—	—	—	0.7	23.0	65.1	120.1	148.7	85.1	3.1	445.8
Sub-total	—	—	—	—	—	1.3	40.4	114.4	211.0	261.3	149.6	5.4	783.4
Babahoyo Riego agrícola						1.7	12.2	39.0	66.1	85.4	57.3	11.5	273.2
C. Calidad	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	11.3	25.1	51.5	87.2	121.8	84.6	24.2	450.7
Sub-Total	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	13.0	37.3	90.5	153.3	207.2	141.9	35.7	723.9
TOTAL INTERCUENCAS	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	14.3	77.7	204.9	364.3	468.5	291.5	41.1	1507.3

Consecuentemente la demanda total de agua para el plan llega a 6.006 millones de metros cúbicos anuales lo que significa comprometer - ocho de cada diez metros cúbicos en el plan de aprovechamiento.

IV.2.5 Operación de los embalses

La incidencia de la capacidad de almacenamiento de la presa Daule-Peripa, obliga a que el modelo de operación del conjunto de embalses esté condicionado por el funcionamiento de dicho reservorio, - que tiene hipótesis de reservas de capacidad para el amortiguamiento de las inundaciones que plantea una reserva mínima de 200 millones y máxima de 1.000 millones de metros cúbicos de agua a mantenerse entre medias de Enero y el 10 de Abril.

Teniendo en cuentas estas características de operación se ha elaborado en Cuadro N° IV.2.5.1 como se aprecia

CUADRO N° IV.2.5.1

OPERACION DE LOS EMBALSES EN EL RIO DAULE

(En millones de metros cúbicos)

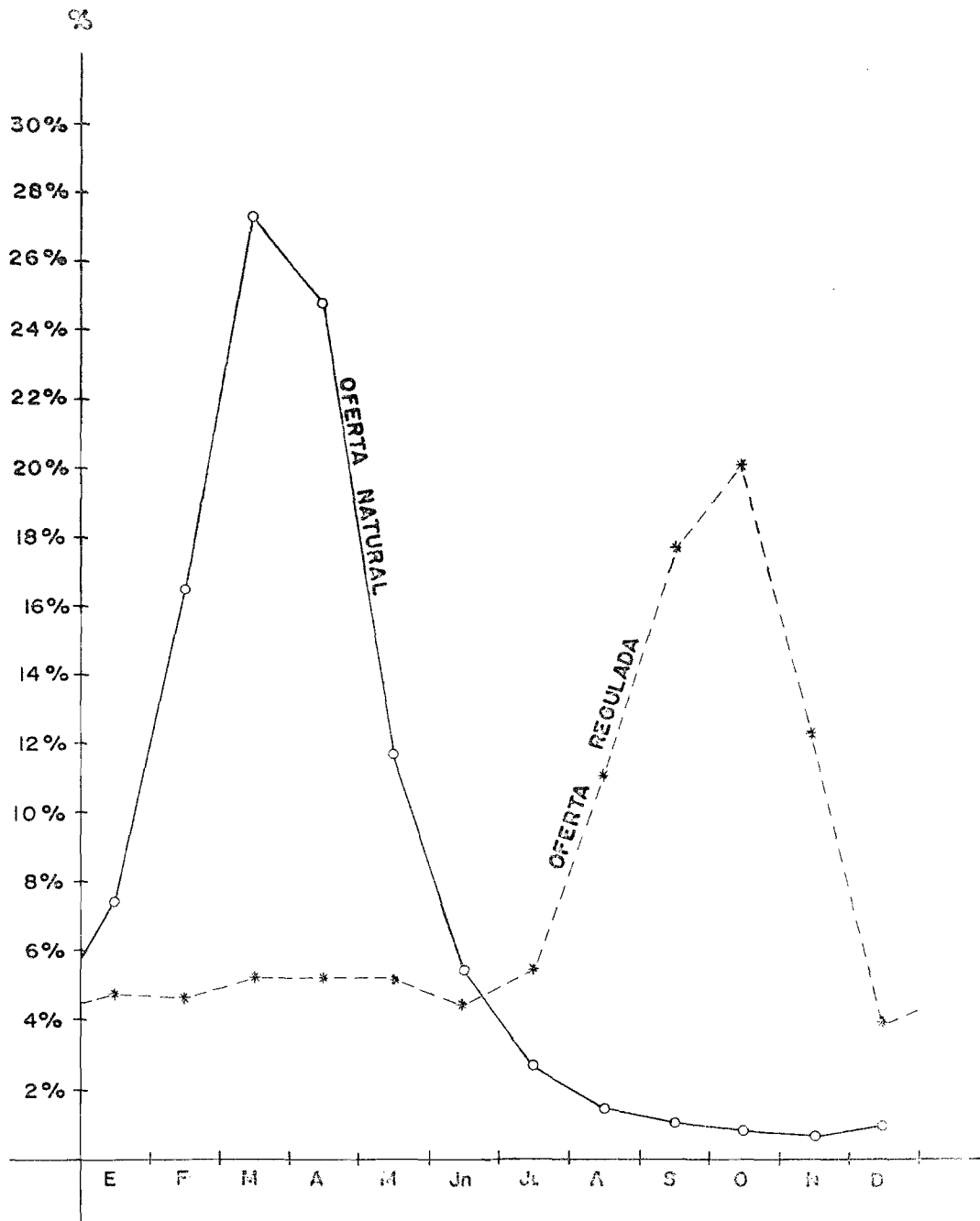
M E S E S	OFERTA MEDIA NATURAL	DEMANDA MEDIA DEL PLAN	VOLUMEN REGULADO	VOLUMEN ALMACENADO	
				N E T O	B R U T O
Enero	565.1	180.0	365.1	200.0	--
Febrero	1.260.2	180.0	360.2	1.100.0	--
Marzo	2.094.5	180.0	394.5	2.800.0	--
Abril	1.899.4	180.0	399.4	4.300.0	--
Mayo	892.2	180.0	392.2	4.800.0	--
Junio	411.1	189.7	343.1	4.868.9	--
Julio	204.9	382.4	420.0	4.652.9	--
Agosto	105.3	776.4	850.0	3.908.2	--
Septiembre	71.0	1.244.0	1.360.0	2.619.0	--
Octubre	57.9	1.419.0	1.540.0	1.137.1	
Noviembre	44.3	862.9	940.0	241.4	--
Diciembre	63.8	231.6	302.2	--	--
T O T A L	7.669.7	6.006.0	7.669.0	7.669.7	

GRAFICO Nº IV . 2.4.0.3

OFERTA DE AGUA NATURAL Y REGULADA

SUB - CUENCA DEL RIO DAULE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NATURAL	74	135	273	240	117	54	27	14	10	0.0	0.0	0.0
REGULADA	4.8	4.7	5.2	5.2	5.2	4.5	5.5	11.5	17.0	20.1	12.3	4.0



Complementariamente, en el Gráfico IV.2.4.0.3, es posible observar la importante transferencia de los volúmenes de agua en invierno al ciclo de verano que implica una significativa alteración del régimen natural y que podría expresarse en otras actividades reproductoras de la naturaleza, muy particularmente vinculada con la fauna marina y que debe ser analizada adecuadamente.

IV.3 Proceso de ejecución del sistema de presas

La aplicación de los criterios generales, previamente establecidos, conducen a que el orden de ejecución de los embalses de la subcuenca del río Daule, sea el contenido en el Cuadro N° IV.3.1

CUADRO N° IV.3.1

SECUENCIA DE EJECUCION DE LAS PRESAS EN LA SUBCUENCA DEL RIO DAULE

ORDEN DE PRIORIDAD	DENOMINACION DE LA PRESA	LOCALIZACION (RIO)	CAPACIDAD (Hm ³)		PORCENTAJE
			BRUTA	NETA	
1a.	Daule-Peripa	Daule	5.400	3.780	78%
2a.	7-21	Pedro Carbo	140	98	2%
3a.	Olmedo	Guineal	510	357	7%
4a.	Pucón	Pucón	235	164	3%
5a.	5-13	Daule	670	469	10%
TOTAL			6.955	4.868	100%

1. La etapa de construcción en la que se encuentra la presa Daule-Peripa, y cuyo impacto en el aparato productivo estará, en mucho, determinado por la capacidad de almacenamiento que tiene el embalse, evidencia el tamaño de la decisión que asumió CEDEGE al impulsar la elaboración de los diseños, propiciar la incorporación de la inversión en los planes de desarrollo del país, lograr los recursos financieros, licitar y finalmente estar en franca etapa de construcción; pero a su vez, el futuro compromete a la institución a crear la organización necesaria para la eficaz ejecución y administración del embalse y fomentar, de varias maneras, su óptimo aprovechamiento, que tiene que expresarse en la incorporación de la infraestructura de riego al proceso productivo.

La presa Daule-Peripa constitúye por sí misma, el ochenta por ciento del Plan para la Subcuenca del río Daule e involucra a todos los proyectos de uso de agua, tanto para consumo domésticos como para el riego y los trasvases a las zonas secas. Además viabiliza la puesta en marcha de otros proyectos de aprovechamiento, en la medida que el embalse tiene capacidad para aportar agua a la subcuenca del río Vinces.

La priorización de la presa queda evidenciada en el marco del presente estudio y, es más, le dá carácter firme y decisivo a los trasvases a la Península de Santa Elena y Manabí, así como a las subcuencas vecinas y particularmente a la del río Vinces.

2. La presa 7-21, no constituye un aporte importante en el incremento de la capacidad de almacenamiento total, pero es imprescindible para incorporar al riego, la producción agrícola, que se realiza en el valle de los ríos Pedro Carbo y Bachillero, particularmente del algodón. De otra parte, se aprovecharía para elaborar y ejecutar el proyecto forestal, básicamente, protector que demanda dicha subcuenca. Los suelos que se do

minan con esta presa son totalmente regables por aspersión.

3 y 4. Las presas Olmedo y Pucón constituyen decisiones que, en forma conjunta, hacen un aporte aceptablemente necesario a los almacenamientos de agua de la zona y que viabiliza la ejecución del proyecto forestal en la cuenca aportante y también el aprovechamiento de suelos que son regables por aspersión, particularmente los que podrían ser denominados con la presa Olmedo.

5. Finalmente la presa 5-13, aguas arriba de la Daule-Peripa aporta el diez por ciento de la capacidad del Plan y domina las mismas áreas y usos, por lo tanto la decisión de su ejecución corresponde a una etapa de máximo aprovechamiento de Daule-Peripa.

El aprovechamiento de mayor magnitud que se plantea hacer con el sistema de regulación propuesto, es el riego agrícola tanto en la subcuenca del Daule como en las vecinas, tal como se calculó y precisó anteriormente. Sin embargo, específicamente, en éste caso, existen las demandas de los trasvases a la Península de Santa Elena y Manabí que comprometen un quinto del agua del Plan de la subcuenca.

IV.4 Proceso de incorporación de suelos al riego

En el Cuadro N° I.3.2 se presente una propuesta de incorporación de superficies de suelos al regadío de acuerdo con el orden de prioridad seleccionado, en el que podemos observar los siguientes aspectos más sobresalientes:

A. El dominio del escalón bajo en el uso agrícola del suelo, que ratifica la concepción de que el aprovechamiento se localiza principalmente en la planicie aluvial, en donde han sido incorporadas tierras de

CUADRO N° IV.3.2

PROCESOS DE INCORPORACION DE SUELOS AL RIEGO

A. POR ESCALON (En hectáreas)

E S C A L O N	O R D E N D E P R I O R I D A D D E L A S P R E S A S					T O T A L
	Daule-Peripa	7-21	Olmedo	Pucón	5-13	
Alto	10.000	--	25.000	15.000	--	50.000
Bajo	95.000	10.000	--	--	30.000	135.000
5. Control salino	315.6	--	--	--	--	315.6 (5%)
Demanda Total	4.908	98.0	357.0	164.0	469.0	6.006.0(100%)

E. OFERTA DE AGUA

Regulada	3.780.0	98.0	357.0	164.0	469.0	4.868.0
Natural	2.801.7	--	--	--	--	2.801.7
T O T A L	6.581.7	98.0	357.0	164.0	469.0	7.669.70

subcuencas del Vinces y del Babahoyo. Sin embargo, la puesta en funcionamiento de la presa Daule-Peripa propicia la incorporación de alguna superficie en el escalón alto.

B. Con la presa Daule-Peripa se da cobertura a la totalidad de los productos agrícolas, con exclusión de la caña de azúcar, que deberá esperar hasta la ejecución de la presa 5-13, por cuanto el cultivo tiene sus superficies importantes, y debidamente abastecidas de agua, en la subcuenca del Babahoyo.

C. Con la presa Daule-Peripa se hace un aprovechamiento muy dinámico de los suelos con mejor aptitud para el riego, dejando a los otros embalses la incorporación de los suelos con mayores pendientes aunque regables.

D. En relación al uso del agua, debe observarse que, con la presa Daule-Peripa se solucionan todos los compromisos regionales previos y una parte importante de los volúmenes para conservación de la calidad del agua. Significa esto que, los demás embalses utilizarían aguas de Daule-Peripa para la dilución de aguas de retorno y las de alcantarillados sanitarios, por cuanto los usos locales de dichas presas demandan que se atienda la mayor cantidad de superficie en riego posible. Se llega al caso de que la presa 7-21, deja la casi totalidad de dicha demanda para que sea realizada en el río Daule.

Esta situación está indicando que la presa Daule-Peripa sólo, puede incorporar 30.000 hectáreas más al regadío, y con el respectivo aporte

te para la dilución de aguas de retorno, sin necesidad de los otros embalses. Consecuentemente, se evidencia los objetivos de los embalses - 7-21, Olmedo y Pucón que incorporan nuevas superficies no fácilmente accesibles desde el río Daule y también propician o viabilizan los proyectos forestales, lo cual significa proteger a toda la subcuenca y mantener su capacidad de producir agua conservando la estabilidad y calidad de los suelos y el sistema hidrográfico.

IV.5 Análisis de las inundaciones

IV.5.1 Caudales de avenidas naturales

La subcuenca del río Daule, dispone actualmente, de siete estaciones de registros automáticos, de las cuales tres de ellas, ofrecen información desde el año 1964, y están localizadas en las poblaciones de Pichincha, Balzar y La Capilla en secciones sobre el río Daule. Consecuentemente, ha sido posible construir curvas de frecuencias de caudales máximos instantáneos.

Para las otras cuatro estaciones se dispone de registros automáticos a partir del año 1977: Daule (en Pupusá), Peripa (en Vistazo) y sobre los ríos Puca y Colimes antes de sus uniones con el río Daule.

Para las estaciones sobre los ríos Puca y Colimes ha sido posible construir curvas de frecuencia por que, adicionalmente se contaba con información de dos lecturas diarias desde el año 1971, que fueron relacionados, para el efecto, con los registros automáticos.

En la tabla N° IV.5.1.1, se presentan los caudales máximos instantáneos de avenidas para distintos períodos de retorno.

CUADRO N° IV.5.1.1

CAUDALES MAXIMOS DE AVENIDAS (EN MTS³/SEG)

E S T A C I O N	PERIODOS DE RETORNO (EN AÑOS)					
	2	5	10	20	25	50
Daule (en Pichincha)	1.500	1.660	1.930	2.200	2.300	2.650
Daule (en Balzar)	1.700	1.920	2.725	2.510	2.610	2.940
Daule (en la capilla)	1.800	2.010	2.040	2.060	2.070	2.100
Puca (A.J. Daule)	192	270	307	337	345	367
Colimes (A.J. Daule)	166	246	285	315	322	344

La capacidad del cauce del río Daule en la estación de "La Capilla" es de 1.800 mts³/seg; cualquier caudal superior a esta capacidad de conducción genera inundaciones en el Valle del río Daule o sea en la planicie aluvial del escalón bajo.

De acuerdo con los registros presentados en la tabla anterior, aproximadamente, cada dos años se desborda el río en "la Capilla" con las correspondientes consecuencias aguas abajo de la estación.

La decisión de CEDEGE de viabilizar las etapas de diseño y construcción de la presa Daule-Peripa, se expresa también en la mayor cantidad y calidad de registros y en la elaboración de estudios en relación a las inundaciones en la subcuenca del río Daule, así como de los efectos que ejercería dicho embalse en la atenuación de las avenidas y consecuentemente sobre el control de inundaciones 11/

Se observa en el cuadro anterior que en "La Capilla" se registran caudales de avenidas ligeramente superiores a partir de aproximadamente los 2000 mts³/seg, lo cual se explica por el desborde del río, o lo que es lo mismo la extensión de la avenida como inundación en el valle. Consecuentemente, ha sido necesario ajustar los caudales máximos de avenidas para diversos períodos de retorno correlacionándolos con las estaciones de Pichincha y Balzar (Ver gráfico DH-R8-11), habiéndose obtenido los siguientes valores:

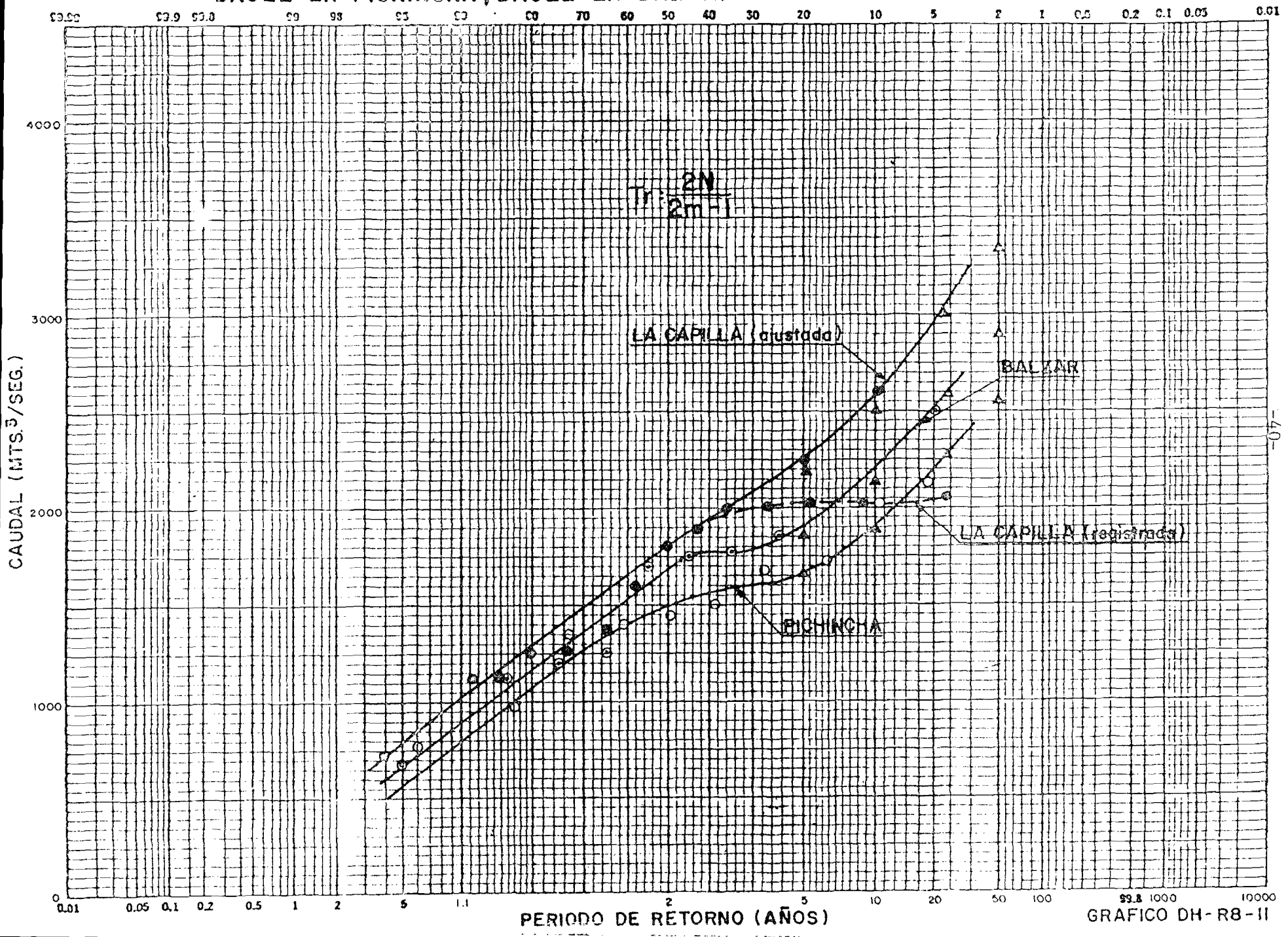
ESTACION EN "LA CAPILLA"	PERIODOS DE RETORNO (EN AÑOS)					
	2	5	10	20	25	50
CAUDALES AJUSTADOS (En mts ³ /seg)	1.800	2.250	2.600	2.980	3.120	3.900

*/ Valor extra-polado del diagrama DH-R8-11

11/ El Departamento de Hidrología de CEDEGE ha elaborado los siguientes documentos en relación al tema:

- "Áreas inundables y sus frecuencias en la sub-cuenca del río Daule entre Pichincha y Petrillo". 1978.
- "Operación del Embalse Daule-Peripa para el control de crecientes" 1979.

FRECUENCIA DE CAUDALES PICO ANUALES INSTANTANEOS EN LAS ESTACIONES
 DAULE EN PICHINCHA, DAULE EN BALZAR Y DAULE EN LA CAPILLA



-40-

IV. 5.2 Caudales de avenidas, reguladas

Tomando los caudales ajustados de la estación en "La Capilla", se ha realizado el análisis del control de inundaciones para las tres hipótesis siguientes:

Hipótesis 1: Presa Daule-Peripa, sólo. Usando el método del volúmen antecedente se determinó el diagrama de operación del embalse y que reserva cantidades variables de almacenamientos en los meses de creciente. El volúmen mínimo de reserva es de 200 millones de metros cúbicos bajo la cota 85 metros sobre el nivel medio de la marea y el volúmen máximo es de 1.000 millones de metros cúbicos bajo esa cota. Se asume que el período de crecientes extremas es entre mediados de Enero y el 10 de Abril de todos los años (Gráfico DH-RIO-11).

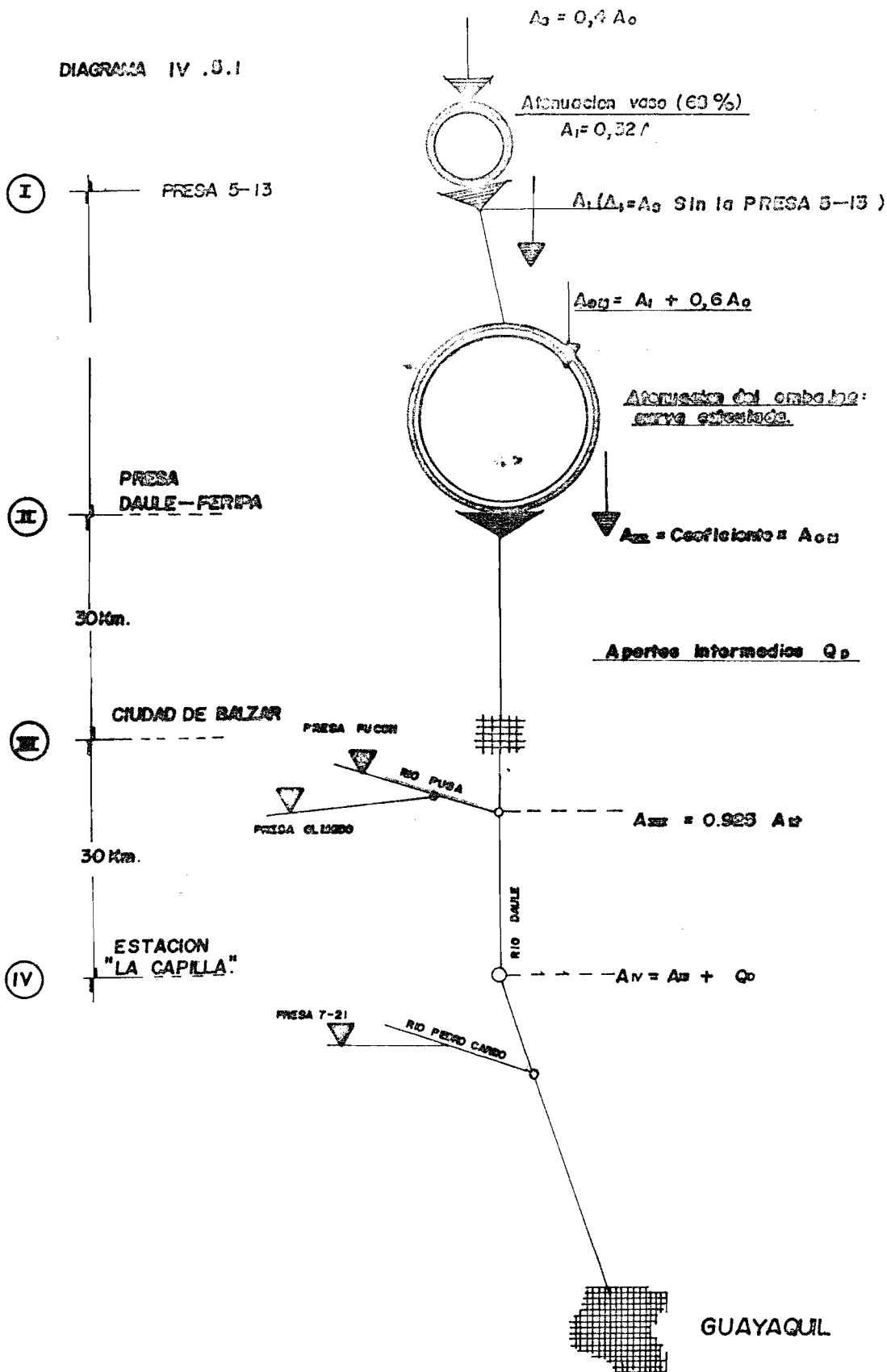
Se obtuvieron de esa manera los picos de salida para 5, 25 y 50 años, habiéndose inferido, a partir de la curva, los otros valores y agregando luego el aporte intercuenca, entre el sitio del embalse Daule-Peripa y la estación en "La Capilla", se determinaron los caudales que, según ésta hipótesis, pasarían por dicha sección y presentados en el Cuadro N° IV.5.1.2.

Hipótesis 2: Daule-Peripa y las presas Pucón y Olmedo

La puesta en servicio de estos dos embalses modificaría los caudales de avenidas con que aporta el río Puca y consecuentemente habrían efectos de atenuación sobre los caudales que pasan por la estación en "La Capilla".

La capacidad de atenuación es del orden del 7.5% al caudal de avenida que pasa por la "La Capilla".

DIAGRAMA IV .3.1



Hipótesis 3: La hipótesis 2, más la presa 5-13

La presa 5-13, aguas arriba de la Daule-Peripa, controlaría casi cuatro de cada diez metros cúbicos que antes llegaban al embalse en forma directa y por tanto ejerce una atenuación que disminuye las avenidas que, en forma natural, pasarían por la estación en Pichincha, transformandolos aproximadamente en los tres cuartos de éstas y que vienen a constituir en esta hipótesis los caudales de entrada a la presa Daule-Peripa.

De conformidad con las hipótesis y las relaciones establecidas se ha obtenido el Cuadro N° IV.4.1.2, con los caudales de avenida en la estación de "La Capilla" para distintos períodos de retorno y cuyas curvas se presentan en el Diagrama N° IV.4.2.

CUADRO N° IV. 5.1.2

CAUDALES MAXIMOS DE AVENIDAS REGULADAS

(en metros cúbicos por segundo)

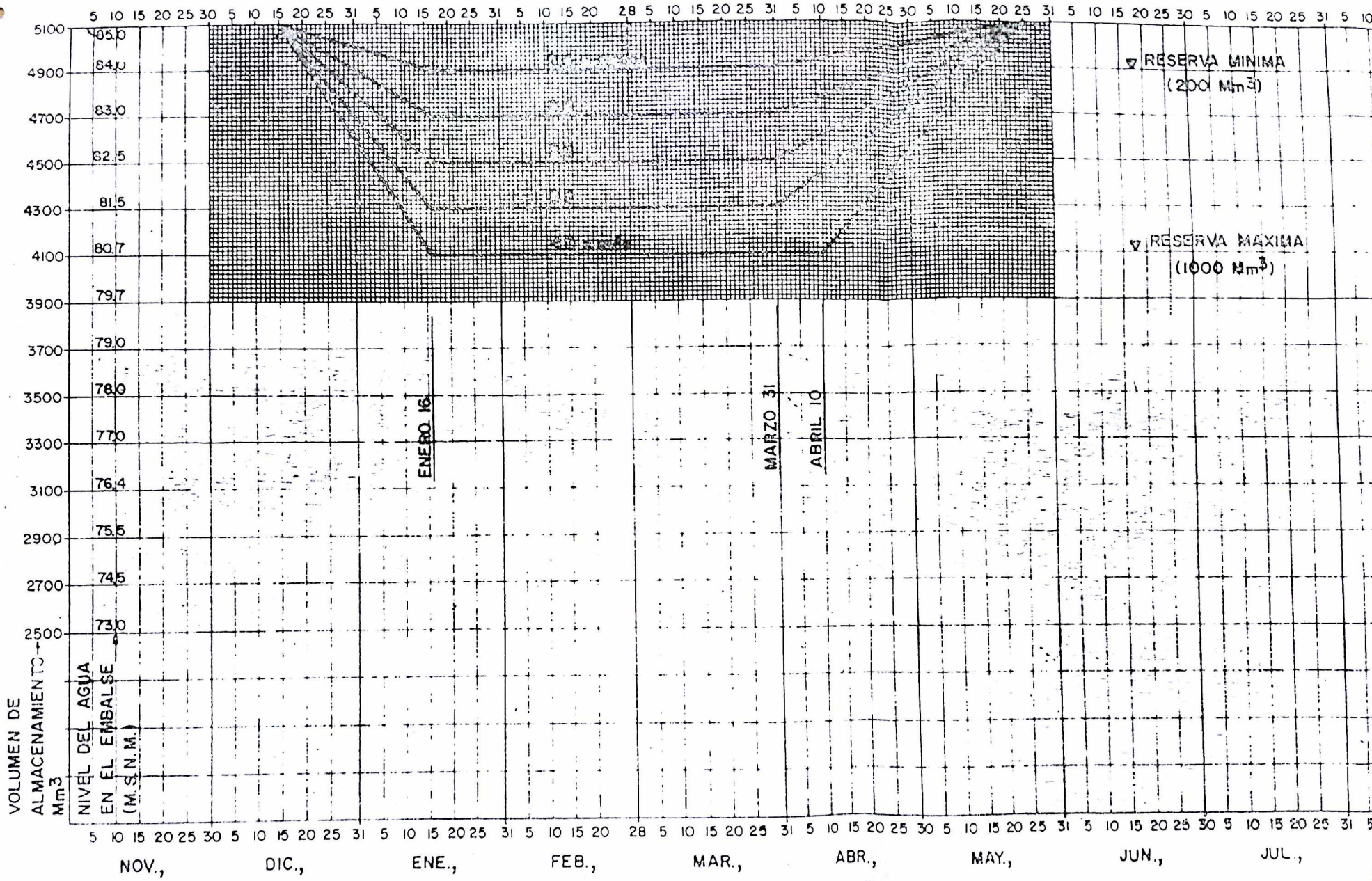
ESTACION DEL RIO DAULE EN "LA CAPILLA"

ESTACION EN "LA CAPILLA"	PERIODOS DE RETORNO (EN AÑOS)						
	2	5	10	20	25	50	100
Caudales naturales	1.800	2.250	2.600	2.980	3.120	3.500	3.900
Hipótesis 1	460	1.200	1.430	1.900	2.192	2.675	2.910
Hipótesis 2	426	1.100	1.323	1.758	2.075	2.474	2.692
Hipótesis 3	278	870	1.073	1.406	1.536	1.896	2.128

Los resultados determinados para la hipótesis 1, indican que la presa Daule-Peripa puede controlar la creciente importante de veinte años, de tal suerte que la diferencia con el caudal máximo, sin desborde en "La Capilla", se reduzca sólo a 100 metros cúbicos por segundo, cuyo efecto será mínimo.

Con la hipótesis 2, es muy poco lo que se logra aportar en el control de inundaciones, y sólo logra que la avenida de veinte años que pasa por "La Capilla" se produzca sin desborde.

La hipótesis 3, que implica la incorporación de la presa 5-13, logra trasladar la avenida bianual de "La Capilla" a que se puede producir solamente cada cuarenta años, lo que en términos de obras de control es considerado como económicamente suficiente.



NOTAS :

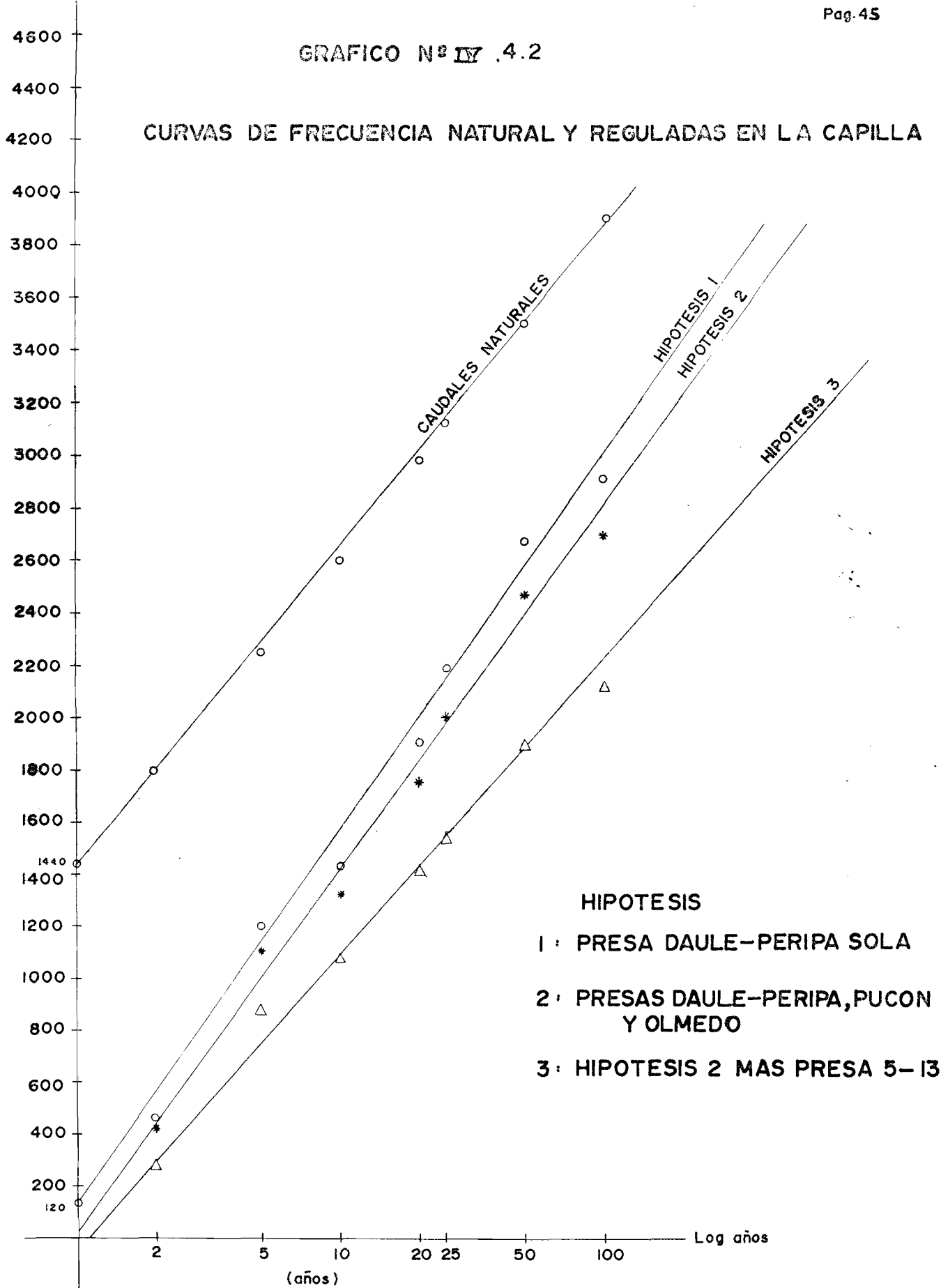
Mm³ = Millones de metros cúbicos

USO DEL DIAGRAMA

- 1.- Para cualquier día del ciclo húmedo determine el volumen del escurrimiento entrante al embalse en los 30 días precedentes
- 2.- Para la misma fecha determine el volumen del escurrimiento normal (definido por el escurrimiento registrado)
- 3.- Calcule la magnitud del parámetro indicado en el gráfico dividiendo 1 para 2
- 4 - Con el parámetro calculado en 3 entre al diagrama y determine el volumen del embalse vacío para el día siguiente al analizado en 1

GRAFICO N° IV .4.2

CURVAS DE FRECUENCIA NATURAL Y REGULADAS EN LA CAPILLA



S U B C U E N C A D E L

R I O D A U L E

(ANEXOS)

CUADRO N° 0.0.0.1

OFERTA DE AGUA (MEDIA MULTIANUAL)
(EN MILLONES DE METROS CUBICOS)

MESES	DAULE	VINCES	B A B A H O Y O			TOTAL CUENCA DEL GUAYAS
			CATARAMA	S. PABLO	SUB-TOTAL	
Enero	565.1	1.671.4	602.3	140.8	743.10	2.979.60
Febrero	1.260.2	1.163.8	1.094.7	326.5	1.421.20	3.845.20
Marzo	2.094.5	1.442.8	1.237.4	423.4	1.660.80	5.198.10
Abril	1.899.4	1.279.4	1.057.0	354.5	1.411.50	4.590.30
Mayo	892.2	880.6	617.6	182.2	799.90	2.572.70
Junio	411.1	496.6	290.5	89.4	379.90	1.287.60
Julio	204.9	282.5	211.8	56.5	268.30	755.70
Agosto	105.3	133.1	133.6	35.6	169.20	407.60
Septiembre	71.0	99.2	124.4	26.4	152.80	323.00
Octubre	57.9	111.9	71.2	21.4	42.60	262.40
Noviembre	44.3	97.2	58.3	18.9	77.20	218.70
Diciembre	63.8	176.2	129.6	38.8	168.40	408.40
TOTAL	7.666.7	7.834.7	5.630.4	1.714.5	7.344.90	22.849.30

CUADRO N° 0.0.0.2

OFERTA DE AGUA. AÑO SECO (1968)

(EN MILLONES DE METROS CUB.)

M E S E S	DAULE	VINCES	B A B A H O Y O			TOTAL CUENCA DEL GUAYAS
			CATARAMA	S. PABLO	SUB-TOTAL	
Enero	131.2	262.1	170.1	18.7	188.8	582.3
Febrero	484.6	720.4	426.2	109.7	535.9	1.740.9
Marzo	687.3	742.1	609.2	181.1	791.0	2.940.3
Abril	548.0	519.5	510.1	126.5	636.0	1.740.0
Mayo	131.5	296.6	232.8	59.5	292.0	720.2
Junio	70.2	154.3	113.5	39.7	153.2	3.777.7
Julio	54.4	95.0	82.5	31.6	114.1	263.6
Agosto	36.2	52.9	55.4	20.6	76.0	165.0
Septiembre	29.0	47.0	47.2	15.3	62.5	138.4
Octubre	23.0	49.5	48.2	9.9	58.1	130.7
Noviembre	21.5	59.5	36.5	9.6	46.1	127.3
Diciembre	16.9	53.5	35.1	15.8	50.9	121.1
Total	2.269.8	3.052.2	2.367.2	636.0	3.005.5	8.327.5

CUADRO N° 0.0.0.3

OFERTA DE AGUA. AÑO HUMEDO (1976)

(EN MILLONES DE METROS CUBICOS)

M E S E S	DAULE	VINCES	B A B A H O Y O			TOTAL CUENCA DEL GUAYAS
			CATARAMA	S. PUEBLO	SUB-TOTAL	
Enero	1.391.2	935.3	593.5	200.1	793.6	3.120.1
Febrero	2.339.0	1.961.8	1.650.2	519.9	2.170.1	6.470.0
Marzo	2.981.1	1.999.3	1.866.3	654.6	2.430.9	7.410.1
Abril	3.595.1	2.001.3	1.638.1	517.6	2.155.7	7.752.2
Mayo	2.150.0	1.073.1	856.6	322.7	1.179.3	4.402.2
Junio	693.9	598.2	373.8	160.7	534.5	1.826.6
Julio	319.5	351.0	224.7	85.2	309.9	980.3
Agosto	176.0	184.8	178.4	49.6	228.0	588.7
Septiembre	99.8	121.8	150.1	35.8	185.9	407.5
Octubre	70.2	91.5	94.3	26.5	120.8	282.6
Noviembre	58.6	85.8	87.4	44.6	132.0	276.3
Diciembre	73.4	286.3	112.5	37.2	149.7	500.4
Total	13.947.8	9.690.2	7.825.9	2.564.5	10.390.4	34.028.4

CUADRO N° IV.1.0.1

POBLACION POR PARROQUIAS SUB-CUENCA
DEL RIO DAULE

<u>PROVINCIAS</u>	<u>P A R R O Q U I A S</u>	<u>NUMERO DE</u> <u>HABITANTES</u>	
<u>Pichincha</u>	Santo Domingo (40%)	26.424	<u>26.424</u> (2%)
<u>Manabí</u>	El Carmen	25.003	<u>184.046</u> (11%)
	Flavio Alfaro	16.019	
	Ricaurte	5.003	
	Chone (60%.R)	11.094	
	Pichincha	20.278	
	La Unión	12.576	
	Bellavista	6.532	
	Olmedo	9.242	
	Noboa	12.613	
	América	6.504	
	Pajan	14.720	
	Lascano	5.140	
	Camposano	10.390	
	Guale	4.794	
	Cascol	8.349	
	El Anegado	8.090	
	Pedro Pablo Gomez	2.578	
	Sucre (30% R.)	4.266	
	Jipijapa (10% R.)	855	
<u>Guayas</u>	Guayas	19.749	<u>1'416.590</u> (87%)
	El Empalme	32.671	

PROVINCIAS	P A R R O Q U I A S	NUMERO DE HABITANTES	
	Balzar	39.729	
	Colimes	18.167	
	Palestina (60%)	5.752	
	Santa Lucía (90%)	22.500	
	Daule	32.887	
	Nobol	8.271	
	Lomas	9.236	
	Isidro Ayora	4.588	
	Pascuales	13.924	
	Pedro Carbo	28.753	
	Guayaquil	1'180.363	
		1'627.060	

CUADRO N° IV.1.0.2

SERVICIOS DE AGUA POTABLE

(SUB-CUENCA DEL DAULE)

PROVINCIA	CENTRO POBLADO	NUMERO DE HABITANT.	FUENTE		SISTEMAS		RED DE DISTRIB.	
			SUPERF.	SUBT.	CAPAC.	TRAT.	%	POBLACION SERVIDA
<u>Manabí</u>	El Carmen	11.920*	X	X	SI	NO	60%	7.151
	Flavio Alfaro	2.840	X	X	NO	NO	-	
	Ricaurte	2.784	X	X	SI	SI	80%	2.227
	Pichincha	4.762	X		SI	Parcial	20%	952
	La Unión		X	X	NO	NO		
	Bellavista	405		X	NO	NO		
	Olmedo	1.158		X	SI	NO	100%	1.158
	Lascano	290	X	X	NO	NO		
	Noboa	957		X	NO	NO		
	Pajan	4.833	X		SI	SI		
	Camposano	433	X	X	NO	NO		
	Guale	810		X	NO	NO		
	Cascol	921		X	NO	NO		
<u>Guayas</u>	Parroquia Guayas	1.350	X		NO	NO		
	El Empalme	16.505*		X	SI	Parcial	70%	11.554
	Balzar	17.438						
	Colimes	2.520						
	Palestina	5.407	X	X	NO	NO		
	Santa Lucía	3.085	X	X	NO	NO		
	Daule	18.895			NO	NO	60%	11.337
	Nobol	2.932	X	X	NO	NO		
Isidro Ayora	2.173		X	NO	NO			

CUADRO N° IV.1.0.3

SERVICIOS DE AGUAS SERVIDAS

(SUB-CUENCA DEL DAULE)

PROVINCIA	CENTRO POBLADO	NUMERO DE HABITANTES	SISTEMA		TRATAMIENTO		SITIO DE DESCARGA	
			SI	NO	SI	NO	RIO	OTRAS
Manabí	El Carmen	11.928 */		X		X		X
	Flavio Alfaro	2.840		X		X		X
	Ricaurte	2.784	50%			X	X	X
	La Unión			X		X		X
	Bellavista	405		X		X		X
	Olmedo	1.158		X		X		X
	Lascano	290		X		X		X
	Noboa	957		X		X		X
	Pajan	4.833						
	Camposano	433		X		X		X
	Guale	810		X		X		X
	Cascol	921		X		X		X
Guayas	Parroquia Guayas	1.350		X		X		X
	El Empalme	16.505						
	Balzar	17.438	Parcial			X	X	
	Colimes	2.520		X		X		X
	Palestina	5.407		X		X		X
	Santa Lucía	3.085		X		X		X
	Daule	18.895	Parcial			X	X	
	Nobol	2.932		X		X		X
	Isidro Ayora	2.173		X		X		X
	Pascuales	13.904 *						
	Pedro Carbo	9.400		X		X		X
	Guayaquil	1'175.276	60%	Parcial			X	
	1.295.605	715.276						
			56%	44%	10%	90%	55%	45%

CUADRO N° IV.1.0.4

ALGUNOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE ESTABLECIDOS
(SUB-CUENCA DEL RIO DAULE)

CENTRO POBLADO	CAUDAL UTILIZADO (LTS/SEG)	POBLACION SERVIDA */	DOTACION (LTS/HAB/DIA)
<u>Guayaquil</u>			
Centro	1.997	760.000	227
Suburbio	88	420.000	18
Balzar	49	17.000	243
Velasco Ibarra	22	17.505	111
T O T A L	2.156	1'214.943	153

*/ Población del Censo de 1982

CUADRO N° IV.1.0.5

CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

(En por ciento de oxigeno disuelto de saturación a 20°C) */

M E S E S	E S T A C I O N E S				PROMEDIO	COEFICIENTE
	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁		
Junio	--	--	--	--	--	3.00
Julio	--	--	--	--	--	3.00
Agosto	87%	86%	95%	94%	91%	3.30
Septiembre	92%	88%	85%	94%	90%	3.34
Octubre	99%	99%	96%	96%	98%	3.07
Noviembre	95%	92%	100%	83%	93%	3.23
Diciembre	89%	78%	84%	84%	83%	3.62
					91%	3.23