

**ENCUESTA ORIGEN-DESTINO Y
MODELOS DE GENERACION DE VIAJES
EN EL GRAN CONCEPCION**

Juan de Dios Ortúzar S.
Departamento de Ingeniería de Transporte
Pontificia Universidad Católica de Chile

Christian Figueroa L., Alan Thomas T.
Secretaría Ejecutiva
Comisión de Planificación de Inversiones en
Infraestructura de Transporte

RESUMEN

En 1989 la Pontificia Universidad Católica de Chile, por encargo de la Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte (SECTRA), realizó la "Encuesta Origen-Destino de Viajes en el Gran Concepción", cuyo objetivo central era la creación de un banco de datos sobre las características de los viajes en el área urbana y de las personas que los realizan, información indispensable para apoyar el diseño y evaluación económica de proyectos de inversión en transporte urbano en la VIII Región.

En este trabajo se describen los aspectos más relevantes de la metodología empleada y algunos de los resultados obtenidos. Por último, se realiza un análisis comparativo, tanto en sus aspectos teóricos como prácticos, de los dos métodos más empleados en la predicción de generación de viajes: análisis de regresión y análisis por categorías.

1. ASPECTOS METODOLOGICOS

1.1 Objetivo y Ubicación del Area de Estudio

En 1989 la Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte (SECTRA) encargó a la Pontificia Universidad Católica de Chile la realización del estudio "Encuesta Origen-Destino de Viajes en el Gran Concepción". El objetivo específico del estudio era crear un banco de datos sobre las características de los viajes en el área urbana y de las personas que los realizan. Además se contemplaba la recolección de información adicional indispensable para apoyar el diseño y evaluación económica de proyectos de inversión en transporte urbano en la VIII Región.

El área de estudio fue definida como la conurbación formada por las comunas de Concepción, Talcahuano, Lota, Coronel, Penco, Tomé, Hualqui y todas las áreas urbanas que tienen continuidad espacial con ellas. A fin de obtener una definición operacional de esta región se procedió a delimitar físicamente el área de estudio como se muestra en la Figura 1. Previo a la zonificación, el área de estudio se dividió en áreas, incluyendo una externa para representar los viajes desde y hacia el exterior de la región en estudio, y a su vez, cada área fue subdividida en sectores; de este modo resultaron siete áreas y 15 sectores. El criterio básico de zonificación fue la definición de zonas homogéneas en términos de uso de suelo y/o composición de la población, sujeto a lograr una zonificación compatible con la división administrativa en zonas censales. De este modo se establecieron finalmente 108 zonas internas y cinco zonas externas (ver DICTUC, 1990).

1.2 Diseño de la Muestra

Se encargó al INE la selección de 13.400 hogares del Gran Concepción (10,3% del total aproximado de viviendas para ese año) a partir de los datos del Censo de 1982. La muestra fue seleccionada mediante un Muestreo Aleatorio Estratificado, tomando al distrito censal como unidad de estratificación. En tres áreas, de bajo ingreso y escasa variabilidad en los viajes (Lota, Hualqui y Tomé), el tamaño de la muestra se disminuyó de 10,3 a 6,2%, lo que permitió aumentar el tamaño muestral en los distritos correspondientes a las comunas de Concepción y Talcahuano dado que éstas presentan mayor número y variedad de viajes.

De antecedentes proporcionados por el MINVU se determinó que al primer semestre de 1988 existía un 12% más de viviendas en relación a los datos del INE 1982. Con apoyo de planchetas del INE se seleccionó una muestra adicional de hogares (10,3% de aproximadamente 18.000 viviendas) en sectores no considerados por el Censo de 1982. La muestra final obtenida alcanzó a 14.739 hogares.

1.3 Realización y Procesamiento de la EOD

Previo a la realización de la EOD se efectuó una campaña publicitaria de amplia cobertura (todos los medios de comunicación y correo dirigido a los hogares seleccionados) destinada a obtener el máximo de colaboración de la población. La labor de terreno fue realizada por la empresa CADE Consultores, y en el plano logístico se puede destacar que se definieron cinco centros operativos a cargo de ingenieros, en los que se desempeñaron 33 supervisores y 317 encuestadores.

Para efectos de validación de formularios, reconocimiento de terreno y entrenamiento del personal, se efectuó una encuesta piloto a 300 hogares. La toma definitiva de la encuesta se llevó a cabo durante Abril de 1989, recolectándose información de tres tipos:

a) Identificación de las personas

Para cada miembro del hogar mayor que cinco años se obtuvo información sobre sexo, edad, posesión de licencia de conducir, ocupación y nivel de educación.

b) Identificación de los viajes

Cada persona identificada fue consultada por el tipo de viaje (ida o regreso), propósito, medio de locomoción, origen, destino, hora de salida, hora de llegada, cuerdas caminadas, lugar de transbordo y líneas pantalla atravesadas para cada viaje. Se consideró que un viaje tendría un máximo de tres etapas.

c) Características socio-económicas del hogar

Se consultó por propiedad de la vivienda, tipo de construcción, tipo de artefactos existentes, vehículos (nueve tipos) e ingreso líquido mensual del hogar (10 rangos).

1.4 Desarrollo de Actividades Paralelas y Complementarias

Junto a la tarea principal del estudio -la encuesta a hogares sobre origen y destino de viajes (EOD)- se desarrolló una serie de actividades paralelas, tales como:

a) Diario de Viajes

La realización de esta encuesta tuvo dos objetivos. Por una parte, se procuró obtener información detallada para estimar modelos desagregados de demanda; y por otra, recolectar información que permitiera corregir la EOD por concepto de viajes no reportados. Este último uso impuso las condiciones para determinar el tamaño y el método de selección de la muestra (ver Ortúzar y Malbrán, 1990).

Para su aplicación, se dividió la población en cuatro estratos, que resultaron de cruzar las variables ingreso (alto y bajo) y posesión de automóvil (sí o no). A partir de consideraciones de tipo estadístico, se seleccionó una muestra aleatoria de 330 hogares de cada estrato (ver DICTUC, 1990).

b) Conteos Intensivos de Tráfico

Esta actividad comprendió la definición de la Red Vial Primaria, Cordón Externo, Líneas Pantalla y determinación de los Puntos de Control. Se escogieron 50 puntos sobre la red vial primaria destinados a recoger datos sobre flujos vehiculares (desagregados en siete tipos de vehículos) y tasas de ocupación, que es información básica para el proceso de calibración de redes.

Los conteos sobre el cordón externo sirvieron para registrar la cantidad de viajes que entran, salen y cruzan el área de estudio. Las líneas pantalla dividieron el área de estudio en grandes zonas naturales tales, que existieran pocos puntos de contacto entre ellas (ver Figura 1). Las mediciones se realizaron justo sobre estos puntos.

c) Censo de Camiones

Esta fue una actividad eminentemente paralela, es decir, no aportó información relevante para la EOD; no obstante, permitió cuantificar el impacto de estos vehículos pesados sobre las redes de transporte. El censo de camiones, realizado sobre nueve puntos estratégicos de la red, entregó información sobre la magnitud de los flujos de camiones desagregados por tipo de eje, origen, destino, tipo y propiedad de la carga y por tonelaje transportado.

d) Encuesta Complementaria en Cordón Externo

El objetivo principal de esta actividad fue la determinación de los viajes entre pueblos satélites y las ciudades de Talcahuano y Concepción. La información recolectada permite afinar las matrices

origen-destino del área y las tasas de generación de dichos pueblos. Esta encuesta recogió simultáneamente información de transporte privado y de locomoción colectiva.

1.5 Depuración, Corrección y Expansión de la Muestra

La tarea de depuración de la información fue realizada en dos etapas: validación en terreno de las encuestas por los supervisores y posterior validación computacional realizando cruces lógicos de los datos recogidos. El porcentaje de rechazos alcanzó al 17,3%.

Dado que los resultados de la EOD se obtienen mediante entrevistas a una muestra de la población, es necesario ajustarlos para representar a la población total (Ortúzar y Malbrán, 1990). El primer factor de corrección, "por tamaño del hogar", ajusta la distribución porcentual de tamaños de hogares en cada zona EOD a la distribución observada en el Censo de 1982.

El segundo factor de corrección, "socio-demográfico", ajusta la distribución porcentual de la población por sexo y edad en cada zona de la EOD, a la distribución observada en el Censo de 1982. El tercer factor de corrección, "por viajes no reportados", ajusta el número de viajes por categoría de hogar en la EOD en cada zona del área, de acuerdo a la información obtenida en la encuesta adicional de diario de viajes. Para evitar introducir sesgos en la distribución de viajes en la hora punta (aumento de los viajes no obligados) se definieron factores de corrección para los diferentes períodos del día.

Por último, la expansión de la muestra se realizó en base a la información actualizada sobre el número total de hogares y el número de hogares encuestados de cada zona.

1.6 Validación con Información Independiente

La muestra depurada, corregida y expandida fue comparada con la información recogida en el Cordón Externo y en las Líneas Pantalla (flujos y tasas de ocupación). Los resultados de la validación indican que el error promedio en los flujos observados, para puntos de control internos al área, no superó el 44% en el caso de viajes en auto y el 48% en el caso de transporte público. Para los puntos de control del cordón externo se produjeron diferencias mayores. Esto era esperable ya que en la EOD no se consideran encuestas a viajeros fuera del área.

2. RESULTADOS

La elaboración de los datos recogidos en cada una de las actividades de la Encuesta Origen-Destino de Viajes arrojó gran cantidad y variedad de resultados. Estos se originaron al realizar diversos cruces entre variables socio-económicas y de viaje.

En las Tablas 1 a 3 se presentan algunos de los resultados que muestran la distribución de las características socio-económicas más notables de la población y los aspectos más reveladores de los hábitos de viaje en el área de estudio.

3 ANALISIS COMPARATIVO DE MODELOS DE GENERACION DE VIAJES

3.1 Modelos de Generación

Los métodos más utilizados para abordar el problema de construcción de modelos de generación de viajes son el análisis de regresión y el análisis por categorías (ver Douglas y Lewis, 1971).

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
I	23.890	1.617	4.903	367	182	109	767	31.835
II	1.646	80.358	30.657	2.938	3.117	1.467	4.759	124.943
III	4.910	31.309	129.706	12.495	8.773	3.455	3.275	193.922
IV	318	3.257	12.559	9.846	259	1.897	872	29.007
V	166	3.047	8.038	549	12.673	71	763	25.307
VI	94	1.570	3.299	1.816	101	47.439	2.262	56.581
VII	768	4.610	2.907	906	650	2.272	241	12.354
TOTAL	31.792	125.768	192.069	28.917	25.754	56.711	12.940	473.950

(con I = TOME - PENCO - LIRQUEN II = TALCAHUANO
 III = CONCEPCION IV = SAN PEDRO
 V = CHIGUAYANTE - HUALQUI VI = CORONEL - LOTA
 VII = EXTERNAS)

TABLA 1 Matriz origen-destino de viajes propósito trabajo

Area	Tasa de motorización
Tomé-Penco-Lirquén	0,114
Talcahuano	0,182
Concepción	0,319
San Pedro	0,274
Chiguayante-Hualqui	0,110
Coronel-Lota	0,066
TOTAL	0,197

TABLA 2 Tasa de motorización

TOTAL DE ETAPAS DE VIAJE		
MEDIO	CANTIDAD	%
Caminata	805.612	42,98
Auto particular (chofer)	105.203	5,61
Auto particular (acompañante)	69.654	3,72
Bus o taxibús (loc. colec.)	708.833	37,82
Minibús	32.72	1,76
Taxi colectivo	51.897	2,77
Taxi	4.947	0,26
Moto o bicicleta	17.920	0,95
Bus institución	53.971	2,88
Otros	23.351	1,25
TOTAL	1.874.451	100,00

TABLA 3 Distribución de etapas de viaje por modo

El análisis de regresión se basa en la formulación de un modelo lineal del tipo siguiente:

$$v = \theta_0 + \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_n x_n$$

donde v es el número de viajes generados por hogar, los x_i son características socio-económicas del hogar, como ingreso, tasa de motorización o número de trabajadores y los θ_i son parámetros a estimar.

Este método de análisis puede verse afectado por problemas de colinealidad y de heteroskedasticidad. Sin embargo, hoy en día éstos pueden ser detectados con el apoyo de poderosos paquetes de análisis estadístico. El problema principal que aún subsiste es predecir con certeza las variables explicativas escogidas.

Para obtener los totales zonales, es necesario realizar un proceso de agregación. Pero precisamente porque el modelo es lineal, el problema de agregación se resuelve trivialmente al darle a cada variable independiente (x_i) de la ecuación (1) el valor zonal promedio y multiplicando luego el resultado obtenido (v) por el número de hogares de la zona.

El método de análisis por categorías (Wootton y Pick, 1967) es conceptualmente más sencillo. El supuesto básico (aquí radica el "arte" de este método) es que se pueden agrupar los hogares de una zona o región de una manera tal, que su tasa promedio de generación de viajes presente variabilidad mínima. Así, si se define a $v^p(h)$ como el número promedio de viajes con propósito p (y en un cierto período) realizados por miembros de un hogar del tipo h (los tipos de hogares son producto de estratificaciones; por ejemplo, cruzando m tamaños de hogar con n tasas de motorización, se tiene mn tipos h de hogares) su valor se calcula como el número total de viajes con ese propósito en la celda h dividido por el número de hogares de ella:

$$v^p(h) = V^p(h)/H(h) \quad (2)$$

El análisis por categorías presenta también algunos problemas. Por una parte, no existen indicadores estadísticos de su bondad de ajuste y, por otra, se requiere una muestra de gran tamaño, puesto que de otro modo los valores de las celdas podrían variar si las diferencias en el número de hogares para cada una de ellas resulta importante para la calibración (ver por ejemplo Douglas y Lewis, 1971). No obstante, el problema más serio de este enfoque es la necesidad de predecir el número de hogares que tendrá cada estrato en el futuro.

Dos ventajas importantes del método son que la agrupación de hogares (la formación de categorías) es independiente del sistema de zonificación del área de estudio y que no se necesita hacer suposiciones previas acerca del tipo de relaciones (es decir, no tienen que ser necesariamente monótonas ni lineales como en el método de regresión).

En lo que resta del trabajo se presentan los resultados de una comparación entre ambos tipos de modelos para el Gran Concepción. Cabe destacar que en la literatura especializada no se encuentra una comparación de este tipo, ya que típicamente cada estudio opta a priori por un método y se limita a reportar sus resultados.

3.2 Selección de Datos para la Comparación

En primer lugar fue necesario establecer una metodología de comparación. Se decidió calibrar los modelos sobre una sub-muestra y aplicarlos en seguida sobre otra porción independiente de la muestra de hogares. Luego de consultar a expertos conocedores del área de estudio y en base a consideraciones de tipo socio-económico, se decidió calibrar los modelos sobre Talcahuano.

Concepción y Chiguayante-Hualqui (6.864 hogares) y validarlos sobre los datos de San Pedro (926 hogares).

Por otra parte, se optó por realizar la comparación sólo con los viajes al trabajo, que normalmente son mejor explicados por los modelos de generación. El ejercicio se realizó considerando dos tipos de datos: todos los viajes al trabajo y sólo viajes motorizados al trabajo. Las variables empleadas para definir los modelos fueron las siguientes:

- número total de viajes al trabajo generados por el hogar en un día (TVT)
- número de viajes motorizados al trabajo generados por el hogar en un día (TVMT)
- número de automóviles, vehículos livianos y motocicletas en el hogar (NV)
- número de personas en el hogar (NP)
- número total de trabajadores en el hogar (NTT)
- número de trabajadores menores que 26 años en el hogar (NT1)
- número de trabajadores entre 26 y 35 años en el hogar (NT2)
- número de trabajadores entre 36 y 50 años en el hogar (NT3)
- número de trabajadores mayores que 50 años en el hogar (NT4)
- número de mujeres trabajadoras en el hogar (NMT)
- número de hombres trabajadores en el hogar (NHT)
- ingreso por hogar de acuerdo a nueve estratos definidos en la encuesta (IH)
- ingreso familiar per cápita, es decir IH/NP (IFC).

También se definió un par de variables mudas relacionadas con la posesión de automóvil: Z_1 y Z_2 (la primera toma el valor 1 si el hogar posee un vehículo motorizado y 0 en otro caso; la segunda toma el valor 1 si el hogar posee dos o más vehículos motorizados y 0 en otro caso). Finalmente, y utilizando las definiciones clásicas de estudios de mercado, se dividieron los hogares en tres categorías socio-económicas (ingreso bajo, medio y alto).

3.3 Resultados de la Estimación de Modelos

3.3.1 Análisis por categorías

En la definición de categorías se utilizaron tres variables: posesión de vehículo (0, 1 y 2 o más vehículos en el hogar), ingreso (bajo, medio y alto) y estructura del hogar (1 = hogares con sólo un miembro y a la vez empleado; 2 = hogares con dos o más miembros y un empleado; 3 = hogares con dos o más miembros y dos o más empleados). De las 27 categorías definidas 11 resultaron con muy baja representación (menos de 11 hogares) y otras tres tuvieron menos de 50 hogares. Por esta razón, el número total de categorías fue reducida a 18 según se muestra en la Tabla 4.

La Tabla 5 presenta la tasa media de viajes (TMV) de cada categoría y su desviación estándar (SD). Se presentan, todos los viajes y sólo los viajes motorizados. Es interesante observar que los resultados corresponden a la tendencia esperada (mayores tasas de viaje en hogares de mayor ingreso).

Para las categorías con hogares pertenecientes a las estructuras 1 y 2, la tasa media de viajes por hogar es también la tasa media de viajes por trabajador. En consecuencia, a fin de establecer una mejor comparación, se generó la Tabla 6 con las tasas medias de generación por trabajador. Como se aprecia en esta tabla, en la mayoría de los casos los hogares pertenecientes a la tercera estructura del hogar, generan menos viajes por trabajador que los hogares pertenecientes a otras estructuras, independiente del nivel de ingreso y del número de autos que poseen. Esta última observación es interesante, pero no pudo ser investigada ni explicada en el marco de este trabajo.

CATEGORIA	ESTRUCTURA DE HOGAR	INGRESO DEL HOGAR	NÚMERO DE AUTOS	TAMANO
1	1	bajo	0	44
2	2	bajo	0	1.854
3	3	bajo	0	1.106
4	1	cualquiera	cualquiera	37
5	2	medio	0	699
6	3	medio	0	567
7	2	alto	0	21
8	3	alto	0	50
9	2	bajo	1 o más	172
10	3	bajo	1 o más	92
11	2	medio	1	329
12	3	medio	1	302
13	2	alto	1	74
14	3	alto	1	129
15	2	medio	2 o más	31
16	3	medio	2 o más	51
17	2	alto	2 o más	43
18	3	alto	2 o más	100

TABLA 4 Definición y tamaño de categorías

CATEGORIA	TODOS LOS VIAJES		VIAJES MOTORIZADOS	
	TMV	SD	TMV	SD
1	1,205	1,29	0,636	0,92
2	1,762	1,31	1,208	1,23
3	4,150	2,45	2,760	2,32
4	1,892	1,35	1,378	1,34
5	1,867	1,34	1,481	1,23
6	4,265	2,43	3,194	2,35
7	2,286	2,05	1,095	1,34
8	4,420	2,97	3,020	2,38
9	1,721	1,38	1,459	1,37
10	4,424	2,65	3,435	2,33
11	2,094	1,51	1,787	1,40
12	4,089	2,51	3,421	2,36
13	2,338	1,59	1,919	1,69
14	4,597	2,86	3,589	2,76
15	1,516	1,26	1,226	1,33
16	4,569	3,03	3,804	2,75
17	2,512	1,92	2,256	1,95
18	4,210	2,85	3,760	2,79

TABLA 5 Tasa media de viajes por hogar

CATEGORIA	TODOS LOS VIAJES		VIAJES MOTORIZADOS	
	TMV	SD	TMV	SD
1	1,205	1,29	0,636	0,92
2	1,762	1,31	1,208	1,23
3	1,691	0,88	1,124	0,88
4	1,892	1,35	1,378	1,34
5	1,867	1,34	1,481	1,23
6	1,758	0,92	1,326	0,93
7	2,286	2,05	1,095	1,34
8	1,918	1,32	1,297	0,94
9	1,721	1,38	1,459	1,37
10	1,854	0,95	1,466	0,90
11	2,094	1,51	1,787	1,40
12	1,726	1,01	1,449	0,99
13	2,338	1,59	1,919	1,69
14	1,917	1,17	1,489	1,07
15	1,516	1,26	1,226	1,33
16	1,739	0,94	1,495	0,94
17	2,512	1,92	2,256	1,95
18	1,651	1,07	1,493	1,10

Tabla 6 Tasa media de viajes por trabajador

3.3.2 Análisis de regresión

En el caso de análisis por categorías la principal dificultad es definir y seleccionar las categorías. La etapa siguiente, consistente en la obtención de las tasas medias de viaje, es trivial. Para el caso de la regresión lineal no se presenta el problema mencionado, siendo la principal dificultad la elección de las variables explicativas (generalmente esto es resuelto en forma experimental). Luego de probar más de 100 regresiones, se seleccionaron los siguientes modelos para los análisis posteriores:

$$TVT = 0,147 + 1,626 NTT + 0,296 IFC + 0,540 NV \quad R^2 = 0,50 \quad (3)$$

(3,9) (8,9) (2,5) (1,3)

$$TVMT = 0,040 + 1,109 NT1 + 1,194 NT2 + 1,226 NT3 +$$

(1,1) (35,6) (38,0) (35,2)

$$1,100 NT4 + 0,281 IFC + 0,429 Z_1 + 0,484 Z_2 \quad R^2 = 0,37 \quad (4)$$

(22,3) (2,4) (7,9) (4,3)

Como se aprecia, la regresión (3) es más simple (los trabajadores no están estratificados) y posee un coeficiente de correlación lineal más alto que (4). Sin embargo, los coeficientes estimados presentan estadísticos *t* de menor significancia, particularmente NV, el cual no es significativo al 95% de confianza. Además, el modelo posee un intercepto más alto y más significativo. Por otro lado la regresión (3) incorpora un sutil efecto de no-linearidad sobre la variable posesión de automóvil.

3.4. Comparación y Conclusiones

La primera tarea en este punto consistió en determinar cuál modelo predecía mejor los viajes observados en la sub-muestra seleccionada. Para tal efecto, se aplicaron los cuatro modelos sobre los datos relevantes de la comuna de San Pedro y se midió la bondad del ajuste empleando la siguiente fórmula del error cuadrático medio:

$$ECM = \sum_k [(V_{obs} - V_{est})^2 / V_{est}]^{0.5} \quad (5)$$

donde V_{obs} representa los viajes observados en la realidad y V_{est} los viajes estimados por los modelos. La sumatoria se realizó sobre todos los hogares (k) en San Pedro. Los resultados se presentan en la Tabla 7.

	TODOS LOS VIAJES	VIAJES MOTORIZADOS
Análisis por Categorías	645,8	850,4
Análisis de Regresión	605,8	1.144,1

TABLA 7 Error cuadrático medio

Como se aprecia, los resultados son algo desconcertantes. Por una parte, el modelo a elegir parece depender de los datos que se tome (todos los viajes o sólo los viajes motorizados), y por otra, las diferencias en el valor de ECM no son significativas. Hay que observar que el modelo de análisis por categorías para todos los viajes (es decir, el que incluye los viajes a pie) parecía mejor y efectivamente tiene un rendimiento mejor (posee un ECM menor) que el correspondiente a sólo viajes motorizados. Sin embargo, fue superado por el modelo de regresión que se veía más débil. Esta evidencia nos debería llevar a reconocer los peligros que encierra elegir un modelo predictivo sólo en base a su bondad de ajuste, como es la práctica tradicional.

En nuestra opinión el modelo de regresión debería ser preferido; no sólo porque produce la mejor predicción, sino también porque es mucho mejor en términos de estimación y uso. El método de regresión permite incorporar y examinar estadísticamente las variables explicativas. Esto es casi imposible en el caso de análisis por categorías. Por otra parte, la predicción en el caso de modelos de regresión sólo necesita estimar las variables independientes; si bien esto no es trivial en muchos casos, es ciertamente más factible que estimar el número de hogares que presentará cada categoría en el futuro (ver la discusión de Ortúzar y Willumsen, 1990).

4. REFERENCIAS

DICTUC (1990) Encuesta Origen-Destino de Viajes del Gran Concepción. Informe Final al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (Programa de Asistencia Técnica TAL), Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

Douglas, A.A. y Lewis, R.J. (1971) Trip generation techniques: (3) Household least squares regression analysis; (4) Category analysis and summary of trip generation techniques. *Traffic Engineering and Control* 12(9 y 10), 477-479; 532-535.

Ortúzar, J. de D. y Malbrán, H. (1990) Recolección apropiada de Diarios de Viaje en países en vías de desarrollo. VI Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, Popayán, Colombia, Julio de 1990.

Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L.G. (1990) **Modelling Transport**. John Wiley & Sons, Chichester..

Wootton, H.J. y Pick, G.W. (1967) A model for trips generated by households. **Journal of Transport Economics and Policy** 1(2), 137-153.

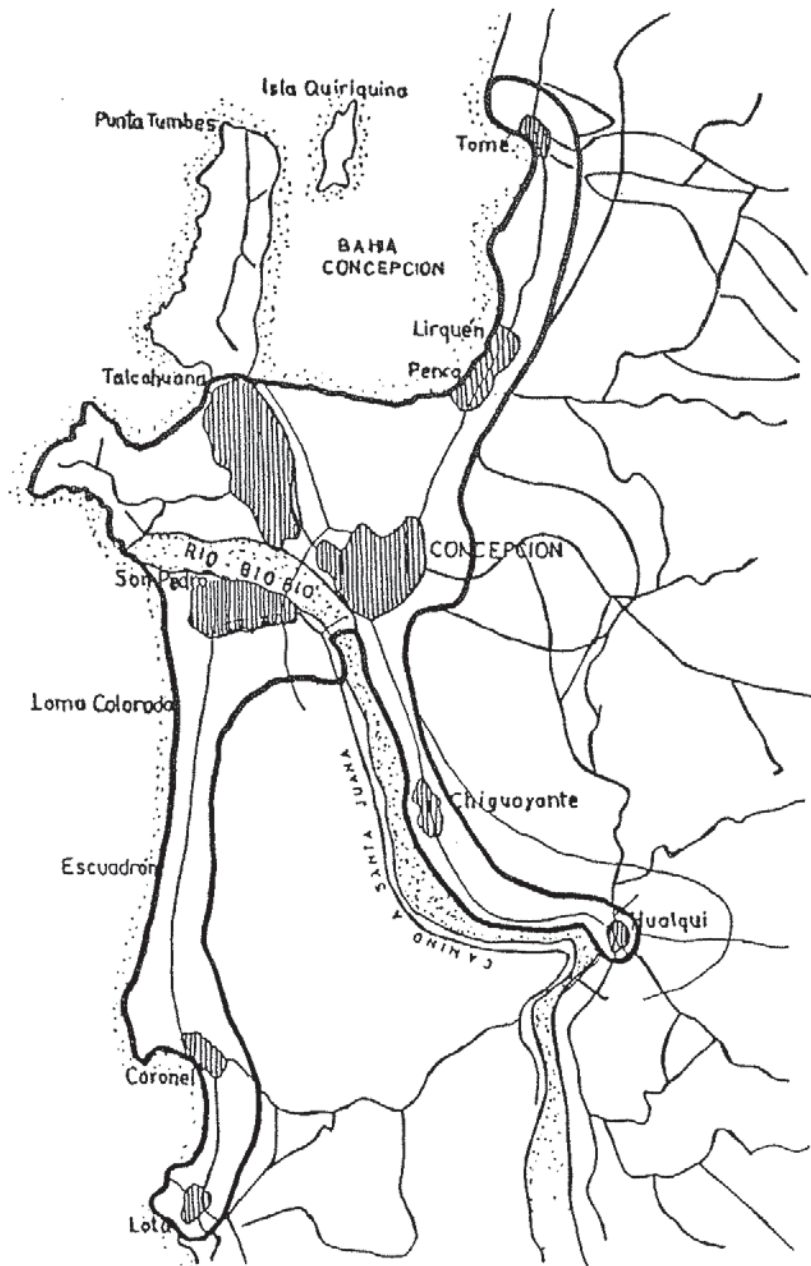


FIGURA 1 Límites del Area de Estudio