

Caracterización articulatoria de las fricativas sibilantes alveolares del euskera: Primera parte

Alexander Iribar Ibabe¹, Rosa Miren Pagola Petrirena¹, Itziar Túrrez Aguirrezabal¹

¹Universidad de Deusto
alex.iribar@deusto.es, ORCID: 0000-0002-0382-510X
rpagola@deusto.es, ORCID: 0000-0002-2274-1745
itziar.turrez@deusto.es, ORCID: 0000-0003-0300-2012

Enviado: 10/02/21; **Aceptado:** 15/03/21; **Publicado en línea:** 03/11/21

Cómo citar este artículo / Citation: Alexander Iribar Ibabe, Rosa Miren Pagola Petrirena e Itziar Túrrez Aguirrezabal (2020). Caracterización articulatoria de las fricativas sibilantes alveolares del euskera: Primera parte. *Loquens* 7(2), e073, <https://doi.org/10.3989/loquens.2020.e073>.

RESUMEN: Se presenta un análisis articulatorio de las dos fricativas sibilantes alveolares del euskera (<z> y <s>), realizado a partir de quince colecciones de imágenes de resonancia magnética en 2D y 3D. Mediante la aplicación de un conjunto de parámetros fonéticos, cualitativos y cuantitativos, se identifican dos modelos articulatorios para <z> y tres para <s>, y se examinan los procedimientos utilizados para su distinción. Los modelos principales son: dentoalveolar dorsal para <z> y apicoalveolar para <s>. Debido a su extensión, el trabajo se presenta en dos partes independientes.

Palabras clave: euskera, sibilantes, articulación, MRI.

ABSTRACT: *Articulatory characterization of the alveolar sibilant fricatives of Basque: Part one.* – An articulatory analysis of the two alveolar sibilant fricatives of Basque (<z> and <s>) is presented, based on fifteen collections of 2D and 3D magnetic resonance images. By applying a set of phonetic, qualitative and quantitative parameters, two articulatory models for <z> and three for <s> are identified, and the procedures used to distinguish between them are examined. The main models are: dorsal denti-alveolar for <z> and apico-alveolar for <s>. Due to its length, the work is presented in two separate parts.

Key Words: Basque, sibilants, articulation, MRI.

1. PRESENTACIÓN

El objetivo del presente trabajo es lograr una descripción articulatoria lo más completa posible de la pareja de sibilantes fricativas alveolares del euskera, a partir del análisis de quince colecciones de imágenes de resonancia magnética (MRI), pertenecientes a once informantes diferentes. Para ello, se pretende identificar los modelos de producción de cada elemento, así como los índices de diferenciación utilizados por los distintos informantes.

De manera secundaria, el trabajo pretende también validar la colección de parámetros articulatorios propuesta, así como evaluar el grado de acierto de las descripciones articulatorias realizadas hasta el momento.

La primera parte contiene los tres primeros apartados de la investigación. En este apartado introductorio, además de la exposición de los objetivos, se presenta la

información más relevante sobre estos elementos lingüísticos del euskera y se explica la metodología utilizada.

El segundo apartado contiene el análisis de las imágenes en 2D. Se analizan primero los dos elementos por separado, y a continuación se comparan y se estudian los procedimientos de distinción.

El tercer apartado contiene el análisis 3D, basado en las reconstrucciones tridimensionales realizadas a partir de las imágenes de MRI. Tras unas primeras observaciones generales sobre las diferencias entre las dos perspectivas, se analizan primero los parámetros cualitativos, con los que se realiza una caracterización general de los dos elementos, y seguidamente los parámetros cuantitativos, con especial atención a los procedimientos de distinción fonemática.

Dos anexos finales muestran ejemplos representativos de las imágenes utilizadas y diversas tablas de datos.

Tabla 1: Esquema de las sibilantes del euskera.

	Alveolares dorsales	Alveolares apicales	Prepalatales
Fricativas	/s/(o /s̺/), grafía <z>	/s̺/, grafía <s>	/ʃ/, grafía <x>
Africadas	/ts/(o /t̺s/), grafía <tz>	/t̺s̺/, grafía <ts>	/tʃ/, grafía <tx>

El segundo artículo, que se publicará en un volumen posterior, contiene los tres siguientes apartados. El cuarto compara la información de los dos capítulos anteriores. El quinto contiene la discusión de los resultados, ordenada en diferentes subapartados. El sexto recoge las principales conclusiones del trabajo.

Cada artículo contiene sus propias referencias.

1.1 Las sibilantes del euskera

En términos generales, se afirma que el euskera posee un subsistema de seis consonantes sibilantes, compuesto por tres pares de fricativas y africadas, definidas habitualmente de la manera que se muestra en la Tabla 1.

Este sistema experimenta un proceso de simplificación, al menos desde el siglo XVI, con diferentes resultados según las distintas zonas dialectales (Michelena, 1960; Pagola, 1992; Hualde, 2009, entre otros muchos). A lo largo de los años, tanto la definición fonológica como –sobre todo– la descripción fonética de estos elementos ha sido discutida.

En cuanto a las dos fricativas alveolares, la escrita como <z>¹ se ha definido tradicionalmente como dorsal (Michelena, 1960) o predorsal (Txillardegí, 1980). Con una terminología más acorde con la IPA, Hualde y Ortiz de Urbina (2003) adoptan el término laminal ([s̺])², que ha sido mayormente aceptado (Gandarias, Plaza y Gaminde 2014; Iglesias et al., 2016; Muxika-Loitzate, 2017; Beristain, 2018; Egurtzegi y Carignan, 2020). Por su parte, Yarnoz (2002) y Jurado (2011) lo transcriben como [s̺], enfatizando así el carácter dental (es decir, dentoalveolar) que se le ha solido atribuir a la articulación.

El elemento escrito como <s> se ha descrito habitualmente como apicoalveolar ([s̺] o [s̺], según las épocas). Sin embargo, algunas descripciones más modernas, como la postalveolar plana [s̺] de Yarnoz (2002) o la postalveolar retrofleja [s̺] de Jurado (2011), ponen de manifiesto una doble cuestión sobre este elemento, que se examinará seguidamente.

En primer lugar, varios autores han afirmado que la <s> del euskera posee una articulación más trasera que la española (Uhlenbeck 1910; Navarro Tomás 1923; Alonso 1923)³. Algunos incluso la han descrito como palatal (Larrasquet 1932; Lafon 1958). Otros, por el contrario, la han descrito como propiamente alveolar (Urrutia et al. 1988, 1989, 1991; Gandarias, Plaza y Gaminde 2014; Iribar y Túñez 2015), aunque sin desdeñar una cierta tendencia al atrasamiento articulatorio.⁴

En segundo lugar, según varios autores (Larrasquet 1928, 1932; Lafon 1958; Trask 1978; Txillardegí 1980), el atrasamiento articulatorio de <s> es inseparable de su carácter retroflejo, al menos en los dialectos orientales.⁵ Sin embargo, el autor que tal vez más ha insistido en la existencia de fonemas retroflejos en euskera, MacMurrough (1981), no coincide con los anteriores, puesto que no menciona la <s> entre su lista de fonemas retroflejos (que incluye a /n, l, r/ y, en algunos dialectos, también a /t̺s̺/).

Ya en este siglo, Yarnoz (2002) describe la <s> como una postalveolar plana, con una retroflexión leve, no apical sino laminal; para su transcripción, prefiere el símbolo [s̺], utilizado por Ladefoged y Maddieson (1996). Jurado (2011), siguiendo a la anterior, entiende que la <s> es apical postalveolar, ligeramente retrofleja pero con el dorso de la lengua convexo, y utiliza directamente el símbolo [s̺].

En definitiva, la definición de la <s> está lejos de estar clara. No puede definirse como postalveolar, aunque tampoco puede negarse la existencia de una tendencia, muy insuficientemente descrita, hacia una articulación más atrasada; del mismo modo, no puede definirse como retrofleja, aunque pueda que tenga (o haya tenido, especialmente) algo de retroflexión en algunas zonas.⁶

¹ Para facilitar la lectura del trabajo, se utilizarán habitualmente las grafías de los dos elementos analizados (<z> y <s>). La escrita con <x>, que no será analizada en este trabajo, se ha descrito siempre como palatal o prepalatal (post-alveolar); de ahí que su transcripción oscile entre [ç] (Yarnoz, 2002; Jurado, 2011) –o [ʃ] en publicaciones anteriores (Urrutia et al., 1988)– y [j] (Michelena, 1960; Txillardegí, 1980; Elejabeitia, Iribar y Pagola, 1998; Hualde y Ortiz de Urbina, 2003).

² Hasta ese momento, lo habitual había sido subespecificar solamente uno de los elementos de la pareja: el apical <s>.

³ Alonso (1923) explica que la razón de la retracción es doble: la forma de la lengua (más achatada y roma) y la protrusión labial.

⁴ Así, Urrutia et al. (1988, 1989, 1991) registran una variante que denominan apicoalveolar palatalizada (transcrita [s̺]), de aparición minoritaria en todos los dialectos (desde el 4'4 % del vizcaíno hasta el 13 % del labortano). Por su parte, Iribar y Túñez (2015) sugieren la existencia de dos modelos de apicoalveolar –también en las eses castellanas de hablantes bilingües–, que denominan alto y bajo.

⁵ Para Txillardegí (1980), la pérdida de la retroflexión de <s> es un cambio en marcha, al menos desde la década de 1970: a pesar de definirla de un modo general como apicoalveolar, señala que *old people, especially in the East of the country, pronounce <s> as a retroflex [s̺]* (Txillardegí 1982: 19).

⁶ De hecho, en Elejabeitia, Iribar y Pagola (2008) ya se aludía a la posibilidad de un cierto grado de retroflexión para algunos casos de <s>.

1.2 Metodología

El trabajo analiza las imágenes de tres colecciones de MRI, reunidas en otros tantos proyectos de investigación desarrollados en el Laboratorio de Fonética de la Universidad de Deusto en los últimos años:⁷

1. Corpus DAREMOSE: imágenes mediosagitales (2D) de la articulación de 4 informantes. La captura consistía en la repetición en un tempo lento de las sílabas <za> y <sa>. Cada captura consta de 100 imágenes a lo largo de 17 segundos, de las que aproximadamente una cuarta parte –dependiendo de los casos– corresponde a un momento estable de la articulación de la sibilante en cuestión.
2. Corpus DAELPACE: imágenes mediosagitales (2D) de la articulación de 7 informantes. La captura consistía en la emisión aislada y sostenida (durante 48 segundos) de los elementos <z> y <s>, tras la repetición inicial de una sílaba con la vocal abierta (por ejemplo, <sasasassss...>) para asegurar la adecuada producción consonántica. Cada captura consta de 24 imágenes, algunas de las cuales –dependiendo de los casos– deben desecharse, porque corresponden a movimientos involuntarios (deglución, respiración, etc.) que alteran momentáneamente la posición.
3. Corpus CASE-3D: reconstrucciones tridimensionales, a partir de imágenes de MRI 3D, de la lengua y las cavidades de la articulación de 4 informantes. La producción fue similar a la del corpus anterior. A partir de los cortes sagitales (56), coronales (256) y axiales (256), y mediante un proceso de segmentación manual realizado con el software ITK-Snap (Yushkevich et al. 2006), se consiguió la reconstrucción de las estructuras anatómicas implicadas en la articulación (la lengua y las cavidades, en este caso).

Los informantes son todos bilingües euskara-castellano, con euskera como L1, y de diferente origen geográfico, aunque con ello no se pretende obtener ninguna representatividad dialectal, sino una muestra lo más amplia posible. Todos ellos fueron en su momento analizados acústicamente para comprobar su idoneidad (en este caso, la distinción de las sibilantes) y debidamente entrenados para la realización de la sesión de grabación. Los informantes analizados son 11 en total, ya que 4

Tabla 2: Informantes analizados (G: Gipuzkoa; B: Bizkaia; N: Nafarroa; H: hombre; M: mujer).

INF	Corpus	Origen	Sexo	Edad
01	DAREMOSE	G – Oiartzun	H	40
02		G – Zestoa	H	38
03		N – Leitza	M	18
04	DAELPACE	G – Donostia	M	25
05		G – Mutriku	H	18
06		G – Azpeitia	H	48
07		G – Hondarribia	H	23
08		N – Leitza	M	23
09		G – Donostia	M	30
10		B – Gernika	M	20
11	N – Bera	M	22	
12	CASE-3D	G – Azpeitia	H	54
13		B – Igorre	M	23
14		B – Gernika	M	23
15		G – Donostia	M	34

de ellos fueron grabados en dos colecciones diferentes. Concretamente, son la misma persona los informantes 03-08, 04-09, 06-12 y 10-14. Los datos completos aparecen en la Tabla 2.

El material lingüístico obtenido fue analizado mediante una colección de parámetros previamente establecida, de modo similar a lo efectuado en Iribar, Pagola y Túrriz (2019). Los parámetros propuestos, que no son exactamente los mismos para las imágenes de 2D y 3D, aparecen en la Tabla 3. Son de dos tipos: cualitativos y cuantitativos.

En cuanto a los parámetros de constricción, en el articulador pasivo se distinguen dos zonas: dentoalveolar y alveolar.⁸ En el articulador activo, se distinguen el ápice lingual, el dorso⁹ y una tercera posibilidad intermedia, que incluye algo de las dos, y que denominamos ápice-lámina. Las posibles constricciones secundarias se prevén –cuando se produzcan– en las zonas uvular o faríngea, aunque pueden darse otras posibilidades. Por otra parte, en las imágenes 2D se mide la longitud de la constricción; en las reconstrucciones 3D, se puede precisar el ancho, el largo y el volumen de la constricción.

Los parámetros de lengua son casi todos descriptivos. Se examina si la lengua entra o no en contacto con los incisivos inferiores; si el ápice está destacado o redondeado; si el dorso y el cuerpo están rectos o

⁷ Las imágenes representativas de las tres colecciones se muestran en el Anexo 1. Los proyectos son los siguientes: DAREMOSE (*Descripción articulatoria experimental y modelizada de los sonidos del euskera*, referencia PI2004-1), DAELPACE (*Descripción articulatoria experimental de la lengua: parámetros articulatorios del castellano y el euskera mediante MRI*, referencia FFI2009-10706) y CASE-3D (*Caracterización articulatoria de la producción de los sonidos de la lengua a partir de la modelización 3D del tracto vocal*, referencia PPI2013-34). Las imágenes del primer proyecto fueron grabadas en el Hospital de Galdakao (*Osakidetza*); las de los otros dos, en el Hospital Quirón Bizkaia.

⁸ Esta distinción no resulta sencilla, puesto que, como es sabido, los dientes no se ven en las imágenes de MRI, de modo que hay que intuir su posición y el posible contacto lingual.

⁹ Se utiliza ‘dorso’, de modo general, por oposición al ápice; más precisamente, corresponde a la zona lingual que Navarro Tomás (1918) denominaba ‘predorso’, equivalente a la sección de la lengua que Ladefoged (1975: 4), Catford (1988: 81) o Laver (1994: 120) denominan ‘lámina’ (*blade*).

Tabla 3: Colección de los parámetros articulatorios analizados.

Parámetros cualitativos (descriptivos)			Parámetros cuantitativos		
	2D	3D	2D	3D	
De constricción	Articulador pasivo		Longitud	Largo	
	Articulador activo				
	Constricción secundaria				
De lengua	Contacto incisivos inferiores		Volumen	Ancho	
	Ápice: forma				
	Dorso: forma				
	Cuerpo: forma				
					Depresión central
	Plano				
	PMADAL				
	Raíz: posición				
					Acanalamiento
		Volumen ápice	Volumen ápice-dorso		
De labios	Distancia interlabial		Distancia interlabial		
	Protrusión		Protrusión		
De cavidades	Externa (sublingual)		Externa	Externa	
	Bucal		Bucal	Bucal	
	Faríngea		Faríngea	Faríngea	

curvados, y, en ese caso, cómo en esa curva (y en 3D, si existe una depresión central); si el plano lingual es recto, descendente o ascendente; dónde se sitúa el punto más alto del arco lingual (PMADAL); si la raíz está recta o atrasada, y (sólo en 3D) si tiene o no forma acanalada. Además, en las reconstrucciones 3D se medirá el volumen de la porción final de la lengua, calculada desde el inicio (ápice-dorso) y desde el final (ápice) del canal articulatorio.

El resto de los parámetros aparecen repetidos como cualitativos y cuantitativos. Se trata de parámetros claramente cuantitativos, ya sean lineales (distancias en milímetros), de superficie (área del plano de una cavidad, en mm^2) o volumétricos (volumen de una cavidad, en mm^3); sin embargo, a partir de sus valores reales, se efectúa una clasificación de tipo descriptivo en 3 grados (pequeño, mediano, grande), con el objetivo de facilitar su manejo conjunto con el resto de los parámetros.

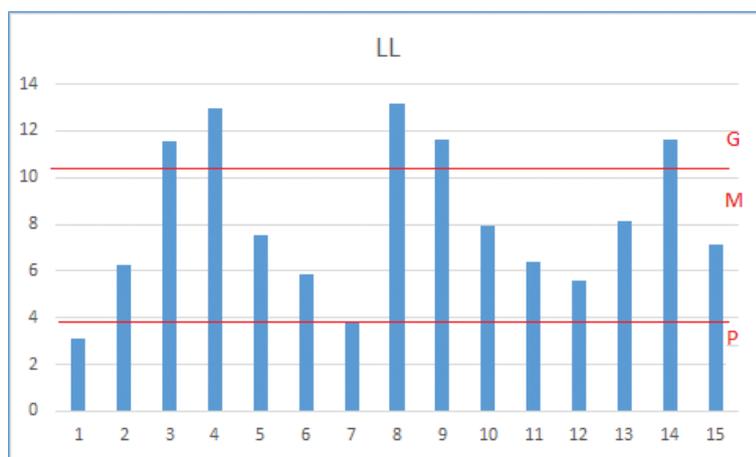
Esta conversión pretende marcar como ‘pequeño’ o ‘grande’ únicamente aquellos valores destacados, manteniendo así ‘mediano’ como el elemento no marcado de la gradación. En todos los casos, la conversión en

discreta de la variable continua se realiza a partir de los datos numéricos, como puede observarse en la Figura 1 con los valores de la distancia interlabial.

Las mediciones de los parámetros en 2D se realizaron con el programa DicomPas (García Arroyo et al., 2013); para las medidas en 3D se utilizó el ya mencionado ITK-Snap. Los parámetros cualitativos también se definieron con ayuda instrumental, puesto que ambos programas permiten ajustar la imagen (niveles de zoom, de luz, de contraste), trazar puntos y líneas de referencia, etc. A pesar de este apoyo instrumental, es preciso reconocer la dificultad que entraña la asignación de valores: algunas diferencias son sutiles, es difícil mantener el mismo criterio con todos los informantes, la articulación no es completamente estable en el tiempo, etc.

Comenzaremos analizando las imágenes en 2D de las tres colecciones. En el caso de CASE-3D, se analizará exclusivamente el corte mediosagital de cada producción. Se examinará separadamente <z> y <s>. En ambos casos, se realizará primero una descripción de la articulación y se procurará seguidamente establecer su modelo o modelos de producción.

Figura 1: Valores de la variable LL (distancia interlabial) de los 15 informantes, clasificados en tres grados (grande, mediano y pequeño).



1.3 Caracterización 2D de <z>

La característica más evidente de las imágenes es su variedad.¹⁰ Los parámetros relativos a la constricción, sin embargo, no son los que más varían. Todas las articulaciones parecen ser dentoalveolares, más o menos adelantadas; de hecho, su dentalidad podría ser dudosa en algunos casos (INF 5, por ejemplo). La mayoría de las articulaciones son dorsales, pero hay cuatro ápico-laminares; incluso una de ellas (INF 5) parece más bien exclusivamente apical, sin participación de la lámina. Se producen frecuentes constricciones secundarias, bien en la zona uvular (por el postdorso elevado de la lengua), bien en la faringe (por la raíz lingual retraída).

La lengua adopta formas y posiciones muy variadas. De hecho, la distribución de muchos parámetros es prácticamente simétrica. Así, la lengua puede estar en contacto con los incisivos inferiores (8 casos) o no (7 casos), el ápice puede estar destacado (8) o redondeado (7); el dorso puede estar recto (7) o curvado (8); el cuerpo lingual puede ser recto (5), convexo (5) o cóncavo-convexo (5); el plano general de la lengua puede ser recto (5), ascendente (6) o descendente (4). Otros parámetros linguales resultan algo más claros: el PMADAL se sitúa normalmente en la zona velar o en la frontera velo-palatina (8 y 4 casos, respectivamente), y la raíz suele adoptar frecuentemente una posición recta (9 casos).

Los parámetros acerca de los tamaños (pequeños, medianos o grandes) proporcionan valores relativos dentro de cada variable, y tendrán más relevancia a la hora de tratar de establecer los modelos articulatorios.

Para tratar de encontrar alguna regularidad de <z> – es decir, algún modelo articulatorio – en estos parámetros tan dispares, hay que agrupar las especificaciones

coincidentes.¹¹ El articulador activo define dos grandes modelos articulatorios de <z>, pero ningún otro parámetro refrenda por completo esta división, aunque tampoco la contradice por completo. Las relaciones entre los parámetros son complejas. Por ejemplo, los INF 1-2 y 11-15 se comportan igual en los parámetros de ápice, dorso, cuerpo, plano, PMADAL y raíz, pero de manera inversa en el contacto con los incisivos inferiores y la relación de tamaños de las dos cavidades orales. También debe destacarse que tres de los cuatro informantes que repiten grabación realizan el mismo modelo articulatorio (el modelo 1 los INF 3-8 y 6-12, y el modelo 2 los INF 4-9), pero no así el cuarto (INF 10-14), que realiza el modelo 1 en el corpus DAELPACE y el modelo 2 en el corpus CASE-3D. De las tres primeras parejas, que realizan el mismo modelo básico de articulación, sólo una (INF 4-9) coincide en ambos casos en todos los parámetros.

Para entender mejor su variación interna, estos dos modelos pueden caracterizarse de acuerdo a la Tabla 4.

El primer modelo, más amplio y con mayor variedad interna, es el de una sibilante dentoalveolar dorsal, con una constricción mediana-grande y diferentes posibilidades de constricción secundaria (más habitualmente faríngea); la lengua, que suele estar en contacto con los incisivos inferiores, tiene el ápice algo más frecuentemente redondeado que destacado, con el dorso algo más curvado que recto, el cuerpo recto o convexo (aunque a veces también con una doble curvatura cóncavo-convexo), en un plano ascendente o descendente, y una raíz que puede o no estar atrasada; el PMADAL se sitúa o en el velo o en el paladar; ni la abertura labial ni el tamaño de las cavidades parece ser especialmente relevante, puesto que en la mayoría de los casos es de tamaño medio; la cavidad bucal suele ser mayor que la faríngea, pero no siempre.

¹⁰ En la Tabla 1 del Anexo 2 se muestra el detalle de los valores obtenidos por todos los parámetros analizados de los 15 informantes.

¹¹ En la Tabla 2 del Anexo 2 se muestran los parámetros, agrupados en dos modelos generales.

Tabla 4: Parámetros de los dos modelos articulatorios de <z>. Códigos utilizados: Articulador pasivo (Art. pas.): dentoalveolar (DA). Articulador activo (Art. act.): dorsal (D), ápico-laminal (AL). Longitud de la constricción (Long.): pequeña (P), mediana (M), grande (G). Constricción secundaria (C. sec.): uvular (U), faríngea (F). Contacto con los incisivos inferiores (C. i. i.): sí (S), no (N). Ápice: redondeado (R), destacado (D). Dorso: recto (R), curvado (C). Cuerpo: recto (R), convexo (CX), cóncavo-convexo (CCX). Plano: recto (R), ascendente (A), descendente (D). Punto más alto el arco lingual (PMADAL): paladar (P), velo (V), frontera velo-palatina (VP). Raíz: recta (R), atrasada (A). Cavidades externas (CE), bucal (CB) y faríngea (CF): pequeña (P), mediana (M), grande (G). Relación entre las cavidades orales (CB>CF): cavidad bucal mayor (S), cavidad bucal menor (N). Los paréntesis y el guion indican alternancia; las minúsculas, variantes minoritarias; el ángulo (>), una ligera preminencia.

		Modelo 1	Modelo 2
Constricción	Art. pas.	DA	DA
	Art. act.	D	AL
	Long.	(G-M)p	M(p-g)
	C. sec.	F(u-Ø)	U-F
Lengua	C.i.i.	S>N	N
	Ápice	R>D	D
	Dorso	C>R	R
	Cuerpo	(R-CX)>CCX	CCX-R
	Plano	A-D	R
	PMADAL	(V-P)vp	V-VP
	Raíz	A-R	R
Labios	LL	M(p-g)	M-G
Cavidades	CE	M(p-g)	M(p-g)
	CB	M(p-g)	M(p-g)
	CF	M(p-g)	Mg
	CB>CF	Ns	S

Tabla 5: Valores de longitud de la constricción (Long.) y la distancia interlabial (LL), en mm, y de cavidad externa (CE), bucal (CB) y faríngea (CF), en mm².

	Long.	LL	CE	CB	CF
Modelo 1	9,29	7,51	107,73	553,97	494,11
Modelo 2	6,41	10,01	131,92	816,70	585,08

El segundo modelo, más minoritario y con menor variedad interna, es el de una sibilante dentoalveolar ápico-laminal, con una constricción algo más pequeña y con una constricción secundaria uvular o faríngea; la lengua no está en contacto con los incisivos inferiores; el ápice es destacado, el dorso, recto; el cuerpo, recto o cóncavo-convexo; el plano, recto, la raíz, recta; el PMADAL se sitúa en el velo o en la frontera velo-palatina; la cavidad bucal es siempre mayor que la faríngea.

Las medidas reales de las variables cuantitativas proporcionan una información más precisa, que consolida las diferencias entre los dos modelos. Los datos se muestran en la Tabla 5.

Como puede verse, el modelo 1 (dorsal), tiene una constricción de mayor longitud, menor distancia interlabial, menor cavidad externa y mayor equilibrio entre las dos cavidades orales. Por su parte, el modelo 2 (ápico-laminal) tiene una constricción de menor longitud, mayor apertura interlabial, mayor cavidad

externa y una cavidad bucal claramente mayor que la faríngea.

1.4 Caracterización 2D de <s>

La articulación de <s> resulta también muy variada. Se produce mayormente en la zona alveolar, aunque en algunos casos parece involucrar también la zona dental. El articulador activo es habitualmente el ápice lingual, aunque también se registran casos dorsales. Se producen constricciones secundarias (uvulares o faríngeas), pero en menor medida que en <z>. ¹²

La lengua no entra en contacto con los incisivos inferiores, salvo en un caso (INF 6-12). El ápice está más veces destacado (9) que redondeado (6). El dorso está casi siempre recto (11). El cuerpo puede adoptar una forma recta (7), convexa (3) o cóncavo-convexa (5). El plano general de la lengua puede ser recto (6), ascendente (7) e incluso descendente (2). El PMADAL se encuentra habitualmente en el paladar (5) o en la frontera velo-palatina (6), aunque también se registran casos propiamente velares (3) e incluso uno alveolar (INF 5). La raíz lingual está frecuentemente atrasada (9).

En cuanto a las cavidades, la bucal es habitualmente mayor que la faríngea (11 casos).

¹² La Tabla 3 del Anexo 2 contiene el detalle de los valores obtenidos por todos los parámetros analizados de los 15 informantes.

Tabla 6: Parámetros de los tres modelos articulatorios de <s>. Las abreviaturas utilizadas son las mismas que en la Tabla 4.

		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	
Constricción	Art. pas.	A	A(da)	DA	
	Art. act.	A	D	D	
	Long.	P(mg)	P(mg)	G	
	C. sec.	Øf	Fu	Uf	
Lengua	C.i.i.	N	N(s)	S	
	Ápice	D	D	R	
	Dorso	R	R-C	C	
	Cuerpo	(R-CCX)cx	R(cx-ccx)	R-CX	
	Plano	R>A	A-D	A-R	
	PMADAL	(VP>P)av	P(v-vp)	VP-P	
	Raíz	Ar	Ar	R	
	Labios	LL	G>M>P	M	P-M
	Cavidades	CE	Mp	P-M	P-M
CB		P>G>M	Pmg	P-M	
CF		Mpg	M	M	
CB>CF		Sn	S	S-N	

Tabla 7: Valores de longitud de la constricción (Long.) y la distancia interlabial (LL), en mm, y de cavidad externa (CE), bucal (CB) y faríngea (CF), en mm².

	Long.	LL	CE	CB	CF
Modelo 1	4,69	11,42	204,10	643,04	583,46
Modelo 2	4,73	9,04	135,97	541,84	381,47
Modelo 3	6,28	7,52	138,86	562,06	393,74

Al ordenar todos estos parámetros para encontrar patrones comunes,¹³ obtenemos tres modelos diferentes, porque un informante, que repite en dos colecciones (INF 6-12) realiza una articulación claramente dorso-dentoalveolar (modelo 3). De los 13 casos restantes, 9 realizan una articulación apicoalveolar (modelo 1), y los otros 4 muestran una articulación intermedia, dorsal y también alveolar, aunque tal vez con una cierta proyección hacia la zona dental (modelo 2). Estos dos modelos principales se diferencian también por la forma del ápice, destacado en el primero y redondeado en el segundo. La distribución del resto de los parámetros está sujeta a una gran variabilidad. Para observar mejor los comportamientos generales, ordenamos los tres modelos en la Tabla 6.

El modelo 1 es el más general. Se trata de una articulación alveolar y apical, con una constricción más bien pequeña y habitualmente sin constricciones secundarias (aunque, de existir, se producen en la faríngea). La lengua, que no toca los incisivos inferiores, tiene el ápice destacado y el dorso recto; el cuerpo puede adoptar diferentes formas; el plano es algo más frecuentemente recto

que ascendente; el PMADAL es muy variable; la raíz suele estar atrasada. Los labios están bastante separados, aunque no siempre. La cavidad bucal es habitualmente mayor que la faríngea.

El modelo 2, más reducido, es el de una sibilante dorsal y alveolar, aunque en ocasiones puede que llegue a ser dentoalveolar. La constricción es más bien pequeña. También registra una constricción secundaria, habitualmente faríngea. La lengua, que habitualmente no toca los incisivos inferiores, tiene el ápice destacado; el dorso puede estar recto o curvado; el cuerpo lingual es recto, aunque puede adoptar otras formas diferentes; el plano de la lengua puede ser ascendente o descendente, pero nunca recto. El PMADAL se registra en el paladar o en zonas más atrasadas. La raíz lingual suele estar atrasada. La cavidad bucal siempre es mayor que la faríngea.

El modelo 3 corresponde a un único informante. Se trata de una articulación dorsal y dentoalveolar, con una constricción larga y una constricción secundaria variable. La lengua entra en contacto con los incisivos inferiores. El ápice es redondeado y el dorso, curvado. El cuerpo puede ser recto o convexo; el plano, recto o ascendente. El PMADAL se localiza en el paladar o en la frontera velo-palatina; la raíz lingual es recta.

¹³ Véase la Tabla 4 del Anexo 2.

Tabla 8: Distribución de los informantes y los modelos articulatorios

		<s>		
		S1	S2	S3
<z>	Z1	1,2,3,7,8	11,13,14,15	6,12
	Z2	4,5,9,10		

Como en el caso anterior, los valores reales de las medidas de longitud y área, que se muestran en la Tabla 7, proporcionan más información sobre los tres modelos.

El modelo 1, apicoalveolar, tiene la constricción más corta, la mayor abertura labial, la mayor cavidad externa y el mayor equilibrio en las cavidades orales. El modelo 2, dorsoalveolar, tiene una constricción casi idéntica a la del modelo 1, una abertura labial media, la cavidad externa más pequeña y una relación entre las cavidades orales similar a la del modelo 3. El modelo 3, dorso-dentoalveolar, tiene la constricción más larga y la menor abertura labial; las cavidades son muy similares a las del modelo 2.

1.5 Comparación de los dos elementos y procedimientos de distinción

De la comparación de las especificaciones de los parámetros articulatorios de los diferentes modelos de <z> y <s> analizados en los apartados anteriores, pueden destacarse las siguientes observaciones:

- Las constricciones de <z> son más largas que las de <s>.
- La cavidad externa de <z> es menor que la de <s>. Además, los modelos apicales tienen una cavidad externa mayor que los dorsales.
- En general, <s> tiene una abertura labial mayor que <z>. Además, los modelos apicales tienen mayor abertura labial que los dorsales.
- Algunas características sólo se producen –aunque no siempre– en el primer modelo de <z> (y en el tercero de <s>): la lengua contacta con los incisivos inferiores, el ápice está redondeado, el dorso está curvado.

La relación entre los modelos y los informantes se muestra en la Tabla 8. Quien articula una <z> dorsal puede articular <s> de diferentes maneras; en cambio, quien articula una <z> apical también hacen apical la <s>. Del mismo modo, quien articula una <s> apical puede articular <z> de diferentes maneras; en cambio, quien articula una <s> dorsal también hace dorsal la <z>.

De los once informantes analizados en este trabajo, sólo cuatro (grupo Z1-S1, INF 1, 2, 3-8 y 7) realizan la oposición tradicional de <z> dorsal y <s> apical, mientras que otros cuatro (grupos Z1-S2 y Z1-S3, INF 6-12, 11, 13

y 15) realizan dos dorsales y otros dos (grupo Z2-S1, INF 4-9 y 5) realizan dos apicales.¹⁴

Sea cual sea el modelo articulatorio adoptado, interesa examinar cuáles son los parámetros que funcionan en cada caso para la distinción.¹⁵ La variación, una vez más, es grande. Todos los informantes distinguen siempre sus dos elementos con algún parámetro, y no hay ningún parámetro que no distinga alguna pareja. Pero, a partir de ahí, las combinaciones son variadas.

El peso de los parámetros en la distinción fonemática es diferente. El parámetro más potente es el articulador pasivo, que distingue 13 pares (el 86,6 % de los casos). Le sigue el PMADAL, que distingue 11 pares (73,3 %); esta diferenciación, no obstante, no parece muy relevante, porque se refiere en la mayoría de los casos a distancias muy sutiles, como las que hay entre el velo y la frontera velo-palatina. La longitud de la constricción y la forma adoptada por el cuerpo de la lengua diferencian 9 pares (60 %). La cavidad externa y la constricción secundaria diferencian 7 pares (46,6 %). El resto de los parámetros va distinguiendo cada vez menos pares, hasta la cavidad faríngea, que sólo distingue uno.

Por otra parte, también es obvio que no todos los informantes distinguen sus dos elementos con la misma claridad. Si sumamos los porcentajes de distinción de los parámetros operativos en cada informante, y lo ordenamos según los modelos articulatorios de cada uno de ellos, obtenemos la agrupación que se muestra en la Figura 2.

Parece advertirse cierta gradación según los modelos articulatorios, aunque con claras excepciones (el INF 7 en el grupo Z1-S1 y el INF 11 en el grupo Z1-S2, especialmente).

Hasta ahora, sólo se ha atendido a la información de las variables continuas categorizadas. Sin embargo, como en ocasiones anteriores, los valores reales de estas variables pueden proporcionar una información de mayor calidad. La Figura 3 muestra los valores de dos parámetros: la longitud de la constricción y la abertura o distancia interlabial. La primera variable, que en su versión discreta diferenciaba 9 casos, distingue ahora los dos elementos en 14 casos (todos salvo INF 5). Además, las diferencias son notables, pues oscilan entre el 7 % del INF 13 y el 296 % del INF 15. La distancia interlabial, que de manera discreta sólo distinguía 6 pares, distingue ahora 13 casos

¹⁴ Esta distribución podría ponerse en relación con la procedencia de los informantes, aunque no debería sacarse con ello ninguna conclusión definitiva. Los cuatro informantes del grupo Z1-S1 proceden de municipios guipuzcoanos y navarros de los que se ha dicho que mantienen la distinción tradicional; la <s> no apical podría relacionarse con un proceso en marcha de convergencia en algunos casos (INF 6-12, de Azpeitia), pero más difícilmente en otros (INF 13 y 14, de Igorre y Gernika); de manera análoga, la <z> no dorsal podría explicarse en algunos casos (INF 5 y 10, de Mutriku y Gernika, respectivamente), pero más difícilmente en otros (INF 4-9, de Donostia). El caso más llamativo de variación corresponde a la INF 10-14, que realiza dos dorsales en un corpus y dos apicales en otro; aquí podría ser relevante su procedencia de Gernika, cuya variedad dialectal no distingue desde antiguo las dos sibilantes: la informante las reproduce con aparente regularidad, pero, como se ve, no siempre de la misma manera.

¹⁵ En la Tabla 5 del Anexo 2 se comparan las especificaciones de <z> y <s> en los 15 informantes.

(todos menos INF 3 y INF 11, que presenta unos valores casi idénticos en los dos elementos). Las diferencias son, además, notables: la abertura de <z> supone, de media, el 74,4 % de la de <s>.

En la nómina de parámetros de la Tabla 3, junto con la distancia interlabial, aparecía también la protrusión. Sin embargo, no se ha tratado hasta ahora, porque su interés es relativo, es decir, consiste en examinar si este parámetro sirve para distinguir <z> y <s>. Para ello, se compara, en cada informante y elemento, la distancia (en mm) entre el borde externo de los labios y la pared faríngea a la altura correspondiente; se calcula, para cada labio, el porcentaje que la distancia de <s> supone con respecto a <z> y se considera la media de ambos como el valor de protrusión de <s> con respecto a <z>. Pues bien, este valor oscila entre el 98,52 % (INF 8) y el 108,59 % (INF 6), con una media del 100,77 %. Por tanto, cabe concluir que no hay más protrusión en <s> con respecto a <z>.

El área de la cavidad externa, que distinguía 7 casos en su modo discreto, distingue sin embargo 14 casos (todos menos el INF 5) atendiendo a sus valores reales. Las diferencias, además, son significativas: <z> es entre un 27 % y una 91 % más pequeña que <s> (62,6 % de media). Los datos se muestran en la Figura 4.

Unos sencillos cálculos adicionales sobre estas tres variables, mostrados en la Tabla 9, refuerzan la sugerencia

de la Figura 2 acerca de la gradación en la distinción de los dos sibilantes, puesto que la <z> del primer grupo (<z> dorsal y <s> apical) presenta siempre las mayores diferencias porcentuales entre los dos elementos, a favor en la longitud de constricción y en contra en la distancia interlabial y la cavidad externa.

En cuanto a las áreas de las cavidades orales, no se encuentra ninguna relación clara entre sus tamaños, absolutos y relativos, y los elementos y sus modelos articulatorios. Los tamaños y las proporciones más parecen guardar relación con las particularidades fisiológicas de los informantes. Por ejemplo, los tres casos que destacan por su mayor tamaño de cavidad faríngea son hombres (INF 1, 5 y 7). Los datos se proporcionan en la Tabla 10.

2. CARACTERIZACIÓN 3D

En este apartado se presenta el análisis efectuado a partir de las reconstrucciones tridimensionales de la lengua y las cavidades orales de las dos sibilantes alveolares producidas por los cuatro informantes del corpus CASE-3D (INF 12, 13, 14 y 15). Se tratarán conjuntamente <z> y <s>. El escaso número resta interés al establecimiento de posibles modelos articulatorios, por lo que el énfasis se

Figura 2: Potencia de discriminación de la pareja de sibilantes (a partir de los valores porcentuales de los parámetros) de los 15 informantes, según los modelos articulatorios.

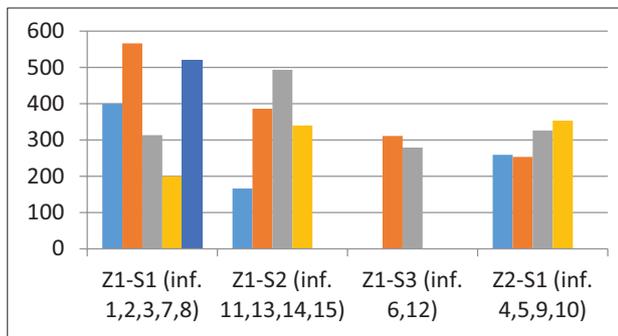


Figura 4: Valores de la variable LL (distancia interlabial) de los 15 informantes, clasificados en tres grados (grande, mediano y pequeño).

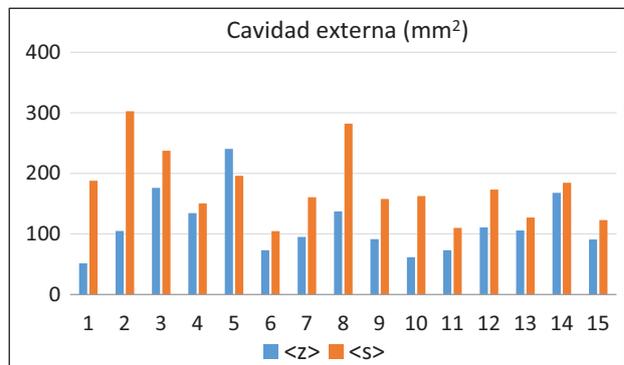


Figura 3: Valores de la variable LL (distancia interlabial) de los 15 informantes, clasificados en tres grados (grande, mediano y pequeño).

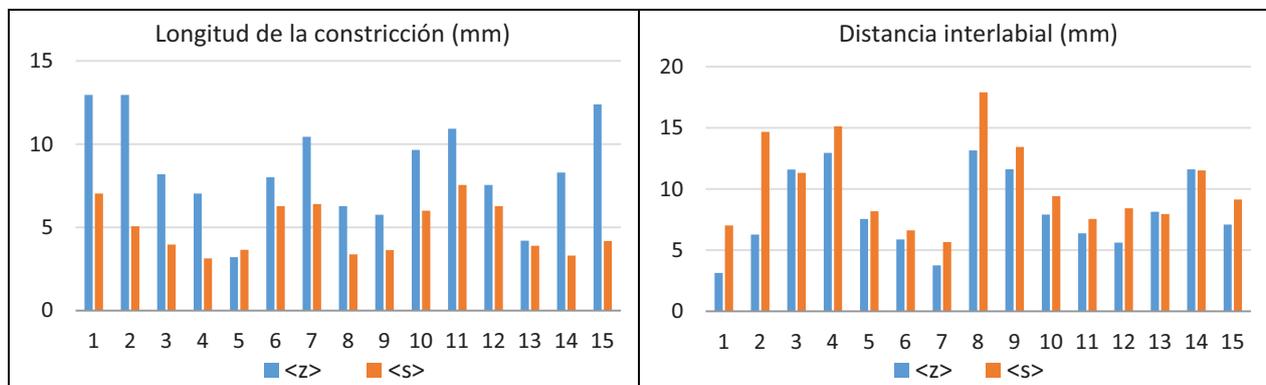


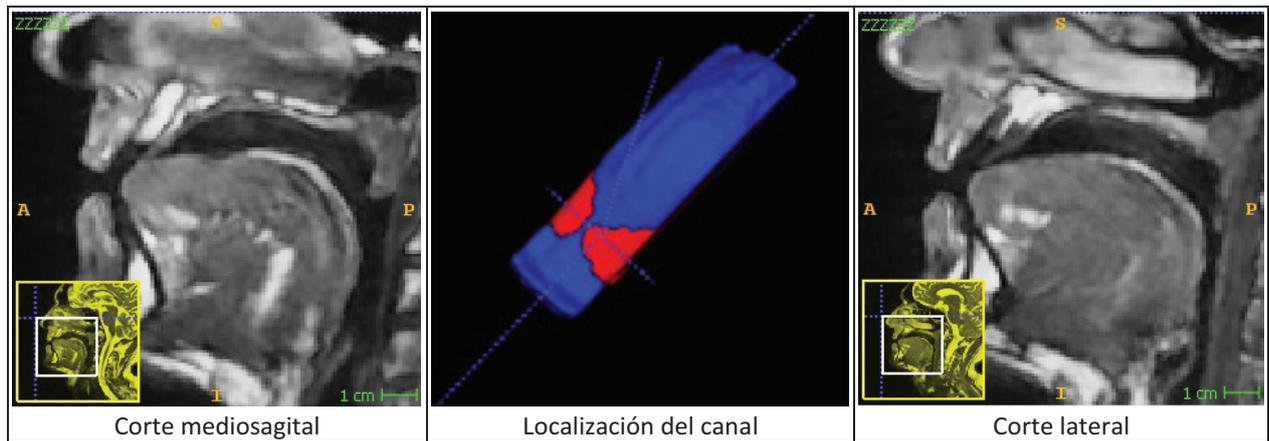
Tabla 9: Porcentaje de los valores de <z> con respecto a los de <s> en los parámetros de longitud de constricción (LC), distancia interlabial (LL) y cavidad externa (CE).

<z> – <s>	MODELO	INF	LC	LL	CE
Dorsal – Apical	Z1-S1	1,2,3-8,7	198,6	65,4	48,4
Dorsal – Dorsal	Z1-S2,S3	6-12,11,13,14,15	174,0	86,1	74,1
Apical – Apical	Z2-S2	4-9,5,10	182,0	86,5	76,2

Tabla 10: Área del plano mediosagital (en mm²) de las cavidades bucal y faríngea, por elemento e informante.

INF		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CB	<z>	561	328	616	844	1008	515	737	277	890	522	610	545	891	430	577
	<s>	403	446	642	840	1064	473	617	457	829	485	436	650	554	457	717
CF	<z>	980	594	373	411	973	475	934	236	481	473	408	326	572	197	334
	<s>	951	606	389	533	778	515	958	126	480	425	304	272	475	392	353

Figura 5: Tres imágenes de la articulación de <z> del INF 12.



pondrá en la descripción de la variación articulatoria y en la capacidad de los parámetros para la distinción de los dos elementos. Pero antes, es necesario exponer algunos fenómenos generales que la perspectiva 3D pone de manifiesto.

2.1 Observaciones generales

Las ocho articulaciones están ligeramente lateralizadas, por lo que el corte central o mediosagital no coincide con el canal articulatorio, sino que éste comienza algunos milímetros hacia un lado u otro. A modo de ejemplo, en la Figura 5 se observa, en el centro, la reconstrucción 3D de la articulación de <z> del INF 12 desde una perspectiva cenital, con la indicación del plano mediosagital (la línea de puntos); en ese corte mediosagital (imagen de la izquierda) se aprecia claramente una oclusión; la abertura propia de la fricación aparece en un corte sagital lateral a 3’86 mm de distancia (imagen de la derecha).

Las reconstrucciones tridimensionales muestran también hasta qué punto es difícil mantener la distinción alveolar / dentoalveolar como dos articuladores pasivos claramente diferentes. La Figura 6 presenta la lengua de las ocho articulaciones desde una perspectiva cenital y, sobre ella, en color verde, el inicio de los alveolos. No se pretende segmentar con precisión la totalidad de los alveolos, sino mostrar la porción de lengua que, en cada caso, excede de sus límites.

El INF 13 muestra una clara diferencia entre los dos elementos. La lengua está más adelantada en la <z>, de modo que su ápice y parte de su dorso quedan por delante del límite alveolar, en contacto, por tanto, con los dientes. La articulación de la <s> es más trasera, de modo que sólo una pequeña porción de su ápice se sitúa tras los alveolos. El INF 15 también presenta esta diferencia, aunque menos acusada, porque su <s> es más adelantada que la del INF 13.

El INF 12 tiene dos articulaciones muy parecidas, con una lengua adelantada de manera similar a la <z> de los

Figura 6: Lengua y alveolos de las ocho articulaciones.

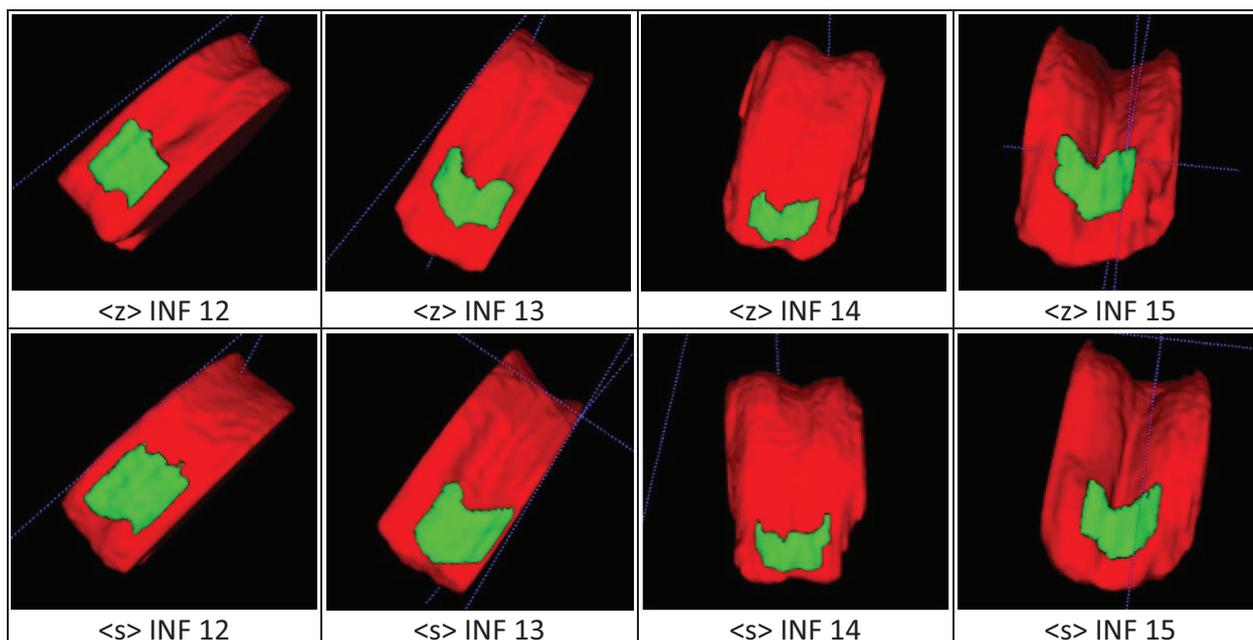
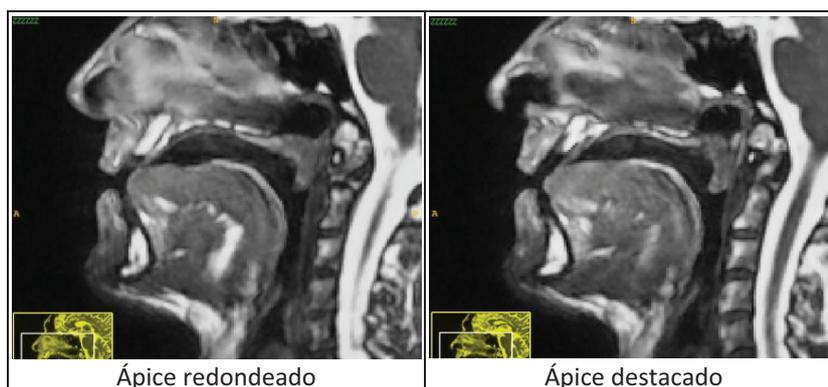


Figura 7: Dos imágenes de la articulación de <z> del INF 12 separadas por 1'97 mm.



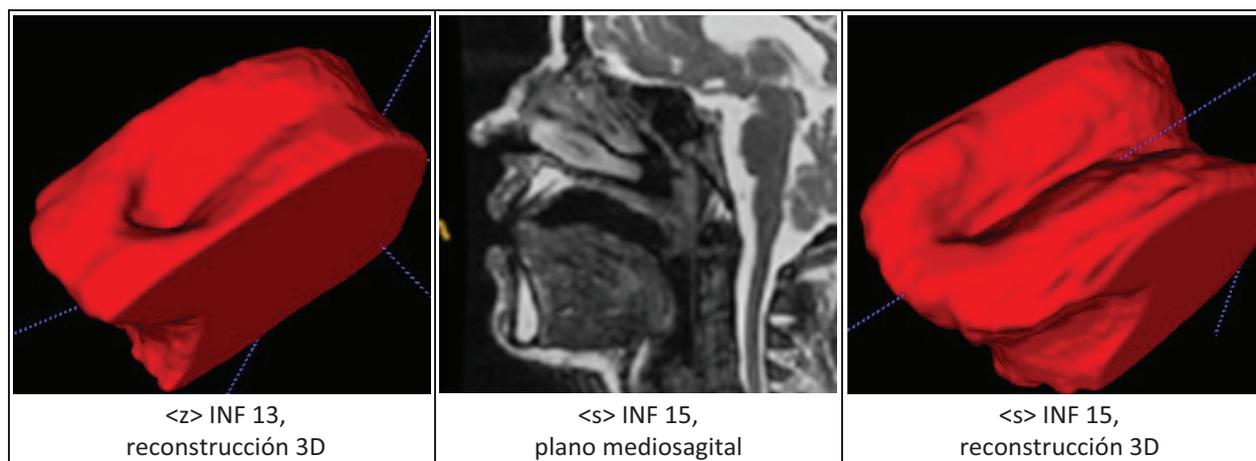
INF 13 y 15 (aunque tal vez la lengua en <s> esté ligeramente más atrasada). El INF 14 parece el caso opuesto al anterior: las dos articulaciones son muy similares, pero ambas presentan un contacto básicamente alveolar.¹⁶

En definitiva, queda claro que no se registran articulaciones puras, ni dentales ni alveolares: en todos los casos se producen contactos en ambas zonas. La diferencia, por tanto, es gradual. En ocasiones, la asignación del parámetro (dentoalveolar / alveolar) es clara, pero en otras resulta, cuando menos, dificultosa.

¹⁶ Sin embargo, la <z> del INF 14 había sido descrita como dentoalveolar en el análisis 2D (apartado 2.1). Efectivamente, existe un contacto dental, que puede apreciarse, en la imagen mediosagital, en la forma recta o aplanada que los incisivos superiores parecen imprimir en el ápice; pero la reconstrucción 3D permite precisar que, aunque exista, dicho contacto es residual. Sobre este asunto se volverá en su momento (apartado 4).

Por otra parte, la punta de la lengua no siempre es homogénea, ni en el eje horizontal ni en el vertical, sino que suele mostrar pequeñas protuberancias e irregularidades. De este modo, el ápice puede parecer más destacado en una zona y más redondeado en otra, o más recto en una zona y más curvado en otra. Esto hace que en ocasiones no sea fácil adjudicar un valor único en los parámetros de forma. A modo de ejemplo, la Figura 7 muestra, a la izquierda, el corte mediosagital de la <z> del INF 12, con el ápice redondeado; la Figura de la derecha corresponde a un corte de 1'97 mm de distancia del anterior, en la que el ápice comienza a destacarse.

En cuanto a la forma de lengua, las reconstrucciones 3D revelan que lo que en el apartado anterior se había descrito como una forma cóncavo-convexa corresponde en realidad a una forma generalmente convexa, pero con una depresión central, que puede limitarse a la zona post-dorsal, como una especie de “hoyuelo”, o bien continuar

Figura 8: Tres imágenes de la forma de la lengua.**Tabla 11:** Parámetros articulatorios cualitativos en 3D. Las abreviaturas utilizadas son las mismas que en la Tabla 4.

		INF 12		INF 13		INF 14		INF 15	
		<z>	<s>	<z>	<s>	<z>	<s>	<z>	<s>
Constricción	Art. pasivo	DA	DA	DA	A	A	A	DA	A(da)
	Art. activo	D	D	D	AL	D	D	D	D
	Constricc. secund.	(f)	(f)	V	F	U	U	U	U
Lengua	Contacto incis. inf.	S	S	S	N	S	N	S	S
	Ápice	R	R	D	R	D	D	D	R
	Dorso	R	C	R	C	R	R	R	R
	Cuerpo: forma	CX	CX	R	R	CX	CX	CX	CX
	Cuerpo: depresión	S	N	S	S	N	N	S	S
	Plano	R	R	A	A	A	A	D	D
	PMADAL	V	VP	V	V	VP	VP	P	A
	Raíz: posición	R	R	R	A	A	A	A	A
	Raíz: acanalamiento	N	N	S	S	S	S	S	S

hasta el acanalamiento de la raíz lingual. En la Figura 8 se observa esta característica forma en el plano mediosagital (en el centro), que corresponde en realidad a una depresión central (que se observa en la reconstrucción 3D de la lengua, a la derecha). Esta depresión central también presenta una cierta gradación, desde la de la <s> del INF 12, que es tan ligera que no se ha señalado, hasta la de la <z> del INF 13 (en la Figura 8, a la izquierda), que resulta marcadísima. Algo similar puede decirse del acanalamiento de la raíz lingual, que, además, en el caso del INF 15 (Figura 8, a la derecha), continúa hasta el dorso.

2.2 Los parámetros cualitativos: caracterización general

La Tabla 11 muestra las especificaciones de los parámetros cualitativos de los ocho elementos.

Las reconstrucciones articulatorias muestran una complejidad que supera en cierto modo la

parametrización efectuada. Se hace conveniente, por tanto, una descripción algo más detallada de esta compleja realidad articulatoria.

Atendiendo a cada uno de los informantes, el INF 12 presenta dos articulaciones muy similares. Su diferenciación parece residir en la disposición general de la lengua, más recta en <z> y más curvada en <s>; el dorso es recto en <z> y curvado (o recto ascendente) en <s>, además de estar situado en una posición algo más elevada. Por esta disposición general, el PMADAL es algo más anterior en <s>.

El INF 13 presenta una articulación peculiar de <z>. El canal articulatorio se forma por una ligera depresión en el dorso lingual, ligeramente lateralizada. Este canal es tan pequeño que sólo se aprecia con claridad en un par de cortes axiales (*slices* 50 y 51), porque en las imágenes sagitales (*slices* 23-25) no llega a apreciarse con claridad que la lengua se separe de los alveolos. Por otra parte, la

Figura 9: Forma del dorso lingual (INF 13).

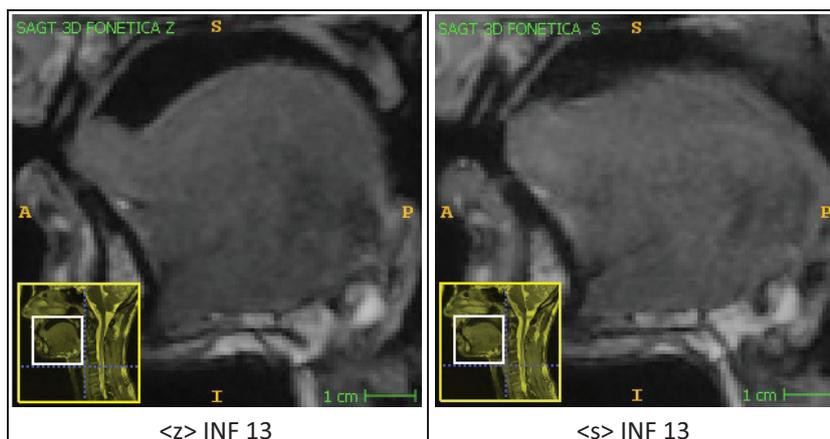
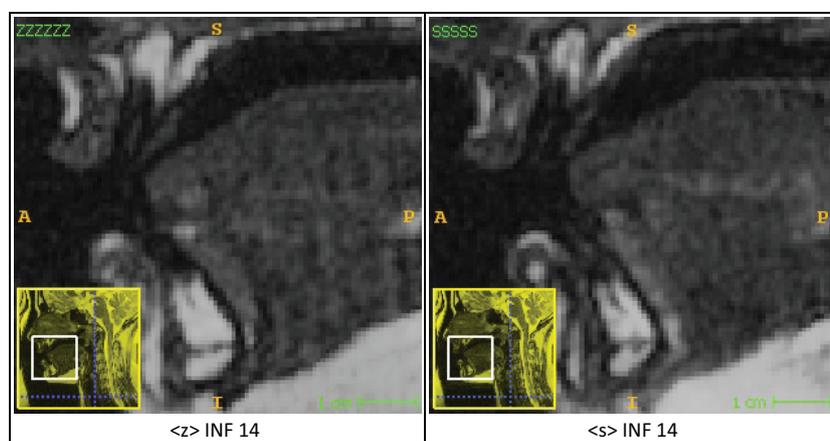


Figura 10: Forma del canal articulatorio (INF 14).



lengua está muy adelantada, y su posición parece interdental, porque el ápice tiene una forma particular característica, definida por el contacto de los dientes superiores y especialmente, de los inferiores. Por tanto, parece que esta <z> tiene una articulación que podría denominarse mixta, con un fondo de interdentalidad más un pequeño canal articulatorio dorsoalveolar. Esto explicaría que el volumen de dicho canal fuera, de hecho, el más pequeño de los ocho analizados, como se verá en el apartado siguiente.¹⁷

En cuanto a la forma de la lengua, aparece en <z> una depresión marcadísima desde la zona postalveolar hasta la palatal, que hace que el dorso quede destacado en una posición alta, que podría entenderse como retroflexión en una imagen sagital. Algo similar sucede con la <s>, pero de manera mucho más atenuada, por lo que el dorso no queda tan destacado. El detalle de ambas articulaciones puede observarse en la Figura 9.

El INF 14 produce dos articulaciones similares. La <z> parece estar ligeramente más adelantada, pero no es ésta la diferencia principal entre los dos elementos, sino el canal articulatorio: en <z> es más largo, mientras que en <s> la lengua se acerca sólo en un punto muy concreto y se separa inmediatamente, como puede comprobarse en la Figura 10. Otra pequeña diferencia entre ambos está en el PMADAL, ligeramente anterior en <z>.

Los dientes parecen claramente marcados en la reconstrucción de <z>, pero apenas dejan rastro en la de <s>. Por eso se ha señalado de diferente manera el contacto con los incisivos inferiores, a pesar de que la posición general de la lengua en esa zona parece similar.

Otra característica relevante del INF 14 es la forma de la lengua, con dos protuberancias laterales (especialmente en el lado izquierdo) en las que el ápice está más destacado, y una zona central más retraída y redondeada, en torno al canal articulatorio. Esta forma se aprecia por igual en las dos articulaciones.

Por último, en las reconstrucciones del INF 15 se aprecia un rastro dejado por los dientes, especialmente en el lado izquierdo de la lengua, y más en <z>. El ápice es irregular en ambos casos: está más destacado hacia el

¹⁷ La particular articulación de la <z> de esta informante podría tal vez relacionarse con su procedencia (Igorre). Eso no explicaría, no obstante, que su <s> también sea dorsal.

Figura 11: Forma del dorso (INF 15).

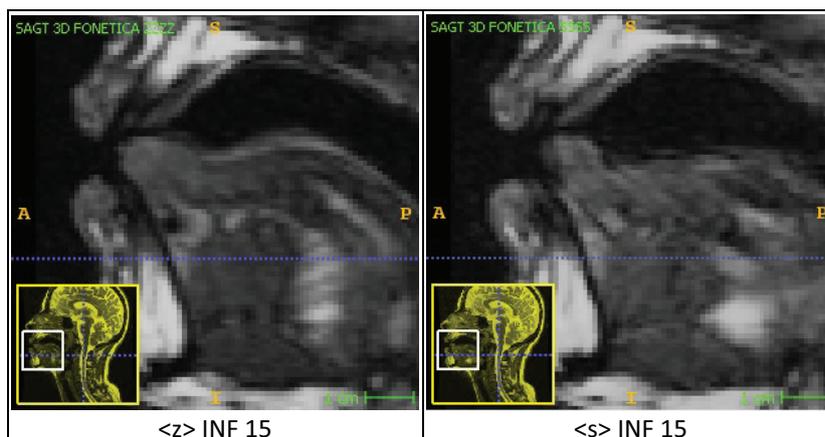


Tabla 12: Parámetros cuantitativos 3D.

		Canal articulatorio			Punta lingual (mm ³)		Cavidades articulatorias (mm ³)		
		Dimensiones (mm)		Volumen (mm ³)	Ápice	Ápice-dorso	CE	CB	CF
		Largo	Ancho						
INF12	<z>	9,88	2,96	51,24	577,2	5.482	2.472	11.780	7.858
	<s>	7,91	4,94	87,01	761,8	5.227	4.209	11.560	7.205
INF13	<z>	8,48	2,54	37,85	36,02	1.680	2.450	6.236	5.995
	<s>	7,63	3,39	43,95	61,04	1.483	3.080	9.905	5.683
INF14	<z>	12,72	4,24	97,06	51,98	3.031	3.855	7.448	6.950
	<s>	9,33	4,24	115,40	96,45	2.532	4.285	8.380	7.362
INF15	<z>	9,33	2,54	43,32	39,19	4.175	3.936	11.020	10.923
	<s>	7,63	4,24	64,98	25,79	3.568	4.798	12.201	7.992

centro, en el canal articulatorio, y se redondea hacia los extremos; pero, de modo general, más porción del ápice está destacado en <z> y redondeado en <s>.

Con todo, la característica más llamativa del INF 15 es el acanalamiento lingual, que se extiende desde la raíz hasta el dorso. Esta depresión central es más marcada en <s>, y llega hasta un punto más anterior de la lengua, de modo que, aunque el contorno general de la lengua sea convexo, en realidad la lengua está cóncava, con un eje mediosagital. En la <z>, el dorso es recto en la zona de constricción, pero se va curvando hacia la derecha y ascendiendo hacia la izquierda, de modo que, en un corte sagital en esa zona, la forma parece casi retrofleja. En la <s>, al comenzar la depresión en un punto anterior, la apariencia retrofleja resulta aún más clara. El detalle se aprecia en la Figura 11.

2.3 Los parámetros cuantitativos: la diferenciación fonemática

En este apartado se presentan los datos correspondientes a los parámetros cuantitativos. El interés de esta información reside fundamentalmente en su capacidad

para diferenciar los dos elementos. Los datos se presentan en la Tabla 12.

Examinamos en primer lugar la constricción articulatoria. Una vez segmentado el canal de salida del aire,¹⁸ podemos medir con precisión su tamaño, de largo y de ancho, así como su volumen total. En todos los casos, la <z> tiene un canal articulatorio más largo, más estrecho, pero de menor volumen total. Por tanto, el canal de <s> es más corto, más ancho y de mayor volumen.

Las variaciones son notables (destaca el INF 14, de mayor tamaño que el resto), más en los volúmenes que en las distancias de largo y ancho.¹⁹ Esto se debe a que el volumen está sujeto a una variable más, que

¹⁸ En Iribar, Pagola y Túrrez (2019) se distinguían, en el canal de las fricativas y de las aproximantes velares (y uvulares), dos zonas, denominadas zona de constricción ancha y estrecha. En este caso, la segmentación realizada se corresponde con la zona denominada estrecha.

¹⁹ El canal de <s> es entre un 11 % y un 27 % más corto que el de <z>, y entre un 0 % y un 41 % más ancho, pero su volumen es entre un 14 % y un 51 % mayor.

Tabla 13: Valores aproximados de altura (en mm) del canal articulatorio.

	<z>	<s>
INF 12	1,75	2,22
INF 13	1,75	1,69
INF 14	1,79	2,91
INF 15	1,82	2,00

no ha podido ser medida: la altura. A modo de aproximación, puede calcularse la altura suponiendo que el canal fuese regular (lo que evidentemente no es), mediante el sencillo procedimiento de dividir los volúmenes entre los productos de las dimensiones. Obtenemos así los valores teóricos de la altura de los canales, que se muestran en la Tabla 13. Salvo la pequeña excepción del INF 13, resulta claro que el canal articulatorio de <s> posee, en general, mayor altura que el de <z>, es decir, la distancia entre los articuladores es algo mayor.

Una vez establecidas las medidas del canal articulatorio, interesa conocer su ubicación con respecto a la lengua. Para ello, segmentamos la porción final de lengua tanto desde el inicio como desde el final del canal. El extremo de la lengua desde el final de la constricción corresponde a la parte final del ápice lingual; la porción calculada desde su inicio abarca también algo del dorso, por lo que la hemos llamado “ápice-dorso”.

Destacan, en primer lugar, los altos valores del INF 12, especialmente en lo referente al ápice. Esto se debe, además de a las inevitables diferencias morfológicas entre los informantes, a la forma más redondeada que adopta la lengua de este informante en la articulación de los dos elementos, y que genera una porción de lengua considerablemente más alta que la del resto. Así, los volúmenes del ápice de <z> y <s> del INF 12 poseen una altura máxima de 16 y 19 vóxeles, respectivamente, mientras que estos valores oscilan entre 5 y 10 vóxeles para los demás informantes.

La porción final de lengua desde el inicio del canal articulatorio (ápice-dorso) es siempre mayor en <z>, puesto que el canal comienza antes y es más largo. Tomado desde el final del canal articulatorio, el ápice lingual de <s> es mayor en INF 13 y 14, porque está más destacado, y menor en INF 12 y 15, cuya forma es más redondeada.

Por último, examinamos las cavidades articulatorias. En primer lugar, la cavidad externa de <s> es siempre mayor que la de <z>.²⁰ De las cavidades orales, la bucal es siempre mayor que la faríngea. Esta diferencia es pequeña en <z> y más acusada en <s>.²¹

²⁰ Esta diferencia varía según los informantes: es pequeña (el 11 %) en el INF 14, aumenta (el 21 % y el 25 %) en los INF 15 y 13, y es muy marcada (el 70 %) en el INF 12.

²¹ Destaca en esto el comportamiento del INF 12: la cavidad faríngea de la <z> de este informante supone el 66 % de la bucal, mientras que esa proporción, en los otros informantes, oscila entre el 93 y el 99 %. Es reseñable el hecho de que el INF 12, con un comportamiento de las cavidades orales –y de otros muchos parámetros– muy similar para <z> y <s>, es sin embargo el que presenta la mayor diferencia de volumen en la cavidad externa.

REFERENCIAS

- Alonso, A. (1923). Consonantes de timbre sibilante en el dialecto vasco-baztanés. *III Congreso de Estudios Vascos*, Donostia, 57–64.
- Beristain, A. (2018). The acoustic realization of /s/ and /ts/ by L1 and L2 Basque speakers. En A. Iglesias et al. (Eds.). *Linguistic Variation in the Basque Language and Education*. Bilbao: Euskal Herriko Unibertsitatea, vol. III, 70–82.
- Catford, J.C. (1988). *A Practical Introduction to Phonetics*. Oxford: Clarendon Press.
- Egurtzegi, A., Carignan, C. (2020). An acoustic description of Mixean Basque. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(1/2), 2791–2802. <http://dx.doi.org/10.1121/10.0000996>
- Elejabeitia, A., Iribar, A., Pagola, R.M. (1998). *Euskararen Hotsak*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Elejabeitia, A., Iribar, A., Pagola, R.M. (2008). Nuevos datos acerca de la articulación de las sibilantes vascas. En A. Pamies, E. Melguizo (Eds.) *New Trends in Experimental Phonetics: Selected Papers from the IVth International Conference on Experimental Phonetics, Language Design Special Issue, 1*, 55–62.
- Gandarias, L., Plaza, J., Gaminde, I. (2014). Lekeitioko txistukariez: frikariak eta afrikatuak. *Euskalingua*, 24, 6–21.
- García Arroyo, J.L., García Zapirain, M.B., Oleagordia, I., Méndez, A. (2013). Marco de trabajo tecnológico para la realización de estudios de caracterización articulatoria sobre imágenes MRI. *Estudios de Fonética Experimental*, XXII, 367–404.
- Hualde, J.I. (2009). Neutralización de sibilantes vascas y seseo en castellano. *Oihenart*, 25, 89–116.
- Hualde, J.I., Ortiz de Urbina, J. (2003). *A Grammar of Basque*. Berlín: Mouton de Gruyter.
- Iglesias, A., Gaminde, I., Gandarias, L., Unamuno, L. (2016). Euskararen txistukariak aztertze indize akustikoez. *Euskalingua*, 28, 6–18.
- Iribar, A., Pagola, R.M., Túrrez, I. (2019). La articulación de las consonantes velares en español. *Estudios de Fonética Experimental*, XXVIII, 125–160.
- Iribar, A., Túrrez, I. (2015). El seseo vasco: caracterización fonética. *Estudios de Fonética Experimental*, XXIV, 205–235.
- Jurado, M. (2011). Caracterización de sibilantes fricativas vascas y su percepción en el sistema fonético español. *ASJU. Anuario del Seminario de Filología Vasca “Julio de Urquijo”*, XLV-1, 81–137.
- Ladefoged, P. (1975). *A Course in Phonetics*. New York: Harcourt Jovanovich College Publishers, 1993³.
- Ladefoged, P., Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Lafon, R. (1958). *Contribution à l'étude phonologique du parler basque de Larrau (Haute-Soule)*. La Laguna: Universidad de la Laguna.
- Larrasquet, J. (1928). *Action dans l'évolution des consonnes étudiée dans le basque souletin*. Paris: Librairie Vrin.
- Larrasquet, J. (1932). Phonétique du basque de Larrajá. *RIEV*, XXIII, 153–191.
- Laver, J. (1994). *Principles of Phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MacMurrough, K. (1981). Euskal fonetika. *Euskalarien nazioarteko jardumaldiak*, 77–81.
- Michelena, K. (1960). *Fonética histórica vasca*. Donostia: Diputación de Gipuzkoa, 1977.
- Muxika-Loitzate, O. (2017). Sibilant Merger in the Variety of Basque Spoken in Amorebieta-Etxano. *Languages*, 2, 25. doi: 10.3390/languages2040025.
- Navarro Tomás, T. (1918). *Manual de pronunciación española*. Madrid: CSIC, 1989²³.
- Navarro Tomás, T. (1923). Observaciones fonéticas sobre el vasco de Guernica. *III Congreso de Estudios Vascos*, Donostia, 49–56.
- Pagola, R.M. (1992). *Euskal fonetika Nafarroan*. Pamplona: Nafarroako Gobernu.
- Trask, R.L. (1978). Basque (Western Low Navarrese dialect). *Journal of the International Phonetic Association*, 8(1/2), 75–79. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025100300001754>

- Txillardegi (1980). *Euskal Fonologia*. Donostia: Ediciones Vascas.
- Txillardegi (1982). Some acoustic data about the three Basque sibilants. *Proceedings of the First International Basque Conference in North America*. Fresno: California State University / Bilbao: La Gran Enciclopedia Vasca, 18–34.
- Uhlenbeck, C.C. (1910). *Contribution à une phonétique comparative des dialectes basques*. París: Honoré Champion.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Túrrez, I., Duque, J.C. (1988). *Fonética vasca I: las sibilantes en el vizcaíno*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Túrrez, I., Duque, J.C. (1989). *Fonética vasca II: las sibilantes en el guipuzcoano*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Urrutia, H., Etxebarria, M., Túrrez, I., Duque, J.C. (1991). *Fonética vasca III: las sibilantes en los dialectos orientales*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Yarnoz, B. (2002). Descripción de las sibilantes mediante el parámetro ‘Tongue Shape’. *Euskalingua*, 1, 25–31.
- Yushkevich, P.A., Piven, J., Hazlett, H.C., Smith, R.G., Ho, S., Gee, J.C., and Gerig, G. (2006). User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage*, 31(3), 1116–1128. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.015

ANEXO 1

Tabla 1: Imágenes representativas de la articulación de <z>.

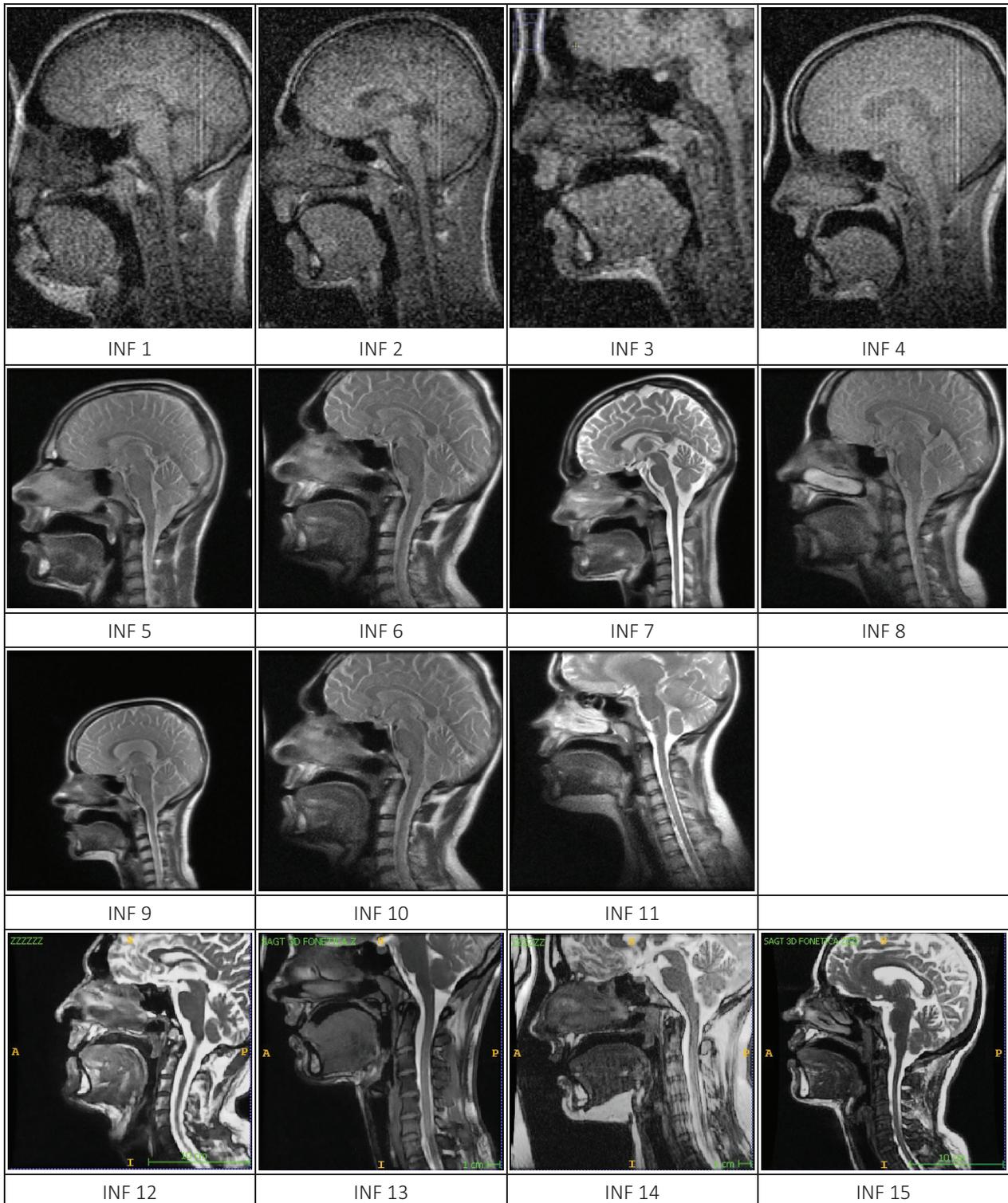


Tabla 2: Imágenes representativas de la articulación de <s>.

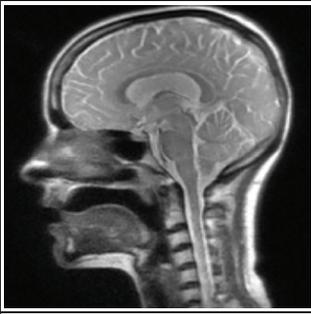
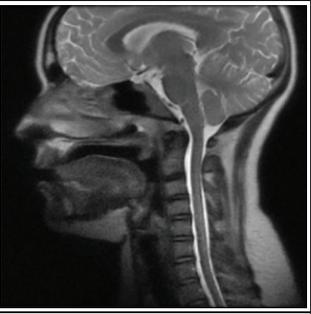
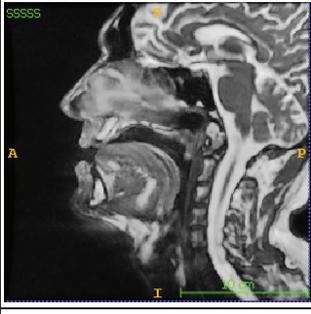
			
INF 1	INF 2	INF 3	INF 4
			
INF 5	INF 6	INF 7	INF 8
			
INF 9	INF 10	INF 11	
			
INF 12	INF 13	INF 14	INF 15

Tabla 3: Imágenes estáticas de la reconstrucción 3D de la articulación de <z>.

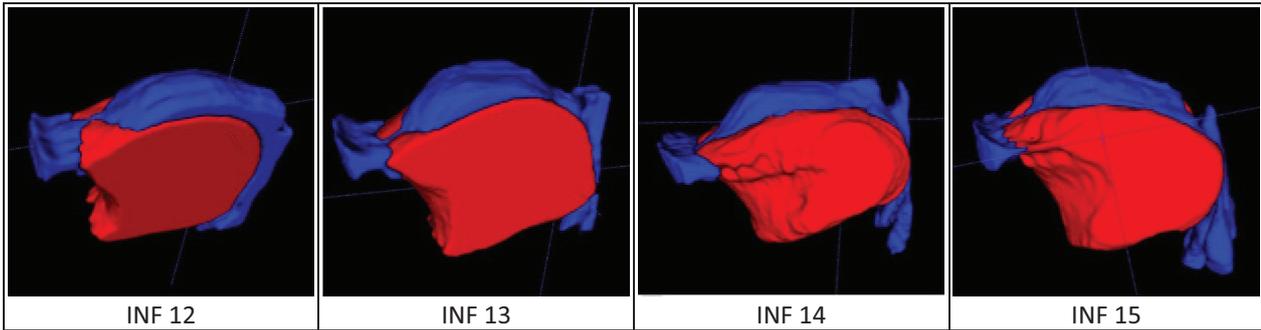
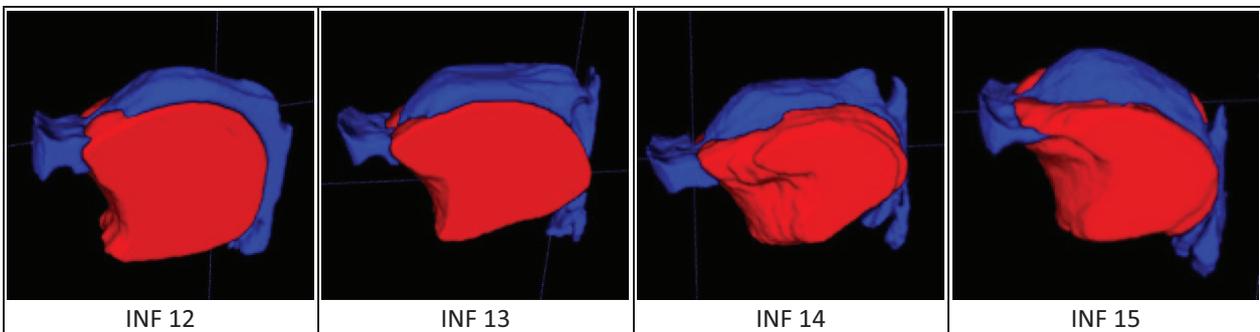


Tabla 4: Imágenes estáticas de la reconstrucción 3D de la articulación de <z>.



ANEXO 2

Tabla 1: Valores de los parámetros 2D de <z> de los 15 informantes (las especificaciones entre paréntesis indican algunos casos dudosos). Códigos utilizados: Articulador pasivo (Art. pas.): dentoalveolar (DA). Articulador activo (Art. act.): dorsal (D), apico-laminar (AL), apical (A). Longitud de la constricción (Long.): pequeña (P), mediana (M), grande (G). Constricción secundaria (Con. sec.): uvular (U), faringea (F). Contacto con los incisivos inferiores (C.i.i.): sí (S), no (N). Ápice: redondeado (R), destacado (D). Dorso: recto (R), curvado (C). Cuerpo: recto (R), convexo (CX), cóncavo-convexo (CCX). Plano: recto (R), ascendente (A), descendente (D). Punto más alto el arco lingual (PMADAL): paladar (P), velo (V), frontera velo-palatina (VP). Raíz: recta (R), atrasada (A). Cavidades externa (CE), bucal (CB) y faringea (CF): pequeña (P), mediana (M), grande (G). Relación entre las cavidades orales (CB>CF): cavidad bucal mayor (S), cavidad bucal menor (N).

<z>	Constricción					Lengua					Labios					Cavidades		
	Art. pas.	Art. act.	Long.	Con. sec.	C.i.i.	Ápice	Dorso	Cuerpo	Plano	PMADAL	Raíz	LL	CE	CB	CF	CB>CF		
Daremore	1	DA	D	G	S	R	C	CX	D	P	R	P	P	P	G	N		
	2	DA	D	G	S	R	C	CX	D	P	R	M	M	M	M	N		
	3	DA	D	M	F	D	R	R	A	V	A	G	(m)G	P	M	S		
	4	DA	AL(a)	M	F	D	R	CCX	R	VP	R	G	M	G	M	S		
Daelpace	5	DA	A(al)	P	U	D	R	R	R	V	R	M	G	G	G	S		
	6	DA	D	M	U	R	C	R	A	V	R	M	P	M	M	S		
	7	DA	D	G	F	R	C	CCX	A	V	A	P	M	M	G	N		
	8	DA	D	M	U	D	C(r)	CX(r)	A	V	A	G	M	P	P	S		
Casi-3D	9	DA	AL	M	F	D	R	CCX	R	VP	R	G	M	G	M	S		
	10	DA	AL	G	U	D	R	R	R	V	R	M	P	M	M	S		
	11	DA	D	G	F	R	C	CX	D	V	R	M	P	M	M	S		
	12	DA	D	M	S	R	C	R	R	VP	A	M	M	M	M	S		
	13	DA	D	P	F	D	R	CCX	A	VP	R	M	M	G	M	S		
	14	DA	D	M	U	D	R	CCX	A	V	A	G	(m)G	M	P	S		
	15	DA	D	G	F	S	R	CX	D	P	A	M	M	M	M	S		

Tabla 3: Valores de los parámetros 2D de <s> de los 15 informantes.

<s>	Constricción					Lengua					Labios					Cavidades		
	Art. pas.	Art. act.	Long.	Con. sec.	C.i.i.	Ápice	Dorso	Cuerpo	Plano	PMADAL	Raíz	LL	CE	CB	CF	CB>CF		
Daremore	1	A(da)	A(al)	G	N	D	R	R	R	P	R	P	M	P	G	N		
	2	A	A	M	N	D	R	R	R	VP	R	G	G	P	M	N		
	3	A	A	P	F	D	R	R	R	VP	A	M	G	M	S			
	4	A	A	P	F	D	R	CCX	R	V	A	G	M	G	S			
Daelpace	5	A	A	P	N	D	R	R	R	A	R	M	M	G	S			
	6	DA	D	G	U	R	C	R	A	VP	R	P	P	P	N			
	7	A	A	G	F	D	R	CCX	A	V	A	P	M	G	N			
	8	A	A	P	U-F	D	R	CCX	A	VP	A	M	G	P	S			
	9	A	A	P	N	D	R	CCX	A	VP	A	(m)G	M	G	S			
	10	A	A(al)	G	F	D	R	CX	A	P	A	M	M	P	S			
	11	A(da)	D	G	(F)	R	C	CX	D	P	A	P(m)	P	P	S			
Casi-3D	12	DA	D	G	F	R	C	CX	R	P	R	M	M	M	(p)M	S		
	13	A	D	P	U	R	C	R	A	V	A	M	(p)M	(p)M	M	S		
	14	A	D	P	U-F	R	R	R	A	VP	R	M	M	P	S			
	15	A(da)	D(al)	M	S	R	R	CCX	D	P	A	M	P(m)	M(g)	M	S		

Tabla 4: Parámetros articulatorios 2D de <s>, ordenados en tres modelos generales.

<s>	Constricción										Lengua					Labios			Cavidades			
	Art. pas.	Art. act.	Long.	Con. sec.	C.i.i.	Ápice	Dorso	Cuerpo	Plano	PMADAL	Raíz	LL	CE	CB	CF	CB>CF						
Modelo 1	1	A	A	Ø	N	D	R	R	R	P	R	P	M	P	G	N						
	2			M						VP		G	G		M							
	3			P					A		A	M		M		S						
	8						CCX					G		P								
	4								R	V			M	G	M							
	9								A	VP												
	5						R		R	A	R	M										
	7			G	F		CCX		A	V	A	P		M		N						
	10				Ø		CX			P		M		P		S						
	Modelo 2	11	A(da)	D	F	R	C	R	D	V		P(m)	P									
	13							A	VP	R	M	(p)M	(p)M									
	14			U		R							P									
	15			U-F	S		CCX	D	P	A		P(m)	M(g)									
M3	6	DA	D	U		C	R	A	VP	R	P	P	P	P		N						
	12			(F)			CX	R	P		M	M	M	(p)M		S						

Tabla 5: Distinción de los dos elementos, por parámetro e informante.

	Constricción										Lengua						Labios				Cavidades																
	Art. pas.		Art. act.		Long.		Con. sec.		C.i.i.		Ápice		Dorso		Cuerpo		Plano		Pmadal		Raíz		LL		CE		CB		CF		CB>CF						
	<z>	<s>	D	A(al)	G		S	R	C	CX	D	R	C	R	A	P	R	A	P	V	VP	R	A	P	M	(m)G	M	G	M	G	N						
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					
10																																					
11																																					
12																																					
13																																					
14																																					
15																																					