

## **CURVAS DE F0 EN EUSKARA: PRIMERA APROXIMACIÓN A LA OBTENCIÓN DE MODELOS PARA CONVERSIÓN DE TEXTO A VOZ**

I. Hernáez(\*\*), I. Gaminde(\*), B. Etxebarria(\*\*), P. Etxeberria(\*\*\*), R. Gandarias(\*\*\*)

(\*) Dpto. de Didáctica de la Lengua y de la Literatura, (\*\*) Dpto. de Electrónica y Telecomunicaciones,  
(\*\*\*) Dpto. de Euskal Filología

UPV/EHU

inma@bips.bi.ehu.es

Dirección de contacto: Inma Hernáez ETSII/IT Alda. Urkijo s/n 48013 Bilbao T. 4278055 Fax. 4414041

*Resumen:* Presentamos en este artículo un análisis preliminar de la entonación para una variedad del euskara, seleccionada por haberse realizado para ella estudios relativos al acento. En este trabajo se realiza un análisis exhaustivo para un conjunto de 48 frases enunciativas y 48 frases interrogativas, con la presentación de los datos obtenidos para las frases enunciativas. Este análisis nos ha servido para encontrar los parámetros que definirán los distintos modelos entonativos simples calculados después a partir de un número más reducido de frases de cada tipo.

### **INTRODUCCIÓN**

En este trabajo presentamos un estudio preliminar sobre curvas de entonación en euskara con el objetivo último de obtener modelos que puedan servir para la Conversión de Texto a Voz, y de forma mas general, de apoyo al proceso de normalización de la lengua vasca. Teniendo en cuenta que los estudios para la entonación en euskara se encuentran en una fase preliminar, y la escasez de literatura al respecto, nuestro análisis sólo puede tener el valor de una aproximación sin validez estadística pero con un valor orientativo.

Por una parte debemos tener en cuenta la situación de fragmentación de la lengua. El euskara, según las clasificaciones comúnmente aceptadas, presenta una división en 8 dialectos principales a su vez divididos en 25 subdialectos y 50 variedades [Bonaparte, 1869]. Esta situación de fragmentación unida a la escasez de datos antes mencionada, nos ha llevado a seleccionar la variedad de Gatika, pues cuenta con anteriores análisis relativos al acento fonológico. El acento, estrechamente relacionado con las cuestiones entonativas, presenta una gran variedad de modelos dentro del euskara. Los principales modelos acentuales del euskara podrían ser descritos en una primera aproximación en dos sistemas principales: por un lado sistemas de acento fijo en los que el acento sólo tiene valor demarcativo, y por otro lado, sistemas en los que el acento puede tener diferentes valores fonológicos dentro de los que se encuentran pares mínimos en los cuales la posición del acento es el único elemento distintivo (por ejemplo, *básoa* -el vaso- *basóa* - el bosque). Este mismo recurso es utilizado en numerosos dialectos para diferenciar entre el singular y el plural de algunos casos de la declinación, como por ejemplo *seméak*- el hijo, *ergativo singular*- y *sémeak* - los hijos, *ergativo plural*.

Entre los primeros sistemas, de acento fijo, podemos hacer diferentes clasificaciones, de acuerdo por una parte con el ámbito de asignación del acento - que puede ser la raíz en unas variedades y el sintagma fonológico en otros- , y por otra parte, según la dirección y la posición de la sílaba en la que recae el acento. Estas hablas con acento fijo abarcan los dialectos labortano y bajonavarro, extensas áreas de la provincia de Navarra así como el área fronteriza de las provincias de Bizkaia, Araba y Gipuzkoa.

Las variedades que tienen los diferentes tipos de acento con valor fonológico se extienden por la mayoría de las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa, algunas hablas de Navarra y abarcan además el dialecto de Zuberoa en el extremo oriental de la lengua. En las variedades con acento fonológico, podemos distinguir dos tipos mayores: el tipo al que pertenece la variedad analizada en este trabajo, que puede ser calificado como de acento musical o *pitch-accent* y diversos tipos de acentos de intensidad o *stress accent*. La característica más notable de éste primer tipo es que las palabras no acentuadas [Hualde, 1989, 1991, Gaminde, 1995] reciben la prominencia en la última sílaba del sintagma (o en la anteúltima en la variedad de Markina) por medio de la melodía H\*L a la misma extendiéndose el tono alto H hasta el principio de la palabra con exclusión de la primera sílaba que tiene asociado un tono bajo L:

alargunari -a la viuda-		alargunari
	->	
L     HL		LH H H HL

Las palabras marcadas son las que llevan algún tipo de acento lexical en cualquier sílaba que no sea la última, afectada por la regla general. En estos casos, la melodía H\*L se asocia con la sílaba con acento lexical:

ólosko -el pollo-	intxurre -la nuez-	bekóki -la frente-	lapiko - el puchero-
HL	HL	HL	HL

En las bases marcadas es el tono bajo el que se extiende hasta el final de la palabra:

ólosko -el pollo-	intxurre -la nuez-	bekóki -la frente-	lapiko - el puchero-
HL L	H L L	L H L	L H L

El dialecto que analizamos aquí, además de bases marcadas también presenta sufijos pre-accentuales y pre-pre-accentuales (Gaminde, 1994; 1995).

Esta descripción del acento fonológico brevemente expuesta se puede realizar desde el punto de vista acústico de muy diversas maneras, como veremos más adelante. Por ejemplo, a pesar de que puedan existir diferencias entre los niveles H-L en los sintagmas en función del número de sílabas, las variaciones más importantes vienen dadas por la posición de los sintagmas en la frase. Esta posición relativa en la frase, puede llevar incluso a cancelar los tonos bajos iniciales.

La estructura del artículo es la siguiente: en el primer apartado se presenta la estructura general del corpus utilizado para la obtención de los datos; en el segundo apartado se presentan los resultados del análisis global de las frases enunciativas; el tercer apartado presenta el conjunto de modelos simples propuestos, obtenidos a partir de un número reducido de datos para su aplicación en sistemas de conversión de texto a voz. Finalmente, se exponen las conclusiones generales y las perspectivas de futuros trabajos.

## I-ESTRUCTURA DEL CORPUS Y CRITERIOS DE ANÁLISIS

Uno de los criterios utilizados en el diseño del corpus ha sido la distinción entre palabras marcadas y no marcadas mencionada anteriormente; en el caso que nos ocupa hemos utilizado únicamente palabras no marcadas, con objeto de mantener una única estructura básica interna en todos los sintagmas.

En todos los análisis realizados se ha observado la importancia del foco de la frase en la estructura entonativa. Esta prominencia del foco con respecto al resto de los sintagmas de la frase ya había sido observada por algunos investigadores anteriormente [Jansen, 1992; Txillardegi, 1985; Hualde, 1995; Altube 1929].

En la figura 1 puede observarse la prominencia asignada a la que nos referimos. Se observa la diferencia de comportamiento de los sintagmas situados antes del verbo, tanto en posición focal como en la posición anterior a éste (zona 'alta' y con picos pronunciados), y de aquéllos situados después del foco de la frase, incluyendo al verbo (zona 'baja' y plana). Por este motivo, la primera aproximación al problema se ha realizado teniendo en cuenta las posiciones de los sintagmas con respecto al sintagma que constituye el foco. Así, las frases se han analizado segmentándolas en dos bloques: por un lado se ha estudiado la curva de F0 desde el comienzo de la frase hasta el sintagma que constituye el foco, que está situado generalmente antes del verbo, o en posición inicial absoluta de frase si es el verbo el constituyente focalizado; y por otro lado, desde este foco hasta el final de la frase. Además, hemos supuesto independencia de comportamientos entre estos dos bloques. No se ha hecho distinción por tanto entre sintagmas focales nominales o verbales, de forma que en el análisis se consideran como variables únicamente el número de sintagmas que conforman la parte de la frase analizada (GA y GP para las partes situadas antes y después del foco respectivamente), las posiciones de estos sintagmas en el bloque (P=1,2,3) y, en el interior de cada sintagma, su número de sílabas.

En euskara, el orden de los sintagmas en las frases es relativamente libre. Por ello, las frases se han generado por combinación de sintagmas, alternando sus posiciones. Los sintagmas utilizados en la generación del corpus son los siguientes:

2 sílabas	onek, erriñ	
3 sílabas	txakurre(k)	
4 sílabas	lagumeri	saldu dotzo
5 sílabas	lagun andiri, txakur txakerra	

El sintagma verbal *saldu dotzo* es desde el punto de vista fonológico una única unidad o grupo acentual comportándose el auxiliar *dotzo* como clítico.

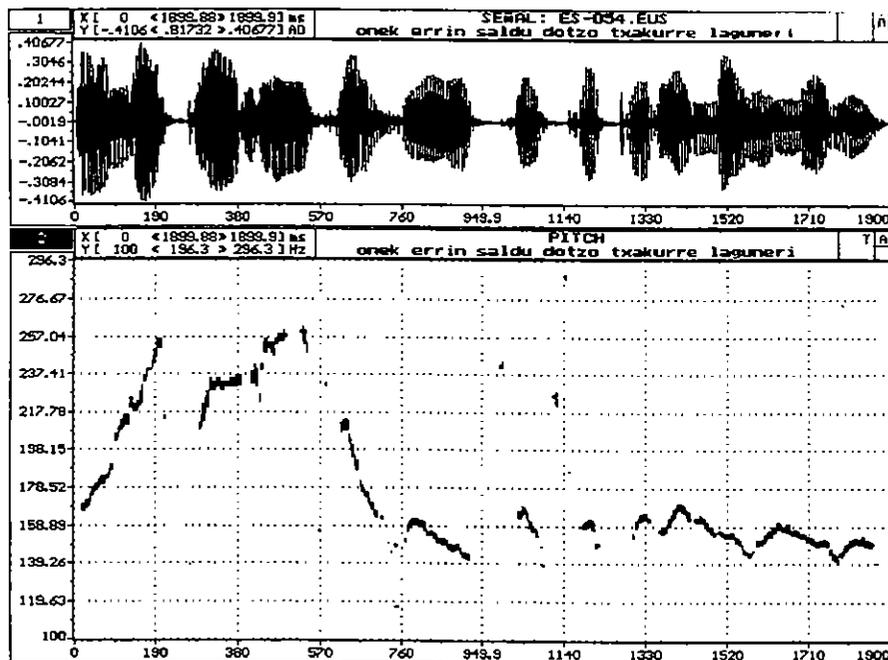


Fig.1.- Curva de F0 para la frase enunciativa 'onek errin saldu dotzo txakurre lagunerí'.

Así hemos obtenido frases como las siguientes:

- (1) Onék txakurré saldu dotzó lagunerí  
(Este - el perro - ha vendido-al amigo)
- (2) Txakurré lagunerí saldu dotzó (o)nék  
(El perro- al amigo- ha vendido- éste )
- (3) Onék txakurré lagunerí saldu dotzó  
(Este - el perro - al amigo- ha vendido)
- (4) saldu dotzó txakurré lagunerí  
(Ha vendido -el perro - al amigo)

(La tilde indica la sílaba del sintagma que lleva el acento).

En total se generaron 48 frases enunciativas que fueron utilizadas para el análisis presentado en el siguiente apartado. En los resultados que se presentan en dicho apartado no se han analizado de forma separada los sintagmas complejos de 5 sílabas *lagun andiri* -al gran amigo-, *txakur txikerra* - el perro

pequeño-, aunque sí se han considerado en las frases que los incluían en la evaluación del resto de los sintagmas. También se han desechado en algunos análisis los casos de degeminación de vocales (salud dotzó onék -> saldu dotzónék ). Otras tantas frases interrogativas se utilizaron en un análisis similar al anterior, cuyos resultados no se presentan en este trabajo, pues las conclusiones a las que se llegó fueron similares a las que se obtuvieron para las frases enunciativas.

Para la obtención de los modelos del apartado tercero se utiliza una selección de 15 frases del corpus completo. Las 96 frases fueron obtenidas en una única sesión de grabación. En posteriores sesiones de grabación, se obtuvieron las frases interrogativas con pronombre; en todas ellas se utiliza el sintagma *Nork* -quién (ergativo). Las frases negativas corresponden a otra sesión de grabación, aunque para la misma locutora.

La variedad de habla en que habitualmente se expresa la locutora corresponde al dialecto de Gatika del euskara vizcaíno, y, aunque conoce la variedad estándar de la lengua (*euskara batua*) y tiene 36 años, puede ser considerada como representativa de dicha variedad dialectal.

Las grabaciones se realizaron sobre cinta de cassette, y se digitalizó a 8 KHz con un convertidor A/D de 16 bits. El valor de la frecuencia fundamental se obtuvo a partir de los coeficientes cepstrum [Rabiner, 1985].

En un segundo análisis, por razones que expondremos más adelante, variamos únicamente el número de sintagmas de la primera parte de la frase desde el principio de la misma hasta el constituyente focal, con un único sintagma para la segunda parte de la frase.

## II -PRIMER ANÁLISIS DE LAS FRASES ENUNCIATIVAS

En este apartado presentamos la primera aproximación al problema del análisis de la entonación para las frases enunciativas. Como ya se ha mencionado, vamos a realizar en análisis en dos partes teniendo en cuenta la posición del foco dentro de la frase.

### *a) Análisis de frases enunciativas desde el comienzo de la frase hasta el foco*

La tabla I muestra los valores medios y las desviaciones típicas (en Hz) obtenidos para la frecuencia fundamental F0 en las frases con un único sintagma como constituyente del primer bloque de la frase. Este sintagma constituye por tanto en este caso el foco de la frase. Se observa en dicha tabla que el valor de F0 aumenta progresivamente en el interior del sintagma, independientemente del número de sílabas del sintagma. Este comportamiento se mantiene como veremos para todos los sintagmas del primer bloque. La tabla muestra también las diferencias medias (con sus desviaciones) obtenidas entre los valores obtenidos para las sílabas inicial y final del sintagma (D). La variable D21 muestra el incremento entre la primera y la segunda sílaba del

sintagma, y la última columna de la tabla el porcentaje que dicho incremento supone con respecto al incremento total en el sintagma. N es el número de frases utilizadas en el promediado.

Las tablas II y III muestran los resultados obtenidos cuando tenemos dos sintagmas antes del verbo, para el sintagma inicial (P=1) y para el sintagma situado en posición focal (P=2) respectivamente. Los resultados obtenidos para tres sintagmas situados antes del verbo se muestran en las tablas IV, V y VI, para los sintagmas situados en posición inicial, intermedia y final respectivamente.

GA=1	1	2	3	4	D	D21	D21/D*100
2 sílabas (N=11)	179 9	229 18			50 15	50 15	100%
3 sílabas (N=3)	181 3	200 17	229 15		48 12	19 13	39%
4 sílabas (N=9)	179 6	214 13	219 13	234 13	55 9	36 10	72%

Tabla I

GA=2 P=1	1	2	3	4	D	D21	D21/D*100
2 sílabas (N=10)	175 7	232 16			58 15	58 15	100%
3 sílabas (N=3)	182 7	219 5	232 4		50 10	37 2	74%
4 sílabas (N=1)	182 -	217 -	217 -	238 -	56 -	35 -	63%

Tabla II

GA=2 P=2	1	2	3	4	D	D21	D12/D*100
2 sílabas (N=4)	215 12	250 7			34 8	34 8	100%
3 sílabas (N=3)	208 1	216 4	242 7		34 7	7 4	21%
4 sílabas (N=2)	197 12	222 1	234 11	240 10	43 22	24 12	56%

Tabla III

GA=3 P=1	1	2	3	4	D	D21	D12/D*10 0
2 sílabas (N=3)	179 9	231 11			52 2	52 2	100%
3 sílabas (N=2)	181 4	220 3	230 3		49 7	38 6	79%
4 sílabas (N=2)	177 2	220 2	224 1	237 2	60 3	43 0	72%

Tabla IV

GA=3 P=2	1	2	3	4	D	D21	D12/D*10 0
2 sílabas (N=1)	225 -	235 -			10 -	10 -	100%
3 sílabas (N=3)	227 9	234 13	238 4		12 5	8 6	65%
4 sílabas (N=2)	225 7	225 7	228 4	238 4	13 4	0.5 0.5	4%

Tabla V

GA=3 P=3	1	2	3	4	D	D21	D12/D*10 0
2 sílabas (N=3)	215 12	244 12			29 13	29 13	100%
3 sílabas (N=3)	207 4	224 10	248 6		41 2	17 6	41%
4 sílabas (N=2)	226 12	229 10	228 7	239 4	13 8	4 2	32%

Tabla VI

*b) Análisis de frases enunciativas desde el foco hasta el final*

En la tabla VII se presentan los resultados obtenidos para aquellas frases con un único sintagma posfocal, y las tablas VIII y IX los resultados para dos sintagmas después del foco. El caso de 4 sílabas en posición inicial (P=1) se corresponde con un sintagma verbal, constituido por el participio mas el auxiliar, que es la situación más común. En el resto de los casos, el foco lo constituye el propio verbo de la frase.

Para establecer una conexión entre el foco y los sintagmas siguientes, en estas tablas se presenta también para los sintagmas en posición P=1 el valor obtenido para la sílaba focal (es decir, la sílaba inmediatamente anterior al sintagma en estudio). La variable Df (en las tablas VII y VIII) es en estos casos el decremento sufrido desde el foco hasta el final del sintagma, y la variable Dfs es el salto de F0 desde el foco hasta la sílaba

siguiente. Las variables D y D12 de la tabla IX tiene el mismo significado que en las tablas del apartado anterior. Parece claro, a pesar de tratarse de un número reducido de 'datos, que las estructura interna de los sintagmas encontrada en las posiciones focal y prefocal no se mantiene en absoluto en las posiciones posfocales.

GP=1 P=1	Foco	1	2	3	4	Df	Dfs	Dfs/Df*10 0
2 sílabas (N=1)	237	164	161			76	73	96%
3 sílabas (N=1)	239	200	159	154		85	39	46%
4 sílabas (N=20)	223	176	159	151	148	86	56	65%
	19	6	6	6	8	18	16	

Tabla VII

GP=2 P=1	Foco	1	2	3	4	Df	Dfs	Dfs/Df*10 0
4 sílabas (N=10)	230	176	159	151	148	86	56	65%
	10	6	6	6	8	18	16	

Tabla VIII

GP=2 P=2	1	2	3	4	D	D12	D12/D*10 0
2 sílabas (N=2)	152	153			-1	-1	100%
	2	6			3	3	
3 sílabas (N=2)	169	155	155		14	14	100%
	2	0	2		1	2	
4 sílabas (N=3)	154	154	152	152	2	0	0%
	3	4	4	7	4	1	

Tabla IX

*c) Evolución de los máximos y los mínimos*

Además de las variaciones internas en los sintagmas, nos interesa conocer si se produce una tendencia global creciente (inclinación) o decreciente (declinación) en ambos bloques de la frase. Como puede verse en las tablas I a VII correspondientes al análisis del primer bloque de la frase, el nivel más bajo en cada sintagma corresponde siempre a la primera sílaba, y el más alto a la última, para estos sintagmas situados en posición prefocal o focal. Con el fin de conocer las alturas relativas entre los sintagmas, en los casos con mas de un sintagma antes del verbo, hemos calculado (tabla X) las diferencias  $D_{mij}$ ,  $i,j=1,2,3$ , entre la primera sílaba de cada pareja de sintagmas  $G_i-G_j$  - es decir las diferencias entre mínimos-, así como las diferencias  $DM_{ij}$ ,  $i,j=1,2,3$ , entre la última sílaba de cada pareja de sintagmas- las diferencias entre máximos-. Los promedios y

las desviaciones obtenidas son globales, calculadas independientemente del número de sílabas de cada sintagma.

	Dm21	Dm32	Dm13	DM12	DM32	DM13
G=2	31	-	-	8	-	-
	11	-	-	6	-	-
G=3	49	-11	37	6	4	11
	4	12	9	7	7	7

Tabla X

Los valores inicial absoluto, de foco y final absoluto promediados para todas las frases se muestran muy estables (tabla XI), particularmente los valores inicial y final. En la misma tabla se muestra la 'caída' media desde la sílaba focal hasta el final absoluto de la frase. Esta caída se ha estudiado también en función del número de sintagmas de cada parte de la frase (GA: número de sintagmas por delante, GP: número de sintagmas por detrás) en la tabla XII.

Inicial	Foco	Final	Foco->Final
179	236	151	85
9	16	9	20

Tabla XI

	Foco	Final	Foco->Signiente	Foco->Final
GA=1	228	150	47	78
	17	8	16	15
GA=2	242	152	64	90
	11	7	12	14
GA=3	243	149	60	93
	5	4	6	8
GP=1	234	148	58	85
	18	7	16	17
GP=2	233	156	46	77
	9	9	13	12

Tabla XII

La tabla XII nos indica que tanto el número de sintagmas prefocales como el número de sintagmas posfocales hacen variar la altura del foco, haciéndolo además aparentemente en sentidos opuestos. Por ello, no es posible mediante un análisis simple, como el presentado, extraer conclusiones directas sobre la altura del foco en relación con el número de sintagmas prefocales y posfocales.

*d) Conclusiones*

A la vista de los resultados de los análisis anteriormente realizados, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- La última sílaba (fonológicamente acentuada) del constituyente focal es la cumbre de toda la frase. Aunque las varianzas obtenidas son grandes, y la confianza estadística pequeña, en todos los casos el valor de la frecuencia fundamental en dicha sílaba está por encima del resto.
- Considerando únicamente los puntos inicial, foco, y final de la estructura entonativa en las frases enunciativas, la última sílaba del constituyente focal es la que mas variación relativa presenta. El valor de la sílaba inicial de todas las frases es estable, así como el valor de la última sílaba. (Por ello no hemos considerado necesario realizar ningún tipo de normalización de los datos con respecto a algún valor de referencia.)
- Dentro de cada sintagma, se mantiene una estructura de F0 creciente en los sintagmas situados en posición focal, y en posición inicial absoluta; este desnivel interna se atenúa notablemente en sintagmas en posiciones intermedias, y prácticamente se anula en posiciones posfocales.

### III -MODELADO SIMPLE DE CURVAS DE ENTONACIÓN

A la vista de los resultados del apartado anterior, los parámetros seleccionados para definir la curva entonativa de las frases enunciativas, son: el incremento en el primer sintagma, el valor en la última sílaba del sintagma focal (o el incremento con respecto al primer máximo), el desnivel de f0 producido desde esa sílaba a la siguiente, y el valor final. Estos mismos parámetros servirán para definir las curvas asociadas a otros tipos de frases simples, como las frases interrogativas.

Se trata en este apartado de seleccionar un conjunto reducido de frases con el fin de eliminar factores de variación, con respecto al caso anterior. Así pues, para los resultados que presentaremos a continuación, las frases analizadas cumplen los siguientes criterios:

- No incluyen sintagmas complejos, del tipo 'lagun andiri', 'txakur txikerra'
- No se producen asimilaciones con cancelación de vocales ('saldu dotxo-onek->saldu dotzonek')
- Contienen un único sintagma posfocal, siendo éste en todos los casos el sintagma verbal 'saldu dotzo'

La primera y la segunda condición son muy restrictivas, en el sentido de que situaciones de ese tipo son muy habituales en el lenguaje común. La tercera condición no lo es tanto. La estructura 'Sintagma-Objeto-Verbo' puede decirse que es la estructura 'neutra' (Rijk, 1969).

**A. FRASES ENUNCIATIVAS**

La tabla XIII muestra las medias y desviaciones calculadas para los valores de comienzo (Inicio), Foco y Final. Muestra asimismo las diferencias de F0 entre la sílaba final del constituyente focal, y la siguiente sílaba, diferencia fundamental para asignar el acento focal de la frase. También se muestra la caída total desde la cumbre de la frase hasta de la misma. Al igual que ocurría en los resultados mostrados en el apartado anterior, encontramos que la pendiente en la segunda parte de la frase no es constante, sino que registra caída muy pronunciada en la sílaba posfocal mencionada, mientras que a partir de dicha sílaba, el comportamiento es marcadamente plano.

GP=1	Inicio	Foco	Final	Foco->Siguiete	Foco->Final
GA=1	174	207	147	43	60
(N=4)	3	4	4	3	2
GA=2	175	247	153	71	94
(N=5)	2	4	4	11	8
GA=3	177	243	182	60	93
(N=5)	5	6	2	7	9

Tabla XIII

Sobre estas mismas frases se ha estudiado el comportamiento de máximos y mínimos que se exponen en la tabla XIV:

GP=1	D1	Dm21	Dm32	Dm13	DM21	DM32	DM13
GA=2	66	35	-	-	8	-	-
	6	15	-	-	4	-	-
GA=3	53	47	-9	38	7	6	13
	7	2	8	6	7	6	5

Tabla XIV

La figura 2 muestra los esquemas obtenidos a partir de las medias anteriores. Se han alineado las frases con respecto al punto de comienzo, mostrando únicamente los saltos.

También se ha realizado un análisis orientativo para frases enunciativas negativas. En estas frases negativas el orden de los sintagmas varía con respecto a las anteriores, en el sentido de que el auxiliar aparece unido al adverbio proclítico *ez* precediendo al participio correspondiente. Por otra parte, el constituyente focal siempre es el verbo auxiliar, apareciendo el resto de los sintagmas junto con el participio en posición posfocal. La figura 3 muestra las medias y las desviaciones obtenidas para un conjunto de 8 frases formadas con diferentes sintagmas todos ellos del mismo número de sílabas (*ez+auxiliar+sintagma+participio*). Puede observarse nuevamente la estructura plana posfocal.

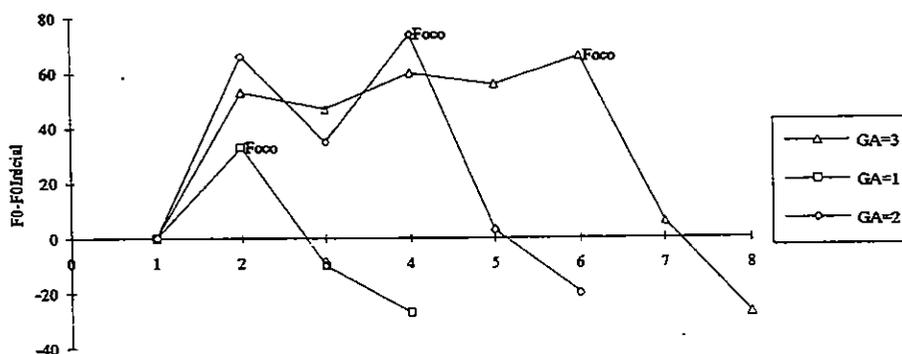


Figura 2

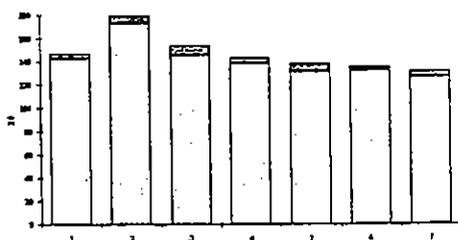


Figura 3

Al igual que en los casos anteriores, los parámetros que definirán el modelo, serán el incremento inicial (de inicio a foco), la caída del foco a la sílaba siguiente, y la caída desde ésta hasta el final.

**B. FRASES INTERROGATIVAS**

Los resultados de las tablas XV y XVI corresponden a frases interrogativas con la misma estructura simple del caso de las frases enunciativas afirmativas, es decir, con un único sintagma (verbal) después del foco.

GP=1	Inicio	Foco	Final	Foco-> Siguiente	Foco-> Final	Sig-foc-> Ant-final	Ant-final-> Final
GA=1	174	234	247	11	-12	3	-27
(N=4)	4	4	11	4	8	4	3
GA=2	176	245	247	14	-2	-3	-13
(N=5)	7	9	11	4	6	3	6
GA=3	199	264	275	16	-11	-6	-20
(N=5)	7	11	5	8	8	7	2

Tabla XV

	D1	Dm21	Dm32	Dm31	DM21	DM32	DM31
G=2	54	37	-	-	15	-	-
	22	15	-	-	13	-	-
G=3	52	49	-23	26	6	65	13
	11	9	4	10	6	16	9

Tabla XVI

Una primera observación comparativa con los resultados obtenidos para las enunciativas, es que los valores de las desviaciones son mayores en éste caso, a pesar de que como ya se ha comentado, todas las frases fueron grabadas en una única sesión. La estabilidad de los valores iniciales y finales que se observaba en las frases enunciativas no se mantiene para las interrogativas. Otra diferencia importante es el valor medio que toma la diferencia inicial (D1 en la tabla XVI). El valor medio para las frases con un único sintagma antes del foco -no presentado en las tablas- es de 60Hz con desviación de 2Hz. Para las frases con mas sintagmas disminuye, al contrario que para las frases enunciativas, en las que esta diferencia crecía significativamente al pasar de uno a dos sintagmas.

También se observa al contrario que en las frases enunciativas que la estructura interna de F0 creciente en los sintagmas, se mantiene para el sintagma inicial y para el focal, incluso reforzándose en este último caso, mientras que el sintagma en posición intermedia se comporta de la misma manera que en las enunciativas, como puede verse en la figura 4, en la que las frases se han alineado con respecto a la última sílaba, por motivos de claridad expositiva.

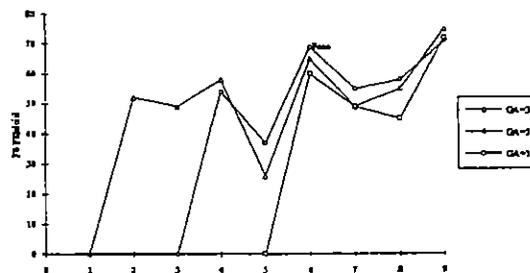


Figura 4

También se ha realizado un análisis sencillo orientativo para las frases interrogativas con pronombre. Las medias y las varianzas obtenidas se presentan en forma columnar en la figura 5, en la que se aprecia claramente que el foco de la frase corresponde a la única sílaba del pronombre, que va situado en posición inicial.

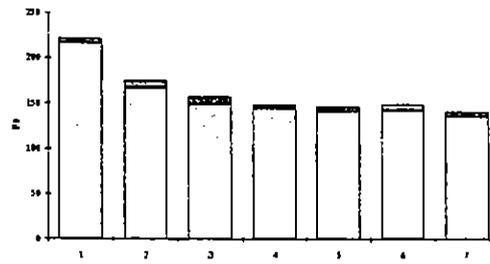


Figura 5

#### IV -TRABAJOS FUTUROS

En la primera parte de este trabajo hemos visto que existe una relación manifiesta entre la estructura entonativa de la frase y el número de sintagmas en posiciones prefocal y posfocal. El modelo simple obtenido para las frases enunciativas corresponde al caso de un único sintagma verbal posfocal. Falta considerar a todas luces los casos con más de un sintagma posfocal. Más interesante aún sería realizar un análisis estadístico más completo que tenga en cuenta las correlaciones entre las distintas variables consideradas.

Contrariamente al análisis aquí presentado, podría pensarse en un estudio basado en el número de sílabas de la frase, y no en el número de sintagmas. Aunque estos datos no se presentan en este trabajo, análisis previos en este sentido nos indican que es ésta última variable la que influye en la configuración de la curva. Una posible explicación de éste aspecto podría ser debida a la propia estructura acentual de este sistema, que como ya hemos mencionado en la introducción, no asigna prominencia a una sílaba determinada, salvo en el caso de las palabras marcadas y el acento focal, que se realiza con el brusco desnivel tras la última sílaba del sintagma focal.

Por otro lado, únicamente se han analizado sintagmas con palabras no acentuadas. Queda por considerar el importante caso de las palabras marcadas, que pensamos que pueden introducir variaciones importantes en la estructura entonativa.

Finalmente, en cuanto a la aplicación de estos modelos en síntesis de voz, los datos obtenidos de estos análisis, trasladados a frecuencias más bajas (convenientemente normalizados para obtener voz masculina) han sido introducidos en un sintetizador, obteniéndose una entonación que consideramos aceptable. Debemos decir que un problema importante, es la localización del foco de la frase, para lo cual lo ideal sería disponer de un analizador morfo-sintáctico automático. Actualmente estamos trabajando en soluciones subóptimas que mediante diccionarios tratan de localizar el foco a través de determinadas partículas especiales, tales como el adverbio *ez*, algunos verbos auxiliares etc.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto de investigación financiado por la UPV/EHU código. Queremos agradecer a Esther Elgoibar Barandika su colaboración en la obtención de los datos y a Jon Andoni Uriarte Garai el habernos proporcionado en sus comunicaciones personales respecto a los datos obtenidos por él para la variedad de Fruniz.

## BIBLIOGRAFÍA.

ALTUBE, S. (1929): Erderismos, Indauchu, Bilbo

GAMINDE, I. (1994): "Urduliz eta Gatikako azentu ereduaz-I.", en Uztaro-11, 55-88, UEU, Bilbao.

GAMINDE, I. (1995): "Los tipos de acento del dialecto vizcaíno del euskara: aproximación acústica." (en impresión) Deustuko Unibertsitatean.

HUALDE, J. I. (1989): "Acentos vizca'nos" in ASJU-XXIII-1, 275-326, Donostia

HUALDE, J. I. (1994b): "Basque accentuation." (en impresión)

HUALDE, J. I.; ELORDIETA, G. eta ELORDIETA, A. (1993): "Focalización y prosodia en vascuence vizcaíno." in ASJU XVII-3, 731-749, Donostia.

HUALDE, J. I. eta ELORDIETA, G. (1994): "Lekeitioko azentu eta intonazioaz" esku-izkribua.

JANSEN, W.H. (1992) Acento y entonación en Elorrio, ASJU, XXVI-2, 391-440, Donostia

RABINER AND SCHAFFER (1976): "Digital Processing of Speech Signals" Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, N.J.

RIJK, R. P. G. de (1969): "Is Basque an S. O. V. language?" in FLV-3, Iruñea.

TXILLARDEGI (1985): *Euskal Azentuaz*. Elkar. Donostia.