

COMPOSICIÓN INCOLORA PARA VIDRIO SODOCÁLCICO

MEMORIA DESCRIPTIVA

5 La invención se refiere al campo de la industria vidriera. Fundir los materiales constituyentes de vidrio requiere del suministro de una gran cantidad de energía. La temperatura del baño de vidrio se encuentra en un margen de 1,300 a 1,500°C. Dependiendo de su composición, el vidrio está pretendido para uso doméstico, por ejemplo, para vasos para bebidas o para uso culinario, por ejemplo, recipiente para cocción.

10 El horno es sometido a tensiones térmicas y mecánicas muy altas. El horno es construido con recubrimientos refractarios de alta calidad. Estos recubrimientos refractarios son caros y sensibles a algunos constituyentes del vidrio que tienden a reacción química. Los recubrimientos refractarios son deficientes conductores de calor, el calentamiento del baño de vidrio se realiza al interior del horno, por ejemplo, desde arriba o en el baño de vidrio fundido.

15 Por ejemplo, existe un mechero con un combustible líquido o gaseoso entre el baño de vidrio y la parte superior del horno, la cual se conoce como la bóveda. El baño de vidrio es calentado esencialmente por radiación. La temperatura de salida de los gases es de 1,300°C a 1,600°C, dependiendo de la familia de vidrio.

Además, la fabricación de vidrio libera grandes cantidades de gas. El baño de gas es
20 desgasificado durante varias horas para evitar la formación de burbujas en el vidrio. Para facilitar la eliminación de gas, se pueden utilizar aditivos de refinación como los sulfatos. El horno opera en un lote de vidrio con una composición seleccionada que pudiera variar dentro del mismo lote.

El solicitante observó que los sulfatos pudieran tener inconvenientes con respecto a contaminación, en específico, en la salida de gases o del baño de vidrio.

25 El Solicitante continuó con sus pruebas de reducción de la cantidad de sulfatos introducidos en el baño sin incrementar la duración del refinado y, al mismo tiempo, conservar la calidad del vidrio.

La invención propone una composición incolora de vidrio sodocálcico, que comprende, en peso, de 68 a 78% de SiO_2 , de 8 a 18% de Na_2O , de 0 a 10% de K_2O , de 7 a 12% de CaO , de 0 a
30 10% de MgO , de 0 a 10% de ZnO , de 0 a 10% de BaO , de 0 a 3% Al_2O_3 , de 0 a 1% de B_2O_3 , de 0 a 1% de SrO , menos de 0.078% el azufre total expresado en la forma de SO_3 , como mucho, 0.12% del cerio total expresado en la forma de CeO_2 , de 50 a 1,200 de ppm de hierro total expresado en la forma de Fe_2O_3 , sin ninguna adición intencional de especies de Mo, As, Sn y Sb, y con una reacción de reducción y oxidación (REDOX) menor a 45.

35 Un contenido de SiO_2 menor a 68% reduce la viscosidad del vidrio, e incrementa el

coeficiente de expansión.

Un contenido de SiO_2 mayor a 78% hace que la fusión sea más difícil.

Un contenido de Na_2O menor a 8% reduce la cinética de la fusión.

- 5 Un contenido de Na_2O mayor a 18% incrementa el descaste de los refractarios del horno, e incrementa el coeficiente de expansión.

Superior a un contenido de K_2O de 10%, la viscosidad del baño de vidrio incrementa de manera sustancial.

Un contenido de CaO menor a 7% reduce la pendiente de temperatura de la curva de viscosidad y ralentiza la velocidad de formación de vidrio en las máquinas de formado.

- 10 Un contenido de CaO mayor a 12% da lugar a un riesgo de desvitrificación por cristalización.

Un contenido de MgO mayor a 10% reduce el punto ablandamiento del vidrio.

Un contenido de ZnO mayor a 10% reduce el punto de ablandamiento del vidrio, e incrementa la densidad del vidrio.

- 15 Un contenido de BaO mayor a 10% reduce el punto de ablandamiento del vidrio, e incrementa la densidad del vidrio.

Un contenido de Al_2O_3 mayor a 3% incrementa la temperatura de fusión.

Un contenido de B_2O_3 mayor a 1% incrementa la corrosión de los refractarios y evapora los depósitos corriente abajo.

- 20 Un contenido total de cerio expresado en la forma de CeO_2 mayor a 0.12% ocasiona la coloración del vidrio mediante metamerismo.

- Un contenido total de hierro expresado en la forma de Fe_2O_3 menor a 50 ppm hace que sea más difícil la selección de la materia prima, un contenido bajo en hierro generalmente no está disponible para las fuentes de adición de silicio, calcio y sodio, y limita el reciclado de la chatarra de vidrio. El baño de vidrio se vuelve transparente para luz infrarroja, por lo que un incremento en la temperatura en la proximidad del crisol y de las paredes del horno, y un desgaste acelerado de los refractarios.

- 30 Un contenido total de hierro expresado en la forma de Fe_2O_3 mayor a 1,200 ppm ocasiona una coloración que es difícil de combatir, en específico, sin la adición de un oxidante para oxidar el FeO en Fe_2O_3 que tiene menos color.

Una adición intencional de A no es deseable por razones relacionadas con toxicidad.

Una adición intencional de Sb no es deseable por razones relacionadas con toxicidad.

- 35 El solicitante notó que la reacción por redox correspondiente a la proporción de hierro ferroso/hierro férrico fue importante para un refinado exitoso con bajo contenido de sulfato. La reacción por redox influye en la solubilidad de SO_3 . La solubilidad mínima se encuentra a una redox

próxima a 55.

Aquí, la redox se define como una proporción molar de FeO (ferroso)/ Fe_2O_3 (férrico).

El solicitante ha descubierto que, en un horno de combustión de aire y gas natural, para una redox de 40, el contenido de masa de SO_3 del vidrio, tuvo un máximo de aproximadamente 0.20%. En otras palabras, una desgasificación de sulfatos ocurre en el caso de un mayor contenido en el baño de vidrio. Por otro lado, obtener un contenido menor de masa de SO_3 en el vidrio es difícil bajo condiciones de producción idénticas. De hecho, al incrementar la duración de refinado, es posible reducir la cantidad de agente de refinado pero al precio de una disminución en la producción proporcional a la inversa de la duración de refinado y un incremento en el consumo de energía y el desgaste del horno por tono de vidrio producido.

En un horno de combustión de oxígeno y gas natural, para una redox de 40, el contenido de masa de SO_3 en el vidrio, tuvo un máximo de aproximadamente 0.10%. La redox se podría reducir a un valor que varía de 10 a 15.

Sin embargo, refinar un vidrio muy oxidado resulta en un incremento de la duración del refinado y un bajo tonelaje producido. Así, por las razones relacionadas con la velocidad del refinado y la decoloración del vidrio para obtener un llamado vidrio blanco, es decir, transparente y sustancialmente incoloro, se prefiere una redox de al menos 18, o al menos 25. En este margen de redox, mientras más oxidado sea el vidrio, mayor será la cantidad máxima relativa del sulfato remanente en el vidrio.

Se prefiere un margen de redox comprendido entre 20 y 45. Se prefiere más un margen de redox comprendido entre 25 y 40. Una redox de 40 a 40 es aún mejor.

En una modalidad, la composición comprende, en peso, un total menor de azufre expresado en la forma de SO_3 que el máximo permitido por la redox y la composición del vidrio.

En una modalidad, la composición comprende, en peso, menos de 0.074% de azufre total expresado en la forma de SO_3 . Se reduce la condensación. La reactividad del vidrio con los componentes de la línea de producción se reduce.

En una modalidad, la composición comprende, en peso, de 0 a 1% de TiO_2 .

En una modalidad, la composición comprende, en peso, de 0 a 0.3% de F. Mayor a 0.3%, la corrosión de los moldes incrementa.

En una modalidad, la composición comprende, en peso, de 71.0 a 73.0% de SiO_2 , de más de 8 a menos que 15% Na_2O , de 0 a 0.5% de K_2O , de 9 a menos que 12% de CaO , de 1 a 2% de MgO , de 0 a 1% de ZnO , de 0 a 2% de BaO , de 0 a 2% de Al_2O_3 , como máximo 0.1% de cerio total expresado en la forma de CeO_2 , menos que 0.10% de ZrO_2 , menos que 200 de ppm de Er_2O_3 , y con una redox menor a 40.

En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, de 13.0 a 14.0% de

- Na₂O.
- En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, de 0 a 0.2% de K₂O.
- En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, de 10 a 11.4% de CaO.
- 5 En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, menos que 0.10% de BaO.
- En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, de 1.0 a 1.90% de Al₂O₃. Por debajo de 1% de Al₂O₃, el vidrio terminado tiene menor resistencia química.
- En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, menos que 0.05%
- 10 de ZrO₂.
- En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, menos que 150 ppm de Er₂O₃. LA decoloración se puede obtener por selenio, por ejemplo, en la forma de selenita de zinc ZnSeO₃ CAS 13597-46-1.
- En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier
- 15 especie de Ti.
- En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier especie de B.
- En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier especie de Zn.
- 20 En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier especie de Sr.
- En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier especie de Sn.
- En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier
- 25 especie de Ce.
- En una modalidad, la composición no involucra una adición intencional de cualquier especie de Cr.
- En una modalidad, la composición comprende, en peso, de 0 a 0.06% de preferencia de 0 a 0.05% de BaO. Las propiedades ópticas se obtienen mediante otras especies químicas.
- 30 En una modalidad, la composición comprende, en peso, de 100 a 300 ppm de hierro total expresado en la forma de Fe₂O₃.
- En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, de 100 a 250 ppm de hierro total expresado en la forma de Fe₂O₃.
- En una modalidad, la composición comprende, en peso, más de 300
- 35 a 900 ppm de hierro total expresado en la forma de Fe₂O₃.

En una modalidad preferida, la composición comprende, en peso, de 300 a menos de 700 ppm de hierro total expresado en la forma de Fe_2O_3 .

En una modalidad, la composición está pretendida para uso doméstico o culinario.

En una modalidad, la composición comprende un valor de ligereza L^* de acuerdo con la norma CIE1976 en una transmisión mayor que 94, de preferencia, mayor que 95. Estos valores corresponden a un vidrio transparente también llamado vidrio blanco.

En una modalidad, la reducción redox es de al menos 18.

En una modalidad, la reducción redox es de al menos 20.

En una modalidad, la composición comprende, en peso, de 69.0 a 75.0% de SiO_2 , de 12.0 a 16.0% de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, de 10.0 a 15.5% de $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{BaO}$, de 0.5 a 3.0% de Al_2O_3 , y de 0 a 1.0% de B_2O_3 .

En general, la mezcla de materia prima se debe de comprender como materia prima de vidrio.

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes tras examinar la siguiente descripción detallada.

El refinado del vidrio es un paso muy importante en la producción de vidrio. El paso se describe en varias estructuras, los agentes de refinado y su comportamiento es detallado en el contexto de una operación de horno convencional.

1. Le Verre - Sciences et Technologie - James BARTON y Claude GUILLEMET.
2. Glass Science (Second edition) - Robert H. DOREMUS (Rensselaer Polytechnic Institute) - Wiley-Interscience publication John Wiley & Sons Inc.
3. Glass - Science and Technology - Volume 2 Processing I - Edited by D. R. UHLMANN and N. J. KREIDL.

4. Elaboration du verre (fusion et affinage) - Etude bibliographique - Symposium de l'Union Scientifique Continentale du verre (Belgium) - Madrid, 11 - 14 September 1973.

Por otro lado, estas estructuras no permiten revelar enfoques para reducir sulfatos. En general, se acepta que el contenido de sulfato residual en el vidrio se relacione fuertemente con el estado redox del vidrio producido. Así, sin modificación de la Redox, no puede haber ninguna reducción en la concentración de SO_3 en el vidrio terminado; y tal reducción pudiera ser en vano debido a que el contenido de SO_3 es una garantía para la calidad de los artículos producidos, en específico, el refinado del vidrio final.

El vidrio sodocálcico se refina al agregar sulfatos. Se hace énfasis específico a los siguientes puntos: temperatura para trabajar el vidrio, nivel para trabajar el vidrio, corrosión de los refractarios, temperaturas en el circuito de extracción de vapores y en el sistema de filtración, temperaturas de filtración mayores que el punto de rocío del ácido clorhídrico, calidad de la filtración

en el equipo existente de filtración, posible impacto en la corrosión de los moldes de acero utilizados para la producción de artículos de vidrio.

A menudo, los recubrimientos de platino se utilizan para evitar el fenómeno de enriquecimiento del vidrio por varios contaminantes, los cuales se encuentran en el origen de la creación del vidrio heterogéneo. Por ejemplo, en el campo de artes de mesa, este enriquecimiento se puede revelar en el lavavajillas mediante la aparición de fibras finas, en la forma de una peluca. Estas fibras son específicas de un enriquecimiento localizado de circonio, un compuesto químico presente en los refractarios utilizados para la construcción de hornos y alimentadores, es decir, los canales de flujo del vidrio hacia las máquinas de formado. Platino, el cual es un elemento neutral con respecto al vidrio, permite evitar que esta interfaz de vidrio/refractario sea perjudicial para la calidad del vidrio.

El platino también puede servir como un recubrimiento protector para metales sujetos a sublimación a temperaturas de uso en el procesamiento de vidrio o de material estructural, véase el documento WO2016135084.

El Solicitante calcula que reducir el sulfato residual en el vidrio podría permitir reducir el uso de platino.

El Solicitante ha realizado varias pruebas de producción al someter varias composiciones a prueba. Estas pruebas se han realizado con las mismas materias primas, cantidades de las cuales se han ajustado para obtener la composición final deseada.

Se ha evitado el uso de componentes tóxicos, como el arseniato, o con el riesgo de contaminación, como el nitrato. Para promover el refinado a pesar de la reducción de sulfatos, se ha considerado una adición de halógenos. Sin embargo, su presencia en un vidrio sodocálcico supone riesgos. Así, el cloro tiene un problema de solubilidad en vidrio sodocálcico, por lo que se debe de considerar una dosis sustancial para obtener un efecto en el refinado.

La decoloración del vidrio se puede llevar a cabo con selenita de cinc para una redox de 20 a 45.

En una prueba de un primer horno industrial durante más de 15 días, la producción diaria ha variado de -17% a +18% en relación con el promedio. El contenido de ZrO_2 está comprendido entre 335 y 961 ppm. El contenido de CaO está comprendido entre 9.03 y 11.36%. El contenido de MgO está comprendido entre 1.13 y 1.51%. El contenido de K_2O está comprendido entre 0.04 y 0.36%. El contenido de SiO_2 está comprendido entre 71.48 y 72.74%. El contenido de Al_2O_3 está comprendido entre 1.39 y 3.01%. El contenido de Na_2O está comprendido entre 13.03 y 14.37%. El contenido de Ce_2 está comprendido entre 827 y 1,007 ppm. La redox está comprendida entre 18 y 36 con un promedio igual a 26. La luminancia L^* está comprendida entre 94.35 y 95.75, con un promedio igual a 95.38. El vidrio es de un grado comercial con una duración de refinado significativa sin cambio. Esto resulta en un refinado correcto. En específico, el refinado total promedio a lo largo del periodo retenido

es menor a 0.7 de agua de vidrio/cm³ visible para una lupa binocular a 20x de amplificación, y menor a 0.55 de agua a más de 100 µm por cm³. La producción diaria es estable.

Se han realizado adiciones de Se, Co, Er con un efecto positivo en la decoloración de adición individual. El modo preferido es una adición de las tres especies Se, Co and Er en la forma de un óxido. La cantidad de selenita de cinc puede estar comprendida entre 0.5 y 5 ppm. La cantidad de CoO puede estar comprendida entre 0.5 y 5 ppm. La cantidad de Er₂O₃ puede estar comprendido entre 50 y 200 ppm. La cantidad total de selenita de zinc, CoO y Er₂O₃ puede estar comprendida entre 50 y 200 ppm.

No existe ninguna introducción intencional de las especies Zn, Ba, B, Sr, Mo, As, Sn, Sb, Ti y F

El siguiente Cuadro 1 contiene datos medidos de la composición de vidrio en los resultados de producción durante las pruebas de producción en un horno industrial, realizadas durante un periodo suficiente para que se refleje un cambio en la composición de la materia prima de una manera estable en la composición del vidrio producido. Además, las mediciones Núm. 1 y 12 tienen un espaciamiento de varias horas durante una supervisión regular de la producción. El contenido de CaO, K₂O, SiO₂, Al₂O₃, MgO, Na₂O, CeO₂, Er₂O₃, ZnSeO₃ y CoO se origina a partir de la materia prima introducida. En esta configuración, estas especies han demostrado no estar muy sujetas a evaporación en el horno. Su contenido es bien controlado en la medida en la que la composición de la materia prima introducida sea constante con el tiempo.

El contenido de ZrO₂ depende de las condiciones de operación del horno y de los canales corriente abajo como circonio en el vidrio se origina a partir de los refractarios que conforman el recipiente del horno y de los canales. El circonio está ausente en la materia prima. La presencia de circonio refleja el desgaste del horno y de los canales. Un alto contenido de circonio indica una corta vida útil del horno entre dos reemplazos de refractarios y un alto costo del tonelaje de vidrio producido. El contenido es específicamente sensible a la temperatura del baño de vidrio y a los incidentes operativos, por ejemplo, una modificación de los movimientos dentro de baño de vidrio.

El contenido total de óxido de hierro depende de la calidad y de la consistencia de la materia prima introducida. Por ello, este parámetro es difícil de controlar. La redox depende del grado de oxidación del vidrio y está correlacionada con el color del vidrio en la ausencia de los colorantes. En una redox idéntica, el color del vidrio se puede modificar por medio de materiales de coloración.

El contenido de SO₃ depende de la cantidad de sulfatos introducidos en el baño de vidrio, de la redox, del modo de calentamiento y de los parámetros de construcción del horno. El solicitante ha buscado producir un vidrio sodocálcico para uso doméstico o culinario que es transparente y tiene un bajo contenido de SO₃. La producción diaria del horno es igual o próxima a la del mismo horno con un mayor contenido de sulfato, lo cual no se esperaba.

En general, las mediciones de la composición se pueden llevar a cabo de acuerdo con el estándar ASTM C169.

- La medición del contenido de sulfatos se lleva a cabo mediante fluorescencia de rayos X de acuerdo con el estándar DIN 51001. Para mayor precisión, se puede llevar a cabo un método
- 5 mediante HF y después mediante digestión de ácido de HNO_3 , seguido por un análisis mediante el uso de un espectrómetro ICP, el cual ha mostrado una dispersión reducida de 35%.

CUADRO 1

	ZrO ₂	CaO	K ₂ O	SO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	CeO ₂	Er ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	Fe tot	redox	Se	CoO	L*
Fecha	PPM	%	%	PPM	%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	
1	776	9.4	0.36	423	71.5	3.01	1.13	13.0	998	173	38	206	248	18.4	1.55	0.87	95.61
2	366	9.0	0.23	421	72.4	2.36	1.19	13.4	1,007	208	40	175	219	22.9	2.40	0.90	95.16
3	829	11.4	0.08	429	72.1	1.66	1.46	13.4	938	219	44	153	202	28.8	2.08	0.96	95.15
4	644	10.0	0.07	639	72.7	1.62	1.34	13.6	981	164	33	165	193	21.2	1.94	0.84	95.48
5	709	10.2	0.07	633	72.6	1.64	1.36	13.6	967	181	35	155	194	22.6	1.85	1.14	94.35
6	890	11.1	0.11	405	72.1	1.76	1.44	13.3	950	216	41	160	206	25.6	1.99	0.95	95.25
7	872	10.7	0.05	707	72.4	1.54	1.46	13.6	925	89	41	160	206	25.6	0.91	0.76	95.75
8	784	10.9	0.05	699	72.3	1.54	1.51	13.6	926	94	40	162	206	24.7	0.75	0.81	95.71
9	961	10.9	0.05	675	72.3	1.56	1.49	13.6	921	96	50	154	209	32.5	0.89	0.89	95.50
10	383	10.2	0.04	726	72.4	1.40	1.45	14.4	835	82	51	173	230	29.5	0.90	0.90	95.48
11	335	10.2	0.04	731	72.3	1.39	1.45	14.3	827	86	58	162	226	35.8	0.83	1.08	95.42
12	938	10.9	0.05	691	72.2	1.53	1.51	13.7	894	85	50	178	233	28.1	0.65	0.95	95.72
Mín.	335	9.0	0.04	421	71.5	1.39	1.13	13.0	827	82	53	153	193	18.4	0.65	0.84	94.35
Máx.	961	11.4	0.36	731	72.7	3.01	1.51	14.4	1,007	219	58	206	248	35.8	2.40	1.14	95.72

En una prueba de un segundo horno industrial, la producción diaria ha variado de -5% a +10% en relación con el promedio. El contenido de ZrO_2 está comprendido entre 102 y 136 ppm. El contenido de CaO está comprendido entre 10.83 y 11.23%. El contenido de MgO está comprendido entre 1.38 y 1.42%. El contenido de K_2O está comprendido entre 0.03 y 0.04%. El contenido de SiO_2 está comprendido entre 72.60 y 72.77%. El contenido de Al_2O_3 está comprendido entre 1.50 y 1.52%. El contenido de Na_2O está comprendido entre 13.31 y 13.36%. El contenido de Ce_2 está comprendido entre 337 y 362 ppm. La redox está comprendida entre 33 y 43 con un promedio igual a 37. El vidrio es de un grado comercial con una duración de refinado significativa sin cambio. Esto resulta en un refinado correcto. En específico, el refinado total promedio durante cantidades de periodo retenidas para 0 agua de vidrio/cm³ visible para la lupa binocular a 20x de amplificación. La producción diaria es muy estable.

Se han realizado adiciones de Se, Co, Er con un efecto positivo en la descoloración de adición individual. El modo preferido es una adición de las tres especies Se, Co and Er en la forma de un óxido. La cantidad de selenita de cinc puede estar comprendida entre 0.5 y 5 ppm. La cantidad de CoO puede estar comprendida entre 0.5 y 5 ppm. De acuerdo con la materia prima introducida, la cantidad de Er_2O_3 puede estar comprendida entre 50 y 200 ppm. La cantidad total de selenita de zinc, CoO y Er_2O_3 puede estar comprendida entre 50 y 200 ppm.

No existe ninguna introducción intencional de las especies Zn, Ba, B, Sr, Mo, As, Sn, Sb, Ti y F

El siguiente Cuadro 2 contiene datos medidos de la composición de vidrio en los resultados de producción durante las pruebas de producción en un horno industrial, realizadas durante un periodo suficiente para que se refleje un cambio en la composición de la materia prima de una manera estable en la composición del vidrio producido. Además, las mediciones Núm. 1 y 4 tienen un espaciamiento de, al menos, varias horas durante una supervisión regular de la producción. El contenido de CaO , K_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Na_2O , CeO_2 , Er_2O_3 y CoO se origina a partir de la materia prima introducida. En esta configuración, estas especies han demostrado no estar muy sujetas a evaporación en el horno. Su contenido es bien controlado en la medida en la que la composición de la materia prima introducida sea constante con el tiempo.

El circonio está ausente en la materia prima.

El contenido total de óxido de hierro depende de la calidad y de la consistencia de la materia prima introducida.

El contenido de SO_3 depende de la cantidad de sulfatos introducidos en el baño de vidrio, de la redox, del modo de calentamiento y de los parámetros de construcción del horno. El solicitante ha buscado producir un vidrio sodocálcico para uso doméstico o culinario que es transparente y tiene un bajo contenido de SO_3 . La producción diaria del horno es igual o próxima a la

del mismo horno con un mayor contenido de sulfato, lo cual no se esperaba.

CUADRO 2

Fecha	ZrO2	CaO	K2O	SO3	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	CeO2	FeO	Fe2O3	Fe tot	redox	Se	CoO	L *
	PPM	%	%	PPM	%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	33.4	PPM	PPM	
1	102	10.98	0.03	0.07	72.77	1.52	1.42	13.33	337	50	150	205.0	34.4	0.98	0.83	95.57
2	107	11.23	0.03	0.07	72.60	1.51	1.41	13.32	344	51	148	204.0	36.2	0.82	0.83	95.58
3	133	11.12	0.03	0.07	72.61	1.52	1.41	13.36	362	56	138	200.0	43.2	0.99	0.91	95.58
4	136	10.83	0.04	0.07	72.69	1.50	1.38	13.31	340	69	159	236.0	43.2	0.89	1.16	95.36
Mín.	136	11.23	0.04	0.07	72.77	1.52	1.42	13.36	362	69	159	236.0	33.4	0.99	1.16	95.58
Máx.	102	10.83	0.03	0.07	72.60	1.50	1.38	13.31	337	50	138	200.0	33.4	0.82	0.83	95.36